



Sami Kaikkonen

Dwg-kirjastojen automatisointi DocStarter-ohjelmalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

31.10.2023

Tiivistelmä

Tekijä(t): Sami Kaikkonen
Otsikko: Dwg-kirjastojen automatisointi DocStarter-ohjelmalla
Sivumäärä: 56 sivua + 3 liitettä
Aika: 31.10.2023

Tutkinto: Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Korjausrakentaminen
Ohjaaja(t): Lehtori, tutor-opettaja Riikka Jääskeläinen

Tämä opinnäytetyö ja sen yhteydessä tehtävä tutkimus tehdään selvityksenä korjaussuunnittelun dwg-suunnitelmakirjastojen automatisoinnin hyötyjen kartoittamiseksi. Opinnäytetyön tilaajayrityksenä toimii Copla Oy.

Copla Oy on Helsingissä toimiva korjausrakentamiseen erikoistuva konsulttiyritys. Copla Oy:n palveluihin kuuluu korjausrakentamishankkeiden suunnittelu, rakennuttaminen ja valvonta sekä muu konsultointi.

Copla Oy käyttää näiden töiden tekemisessä yrityksen kehittämää DocStarter-ohjelmaa, jolla automatisoidaan erilaisten kirjallisten dokumenttien luominen. Ohjelmisto on koettu isoksi hyödyksi kaikkien siihen tuotujen asiakirjojen laadinnassa ja siksi sovelluksen laajentamista rakennepiirustuksiin halutaan selvittää.

Kehitystyössä suunniteltava dwg-kirjastojen automatisointi tehdään hyödyntäen DocStarter-ohjelmaa automatisoinnin pohjana. Suunnitelma laaditaan mahdollisesti myöhemmin tehtävää sovelluskehitystyötä varten mahdollisimman lopulliseksi ilman varsinaista implementaation tekemistä. Lisäksi opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia tämän sovelluskehityksen haittoja sekä sen tuomaa liiketoiminnallista hyötyä sekä Copla Oy:n omassa konsulttitoiminnassa että DocStarter-ohjelman kaupallisessa toiminnassa.

Opinnäytetyön yhteydessä tehtävä dwg-kirjaston suunnitelma rajataan Copla Oy:n sisäisesti yleisimpään toistuvaan suunnitelmakokonaisuuteen. Rajaus kartoitetaan yrityksen sisäisillä haastatteluilla sekä yrityksen projektihistorian analyysillä.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytetään Copla Oy:n suunnitteluprojektien, suunnittelijoiden työvaiheiden ja yrityksen käytäntöjen analysointia. Eri suunnittelutyövaiheiden työläisyyttä ja aikamenekkiä verrataan perinteisen suunnittelutyön sekä DocStarter-ohjelmalla automatisoidun suunnittelutyön välillä.

Avainsanat: Korjausrakentaminen, Rakennesuunnittelu, Dwg-kirjasto, AutoCAD, DocStarter, Rakennepiirustukset

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Sami Kaikkonen
Title: Dwg-library automation using DocStarter
Number of Pages: 56 pages + 3 appendices
Date: 31 Oct 2023

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Master's Degree Programme in Civil Engineering
Specialisation option: Professional Major Building Renovation
Instructor(s): Senior Lecturer, Construction Riikka Jääskeläinen

This thesis and the adjoining research is conducted for Copla Oy as a report on dwg-draftlibrary automatization benefits.

Copla Oy is a consulting firm based in Helsinki that specialises in building renovations. Copla Oy's services include renovation planning, contracting, supervision and general consulting.

Copla uses a self-developed software called DocStarter to produce these services by automating the creation of various documentation needed. The software has been a tremendous help in creating all documentation so far. For this reason, Copla Oy has decided to investigate the expansion of the software to include dwg-plans.

This thesis aims to design the implementation of dwg-libraries into the DocStarter software as a basis for automation. This thesis is drafted for future software development and implementation of dwg-plans into a separate library within DocStarter. Additionally, this thesis aims to investigate the risks of dwg-plan implementation into DocStarter, the possible benefits the implementation would bring to the actual planning and consulting of Copla Oy, and the possible commercial side of the DocStarter software.

The dwg-library design will be limited to the most prevalent planning type within Copla Oy's roster. The planning type selection will be done by interviewing Copla personnel and analysing the past projects of the last few years.

The research method of this thesis is the analysis of Copla Oy renovation planning processes, designer workflow and systems. The user will differentiate the end-user laboriousness and timetables between classic planning processes and workflows, which will be compared to the methods and workflows using DocStarter automation.

Keywords: Renovation, Construction planning, Dwg-drawings, AutoCAD, DocStarter, Technical drawings

Sisällys

1	Johdanto	7
2	Rakennepiirustukset korjausrakentamisessa	11
2.1	Korjausrakennushankkeiden suunnitelmat	11
3	Suunnitelmien säädökset ja ohjeet	13
3.1	Rakennusalan yleiset ohjeistukset ja säädökset	13
3.1.1	Rakennuslaki	13
3.1.2	Yleiset laatuvaatimukset	13
3.1.3	Ohjeistukset	14
4	DocStarter-ohjelma	15
4.1	DocStarter-ohjelmasta yleisesti	15
4.2	DocStarter-ohjelman käyttö konsulttitoiminnassa	15
4.3	Ohjelmiston markkinointi	16
4.4	DocStarter-ohjelman hyödyt	17
4.4.1	Automatisoinnin tuomat hyödyt suunnittelutyössä	17
4.4.2	Aikataulullinen hyöty	17
4.4.3	Suunnitelmien oikeellisuus ja laadunvarmistus	18
4.4.4	Tiedostojen yhdenmukaisuus ja projektikansiointi	19
4.5	DocStarter-ohjelman kaupallisen puolen nykytilanne	19
5	Teknisten piirustusten automatisointi	21
5.1	Rakennusalan automatisoidut suunnitelmat	21
5.2	Periaatteelliset rakennesuunnitelmat ja suunnitelmakirjastot	21
6	Rakennesuunnittelu tilaajayrityksessä	24
7	Periaate- ja mallipiirustusten laadinta	26
7.1	Periaate- ja mallipiirustukset	26
7.2	Suunnitelmien periaatteellistaminen	27
8	Kirjastojen hakuparametrien ja metatietojen suunnittelu	29
9	Kirjastojen ylläpito	31
10	Haastattelut	32

10.1	Haastatteluiden järjestäminen ja tavoitteet	32
10.1.1	Sisäiset haastattelut	32
10.1.2	Tilaaajayrityksen ulkopuoliset haastattelut	32
10.2	Haastatteluiden tulokset	33
10.2.1	Sisäiset haastattelut	33
10.2.2	Tilaaajayrityksen ulkopuoliset haastattelut	35
11	Projektianalyysi	38
11.1	Projektianalyysin tekeminen ja tavoitteet	38
11.2	Projektianalyysin tulokset	39
11.2.1	Tilaaajayrityksen yleisimmät projektityypit	39
11.2.2	Yleisimpien projektityyppien soveltuvuus automatisointiin	40
11.2.3	Automatisoitavaksi valittavat suunnitelmat	42
12	Kehityshankkeen tulokset	43
12.1	Kehityshankkeessa laadittu mallikirjasto	43
12.1.1	Loivat katot	43
12.1.2	Jyrkät katot	44
12.2	Mallikirjaston toteutuneet metatiedot ja hakuparametrit	44
12.2.1	Mallikirjaston suunnitelmien metatiedot	45
12.3	Automatisoitujen kirjastojen ylläpito	46
12.4	Kehityshankkeen laskennalliset hyödyt	48
12.4.1	Aikataulullinen hyöty	48
12.4.2	Suunnitelmien oikeellisuus ja laadunvarmistus	49
12.4.3	Tiedostojen yhdenmukaisuus ja projektikansiointi	49
13	Yhteenveto	51
13.1	Kehityshanke	51
13.2	Kysyntä	53
13.3	Automatisoitujen kirjastojen hyödyt	53
13.4	Kustannukset	54
14	Johtopäätökset	55
	Lähteet	56
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelupohja	

Liite 2: Ylläpidon ohjekortti

Liite 3: Mallikirjasto

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tilaajayritys Copla Oy on vuonna 2011 perustettu pääkaupunkiseudulla toimiva pk-yritys, joka on erikoistunut pääasiassa asuinrakennusten erilaisiin korjausrakentamishankkeisiin. Tilaajayrityksen tavanomaiset korjausrakennusprojektit vaihtelevat pienistä huoneistoremonteista linjasaneerauksiin ja muihin isompiin korjaushankkeisiin. Copla Oy tuottaa korjausrakentamisen rakennesuunnittelu, konsultointi-, rakennuttamis- ja valvontapalveluita.

Copla Oy:n palveluihin kuuluvat korjausrakentamisen suunnittelu, rakennuttaminen sekä valvonta ja muut konsultointipalvelut. Yritys on myös tuottanut LVI- ja sähköpuolen palveluita korjausalalla yhteistyökumppaniverkostonsa kautta. Lisäksi Copla Oy on kehittänyt asiakirjapohjien automatisointiin DocStarter-ohjelman. Ohjelmisto kehitettiin alun perin yrityksen konsulttiliiketoiminnan tueksi, ja se on ajan myötä siirtynyt myös kaupallisesti osaksi Copla Oy:n liiketoimintaa.

DocStarter-ohjelma on ollut Copla Oy:llä sisäisessä käytössä päivittäin noin 10 vuoden ajan. Päivittäisessä käytössä DocStarter-ohjelmalla laaditaan kaikki yrityksen tuottamat asiakirjat, kuten tarjoukset, sopimukset, muistiot, esityslistat ja pöytäkirjat, työselostukset, raportit ja lausunnot. Ohjelmisto tekee asiakirjojen laadinnasta vaivatonta, nopeaa ja laadukasta sekä auttaa yritystä projektikansiointien yhdenmukaisessa ylläpidossa automaattisen tallennuksen avulla.

DocStarter-ohjelman pääasiallinen tuotanto on tällä hetkellä Word-pohjaisissa asiakirjoissa, mutta asiakirjojen laajentamismahdollisuuksia on tutkittu myös Excelin, PowerPointin ja AutoCAD:in osalta. Tässä opinnäytetyössä paneudutaan syvemmin AutoCAD:lla tuotettavien rakennepiirustusten tuomiseen osaksi DocStarter-ohjelman automatisoitua asiakirjakirjastoa. Opinnäytetyön tavoitteena on laatia suunnitelma rakennepiirustuskirjaston luomiselle, piirustusten metatietojen / hakuparametrien määrittämiselle, sekä laatia alustava rakennepiirustuskirjasto valmiiksi DocStarter-implementointia varten. Lisäksi opinnäytetyön yhteydessä tutkitaan kehityshankkeen ja implementoinnin kustannuksia sekä näistä saavutettavia taloudellisia hyötyjä ja kehityshankkeen kannattavuutta. Kannattavuutta arvioidaan sekä yrityksen sisäisen konsulttitoiminnan

osalta että ohjelmiston kaupallisen toiminnan osalta. Näiden tavoitteiden tueksi laaditaan suunnitelma automatisoitavan dwg-kirjaston rakenteesta, metatiedottamisesta ja hakuparametrien määrittelystä. Lisäksi osana kehityshanketta laaditaan ohjekortti rakennepiirustuskirjaston ylläpitoa varten.

Korjausrakentamisessa on huomioitava, että rakennepiirustuskirjaston automatisoinnilla ei voida koskaan täysin korvata hankekohtaista suunnittelutyötä.

Tämä rajaa automatisoitavaa rakennepiirustuskirjastoa sisältämään pääasiassa periaatepiirustuksia sekä referenssipiirustuksia, joita perinteisesti etsitään isoista suunnitelmakirjastoista tai menneistä projekteista manuaalisesti. Suunnitteluhankkeen suunnittelija on aina lopulta vastuussa kaikista hankkeelle laadituista suunnitelmista.

Opinnäytetyössä analysoidaan tilaajayrityksen menneitä ja nykyisiä suunnitteluhankkeita, kartoittamalla projektityyppien yleisyyttä, näiden projektien toistuvia ja automatisoitavaksi soveltuvia periaatesuunnitelmia ja suunnitteluhankkeiden työkulkua nykyisillä menetelmillä. Dataa kerätään yrityksen projektihallinnasta sekä työntekijöiden haastatteluilla. Tilaajayrityksen sisäisen konsulttitoiminnan tutkimuksen jälkeen tarkastellaan lisäksi DocStarter-ohjelman kaupallisen puolen kannattavuutta rakennepiirustuksien automatisoinnin osalta. Tämä tutkimus suoritetaan haastatteleamalla tilaajayrityksen ulkopuolisia rakennesuunnittelijoita.

Lisäksi tutkimusta suoritetaan sisäisellä testauksella. Testaus tehdään käytännön suunnitelmia hyödyntäen erilaisissa suunnittelutilanteissa. Testauksessa verrataan suunnitelmien laadintaan käytettävää aikaa, kun suunnitelmat laaditaan hyödyntäen aikaisempia projekteja sekä olevaa suunnitelmakirjastoa, ja kun suunnitelmat saadaan haettua automatisoidusti DocStarter-ohjelmalla. Sisäisen testauksen tavoitteena on kartoittaa automatisoidun dwg-kirjaston tuoma ajansäästölinen sekä laadunvarmistuksellinen hyöty korjausrakentamisessa toimivien suunnittelijoiden työssä.

Tilaaajayrityksen sisäisten haastatteluiden ja analyysien perusteella laaditaan suunnitelma dwg-kirjaston automatisoinnille. Suunnitelmassa määritetään automatisoinnin piiriin tuotavat suunnitelmat ja annetaan suunnitelmille metatiedot ja hakuparametrit suunnitelmien valintatyökalua varten. Suunnitelman tavoitteena on luoda toimiva pohjatyö dwg-kirjastojen automatisoinnin implementaatiota varten.

Opinnäytetyön ensimmäinen osio käsittelee kehityshankkeen teoriaosuutta ja kattaa luvut 2-6. Teoriaosuuden ensimmäisessä luvussa käydään läpi yleisellä tasolla rakennepiirustusten laadintaa korjausrakentamisessa: millaisia suunnitelmia korjausrakentamisessa käytetään, mitkä ovat tärkeimmät suunnitelmissa esitettävät tiedot ja mitä tietoa suunnitelmiin ei ole kannattavaa tuoda. Teoriaosuuden toisessa luvussa käydään läpi rakennusalan yleiset määräykset sekä ohjeistukset, joiden perusteella suunnitelmat laaditaan ja päivitetään. Kolmannessa luvussa käsitellään yleisellä tasolla DocStarter-ohjelmaa. Teoriaosuuden viimeisessä luvussa käsitellään rakennepiirustuksien laadinnan nykyisiä käytäntöjä sekä tässä kehityshankkeessa käytettäviä automatisoinnin perustietoja ja käytäntöjä.

Opinnäytetyön toinen osio käsittelee kehityshankkeen soveltavaa osuutta ja kattaa luvut 7-11. Soveltavan osuuden ensimmäisissä luvuissa käsitellään tilaaajayrityksen nykytilannetta rakennesuunnittelun ja DocStarter-ohjelman kaupallisen puolen osalta. Kolmannessa luvussa käydään läpi tilaaajayrityksen menneiden projektien analyysin tekeminen. Neljännessä luvussa käsitellään tilaaajayrityksen sisäiset sekä yhteistyökumppaneilla teetetävät ulkoiset haastattelut, niiden kysymykset ja tarkoitukset. Soveltavan osuuden viimeisissä luvuissa käsitellään tarkemmin rakennesuunnitelmien automatisointi, suunnitelmien metatietojen ja hakuparametrien määrittäminen sekä automatisoitujen kirjastojen ylläpito.

Opinnäytetyön kolmanteen osioon on kerätty kehitystyön tulokset, ja se kattaa luvut 10-12. Kolmannen osion ensimmäisissä luvuissa käsitellään tarkemmin tilaaajayrityksen sisäisten sekä yhteistyökumppaneiden haastatteluiden tulokset.

Seuraavissa luvuissa käsitellään vielä projektianalyysin tuloksien perusteella valitun projektityypin suunnitelmakirjastoa, sen kehitystyön yhteydessä luotavan mallikirjaston metatietoja sekä hakuparametrejä ja ylläpitoon liittyvää kirjallisuutta. Viimeisenä kolmannessa osiossa käsitellään kehityshankkeen laskennallista hyötyä ja tilaajayrityksen sisäisen ajankäytön testauksen tuloksia.

Opinnäytetyön viimeinen osa kattaa luvut 13-14 ja sisältää yhteenvedon kehityshankkeesta, sen vaiheista, havaituista haasteista, hyödyistä ja tuloksista sekä johtopäätökset kehitystyön havainnoista sekä automatisoitujen kirjastojen kehityksen kannattavuudesta.

2 Rakennepiirustukset korjausrakentamisessa

2.1 Korjausrakennushankkeiden suunnitelmat

Korjausrakentamishankkeissa laaditaan useimmiten korjaussuunnitelma, joka koostuu tekstipohjaisista suunnitelmista, kuten työselostuksista ja/tai työohjeista, sekä teknisistä piirustuksista. Suunnitelma-asiakirjojen laadussa ja laajuudessa on kuitenkin poikkeavuuksia eri projektien välillä. Osaan projekteista laaditaan hyvin suppeat ja pelkistetyt suunnitelmat. Pahimmassa tapauksessa suunnitelmia ei laadita lainkaan. Liian pelkistettyjen tai tekemättömien suunnitelmien haitat tulevat esiin hankkeiden laadunvalvonnassa sekä tulevaisuuden hankkeiden selvityksissä.

Korjausrakentamishankkeissa laadittavilla teknisillä piirustuksilla esitetään työn suorittavalle taholle, urakoitsijalle, työn laajuus, työn suorituksen periaatteet sekä käytettävät materiaalit tai niiden tekniset vaatimukset. Teknisillä piirustuksilla osoitetut rakenteet riippuvat projektin ja kohteen luonteesta. Osalla projekteja tarvitaan yksityiskohtaisia suunnitelmia, joita varten kohteen todelliset rakenteet selvitetään tarkasti, ja tarvittaessa rakenteiden toiminta tutkitaan mitoituksilla suunnittelun yhteydessä. Tällaisia voivat olla muun muassa kantavat rakenteet ja kosteus- tai lämpöteknisesti vaativat rakenteet. Toisaalta korjausrakentamisessa on paljon rakenteita, joissa tarkemmilla mittauksilla ja laskelmilla ei saavuteta suunnittelukustannusten arvoista lisähyötyä. Tällaisia hankkeita voivat olla esimerkiksi salaojituksen uusinnat, jossa perustuksien todellisten tarkkojen mittojen selvittäminen hankkeen suunnitteluvaiheessa ei ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa tai mahdollista.

Korjaushankkeissa käytetään usein myös niin sanottuja periaatteellisia suunnitelmia, joissa ei merkitä tarkkoja rakenteiden mittatietoja, vaan osoitetaan ainoastaan suunniteltu korjaustapa ja tarvittaessa käytettävät tuotteet ja materiaalit tai niiden tekniset vaatimukset. Tällaisissa hankkeissa urakoitsija ja urakan valvoja soveltavat suunnitelmia kohteeseen sopiviksi. Periaatteellisilla suunnitel-

milla voidaan päästä huomattavasti pienempiin suunnitteluvaiheen kustannuksiin. Tällaisissa hankkeissa saatetaan joutua kutsumaan rakennesuunnittelija useammin työmaalle, jos periaatesuunnitelmia ei voida syystä tai toisesta soveltaa. Usein työn aikana tehtävä suunnittelu on kuitenkin taloudellisesti kannattavampaa kuin kattavien tutkimusten tekeminen suunnitteluvaiheessa, varsinkin hankkeissa, joiden toteutuminen ei ole täysin varmaa.

Osassa korjaushankkeita, joissa urakoitsijoilla on esimerkiksi omat sertifioidut tuotteet sekä ohjeistukset tuotteiden käyttämiselle, ei liian tarkoin suunnitelmilla saavuteta välttämättä minkäänlaista hyötyä hankkeen toteuttamisessa. Tällaisia hankkeita ovat muun muassa vesikattoremontit, joissa katolle asennetaan uudet pellitykset. Näissä hankkeissa kattopellityksien valmistajat ovat laatineet yksityiskohtaiset asennusohjeet omille tuotteilleen ja käyttävät lisäksi usein omia asennustiimejä hankkeiden urakoinnissa. Tällaisiin hankkeisiin riittävät suunnitelmat, joista selviää kohteen laajuus määrälaskentaa varten, katoille asennettavat tekniikat ja läpiviennit, kohteen erityishuomiot sekä periaatteelliset kattoleikkaukset. Lisäksi tulee huomioida, että tällaisissa tapauksissa tuotetoimittajan asennusohjeet ajavat suunnittelijan laatimien ohjeiden edelle tuotteen asennuksien oikeellisuutta tarkastaessa.

Korjausrakennushankkeiden yhteydessä mahdollisesti tehtävät lisätyöt, kuten palosuojaukset, korvaus- ja poistoilmamäärät ynnä muut yksityiskohdat on määritetty tarkasti ympäristöministeriön asetuksissa, eikä suunnittelijalle jää muuta tehtävää kuin asetuksen mukaisten raja-arvojen ja määräysten kirjaus, jotka molemmat toistuvat projektista toiseen samoina.

