

Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoiminen

Elias Hartikka

Opinnäytetyö

Joulukuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Hartikka, Elias	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi
	Sivumäärä 76	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoiminen		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Marko Viinikainen ja Jukka Konttinen		
Toimeksiantaja(t) Vahanen Jyväskylä Oy		
Tiivistelmä <p>KIRA-digi-hankkeet ovat ympäristöministeriön rahoittamia kehityshankkeita. KIRA-digi-hankkeiden tarkoituksena on kehittää kiinteistö- ja rakentamisalan digitalisaatiota. Hankkeiden tavoitteena on luoda tulevaisuudessa toimiva tiedonhallinnan järjestelmä kiinteistö- ja rakentamisalan tueksi. Toimiva tiedonhallinnan järjestelmä toteutetaan tuomalla julkinen, olemassa oleva informaatio kaikille helposti käytettäväksi. KIRA-digi hankkeiden aikana toteutetaan joukko kokeilu- ja pilottihankkeita, joissa kehitetään uusia innovaatioita digitalisaation toteuttamiseksi.</p> <p>Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoinnin pilottihanke toteutettiin selvitystyönä. Selvitystyön aikana tutkittiin olemassa olevien tietomallinnustyökalujen käyttömahdollisuuksia rakennusosien elinkaaren digitalisoinnissa. Rakennusosien elinkaaren määrittämis- ja mitoitusmenetelmiä selvitettiin kirjallisuuskatsauksena saatavilla olevan julkisen materiaalin avulla. Olemassa olevan elinkaari-informaation määrittämistä ja hyödyntämistä tutkittiin selvittämällä kohdehuoneen rakennusosien käyttöiät sekä huolto- ja kunnossapitojaksot.</p> <p>Hankkeen aikana löydettiin useita tapoja lisätä rakennusosien elinkaari-informaatiota kiinteistön tietomalliin. Elinkaari-informaation lisääminen tietomalliin automatisoidusti vaatii kuitenkin vielä suunnitteluohjelmien kehittymistä. Vaikka rakennusosien käyttöiän määrittämiseksi on useita eri menetelmiä, on edelleen epäselvää, kuinka käyttöikään vaikuttavat muuttujat voidaan muuttaa numeeriseen muotoon. Muuttujien numeerinen määrittäminen ja tietomallintamisen työkalujen kehittäminen ovat ensisijaisen tärkeitä kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoinnin onnistumiseksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Digitalisointi, elinkaari, käyttöikä, KIRA-Digi		
Muut tiedot		

Author(s) Hartikka, Elias	Type of publication Bachelor's thesis	Date Month Year Language of publication: Finnish
	Number of pages 76	Permission for web publication: x
Title of publication Digitalizing life cycle of products in real estates		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Viinikainen Marko and Jukka Konttinen		
Assigned by Vahanen Jyväskylä Oy		
Abstract <p>KIRA-digi project is an experimental project funded by Ministry of the Environment. The aim of the KIRA-digi project is to develop operating methods to support construction sector and built environment through digitalization. The operating methods are produced by bringing existing public information in an available and user-friendly form to everyone. During the KIRA-digi project there will be several experimental projects to develop new innovations for producing digitalized information to support construction sector and built environment.</p> <p>One part of KIRA-digi project is an experimental project on digitalizing the product life cycle. The project on digitalizing the product life cycle is a pilot project produced as an information study. The project studied what current BIM- and IFC-software are capable doing in digitalizing the product life cycle. The methods of determining the product life cycle were produced as a literature study using existing public information.</p> <p>During the project several ways were found to produce product life cycle information manually in the IFC-model. Even though several ways were found to produce life cycle information manually, the designer software needs to be developed for producing life cycle information automatically. During the project several methods were discovered to determine the product life cycle. The found methods included variables; however, it is still unclear how to transform these variables into a numeric form to use in a calculations. In the future, the priority of digitalizing the product life cycle is to develop designer software and to determine life the cycle variable in numeric form.</p>		
Keywords/tags (subjects) Product life cycle, life cycle, digitalization, KIRA-digi, life cycle information		
Miscellaneous		

Sisältö

Sanasto	4
1 Johdanto	7
1.1 Työn lähtökohdat	7
1.2 Vahanen Jyväskylä Oy	8
1.3 Tavoitteet ja rajaukset.....	8
1.4 Tutkimus- ja analyysimenetelmät	9
2 Rakennusosien elinkaari	10
2.1 Elinkaarisuunnittelu.....	10
2.2 Elinkaarisuunnittelun päätehtävät.....	14
2.3 Teoreettinen elinkaari	14
2.3.1 Rajatilas suunnittelu.....	14
2.3.2 Käyttöikämitoituksen menetelmät.....	16
2.4 Ylläpidon vaikutus	22
2.4.1 Huoltokirja	24
2.5 Realistinen elinkaari	27
3 Digitalisoiminen	28
3.1 Määritelmä	28
3.2 Työkalut	29
3.2.1 Tekla Structures	29
3.2.2 Solibri Model Checker.....	30
3.2.3 Autodesk Revit.....	32
3.3 Vaiheet ja vastuut.....	35
3.4 Tietomalli.....	36
4 Kiinteistön datalähde	37
4.1 Materiaalidatatieto	37
4.1.1 COBie-data ja SPie tuotepohjat	38

	2
4.1.2	SPie -datan Excel taulukon käyttäminen 41
4.1.3	Prodlib – kirjasto..... 42
4.2	Reaaliaikaisuus 43
5	KIRA-Digi kokeiluhanke..... 44
5.1	Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoiminen 44
5.2	Tiedonsiirto tietomallin ja informaatiolähteen välillä..... 44
5.3	Avoin rajapinta 47
6	Käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa..... 49
6.1	Ennakoiva huoltokirja..... 49
6.2	Ennakoiva kustannusseuranta..... 50
7	Yhteenveto..... 51
8	Pohdinta..... 53
9	Lähteet..... 56
Liitteet 58
Liite 1.	RIL216-2013 taulukko 4.23 58
Liite 2.	Lämpö- ja kosteustekninen laskelma heinäkuu 59
Liite 3.	Lämpö- ja kosteustekninen laskelma heinäkuu muunnettu..... 60
Liite 4.	Lämpö- ja kosteustekniset laskelmat marraskuu 61
Liite 5.	Lämpö- ja kosteustekninen laskelma marraskuu muunnettu 62
Liite 6.	COBie-data Type - välilehti..... 63
Liite 7.	Massadatan käyttö kiinteistöjen huoltojen ennakkoinnissa 66
Liite 8.	Rakennusosien käyttöiät ja kunnossapitajaksot..... 71

Kuviot

Kuvio 1	Rakennustuotteen ja rakennuksen elinkaari-prosessin pää- ja osavaiheet ja ohjeelliset aikajänteet (RIL 216-2013, 17)..... 11
Kuvio 2	Elinkaariajattelu (Myyryläinen 2008, 22). 23
Kuvio 3	Huoltokirjan laadinnan peruseriaatteet (Myyryläinen 2008, 43). 25

Kuvio 4 Solbri Model Checker luokittelu.....	31
Kuvio 5 Solibri Model Checker -informaatioreportointi	32
Kuvio 6 Autodesk Revit US3 Properties	33
Kuvio 7 Autodesk Revit US3 COBie-Data.....	34
Kuvio 8 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen.....	35
Kuvio 9 COBie-datan tallennusvaiheet Bill Eastin mukaan (East, B. 2013).....	39
Kuvio 10 Esimerkki kipsilevyn tuotepohjasta (East, W. E. 2013.)	41
Kuvio 11 Peikko Groupin Prodlib – kirjasto.....	43
Kuvio 12 Ehdotus tietomallinnuslisäosan tietokannasta	45
Kuvio 13 Kunnossapitojaksojen määrityksen periaate	50
Kuvio 14 Ennakoivan kustannusseurannan periaate	51

Taulukot

Taulukko 1 Standardin EN 1990 viitteellisiä käyttöikäluokkia (RIL 216-2013, 43).....	12
Taulukko 2 RIL 216 - ohjeen suunnitteluiän luokittelu (RIL 216-2013, 44).....	13
Taulukko 3 Käyttöikämitoituksen rajatilamenetelmän muuttujien vertailua statiikan rajatilamenetelmän muuttujiin. (RIL 216-2013, 117.)	15
Taulukko 4 Kertoimia käyttöikämitoitukseen RIL 216-2013 mukaan (RIL 216-2013, 133).....	19
Taulukko 5 Muuntokertoimien merkitys. (RIL 216-2013, 150).....	22
Taulukko 6 Ehdotus tuotetiedon jäsentelystä	46

Sanasto

Elinkaari

Rakenteen tai rakennuksen vuorovaikutteiset vaiheet raaka-aineiden hankinnasta loppukäsittelyyn (RIL 216-2013, 10).

Ennakoitu käyttöikä

Arvioitu rakenteen tai materiaalin käyttökelpoisuus aika. (Häkkinen, Vares, Vesikari & Karhu 2001, 10).

Käyttöikä

Käyttöönoton (eli valmistuksen tai asennuksen) jälkeinen ajanjakso, jolloin rakenne säilyttää käyttökelpoisuutensa asianmukaisesti huollettuna. (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje 2000, 1.)

Kunnossapito

Rakenteen ylläpitoon kuuluvaa toimintaa, jossa rakenteen ominaisuudet pidetään alkuperäisellä tasolla uusimalla tai korjaamalla vialliset osat muuttamatta rakenteen laatutasoa (Häkkinen, Vares, & Siltanen 2004, 12).

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje

Asiakirjakokonaisuus, joka sisältää suunnittelussa laaditut rakenteen ja kiinteistön elinkaaritalouden perusteet. Käyttö- ja huolto-ohjeeseen kootaan rakenteen kunnossapidon ja huollon lähtötiedot, ohjeet ja tehtävät asukkaille ja kiinteistön omistajalle. (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje 2000, 1.)

Rakennusosa

Rakennuksen osa, jota voidaan pitää itsenäisenä. Rakennusosa voi muodostua useista rakennustuotteista (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje 2000, 1).

Rasitusluokka

Kuvaa käytön ja ympäristön aiheuttamia olosuhteita (Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot 2008, 2).

Suunnittelukäyttöikä

Suunnittelun tuloksena asetettu käyttöikätaavoite rakennukselle tai rakenneosalle. Suunnittelukäyttöiän määrittää rakennuttaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä tai suunnittelija. (Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje 2000, 1.)

Talo 2000

Rakennusalan yhteistyönä syntynyt nimikkeistöjärjestelmä. Järjestelmässä on otettu huomioon rakennuksen osien elinkaaret. Talo 2000 -nimikkeistön tarkoitus on yhtenäistää ja parantaa rakennusprosessin osapuolten välistä tiedonsiirtoa. (Talo 2000-nimikkeistö 2008, 7.)

Tekninen käyttöikä

Rakenteelle määritetty käyttöikä käytettyjen materiaalien valmistajilta saatujen teknisten ominaisuuksien perusteella (Häkkinen, Vares, & Siltanen 2004, 12).

The OmniClass Construction Classification System (OCCS)

Yhdysvaltojen rakennusteollisuuden käyttämä tuotteiden luokittelusysteemi (East, B. 2013).

COBie

The Construction Operations Building information exchange (COBie) on kansainvälinen standardi kiinteistön tiedonhallintaan (East, B. 2013).

1 Johdanto

1.1 Työn lähtökohdat

Opinnäytetyö tehtiin osana valtakunnallista KIRA-Digi-kokeiluhanketta. Kokeiluhankkeeseen lähdettiin Jyväskylän Tilapalvelun pyytäessä Vahanen Jyväskylä Oy:ta mukaan hankkeeseen. Muita hankkeen yhteistyökumppaneita olivat Are Oy, Buildercom Oy, Granlund Oy, ISS ja Senaatti-kiinteistöt.

Erilaisia KIRA-Digi-hankkeita on käynnissä kymmeniä. Opinnäytetyö tehtiin osana KIRA-Digin Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoimisen kokeiluhanketta. Kokeiluhankkeessa luodaan selvitystyö kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoimiseen vaikuttavista tekijöistä, sekä tutkitaan mahdollisuutta digitalisoida niitä rakennushankkeissa käytettäviin tietomalleihin. Tulevaisuudessa KIRA-Digi hankkeiden pohjalta on tarkoitus luoda työkalu, jonka avulla tietomallista on mahdollista saada rakennushankkeen käyttö- ja huolto-ohje sekä PTS-raportti. (Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoiminen 2017.)

Opinnäytetyössä keskitytään KIRA-Digi-hankkeessa olevan kohdehuoneen rakenteisiin ja rakenneosiin. Kiinteistö, jossa kohdehuone sijaitsee, on suunniteltu erityisoppilaiden tarkoitukseen ja kohdehuone on käytössä luokkaopetuksessa. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Vahanen Jyväskylä Oy:lle, joka on mukana KIRA-digi kokeiluhankkeessa tietomallintamisen ja rakennesuunnittelun asiantuntijana. Opinnäytetyöstä on hyötyä yritykselle näkyvyydessä ja mahdollisuudessa kehittää yrityksen omaa toimintaa.

1.2 Vahanen Jyväskylä Oy

Vahanen Jyväskylä Oy on entinen Insinööritoimisto Mittatyö Suomi Oy. Mittatyö Suomi Oy on perustettu vuonna 2006 ja vuonna 2012 nimi vaihdettiin Vahanen Jyväskylä Oy:ksi. Yritys on korjaus- ja uudiskohteiden rakennesuunnitteluun, sekä sisäilma-ongelmiin keskittyvä asiantuntijayritys. Vahanen-yhtiö osti enemmistöosuuden yrityksen osakekannasta vuonna 2010. Vahanen-yhtiöllä on 13 eri toimipistettä ja yhtiön yritysverkosto ulottuu Suomen lisäksi myös Venäjälle, Viroon ja Romaniaan. Emoyhtiö Vahanen Oy on perustettu vuonna 1955 Mikko Vahasen toimesta ja Mikko Vahasen poika Risto Vahanen kehitti yhtiön yli 400 hengen organisaatioksi, Vahanen-yhtiöksi (eng. Vahanen Group). (Tietoa Vahasesta N.d.)

Vahanen Jyväskylä Oy tarjoaa myös asiantuntijapalveluita geotekniseen suunnitteluun, sekä kuntotutkimuksiin. Vahanen Jyväskylä Oy:ssa työskentelee tällä hetkellä 16 asiantuntijaa, joista noin puolet on erikoistunut kuntotutkimuksiin ja sisäongelmiin ja puolet rakennesuunnitteluun. Vahanen Jyväskylä Oy toimii erillisenä yksikönä, mutta Vahanen-yhtiöt omistaa Vahanen Jyväskylä Oy:n. (Jyväskylä N.d.)

1.3 Tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja tutkia rakennuksen sekä rakennusosien elinkaareen vaikuttavia tekijöitä, sekä mahdollisuutta digitalisoida niitä rakennushankkeissa käytettäviin tietomalleihin. Tavoitteena on luoda yhteistyössä KIRA-digi hankkeen kanssa koottu yhteenveto raportti, jonka pohjalta voidaan jatkaa hankkeen kehittämistä. Opinnäytetyö on selvitys- ja kehitystyö.

Opinnäytetyössä on tarkoituksena selvittää, onko rakennusosien elinkaareen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta mahdollista ennustaa ja arvioida laskennallisesti hyödyntäen tuotevalmistajien ilmoittamia lähtötietoja sekä olemassa olevia standardeja. Opinnäytetyössä myös tutkitaan ja selvitetään tietomallintamisen hyödyntämismahdollisuuksia rakennusosien elinkaaren tuottamisessa, sitä mikä on mahdollista nykyisillä tietomallinnusvälineillä, mitä tietoa on saatavilla ja mitä tulevaisuudessa tarvittaisiin, jotta tietomalliin pystyttäisiin sisällyttämään rakennuksen ja rakennusosien elinkaaret reaaliaikaisesti. Opinnäytetyössä ei selvitetä onnettomuustilanteiden tai LVI-järjestelmien vaikutusta elinkaareen.

Opinnäytetyössä selvitetään kohdehuoneen rakennusosia Talo 2000 nimikkeistön mukaan. Kohdehuoneen rakennusosien käyttöikä- ja huoltoinformaatio määritetään hyödyntämällä olemassa olevia ohjeita, määräyksiä ja valmistajien tuotetietoja.

Aihe on valtakunnallisesti merkittävä, sillä aihetta on tutkittu ja selvitetty vähän Suomessa. Elinkaaren sisällyttäminen tietomalliin on uutta ja oikein toimiessaan sen avulla pystyttäisiin ennakoimaan korjauksia, ennustamaan tulevia kustannuksia tarkemmin ja suunnittelemaan tulevia huoltotoimenpiteitä tehokkaammin. Näin voitaisiin päästä eroon ns. hätäkorjauksista.

1.4 Tutkimus- ja analyysimenetelmät

Opinnäytetyössä käytetään sekä kvalitatiivisia, että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Opinnäytetyössä suoritetaan kyselytutkimuksia KIRA-Digi työryhmän kanssa käyttäen kvantitatiivisen menetelmän survey-tutkimusmenetelmää. Kyselytutkimuksella pyritään selvittämään kohdehuoneessa ja kiinteistöissä tapahtuvien siivouksen sekä kunnossapitotoimenpiteiden määriä ja vaikutuksia rakenneosien elinkaareen. Survey-tutkimusmenetelmää hyödyntäen selvitetään myös kiinteistöissä toimivien yritysten kokemuksia vastaavien kohteiden kunnossapidosta ja siivouksesta. Opinnäytetyön aikana toteutetaan myös kyselytutkimuksia materiaalivalmistajille tuotteiden käyttöikäinformaatiosta. Kyselytutkimukset toteutetaan puhelu- tai sähköpostihaastatteluina. Opinnäytetyön aineistonkeruumenetelminä käytetään kyselyä ja kirjallisuutta.

Kyselytutkimuksen etuna on, se että niiden avulla saadaan kerättyä helposti tutkimusaineistoa ja kyselyssä voidaan kysyä useita asioita laajalta alueelta. Aineisto pystytään käsittelemään nopeasti tallennettuun muotoon. Kyselymenetelmällä voidaan säästää tutkijan aikaa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016, 195.)