3 Suunnitelmien säädökset ja ohjeet

3.1 Rakennusalan yleiset ohjeistukset ja säädökset

3.1.1 Rakennuslaki

Kaikki rakennusalan ohjeistukset pohjautuvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan eli maankäyttö- ja rakennuslakiin 132/1999, jossa määritellään alan edellytykset ja tekniset vaatimukset. Tekniset vaatimukset kattavat rakennuksien lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, terveellisyyden, käyttöturvan, esteettömyyden, ääniteknisen toiminnan sekä energiatehokkuuden. Suomen rakentamismääräyskokoelma ajaa kaikkien muiden rakentamisen ohjeistuksien edelle ja ristiriitatilanteissa tulee noudattaa rakentamismääräyskokoelman ohjeistusta. (Ympäristöministeriön verkkosivut, 2023) On tärkeää huomata, että Suomen rakentamismääräyskokoelma on laadittu ensisijaisesti koskemaan uudisrakentamiskohteita ja sen määräyksiä sovelletaan korjausrakennuskohteissa niiden toimenpiteiden luonteen mukaisesti. Kaikkia korjausrakennustehtäviä ei voida suorittaa nykylainsäädännön mukaisesti, esimerkiksi tila- tai rakenteidenrajoitteiden takia. Näissä tapauksissa suunnittelija määrittää rakennusvalvonnan viranomaisen kanssa hyväksyttävän korjauslaajuuden ja -tavan. (Ympäristöministeriön verkkosivut, 2023)

Suomen rakentamismääräyskokoelma on löydettävissä Ympäristöministeriön verkkosivuilta, oikeusministeriön julkisesta internet-palvelusta Finlexistä sekä Edilexistä, joka on juridiikan ammattilaisille tarkoitettu Finlexistä laajennettu lakitietopalvelu. (Finlex-palvelun verkkosivut, 2023; Edilex-palvelun verkkosivut, 2023)

3.1.2 Yleiset laatuvaatimukset

Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset (RYL) sisältää kuvaukset rakennusalan yhteisesti sovituista hyvistä rakentamistavoista sekä rakennus-/korjaustyön lopputuloksen teknisestä laadusta. RYL on jaettu uudis- ja korjausrakentamisen

sekä erikoistumisalojen mukaisiin osiin. RYL-kokonaisuuteen kuuluvat SisäRYL, RunkoRYL ja MaalausRYL -kirjat sekä InfraRYL, KiinteistöRYL, MaaRYL, TalotekniikkaRYL ja KorjausRYL -palvelut. RYL-kirjat ja -palvelut voi löytää rakennustiedon verkkosivuilta. (Rakennustieto Oy, 2023)

3.1.3 Ohjeistukset

Rakennusalan eri osa-alueiden ohjeistuksia on laadittu eri liittojen ja kustantajien toimesta. Kiinteistö- ja rakentamisalan kustantajana ja operaattorina toimiva Rakennustieto Oy ylläpitää RT-kortistoa, joka on koko rakennusalan kattava kortistomuotoinen tietokokoelma. RT-kortistosta löytyy ohjeistuksia muun muassa eri rakenteille, tilasuunnittelulle, alan sopimuksien ja asiakirjojen laadintaan ja tehtävänjakoihin. RT-kortistosta löytyy tietoa sekä uudis- että korjausrakentamiseen. (Rakennustieto Oy, 2023)

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL julkaisee rakennusalan ohjeistuksia kirjamuodossa. Kirjat on laadittu osa-alueittain, ja ne antavat kattavan ohjeistuksen käsitellyistä aiheista uudis- ja korjausrakentamiselle. RIL-kirjat paneutuvat käsiteltäviin aiheisiin syvemmällä tasolla, tarjoten suunnittelun tueksi aihekohdasta rakennusfysiikan teoriaa, tuotetietoa sekä ratkaisuesimerkkejä. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL, 2023)

Sisäilmayhdistys ry:n verkkosivuilta löytyy kattavia ohjeistuksia eri uudis- ja korjausrakentamisen osa-alueista kosteusvaurioiden ja sisäilmaongelmien ehkäisyn näkökulmasta. Yhdistys erikoistuu rakennusten sisäilman terveellisyyttä ja viihtyisyyttä edistävään työhön. (Sisäilmayhdistys ry, 2023)

4 DocStarter-ohjelma

4.1 DocStarter-ohjelmasta yleisesti

DocStarter-ohjelman kehityksen aloitti Copla Oy:n toimitusjohtaja Saku Lukkala alkuperäisenä tarkoituksenaan automatisoida oman yrityksensä teknisten ja kaupallisten asiakirjojen laadintaa. Ohjelmiston ydintoimintona on valmiiden asiakirjapohjien luominen osista, esimerkiksi kansi, sisällysluettelo, johdanto, runko ja niin edelleen. Ohjelman automatisointi tekee asiakirjapohjien sisällön muokkaamisesta helppoa ja nopeaa, koska kaikki tarvittavat asiakirjan osat valitaan ja tarpeettomat osat jätetään pois heti asiakirjaa luotaessa.

DocStarter-ohjelma on käynyt läpi useita kehitysasteita alkaen yksinkertaisesta Excel-pohjaisesta versiosta, josta on siirrytty itsenäisen ohjelmiston koodaukseen ja verkkosivustoversioihin. Sovelluksen mobiiliversio mahdollistaa asiakirjojen automatisoinnin työmailla, jolloin konsultti voi luoda alustavat pohjat, täyttää asiakirjat ja lisätä tarvittaessa valokuvat suoraan asiakirjapohjiin mobiililaitteella. Sovellus toimii saumattomasti eri laitteiden välillä ja työmaalla aloitettu asiakirjapohja voidaan viimeistellä tarvittaessa tietokoneella.

DocStarter-ohjelmalla voidaan laatia käytännössä mikä tahansa Word-dokumentti täysin alasta ja aiheesta riippumatta. Sovelluksen painopiste rakennus-alalla tulee tilaajayrityksen konsulttitoiminnan suuntauksesta. Tilaajayrityksellä on käynnissä myös ohjelmiston Excel-laajennuksen kehitystyö. Ohjelmistoa kehitetään tilaajayrityksen omien tarpeiden lisäksi myös osana ohjelmiston kaupallista myyntiä, ja potentiaalisia kehityskohteita käydään läpi ohjelmiston asiakkaiden kanssa.

4.2 DocStarter-ohjelman käyttö konsulttitoiminnassa

DocStarter-ohjelmaa käytetään Copla Oy:n päivittäisessä konsulttityössä sekä toimistolla että työmailla kaikkien asiakirjojen laadinnassa. Sovelluksella laaditaan muun muassa konsulttitoiminnan tarjoukset, konsulttisopimukset, muistiot,

esityslistat, pöytäkirjat, tarkastuslistat, työselostukset ja muut tekniset asiakirjat. Sovelluksen asiakirjakirjastoa päivitetään ja kasvatetaan konsulttitoiminnan tarpeiden mukaisesti tilaajayrityksen sisällä. Uudet asiakirjapohjat tuodaan ohjelmiston kirjastoon ja mahdolliset vanhentuneet tai virheelliset pohjat päivitetään suoraan ohjelmistoon, jolloin seuraava ohjelmistolla luotu asiakirja, joka sisältää kyseisen osan, on suoraan päivitettyssä muodossaan.

Rakennusalan projekteissa dokumentointi on yksi tärkeimmistä tehtävistä aina työn aloituskatselmuksesta lopulliseen vastaanottoon ja jälkitarkastuksiin. Rakennusalan projektit nojaavat vahvasti kohteen olemassa olevaan dokumentaatioon. Dokumentaationa toimivat olemassa olevat suunnitelmat, joiden mukaan rakenteet on toteutettu, sekä muistiot ja tarkastuspöytäkirjat valokuvineen. Vanhoissa ja myös uusissa rakenteissa suunnitelmia on usein käytetty periaatteellisenä lähtökohtana, ja rakenne itsessään on toteutettu suunnitelmista poikkeavalla tavalla. Lisäksi kaikkia suunnitelmia ei aina päivitetä syystä tai toisesta työmaalla toteutuneen mukaisiksi loppupiiirustuksiksi. Tämä lisää valokuvallisen dokumentaation tärkeyttä projektien jatkuvassa hoidossa.

DocStarter-ohjelmalla konsultti voi lisätä valokuvat suoraan työmaalla muun muassa tarkastusasiakirjoihin, jolloin työmaan toteutuneista työvaiheista saadaan tehokas dokumentaatio työn valvonnan ja laadunvarmistuksen sekä kohteen tulevien hankkeiden ja jälleenmyynnin tueksi.

4.3 Ohjelmiston markkinointi

DocStarter-ohjelma kehitettiin vastaamaan rakennusosalalla vallitseviin ongelmiin, kuten dokumentaation puutteellisuuteen ja asiakirjojen laadinnan tason puutteisiin. Nämä ongelmat koskevat koko rakennusala, ja tämän takia DocStarter-ohjelmaa markkinoidaan rakennusalan konsulttiyrityksille osana tilaajayrityksen liiketoimintaa. Lisäksi DocStarter-ohjelman toimintaperiaate mahdollistaa ohjelmiston käytön alasta riippumatta, ja tilaajayritys näkee sovelluksen potentiaalisen hyödyn myös rakennusalan ulkopuolella.

Yhtenä tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia dwg-kirjastojen automatisoinnin työkalun sekä itse dwg-kirjastojen mahdollisuuksia osana tilaajayrityksen markkinointia.

4.4 DocStarter-ohjelman hyödyt

4.4.1 Automatisoinnin tuomat hyödyt suunnittelutyössä

Dwg-kirjastojen automatisoinnin kehityshankkeen yksi tavoite on tutkia automaattisesta kirjastosta saatavien periaatteellisten dwg-suunnitelmien vaikutusta rakennusalalla toimivan suunnittelijan työhön. Valmiin automatisoinnin tehtävänä on suunnittelutyön helpottaminen ja nopeuttaminen tuomalla tarvittavat periaatesuunnitelmat sekä mallipiirustukset yhteen automaattisesti toimivaan kirjastoon, mikä poistaa suunnittelutyöstä aineistojen manuaaliseen hakuun tuhtautuvan ajan.

4.4.2 Aikataulullinen hyöty

Kehitystyön tilaajayrityksen suunnitteluhankkeissa hyödynnetään DocStarter-ohjelman automaattisten asiakirjojen lisäksi menneissä hankkeissa laadittuja teknisiä piirustuksia sekä suunnitelmakirjastoja. Menneiden projektien ja kirjastojen suunnitelmia hyödynnetään periaatteellisina suunnitelmina, joita voidaan hyödyntää usein sellaisenaan, sekä mallipiirustuksina, joista voidaan poimia tärkeimmät kohdat uuden suunnitelman laadinnan tueksi. Käytettäessä menneiden projektien suunnitelmia uusien suunnitelmien pohjana, tulee suunnitelmat aina tarkastaa oikeellisuuden sekä ajantasaisuuden osalta.

Ongelma suunnitelmakirjastojen kanssa on usein kirjastojen hajanaisuus sekä epäselvyys. Kirjastot on saatettu jakaa useaan osaan rakennushankkeittain tai tuotteittain, ja oikeiden suunnitelmien löytäminen voi usein olla työlästä ja aikaa vievää. Kirjastojen lisäksi suunnitelmia saatetaan hakea vanhoista vastaavista projekteista, jolloin oikeiden suunnitelmien löytäminen voi olla vielä kirjastoha-kuakin työläämpi ja aikaa vievämpi tehtävä.

Automatisoimalla dwg-suunnitelmat yhteen kirjastoon DocStarter-ohjelman alle ja lisäämällä ohjelmaan hakutyökalun oikeiden suunnitelmien etsintää helpottamaan, saadaan suunnittelijan työn usein turhauttava ja aikaa vievä malli- ja periaatesuunnitelmien etsintä suoraviivaiseksi ja nopeaksi. Automatisoinnilla pyritään helpottamaan suunnittelijan työtä, säästämään aikaa ja vapauttamaan suunnittelijan resurssit olennaisen työn suorittamiseen turhauttavan etsinnän sijasta.

Kirjastojen automatisoinnin hyötyä tutkitaan osana kehitystyötä. Tutkimus toteutetaan laatimalla tilaajayritykselle yleisen suunnitteluprojektityypin tekniset piirustukset käyttäen hyväksi manuaalisia kirjastoja, vanhoja projekteja ja lopuksi käyttämällä hyödyksi simuloitua valmista automaattisesti toimivaa kirjastoa. Tutkimuksessa tarkastellaan eri tavoilla laadittaviin suunnitelmiin kuluvaan aikaa sekä eri tapojen hyötyjä ja haittoja suunnittelutyössä. Tutkimuksen tulokset kirjataan tämän opinnäytetyön Tulokset-kohtaan.

4.4.3 Suunnitelmien oikeellisuus ja laadunvarmistus

Manuaalisesti toimivien ja hajallaan olevien kirjastojen sekä vanhojen suunnitteluhankkeiden hyödyntämisessä ilmenee myös suunnitelmien oikeellisuuden ja sitä kautta suunnittelun laadunvarmistuksellinen ongelma. Hankekohtaisesti jaettu ja laaja kirjastokokonaisuus on hankala ja erittäin työläs ylläpitää ja päivittää mahdollisten rakennusmääräyksellisten ja -ohjeistuksellisten muutosten mukaisesti. Lisäksi käytettäessä hajanaista kirjastoa sekä vanhoja projekteja, saatavat samat rakennetyypit ja -detaljit toistua useaan kertaan useissa eri dwg-tiedostoissa. Osa näistä tiedostoista saattaa olla päivitettyjä ja osa päivittämättömiä.

Yhtenä tämän kehitystyön tavoitteena on myös parantaa tilaajayrityksen ja mahdollisesti muidenkin DocStarter-ohjelmaa käyttävien yritysten suunnitelmien oikeellisuuden sekä laadunvarmistuksen valvontaa, tuomalla suunnittelijoiden

käyttämät suunnitelmakirjastot yhteen keskitettyyn paikkaan ja laatimalla kirjastojen ylläpidolle ja päivittämislle selkeä ja johdonmukainen päivityssuunnitelma.

4.4.4 Tiedostojen yhdenmukaisuus ja projektikansiointi

Kehitystyön tilaajayritys käyttää konsulttihankeiden järjestämiseen verkkolevylle tallennettua kansiointia. Kansiointi pyritään pitämään kaikkien projektien osalta yhteneväisenä, jolloin kaikkien yrityksen työntekijöiden on helppoa ja nopeaa tarkastella kaikkien konsultointiprojektien kansiointeja. Vanhojen projektien tiedostoja saatetaan tarkastella esimerkiksi korjaushankkeen takuutarkastuksen yhteydessä. Lisäksi tilaajayrityksessä isoa osaa projekteista hoitaa useampi kuin yksi suunnittelija.

Projektikansiointi on automatisoitu lähes kokonaan tilaajayrityksessä DocStarter-ohjelmaa hyödyntäen. Ohjelmisto luo automaattisesti kansioinnin projekteille, kun ensimmäiset automatisoidut asiakirjat laaditaan ohjelman kautta. Rakennepiirustusten kansiointi on kuitenkin aina ollut manuaalisen täytön varassa, jolloin projektien välillä kansioinneissa on tältä osin havaittu eroavuuksia. Pahimmillaan eroavuudet saattavat johtaa siihen, ettei tarvittavaa tiedostoa löydetä tai tiedostoa hakeva työntekijä löytää oikean tiedoston vanhentuneen version. Osana dwg-kirjaston automatisointia, DocStarter-ohjelmaan tehdään myös valmiit tiedostopolut rakennepiirustuksille, jolloin projektikansiointien yhteneväisyyttä saadaan parannettua ja suunnittelijoiden työtä helpotettua entisestään.

4.5 DocStarter-ohjelman kaupallisen puolen nykytilanne

DocStarter-ohjelman kaupallista puolta on lähdetty rakentamaan vastaukseksi alalla yleiseksi havaitun toistuvien asiakirjojen laadinnan ongelmiin. Kaupallinen puoli keskitettiin aluksi tilaajayrityksen lailla rakennusalaan toimiviin yrityksiin. Potentiaalisia asiakkaita olivat alussa myös isännöintitoimistot, suunnittelutoimistot ja urakoitsijat. Myöhemmin DocStarter-ohjelman myyntiä on laajennettu myös muiden alojen toimijoihin, ja ohjelmiston tuoma hyöty nähdään alasta riip-

pumattomaksi kaikille toimijoille, jotka laativat asiakirjoja. Suoran ohjelmistomyyntin lisäksi tilaajayritys tarjoaa asiakkaille asiakirjojen laadintapalvelua, jossa asiakkaille laaditaan halutunlaiset ja yksilöidyt asiakirjat. Samassa palvelussa voidaan tuoda asiakkaan olemassa olevia asiakirjoja DocStarter-ohjelman piiriin tai laatia kokonaan uusia asiakkaan tarvitsemia asiakirjoja.

Osana DocStarter-ohjelman myyntityötä on lisäksi asiakkaiden toiveesta tehty ohjelmiston kehitystyötä erilaisten toimintojen osalta. Tätä työtä on tehty usein yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Tällaisia kehityshankkeita on esimerkiksi Excel-tiedostojen tuominen DocStarter-ohjelman piiriin. Kehityshankkeet tukevat ohjelmiston myyntiä ja ohjelmiston asiakkaille tuomaa hyötyä saadaan kehitettyä kattavammaksi.

Tässä kehityshankkeessa tutkitaan myös dwg-kirjastojen automatisoinnin tuomaan hyötyä DocStarter-ohjelman kaupallisella puolella. Tutkimusta tehdään tilaajayrityksen sisäisillä selvityksillä sekä tilaajayrityksen ulkopuolisten rakennesuunnittelijoiden haastatteluilla. Kehityshankkeen kaupallista hyötyä tutkitaan sekä ohjelmiston toiminnon että valmiiden dwg-kirjastojen osalta.

5 Teknisten piirustusten automatisointi

5.1 Rakennusalan automatisoidut suunnitelmat

Rakennesuunnittelun teknisten piirustuksien laadinnassa käytetään käytännön tasolla varsin vähän niin sanottua automatisointia. Tässä luvussa käsitellään muutamia tapoja, joilla teknisten piirustusten laadintaa on alalla suoraviivaistettu ja automatisoitu.

Rakennesuunnittelussa hyödynnetään rakennepiirustusten automatisointia muutamissa suunnitteluohjelmissa, kuten Tekla Structures, jossa ohjelma tuottaa valmiit detaljipiirustukset teräsrakenteiden liitoskohdille rakennuksen tietomallinnuksen pohjalta (Tekla Structures, 2023). Rakennusosalalla toimivat tuotevalmistajat ovat kasanneet valmiita rakennepiirustuskirjastoja omille tuotteilleen. Tällaisia kirjastoja ovat muun muassa Hilti Oy:n sekä Würth Oy:n laatimat palokatkokirjastot (Hilti Oy, 2023; Würth Oy, 2023). Lisäksi suomalaiselle ProdLib BIM- ja CAD-alustalle on kasattu eri tuotetoimittajien valmiita tuote- ja detaljipiirustuksia (ProdLib Oy, 2023).

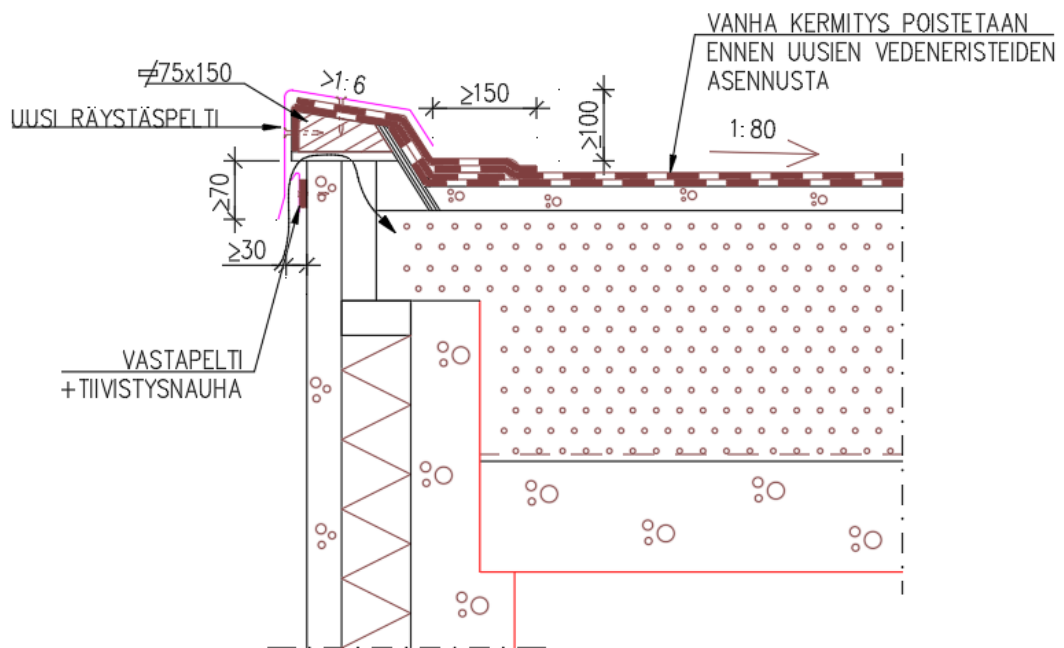
Korjausrakentamiseen keskittyviä rakennepiirustuskirjastoja ei ole vielä automatisoitu, eikä kirjastoja ole kasattu minkään palvelun alle kattavaksi kokoelmaksi. Korjausrakentamisessa käytettäviä rakennepiirustuskirjastoja löytyy muun muassa useilta eri tuotetoimittajilta, mutta periaatteellisia korjausrakennusmenetelmiä kuvaavia kirjastoja ei ole. Periaatteellisia menetelmiä on esitetty muun muassa RT-kortistossa sekä RIL-kirjallisuudessa (Rakennustieto Oy, 2023; Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL, 2023).

5.2 Periaatteelliset rakennesuunnitelmat ja suunnitelmakirjastot

Korjausrakentamisen periaatteellisilla suunnitelmissa tarkoitetaan rakennepiirustuksia, joissa osoitetaan korjattavalle rakenteelle tehtävät toimenpiteet ja työssä käytettävien tuotteiden ja materiaalien vaatimukset. Periaatteellisia suunnitelmia

voidaan soveltaa hankkeen eri vaiheissa, sekä muissa hankkeissa. Periaatteellisiin suunnitelmiin ei kirjata työstettävälle hankkeelle oleellisia tarkkoja mittatietoja tai yksityiskohtia, vaan ainoastaan käytettävä korjaustapa ja korjaustavalle oleelliset mitat.

Tällaisia suunnitelmia voi olla esimerkiksi tasakattoisen vesikaton räystään rakennedetalji, jossa osoitetaan rakenteen vedeneristyksen sekä pellitysten uusinta ja tuuletusraon korjaaminen.



Kuva 1: Vesikattosaneeraus tasakaton räystään korjausdetalji

Tällaisia periaatteellisia suunnitelmia voidaan hyödyntää sellaisenaan tai pienillä muutoksilla useissa tasakattoisten vesikattojen remonteissa. Korjaustapa, -menetelmät, -materiaalit ja minimimitat pysyvät samoina kohteesta toiseen, kun taas kohteiden väliset erot eivät vaikuta periaatepiirustukseen tai korjausperiaatteisiin.

Periaatepiirustuksien hyödyntämistä tulevissa projekteissa voidaan helpottaa tuomalla jo laaditut piirustukset osaksi suunnitelmakirjastoa. Näin hyödynnettäväksi sopivat rakennesuunnitelmat saadaan kasattua yhteen paikkaan, eikä hyödynnettäviä periaatesuunnitelmia tarvitse etsiä menneiltä projekteista.

6 Rakennesuunnittelu tilaajayrityksessä

Opinnäytetyön tilaajayritys on erikoistunut korjausrakentamishankkeisiin. Yritys tekee suunnittelun lisäksi projektien valvontaa, rakennuttamista sekä yleistä konsultointia. Korjaushankkeiden suunnittelussa tilaajayritys tekee rakennesuunnittelua omilla resursseillaan, kun taas LVI- ja sähköpuoli on ulkoistettu yhteistyökumppaneille. Tilaajayritys tekee myös pienemmissä määrin uudiskohteiden rakennesuunnittelua.

Tavanomaisia korjaussaneeraushankkeiden tilaajia yrityksellä ovat pääkaupunkiseudulla toimivat taloyhtiöt sekä isännöintitoimistot. Näiden lisäksi tilaajayritys tekee korjaussaneerauskohteita myös pienemmille tilaajille, kuten yksityisille omakotitaloille sekä isommille toimijoille kuten SATO Oyj. Tavanomaisimpia tilaajayrityksen tekemiä korjaussaneeraushankkeita ovat esimerkiksi pari- ja rivitalojen sekä yksittäisten kerrostalojen salaojasaneeraukset, vesikattosaneeraukset, julkisivusaneeraukset ja märkätilasaneeraukset.

Tehtävän suunnittelun laajuus vaihtelee aina kohteen tarpeiden ja laajuuden mukaisesti, ja kaikkien suunnittelutöiden laajuus määritellään kohdekohtaisesti. Pienimpiin yksinkertaisiin korjauksiin riittää työselostuksen laadinta, johon kirjataan kohteen yleistiedot, saneerauksen laajuus, korjausmenetelmät sekä käytettävien materiaalien minimivaatimukset. Saneerausten laajuuden ja monimuotoisuuden mukaan laaditaan lisäksi rakennetyyppejä ja -detaljeja, leikkauspiirustuksia, tasopiirustuksia ja julkisivupiirustuksia. Työselostusten laadinnassa tilaajayritys hyödyntää DocStarter-ohjelmaa, jolla työselostuksen runko saadaan valikoitua automaattisesti vastaamaan suunnitteluhankkeen tarpeita. Rakennepiirustusten laadinnassa tilaajayritys hyödyntää mahdollisuuksien mukaan aiemmista toteutuneista projekteista kasattua suunnittelukirjastoa.

Korjausrakennushankkeen suunnitteluun osallistuvat tilaajayrityksessä tavanomaisesti projektipäällikkö ja suunnitteluassistentti. Projektipäällikkö selvittää kohteen lähtötiedot ja määrittää suunnittelussa laadittavat suunnitelmat. Suunni-

telmista projektipäällikkö laatii työselostuksen sekä alustavat skissaukset rakennepiirustuksista. Suunnitteluassistentti osallistuu kohteen lähtötietojen selvitykseen ja tarvittaessa kohdekäyntiin sekä laatii puhtaaksi piirretyt rakennepiirustukset. Tarvittaessa projektipäällikkö ja suunnitteluassistentti osallistuvat myös korjaushankkeen työnaikaiseen suunnitteluun. Työnaikaisessa suunnittelussa tavanomaisia tehtäviä ovat kohdekäynnit, lisädetaljien laadinta sekä punakynäpiirustusten laadinta.

7 Periaate- ja mallipiirustusten laadinta

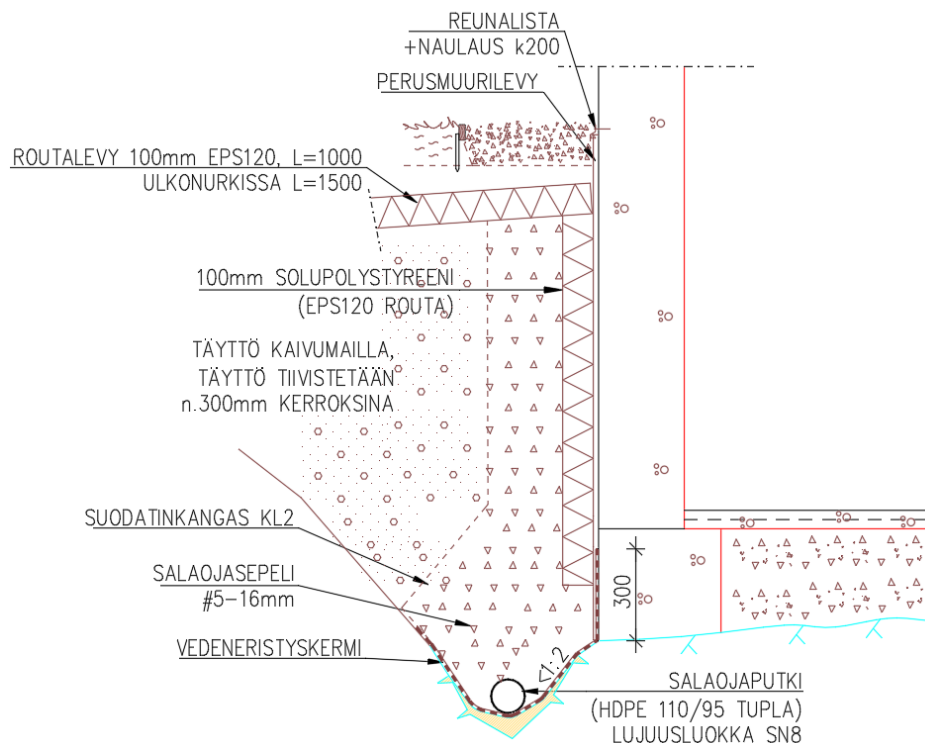
7.1 Periaate- ja mallipiirustukset

Ennen periaatepiirustusten tuomista automatisoitavaan suunnitelmakirjastoon, muokataan piirustukset periaatteelliseen muotoon. Tämä tarkoittaa sitä, että piirustuksista poistetaan kaikki alkuperäisen projektin kohdetiedot ja erityis- huomiot. Käytännössä piirustuksessa tulee esittää ainoastaan korjattavan rakenteen rakenne yleisesti, korjaustapa ja käytettävät materiaalit. Periaatesuunnitelmassa ei näytetä itse korjattavan rakenteen tarkkoja mittatietoja tai materiaaleja, jolleivät ne ole kriittisiä itse korjaustavan kannalta. Periaatepiirustuksen tarkoitus on toimia mahdollisimman valmiina pohjana useille korjauskohteille, joissa käytetään samaa korjaustapaa ja -materiaaleja, mutta jotka eivät välttämättä vastaa toisiaan rakenteellisesti. Periaatteellisia piirustuksia voivat olla esimerkiksi salaojasaneerauksen perustusleikkaukset, joissa esitetään rakennuksen perustustapa, kaivettava alue ja sen täyttökerrokset, salaojaputken ja tarvittaessa sadevesiputken asennussyvyudet, perustuksien vedeneristykset ja pinnan muotoilu.

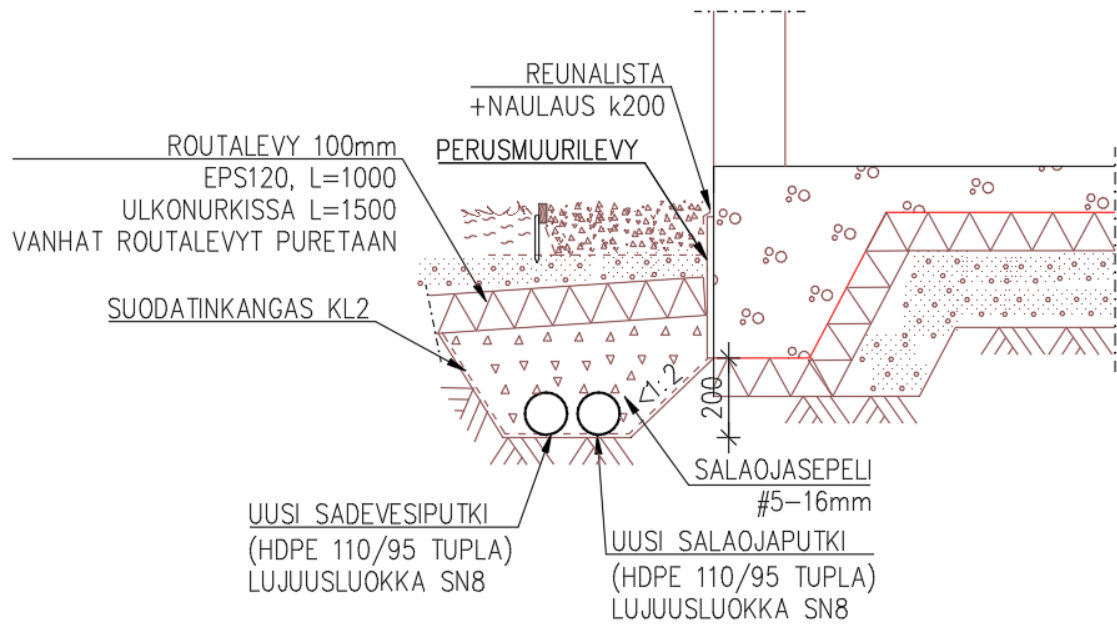
Ennen mallipiirustusten tuomista automatisoitavaan suunnitelmakirjastoon, muokataan myös nämä piirustukset geneerisempään muotoon. Tämä tarkoittaa alkuperäisen projektin kohdetietojen ja erityshuomioiden poistamista. Mallipiirustusta ei ole tarkoitus kopioida sellaisenaan projektilta toiselle, vaan toimia mallina kokonaan uuden piirustuksen laadinnassa. Mallipiirustuksesta otetaan uuteen piirustukseen kuvassa yleisesti esitettävät tiedot, käytettävät fontit, viivapaksuudet, viivatyypit, merkintätavat, tulostuspohjat, nimiöt ja niin edelleen. Mallipohjista otetaan käytännössä piirrettävään suunnitelmaan sen esitystapa. Mallipiirustuksia voivat olla esimerkiksi salaojasaneerauksen tasopiirustukset, joissa esitetään salaojaputkien ja -kaivojen asennuspaikat, pumppaamojen paikat, kunnallisverkon liittymäkohta ja/tai avouoman purkusijainti.

7.2 Suunnitelmien periaatteellistaminen

Automatisoitavaan kirjastoon tuotavat rakennepiirustukset muokataan sellaiseen muotoon, että niissä esitetään vain käytettävälle korjaustavalle oleelliset tiedot. Käyttäen esimerkkinä aiemmin mainittua salaojasaneerauksen perustusleikkausta, voidaan leikkauspiirustus muokata sellaiseen muotoon, että se sopii sellaisenaan joko suoraan tai hyvin pienellä muokkaamisella useampaan erilaiseen kohteeseen. Salaojasaneerausten perustusleikkausten tapauksessa korjaustapaan vaikuttaa ensisijaisesti rakennuksen perustustapa. Anturaperustuksen, paaluperustuksen ja kallion varaan perustetun rakennuksen salaojittamisessa on omat huomioitavat tekijät, kun veden ohjausta ja perustusten vedeneristystä suunnitellaan. Tällöin periaatteellisia kuvia laaditaan vähintään yksi jokaiselle perustustyyppille. Kuvissa 2 ja 3 esitetään salaojaleikkaus kahdella eri perustustavalla. Kuvan 2 leikkauspiirustus esittää tavanomaista kallionvaraisesti perustetun rakennuksen salaojittamista. Kuva 3, sivulla 28, esittää tavanomaisen reunavahvistetulla laatalla perustetun rakennuksen salaojittamista.



Kuva 2: Salaojasaneeraus, kallionvarainen perustus, kellaritila, salaojaleikkaus



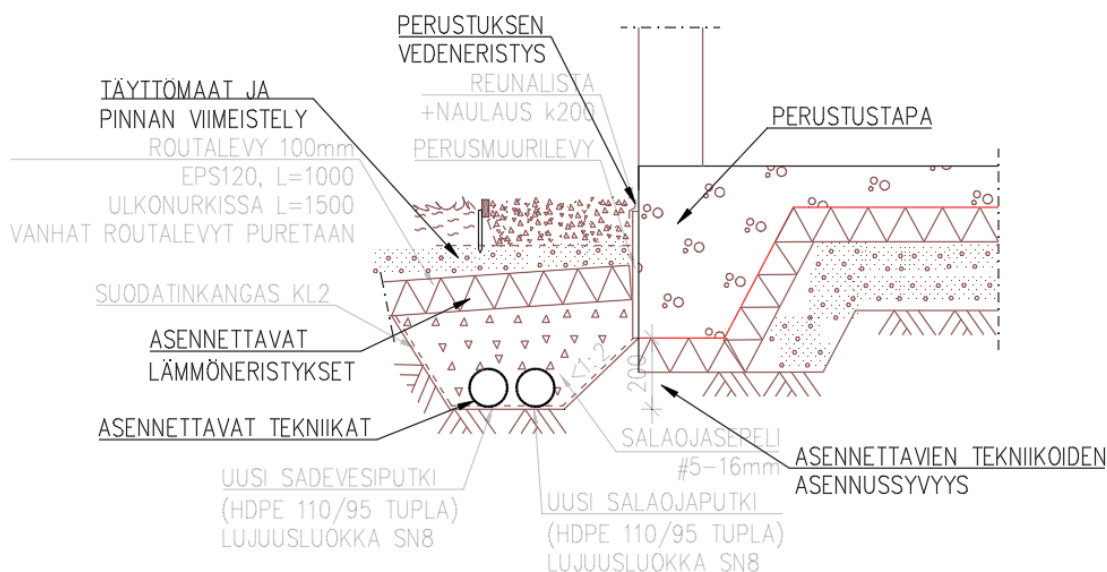
Kuva 3: Salaojasaneeraus, reunavahvistettulaattaperustus, salaojaleikkaus

8 Kirjastojen hakuparametrien ja metatietojen suunnittelu

Automatisoitavien kirjastojen hakutyökalu rakennetaan pois rajaavaksi metatietojen avulla. Kaikille automatisoitaville dwg-piirustuksille annetaan piirustuksen mukaiset metatiedot, joihin kirjataan piirustuksen päätiedot, kuten suunnittelu-ala, suunnitelmatyyppi ynnä muut tarkennukset. Automatisoitujen kirjastojen hakutyökalulla rajataan esitettävät dwg-piirustukset syöttämällä hakutyökaluun halutut metatiedot, esimerkiksi rakennesuunnitelma, salaojasaneeraus, anturaperustus, leikkauspiirustus ja niin edelleen. Metatietojen syöttäminen hakutyökaluun rajaa automatisoivan ohjelmiston ehdottamat piirustukset hakuparametrien mukaisesti. Syöttämällä esimerkiksi hakuparametrit rakennesuunnittelu, salaojasaneeraus, anturaperustus, ehdottaa ohjelmisto kaikkia näiden metatietojen alle kirjattuja dwg-piirustuksia. Syöttämällä samaan hakuun esimerkiksi leikkauspiirustukset-parametrin, poistaa ohjelmisto ehdotetuista piirustuksista kaikki sellaiset, jotka eivät ole leikkauspiirustuksia. Lisäksi hakutyökalu rakennetaan siten, että valitsemalla esimerkiksi rakennesuunnitelmat, ei ohjelmisto tarjoa enää esimerkiksi LVI- tai sähkösuunnitelmiin liittyviä hakuparametrejä valittaviksi.

Ensimmäisellä hakuparametrillä suunnittelijaa pyydetään määrittelemään haluttu suunnitteluala. Korjausrakentamisen yleisimpiä suunnittelualoja ovat rakennesuunnittelu, LVI-suunnittelu sekä sähkösuunnittelu. Lisärajoituksia voidaan laatia käyttäjän tarpeiden mukaisesti, esimerkiksi pihasuunnittelu, tiesuunnittelu ja niin edelleen. Suunnittelualan rajaamisen jälkeen suunnittelijaa pyydetään rajaamaan haluttujen suunnitelmien tyyppi, esimerkiksi salaojasaneeraukset, vesikattosaneeraukset, linjasaneeraukset, kosteusvauriosaneeraukset ja niin edelleen. Suunnittelualan ja suunnitelmatyyppin lisäksi suunnittelija voi rajata hakutyökalussa haluamansa piirustustyyppin, esimerkiksi leikkauspiirustus, rakennedetalji, mallipiirustus ja niin edelleen.

Näiden hakuparametrien lisäksi eri suunnitelmatyyppeihin alle voidaan lisätä tarvittavat tarkennukset. Tällaisia tarkennuksia voivat olla esimerkiksi salaojasuunnitelmien tapauksessa erilaiset perustustavat, perustussyvyudet, käytettävät perustuksen vedeneristykset, salaojaputken asennussyvyys, kaivannon täyttökerrokset ynnä muut tarkennukset. Kuvassa 4 esitetään kuva 3:n sivulla 28 mukaisen salaojaleikkauksen mahdollisia hakuparametrejä.



Kuva 4: Salaojasaneeraus, salaojaleikkauksen metatietokohteet

Kuvassa 4 esitetyllä esimerkkisalaojaleikkaukselle voidaan määrittellä metatiedot rakennepiirustus, salaojasaneeraus, leikkauspiirustus, kellariton rakennus, reunavahvisteinen laattaperustus, perusmuurilevy, anturan alapuolinen salaoja, salaojasepeliäyttö, routaeristys, salaoja- ja sadevesiputket. Käytettävät metatiedot ja hakuparametrit voidaan määrittää käyttäjän tarpeiden mukaisesti niin yksityiskohtaisesti kuin halutaan.

9 Kirjastojen ylläpito

Automatisoitujen kirjastojen ylläpitotarve on kaksiosainen. Ensinnä kirjastoon lisättävät suunnitelmat tulee tarkastaa oikeellisuutensa sekä käyttäjäryityksen määrittelemien piirustusasetusten ja esitystapojen osalta. Toisekseen kirjastoon jo lisätyt suunnitelmat tulee tarkastaa ja tarvittaessa päivittää, määräajan välein, muuttuvien ohjeistuksien ja määräyksien mukaisesti.

Uusien kirjastoon lisättävien piirustusten tulee olla yhteneväisiä käyttäjäryityksen olemassa olevan kirjaston kanssa. Käyttäjäryitys määrittelee kirjastoon lisättävien piirustusten viivatyypit, -paksuudet ja -värit, piirustuksen esitystavan, nimiöiden muodon ja fontit sekä piirustuksen tulostusasetukset. Lisäksi kirjastoon tuotavien piirustusten tulee olla viimeisimpien määräysten ja ohjeiden mukaiset, sekä niiden tulee noudattaa hyvää rakennustapaa. Osana tätä opinnäytetyötä laaditaan mallipohja, jolle uudet automatisoitavaan kirjastoon tuotavat piirustukset voidaan tuoda sekä ohjekortti uusien piirustuksien laadintaan. Ohjekorttiin kirjataan lisäksi vastuullinen suunnittelija, joka tarkastaa kirjastoon tuotavat suunnitelmat sekä vastuullisten suunnittelijoiden vastualueet.

Automatisoituun kirjastoon lisätyt suunnitelmat lisäävät osaltaan suunnittelussa riskiä vanhentuneiden suunnitelmien käytöstä, ja suunnitelmat tulee täten tarkastaa määräajan välein muuttuvien määräysten ja ohjeistusten mukaisesti. Ensisijaisesti piirustuksista tarkastetaan lainmukaisuus sekä hyvän rakennustavan mukaisuus. Lisäksi tarkastetaan rakennusalan ohjeistus mahdollisten uusien ohjeistusten osalta, jotta valmiisiin korjaussuunnitelmiin ei jäisi vanhentunutta tietoa korjaustavoista.

10 Haastattelut

10.1 Haastatteluiden järjestäminen ja tavoitteet

10.1.1 Sisäiset haastattelut

Tilaaajayrityksen sisäisissä haastatteluissa haastateltiin yrityksen työntekijöitä, jotka ovat suoraan mukana korjaussuunnitelmien laadinnassa. Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan suunnittelijoiden DocStarter-ohjelman nykyistä käyttöä, käytön hyviä ja huonoja puolia sekä suunnittelijoiden mahdollisia kehitysideoita. Lisäksi haastattelussa käytiin läpi teknisten piirustusten laadintaa, siinä havaittuja hankaluuksia ja kompastuskiviä.