Kysely toteutetaan survey-tutkimuksena. Hirsjärven ja muiden mukaan Survey-tutkimuksella tarkoitetaan kyselyä, joissa koehenkilöt muodostavat otoksen tietystä perusjoukosta ja joissa aineisto kerätään standardoidusti. Tutkimuksilla kerätyn aineiston avulla pyritään vertailemaan, selittämään ja kuvailemaan ilmiötä. Yleensä survey-

tutkimuksissa käytetään kyselylomaketta, jolla voidaan kerätä tietoa vastaajien käsityksistä, mielipiteistä ja tiedoista. Lomakkeilla voidaan myös pyytää vastaajien perusteluja mielipiteille. (Hirsjärvi ym. 2016, 134-197.)

Hirsjärven ja muiden mukaan kyselytutkimuksen haittana on niiden epävarmuus. Survey-kyselytutkimusta käyttäessä ei voida olla varmoja, kuinka vakavasti vastaajat ovat suhtautuneet tutkimukseen ja kuinka todenmukaisesti ja huolellisesti vastaajat ovat vastanneet tutkimukseen. Ei myöskään tiedetä, ovatko vastausvaihtoehdot olleet vastaajan näkökulmasta onnistuneita. Kyselytutkimuksessa tapahtuvia vääринymärryksiä on vaikea kontrolloida. Myöskään ei tiedetä, kuinka selvillä vastaajat ovat aihealueesta, josta kysymyksiä esitetään. (Hirsjärvi ym. 2016, 195.)

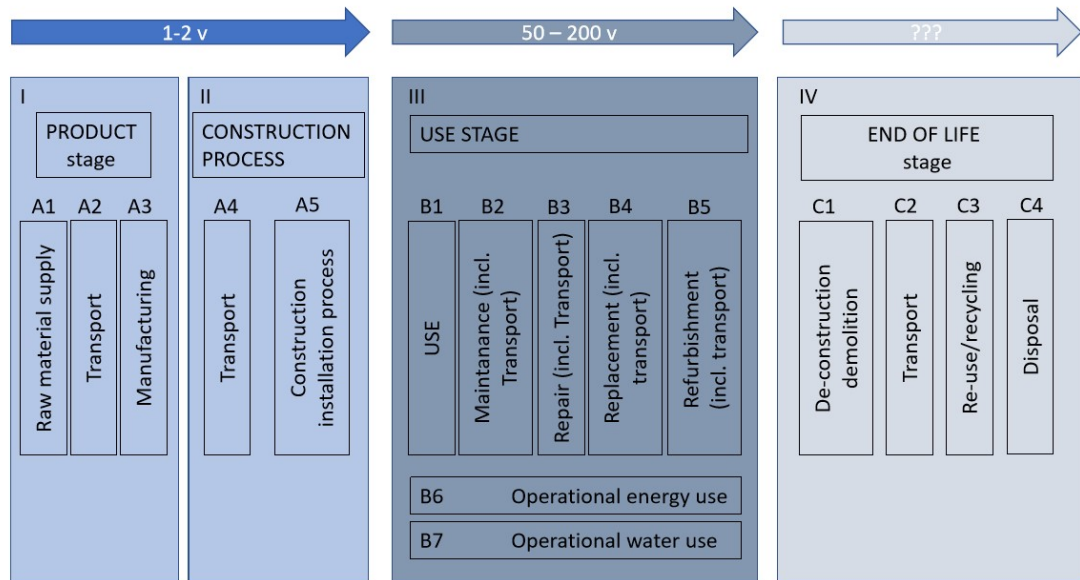
2 Rakennusosien elinkaari

2.1 Elinkaarisuunnittelu

Kiinteistöille halutaan mahdollisimman pitkä käyttöikä ja elinkaari. Kiinteistön tulee sen elinkaaren ajan täyttää tilaajan, eli loppukäyttäjän, tarpeet mahdollisimman pienin kustannuksin. Pitkä käyttöikä ja elinkaari tarkoittavat käytännössä, että rakennus ja sen rakennusosien kestävydet ja käyttöiät ovat mahdollisimman pitkiä. (Myyryläinen 2008, 19-22.)

Tärkein ominaisuus rakennuksen käytön kannalta on sen käyttöikä. Rakennusosakohtaisen käyttöiän saavuttaminen on mahdollista vain tekemällä rakennusosien vaatimat kunnossapito- ja huoltotoimenpiteet niiden edellyttäminä ajankohtina. Kuitenkin

käyttötarkoituksen muuttuessa rakennuksen käyttöikä voi päättyä suunniteltua käyttöikää aikaisemmin. (Myyryläinen 2008, 19-22.) Seuraavassa kuviossa on esitetty rakennustuotteen elinkaari-prosessin keskeisimmät vaiheet.



Kuvio 1 Rakennustuotteen ja rakennuksen elinkaari-prosessin pää- ja osavaiheet ja ohjeelliset aikajänteet (RIL 216-2013, 17).

Optimoitu elinkaarilaatu on elinkaaritekniikan tavoite. Elinkaaritekniikka on rakennuksen tai rakenneosan koko elinkaaren ajalle suunniteltu käytäntö ja tekniikan teoria. Elinkaarilaadun vaatimuksia ovat käyttövaatimukset, rahatalousvaatimukset, kulttuurivaatimukset sekä ekologiset vaatimukset. Elinkaari käsittää kiinteistön tai rakennusosan vaiheet raaka-aineiden hankinnasta ja rakennustuotteen tuottamisesta tuotteen kierrätykseen, syntyvien jätteiden uudelleen käyttöön tai loppukäsittelyyn. Elinkaaren vaiheet selvitetty kuviossa 1. (RIL 216-2013, 10-18.)

Suunnitteluikäluokittelu

RIL 216 ohjeistaa, että standardin EN 1990 mukaan (RIL 216-2013, 43) rakennukselle ja sen rakenteille on määritettävä suunnittelun käyttöiän luokka. Suunnittelun käyt-

töiän luokka on määritettävä ennen elinkaarisuunnittelun aloittamista. Käyttöiän luokat on standardissa jaettu luokkiin 1-5. Taulukossa 1 on esitelty standardin EN 1990 viitteellisiä käyttöikäluokkia.

Taulukko 1 Standardin EN 1990 viitteellisiä käyttöikäluokkia (RIL 216-2013, 43).

Suunnittelun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuotta)	Esimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet
2	10-25	Vaihdettavissa olevat rakenteen osat
3	15-30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat, maa- ja vesirakennuskohteet

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry ohjeen RIL 216 (RIL 216-2013) mukaan suunnittelun käyttöikä luokat jaetaan myös 5. luokkaan. RIL 216-ohjeen mukaan luokittelu on vaatimuksiltaan standardia EN 1990 tarkempi. RIL 216-ohjeen suunnitellun käyttöiän luokat on esitetty taulukossa 2.

Mikäli jotkin rakennuksen osat, kuten pintamateriaalit ja ikkunatiivistykset omaavat rakennuksen suunnittelukäyttöikää lyhyemmän käyttöiän, vaativat ne huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Tarvittaessa rakennusosat voidaan vaihtaa myös uusiin. Näillä rakennuksen osilla on siis rakennuksen suunnitteluajan aikana useita perättäisiä elinkaarivahtoja. Rakennusosien suunnittelu- ja käyttöiät määritetään yleensä yksilöllisesti taulukossa 2 esitettyä yleisluokittelua tarkemmin. Rakennusosien suunnittelu- ja käyttöiän määrittämisessä hyödynnetään tuotevalmistajan ilmoittamaa ominaisikää. (RIL 216-2013, 43.)

Luokka	Rakennuksen suunnittelu- jakso ja rakennuksen tai rakennusosan suunnitteluikä	Luokkaan kuuluvat rakennustyy- pit	Luokkaan tyypilli- sesti kuuluvat ra- kennusosat	Tyypillinen rakennuksen tai raken- nusosan käyttöiän määräävä ra- jatila
Luokka 1	1-5 vuotta	Väliaikaiset ra- kennukset	Lyhytikäiset pin- noitteet, raken- nuksen tietotek- niset järjestelmät	Vanhainai- kaistuminen Vaurioitumi- nen
Luokka 2	25 vuotta	Tilapäiset raken- nukset	LVIJ-järjestelmät Katteet Ikkunat Ovet Täydentävät ra- kenteet Pitkäikäiset pin- noitteet	Vaurioitumi- nen Vanhainai- kaistuminen
Luokka 3	50 vuotta	Tavalliset raken- nukset	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattoraken- teet Täydentävät ra- kenteet	Vanhainai- kaistuminen Vaurioitumi- nen
Luokka 4	100 vuotta	Tavallista vaati- vammat raken- nukset, tai muu tavallista tar- kemman lasken- tatarkkuuden tarve	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattoraken- teet Täydentävät ra- kenteet	Vanhainai- kaistuminen Vaurioitumi- nen
Luokka 5	yli 100 vuotta	Erikoisrakennuk- set	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattoraken- teet Täydentävät ra- kenteet	Vanhainai- kaistuminen Vaurioitumi- nen

Taulukko 2 RIL 216 - ohjeen suunnitteluiän luokittelu (RIL 216-2013, 44).

2.2 Elinkaarisuunnittelun päätehtävät

Rakennusosan elinkaaren suunnittelu alkaa elinkaarisuunnittelulla. Elinkaarisuunnittelu eroaa perinteisestä rakenteiden ja rakennusosien suunnittelusta. Elinkaarisuunnittelu tehdään elinkaariperiaatteella, jossa elinkaarilaadun vaatimusryhmien ja näkökulmien ominaisuuksien tarkastelu ulotetaan koko kiinteistön elinkaaren ajalle. Suunnittelun tavoitteena luoda ratkaisut, joiden mukaan rakennus voidaan valmistaa laadukkaasti kestäväällä tavalla täyttäen käyttäjien ja yhteiskunnan vaatimukset koko rakennuksen elinkaaren ajan. (RIL 216-2013, 31.)

2.3 Teoreettinen elinkaari

Tässä opinnäytetyössä teoreettisella elinkaarella tarkoitetaan rakennuksen tai rakennusosan ikää, jonka aikana se säilyttää vaaditut ominaisuutensa suunnittelun aikana määritellyissä olosuhteissa. Teoreettinen elinkaari muodostuu elinkaarisuunnittelun aikana asetetuista tavoitteista, valituista suunnittelu ratkaisuksista sekä käytettyjen rakennustuotteiden ja materiaalien valmistajien määrittämästä käyttöiästä ideaaliolosuhteissa. Kansallisissa standardeissa ja ohjeissa on määritelty rakennusten ja rakennusosien käyttö- ja suunnitteluikä.

2.3.1 Rajatilas suunnittelu

Kiinteistön rakenteiden ja rakennusosien käyttöiän varmistava rajatilas suunnittelu muodostaa käyttöiän määrittelyn perustan. Rajatilas suunnittelun lähtökohtina ovat rakenteiden säilyvyys, vanhain aikaistuminen ja mekaaninen toiminta. Mekaaniset ja säilyvyysrajatilat ovat riippuvaisia rakenteissa käytettyjen materiaalien ominaisuuksista ja niissä tapahtuvista muutoksista ajan mukana, kun taas vanhain aikaistumisrajatilat ovat riippuvaisia kiinteistön ja rakenteiden käyttötavoissa ja käyttövaatimuksissa tapahtuvista muutoksista. (RIL 213-2013, 116.) Taulukossa 3 on vertailtu statiikan rajatilan muuttujia ja käyttöikä määrittelyn rajatilamenetelmän muuttujia.

Taulukko 3 Käyttöikämitoituksen rajatilamenetelmän muuttujien vertailua statiikan rajatilamenetelmän muuttujiin. (RIL 216-2013, 117.)

Staattinen ja dynaaminen suunnittelu ja mitoitus	Säilyvyysuunnittelu ja -mitoitus	Vanhanaikaistumissuunnittelu ja -mitoitus
Lujuusluokka Suunnittelulujuus Ominaislujuus Vertailulujuus Laskentalujuus Materiaalin osavarmuuskerroin Kuorman osavarmuuskerroin Rajatilat: -Käyttörajat -Murtorajat	Käyttöikäluokka Suunnitteluikä Ominaisikä Vertailuikä Laskentaikä Käyttöiän osavarmuuskerroin Ympäristökuorman osavarmuuskerroin Rajatilat: -Käyttörajat: toiminnallisesti toissijainen ominaisuus saavuttaa rajatilan -Äärirajat: toiminnallisesti ensisijainen ominaisuus saavuttaa rajatilan	Käyttöikäluokka Suunnitteluikä Ominaisikä Vertailuikä Laskentaikä Käyttöiän osavarmuuskerroin Vanhanaikaistumisen osavarmuuskerroin Rajatilat: -Käyttörajat: toiminnallisesti toissijainen ominaisuus saavuttaa rajatilan -Äärirajat: toiminnallisesti ensisijainen ominaisuus saavuttaa rajatilan

Mekaaniset rajatilat

Mekaaniset rajatilat määritellään materiaali- ja rakennetyyppi kohtaisesti rakennesuunnittelun normeissa ja standardeissa niiden käyttö- ja murtorajatiloina (RIL 216-2013, 117).

Käyttörajatilassa mekaanisille rasituksille on yleensä kolme erilaista kuormitusyhdistelmää ja tarkasteltava yhdistelmä valitaan rajatilan mukaan. Käyttörajatilan avulla mekaaniset kuormat muutetaan kuormien kertoimien avulla käyttörajatilan kuormiksi kuormatyyppien mukaan. Kuormitustyyppinä ovat yleisimmin pysyvät ja muuttuvat kuormat. Käyttörajatilassa kuormien osavarmuuskertoimet ovat yleensä 1,0. (By 211, 30-31.)

Murtorajatilassa mekaanisille rasituksille annetaan kuormien osavarmuuskertoimet, jotka määräytyvät kuormitusyhdistelmien ja kuormien tyyppien mukaan. Murtorajatilan kuormien yhdistelyn perussääntönä voidaan pitää, että kuormitusyhdistelmissä yhdistetään vain sellaisten kuormien vaikutukset, jotka voivat esiintyä kyseisessä rakenteessa samanaikaisesti. Murtorajatilassa epäedullisia mekaanisia rasituksia

yleensä kasvatetaan hyödyntämällä osavarmuuskertoimia ja edullisia rasituksia pienennetään. Mekaanisen rajatilan mitoittaa vaarallisimman vaikutuksen muodostava yhdistelmä. (By 211, 27.)

2.3.2 Käyttöikämitoituksen menetelmät

Käyttöikämitoitukseen on useita menetelmiä, joista sovelletaan käytettäväksi yhtä tai useampaa kiinteistökohtaisesti käytettyjen rakennusmateriaalien, rakennusosien, rakennetyyppien ja käyttöympäristön perusteella. Käyttöikämitoituksen menetelmiä ovat:

- Olosuhdesuunnittelu
- Suojaus (pinnoitus ja kyllästys)
- Detaljisuunnittelu
- Rajatilamenetelmä
- Säilyvyysrajatilat
- Kokeellinen mitoitus
- Muuntokerroinmenetelmä

(RIL 216-2013, 123).

Liitteessä 1 on esitetty käyttöikämitoituksen menetelmiä rakennetyyppikohtaisesti RIL 216-2013 (RIL 216-2013, 124) taulukon 4.23 mukaan.

Olosuhdesuunnittelu

Olosuhdesuunnittelussa pyritään varmistamaan suunnittelukäyttöiän saavuttaminen suunnittelemalla rakenneosien, rakennesysteemin, detaljien ja koko rakennuksen sijainti, muoto tai ulkopuolinen suojaus siten, ettei suunniteltuihin rakenteisiin pääse muodostumaan rapeutumisen ja heikkenemisen edellytyksiä. Rapeutumisen ja heikkenemisen edellytyksiä ovat esimerkiksi sopiva lämpötila, kosteus, lämpötilavaihtelu, kemialliset aineet tai muut ympäristökuormat. (RIL 216-2013, 125-126.)

Olosuhdesuunnittelu tulee useimmiten kyseeseen rakennuksen alapohjassa, seinissä ja kattorakenteisessa, eli rakennuksen vaipassa ja se on erityisen tärkeää rakenteille, joiden materiaalit ovat herkkiä rapeutumaan ja heikkenemään tietyissä olosuhteissa. Tällainen materiaali on esimerkiksi puu, jonka käyttöikä voi muuttua ratkaisevasti olosuhteiden muuttuessa. (RIL 216-2013, 125-126.)

Suojaus

Suojaustoimenpiteitä ovat rakenteen kyllästysuojaus ja pinnoittaminen. Pinnoittamista käytetään käyttöiän turvaamisratkaisuna kaikilla materiaaleilla, mutta yleisintä pinnoittamisen käyttäminen on puu- ja teräsrakenteilla. Usein pinnoittamista käytetään ulkonäkösyistä betoni-, luonnonkivi- ja tiilirakenteilla, mutta sitä käytetään myös käyttöikä suojavana rakenteena haastavissa olosuhteissa. Yleisimpiä pinnoitustapoja ovat:

- betoniraudotteiden sinkitys
- betonirakenteiden lisäaineet, ohutrappaus, muovipinnoitus, slammaus ja maalaus
- teräsrakenteiden suojamaalaus, sinkitys ja muovipinnoitus
- puurakenteiden maalaus, kyllästäminen ja pinnan käsittely.

(RIL 216-2013, 126.)

Detaljimitoitus

Detaljimitoitus on yksinkertainen ja rakennesuunnitteluun hyvin sovellettavissa oleva mitoitus tapa, joka on tavallisissa rakennuskohteissa riittävä. Detaljimitoituksella tarkoitetaan rakenteen ja rakennusosan mitoitusta noudattamalla ohjeiden, standardien, normien tai standardipiirustuksen rakenteellisten määrittelyjen ja detaljiratkaisujen mukaisia toimenpiteitä ja vaiheita. (RIL 216-2013, 124-125.)

Tarkoituksena on varmistaa käyttöolosuhteita vastaava rakenteen käyttöikä. Detaljimitoituksen heikkoutena on sen käyttöalan yksipuolisuus ja epätarkkuus. Detaljimitoitus ei sovellu käytettäväksi, kun kiinteistöön kohdistuu tavallisista normeista ja standardeista poikkeava suunnittelukäyttöikä, tavallista ankarammat tai harvinaiset olosuhteet ja ympäristökuormat, korkea laadullinen ja taloudellinen tavoitetaso, tavallista tarkkuutta suurempi varmuustaso ja mitoituksen toistuva käyttö. (RIL 216-2013, 124-125.)

Rajatilamenetelmä

Rajatilamitoituksessa rakenne ja rakennusosa mitoitetaan käyttämällä vaadittua suunnitteluikää, joka on sama kuin kiinteistölle määritetty käyttöikä. Mitoitus perustuu mitoitettavan materiaalin käyttöiän määrääviin tekijöihin, minkä takia eri materiaaleista tehtyjen rakenteiden käyttöikämitoitus eroaa toisistaan. (RIL 216-2013, 130.)

Raudoitettujen betonirakenteiden käyttöiän määrääviä tekijöitä ovat yleisimmin betonin pakkasrapautuminen ja raudoitteen hapettumis- tai suolakorroosio. Teräsrakenteilla puolestaan käyttöiän mitoituksen määrääviä tekijöitä ovat yleisemmin korroosio ja teräksen väsyminen, sekä näiden yhteisvaikutus. Puurakenteilla määrääviä tekijöitä ovat home, lahoaminen ja hyönteiset. Erityisesti puurakenteiden liitoskohdissa kosteusvaikutukset ovat vaikeasti hallittavia. (RIL 216-2013, 130.)

Säilyvyysrajatilat

Säilyvyysrajatilat koskevat rakenteen terveellisyyttä, ulkonäköä, käyttötoimivuutta ja ihmisten turvallisuutta kiinteistössä. Säilyvyysrajatilat on luokiteltu rakennesuunnittelun rajatiloja vastaaviksi käyttörajatiloihin ja äärirajatiloihin soveltaen standardia EN 1991-1. Rakenteen rajatilan alitusta kutsutaan vaurioitumiseksi. Käyttörajatiloja ovat värähtelyt, ulkonäköön tai säilyvyyteen vaikuttava halkeilu tai vaurio, sekä muodonmuutokset ja siirtymät. Äärirajatiloihin luokitellaan rakenteen sortumista edeltävä tila eli murtorajatila, muiden oleellisten toimivuusvaatimusten alittaminen ja jopa rakenteen sortuminen. (RIL 216-2013, 130.)

Säilyvyysrajatilamenetelmän mitoittamisessa rakenteen toimivuuden luotettavuus varmistetaan käyttämällä mitoituksessa käyttöiän osavarmuuskertoimia. Käytännössä käyttöikämitoituksen osavarmuuskertoimilla on sama merkitys kuin mekaniikassa mitoituksessa käytettävissä materiaalien osavarmuuskertoimilla. Mitoituksessa käyttöiän laskenta-arvo saadaan kertomalla ominaiskäyttöikä rakenteen osavarmuuskertoimella γ_{tk} . (RIL 216-2013, 130-132.)

Taulukko 4 Kertoimia käyttöikämitoitukseen RIL 216-2013 mukaan (RIL 216-2013, 133).

Käyttöikämitoituksen varmuusluokka	Rajatilän saavuttamisesta johtuva seurausvaikutus	Varmuusluku β	Käyttöiän osavarmuuskerroin g_{tk}
1	Äärirajatila, jonka seurauksena on rakenteen sortuminen tai muu oleellinen turvallisuuden ja terveellisyyteen liittyvä seuraus, tai suuri raha- tai luonnontaloudellinen kustannus	3,8	1,8
2	Käyttörajatila	1,5	1,0

Taulukon 4 osavarmuuskertoimet on laskettu käyttämällä rappeutumisenopeuden variaatiokerroimelle arvoa 0,4. Oletuksena on, että materiaalien ominaisarvon ylitystodennäköisyys on 95%. Tilastollisen vaurioitumistodennäköisyyden varmuusluvut β on saatu Eurocode 1 mukaan, joita ei tässä opinnäytetyössä käsitellä sen tarkemmin. Mikäli käytetään taulukon arvoista poikkeavaa variaatiokerrointa, voidaan käyttöiän osavarmuuskerroin määrittellä seuraavasti. (RIL 216-2013,133.)

Käyttöiän osavarmuuskerroin määritellään kaavalla:

$$\gamma_{tk} = (\beta * v_D + 1)(1 - 1,65 * v_t)$$

missä β on tilastollinen vaurioitumistodennäköisyyden varmuusluku, v_D on rappeutumisenopeuden variaatiokerroin ja v_t käyttöiän variaatiokerroin.

Variaatiokerroin määritellään keskihajonnan ja keskiarvon osana. Variaatiokerroin on:

$$v = \frac{\text{keskihajonta}}{\text{keskiarvo}}$$

Laboratoriokokeissa on kuitenkin todettu rappeutumisenopeuden variaatiokertoimen olevan suuruusluokkaa 0,30 ja käyttöiän variaatiokertoimen olevan suuruusluokkaa 0,20. RIL 216-2013 ohjeistaa käyttämään edellä mainittuja variaatiokertoimia käyttöiän osavarmuuskertoimien määrittämisperusteena. Annetuista variaatiokertoimista voidaan poiketa, kun ne on määritetty tuotekohtaisesti. (RIL 216-2013, 132.)

Rakenteen tai rakennusosan laskentakäyttöikä (t_{dk}) määritetään käyttöiän osavarmuuskertoimen (γ_{tk}) ja käytetyn materiaalin ominaisiän (t_k) tulona. Rakennusosan ominaisiän on määrittänyt yleensä valmistaja joko kokeellisesti tai laskennallisesti ja se luovutetaan yleensä suunnittelijoille tuotetietojen yhteydessä.

Laskentakäyttöikä määritetään kaavalla:

$$t_{dk} = \gamma_{tk} * t_k$$

(RIL 216-2013, 131.)

Muuntokerroinmenetelmä

Erikoistapauksissa rakennusosan tai rakennustuotteen suunnittelukäyttöikä määrittämisen apuna käytetään muuntokerroinmenetelmää. Muuntokerroinmenetelmää voidaan käyttää, kun rakennusosan varastoinnin, kuljetuksen, suunnittelun, valmistuksen ja valmistusolosuhteiden mitoittavat arvot eroavat merkittävästi rakennusosan lähtöarvoiksi määritettyjen laskentakäyttöiän määrittämisperusteista. Menetelmä soveltuu kaikista materiaaleista valmistetuille rakennosille, joille rakennusosan valmistajat ovat määritelleet vertailukäyttöiän. Vertailukäyttöikä on määritelty rakennusosan yleisiin käyttötapauksiin ja käyttöympäristöön soveltuvaksi. (RIL 216-2013, 149.)

Vertailukäyttöikä muunnetaan kiinteistö- tai rakennusosakohtaiseksi suunnittelukäyttöikäksi kertomalla vertailukäyttöikä erilaisilla muuntokertoimilla. Suunnittelu-

käyttöikään vaikuttavia muuntokertoimet muodostuvat ympäristöolosuhteiden, käyttötietojen ja laatutekijöiden perusteella. Muuntokerroinmenetelmän mukainen ennakoitu käyttöikä (ESLC) lasketaan kaavalla:

$$ESLC = RSLC * A * B * C * D * E * F * G$$

missä RSLC on rakennusosan vertailukäyttöikä ja kertoimet A-G ovat muuntokertoimia, joiden arvot perustuvat normeihin, koetuloksiin, sertifikaatteihin, kokemukseen ja käytäntöön. Muuntokertoimien arvot vaihtelevat välillä 0,8 – 1,2. (RIL 216-2013, 149.) Muuntokertoimien merkityksiä on esitetty taulukossa 5.

Muuntokerroinmenetelmän avuksi tarvittavia muuntokertoimia ei vielä ole määritetty Suomen olosuhteisiin. Jotta muuntokerroinmenetelmää pystyttäisiin hyödyntämään, tulisi muuntokertoimille määrittää lukuarvot Suomen vaihtuviin olosuhteisiin. (RIL 216-2013, 150.)

Taulukko 5 Muuntokertoimien merkitys. (RIL 216-2013, 150).

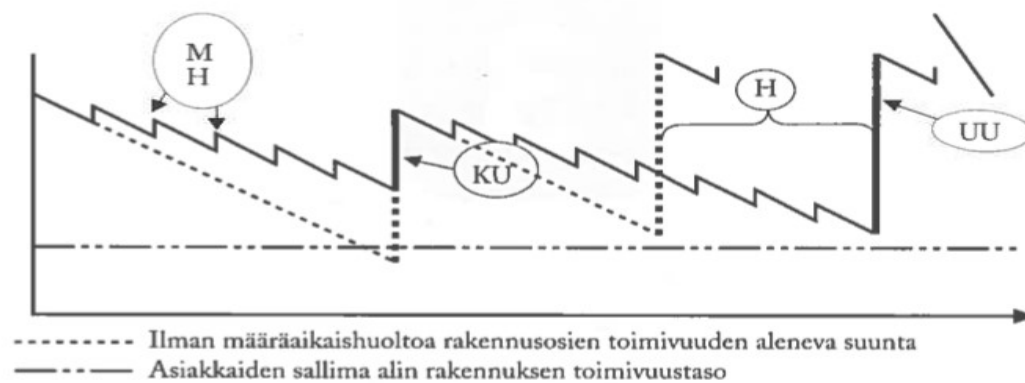
Tekijäluokka	Kerroin	Tekijäryhmä	Tekijät
Laatutekijät	A	Rakennusosien laatu	Materiaalit, kuljetus, suo- jaus, suunnittelu
	B	Suunnittelun laatu	Käyttöolosuhteet, liitokset, vedeneritys, sääsuojaus, saumat
	C	Työnlaatu	Ammattitaito, asennukset, valvonta, varastointi
Ympäristöolot	D	Sisäympäristö	Vedentiiivistyminen, tuule- tus, rakenteiden kastumi- nen
	E	Ulkoympäristö	Sijainti, rakennuksen kor- keus, toistuva jäätyminen ja sulaminen, ilmansuunnat, liikenteen päästöt
Käyttö	F	Käyttö	Mekaaninen kulutus, kos- teus, onnettomuudet, iskut
	G	Huollon taso	Määräaikaistarkastukset, kunnossapidon ja huollon suunnittelu, käyttöohjeet

2.4 Ylläpidon vaikutus

Kiinteistön oikeanlaisella ylläpidolla ja huollolla on suuri merkitys kiinteistön elinkaareen. Kiinteistön ylläpito on säännöllistä toimintaa, jolla pidetään kiinteistön olosuhteet suunnitellulla tasolla. Rakennuksen kunnon jatkuva seuranta ja korjaustarpeiden selvittäminen ovat kiinteistön ylläpidon ratkaisevassa osassa. Ilman säännöllistä ylläpitoa kiinteistön rakennusosien laatu pääsee heikkenemään ja rakennus ei täytä tilaajan ja yhteiskunnan asettamia vaatimuksia. Kuviossa 2 on selvitetty graafisesti kiinteistön elinkaaren vaiheita ja ylläpidon vaikutusta. Rakennusosien korjaaminen on järkevää sisällyttää osaksi kiinteistön ylläpitoa ja kehittämistä, niin että korjaustoimenpiteet ajoitetaan järkevästi PTS-suunnitelman mukaan. (Kiinteistön ylläpito ja korjaaminen 2016.)

Kiinteistön ylläpidon tulee perustua asiantuntevaan ja johdonmukaiseen ylläpitosysteemiin, jonka on oltava riittävän kattava ja ennakoiva. Kiinteistön omistajan apuvälineeksi on kehitetty käyttö- ja huolto-ohje, joka on aina vaativassa rakennuskohteessa tietokonepohjainen. Huoltokirjan avulla kiinteistön omistaja on jatkuvasti tietoinen kiinteistönsä kunnosta ja näin hän voi hallita kiinteistön elinkaarta ja elinkaarikustannuksia. (RIL 216-2013, 177.)

Alla olevassa kuviossa havainnollistetaan rakennusosien elinkaarta ja huollon vaikutusta elinkaareen.



Selitykset:

- MH = Määräaikaishuolto mahdollistaa rakennuksen jatkuvan toimivuuden, vähentää kunnossapitokorjauksia ja pidentää rakennusosien elinkaarta.
- KU = Kunnossapidolla kunnostetaan rakennusosia, uusitaan nopeasti kuluvia rakennusosia ja pidennetään rakennusosien elinkaarta.
- UU = Rakennusosan uusiminen
- H = Rakennusosan elinkaaren pidentäminen määräaikaishuolloilla ja oikein ajoitetuilla kunnossapitotoimenpiteillä.

Kuvio 2 Elinkaariajattelu (Myyryläinen 2008, 22).

Kiinteistön ylläpitoon ja korjaamiseen on kehitetty kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje. Käyttö- ja huolto-ohje on asiakirjakokonaisuus, joka sisältää kiinteistön ylläpitoon liittyvät ohjeet, tavoitteet ja seurantatiedot. Kiinteistön ylläpitoa ja käyttöä turvallisuuden kannalta ohjaa erilaiset viranomaisohjeet, asetukset ja lait, joista kiinteistön

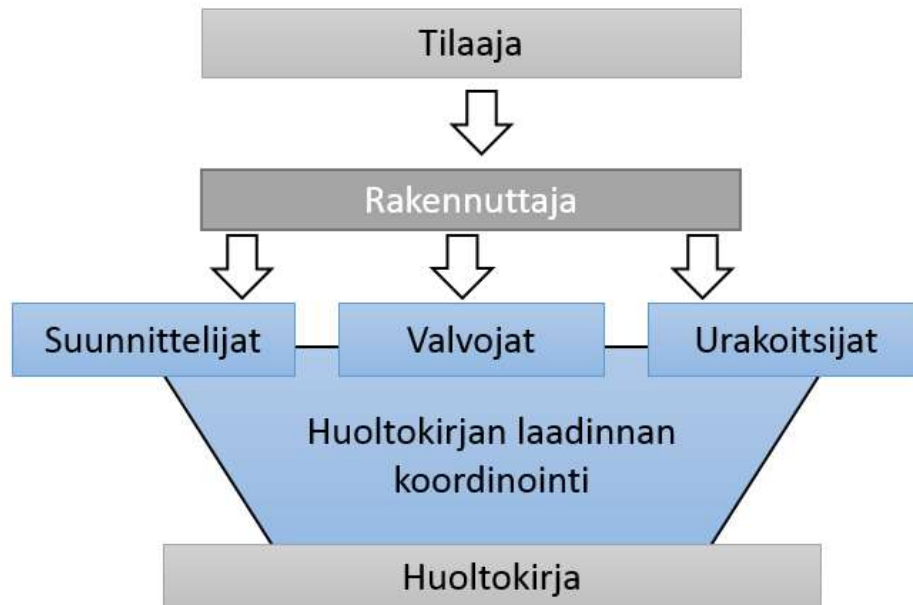
omistajan tulee olla tietoinen. Käyttö- ja huoltokirjan sisällön ja laadinnan määrittävät RaKMK A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet 2000 sekä maankäyttö- ja rakennuslaki. (RIL 216-2013, 177.)

2.4.1 Huoltokirja

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on laadittava, jollei erityistä syytä muuta johdu, rakennusta varten, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Sama koskee tällaisen rakennuksen sellaista korjaus- ja muutostyötä, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, ja soveltuvien osien korjaus- ja muutostyötä, joka muutoin edellyttää rakennuslupaa. (RaKMK A4, 66§.)

Kiinteistön huoltokirja koostuu rakennushankkeen eri osapuolten laatimista dokumenteista. Dokumentteja laadittaessa otetaan huomioon rakennuksen käyttötarkoitus, ominaisuudet sekä kiinteistön ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä. Huoltokirja on kiinteistön käyttöohje tilaajalle, jonka avulla saavutetaan asetetut asumisolot ja suunnitellut käyttöiät järkevästi ja taloudellisesti. Huoltokirjan liitteeksi kootaan kiinteistön omistajalle kaikkien kiinteistöön asennettujen materiaalien, rakennusosien ja laitteiden huolto- ja kunnossapito-ohjeet paikantamistietoineen. (RIL 216-2013, 178.)

Hyvin laadittu huoltokirja ohjaa kiinteistön omistajaa oikein toteutuvaan kunnossapitoon ja määräaikaishuoltoon, sekä hyvään energiatehokkuuteen. Huoltokirjan laatii tehtävään erikseen nimetty koordinoija. Huoltokirjaa laatiessa on hyvä muistaa, että huoltokirja tehdään rakennusta varten ja se ei saa olla kytköksissä mihinkään ulkopuoliseen kiinteistöpalveluyritykseen. (Myyryläinen 2008, 41-43.) Tilaajat suosivat usein sähköisiä huoltokirjoja, kuten Buildercom. Yleensä sähköisen huoltokirjan palvelun toimittaja vastaa huoltokirjan ylläpitämisestä. Kuviossa 3 on esitetty huoltokirjan laadinnan peruseriaatteet.



Kuvio 3 Huoltokirjan laadinnan peruseriaatteen (Myyryläinen 2008, 43).

Huoltokirjan sisältö

Huoltokirjan sisältö määräytyy kiinteistön ja tilaajan tarpeen mukaan. Huoltokirjaan yleensä lisätään kiinteistön perustiedot, energiatalous, olosuhdevaatimukset ja toiminnan organisointimenetelmät. Huoltokirjan sisältörakenne on yleensä seuraava:

- Perustiedot
- Paikantamisiirustukset
- Kunnossapito
- Vastuurajat
- Kiinteistönhoidon palvelutuotteet
- Kiinteistöhoitosuunnitelma

(RIL 216-2013, 179.)

Huoltokirjassa määritetään eri osapuolten vastuut ja tehtävät. Vastuiden ja tehtävien määrittely tehdään huoltokirjan vastuurajat-kohdassa. Yleensä vastuurajamäärittely hoidetaan ylläpito-organisaation omilla resursseilla. On erittäin tärkeää määrittää kiinteistön kunnossapidon kannalta osapuolten tehtävät ja vastuut. Tekemällä vastuurajamäärittely huolella varmistutaan, että kiinteistön kunnossapito-ohjelma on selkeä kaikille osapuolille. (RIL 216-2013, 177-178.)