Tilaaajayrityksen sisäisten haastattelujen tavoitteena oli saada kattava käsitys yrityksessä toimivien suunnittelijoiden työstä sekä dwg-kirjastojen automatisoinnin heille tuomasta potentiaalisesti hyödystä. Lisäksi haastatteluissa huomioitiin suunnittelijoiden kehitysideat ja -toiveet automatisoinnin osalta.

10.1.2 Tilaaajayrityksen ulkopuoliset haastattelut

Tilaaajayrityksen ulkoisilla haastatteluilla haastateltiin tilaaajayrityksen ulkopuolisia rakennesuunnittelijoita. Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan suunnittelijoiden nykyisiä toimintaperiaatteita teknisten piirustusten laadinnassa, DocStarter-ohjelman nykyistä käytön laajuutta suunnittelutyössä sekä toimijoiden kehitysideoita ja -toiveita teknisten piirustusten laadinnassa. Lisäksi haastattelussa pyrittiin kartoittamaan tarkemmin, minkälaisia valmiita kirjastoja tai suunnitelmapankkeja suunnittelijat käyttävät.

Ulkoisten haastatteluiden tavoitteena oli kartoittaa DocStarter-ohjelmalla automatisoitavien dwg-kirjastojen hyödyllisyyttä laajemmin suunnittelutyössä sekä kartoittaa dwg-kirjastojen automatisoinnin tuomista osaksi ohjelmiston kaupallista puolta. Myynnin kannattavuutta tarkasteltiin dwg-kirjastojen automatisointitoiminnon osalta sekä valmiiden dwg-kirjastojen osalta.

10.2 Haastatteluiden tulokset

10.2.1 Sisäiset haastattelut

Opinnäytetyön tilaajayrityksen sisäisiin haastatteluihin osallistuivat yrityksen toimitusjohtaja, rakenne- ja lvi-insinööri, tämän opinnäytetyön laatija, rakenneinsinööri sekä suunnitteluassistentti. Haastattelussa käytiin läpi osallistujien rooli ja tehtävä yrityksen sisällä, henkilöiden DocStarter-ohjelman nykyinen käyttö päivittäisessä työssä, ohjelmiston havaitut hyvät ja huonot puolet sekä kehittämisideat, tilaajayrityksen rakennesuunnittelun tilanne sekä henkilöiden oma rooli rakennesuunnittelussa, rakennesuunnittelun mahdolliset kompastuskivet sekä automatisointiin sopivat tekniset piirustukset ja projektikohtaiset suunnitelmat. Lisäksi haastattelussa käytiin läpi mahdollisia kysymyksiä opinnäytetyön kehityshankkeesta. Haastattelupohja liitetään tämän opinnäytetyön liitteeksi.

Haastattelun osallistajat laativat yrityksen sisällä DocStarter-ohjelmalla tarjoukset, sopimukset, tekniset asiakirjat, kuten työselostukset ja muistiot. Yrityksen toimitusjohtaja ei osallistu henkilökohtaisesti teknisten piirustusten laadintaan. Suunnitteluassistentti ei osallistu yleisien asiakirjojen laadintaan. Teknisen piirustusten laadinta tilaajayrityksessä on suunnitteluassistentin sekä rakennesuunnittelijoiden vastuulla. Tällä hetkellä tilaajayrityksen käytössä oleva DocStarter-ohjelma mahdollistaa kaikkien kaupallisten ja teknisten asiakirjojen laadinnan pois lukien tekniset piirustukset.

Haastattelussa esiin nousseet suurimmat automatisaation hyödyt ovat ajan säästö sekä asiakirjojen laadinnan helppous. Suurimmaksi hankaluudeksi automaatiossa koettiin uusien asiakirjojen tuomisen kankeus sekä automatisoinnin piiristä uupuvat tiedostotyypit, kuten Excel-, PowerPoint- ja AutoCAD-tiedostot.

Seuraaviksi DocStarter-ohjelman kehityshankkeiksi arvioitiin uusien tiedostotyyppien lisäämisen lisäksi uusien asiakirjapohjien automatisoituun kirjastoon tuomisen helpottaminen sekä jo luotujen asiakirjojen täyttäminen uusilla asiakirjaosilla suoraan Word-ohjelman sisällä. Haastattelun yhteydessä keskusteltiin

myös teknisten piirustusten nimiötietojen täyttämisen mahdollisuuksista osana opinnäytetyön kehityshanketta.

Haastattelussa käytiin läpi yrityksen rakennesuunnitteluprojektien työnjakoa. Suunnitteluprojekteissa on mukana yleensä projektijohtaja, koulutukseltaan insinööri, sekä suunnitteluassistentti, koulutukseltaan tekninen piirtäjä. Suunnitteluassistentti hoitaa pääsääntöisesti suunnitteluprojektien teknisten piirustusten laadinnan ja projektipäällikkö hoitaa muiden teknisten asiakirjojen laadinnan, korjaustavan suunnittelun, korjauksen laajuuden määrittämisen sekä tarkastaa valmiit tekniset asiakirjat ja piirustukset, sekä niiden yhteensopivuuden, ennen asiakirjojen lähettämistä tilaajalle.

Haastatteluiden perusteella tilaajayrityksen yleisimmät suunnitteluprojektityypit ovat tällä hetkellä projektianalyysissäkin todetut vesikatto- ja salaojasaneeraukset. Lisätarkennuksena haastatteluissa nousi esille, että useimmissa vesikatto- ja salaojasaneerauksissa saneerausten tarve on ilmennyt kohteessa syntyneen kosteusvaurion kautta.

Haastattelussa automatisoitaviksi soveltuvimmiksi teknisiksi piirustuksiksi koettiin rakennetyypit, -detaljit, leikkaukset, pohjakuvat, julkisivut sekä nimiötietojen ja luetteloiden täytöt. Rakennetyyppejä ja -detaljeja voidaan periaatteellistaa suoraan automatisoitaviksi, kun taas pohjakuville ja julkisivukuville voidaan automatisoida mallipohjia valmiiden tasojen ja tyylien kanssa.

Lisäksi tilaajayrityksen sisäisessä haastattelussa keskusteltiin opinnäytetyön kehityshankkeen mahdollisista hyödyistä DocStarter-ohjelman kaupallisen puolen kehityksessä. Keskustelussa sivuttiin kehityshankkeen toiminnon lisäksi valmiiden piirustuskirjastojen kaupallista hyödyntämistä.

10.2.2 Tilaajayrityksen ulkopuoliset haastattelut

FCG tiimijohtaja, rakennesuunnittelija

FCG Finnish Consulting Group rakennesuunnittelupuoli tekee rakennesuunnittelua pienistä yksittäisistä pienistä korjauksista, kuten oviaukon lisääminen rivitalon päätyyn, isoihin korjauksiin ja uudiskohteisiin, kuten kerrostalojen, paloasemien, liikuntakeskuksien, tukimuurien, siltojen ja patojen korjauksiin ja uudissuunnitteluihin. Suuressa osassa rakennesuunnittelua yritys hyödyntää tietomallinnusta. Tavanomaisessa rakennesuunnitteluprojektissa yritys käyttää noin 80 % työajasta tasopiirustusten ja leikkauspiirustusten laadintaan. Rakennedetaljien laadinnassa yritys hyödyntää koottua detaljikirjastoa, josta rakennesuunnittelijat hakevat hankkeen mukaisen detaljipaketin ja valitsevat siitä tarvittavat detaljit. Yrityksen detaljipiirustukset on laadittu siten, että suurimpaan osaan hankkeista detaljipiirustuksia voidaan hyödyntää sellaisenaan.

Haastattelussa kirjastojen automatisoinnin koettiin olevan hyödyllinen työkalu paljon toistuvia suunnitelmia, kuten FCG:n rakennedetaljeja, laadittaessa. Kuitenkin suuri osa yrityksen tekemistä suunnitelmista ja piirustukset, jotka vievät eniten aikaa suunnitteluhankkeissa, laaditaan hankekohtaisesti, ja ne ovat liian yksilöllisiä automatisoitaviksi.

Kirjastojen automatisoinnissa sekä hakutyökalun kehityksessä keskusteltiin työkalun mahdollisista hankaluuksista, kuten hakutyökalun selkeydestä. Yleisellä tasolla hakutyökalun hakuparametrien tulee olla riittävän selkeitä, jotta erilaiset piirustukset on helppo löytää. Myös visuaalinen esitys valittavista piirustuksista hakutyökalun sisällä voisi helpottaa oikeiden piirustusten valitsemista. Lisäksi huolena oli hyvin suuriksi kasvavien kirjastojen tuomat hankaluudet hakutyökalua käytettäessä. Mikäli hakuparametrejä alkaa olla satoja, voi haku muuttua sekavaksi. Lisäksi haastattelussa nousi huoli piirustusten hakemisesta sanallisella kuvaamisella. Osa piirustuksista voi olla niin monimutkaisia, ettei sanallinen kuvaaminen ole helppoa. Isot kirjastot ja monimutkaisten piirustusten hakeminen tulee ottaa huomioon hakutyökalua sekä hakuparametrejä suunniteltaessa.

Automatisointi nähdään vaikeaksi leikkauskuvien kanssa, koska ne ovat niin projektikohtaisia. Piirustusten haun toimivuus ja selkeys isoissa ja monimuotoisissa kirjastokokonaisuuksissa huolettaa ja herää kysymys, voiko tällaisissa tapauksissa hakuparametrejä tulla niin paljon, että niiden käyttöä ei enää koeta helpoksi tai mielekkääksi.

Haastattelun lopuksi käsiteltiin vielä haastateltavan toiveita kehityshankkeelta. Esille nousi AutoCAD-piirustusten tulostamisen sekä tulostussivujen layouttien tekemistä helpottava ja automatisoiva työkalu.

Korjauspartnerit Helsinki Oy, vanhempi rakennesuunnittelija

Korjauspartnerit Helsinki Oy tekee korjausrakennesuunnittelua muun muassa vaippakorjausten, julkisivukorjausten, pihakansikorjausten, vesikattojen, sisätilamuutosten ja kantavien rakenteiden korjausten parissa. Yritys käyttää suunnitelmien laadinnassa suurimmilta osin hyväksi AutoCAD-ohjelmaa, jolla laaditaan kaikki projektien tekniset piirustukset. Kompastuskivenä nykyisessä suunnittelussa on suunnitelmien tekemisen standardisoinnin puutteet sekä mallipiirustusten ja periaatepiirustusten kootun kirjaston puute. Yrityksellä on käytössä detailjipiirustuksia, jotka toistuvat projekteilla sellaisenaan tai pienillä muutoksilla.

Haastattelussa automatisoitavan kirjaston koettiin tuovan selkeää hyötyä suunnitelmien laadintaan, ja yrityksellä on heti tiedossa suunnitelmia, joissa automatisointia voitaisiin hyödyntää. Automatisoidun kirjaston käyttöönotossa hankaluudeksi koettiin käyttöönottoon kuluva aika. Yrityksellä ei ole suuria määriä vapaata aikaa käytettäväksi uudistusten hiomiseen ja käyttöönottoon.

Yleisesti ottaen kehitystyö koettiin haastattelussa hyödylliseksi ja kehitystyön tuoma hyöty nähtiin selvästi hyödynnettäväksi myös haastateltavan omassa työssä. Haastattelussa keskusteltiin lisäksi siitä, kuinka monella kasvavalla yrityksellä ei ole käytössään selkeää asiakirjojen automatisointia tai koontia saattikka teknisten piirustusten automatisointia. Kehityshankkeesta ja DocStarter-ohjelmasta nähtäisiin siis olevan selvää hyötyä useille yrityksille.

11 Projektianalyysi

11.1 Projektianalyysin tekeminen ja tavoitteet

Osana tätä kehitystyötä laadittiin alustava mallikirjasto automatisoitavan dwg-kirjaston laadinnan tueksi. Alustava mallikirjasto laadittiin tilaajayrityksen eniten toistuvan suunnittelutyypin teknisistä piirustuksista. Suunnittelukokonaisuutta selvitettiin kehitystyössä yrityksen sisällä kahdella eri tavalla, yrityksen työntekijöiden haastatteluilla sekä yrityksen menneiden projektien analysoinnilla.

Projektien analysointi tehtiin tilaajayrityksen menneille projekteille vuosilta 2020, 2021, 2022 ja 2023. Analyysissä tarkasteltiin eri projektityyppien yleisyyttä sekä projektityypin tyypillisten suunnitelmien sopivuutta automatisointiin. Projektityyppien yleisyyttä tarkasteltiin selvittämällä, mitä projektityyppisiä yritykset ovat tehneet eniten kuluvan neljän vuoden aikana, ja listaamalla yleisimmät projektityypit järjestykseen.

Projektityyppien soveltuvuutta automatisointiin tarkasteltiin hankkeille yleisiä rakennepiirustuksia analysoimalla. Rakennepiirustuksista analysoitiin niiden toistuvuutta eri projektien välillä, piirustuksissa esitettyjen rakenteiden vaihtoehtoja, näiden rakennevaihtoehtojen korjaustapoja ja niiden eroavuuksia sekä korjauksessa käytettäviä tuotteita ja materiaaleja. Automatisointiin soveltuvat piirustukset voidaan esittää pienillä muutoksilla riippuen kohteen rakenteista ja vallitsevista olosuhteista sekä korjauksessa yleisimmin käytetyillä tuotteilla ja materiaaleilla. Mikäli piirustuksen esittämä korjaus on sellainen, että jokaisen eri projektin vastaava piirustus laaditaan täysin hankekohtaisena, ei piirustus sovellu automatisoinnin piiriin periaatepiirustuksena. Automatisointiin soveltuvat periaatepiirustukset tulee voida esittää muutamalla eri vaihtoehdolla, josta suunnittelija valitsee sopivimman, esimerkiksi salaojasaneerausessa anturaperustus, paa-luperustus ja kallion varaan pystytetty seinä. Mikäli piirustuksesta voidaan laatia kymmeniä eri versioita, ei automatisointi ole välttämättä kannattavaa. Osa täysin hankekohtaisesti laadittavista piirustuksista voidaan tuoda automatisoinnin piiriin mallipiirustuksina. Tällaisia piirustuksia ovat esimerkiksi tasopiirustukset,

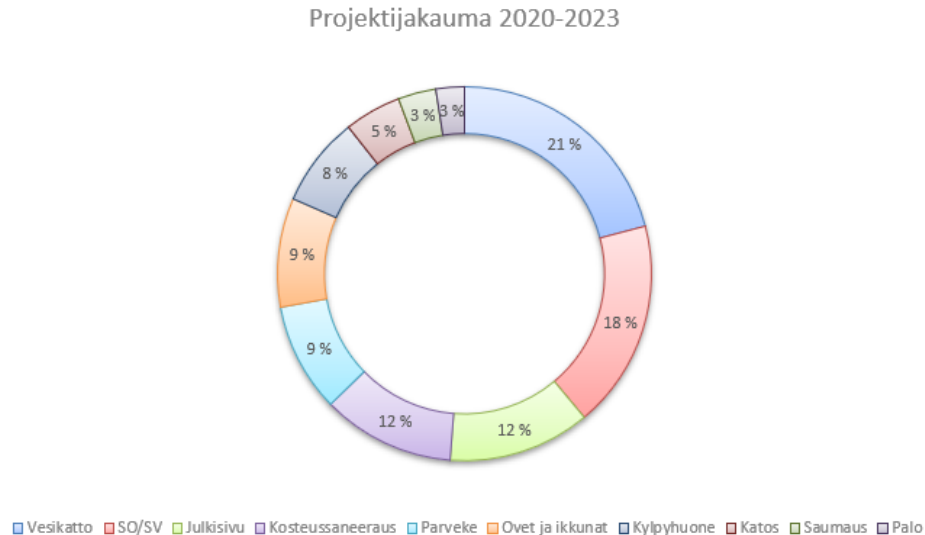
joissa voidaan osoittaa yrityksen käyttämät tasot, viivatyytit, fontit ynnä muut piirustuksen yleiset tiedot.

11.2 Projektianalyysin tulokset

11.2.1 Tilaajayrityksen yleisimmät projektityypit

Osana teknisten piirustusten automatisoinnin selvittämistä DocStarter-ohjelmalla, selvitettiin tilaajayrityksen teknisten piirustusten volyyymiä analysoimalla yrityksen menneitä suunnitteluprojekteja vuosien 2020 ja 2023 välillä sekä haastatteleamalla yrityksen suunnittelutyöhön osallistuvia työntekijöitä.

Menneiden suunnitteluprojektien analyysissä hyödynnettiin tilaajayrityksen käyttämää ERP-järjestelmää Visma Severaa. Analyysiin sisällytettiin järjestelmässä vuosien 2020 – 2023 aikana tehdyt suunnitteluprojektit. Tarkastelu suoritettiin tuomalla projektilistaus Excel-taulukkoon ja listaamalla eri projektityypit järjestykseen eniten esiintyvistä vähiten esiintyvään. Vähiten esiintyviä projekteja ei lisätty analyysin pohjalta luotuun projektijakaumakaavioon, sillä yksittäisiä projektityyppejä, joita tehdään hyvin harvoin, esiintyy erittäin useita. Tilaajayrityksen menneitä suunnitteluprojekteja analysoimalla nähdään selvästi suunnittelutöiden painottuminen muutamaan yleiseen projektityyppiin, muiden suunnittelutöiden jäädessä huomattavasti pienemmille määrille. Kuvan 5, sivu 40, rengaskaaviosta nähdään yleisimpien analysoitujen projektien jakauma.



Kuva 5: Copla Oy:n projektijakauma vuosilta 2020 - 2023 yleisimpien projektityyppien osalta

Tilaaajayrityksen yleisin suunnitteluprojektityyppi on vesikattosaneeraukset, jotka kattavat 21 % suunnitteluprojekteista. Seuraavaksi yleisimpinä ovat salaoja- ja sadeveisisaneeraukset kattaen 18 %, julkisivusaneeraukset kattaen 12 % ja kosteussaneeraukset kattaen 12 %, muiden yksittäisten saneerausten ollessa alle 10 % kokonaisuudesta.

11.2.2 Yleisimpien projektityyppien soveltuvuus automatisointiin

Vesikattosaneerauksissa periaatesuunnitelmia voidaan soveltaa vesikattojen rakennetyypeissä (vesikate, tuuletusraot, aluskate, rimat, kattotuolit, eristyskerrokset ja niin edelleen), läpivientidetalleissa (yläpohjaluukku, savupiippu, tuuletusputket, alipainetuulettimet, kattopollarit ja niin edelleen), palokatkoissa (räystäiden palolevytykset, yläpohjan jakavat palokatkoseinät ja niin edelleen), räystäsdetaljit (päätyräystäiden jatkaminen, räystäiden kunnostusdetaljit ja niin edelleen) sekä yläpohjan leikkauspiirustukset, joissa osoitetaan yleisellä tasolla esimerkiksi lisälämmöneristyksen asentaminen. Vesikattoprojekteissa suunnitelmat seuraavat hyvin pitkälti yleistä toistuvaa kaavaa, ja esimerkiksi vesikatteen vaihtaminen tapahtuu lähes kaikissa tapauksissa aina samalla tavalla sekä harjakatoilla että tasakatoilla.

Salaoja- ja sadevesisaneerauksissa periaatesuunnitelmia voidaan soveltaa perustusleikkauksia (salaojien ja sadevesien korkeussijainnit, perustuksen tyyli ja syvyys, vedeneristys ja niin edelleen), salaojakaivannon täyttökerrokset (salaojittavat sepelit, suodatinkankaat, karkeat täytöt, hienot täytöt ja niin edelleen), piharakennetyypit (nurmialueet, istutusalueet, asfalttialueet, kivituhka-alueet ja niin edelleen) sekä detaljipiirustukset (sokkelin vierustäytöt, kaivodetaljit, läpivientien tiivistykset ja niin edelleen).

Julkisivusaneeraushankkeissa tilaajayrityksen korjaukset ovat usein kohdistuneet esimerkiksi halkeilleiden julkisivuelementtien korjauksiin, julkisivumaalauksiin, rappauskorjauksiin ja tuuletusrakojen parantamiseen. Julkisivuhankkeissa voidaan hyödyntää periaatesuunnitelmia esimerkiksi rappauskerrosten ja kerroksien paksuuksien osoittamisessa, tiiliseinän alareunojen tuuletusrakojen avauksissa ja halkeamien korjauksissa. Rappauskorjauksissa ja maalauskorjauksissa käytetään detaljipiirustuksia enemmän hyödyksi julkisivupiirustuksia, jotka voidaan tuoda automatisoituun kirjastoon mallipiirustuksina. Kaiken kaikkiaan julkisivukorjauksissa on muutamia teknisiä piirustuksia, joissa periaatteellisia kuvia voidaan hyödyntää, mutta tällaisten suunnitelmien tarve on paljon rajallisempi kuin esimerkiksi vesikattohankkeissa.

Kosteussaneerauksissa periaatesuunnitelmia voidaan soveltaa yleisten riskialttiiden rakenteiden, kuten valesokkeleiden korjauksissa, esimerkiksi periaatteellisella ulkoseinän kengitysdetaljilla. Muita sovellettavia suunnitelmia ovat esimerkiksi kosteuden kapillaarisen nousun estäminen injektoimalla, pintalaatan alapuolelle perustettujen väliseinien korjaukset, vaurioituneiden lämmöneristeiden uusinnat sekä erinäiset detaljipiirustukset, kuten höyrynsulkujen limitykset ja teippaukset ja lattialaatan ja kengityksen välin tiivistykset. Kosteusvauriosaneerauksissa korjauspiirustusten periaatteellisia muotoja voidaan käyttää enemmän kuin esimerkiksi julkisivuhankkeissa, mutta ei kuitenkaan niin tehokkaasti kuin vesikattosaneerauksissa. Kosteusvauriosaneerauksien suunnitelmilta vaaditaan usein tarkempaa kohdekohtaista suunnittelua, ja vain pieni osa suunnittelun kokonaisvolyymistä voidaan toistuvasti hyödyntää periaatteellistettuna.