Kiinteistön kunnossapidon kannalta on myös erittäin tärkeää kirjata ja määrittää käytettyjen rakennusosien ja laitteiden ohjeelliset kunnossapitojaksot. Huoltokirjaan merkittävien rakennusosien ja laitteiden tulee vastata hankeohjelmavaiheessa asetettuja käyttöikätaivoitteita, sekä todellisuudessa toteutuneita ratkaisuja. Kunnossapidon kannalta on tärkeää määrittää myös kiinteistön kunnossapito-ohjelma. Uudisrakentamisessa on suositeltavaa laatia ensimmäinen kunnossapitosuunnitelma takuajan päätyttyä. Kunnossapitosuunnitelman laadinnassa on suositeltavaa käyttää ohjeellisten kunnossapitojaksojen taulukoita esimerkiksi RT- ja KH-kortistoista. (RIL 216-2013, 180.)

Kiinteistöhoitosuunnitelmassa otetaan huomioon kiinteistön tilojen terveellisyys, turvallisuus, energiataloudellisuus, sisäolosuhteet ja voimassa olevat viranomaismääräykset. Suunnitteluvaiheessa määritettyjen elinkaaren kannalta tärkeiden tavoiteolosuhteiden toteutuminen edellyttää, että rakennuksen laitteiden ja teknisten järjestelmien asetukset ja toiminta-arvot on määritetty oikein. Säättämällä kiinteistön ilmanvaihdon ja lämmityksen toiminta-arvot asetettujen suunnitteluarvojen mukaisiksi säästytään yllättäviltä kustannuksilta ja korjaustoimenpiteiltä. (RIL 216-2013, 181-182.)

Huoltokirjan voi tehdä myös sähköiseksi huoltokirjaksi. Sähköisen huoltokirjan avulla huolto- ja kunnossapitotehtävien hallinnointi on selkeää ja tehokasta. Sähköiseen huoltokirjaan voidaan tallentaa normaalin huoltokirjan sisällön lisäksi huolto- ja kunnossapitotehtävien aikataulut ja ohjeistus. Sähköisen huoltokirjan avulla kiinteistön omistaja sekä hoitaja pystyvät tehostamaan huolto- ja kunnossapitotehtävien toimintaa hyödyntämällä palvelun automaattista viestintää. Sähköisen huoltokirjan avulla pystytään tarkkailemaan ja ennakoimaan kiinteistön tulevia huolto- ja kunnossapitotarpeita. (Sähköinen huoltokirja 2016.)

Kokeiluhankkeen yhteistyökumppani Buildercom tarjoaa useita kiinteistönhallintaan soveltuvia työkaluja. Buildercomin tarjoamien työkalujen avulla kiinteistön hoitaja sekä kiinteistön omistaja voivat järjestää kiinteistö- ja hanketietojen hallinnan lisäksi rakentamisen ja kiinteistöpalvelujen kilpailutukset. Palvelu tarjoaa muun muassa mahdollisuudet tehokkaaseen kiinteistöjohtamiseen, elinkaaritiedon hallintaan ja laadukkaan dokumentoinnin. (Tuotteet. N.d.)

2.5 Realistinen elinkaari

Kiinteistön realistinen elinkaari muodostuu suunnittelun ja rakennusprosessin aikana tehdyistä valinnoista rakennusmateriaalien ja rakennusosien suhteen sekä kiinteistön käytön ja ylläpidon suhteen. Myös kiinteistön käyttötarkoituksen muuttumisella on suuria vaikutuksia kiinteistön elinkaareen. Kiinteistöjen pitkän elinkaaren aikana kiinteistön käyttötarkoitus voi muuttua julkisesta rakennuksesta yksityiseksi asuinrakennukseksi, joissa kiinteistöön kohdistuvat kuormitukset ovat erilaisia. Käyttötarkoituksen muuttuessa tulee kiinteistön omistajan ja suunnittelijan huomioida rakenteille ja rakennusosille vaikuttaneiden tekijöiden kulumat ja kuormitukset ennen kiinteistön käyttötarkoituksen muuttumista. Rakennusosien elinkaarien arviointi ja laskenta tulee suorittaa mittaamalla jo tapahtunut kuluma, eli määrittämällä rakennusosan jäljellä oleva elinkaari. Jäljellä olevan elinkaaren avulla voidaan suorittaa rakennusosan käyttöiän laskenta uusissa käyttötarkoituksen edellyttämässä olosuhteissa.

Ilmastonmuutoksella voi tulevaisuudessa olla vaikutuksia kiinteistöjen elinkaareen. Ilmaston lämmitessä rakennuksen suunnitteluvaiheessa määritetyt tavoiteolosuhteet eivät enää toteudu. Kiinteistön rakennusosien lämpö- ja kosteustekniset laskelmat tehdään määrittämällä kiinteistön sisälämpötila ja keskimääräinen ulkoilman lämpötila kuukaudessa. Keskimääräisen ulkolämpötilan nousulla on vaikutuksia rakennusosien lämpö- ja kosteustekniselle toimivuudelle. Lämpötilojen ja vesisademäärien nousu saattaa aiheuttaa kosteuden tiivistymisen rakenteisiin ja mikäli tätä ei oteta huomioon ajoissa saattaa kiinteistön rakenteisiin muodostua kosteusvaurioita ja hometta. Ilmatieteenlaitoksen (Ilmastonmuutos, N.d.) mukaan maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan seuraavan 50 vuoden aikana keskimäärin 1-3 astetta. Pohjois-Euroopassa talvien ennustetaan lämpenevän 2060-luvulle mennessä jopa 2-7 astetta.

Liitteissä 2-4 on tehty lämpö- ja kosteustekniset laskelmat DOFTECK-ohjelmalla ulkoseinärakenteen lämpö- ja kosteusteknisistä ominaisuuksista käyttämällä keskimääräistä ulkolämpötilaa ja muuttamalla keskimääräistä ulkolämpötilaa Ilmatieteenlaitoksen ennusteiden mukaisiksi. Liitteessä 2 ja 3 on esitetty lämpö- ja kosteustekniset laskelmat heinäkuussa käyttämällä tilastollista keskilämpötilaa ja nostamalla tilastol-

lista keskilämpötilaa kolmella asteella. Liitteessä 3 ja 4 on esitetty lämpö- ja kosteustekniset laskelmat marraskuussa käyttämällä tilastollista keskilämpötilaa ja nostamalla keskilämpötilaa seitsemällä asteella. Muutokset eivät ole suuria kyseisen kohteen ulkoseinärakenteella, mutta kosteusteknisesti heikommilla rakenteilla muutokset voivat olla suurempia.

Realistinen elinkaareen vaikuttaa myös rakennusosan tai rakennusmateriaalin sijainti. Esimerkkinä saman tyyppinen puuikkuna voi olla sijainnista riippuen erilaisessa rasisitusluokassa. Ikkunan ollessa säälle alttiina on sen rasisitusluokka korkeampi, kuin ikkunan ollessa lasitetun parvekkeen sisällä säältä suojassa. Rakennusosien elinkaarta määrittäessä on otettava huomioon rakennusosien sijainti ja siihen kohdistuvat rasisitukset.

3 Digitalisoiminen

3.1 Määritelmä

Digitalisoinnilla tarkoitetaan puhutun sekä kirjoitetun ja painetun tiedon muuttamista sähköiseen, digitaliseen muotoon. Rakennusten digitalisoiminen ja tietomallien tuottamisesta on tullut keskeisin osa rakennusten suunnittelua 2010-luvulla. Tietomallinnusta hyödyntämällä rakennusten suunnittelua ja kustannustehokkuutta ollaan pystytty parantamaan huomattavasti. Tietomallinnus mahdollistaa rakennuskohteen 3D-tarkastelun, mikä mahdollistaa ongelmien havaitsemisen ajoissa vähentäen työvaiheita ja kustannuksia työmaalla. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

Tietomalli on virtuaalisessa muodossa oleva rakennuksen pienoismalli. Tietomallista käytetään kansainvälisesti nimeä BIM, joka muodostuu sanoista building information model. Tietomallista puhuttaessa täytyy muistaa, että se ei ole yhtä kuin 3D-malli. Usein tietomalli sisältää 3D-geometrian, mutta se ei ole sille välttämätöntä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

Mikäli tietomalleja käytetään suunnittelussa, käytetään tietomalleja koko rakennuksen elinkaaren ajan. Alkaen suunnittelusta ja jatkuen rakentamisen jälkeen käytön ja ylläpidon aikana. Tavoitteena kiinteistöjen ja rakennuksien mallintamisessa on tukea

rakentamisen ja suunnittelun laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen vaiheissa. Digitalisoinnin ja tietomallinnuksen onnistumiseksi tietomalleille on asetettava hankekohtaiset tavoitteet ja painopistealueet. Tietomallit mahdollistavat muun muassa suunnitelmien havainnollistamisen, rakennettavuuden analysoimisen, laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen sekä suunnitteluprosessin tehostamisen ja investointipäätösten vertailun laajuutta, kustannuksia ja toimivuutta vertailemalla. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

3.2 Työkalut

Tietomallintamisen ja digitalisoinnin avuksi on kehitetty useita työkaluja. Yleisimmin käytetyt työkalut rakentamisen apuna käytetystä tietomalliohjelmista ovat Tekla Structures, ArchiCAD, Revit ja Solibri Model Checker. Tietomallien kuvaustapana käytetään IFC (Industry Foundation Classes) tiedostoa, jolla tarkoitetaan usein myös avointa tiedonsiirtomuotoa. Julkisissa hankkeissa vähintään IFC 2x3 sertifioitujen mallinnusohjelmien käyttö on sallittua, mutta hankekohtaiset erityisvaatimukset voidaan asettaa käytettävän ohjelmiston erityisominaisuuksien suhteen. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

3.2.1 Tekla Structures

Tekla Structures on kotimainen tietomallintamisessa käytettävä ohjelma. Sen avulla voidaan suunnitella tehokkaasti kiinteistön rakenteista 3D – tietomalli. Ohjelmalla voidaan mallintaa erilaisia rakenteita ja liitoksia, kuten hitsiliitoksia, teräsbetonielementtien välisiä liitoksia ja pulttiliitoksia. (Tekla Structures N.d.)

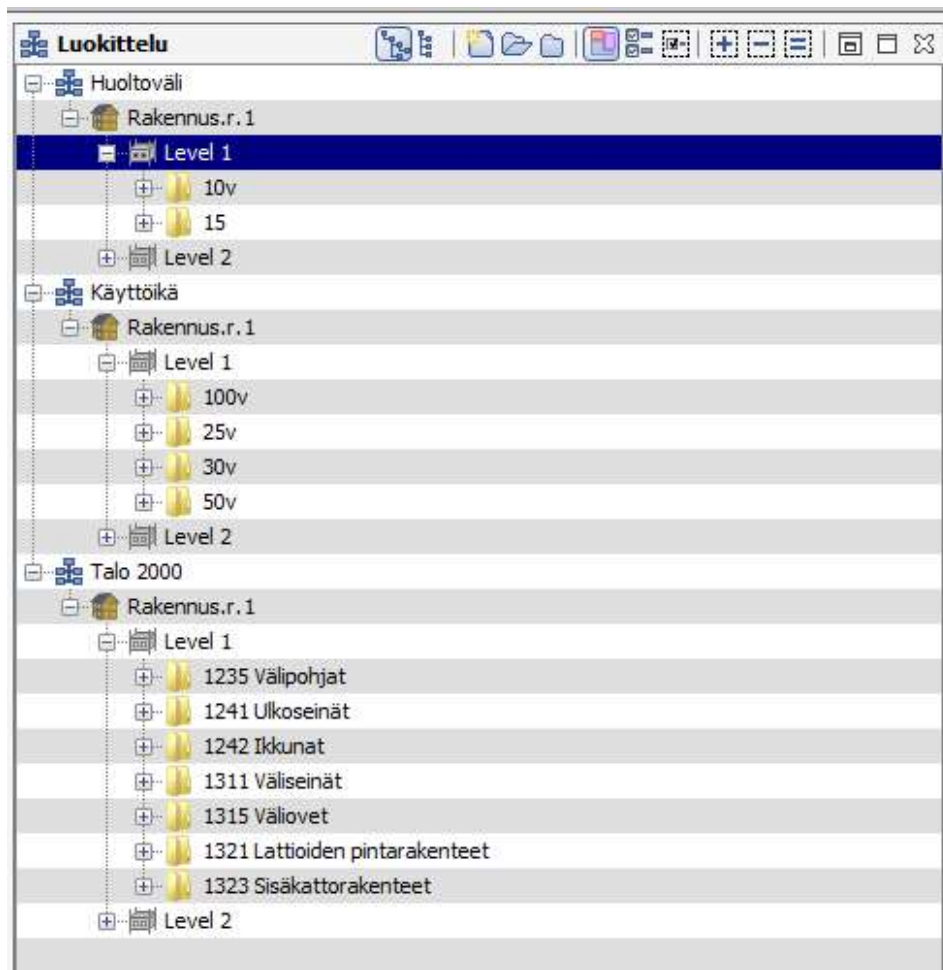
Tekla Structures mallinnustyökalua voidaan hyödyntää kiinteistön elinkaaren digitalisoinnissa mallinnettujen rakenteiden osalta. Ohjelmassa pystytään määrittämään esimerkiksi teräsbetonisen ulkoseinärakenteen suunniteltukäyttöikä teräsbetonirakenteen osalta. (Tekla Structures N.d.).

Ohjelmalla ei kuitenkaan voida mallintaa kiinteistön julkisivurakenteita tai ikkunoita, joiden elinkaari on olennaisinta kiinteistön hallinnan kannalta. Kantavien rakenteiden elinkaari on yleensä 50-100 vuotta, joten kiinteistön rakenneosien kuten ikkunoiden ja ikkunaliitosten elinkaaret tulevat aikaisemmin tiensä päähän.

3.2.2 Solibri Model Checker

Solibri Model Checker -ohjelma on suunniteltu analysoimaan rakennusprosessin aikana tuotettujen tietomallien laatua, eheyttä ja turvallisuutta. Ohjelma tarkastaa tietomallin mahdollisten vikojen ja puutteiden löytämiseksi korostamalla törmäävät rakenteet. Solibri Model Checker tarkastaa myös, että malli noudattaa voimassa olevia rakennusmääräyksiä sekä yrityksen omia käytäntöjä. Solibri Model Checkerillä ei voi tehdä tietomalleja, sillä se on tarkoitettu olemassa olevien tietomallien tarkistamiseen ja yhteensovittamiseen. (Käyttöohje - Solibri Model Checker 2013,1.)

Tietomallin tarkastaminen esimerkiksi törmäysten kannalta tapahtuu säännöstöjen avulla. Solbrilla on valmiiksi luotu valmiita säännöstöjä rakenne- ja arkkitehtisuunnittelijoiden käytettäväksi, mutta tarpeen tullen käyttävä voi myös itse luoda tarkastussäännöstöjä. Solbrin avulla tietomalliin voidaan luoda myös luokitteluasetuksia, jotka luokittelevat mallin komponentit, kuten ikkunat, käyttäjän määrittämien asetusten mukaisesti. Luokittelusääntöjä voivat olla esimerkiksi rakennusosien nimeäminen Talo 2000 – mukaan ja kiinteistön käyttöikien määrittäminen, kuten alla olevasta kuvasta käy ilmi. Luokittelusäännöt ovat käyttäjän muokattavissa ja Solbri mahdollistaa myös omien luokitteluasetusten tekemisen. (Käyttöohje – Solibri Model Checker 2013, 11-13.)



Kuvio 4 Solbri Model Checker luokittelu

Luokitteluasetuksien avulla kiinteistön rakennusosille voidaan manuaalisesti määrittää useita eri ominaisuuksia. Luokitteluasetusten määrittämisen jälkeen käyttäjän on helppo löytää tietomallista vaaditut komponentit, sillä painamalla hiiren osoittimella luokittelu välilehdellä olevia luokkia korostuvat ne tietomallissa. Solbri mahdollistaa myös luokitteluasetusten avulla määritetyn informaation raportoinnin suoraan Excel-työkirjaksi, joka voidaan tarpeen mukaan liittää suoraan kiinteistön huoltokirjaan. Seuraavassa kuviossa on esitetty esimerkki informaatioraportoinnin tuottamasta Excel-työkirjasta. (Käyttöohje – Solibri Model Checker 2013, 11-15.)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Komponenttityyppi	Talo 2000	Tyyppi	Käyttöikä	Huoltoväli	Lukumäärä	
2	Alaslaskettu katto	1323 Sisäkattorakenteet	Akusto Focus E	30v	Luokittelematon	1	
3	Ikkuna	1242 Ikkunat	F10-18x18	50v	10v	8	
4	Laatta	1321 Lattioiden pintarakenteet	VP3	25v	15	2	
5	Ovi	1315 Väliovet	O-9V	30v	10v	1	
6	Ovi	1315 Väliovet	OS-13o	30v	10v	2	
7	Palkki	1235 Väliohjat	O32	100v	Luokittelematon	52	
8	Seinä	1241 Ulkoseinät	US3	100v	10v	15	
9	Seinä	1311 Väliseinät	VS3	100v	10v	34	
10	Seinä	1311 Väliseinät	VS9	100v	10v	6	
11							
12							
13							

Kuvio 5 Solibri Model Checker -informaatio raportointi

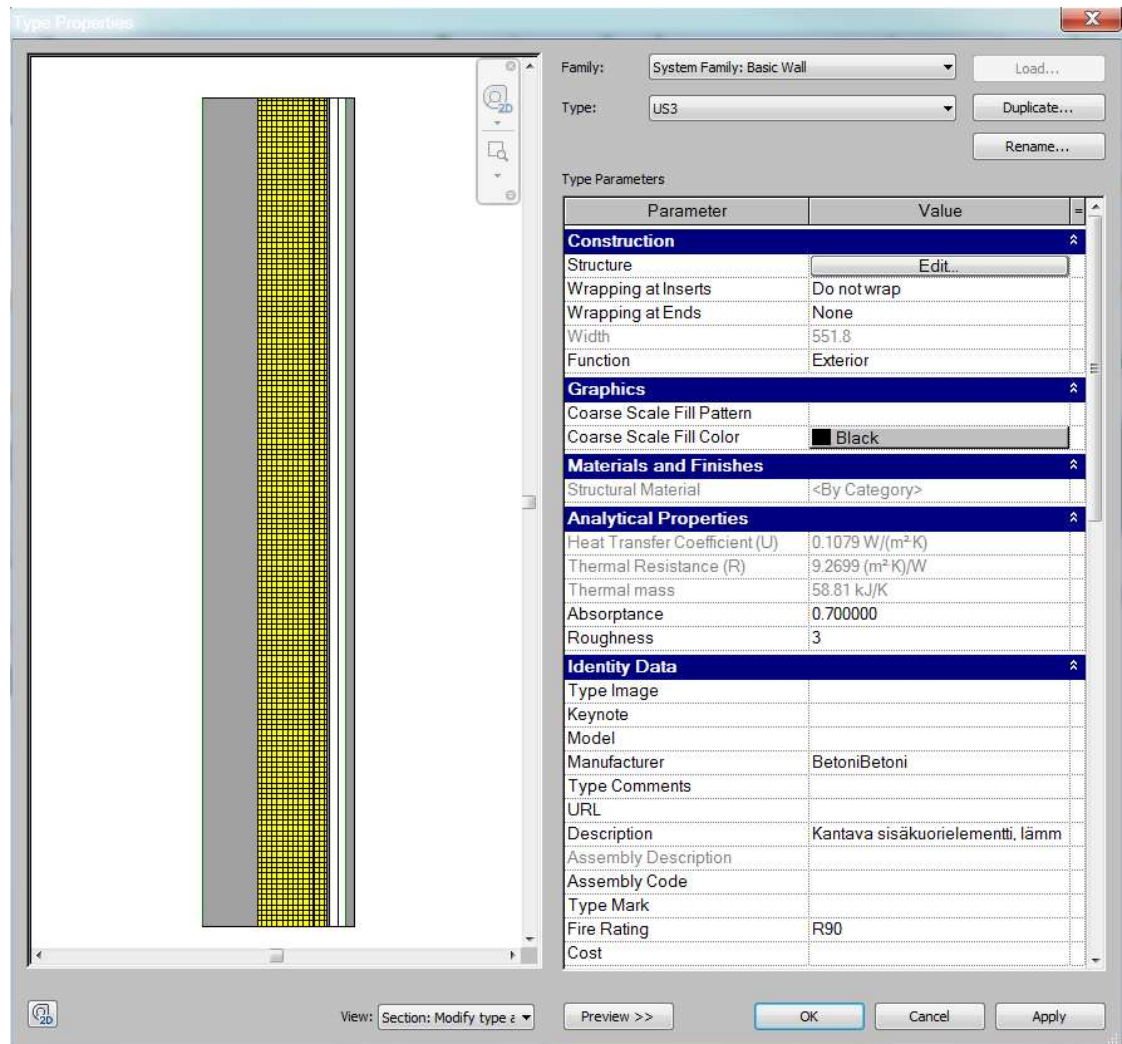
Jokainen luokitteluasetus voidaan tallentaa luokitteluasetuspohjaksi ja näin ollen tulevissa projekteissa voidaan hyödyntää kerran määritettyjä periaatteita. Solbrin luokitteluominaisuus tekee käyttöikä- ja kunnossapitoinformaation raportoinnin ja lisäämisen tietomalliin erittäin helpoksi. Solbrissa pystyy yhdistämään useita IFC- tietomalleja päällekkäin, mutta yhdistetty malli voidaan tallentaa ainoastaan Solibrin omaan tiedostomuotoon. Useiden IFC- tietomallien yhdistäminen Solibri Model Checkerissä mahdollistaa kaikkien kiinteistön rakennusosien, materiaalien ja laitteiden kunnossapito- ja käyttöikäinformaatioiden talteenoton. (Käyttöohje – Solibri Model Checker 2013, 11-15.)

3.2.3 Autodesk Revit

Autodesk Revit on monipuolinen työkalu tietomallintamiseen. Ohjelma mahdollistaa rakennuskohteen arkkitehti, LVI, sähkö ja rakennesuunnittelun. Revitin käyttöliittymä on kolmiulotteinen, kuten kaikissa muissakin 3D-tietomallinnustyökaluissa. (Revit Family 2017.)

Autodesk Revit mahdollistaa yksilöllisten rakennusosien ja komponenttien tuomisen tietomalliin. Revit mahdollistaa rakennepaksuuksien ja materiaalien muokkaamisen rakennusosakohtaisesti. Ohjelma myös laskee rakennusosan lämmönjohtavuuden automaattisesti määritettyjen rakennusosien perusteella. Kiinteistön suunnitteluprosessin aikana on oleellista täyttää rakennusosan properties-välilehdelle kaikki tarpeellinen tieto rakenteista ja tuotteen valmistajista. Autodeskin oletus properties-välilehdeltä löytyvät vain muutamia kohtia ja elinkaaren mallintamisen kannalta ne eivät ole riittäviä. (Revit Family 2017.)

Seuraavassa kuviossa on esitetty esimerkki ulkoseinärakenteen properties-välilehdestä.



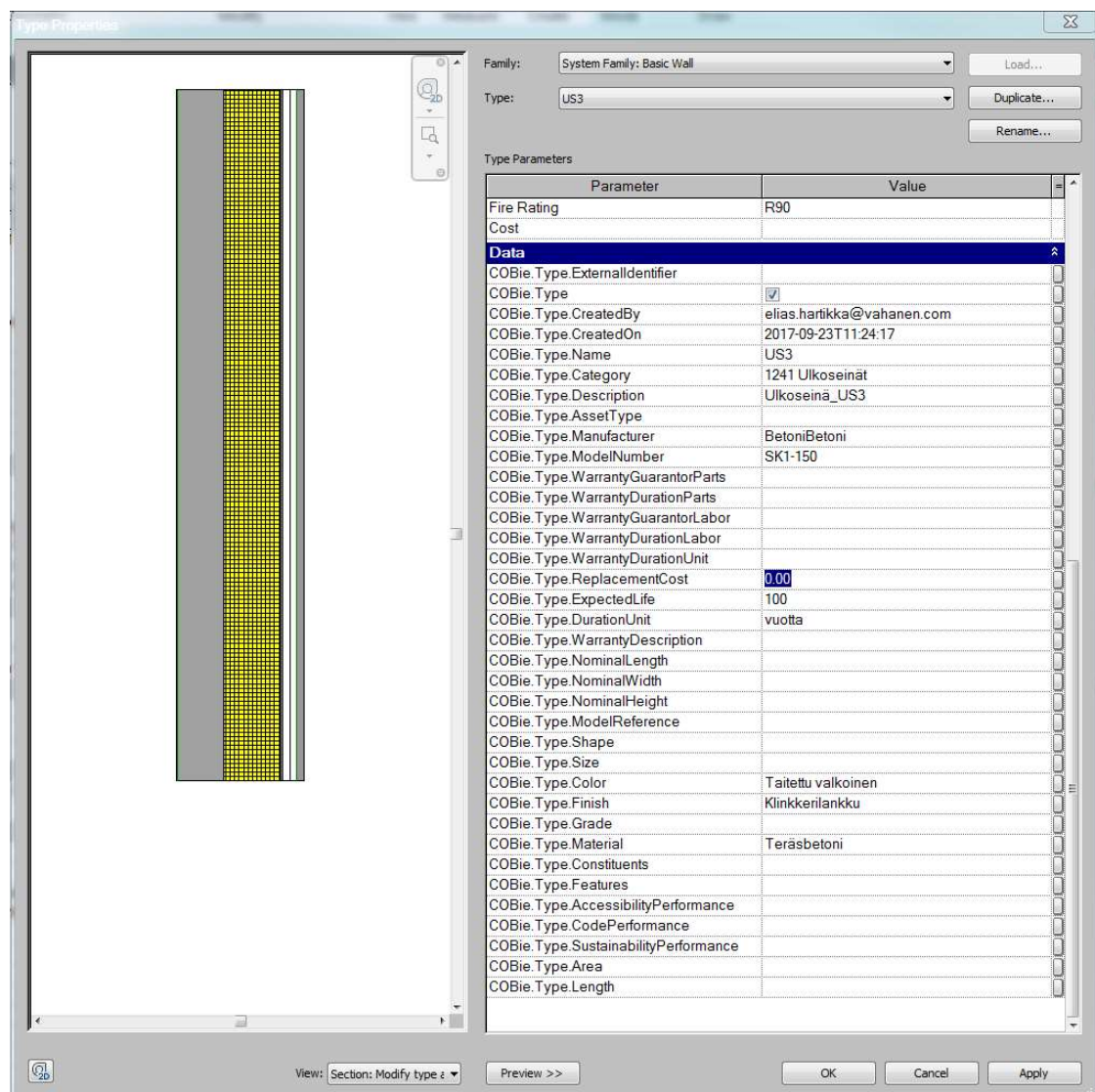
Kuvio 6 Autodesk Revit US3 Properties

Autodesk Revit -tietomallinnusohjelmaan on saatavilla lisäosia, jotka mahdollistavat kiinteistön elinkaaren tarkemman määrittämisen. Hyödyllisiä lisäosa elinkaaren mallintamiseen ovat ProdLib - kirjasto ja COBie Extension. (Revit Family 2017.) ProdLib – kirjastoa ja COBie Extensionin käsittelemää COBie-dataa käsitellään tarkemmin kohdassa 4.1.

COBie Extension on Yhdysvalloissa kehitetty lisäosa, jonka tarkoituksena on helpottaa kiinteistön omistajien tiedonhallintaa. Lisäosa mahdollistaa rakennusosien tarkemman määrittämisen ja sen avulla on mahdollista tulostaa kiinteistön rakennus-

osat, laitteet ja kalusteet suoraan Excel-työkirjaksi, kuten liitteessä 3 on näytetty. Lisäosa ei täysin sovi suomalaiseen tietomallintamiseen, sillä lisäosan automaattinen tiedontäyttäminen on suunniteltu Yhdysvaltaisten standardien ja luokittelujen mukaisesti. Lisäosaa pystyy hyödyntämään tietomallintamisessa Yhdysvaltaisista standardeista ja luokitteluista huolimatta. Käyttäjän tulee vain tietää, mitkä kohdat täytyy muuttaa manuaalisesti lisäosan automaattisen tietojen täyttämisen jälkeen. (East, B 2016.)

Tietojen täyttäminen on mahdollista manuaalisesti, kuten kuviossa 7 on näytetty. COBie Extension täyttää tyhjäksi jäädyt kohdat automaattisesti tuodessa tietoja Revit ohjelmasta Excel taulukkoon. Tuotu Excel-taulukko on esitetty liitteessä 6.



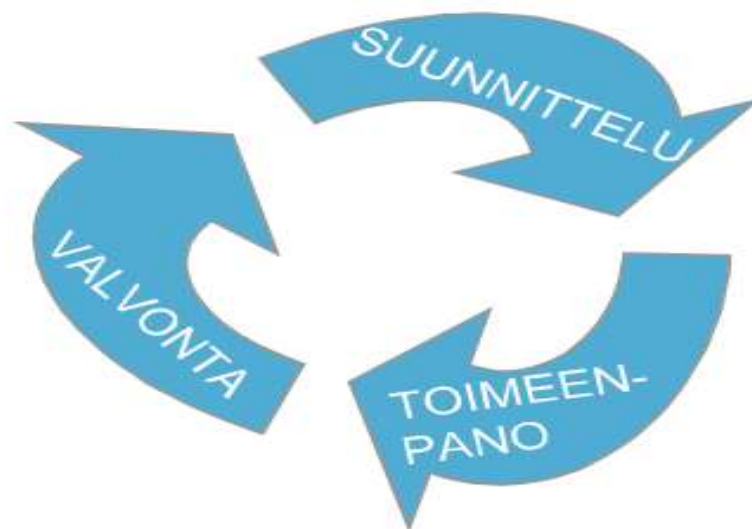
Kuvio 7 Autodesk Revit US3 COBie-Data

COBie Extension lisäosa ei suoraan sovellu kiinteistön elinkaaren mallintamiseen, mutta se on hyvä työkalu kiinteistön datanhallintaan. Lisäosassa voi lisätä manuaalisesti uusia sarakkeita, mutta niiden tuonti Exceeliin ja datan hallinnointi ei onnistu tämän jälkeen lisäosan kautta.

3.3 Vaiheet ja vastuut

Rakennusprosessin alkaessa on tärkeää määrittää tietomallinnusprosessin vaiheet ja vastuut. On tärkeää, että jokainen kiinteistön suunnitteluprosessiin osallistuva tietää tehtävänsä ja vastuunsa. Rakennusprosessin tietomallinprosessissa noudatetaan BuildingSMART – yhtymän Yleisiä tietomallivaatimuksia YTV2012. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

Onnistuneen tietomallihankkeen vetäminen edellyttää tarkkaa tietomallihankkeen johtamista. Hankkeeseen valitaan tietomallikoordinaattori, jonka tehtävänä on valvoa ja varmistaa hankkeen toteutumista. Tietomallikoordinaattori varmistaa, että tietomallit on tehty oikein ja aikataulussa. Rakennusprosessin osapuolille määritettyjen tehtävien ja vastuiden suoritusta tulee seurata ja valvoa koko rakennushankkeen ajan. Seuraavassa kuviossa on esitetty tietomallipohjaisen projektin johtamisen vaiheet YTV2012 Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen mukaan. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)



Kuvio 8 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen

Rakennushankkeen alkaessa tulee kirjata selkeästi rakennushankkeeseen osallistuvien vastuut ja vastuuhenkilöt rooleittain. Suunnittelutyön alkaessa on hyvä määrittää vaaditut toimenpiteet ja tarkkuudet tietomalleille. Tietomallin tarkkuudella on suuri merkitys rakennusprosessin onnistumiseen ja kiinteistön elinkaaren mallintamiseen. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012.)

3.4 Tietomalli

KIRA-Digi hankkeen aikana havaittiin, että elinkaaren mallintamiseen vaikuttaa suuresti käytetty mallinnusohjelma ja mallin tarkkuus. Rakennushankkeen alkaessa on tärkeää määrittää käytetyt tietomallinnusohjelmat ja tarkistaa ohjelmien yhteensopivuus.

Tietomallin tarkkuus

Elinkaaren tietomallintamiseen vaikuttaa suuresti tietomallin tarkkuus. Mitä tarkemmin tietomalliin on syötetty informaatiota rakennusosien materiaaleista, sitä tarkemmin tietomallista selviää kiinteistön ja sen rakennusosien käyttöä.

Kiinteistön yleisimpiä huolto- ja kunnossapitokohteita ovat muun muassa kohteen pintamateriaalit, ulkoseinärakenteen liittymät ja kiinteistön tekniset laitteet. Tietomalleihin ei kuitenkaan mallinneta esimerkiksi ikkunaliitosta, jonka kunnossapito- ja tarkastusväli on yleensä n. 5-15 vuotta. Tietomallin liitoksia tarkentamalla voitaisiin tietomalliin lisätä paljon informaatiota kiinteistön käyttö- ja huoltoikästä.

Ongelmana on kyseisten liitosten mallinnustyökalujen ja siihen tarvittavien komponenttien puuttuminen, sekä rakennusmateriaalien muuttuminen rakentamisvaiheessa. Mallintyökalujen tarkkuus rakennusosien elinkaaren kannalta oleellisissa asioissa, kuten liittymissä, tulisi parantua, jotta elinkaaren tietomallintaminen olisi mahdollista. Komponenttien ja materiaalitietojen tulisi tulla suoraan materiaali ja rakennusosien valmistajilta. Elinkaarimallintamisen onnistumiseksi, tulisi materiaalivalmis-

tajien lisätä tuotteidensa tietomalli komponentit ns. datatietopankkiin. Täältä suunnittelijoiden olisi mahdollista löytää ajan tasalla olevat tiedot heidän tuotteistaan. Olemassa olevia tietomallintamisen materiaalidatatietoa käsitellään luvussa 4.1.

4 Kiinteistön datalähde

4.1 Materiaalidatatieto

Kiinteistön ja rakennusosan materiaalidatatiedon tulisi sisältää riittävät tiedot käytetyistä rakennusmateriaaleista, rakennusmateriaalien ominaisuuksista, määristä ja suunnitellusta käyttöiästä. Rakennushankkeen aikana tehdyn tietomallin jokaisen rakennusosan tulisi sisältää riittävä määrä materiaalidatatietoa, jonka avulla kiinteistön huoltokirja pystyttäisiin laatimaan suoraan tietomallista. Tällaisen materiaalidatatiedon sisällyttäminen tietomalliin edellyttäisi, että kiinteistöä suunniteltaessa ja mallintaessa suunnittelijan käyttämät materiaalit sisältäisivät tiedot valmiiksi tai käytetty suunnitteluohjelma mahdollistaisi tiedon syöttämisen manuaalisesti.

Mallinnettaessa kiinteistön ulkoseinärakennetta on hyvin yleistä, että tietomalliin ei määritetä seinän lämmöneristeen tyyppiä ja tuotevalmistajaa. Tietomalliin määritetään yleensä vain rakennekaksuudet ja olennaiset tuotetiedot, kuten vaaditut suoja-betonipeitepaksuudet betonirakenteille sekä lujuusluokat. Kunnossapidon ja huollon kannalta rakennusosien olennaisimmat tiedot, kuten käyttöikä, kunnossapitokaksot ja seinän pintamateriaalit, kuten maalaus jäävät mallintamatta.

Materiaalidatatiedon tulee olla peräisin materiaalin tuotevalmistajalta ja tieto tulee olla varmistettu kyseisen materiaalin vaatimien standardien mukaisesti. Rakennustiedon RT-tuotetieto-sivusto kokoaa hyvin eri rakennusosien ja rakennusmateriaalien tuotetietoja yhdelle sivustolle, josta ne ovat helposti suunnittelijan löydettävissä ja käytettävissä. Materiaalidatatietoa on vielä hankala löytää BIM-muodossa ja kaiken tiedon syöttäminen tietomalliin ei ole vielä mahdollista.