Analysoimalla eri suunnittelutyypin teknisten piirustusten soveltuvuutta automatisointiin nähdään, että tilaajayrityksen suunnittelussa eniten esiintyvä suunnittelutyyppi, vesikattosaneeraukset, soveltuu yleisistä suunnitelmatyypeistä parhaiten automatisointiin. Tämän analyysin perusteella opinnäytetyön yhteydessä laadittavat automatisoitavat dwg-piirustukset valitaan vesikattosaneerauksien yleisimmistä suunnitelmista.

11.2.3 Automatisoitavaksi valittavat suunnitelmat

Tilaajayrityksen menneitä projekteja sekä yleisimpien projektityyppien teknisiä piirustuksia analysoimalla todettiin, että suurin välitön hyöty korjaussuunnitelmien automatisoinnilla tilaajayrityksen konsulttiliiketoiminnassa saadaan tuomalla vesikattosaneerausten korjaussuunnitelmat osaksi DocStarter-ohjelman automatisoituja kirjastoja. Vesikattosaneerauksista automatisoitavat tekniset piirustukset valitaan tilaajayrityksen sisäisesti ja esitellään opinnäytetyön luvussa 15 sekä liitteessä 3, mallikirjasto.

12 Kehityshankkeen tulokset

Tässä kappaleessa käsitellään kehitystyön mallikirjastoon tuotavat periaate- ja mallipiirustukset tilaajayrityksen sisäisessä toiminnassa. Automatisoitavaan kirjastoon tuotavat tekniset piirustukset valikoitiin tilaajayrityksen sisäisillä haastatteluilla sekä tilaajayrityksen menneiden projektien analysoinnilla. Tässä kehitystyössä työstettäviksi suunnitelmiksi valikoituivat vesikattosaneerauksien rakennesuunnitelmat. Vesikattosaneerauksista yleisimpiä tilaajayrityksessä ovat tasakattoisten kerrostalojen vesikattojen vedeneristeiden, lämmöneristystilan tekniikoiden ja eristeiden uusinta sekä jyrkkien pari- ja rivitalojen vesikattojen vesikatteiden sekä aluskatteiden ja tarvittaessa eristeiden uusinta. Tämän kehitystyön yhteydessä tehtävä automatisoitava mallikirjasto laaditaan näiden korjaustapojen pohjalta hyödyntäen tilaajayrityksen aiemmin laatimia suunnitelmia.

12.1 Kehityshankkeessa laadittu mallikirjasto

12.1.1 Loivat katot

Loivien kattojen rakennetyypeistä mallikirjastoon tuodaan rakennetyyppi, jossa vanhan kermin päälle asennetaan uudet kumibitumikermit; rakennetyyppi, jossa vanha kermitys poistetaan ennen uuden kumibitumikermituksen asennusta; rakennetyyppi, jossa vedeneristuksen lisäksi katolle asennetaan kaatokorjaus; rakennetyyppi, jossa uuden vedeneristeen päälle asennetaan salaojamatto ja betonilaatoitus.

Loivien kattojen rakennedetaljeista mallikirjastoon tuodaan detaljit, joissa esitetään loivan katon räystääskorjaus, vedeneristuksen seinälle noston tekeminen, kattokaivojen asennuksien tekeminen, alipainetuulettimien asennuksien tekeminen, huoltoluukkujen asennuksien tekeminen sekä yhteiskanavapuhaltimien asennusten tekeminen.

Loivien kattojen periaatepiirustuksia on esitetty liitteessä 3, mallikirjasto.

12.1.2 Jyrkät katot

Jyrkkien kattojen rakennetyypeistä mallikirjastoon tuodaan rakennetyypit, joissa esitetään vesikatteen uusinta profiilipelistä eristetyllä yläpohjalla sekä vesikatteen uusinta profiilipelistä kylmälle varastotilalle.

Jyrkkien kattojen rakennedetaljeista mallikirjastoon tuodaan rakennedetaljit, joissa esitetään räystäsdetalji eristetyllä yläpohjatilalla ja profiilipeltikatteella, päätyräystäsdetalji eristetyllä yläpohjalla ja profiilipeltikatteella, pellitysdetalji profiilipeltikatteella, palokatkodetalji eristetylle yläpohjatilalle, yläpohjaan johtavan kulkuluukun asennusdetalji profiilipeltikatteelle, savupiipun juuripellityksien asennusdetalji sekä kattosillan asennusdetalji profiilipeltikatteelle.

Jyrkkien kattojen periaatepiirustuksia on esitetty liitteessä 3, mallikirjasto.

12.2 Mallikirjaston toteutuneet metatiedot ja hakuparametrit

Automatisoitujen dwg-kirjastojen päätarkoitus on periaate- ja mallipiirustusten hakemisen nopeuttaminen ja suunnittelijan työn helpottaminen. Itse automatisointi toteutetaan DocStarter-ohjelman sisään rakennettavalla hakutyökalulla. Tätä hakutyökalua varten suunnitelmakirjastoon tuotaville suunnitelmille annetaan metatiedot. Kun hakutyökaluun annetaan suunnitelmia rajaavat metatiedot, ohjelma rajaa hakutyökalussa pois kaikki sellaiset piirustukset, joihin annetut metatiedot eivät sisälly.

Mallikirjastoon tuotavien teknisten piirustusten metatiedot jaetaan haun toimitavuutta varten suunnittelualoittain, suunnittelutyypeittäin, korjattavien rakenteiden, haluttujen piirustustyyppien, käytettävien menetelmien ja käytettävien tuotteiden mukaisesti. Hakutyökalu rakennetaan ohjelmistoon portaittain, jolloin jokainen lisätty metatieto rajaa hakua lähemmäs haluttuja piirustuksia.

12.2.1 Mallikirjaston suunnitelmien metatiedot

Tämän opinnäytetyön yhteydessä tehtävä mallikirjasto kattaa loivien ja jyrkkien kattojen rakennetyypit, rakennedetaljit sekä tasopiirustukset. Kaikki mallikirjaston teknisen piirustukset ovat vesikattosaneerausten rakennepiirustuksia, jolloin koko mallikirjaston suunnittelualan määrittävät metatiedot ovat ”rakennesuunnittelu” ja ”vesikattosaneeraus”. Toisekseen mallikirjasto jaetaan kahteen osaan vesikattojen rakenteiden mukaisesti, eli ”jyrkkäkatto” ja ”loivakatto” metatietojen alle. Kolmanneksena mallikirjasto jaetaan haluttujen rakennepiirustusten mukaisesti, eli ”mallipiirustus”, ”rakennetyyppi” ja ”rakennedetalji” metatietoihin.

Mallikirjaston ollessa pieni, ei tarkemmille metatiedoille ole tarvetta ja liiallinen tarkkuus voi olla jopa haitaksi automatisoitua hakutyökalua käytettäessä. Kirjaston kasvaessa tulee kuitenkin tarpeelliseksi tarkentaa piirustusten metatietoja, jotta suunnittelijan valinta ei hankaloidu piirustuksia etsittäessä. Tällaisia tarkennuksia voi olla esimerkiksi jyrkillä katoilla vesikatetyypin mukaiset rajaukset ”saumapeltikate” tai ”aaltopeltikate”.

12.3 Automatisoitujen kirjastojen ylläpito

Osana kehitystyötä laaditaan automatisoidun kirjaston ylläpidosta ohjekortti, joka toimii pohjana myös muiden myöhemmin laadittavien suunnitelmakirjaston osien ohjekortteja varten. Ohjekortit jaetaan suunnittelualoittain, esimerkiksi kehityshankkeessa luodun mallikirjaston mukainen ”rakennesuunnittelu, vesikatto-saneeraukset”. Ohjekorteille nimetään myös vastuuhenkilö sekä määritetään sopiva tarkastusväli, jolla ohjekortin mukainen automatisoitavan kirjaston osuus tarkastetaan. Kuvassa 6 esitetään ohjekortin yleistietojen täydentäminen.

RAKENNEKIRJASTO YLLÄPIDON OHJEKORTTI

YAMK opinnäytetyö mallipohja

Vastuuhenkilö:	Sami Kaikkonen
Kirjaston osa:	Rakennesuunnittelu, ...
Viimeksi päivitetty:	5.9.2023
Tarkastusväli:	Neljännesvuosittain

Kuva 6: Rakennekirjaston ohjekortti, kirjataan ohjekortin vastuuhenkilö, tarkastettavan kirjaston osa, päivityksen ajan kohta sekä tarkastusväli

Seuraavaksi ohjekortteihin kirjataan suunnittelualan suunnitelmissa käytettävä lähdekirjallisuus, sekä noudatettavat määräykset ja ohjeet (kuva 7).

1 LÄHDEKIRJALLISUUS

Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakennuslaki (132/1999)

Tekniset vaatimukset rakenteiden lujuus, vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturva, esteettömyys, äänitekniikka ja energiatehokkuus.

<https://www.edilex.fi/> <https://www.finlex.fi/fi/>

Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset (RYL)

[SisäRYL](#), [RunkoRYL](#), [MaalausRYL](#), [InfraRYL](#), [KiinteistöRYL](#), [MaaRYL](#), [TalotekniikkaRYL](#) ja [KorjausRYL](#).

Kuva 7: Rakennekirjaston ohjekortti, sisällön mukaiset lähdekirjallisuudet

Seuraavana kirjataan päivitysten tarkastamisen ohjeistus ja mahdollisten päivitysten suunnitelmakirjastoon tuomisen ohjeistus (kuva 8).

2 KIRJASTON TARKASTUS

2.1 Kirjaston osan ensimmäinen tarkastus

Tarkastettaessa kirjaston osaa ensimmäistä kertaa, tulee kirjastoon lisättyjen piirustusten teknisten ratkaisujen oikeellisuus ja ajantasaisuus tarkastaa lähdekirjallisuuden mukaisesti.

Mahdollisissa lähdekirjallisuuden ristiriitatilanteissa noudatetaan aina ensisijaisesti rakennuslakia.

Erikoissuunnittelun tapauksissa, joissa suunniteltua korjaustapaa ei löydy sellaisenaan lähdekirjallisuudesta, tulee korjaustapojen noudattaa rakennuslakia sekä rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

2.2 Kirjaston osan jatkuvat tarkastukset

Uudelleen tarkastettaessa kirjaston osaa, verrataan lähdekirjallisuuden viimeisimpien versioiden päiväyksiä kirjaston osan viime tarkistuksen päiväyksiin. Kirjaston osan teknisten ratkaisujen oikeellisuus ja ajantasaisuus tarkastetaan niiltä osin, joissa lähdekirjallisuus on päivitetty kirjaston osan viimeisimmän tarkastuksen jälkeen.

Mahdollisissa lähdekirjallisuuden ristiriitatilanteissa noudatetaan aina ensisijaisesti rakennuslakia.

Erikoissuunnittelun tapauksissa, joissa suunniteltua korjaustapaa ei löydy sellaisenaan lähdekirjallisuudesta, tulee korjaustapojen noudattaa rakennuslakia sekä rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

Kuva 8: Rakennekirjaston ohjekortti, päivitysten tarkastamisen ja tuomisen ohjeistus

Viimeisenä ohjekorttiin kirjataan tarkastuksen yhteydessä tuodut päivitykset, muutokset ja lisäykset lähdekirjallisuuden mukaisesti (kuva 9).

3 LÄHDEKIRJALLISUUDEN PERUSTEELLA TEHDYT MUUTOKSET

3.1 Rakennuslain mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.2 RYL:n mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

Kuva 9: Rakennekirjaston ohjekortti, lähdekirjallisuuden mukaiset muutokset

Ohjekortin malli on esitetty liitteessä 2, ylläpidon ohjekortti.

12.4 Kehityshankkeen laskennalliset hyödyt

Kehitystyön tilaajayrityksen suunnitteluhankkeissa hyödynnetään DocStarter-ohjelman automaattisten asiakirjojen lisäksi menneissä hankkeissa laadittuja teknisiä piirustuksia sekä suunnitelmakirjastoja. Menneiden projektien ja kirjastojen suunnitelmia hyödynnetään periaattellisina suunnitelmina, joita voidaan hyödyntää usein sellaisenaan, sekä mallipiirustuksina, joista voidaan poimia tärkeimmät kohdat uuden suunnitelman laadinnan pohjaksi. Dwg-kirjastojen automatisoinnin kehityshankkeen tavoitteena on laatia suunnitelma tilaajayrityksen käyttämien suunnitelmakirjastojen automatisoidulle hakutyökalulle, joka lisätään osaksi yrityksen kehittämää ja käyttämää DocStarter-ohjelmaa. Osana tätä kehitystyötä tutkitaan automatisoinnin tuomia todellisia hyötyjä suunnittelijan työssä. Näitä hyötyjä ovat muun muassa suunnittelutyön aikataulullinen hyöty sekä laadittujen piirustusten laadunvarmistuksellinen hyöty. Tilaajayritys hyödyntää tätä tutkimustietoa automatisoinnin sisäisessä sekä kaupallisessa kehitystyössä.

12.4.1 Aikataulullinen hyöty

Ongelma suunnitelmakirjastojen kanssa on usein kirjastojen hajanaisuus sekä epäselvyys. Kirjastot on saatettu jakaa useaan osaan rakennushankkeittain tai tuotteittain, ja oikeiden suunnitelmien löytäminen voi usein olla työlästä ja aikaa vievää. Kirjastojen lisäksi suunnitelmia saatetaan hakea vanhoista vastaavista projekteista, jolloin oikeiden suunnitelmien löytäminen voi olla vielä kirjastoha-kuakin työlämpi ja aikaa vievämpi tehtävä.

Automatisoimalla dwg-suunnitelmat yhteen kirjastoon DocStarter-ohjelman alle ja lisäämällä ohjelmistoon hakutyökalun oikeiden suunnitelmien etsintää helpottamaan, saadaan suunnittelijan työn usein turhauttava ja aikaa vievä suunnitelmien etsintä suoraviivaiseksi ja nopeaksi. Automatisoinnilla pyritään helpottamaan suunnittelijan työtä, säästämään aikaa ja vapauttamaan suunnittelijan resurssit olennaisen työn suorittamiseen mallipiirustusten etsinnän sijasta.

Kirjastojen automatisoinnin hyötyä testattiin tilaajayrityksen sisäisellä selvityksellä. Selvityksessä suunnittelija laati tilaajayritykselle yleisen suunnitteluprojektityypin teknisen detajli- ja rakennetyyppiirustukset käyttäen hyväksi ensin manuaalisia kirjastoja ja vanhoja projekteja ja lopuksi käyttämällä hyödyksi simuloitua valmista automaattisesti toimivaa kirjastoa. Testauksessa manuaalisia kirjastoja ja menneitä projekteja hyödyntäen suunnittelija käytti piirustusten laadintaan noin 5 tuntia. Automatisoitua kirjastoa hyödyntäen suunnittelija käytti piirustusten laadintaan noin 30 minuuttia. Automatisoidulla kirjastolla todettiin saavutettavan noin 4 tunnin ja 30 minuutin hyöty manuaalisen kirjaston käyttöön verrattuna tilaajayrityksen tavanomaisessa suunnitteluhankkeessa.

12.4.2 Suunnitelmien oikeellisuus ja laadunvarmistus

Manuaalisesti toimivien ja hajallaan olevien kirjastojen sekä vanhojen suunnitteluhankkeiden hyödyntämisessä ilmenee myös suunnitelmien oikeellisuuden ja sitä kautta suunnittelun laadunvarmistuksellinen ongelma. Hankekohtaisesti jaettu ja laaja kirjastokokonaisuus on hankala ja työläs ylläpitää ja päivittää mahdollisten rakennusmääräyksellisten ja -ohjeistuksellisten muutosten mukaisesti. Lisäksi käytettäessä hajanaista kirjastoa sekä vanhoja projekteja, saattavat samat rakennetyypit ja -detaljit toistua useaan kertaan useissa eri dwg-tiedostoissa. Osa näistä tiedostoista saattaa olla päivitettyjä ja osa päivittämättömiä.

Yhtenä tämän kehitystyön tavoitteina on myös parantaa tilaajayrityksen ja muiden DocStarter-ohjelmaa käyttävien yritysten suunnitelmien oikeellisuuden sekä laadunvarmistuksen valvontaa tuomalla suunnittelijoiden käyttämät suunnitelmakirjastot yhteen keskitettyyn paikkaan ja laatimalla kirjastojen ylläpidolle ja päivittämiselle selkeä ja johdonmukainen päivityssuunnitelma.

12.4.3 Tiedostojen yhdenmukaisuus ja projektikansiointi

Kehitystyön tilaajayritys käyttää konsulttihankkeiden järjestämiseen verkkolevyllä tallennettua kansiointia. Kansiointi pyritään pitämään kaikkien projektien osalta yhteneväisenä, jolloin kaikkien yrityksen työntekijöiden on helppoa ja no-

peaa tarkastella kaikkien konsultointiprojektien kansioiteja. Vanhojen projektien tiedostoja saatetaan tarkastella esimerkiksi korjaushankkeen takuutarkastuksen yhteydessä. Lisäksi isoa osaa projekteista hoitaa useampi kuin yksi suunnittelija, jolloin yhteneväisen kansiorakenteen merkitys kasvaa.

Projektikansiointi on automatisoitu lähes kokonaan tilaajayrityksessä DocStarter-ohjelmaa hyödyntäen. Ohjelmisto luo automaattisesti kansioinnin projekteille, kun ensimmäiset automatisoidut asiakirjat laaditaan ohjelman kautta. Rakennepiirustusten kansiointi on kuitenkin aina ollut manuaalisen täytön varassa, jolloin projektien välillä kansioinneissa on tältä osin havaittu eroavuuksia. Pahimmillaan eroavuudet saattavat johtaa siihen, ettei tarvittavaa tiedostoa löydetä tai että tiedostoa hakeva työntekijä löytää oikean tiedoston vanhentuneen version. Osana dwg-kirjaston automatisointia, DocStarter-ohjelmaan tehdään myös valmiit tiedostopolut rakennepiirustuksille, jolloin projektikansiointien yhteneväisyyttä saadaan parannettua ja suunnittelijoiden työtä helpotettua entisestään.

13 Yhteenveto

13.1 Kehityshanke

Tilaaajayritys on käyttänyt kaikessa konsulttitoiminnassaan hyödyksi yrityksen itse kehitettyä dokumenttien automatisointiohjelmaa DocStarteria. Ohjelmalla laaditaan kaikki tilaaajayrityksen dokumentit tarjouksista lopputarkastuksiin. Suunnittelussa ohjelmaa hyödynnetään kohdekäyntien muistioiden laadinnassa sekä työselostusten laadinnassa. Kehityshankkeen tavoitteena on tutkia ja suunnitella ohjelmistoon myöhemmin tuotava teknisten piirustusten automatisoitu kirjasto. Tilaaajayrityksen alustavissa keskusteluissa teknisten piirustusten automatisoinnista esille nousi pääasiallisesti korjaussuunnittelussa käytettävien periaatesuunnitelmien tuominen DocStarter-ohjelmaan. Periaatesuunnitelmat ovat teknisiä piirustuksia, joissa esitetään korjaustavan periaatteet, ottamatta tarkemmin kantaa korjattavan rakenteen materiaaleihin tai mittoihin. Näin ollen periaatteellista korjauspiirustusta voidaan hyödyntää sellaisenaan useassa eri kohteessa.

Tilaaajayrityksen nykyinen suunnittelutapa tällaisten suunnitelmien laadinnassa on tuoda periaatteelliset suunnitelmat osaksi erillistä suunnitelmakirjastoa, josta suunnittelija tai tekninen piirtäjä hakee periaatesuunnitelman ja liittää sen osaksi uuden kohteen suunnittelupakettia ja tekee tarvittaessa muutoksia ja tarkennuksia suunnitelmiin. Ongelma tällaisen suunnitelmakirjaston kanssa on sen ylläpito ja erilaisten periaatesuunnitelmien löytäminen. Kirjaston laajentuessa ei ole järkevää kasata kaikkia mahdollisia piirustuksia yhteen dwg-tiedostoon, vaan kirjasto jaetaan useisiin dwg-tiedostoihin piirustusten sisällön mukaisesti, jolloin periaatepiirustusten hakeminen muuttuu hankalaksi ja työlääksi. Lisäksi tällaisen kirjaston päivittäminen ja ylläpito hankaloituu kirjaston koon kasvaessa.

Tämän ongelman ratkaisemiseksi ja suunnittelijoiden työn helpottamiseksi aloitettiin teknisten piirustusten automatisoidun kirjaston kehityshanke. Automatisoitu kirjasto on tarkoitus integroida kiinteästi yrityksen kehittämään DocStarter-

ohjelmaan, jolloin suunnittelija voi hakea kaikki tarvitsemansa suunnittelun lähtömaterialit keskitetysti yhdestä paikasta. Lisäksi suunnittelijan työn helpottamiseksi kehityshankkeen osana suunnitellaan DocStarter-ohjelman sisälle hakutyökalu, jolla erilaiset tarvittavat tekniset piirustukset on selkeää, helppoa ja nopeaa etsiä.