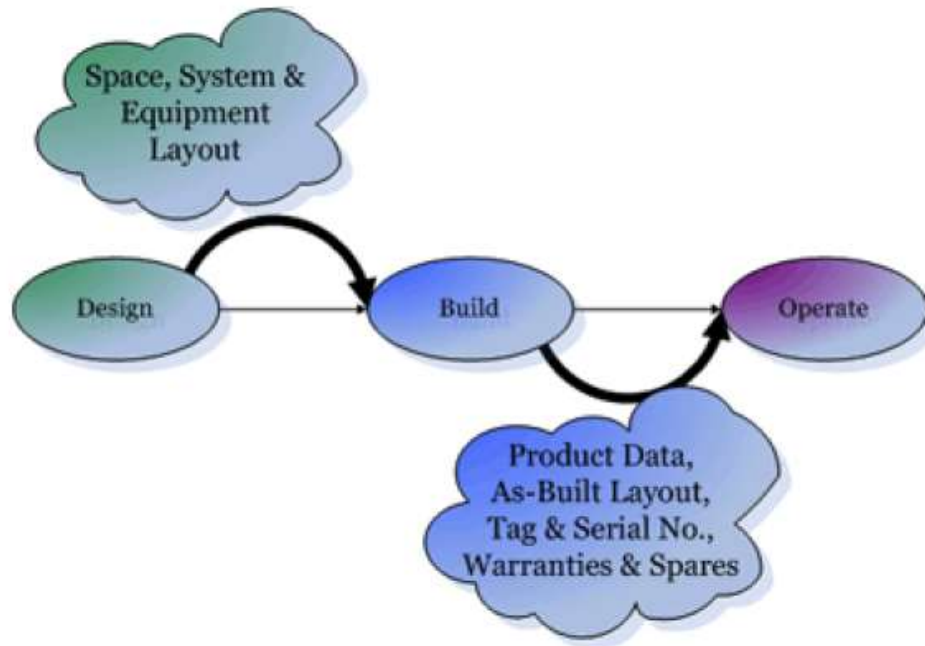
4.1.1 COBie-data ja SPie tuotepohjat

COBie-data

The Construction Operations Building information exchange (COBie) on kansainvälinen standardi kiinteistön tiedonhallintaan. Sen tarkoituksena oli vähentää kiinteistöhallinnan kannalta oleellisten tietojen häviämistä kiinteistön elinkaaren aikana. COBie-datan kehittäjä Bill East käyttää kirjassa BIM for Facility Managers (2013) esimerkkiä rikkinäisestä teollisuuspuristimesta COBie-datan tarpeellisuudesta. Esimerkissä rikkinäisen teollisuuspuristimen vaihtaminen uuteen tulisi olla nopea ja helppo tehtävä. Tulisi vain määrittää vanhan puristimen malli ja korvata se uudella vastaavalla. Todellisuudessa kiinteistöhallinnalla voi kulua päiviä etsiessään tietoa alkupe räisen tuotteen tiedoista. (East, B. 2013.)

COBie-dataan sisällytetään kahdenlaisia ominaisuuksia; tiloja ja tuotteita. Sen tarkoitus on helpottaa rakennusprojektin tiedonhallintaa ja se voidaan suoraan sisällyttää tietomalliin. COBie-dataa voidaan välittää kolmessa tiedostomuodossa. Ensimmäinen tiedonvälitysmuoto on Standard for the Exchange of Product (STEP). STEP-tiedonvälitysmuotoa käytetään laajalti teollisuustuotannossa. Toista tiedonvälitysmuotoa kutsutaan ifcXML-tiedoksi. STEP ja ifcXML-tiedostomuodot on suunnattu tietokone-tietokone-kommunikointiin ja siksi on kehitetty myös kolmas tiedonvälitysmuoto. Kolmas tiedonvälitysmuoto on SpreadsheetML, jonka avulla COBie-dataa voidaan käsitellä taulukkomuodossa Excel-tiedostona. (East, B. 2013.)

COBie-dataa tuotetaan koko rakennusprosessin aikana. Tiedon kerääminen ja tallentaminen aloitetaan tarvekartoituksesta, jossa määritetään yhdessä tilaajan kanssa kiinteistön ja sen tilojen vaatimukset. Tiedon tallentamista jatketaan koko rakennusprosessin ajan ja se jatkuu vielä rakennuksen käyttöönoton jälkeen. (East, B. 2013.) Seuraavassa kuviossa selvennetään COBie-datan tallennuksen vaiheita.



Kuvio 9 COBie-datan tallennusvaiheet Bill Eastin mukaan (East, B. 2013).

COBie-datan tallentamiseen tietomalliin ei ole erillistä COBie-ohjelmaa, mutta esimerkiksi AutoDesk Revit ja ArchiCAD-ohjelmiin on saatavilla COBie-data lisäosat. (Magaud 2015.) Lisäosien avulla COBie-dataa voidaan tallentaa tietomalliin ja tarvittaessa tulostaa tallennettu tieto Excel-tiedostoksi, kuten liitteessä 3 on näytetty.

SPie-tuotepohjat

Yhdysvalloissa aloitettiin vuonna 2007 hanke nimeltä Specifiers' Properties information exchange (SPie). SPie – hankkeen perustajina toimivat buildingSMART – yhtiö ja Council of the National Institute of Building Sciences. Hankkeen tavoitteena oli luoda tuotepohjia materiaalivalmistajille työkaluksi materiaalityötiedon tuomiseksi avoimeen tuotetietotietoon. Näiden tuotepohjien avulla materiaalivalmistajien ilmoittama tuotetieto voitaisiin sisällyttää tietomalliin. Hankkeen aikana onnistuttiin luomaan 498 tuotteen materiaalin ja tuotteen tuotepohjat. Tuotepohjat luotiin yleisen tuotepohjan avulla. Yleisessä tuotepohjassa on neljä saraketta: (East, W. E. 2013.) Kuviossa 10 on esitetty esimerkki kipsilevyn tuotepohjasta.

Sarake 1 – Ominaisuuden nimi

Ensimmäinen sarake listaa ehdotetut tuoteominaisuudet kyseiselle tuotteelle. Sarakkeen päätavoite on tunnistaa tuoteominaisuudet, jotka on julkistettu Unified Facilities Guide Specifications (UFGS) -sivustolla tai GOBie-ohjeessa. Julkaistujen tietojen yhdistäminen mahdollistaa käytännöllisen tuotemäärittelyn, mikä on yleensä esitetty rakennepiirustuksissa ja tuoteluetteloista. (East, W. E. 2013.)

Sarake 2 – Virallinen lähde

Toinen sarake tunnistaa tuotteen ominaisuuksien lähteen. Tuotteiden ominaisuuksien tulee perustua GOBie-ohjeeseen tai UFGS-julkaisuun. (East, W. E. 2013.)

Sarake 3 – Tyypilliset mittayksiköt

Kolmas sarake määrittää tyypilliset mittayksiköt, mikäli mahdollista. Mikäli mittayksikköä ei ole, laitetaan sarakkeeseen "n/a" selkeyttämään ja osoittamaan tuotepohjan valmius. (East, W. E. 2013.)

Sarake 4 – Oletusarvot

Neljäs sarake osoittaa oletusarvot. Mikäli tuotteelle on määritetty useita oletusarvoja UFGS julkaisussa tai GOBie-ohjeessa ne erotellaan toisistaan väliviivalla. Viitattuun UFGS osioon lisätään julkaisupäivämäärä nimeämisen jälkeen. (East, W. E. 2013.)

UFGS Section and Date	UFGS MAY 2012	09 29 00	GYPSUM BOARD 05/11
OCCS Table 23 Properties	OCCS MAY 2012	23-15 11 11 11	Gypsum Board Fixed Partitions
Name	COBie Guide	n/a	Type XX Space#-01
Type	COBie Guide	n/a	Type XX
Location	COBie Guide	n/a	space name
Placement	COBie Guide	n/a	space - ceiling - wall - chase - site - roof
Basis-of-Design Manufacturer	COBie Guide	n/a	non-proprietary - proprietary
Basis-of-Design Model	COBie Guide	n/a	manufacturer's model number
Basis-of-Design Notes	COBie Guide	n/a	insert notes
Sustainability	COBie Guide/UFGS 1.3/1.6	n/a	regional - low voc - low toxicity - recycled content
Board Type	UFGS 2.1	n/a	regular - foil backed - type X - water resistant -water resistant type X
Backer Type	UFGS 2.1	n/a	regular - foil backed - type X
Facer	UFGS 2.1.5	n/a	paper - glass mat
Impact Resistant	UFGS 2.1.6	n/a	yes - no
Predecorated	UFGS 2.1.7	n/a	yes - no
Fastening method	UFGS 2.1.10	n/a	nails - screws - staples - adhesive
Accessory Material	UFGS 2.1.14	n/a	Galvanized Steel - PVC

Kuvio 10 Esimerkki kipsilevyn tuotepohjasta (East, W. E. 2013.)

4.1.2 SPie -datan Excel taulukon käyttäminen

SPie -datan Excel tiedoston taulukko on kehitetty COBie-data taulukkopohjista. COBie-data taulukkopohjat ovat yhteensopivia IFC ja IFCXML tukevien ohjelmien kanssa. Tämä sallii materiaalivalmistajien tuotteiden systemaattisen dokumentoinnin. SPie-dataa käyttäessä on huomioitava, että se on kehitetty Yhdysvaltojen standardien ja luokitusten mukaan. (SPie 2010.) Alla on kuvattu tarvittavat tiedot ja välilehdet yhden tai useamman SPie tuotetiedon tuomiseksi tietomalliin. Liitteessä 6 on esitetty esimerkki type - välilehdestä.

Contact - välilehti

Kontakti välilehdeltä on varmistettava, että tuotevalmistaja on syöttänyt tiedot oikein. Valmistajan sähköpostiosoite tulee olla syötettynä kohtaan "CreatedBy" kaikilla välilehdillä. Loput kontakti välilehden rivit voidaan täyttää, mikäli tuotteelle on olemassa takuita tai varaosia muiden lähteiden kautta. (SPie 2010.)

Type - välilehti

Jokaista tuotetta tai materiaalia kohtaan tulee luoda oma rivi. Riville tulee syöttää tiedot tuotteen tai materiaalin nimestä, kuvauksesta ja luokitukselta. Välilehdeltä on

myös täytettävä purppurat kentät (ExtSystem, ExtObject ja ExtIdentifier) sopivilla IFC type objecteilla. Loput rivin sarakkeet oikealla on tarkoitettu täydentämään yleistä tuotetietoa. Type – välilehdeltä on myös muistettava täyttää valmistajan, sekä osien ja takuiden nimet käyttämällä sähköpostia kontaktitietona. (SPie 2010.)

Attribute – välilehti

Jokaisen tuotteen tai materiaalin erilaiselle ominaisuudelle on luotava oma rivi. Luotujen ominaisuuksien tulee olla hyväksyttävä kansallisin standardein. Sarake ”Unit” voidaan kirjata ’enum’ (luetteloitu), ’boolean’ (kyllä vai ei). ’classification’ tai oikeana yksikkönä, kuten mm (millimetri). Mikäli tuotteen yksikköä ei ole määritetty voidaan sarake täyttää merkinnällä ’n/a’. (SPie 2010.)

Coordinate – välilehti

Jokaiselle tuotteelle tulee luoda kaksi riviä, jotka osoittavat, kuinka oikeanpuoleisen laatikon kulmat liittyvät kohdepisteeseen. (SPie 2010.)

Document – välilehti

Jokaiselle tuotteelle tai materiaalille on luotava vähintään kolme riviä. Riveiltä tulee löytyä tuotteen nimi ja julkiset sijainnit SPie – dokumenteille, tuotteen standardi (pdf), sekä IFC ja IFCXML – tiedostot kyseiselle tuotteelle. (SPie 2010.)

Jobs – välilehti

Tälle välilehdelle voidaan syöttää tietoja materiaalin tai tuotteen vaatimia kunnossapito- tai tarkastustoimenpiteitä. Välilehdelle tulisi tehdä vähintään yksi rivi, joka sisältää oleelliset tiedot. (SPie 2010.)

4.1.3 Proplib – kirjasto

Proplib-kirjasto on suunnittelun avuksi tehty rakennustuote -ja materiaalikirjasto.

Prolibiin tuotevalmistajat voivat lisätä omia tuotteita -ja materiaalejaan suunnittelijoiden käytettäväksi. Tällä hetkellä Proplib-kirjastosta löytyy 5074 erilaista tuotetta. (Proplib N.d.)

Proplib tarjoaa kirjastossaan valmistajien ratkaisuja AutoCAD, Revit ja ArchiCAD-tiedostoina (Proplib N.d). Palvelu on erittäin hyödyllinen, sillä sieltä löytyvät valmistajien ajantasaiset tuotetiedot. Kaikki valmistajat eivät ole vielä tehneet tuotteistaan

tietomallinukseen sopivia tuotteita. Kuviossa 11 on esitetty tuotevalmistaja Peikon tuotteita Prodlib-kirjastossa.



Kuvio 11 Peikko Groupin Prodlib – kirjasto

4.2 Reaaliaikaisuus

Jotta kiinteistön elinkaaren tietomallintamista voitaisiin ennakoida ja hyödyntää sen täydellä potentiaalilla, tulisi tietomallissa olevan tiedon olevan reaaliaikaista. Reaaliaikaisuudella tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä tiedon ajan tasalla olemista. Kiinteistön rakennusosien elinkaareen vaikuttavia tekijöitä, kuten lämpö- ja kosteustilaa sekä kiinteistön käyttötarkoitusta tulisi pystyä mittaamaan, jotta kiinteistöstä saatu informaatio olisi todenmukaista ja reaaliaikaista.

Reaaliaikaisuutta pystytään mittaamaan esimerkiksi asentamalla kiinteistöön ja sen rakennusosiin mittausantureita, jotka välittävät mittaustuloksiaan reaaliajassa kiinteistönomistajalle ja huoltokirjaan. Ongelmana on vielä tämän hetkisten työkalujen ja suunnitteluohjelmien yhteensopivuus reaaliaikaisen informaation tuomisessa tietomalliin. Vielä ei ole olemassa ohjelmaa tai lisäosaa, jonka avulla kiinteistön hoitaja tai kiinteistön omistaja pystyisivät tarkastelemaan rakennuksen reaaliaikaisia olosuhteita ja niiden vaikutuksia kiinteistön elinkaareen.

Mitatun informaation analysointi ja arviointi ovat tärkeä osa reaaliaikaisuutta. Kiinteistön huoneiden sekä tilojen kulumalla ja rasituksilla voi olla suuria eroja. Vaikka huoneiden rakennusmateriaalit ja kiintokalusteet olisivat samanlaisia, ei se tarkoita

kulumisen olevan samanlaista. Tilojen käyttäjät vaikuttavat paljon huoneessa vallitseviin olosuhteisiin ja rasituksiin. Vertaillessa kahta, ominaisuuksiltaan ja materiaaleiltaan identtistä huonetta löytyvät elinkaareen vaikuttavat erot tilan käyttäjien toimista. Huoneiden käyttöasteet voivat olla hyvin erilaiset. Toisen huoneen kävijämäärien ollessa suurempia ja huoneen käytön ollessa runsaampaa on myös kulumisen ja rasitukset suurempia. Reaaliaikaisen informaation mittaaminen ja sen saaminen tietomalliin on tärkeä osa tulevaisuuden tietomallintamista.

5 KIRA-Digi kokeiluhanke

5.1 Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoiminen

KIRA-Digi kokeiluhanke on luonteeltaan selvitystyö. Hankkeen aikana tutkitaan mahdollisuutta digitalisoida kiinteistön elinkaareen vaikuttavat rakennusosat ja talotekniikka. Selvitystyössä tutkitaan saatavissa olevaa tuoteinformaatiota hyödyntäen Talo 2000- nimikkeistöä ja mahdollisuutta rikastaa sitä kiinteistön omalla rakenne-, järjestelmä- ja laitetiedoilla sekä niiden teknisillä käyttöiillä. (Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoiminen 2017.)

Kokeiluhankkeen alussa määritettiin kohdehuoneen rakennusosien käyttöiät ja kunnossapitojaksot RT 18-10922 määrittämien ohjeiden ja kiinteistön huoltokirjan mukaan. Määritetyt käyttöiät löytyvät liitteestä 8. Käytettyjen rakennusosien ja materiaalien osalta suoritettiin sähköposti- ja puhelinkyselyitä tuotevalmistajilta heidän mahdollisesti määrittämästä käyttöiästä ja kunnossapitojaksoista. Hankkeessa selvitettiin myös nykyisten tietomallinnustyökalujen hyödyntämistä kiinteistön elinkaaren digitalisoinnissa. Nykyisten tietomallinnustyökaluista löydettyjä toimintoja on käsitelty luvussa 3.2.

5.2 Tiedonsiirto tietomallin ja informaatiolähteen välillä

Kiinteistön elinkaaren digitalisoinnin mahdollistamiseksi tulisi kiinteistöstä tehdyn tietomallin ”kommunikoida” informaatiolähteen välillä. Kommunikoinnilla tarkoitetaan tässä työssä tiedonsiirtoa tietomallin ja informaatiolähteen välillä. Informaatiolähteellä tarkoitetaan materiaali- ja mittausdatan tallennuspaikkaa.

Kommunikoinnin toiminnan takaamiseksi tulisi informaatiota pystyä käsittelemään sellaisessa tiedostomuodossa, mitä kaikki tietomallinnusohjelmat tukisivat. Esimerkkinä kuten luvussa 4.1.1. esitetty COBie-data. COBie-datassa on hyödynnetty XML, ifcXML, IFC ja SpreadsheetML tiedostomuotoja, jotka ovat yhteensopivia valtaosaan tietomallinnusohjelmista.

Informaation lisääminen tietomalliin sekä tietomallin ja informaatiolähteen välinen kommunikointi olisi järkevintä hoitaa mallinnusohjelmiin sopivan lisäosan avulla. Lisäosan hyödyntäminen datan siirrossa ja lisäämisessä edistäisi elinkaarimallintamisen käyttöönottoa. Lisäosan avulla suunnittelu- ja isännöintitoimistojen ei tarvitsisi opetella uuden tietomallinnusohjelman käyttöä. Toimistot pystyisivät toteuttamaan tietomallinnusprojektit yritykselle ominaisilla ohjelmilla ja toimintatavoilla. Uutena tulisi vain lisäosan käytönopettelu sekä hyödyntäminen. Seuraavassa kuviossa on esitetty ehdotus lisäosan tietokannasta ja informaation liikkumisesta.



Kuvio 12 Ehdotus tietomallinnuslisäosan tietokannasta

Lisäosan käyttö tietomallinnusprojekteissa mahdollistaisi suunnitteluvaiheessa erilaisten tuotteiden ja niiden ominaisuuksien vertailun TALO 2000 -nimikkeistön alla. Käyttäjä pystyisi hakemaan ja rajaamaan tuotteita niiden ominaisuuksien avulla sekä saamaan listan vaihtoehtoisista tuotteista. Tuotteiden informaatio löytyisi avoimelta rajapinnalta, jonne tuotevalmistajat ovat lisänneet materiaalien tuoteominaisuudet sovitettuun tiedostomuotoon.

Tiedonsiirron onnistumiseksi tulisi materiaalivalmistajien ja mitatun tuotetiedon olla jäsennelly samalla tavalla eri valmistajien ja mittalaitteiden kesken. Tiedon jäsentelyllä varmistettaisiin tietomallin ja informaatiolähteen kommunikointi. Taulukossa 6 on esitetty ehdotus tuotetiedon jäsentelystä. Tietomallintamisen kannalta tuotetieto tulee olla muunnettavissa mallinnusohjelmissa hyödynnettäväksi.

Taulukko 6 Ehdotus tuotetiedon jäsentelystä

Informaatio	Selitys
1 Luokittelu	
Luokittelutieto	Tuotteen TALO2000-nimikkeistö
Tuotenimi	Tuotevalmistajan määrittämä tuotenimi.
Valmistaja	Tuotevalmistajan yrityksen nimi ja yhteystiedot.
2 Tuotekuvaus ja tekniset ominaisuudet	
Tuotekuvaus	Tuotteen teknisiä tietoja. Tekniset mitat, tiheys, massa, värit yms. tarpeellinen tieto. Tuotteen RT-tuotekortin numero
Tuotteen tekniset ominaisuudet	Tuotteen tekniset ominaisuudet. Teknisten ominaisuuksien vaikutus suoriutumiseen tarkoitetussa käytössä.
Tietomalliobjekti	Tuotteesta oleva tietomalliobjekti tiedostomuotoineen ja sijainteineen
3 Käyttöikä	
Ennakoitu käyttöikä	Valmistajan määrittämä ennakoitu käyttöikä numeerisessa muodossa
Käyttöiän ennakoinnin menetelmät	Menetelmät, joilla tuotteen käyttöikäennuste on tehty. Käytetyt standardit, lähteet ja viitteet. Yhteenvedo, jossa esitetään käytetyt menetelmät ja tulokset. Tieto voidaan antaa linkkinä tai liitteenä.
4 Reunaehdot toimivuudelle	
Käyttökohteet	Tuotteelle ominaiset käyttökohteet
Käyttöolosuhteet	Valmistajan edellyttämät olosuhteet tuotteen oikeanlaiselle toiminnalle. Esimerkiksi olosuhteet lämpötilalle, kosteudelle, ympäristölle ja rasituksille.

Edellytykset rakenteille	Tuotevalmistajan määrittämät edellytykset rakenteiden ja liittyvien materiaalien suhteen
Asennus	Valmistajan määrittämät edellytykset tuotteen asentamiseen, joka takaa tuotteen toimivuuden. Tieto voidaan antaa linkkinä tai liitteenä.
Kuljetus ja varastointi	Edellytykset tuotteen oikeaoppiseen kuljettamiseen ja varastointiin. Tuotteen tulee täyttää alkuperäiset vaatimukset kuljetuksen ja varastoinnin jälkeen.
Huolto	Tuotteen kunnossa pysymisen edellyttämät huoltotarkastukset ja -tehtävät sekä vaaditut ajanjaksot. Ilmoitetaan myös arviot huollon aiheuttamista kustannuksista.
Kunnossapito	Määritetään tuotteen komponenttien vaatimat uusimisen ajanjaksot. Esimerkiksi ikkunavalmistaja ilmoittaa ikkunatiivisteiden uusimisen ajanjaksot. Ilmoitetaan myös arviot kunnossapidon aiheuttamista kustannuksista.
5 Ympäristövaikutukset	
Ympäristöprofiili	Tuotevalmistajan määrittämät ympäristövaikutukset. Esitetään mahdolliset päästöt ilmaan, päästöt veteen, vaaditut resurssit ja muut ympäristönäkökulmat.
6 Kustannukset	
Elinkaarikustannukset	Tuotteen hankinta-, huolto- ja kunnossapitokustannukset. Kustannukset esitetään esimerkiksi yksikössä euroa/m ²

Suunnittelijoiden valittua kiinteistön rakennusmateriaalit, tulee materiaaltiedot syöttää tietomalliin lisäosan avulla. Lisäosan tulisi määrittää kussakin suunnitteluvaiheessa tarvittavat vähimmäistiedot tuotekohtaisen tiedon syöttämiseksi kiinteistön elinkaarta mallintaessa.

5.3 Avoin rajapinta

Avoimella rajapinnalla tarkoitetaan tässä työssä ”tietopankkia”, jonne kerätään kiinteistöistä mitattu informaatio anonymisti. Avoimen rajapinnan tarkoituksena on

mahdollistaa ympäri Suomea olevista kiinteistöistä mitatun anonyymin informaation vertailu ja arviointi. Tietopankkiin kerättäisiin olemassa olevien sekä tulevien rakennusprosessien mittaustietoja. Mitatun tiedon avulla suunnittelijat ja tilaajat pystyisivät vertailemaan ja arvioimaan vastaavissa olosuhteissa olleiden rakennusosien toteutuneita elinkaaria jo suunnitteluvaiheessa.

Avoin rajapinta toimisi kiinteistöön palveluita tuottavien tai tarjoavien yritysten kesken. Avoimen rajapinnan järjestelmä toimisi isännöitsijän ja kiinteistönomistajan apuvälineenä tarvittaessa informaatiota yksittäisestä tai useammasta kiinteöstä. (Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoiminen 2017.)

Kiinteistön ja sen rakennusosien elinkaarta määrittäessä hyödynnetään tuotevalmistajien määrittämiä käyttöiä, sekä julkaistuja ohjeita teknisistä käyttöistä ja kunnossapitajaksoista. RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset ohjekortissa esitetyt keskimääräiset käyttöiät perustuvat käytännöstä saatuihin kokemuksiin, tutkimuksiin ja selvityksiin. Avoin rajapinta mahdollistaisi ohjeellisten teknisten käyttöikien päivittämisen reaaliaikaisella informaatiolla.

Tietokantaan tulisi myös kerätä mittaustietoa kiinteistön käyttäjien aktiivisuudesta ja siisteydestä. Kiinteistön pintamateriaalien kulumiseen vaikuttaa suuresti käyttäjien toimet, sekä siisteys. Esimerkkinä kiinteistön lattiamateriaalin kulumiseen on erittäin suuri vaikutus käyttäjien jalkineilla. Lattiamateriaalin kulumisen on huomattavasti nopeampaa käyttäjien pitäessä kenkiä kiinteistön sisätiloissa. Kenkien mukana sisätiloihin kulkeutuu muun muassa kosteutta ja hiekanjyväsä, jotka nopeuttavat lattian kulumista.

Mitattavaa dataa on mahdollista saada kiinteistöistä lähes rajattomasti. Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoinnin määrittämiseksi on tulevaisuudessa erittäin tärkeää pystyä määrittämään mitä ja miten rasituksia mitataan. Rakennusosien elinkaaren kannalta oleellista tietoa on rakenteiden olosuhteet ja ympäristön aiheuttamat rasitukset.

Tietokannan ylläpitämisestä tulisi vastata jokin julkinen taho, kuten Rakennustieto Oy tai Ympäristöministeriö. Tietokannan ylläpitämiseen vaaditaan tarkkaavaisuutta ja resursseja. Lisäosan hyödyntäjän tulee pystyä luottamaan, että tietokannasta löytyvä tieto on oikeaa ja ajan tasalla. KIRA-Digi-hankkeen aikana pyydettiin Sweetlakes

Oy:lta lausunto avoimen rajapinnan toteuttamisen mahdollisuuksista. Sweetlakes Oy:n lausunto on esitetty liitteessä 4.

Lausunnossaan Sweetlakes Oy käsittelee muun muassa massadatan hyödyntämistä, tarvittavan informaation keräämistä sekä tiedon jakamista ja hyödyntämistä. Kerätävän tuoteinformaation ja tiedon määrä on valtava. Kerätty data tulisi kerätä yksityiselle tai julkiselle pilvipalvelulle, joka mahdollistaisi valtavan datamäärän tallentamisen ja hyödyntämisen. Pilvipalveluun kerätyn datan avulla pystyttäisiin erilaisilla tilastollisilla malleilla pyrkiä ennustamaan kiinteistöjen korjaustarpeita kohtuullisella tarkkuudella. Tällaisten tilastollisten ennusteiden ollessa julkisesti saatavilla saataisiin kerätystä tiedosta mahdollisimman suuri hyöty yhteiskunnalle.

6 Käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa

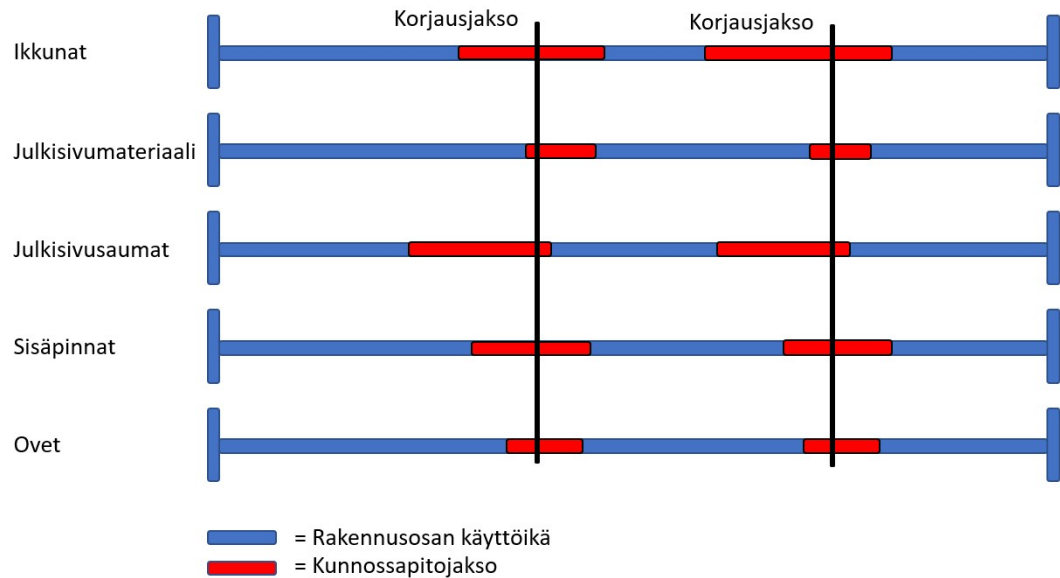
Kiinteistön elinkaaren tietomallintaminen mahdollistaa kiinteistön korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteiden ennustamisen ja ennakkoinnin. Järjestelmästä pystyisi määrittämään kustannustehokkaimman ajankohdan tehdä korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Tulevaisuudessa tiedon lisääntyessä ja tietomallintamisen sekä sen työkalujen kehittyessä käyttömahdollisuudet ovat lähes rajattomat.

6.1 Ennakoiva huoltokirja

Kiinteistön elinkaaren tietomallintamisen jälkeen kiinteistön hoitaja sekä kiinteistön omistaja pystyisi valvomaan ja tarkastamaan kiinteistön rakennusosien laskennallisia elinkaaria ja käyttöiä rakennusprosessin aikana tehdystä tietomallista. Luodusta tietomallista olisi luvussa 5.1 esitetyn lisäosan avulla mahdollista saada suoraan kiinteistön PTS-suunnitelma.

Ennakoivalla huoltokirjalla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä tietomalliin sisällytettyä huoltokirjaa, joka on luotu kiinteistöä varten. Ennakoiva huoltokirja seuraisi kiinteistön rakennusmateriaalien ja -osien kuntoa hyödyntämällä avoimesta rajapinnasta saatua mittausdataa sekä päivittäisi kiinteistön rakennusosien elinkaarta rasiusten muuttuessa. Mittausdataa tuotetaan kiinteistöstä mittausantureilla sekä mittaamalla kiinteistön käyttäjien aktiivisuutta sekä siivoustoimenpiteitä.

Tietomalliin syötetyn informaation ja mittausdatan avulla lisäosan tuottama enna-koiva huoltokirja näyttäisi kunkin rakennusosan tekniset tiedot ja tekniset käyttöiät. Lisäosan avulla kiinteistön haltija tai kiinteistön hoitaja pystyisi tarkistamaan raken-nusosien jäljellä olevia käyttöiä. Jäljellä olevien käyttöiä ja lisäosan avulla kiin-teistön hoitaja pystyisi optimoimaan kiinteistön huolto- ja kunnossapitoajankohdat. Optimoinnin periaatetta on selvitetty graafisesti kuviossa 13.

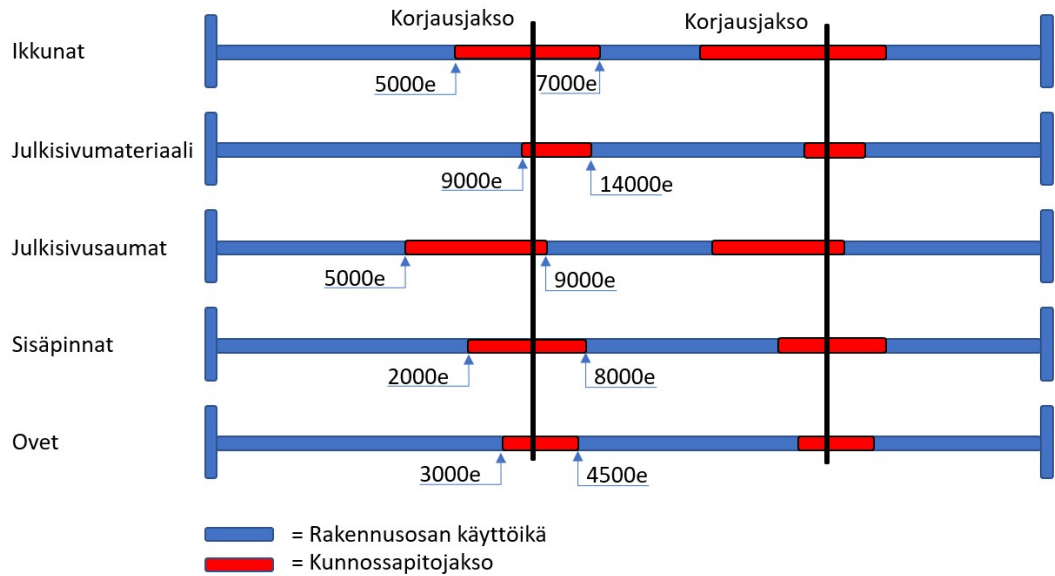


Kuvio 13 Kunnossapitajaksojen määrittämisen periaate

6.2 Ennakoiva kustannuseuranta

Ennakoivalla kustannuseurannalla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä elinkaaritieto-mallintamisessa hyödynnetyn työkalun ominaisuutta, joka seuraisi kiinteistön raken-nusosien ja niiden kunnossapitokustannuksia.

Tietomallin ennakoiva kustannuseuranta antaisi kiinteistön hoitajalle mahdollisuu-den seurata kiinteistön kunnossapitotoimenpiteiden kustannuksia. Rakennusosan huolto- ja kunnossapitajakson alkaessa kunnossapitokustannukset ovat pienemmät kuin kunnossapitajakson päättyessä. Tietomallintamisen lisäosa pystyisi ennakoimaan ja arvioimaan rakennusosan huolto- ja kunnossapitokustannuksia perustuen avoimen rajapinnan informaatioon. Kuviossa 14 on esitetty huolto- ja kunnossapito-kustannusten ennakoinnin periaatetta.



Kuvio 14 Ennakoivan kustannusseurannan periaate

Lisäosan avulla kiinteistön hoitaja pystyisi tarkastelemaan rakennusosien kunnossapitojaksoja ja kunnossapitotoimenpiteiden kustannuksia. Lisäosan avulla kiinteistön hoitaja pystyisi vertailemaan kustannuksia halutussa huolto- tai kunnossapitojakson ajankohdassa.

7 Yhteenveto

Kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisoimiseen tarvittavaa informaatiota on olemassa ja sitä on mitattavissa melkein rajattomasti. Tulevaisuudessa, KIRA-digi hankkeen jatkuessa on tärkeää pystyä määrittämään oleellinen informaatio. Informaatiota ollessa lähes rajattomasti tarjolla on tärkeää pystyä määrittämään tarvittava informaatio kiinteistön elinkaaren digitalisoinnin onnistumiseksi. Olemassa olevien kiinteistöjen rakennusosien toteutuneiden huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden kirjaaminen avoimeen rajapintaan lisäisi rakennusosien elinkaaren määrittämiseen tarvittavaa kokemuseräistätietoa.

Elinkaaren digitalisoinnin onnistumiseksi kiinteistöistä ja rakennusosista mitatun informaation tulee olla kaikkien hyödynnettävissä. Tuomalla avoimen rajapinnan informaatio kaikille avoimesti käytettäväksi mahdollistettaisiin rakennusprosessin aikana

tarvittavan tiedon ja osaamisen kehittäminen, sekä kiinteistönomistajan kunnossapitokustannusten vertailun. Avoimen rajapinnan tietopankin kehittäminen ja onnistuminen vaativat yhteistyötä materiaalivalmistajien, kiinteistön omistajien sekä hoitajien ja suunnittelijoiden kesken. Avoimen rajapinnan luominen vaatii suuria resursseja ja panostusta. Tietopankin kehittäminen tulee alkuun vaatimaan suurta panostusta, mutta sen toimiessa materiaalivalmistajien ja kiinteistönhoidon tulee vain ylläpitää ja hyödyntää sieltä löytyvää informaatiota.