Kehityshankkeen edetessä tilaajayrityksen sisällä on käyty keskusteluja sekä toteutettu haastatteluja suunnittelijoiden ja teknisten piirtäjien kanssa. Näissä haastatteluissa ja keskusteluissa nykyinen rakennesuunnittelutapa ja periaatepiirustusten etsintä on koettu hankalaksi ja työlääksi prosessiksi. Automatisoidusta kirjastosta nähdään olevan iso hyöty suunnitelmien laadinnassa. Tilajayrityksen sisäisissä haastatteluissa todettiin lisäksi, että automatisoitu kirjasto palvelisi hyvin suurinta osaa tilaajayrityksen tavanomaisista suunnitteluprojekteista. Vain harvoissa projekteissa laaditaan niin yksityiskohtaiset ja yksilölliset suunnitelmat, ettei periaatesuunnitelmia voida käyttää lainkaan.

Keskusteluiden ja haastatteluiden lisäksi automatisoidun kirjaston hyötyä tutkittiin kehityshankkeen osana. Tutkimuksessa tilaajayrityksen suunnittelija laati tavanomaisen korjaushankkeen rakennetyypit ja rakennedetailit käyttäen hyväksi yrityksen nykyistä rakennesuunnitelmakirjastoa sekä menneitä vastaavia korjaushankkeita. Suunnitelmien laadinnan sekä tarkastuksen kestoksi mitattiin noin 5 tuntia. Tämän jälkeen suunnittelija simuloi samojen suunnitelmien laadintaa hyödyntäen automatisoitua kirjastoa sekä hakutyökalua. Hakutyökalun sekä automatisoidun kirjaston avulla aika saatiin vähennettyä noin 5 tunnista noin 30 minuuttiin. Osa ajansäästöistä saavutetaan piirustusten löytämisen helppoudella. Nykyisestä rakennepiirustuskirjastosta ei löytynyt kaikkia tarvittavia periaatesuunnitelmia, ja osa jouduttiin etsimään vanhoista projekteista. Lisäksi osa ajansäästöistä tulee vanhojen periaatepiirustusten tarkastamisen tarpeen pois jäännistä. Keskitetty suunnitelmakirjasto on helpompi ylläpitää, ja suunnittelija voi luottaa haettavien suunnitelmien olevan päivitetty viimeisimpien rakennusalan säädösten ja ohjeiden mukaisesti.

13.2 Kysyntä

Tilaaajayrityksen ulkopuolisten tahojen kanssa käytyjen haastatteluiden perusteella teknisten piirustusten automatisoidusta kirjastosta nähdään olevan hyötyä usein toistuvien rakennepiirustusten laadinnassa. Tällaisia piirustuksia ovat muun muassa rakennetyypit ja rakennedetaljit. Leikkauspiirustuksien ja tasopiirustuksien osalta automatisoinnin hyödyntäminen koettiin hankalammaksi, osittain piirustusten monimuotoisuuden sekä laajuuden vuoksi.

Lisäksi haastatteluissa todettiin, että usealla kasvavalla ja uudella rakennusalan konsulttiyrityksellä ei ole käytössään asiakirjoja tai teknisiä piirustuksia automatisoivaa ja standardisoivaa järjestelmää. Usein tällaisissa yrityksissä asiakirjojen ja piirustusten yhtenäistäminen jää muiden työkiireiden takia vähemmälle huomiolle. Näissä tapauksissa DocStarter-ohjelman automatisoitujen kirjastojen tuoma yritystoiminnallinen hyöty korostuu entisestään.

13.3 Automatisoitujen kirjastojen hyödyt

Opinnäytetyössä tehtyjen selvitysten, testausten sekä tilaaajayrityksen sisäisten ja ulkoisten haastatteluiden perusteella automatisoitujen piirustuskirjastojen nähdään tuovan selkeää hyötyä suunnittelijoiden sekä teknisten piirtäjien työhön ajallisesti, varsinkin usein toistuvien rakennepiirustusten, kuten rakennetyyppien ja rakennedetaljien osalta. Lisäksi automaattisten kirjastojen nähdään helpottavat suunnittelijoiden työtä tuomalla koko suunnitelmakirjasto yhden helpokäyttöisen hakutyökalun taakse.

Tilaaajayritys saa oman suunnittelutyön tehostumisen lisäksi myös kaupallisen hyödyn DocStarter-implemентаation myötä, kehityshankkeen tuoman lisäarvon kautta. Tarkemmat kaupalliset päätökset implementaatiosta sekä siihen liittyvien kirjastojen myynnistä tehdään tilaaajayrityksen sisällä myöhempänä ajankohtana.

Automatisoitujen kirjastojen tuoman ajallisen hyödyn lisäksi kirjastojen kehityksen on todettu parantavan rakennesuunnittelun laadunvarmistusta sekä käytävien periaatesuunnitelmien oikeellisuutta ja ajantasaisuutta. Laadunvarmistus, oikeellisuus ja ajantasaisuus saadaan ylläpidettyä keskitetyssä kirjastossa paremmin tämän opinnäytetyön liitteenä olevan kirjastojen ylläpidon ohjekortin mukaisella ylläpitomenettelyllä.

13.4 Kustannukset

Kehityshankkeen suunnitteluvaiheen kustannukset tilaajayritykselle muodostuvat suunnittelukokouksista, haastatteluista ja palaverista. Kehityshankkeen suurimmat kustannukset painottuvat hakutyökalun sekä kirjaston implementointivaiheeseen, johon sisältyy DocStarter-ohjelman laajennuksen lopullinen suunnittelu ja kehitys sekä yrityksen olemassa olevien kirjastojen tarkastaminen sekä tuominen osaksi automatisoitua kirjastoa. Kehityshankkeen kustannusten lisäksi epäsuoria kustannuksia tilaajayritykselle tulee automatisoidun kirjaston ylläpidosta sekä päivittämisestä.

Tarkemmat kustannuslaskennat ja lopulliset päätökset automatisoitujen kirjastojen DocStarter-implementoinnista tullaan tekemään tilaajayrityksessä myöhemmin. Lisäksi mahdolliset vaihtoehtoiset kehityshankkeen rahoitukset selvitetään tilaajayrityksen sisällä myöhempänä ajankohtana.

14 Johtopäätökset

Tilaaajayrityksen sisäisten selvitysten perusteella voidaan todeta, että kehityshankkeen implementoinnilla saavutetaan selkeä taloudellinen sekä laadullinen hyöty yrityksen konsulttitoiminnassa. Automatisoitu suunnittelukirjasto helpottaa ja tehostaa suunnittelijoiden työtä tehden suunnitelmien laadinnasta tehokkaampaa ja laadukkaampaa.

Tilaaajayrityksen ulkopuolisten selvitysten ja haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että kehityshankkeen implementoinnilla sekä sen tuomisella osaksi tilaaajayrityksen kehittämän DocStarter-ohjelman kaupallista liiketoimintaa, saadaan olevien ja potentiaalisten asiakkaiden konsulttitoiminnan tarpeisiin vastattua paremmin ja siten ohjelmiston myyntiä tehostettua. Lisäksi kehityshankkeen implementointi avaa tilaaajayritykselle uusia kaupallisia mahdollisuuksia automatisoitujen kirjastojen sekä käyttöönoton teknisen toteutuksen osalta.

Kehityshankkeen selvitysten perusteella voidaan todeta, että automatisoitujen kirjastojen implementoinnilla saavutetaan selkeä liikevaihdollinen hyöty tilaaajayritykselle ja että kehityshankkeen implementointi on suositeltavaa. Kehityshankkeen implementoinnin lopullinen päätös tehdään tilaaajayrityksen sisällä myöhempänä ajankohtana.

Lähteet

Edilex-palvelun verkkosivut, 2023

<https://www.edilex.fi/> viitattu 16.8.2023

Finlex-palvelun verkkosivut, 2023

<https://www.finlex.fi> viitattu 17.8.2023

Hilti Oy palokatkovalitsin verkkosivut, 2023

<https://www.hilti.fi/content/hilti/E1/FI/fi/business/business/engineering/fire-protection/firestop-selector.html> viitattu 24.9.2023

ProdLib Oy verkkosivut, 2023

<https://www.prodlib.com/> viitattu 25.9.2023

Rakennustieto Oy:n verkkosivut, 2023

<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ry/> viitattu 20.8.2023

Sisäilmayhdistys ry:n verkkosivut, 2023

<https://www.sisailmayhdistys.fi/> viitattu 18.9.2023

Suomen Rakennusinsinöörien liitto Oy:n verkkosivut, 2023

<https://www.ril.fi/> viitattu 18.9.2023

Tekla Structures verkkosivut, 2023

<https://www.tekla.com/products/tekla-structures> viitattu 27.9.2023

Würth Oy palokatkovalitsin verkkosivut, 2023

<https://palokatko.wurth.fi/public/app/Palokatkovalitsin> viitattu 24.9.2023

Ympäristöministeriön verkkosivut, 2023

<https://ym.fi/rakentamismaaraykset> viitattu 15.8.2023

Liitteet

Liite 1: Haastattelupohja

Tilaajayrityksen sisäisissä sekä ulkoisten henkilöiden haastatteluissa käytetty haastattelupohja.

COPLA

Dwg-kirjastojen automatisointi DocStarter ohjelmalla

DocStarter kehityshanke

YAMK opinnäytetyö, Sami Kaikkonen

COPLA OY HAASTATTELU

DocStarter kehityshanke

Aika: 2.6.2023 klo

Paikka: Ruosilantie 14, 00390 Helsinki

Läsnä:

Sami Kaikkonen

Copla Oy

046 923 1988

1 OPINNÄYTETYÖ

Käydään läpi lyhyt johdanto työstettävästä opinnäytetyöstä sekä sen tavoitteista.

Miksi olemme tässä?

2 HAASTATTELU

2.1 Rooli ja tehtävä omassa yrityksessä

2.2 Oma Docstarterin käyttö päivittäisessä työssä

2.2.1 Tekemäsi asiakirjat

2.2.2 DocStarterin havaitut hyvät ja huonot puolet

2.2.3 Kehittämisideat DocStarterille

COPLA

Sami Kaikkonen, puh. 046 923 1988

HAASTATELUN

~~Kehityshanke~~

2.6.2023

2 (2)

Projekti: xxx

2.3 Rakennesuunnittelu omassa yrityksessä

2.3.1 Oma rooli rakennesuunnittelussa

2.3.2 Yleisimmät rakennesuunnittelu projektit

2.3.3 Suunnittelutyön mahdolliset kompastuskivet

2.3.4 Useimmin toistuvat periaatesuunnitelmat

2.3.5 Automatisointi

2.3.5.1 Automatisoitavaksi sopivat suunnitelmat

Periaatekuvat? Mallipohjat?

2.3.5.2 Projektikohtaiset suunnitelmat

3 KYSYMYKSIÄ KEHITYSHANKKEESTA

4 HAASTATELUN PÄÄTTÄMINEN

Päätetään haastattelu klo

Liite 2: Ylläpidon ohjekortti

Automatisoitujen kirjastojen ylläpitoon laadittu ohjekortti.

COPLA

Sami Kaikkonen, puh. 046 923 1988

OHJEKORTTI

Suunnittelu

5.9.2023

1 (3)

Projekti: ~~WZ~~

RAKENNEKIRJASTO YLLÄPIDON OHJEKORTTI

YAMK opinnäytetyö mallipohja

Vastuhenkilö: Sami Kaikkonen
Kirjaston osa: Rakennesuunnittelu, ...
Viimeksi päivitetty: 5.9.2023
Tarkastusväli: Neljännesvuosittain

1 LÄHDEKIRJALLISUUS

Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakennuslaki (132/1999)

Tekniset vaatimukset rakenteiden lujuus, vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturva, esteettömyys, ääniteknikka ja energiatehokkuus.

<https://www.edilex.fi/> <https://www.finlex.fi/fi/>

Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset (RYL)

~~SisäRYL, BunkoRYL, MaalausRYL, InfraRYL, KiinteistöRYL, MaaRYL, TalotekniikkaRYL ja KorjausRYL~~

Rakennustieto Oy, RT-kortisto

"Listaus kirjaston osan mukaisista RT-korteista."

Suomen Rakennusinsinöörin liitto (RIL)

"Listaus kirjaston osan mukaisista RIL-kirjoista."

Sisäilmäyhdistys ry

"Listaus kirjaston osaan liittyvistä Sisäilmäyhdistyksen ohjeistuksista"

Muut mahdolliset lähdekirjallisuudet

"Listaus mahdollisista muista lähdekirjallisuuksista, esim. tuotetoimittajien asennusohjeet"

2 KIRJASTON TARKASTUS

2.1 Kirjaston osan ensimmäinen tarkastus

Tarkastettaessa kirjaston osaa ensimmäistä kertaa, tulee kirjastoon lisättyjen piirustusten teknisten ratkaisujen oikeellisuus ja ajantasaisuus tarkastaa lähdekirjallisuuden mukaisesti.

Mahdollisissa lähdekirjallisuuden ristiriitatilanteissa noudatetaan aina ensisijaisesti rakennuslakia.

Erikoissuunnittelun tapauksissa, joissa suunniteltua korjaustapaa ei löydy sellaisenaan lähdekirjallisuudesta, tulee korjaustapojen noudattaa rakennuslakia sekä rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

2.2 Kirjaston osan jatkuvat tarkastukset

Uudelleen tarkastettaessa kirjaston osaa, verrataan lähdekirjallisuuden viimeisimpien versioiden päiväyksiä kirjaston osan viime tarkistuksen päiväyksiin. Kirjaston osan teknisten ratkaisujen oikeellisuus ja ajantasaisuus tarkastetaan niiltä osin, joissa lähdekirjallisuus on päivitetty kirjaston osan viimeisimmän tarkistuksen jälkeen.

Mahdollisissa lähdekirjallisuuden ristiriitatilanteissa noudatetaan aina ensisijaisesti rakennuslakia.

Erikoissuunnittelun tapauksissa, joissa suunniteltua korjaustapaa ei löydy sellaisenaan lähdekirjallisuudesta, tulee korjaustapojen noudattaa rakennuslakia sekä rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

3 LÄHDEKIRJALLISUUDEN PERUSTEELLA TEHDYT MUUTOKSET

3.1 Rakennuslain mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.2 mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.3 RT-kortiston mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.4 RIL-kirjallisuuden mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.5 Muun lähdekirjallisuuden mukaan tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

3.6 Muut tehdyt muutokset:

”Tehtyjen muutosten kuvaus.”

COPLA

Sami Kaikkonen, puh. 046 923 1988

OHJEKORTTI

Suunnittelu

5.9.2023

3 (3)

Projekti: ~~WZ~~

4 TARKASTUKSEN TEKIJÄN ALLEKIRJOITUS

Sami Kaikkonen
Copla Oy
Ruosilantie 14 A 00390 Helsinki
Puhelin: 046 923 1988
Sähköposti: sami.kaikkonen@copla.fi
www.copla.fi

Liite 3: Mallikirjasto

Automatisoitavien kirjastojen mallikirjasto vesikattojen rakennetyypeistä sekä rakennedetaljeista.

RAK

LUONNOSUUNNITTELU

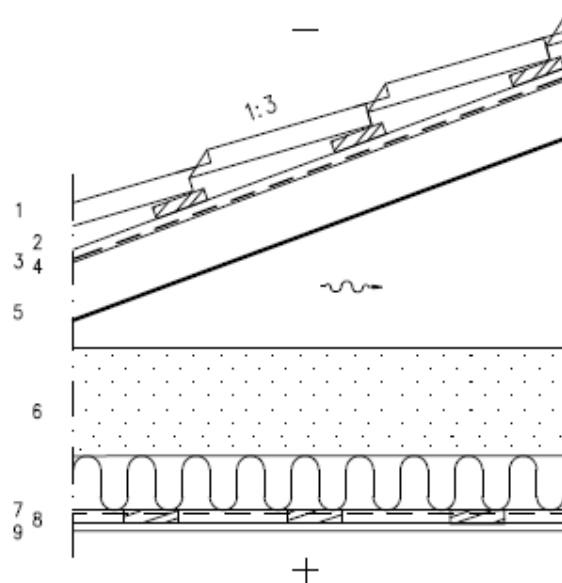
K.O.S.A. n/a	KORTTELITILA n/a	TONTTI/IRNo n/a	RAKENNUSLUVAN TUNNUS n/a	RATU n/a
RAKENNUSLOMENPIDE MUUTOS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE MALLIKIRJASTO Katuosoite Postinumero, kaupunki			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Vesikattosaneeraus tasakatot Rakennustyypit ja rakennedetailit	MITTAKAAVAT 1:10
YRITYS COPLA OY Ruosilantie 14 00390 HELSINKI PÄIVÄYS n/a	SUUNNITTELIJAN ALLEKIRJOITUS _____ SUUNNITTELIJA JA PUH.No Sami Kalkkonen, p. 046 923 1985		SUUN,ALA RAK	PIIR.No MUUTOS PRD Tu xyz

Alustava mallikirjasto, vesikatot.dwg

Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus harjakatot Sisällysluettelo	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	
	Päiväys	Tekijä

1. YP	Harjakatto, eristetty yläpohja, vesikatteen uusinta, profiilipelti
2. YP	Harjakatto, kylmä varasto, vesikatteen uusinta, profiilipelti
3. DET.	Harjakatto, eristetty yläpohja, räystäsdetalji, profiilipelti
4. DET.	Harjakatto, eristetty yläpohja, päätyräystäsdetalji, profiilipelti
5. DET.	Harjakatto, eristetty yläpohja, harjadetalji + läpiviennit, profiilipelti
6. DET.	Harjakatto, eristetty yläpohja, pellitysdetalji, profiilipelti
7. DET.	Harjakatto, eristetty yläpohja, yläpohjan palokatkedetalji
8. DET.	Harjakatto, yläpohjaluukun asennus, profiilipelti
9. DET.	Harjakatto, savupiipun juuripellityksen asennus
10. DET.	Harjakatto, kattosillan asennus, profiilipelti

Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Vesikatteen uusinta, profiilipelti	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	
	Päiväys	Tekijä YP



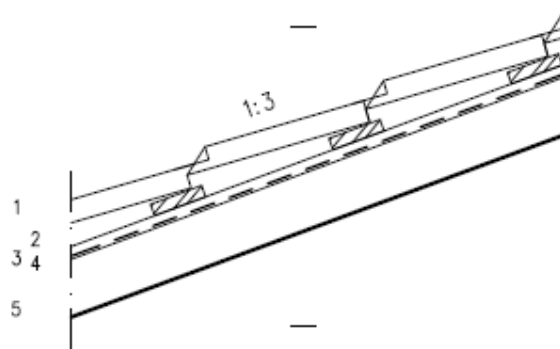
- | | | |
|-------|---|---|
| | 1 | Muotopeltikate |
| 32 mm | 2 | Ruodelaudoituus 32x100, jako kateen valmistajan ohjeen mukaan |
| 32 mm | 3 | Korokerimat $\geq 32 \times 50$ kattokannattajan kohdalla |
| | 4 | Aluskate |

- | | | |
|--|---|---|
| | 5 | Kattoristikot k900, tuuletettu ilmatila |
| | 6 | Lämmöneriste puhallusvilla |
| | 7 | Höyrynsulkumuovi |
| | 8 | Koolaus 25x100 k300 |
| | 9 | Sisäverhou levy 13mm |

Nykyinen rakenne

Vanha varttikate alusrakenteineen puretaan vanhoihin kattoristikoihin saakka.

Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, kylmä varasto Vesikatteen uusinta, profiilipelti
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä YP



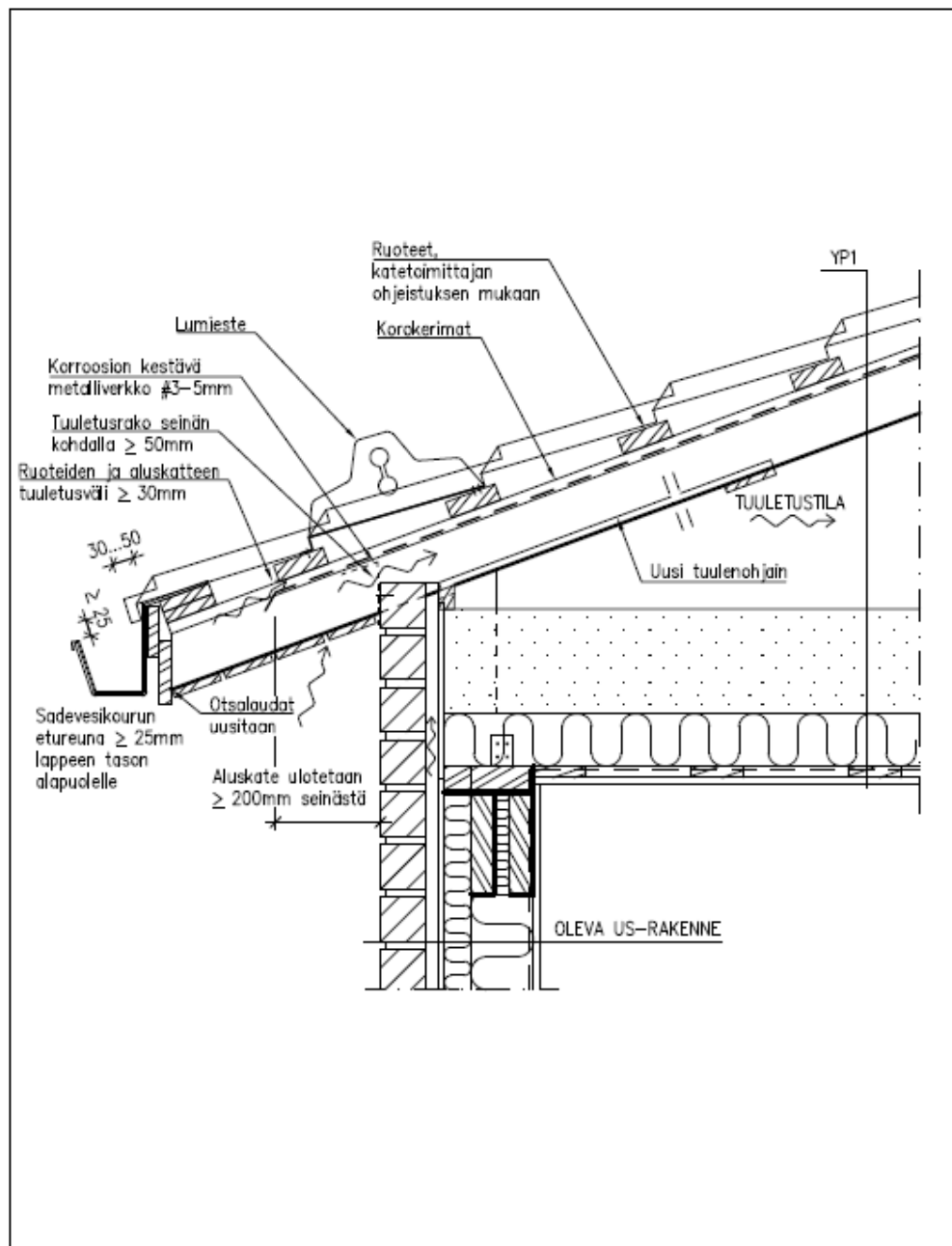
- 1 Muotopeltikate
- 32 mm 2 Ruodelauditus 32x100, joko kateen valmistajan ohjeen mukaan
- 32 mm 3 Korokerimat $\geq 32 \times 50$ kattokannattajan kohdalla
- 4 Aluskate

5 Kattokannattajat k900

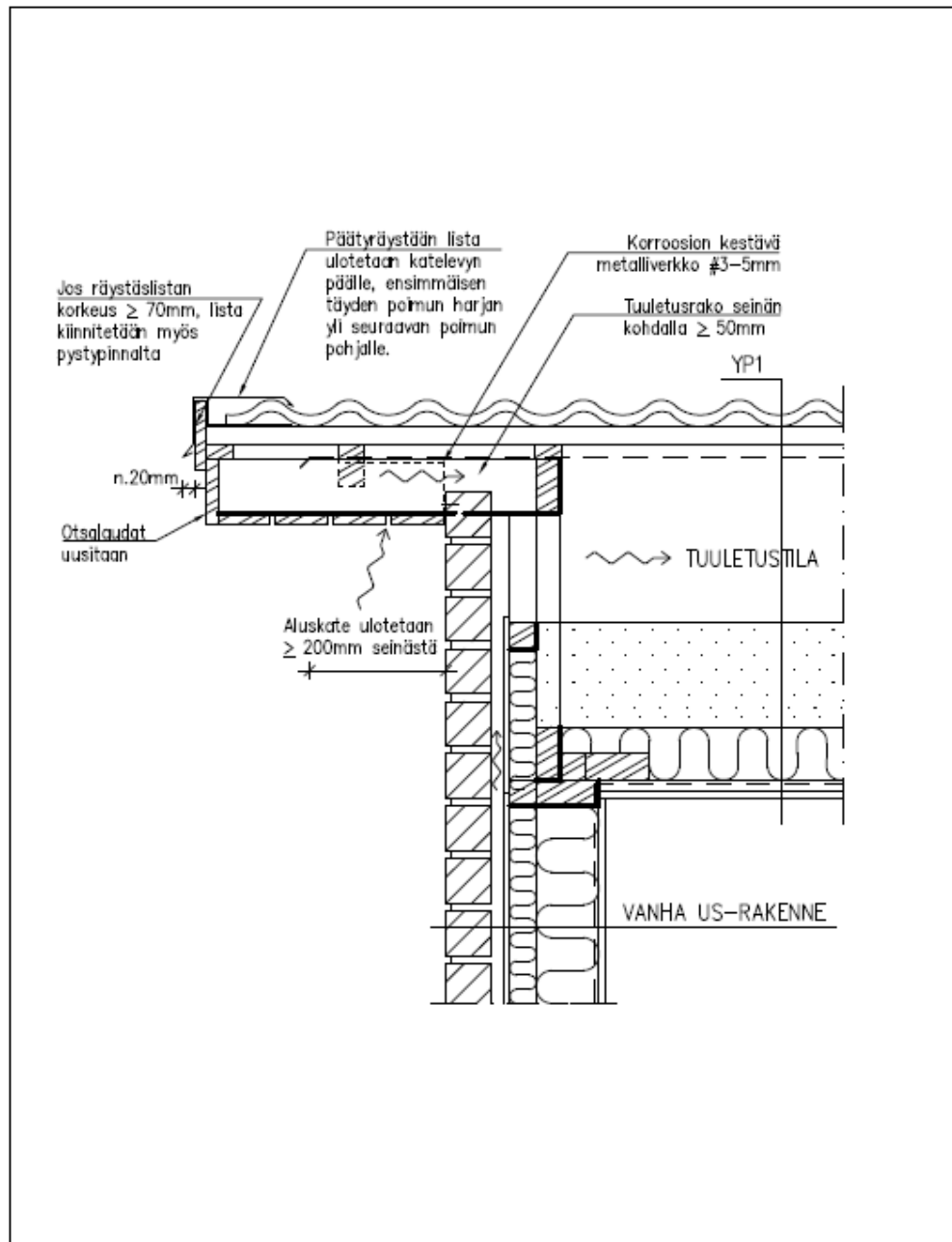


Vanha varttikate alusrakenteineen puretaan vanhoihin kattokannattajiin saakka.

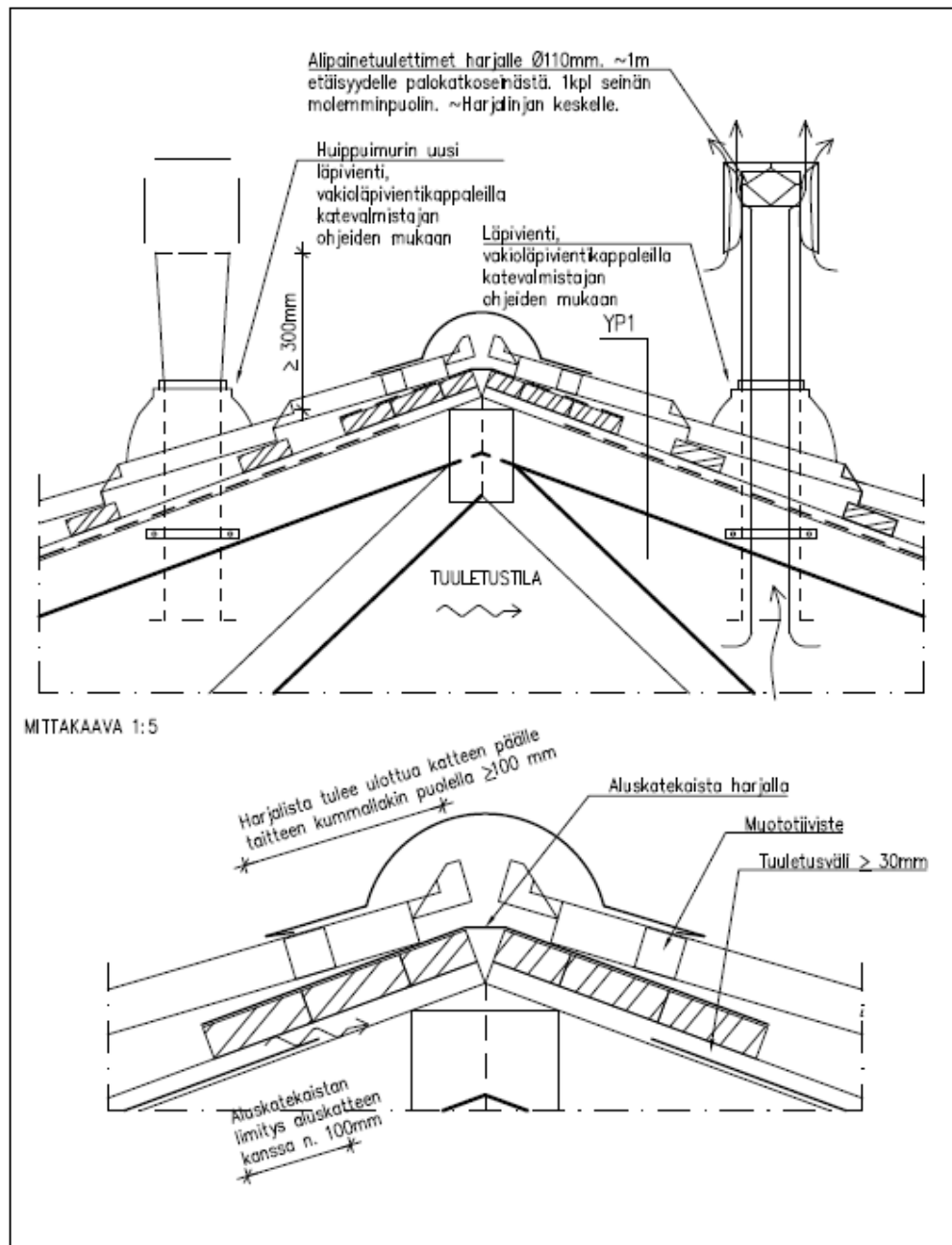
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Räystäsdetalji, profiilipelti
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä DET.



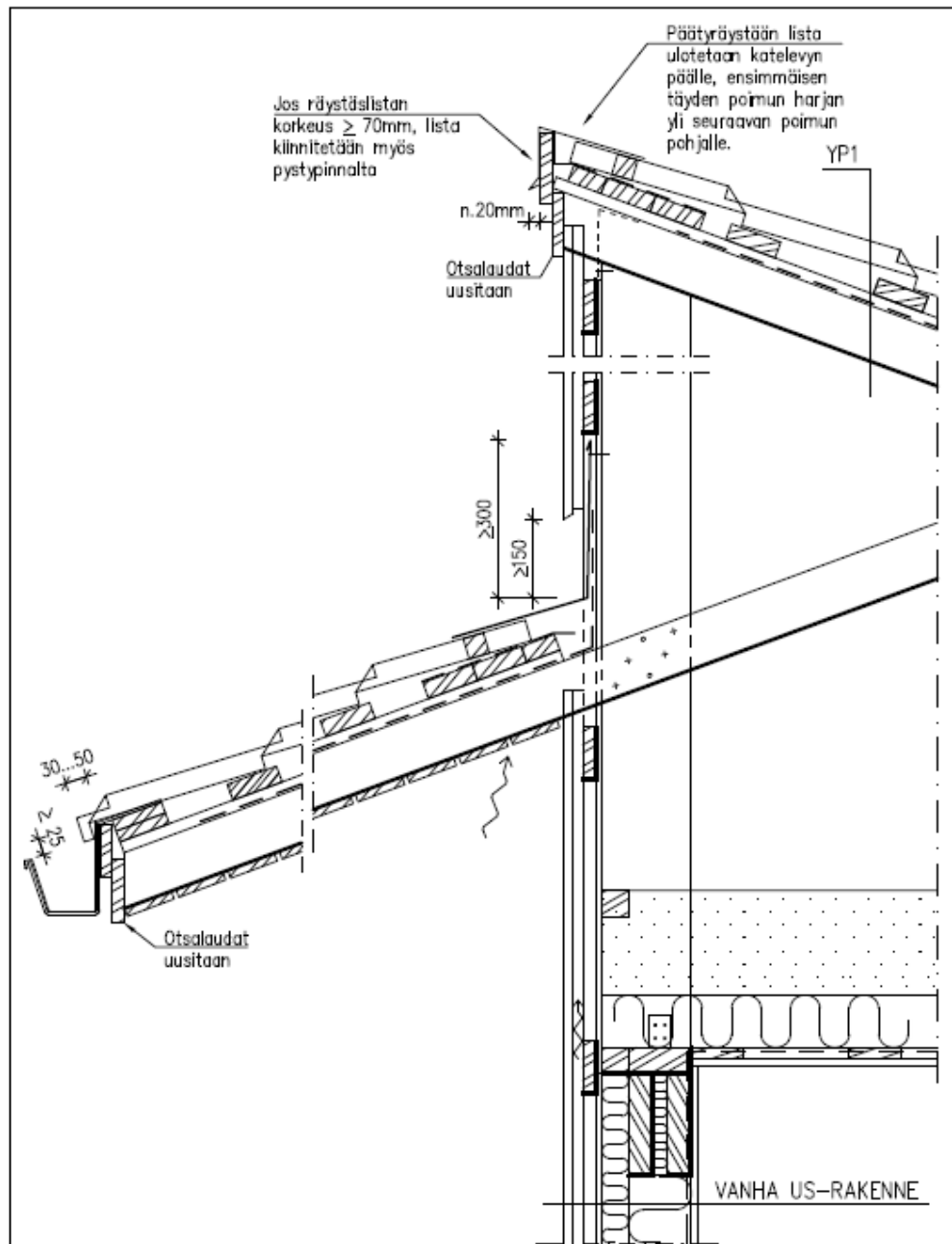
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Päätyräystäsdetali, profiilipelti
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
	DET.



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Harjadetalji + läpiviennit, profiilipelti
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
	DET.



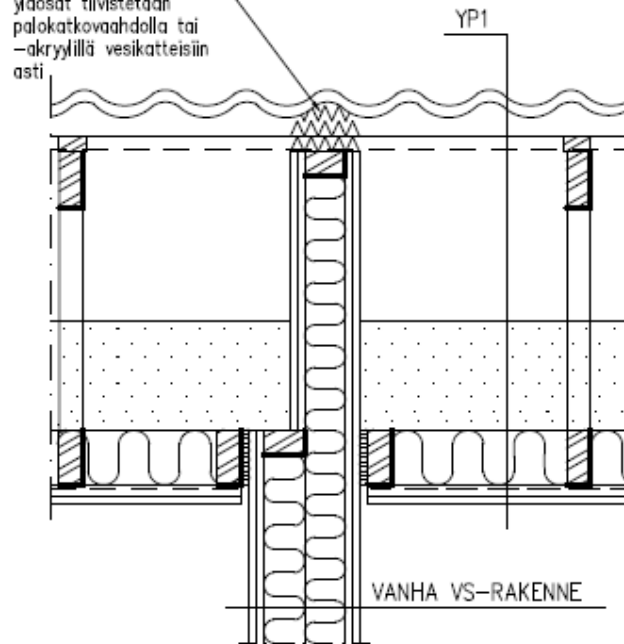
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Pellitysdetalji, profiilipelti
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
DET.	



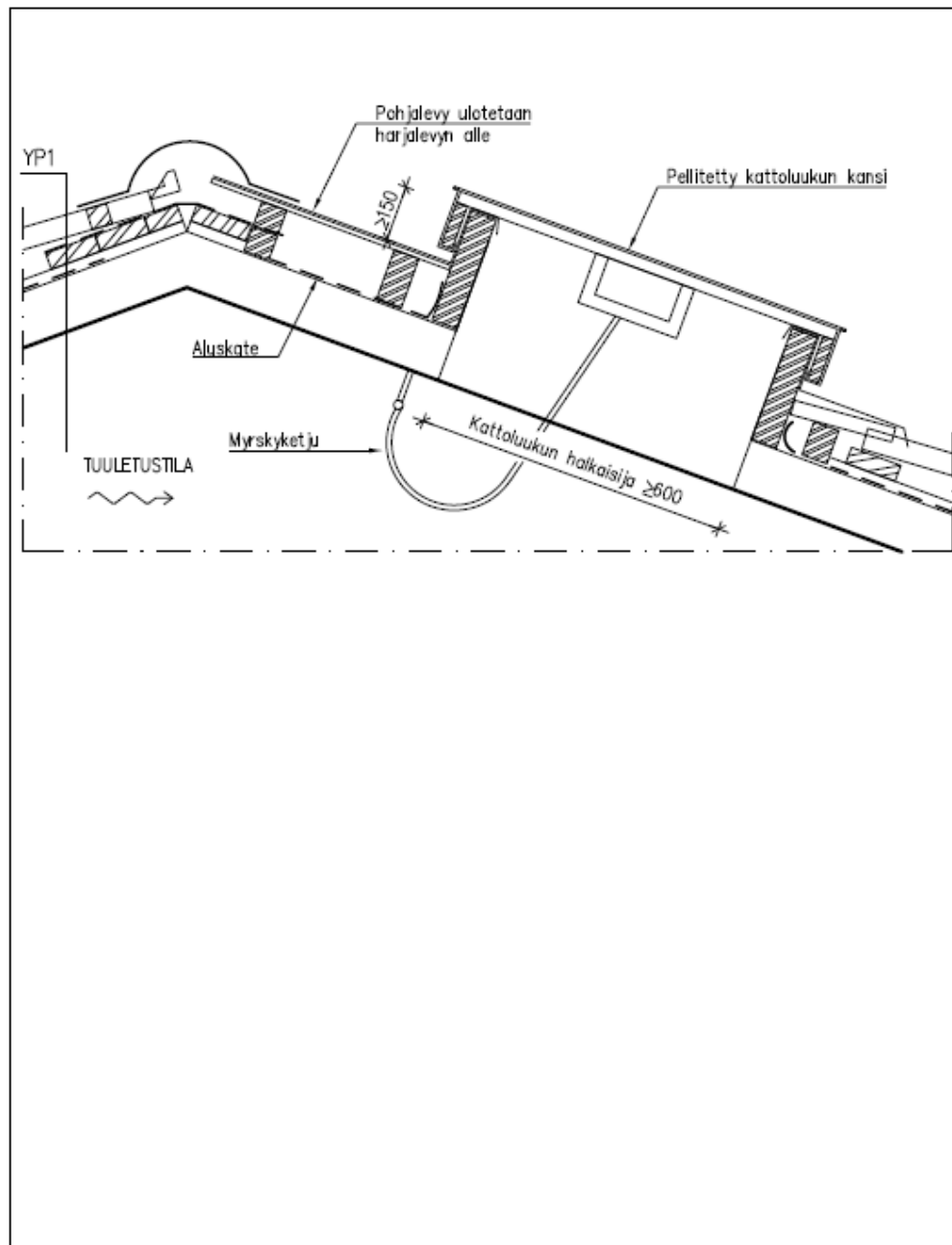
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto, eristetty yläpohja Yläpohjan palokatko­detalji
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
	DET.

Ole­mas­sa ole­van palokatko­seinän saumojen tiivistys palokatkoakryy­lillä (Hilti CFS-S ACR) tai palokatko­vaahdolla (Hilti CFS-F FX)

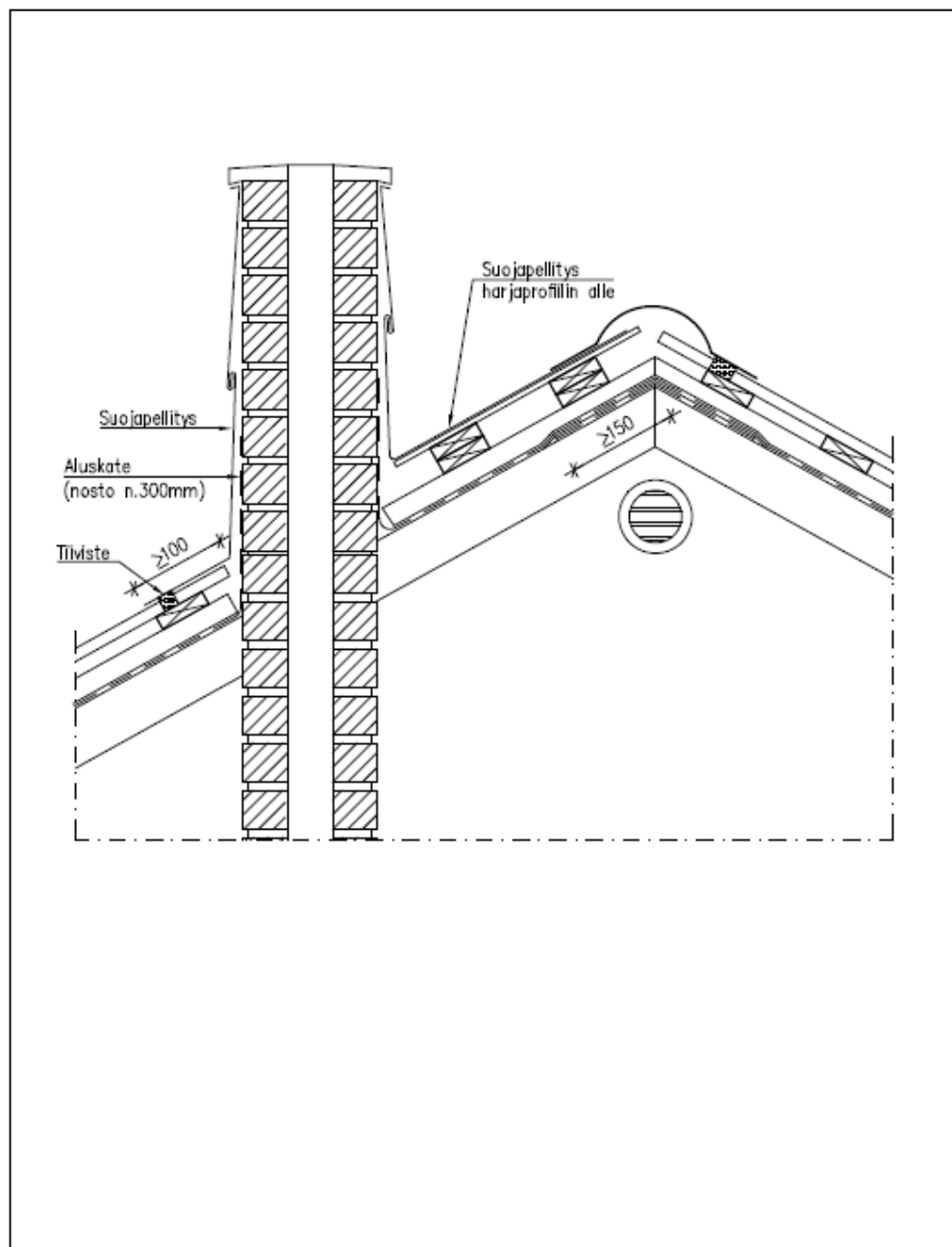
Palo-osastointi seinien yläosat tiivistetään palokatko­vaahdolla tai -akryy­lillä vesikatteisiin asti



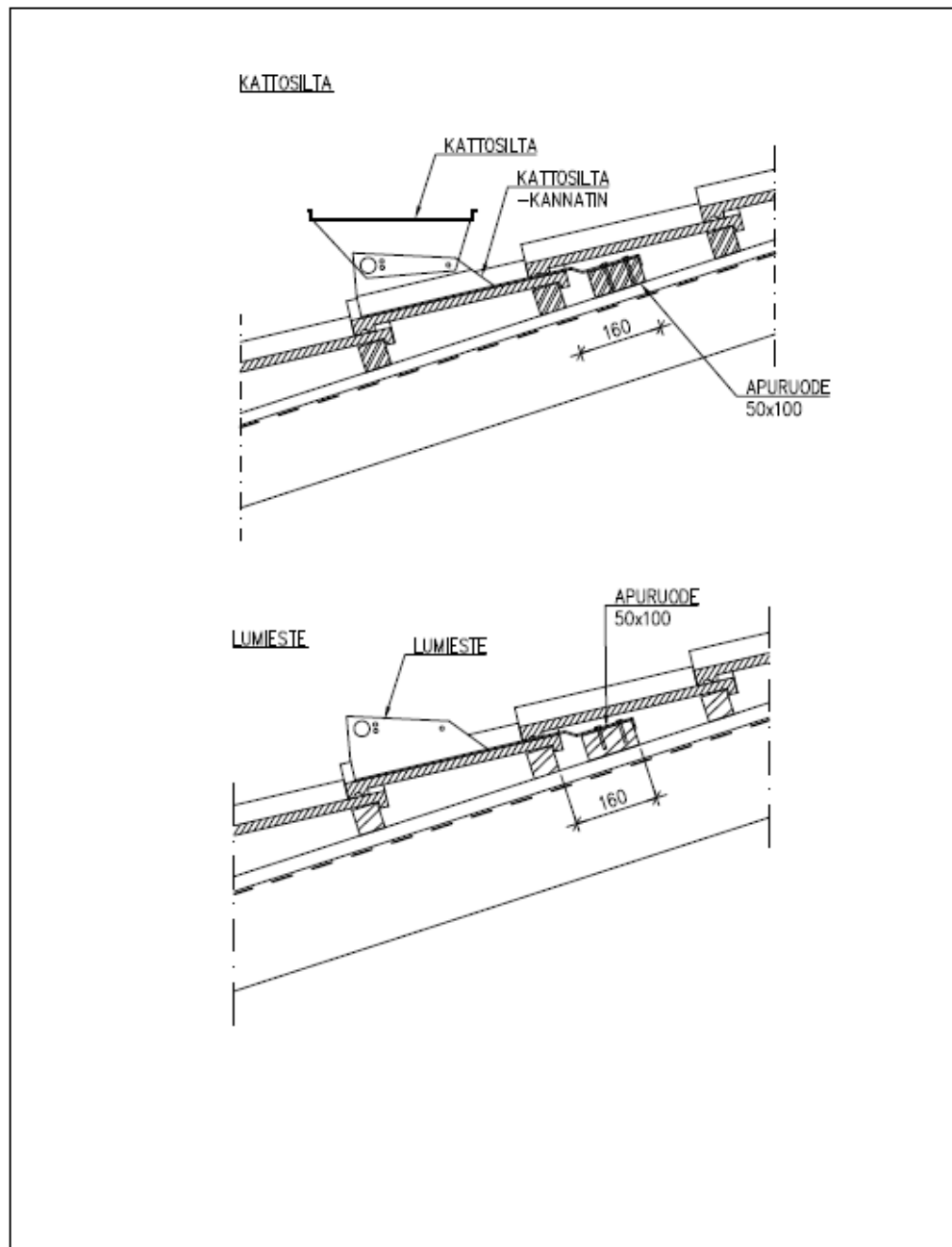
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto Yläpohjaluukun asennus, profiilipelti	
Suunnittelija Copla Oy Ruusilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	DET.
	Päiväys	



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto Savupiipun juuripellitysten asennus	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	DET.
Päiväys	Tekijä	



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Harjakatto Kattosillan asennus, profiilipelti	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	DET.
Päiväys Tekijä		



RAK

LUONNOSSUUNNITTELU

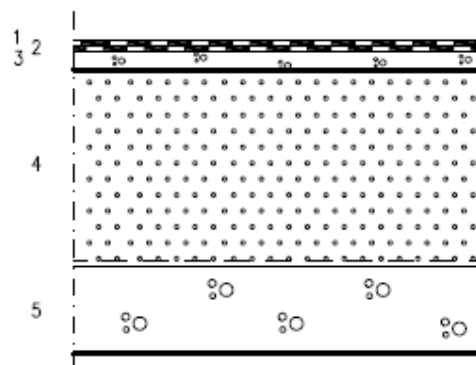
K.OSA n/a	KORTTELITILA n/a	TONTTIRNo n/a	RAKENNUSLUVAN TUNNUS n/a	RATU n/a
RAKENNUSLOMENPIDE MUUTOS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE MALLIKIRJASTO Katuosoite Postinumero, kaupunki			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Vesikattosaneeraus tasakatot Rakennstyyppi ja rakennedetaiit	MITTAKAAVAT 1:10
YRITYS COPLA OY Ruosllantle 14 00390 HELSINKI	SUUNNITTELIJAN ALLEKIRJOITUS		SUUN,ALA RAK	PIIR.No MUUTOS
PÄIVÄYS n/a	SUUNNITTELIJA JA PUH.No Sami Kalkkonen, p. 046 923 1986			PRO Tu xyz

Alustava mallikirjasto, vesikatot.dwg

Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus tasakatot Sisällysluettelo	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	
	Päiväys	Tekijä

1. YP	Tasakatto, kerrin uusinta, vanhan polsto
2. YP	Tasakatto, kerrin uusinta, vanhan pesu
3. YP	Tasakatto, kerrin uusinta, kaatokorjaus
4. YP	Tasakatto, betonikiveys, salaojamatto
5. DET.	Tasakatto, räystäskorjaus
6. DET.	Tasakatto, kerrin seinälenosto
7. DET.	Tasakatto, kattokaivon asennus
8. DET.	Tasakatto, alipainetuulettimen asennus
9. DET.	Tasakatto, huoltoluukun asennus
10. DET.	Tasakatto, yhteiskanavapuhaltimen asennus

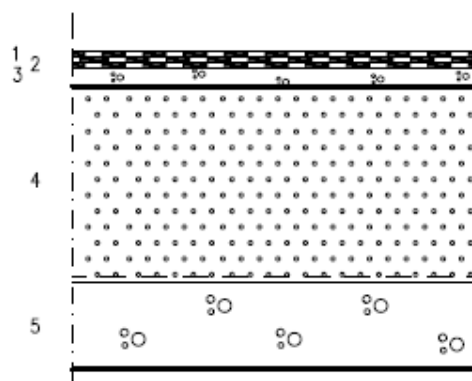
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Kermin uusinta, vanhan poisto
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä YP



- 1 Vedeneristys käyttöluokka VE80, kaksi kermiä (modifioidut kumibitumikermit)
- 2 Oleva bitumikerrieristys
- 3 Oleva pintabetonilaatta
- 4 Oleva kevytsoratäyte
- 5 Oleva kantava teräsbetonilaatta

Oleva vedeneriste poistetaan ja pintalaatta puhdistetaan mekaanisesti ennen uusien kermien asennuksia.

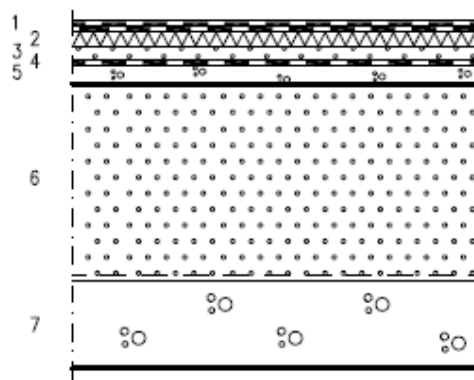
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Kermin uusinta, vanhan pesu
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä YP



- 1 Vedeneristys käyttöluokka VE80, kaksi kerhtiä (modifioidut kumibitumikermit)
- 2 Oleva bitumikerrieristys
- 3 Oleva pintabetonilaatta
- 4 Oleva kevytsoratäyte
- 5 Oleva kantava teräsbetonilaatta

Oleva vedeneriste puhdistetaan ennen uusien kermien asennuksia.

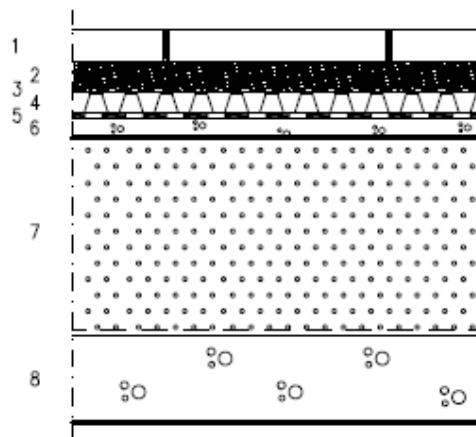
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Kermin uusinta, kaatokorjaus
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
	YP



- 1 Vedeneristys käyttöluokka VE80, kaksi kerriä (modifioidut kumibitumikermit)
- 2 Laakerivilla (kaatokorjaus)
- 3 Leca-sora (kaatokorjaus)
- 4 Oleva bitumikermitvedeneristys
- 5 Oleva pintabetonilaatta
- 6 Oleva kevytsoratäyte
- 7 Oleva kantava teräsbetonilaatta

Oleva vedeneriste puhdistetaan ennen kaatokorjausten asennuksia.

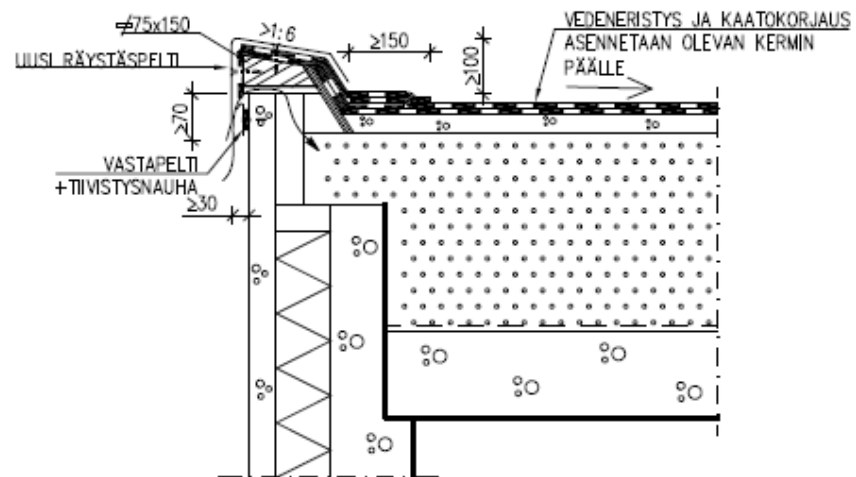
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Betonikiveys, salaojamatto
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä YP



- 1 Betonilaata
- 2 Asennushiekka
- 3 Suodatinkangas
- 4 Salaojamatto
- 5 Oleva bitumikermivedeneristys
- 6 Oleva pintabetonilaatta
- 7 Oleva kevytsoratäyte
- 8 Oleva kantava teräsbetonilaatta

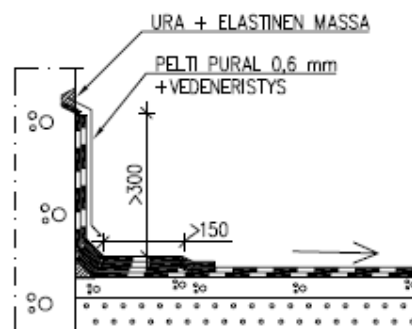
Oleva vedeneriste puhdistetaan ennen kaatokorjausten asennuksia.

Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Räystäskorjaus
Suunnittelija Copa Oy Ruusilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro
	Päiväys
	Tekijä
DET.	

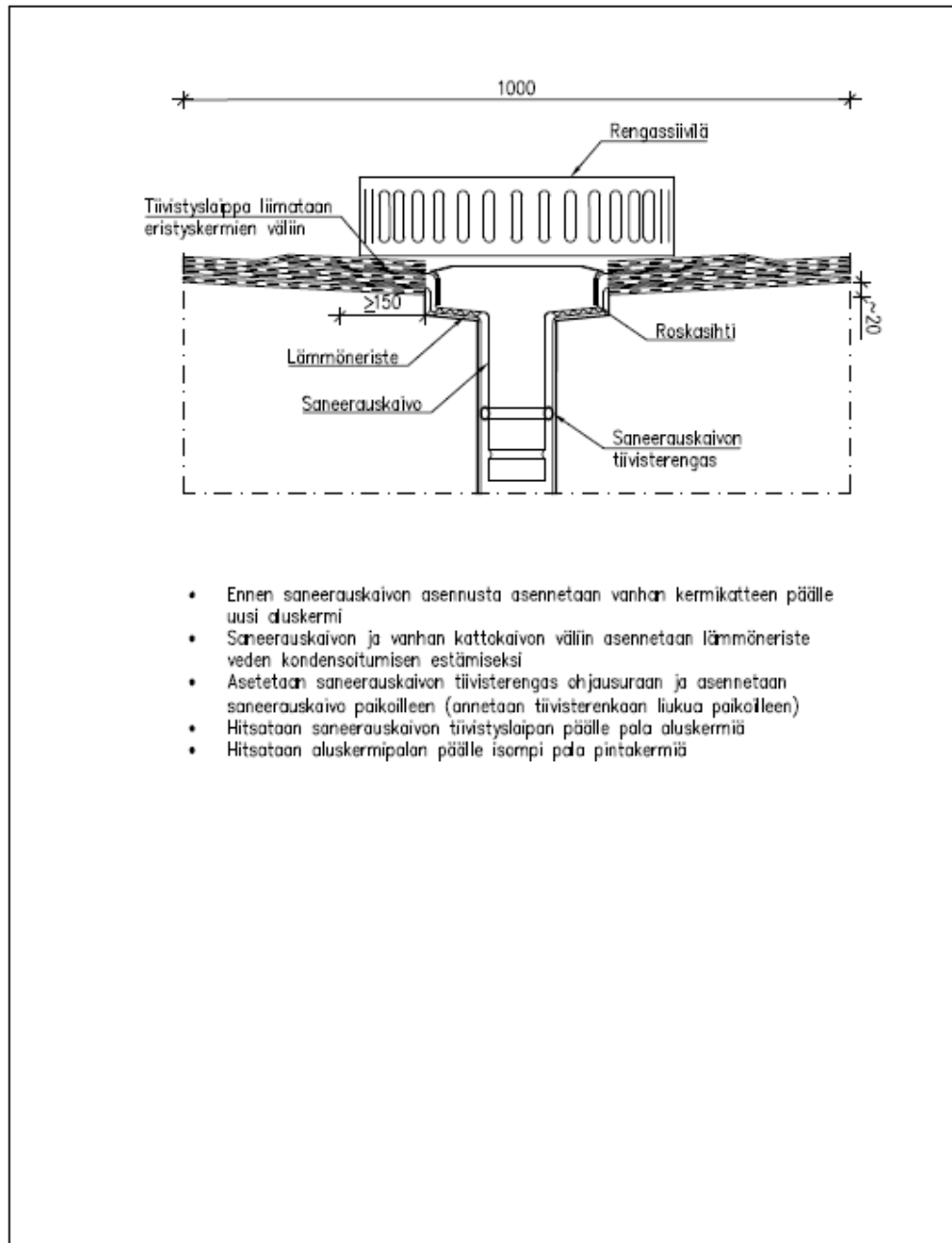


Räystään vastapeltinä voidaan käyttää monitoimipeltiä.

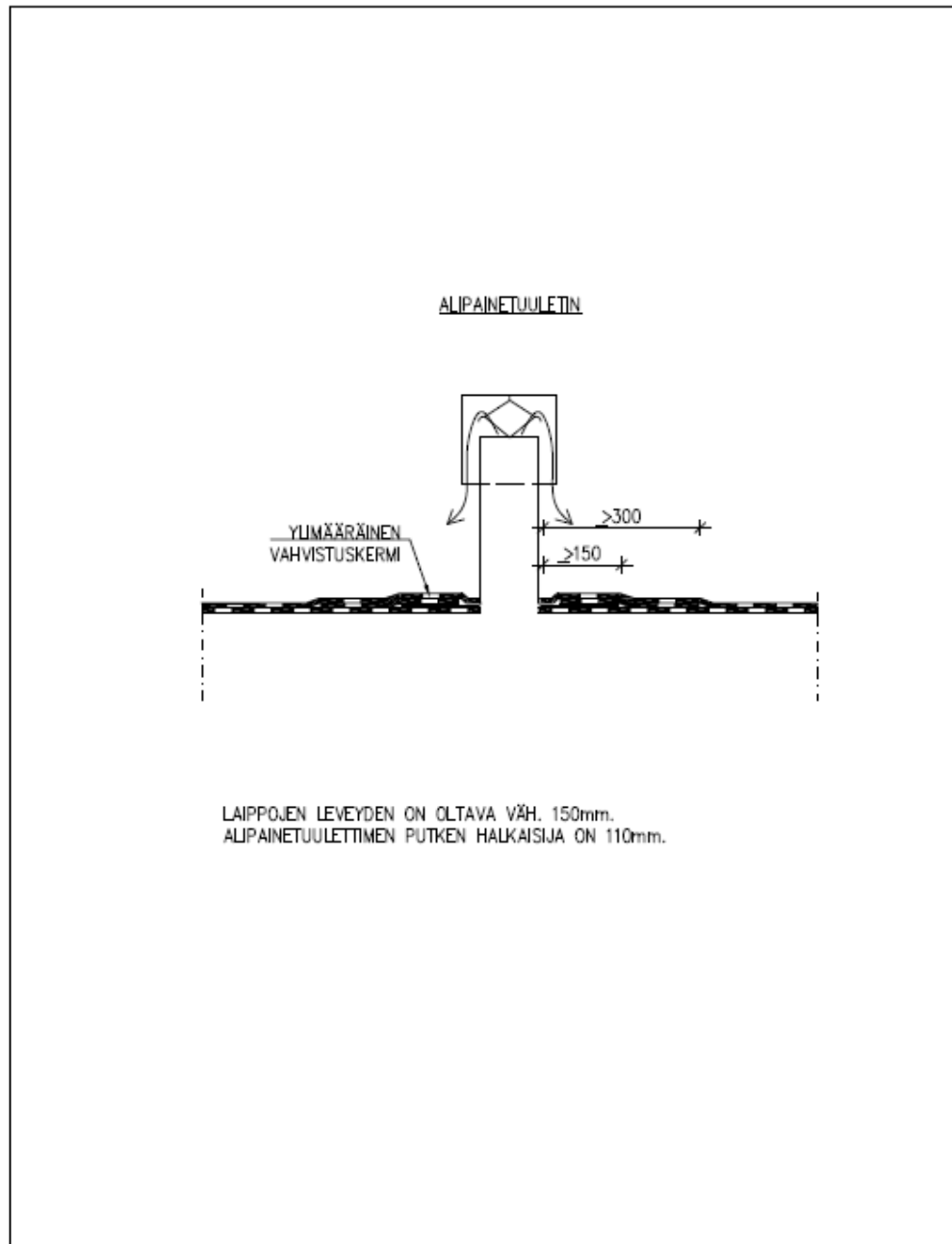
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Kermin seinällenosto
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
DET.	



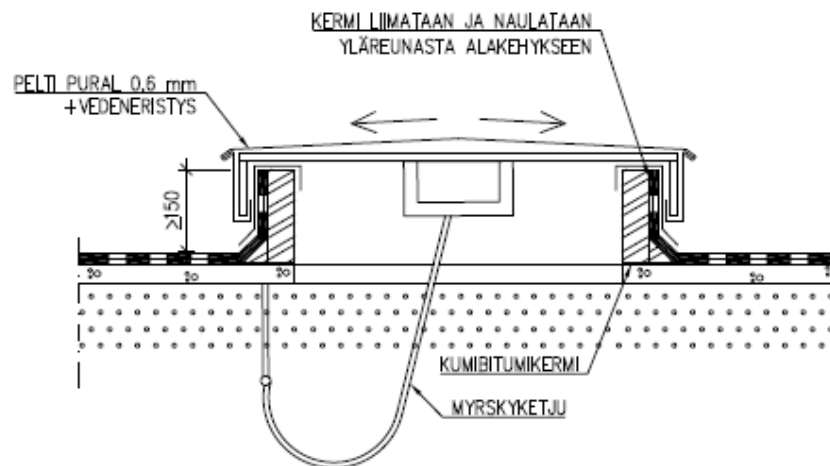
Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Kattokaivon asennus
Suunnittelija Copla Oy Ruusilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
	DET.



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Alipainetuulettimen asennus
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä
DET.	



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Huoltoluukun asennus	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro	DET.
	Päiväys	



Rakennuskohde MALLIKIRJASTO	Sisältö Vesikattosaneeraus Tasakatto Yhteiskanavapuhaltimen asennus	
Suunnittelija Copla Oy Ruosilantie 14 00390 HELSINKI	Työ nro Päiväys Tekijä	DET.