Rakennusprosessin aikana hyödynnettävät työkalut kehittyvät jatkuvasti. Tietomallien laatu, tarkkuus ja yleisyys kehittyvät koko ajan. Nykyisiä tietomallinnustyökaluja hyödyntämällä kiinteistön rakennusosien elinkaaren informaation tallentaminen tietomalliin on osittain mahdollista manuaalisesti. Nykyisillä tietomallintyökalujen ominaisuuksilla rakennusosien elinkaari-informaation syöttäminen on haasteellista. Haasteita tuovat erityisesti tietomallien tarkkuus. Nykyisillä työkaluilla tietomalleista jää puuttumaan kiinteistön elinkaaren ratkaisevimmat osat, kuten ikkuna- ja seinäliitymientiivistykset.

Avoimen rajapinnan ja rakennusosien elinkaari-informaatioon suunnitellun tietomallinnustyökalujen lisäosan avulla rakennusprosessiin osallistuvat suunnittelijat ja kiinteistönhoitajat pystyisivät tehokkaammin lisäämään rakennusosien huolto-, kunnossapito- ja käyttöikäinformaatiota tietomalliin. Tulevaisuudessa on tärkeää pystyä kehittämään elinkaarisuunnitteluun soveltuva lisäosa, jota suunnittelijat ja kiinteistön omistaja sekä tilaaja pystyisivät hyödyntämään.

Käyttöikämitoituksen menetelmistä ja erityisesti muuntokerroinmenetelmän hyödyntämisestä tarvittaisiin lisäohjeistusta. Muuntokerroinmenetelmä ottaa huomioon poikkeavuudet rakennusosan kuljetuksessa, valmistuksessa, varastoinnissa ja valmistusolosuhteissa. Muuntokerroinmenetelmän hyödyntämiseksi sen täydellä kapasiteetilla, tulisi oleelliset muuntokertoimet määrittää kokeellisesti julkisen ja luotettavan tahon toimesta.

KIRA-Digi-hankkeen ja tämän opinnäytetyön selvitysten perusteella pilottihankkeen kehittäminen eteenpäin olisi mahdollista. Hankkeen aikana selvitettiin mitä rakennusosien elinkaareen olevaa käyttöikäinformaatiota on julkisesti saatavilla, mitä ny-

kyiset tietomallinnustyökalut kykenevät tekemään ja millaista informaatiota tarvittaisiin lisää. Hankkeen aikana myös pohdittiin avoimen rajapinnan mahdollisuutta ja rakennetta. Selvitysten avulla pilottihankkeen jatkajat voivat hyödyntää ja jatko kehittää selvitystyön aikana löydettyä informaatiota.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin julkisen kirjallisen aineiston keräämisellä ja opinnäytetyön kirjallisen tietoperustan rakentamisella. Aineistoa kerättiin voimassa olevista standardeista, ohjeista ja artikkeleista. Kirjallisen aineiston hakuun käytettiin Keskikirjastot tietokantaa, Jyväskylän ammattikorkeakoulun Janet – tietokantaa, Rakennustiedon RT-kortti tietokantaa ja Suomen Standardisoimisliitto SFS ry – tietokantaa. Opinnäytetyössä käytettyjä kirjallisuuslähteitä löytyi lisäksi toisten kirjallisuuslähteiden lähdeluetteloista. Kirjallisen aineiston hakulauseita muodostettiin muun muassa seuraavista sanoista: elinkaari, käyttöikä, tietomallinnus, rakennusosa, kunnossapito, huoltokirja ja elinkaarisuunnittelu.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä yhteistyössä Jyväskylän Tilapalvelun ja muiden KIRA – Digi-hankkeen osapuolten kanssa selvitystyö kiinteistön elinkaaren digitalisoinnista. KIRA-Digi hankkeen tarkoituksena oli selvittää valitun kohdehuoneen rakennusosien käyttö- ja kunnossapitoiät hyödyntäen olemassa olevia ohjeita ja määräyksiä. Hankkeen tavoitteena oli myös selvittää nykyisten tietomallinnustyökalujen hyödyntämismahdollisuudet kiinteistön elinkaaren digitalisoinnissa.

Hankkeen aikana onnistuttiin keräämään laajalti informaatiota olemassa olevista rakennusosien käyttö- ja kunnossapitoikien mitoitusmenetelmistä. Informaatiota olemassa olevista mitoitusmenetelmistä etsittiin julkisista määräyksistä ja standardeista. Löydettyjä mitoitusmenetelmiä käsitellään tarkemmin luvussa 2.3. Löydetyn aineistoa voidaan katsoa olevan validia, sillä aineistona käytettiin alan tärkeimpiä julkaisuja ja ohjeita, sekä maailmanlaajuisesti merkittävien tekijöiden tekemiä tutkimuksia.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kerättyä tietoa olemassa olevista rakennusosien käyttöiän mitoitusmenetelmistä. Rakennusosien elinkaarta mitoittavat tai muut aiheesta kiinnostuneet voivat hyödyntää opinnäytetyötä tutustumalla mitoitusapojen periaatteisiin lukemalla luvun 2.3. Elinkaaren digitalisoinnista kiinnostuneet voivat

hyödyntää nykyisten tietomallinnustyökalujen ominaisuuksia ja materiaalidatan syöttämisestä tietomalliin käsitteleviä lukuja (luvut 3 ja 4). Lukuihin 3 ja 4 on selvitetty opinnäytetyön aikana löydettyjä tuloksia ja menetelmiä.

Opinnäytetyön ulkopuolelle jätettiin kiinteistön talotekniikka eli LVI- ja sähköjärjestelmät. LVI- ja sähköjärjestelmien elinkaaren digitalisoinnin selvittäminen kuului kuitenkin KIRA-digi-hankkeeseen. LVI – järjestelmillä tarkoitetaan järjestelmää, joilla hallitaan lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa sekä vesi- ja viemärihuoltoa (Talotekniset järjestelmät (LVI). 2013). Kiinteistön talotekniikalla on merkittävä osuus kiinteistön elinkaareissa. Opinnäytetyön aikana löydettyjä mitoitusmenetelmiä ei voida hyödyntää talotekniikan elinkaaren mitoittamisessa. Talotekniikka kuitenkin käsiteltiin KIRA-Digi hankkeen selvitystyössä. Opinnäytetyössä ei myöskään otettu kantaa kiinteistön elinkaaren digitalisoinnin työkalujen ja avoimen rajapinnan kyberturvallisuuteen. Tietoturvallisuus on merkittävä tekijä tulevien hankkeiden onnistumiseksi. Avoimen rajapinnan palvelun tarjoajan pitää pystyä takaamaan kiinteistön omistajille, että heidän luovuttamansa ja hyödyntämänsä tieto on todenmukaista, eikä tietoa voida käyttää väärin.

Opinnäytetyön aikana tutkittiin myös nykyisten tietomallinnustyökalujen hyödyntämismahdollisuuksia kiinteistön elinkaaren digitalisoinnissa. Opinnäytetyön aikana löydettiin tietomallinnusohjelmista erilaisia ominaisuuksia, joita suunnittelijoiden olisi mahdollista hyödyntää rakennusosien elinkaaren tietomallintamisessa. Löydetty menetelmät eivät kuitenkaan toimi täysin automatisoidusti. Rakennusosien elinkaaren digitalisoinnin työkalut vaativat vielä jatkokehittämistä, jotta niitä voidaan käyttää tehokkaasti. Aineistoa tietomallintotyökalujen käyttämiseen löydettiin ohjelmien julkaisijoiden ohjekirjoista, kansainvälisistä kehitys- ja tutkimustöistä sekä omakohtaisista kokemuksista.

Epävarmuutta tietomallinnustyökaluista löydettyjen tulosten luotettavuuteen tuova omakohtaiset kokemukset tietomallinnustyökaluista. Opinnäytetyön ja KIRA-Digi-hankkeen alkaessa osa löydettyistä työkaluista olivat osittain tuntemattomia ja uusia. On siis mahdollista, että opinnäytetyön aikana ei löydetty kaikkia tutkittujen tietomallinnustyökalujen ominaisuuksia elinkaaren digitalisointiin. Opinnäytetyön aikana ei myöskään päästy omakohtaisesti tutkimaan kaikkia tunnetuimpia tietomallinnustyökaluja rajallisten resurssien ja ohjelmistojen kalliiden lisenssien vuoksi.

Tulevissa hankkeissa voidaan hyödyntää selvitystyön aikana löydettyjä mitoitusmenetelmiä, sekä löydettyjä tietomallintyökaluja ja niiden lisäosia. Löydettyihin työkaluihin ja lisäosiin tulee hankkeiden jatkuessa perehtyä entistä syällisemmin. Osa opinnäytetyön aikana tutkituista tietomallinnuksen lisäosista on suunniteltu Yhdysvaltojen standardoinnin mukaisesti. Jatkossa olisi järkevää pyrkiä tekemään yhteistyötä muiden, samaan päämäärään pyrkivien tahojen kanssa. Hankkeen ja opinnäytetyön aihe on maailmanlaajuisesti merkittävä ja onnistuessaan, sillä on suuri merkitys tulevaisuuden rakentamisessa. Yhteistyötä tekemällä KIRA-Digi-hankkeen kehittäessä kiinteistön rakennusosien elinkaaren digitalisointiin sopivaa työkaluja pystyttäisiin hyödyntämään jo olemassa olevien työkalujen ominaisuuksia, sekä oppimaan niiden puutteista.

Selvitystyössä onnistuttiin löytämään tarvittava määrä informaatiota hankkeen jatkamiseksi. KIRA-Digi-hankkeiden jatkuessa selvitystyön pohjalta jatkokehittämistä löytyy rakennusosien käyttöikä mitoituksen tarkentamisessa ja mitoitustulosten yhdistämisessä tietomallintamiseen. Tulevissa hankkeissa on erityisesti pyrittävä määrittämään avoimen rajapinnan toiminta, rakennusosien kulumiseen vaikuttavat numeeriset kertoimet sekä tietomallinnustyökalun toiminta ja periaatteet.

9 Lähteet

By 211. Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja – osa 1. 2013. Tampere: Suomen Betoniyhdistys ry.

East, B. 2013. BIM for facility managers. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

East, W. E. 2013. Specifiers Properties information exchange. US Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center. Loppuraportti. Viitattu 30.8.2017. http://projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact_id=5801

East, B. 2016. Construction-Operations Building Information Exchange. Viitattu 8.10.2017. <http://www.wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2016. Tutki ja kirjoita. 21. p. Porvoo: Bookwell

Häkkinen, T. Vares, S. & Siltanen P. 2004. Tuotteiden käyttöikäinformaatio ja sen käyttö rakennushankkeessa. Espoo. VTT.

Häkkinen, T., Vares, S., Vesikari, E. & Karhu, V. 2001. Rakennusten elinkaaritekniikka. Espoo. Otamedia Oy.

Ilmastonmuutos. N.d. Artikkelit Ilmatieteenlaitoksen sivustolla. Viitattu 8.10.2017. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutoskysymyksiä>

Jyväskylä. N.d. Julkaisu Vahnen www-sivuilla. Viitattu 12.11.2017. <https://vahnen.com/fi/toimipisteet/jyvaskyla/>

Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoiminen. 2017. Jyväskylän kaupungin Tilapalvelu. KIRA-digi. Viitattu 5.7.2017. <http://www.jyvaskyla.fi/tilapalvelu/kiradigi>

Kiinteistön rakennusosien ja talotekniikan elinkaaren digitalisoiminen. 2017. KIRA-Digi. Viitattu 5.7.2017. <http://www.kiradigi.fi/3-kokeiluhankkeet/kaynnissa-olevat-kokeilut/kiinteiston-rakennusosien-ja-talotekniikan-elinkaaren-digitalisoiminen.html>

Kiinteistön ylläpito ja korjaaminen. 2016. Ympäristöministeriö. Viitattu 22.7.2017. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen

Käyttöohje – Solibri Model Checker. 2013. Solibri, Inc. Viitattu 8.10.2017. <http://www.solibri.com/wp-content/uploads/2014/03/Kayttoohje-v9.pdf>

Magaud, L. 2015. CoBIE Extension for Revit. Viitattu 8.10.2017. <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/simplecontent/content/cobie-extension-for-revit.html>

Myyryläinen, L. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy

National Institute of Building Sciences. 2017. Unified Facilities Guide Specifications. Viitattu 7.9.2017. https://www.wbdg.org/ffc/dod/unified-facilities-guide-specifications-ufgs?field_status_value=1&field_division_value_selective=06

Prodlib. N.d. Ohjelman kuvaus Prodlib Oy:n www-sivuilla. Viitattu 8.10.2017. <https://www.prodlib.com/>

Revit Family. 2017. Artikkelit Autodesk sivustolla. Viitattu 8.10.2017. <https://www.autodesk.com/products/revit-family/overview>

RIL 216-2013. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Tammerprint Oy.

RT 18-10922. Kiinteistön tekniset käyttö- ja kunnossapitokäytännöt. Annettu kesäkuu 2008. Viitattu 5.7.2017. <http://www.rakennustieto.fi/rt>, ajantasainen ohje.

RT RakMK-21155. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Annettu 1.5.2000. Viitattu 3.7.2017. <http://www.rakennustieto.fi/rt>, ajantasainen määräys.

Specifiers' Properties information exchange (SPie) a buildingSMART alliance project. 2010. National Institute of BUILDING SCIENCES. https://www.google.fi/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjxw_K8vJ3WAhWdJ5oKHe60D5EQFghC-MAM&url=http%3A%2F%2Fprojects.buildingsmartalliance.org%2Ffiles%2F%3Fartifact_id%3D3143&usq=AFQjCNEaIPSepIY0POL5PMu1BMxqgNRiXA

Sähköinen huoltokirja. 2016. Julkaisu Optima Solutions www-sivuilla. Viitattu 23.10.2017. <https://www.optima.fi/solutions/sahkoinen-huoltokirja>

Talo 2000- nimikkeistö. 2008. Rakennustieto Oy. Tammer-paino Oy.

Talotekniset järjestelmät (LVI). 2013. Julkaisu Ympäristöhallinnon www-sivuilla 16.09.2013. Viitattu 22.10.2017. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI

Tekla Structures. N.d. Artikkelit Tekla Structures www-sivuilla. Viitattu 8.10.2017. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Tietoa Vahasesta. N.d. Julkaisu Vahanen www-sivuilla. Viitattu 12.11.2017. <https://vahanen.com/fi/vahanen/>

Tuotteet. N.d. Julkaisu Buildercom www-sivuilla. Viitattu 13.11.2017. <https://buildercom.fi/tuotteet/>

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. 2012. BuildingSMART. Viitattu 18.7.2017. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Liitteet

Liite 1. RIL216-2013 taulukko 4.23

124

RIL 216-2013

Taulukko 4.23. Käyttökäyttöituksen menetelmät.

Rakennetyyppi	Yleinen käyttökäyttöituksen menetelmä	Eryistapausten menetelmä (suuret kohteet, erityisolosuhteet, tuotekehitys)	Huomautuksia
1. Betonirakenteet	1. Laajennettu detaljisuunnittelu (EN 206)	1. Rajatilamenetelmä yhdessä muunto-kerroinmenetelmän kanssa. 2. Olosuhdesuunnittelu 3. Pinnoittaminen	Pinnoittaminen liittyy usein ulkonäkösuunnitteluun (ulkoseinät) tai erityisen vaikeisiin käyttöolosuhteisiin (suolat, ym.)
2. Liittorakenteet	1. Osamateriaalien mukaisten menetelmien yhdistely lisättynä liitostarkasteluilla	1. Rajatilamenetelmä yhdessä muunto-kerroinmenetelmän kanssa 2. Pinnoittaminen yhdessä muunto-kerroinmenetelmän kanssa	Esim. betoniosat, muuratut osat, puuosat ja teräsosot
3. Puurakenteet	1. Olosuhdesuunnittelu	Pinnoittaminen tai suojauskäsittely yhdessä olosuhdesuunnittelun ja yhdessä muuntokerroinmenetelmän kanssa	Pinnoitteiden käyttöikä voidaan parantaa olosuhdesuunnittelulla
4. Muuratut rakenteet	1. Olosuhdesuunnittelu	1. Olosuhdesuunnittelu yhdessä muunto-kerroinmenetelmän kanssa 2. Pinnoittaminen ja muuntokerroinmenetelmä	Yleisimmät pinnoitteet ovat rappaus, ohutrappaus, slammaus ja maalaukset
5. Teräsrakenteet	1. Pinnoittaminen 2. Olosuhdesuunnittelu yhdessä pinnoittamisen ja rajatilamenetelmän kanssa	1. Rajatilamenetelmä yhdessä muunto-kerroinmenetelmän kanssa	Pinnoittamisena tavallisimmin sinkitys tai maalaukset tai molemmat yhdessä

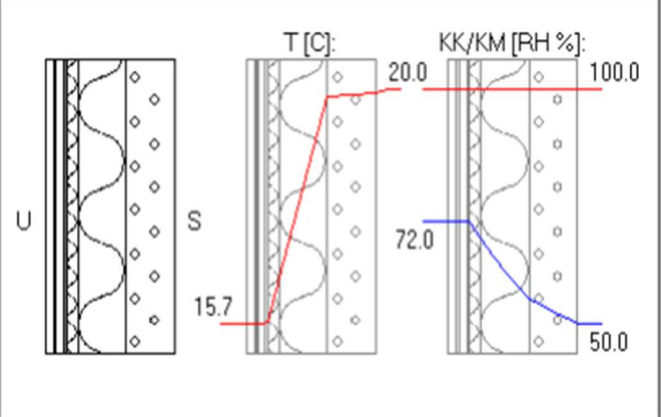
Liite 2. Lämpö- ja kosteustekninen laskelma heinäkuu

Rakennuskohde:	Sisältö: Kantava ulkoseinä	
Suunnittelija:	Päiväys: 7.10.2017	Tunnus: US3

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.163 W/m²K
Paksuus: 534.500 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 583.22 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 3.661e+04 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 2.732e-05 g/m²hPa
Lämmönvastus: 6.148 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 NBK Ceramic Terrart	33.00	---	---	0.00	2100.00
2 Kuumasinkitty metall	10.00	---	---	0.00	1.23
3 Kuumasinkitty sileä	0.50	---	---	0.00	7900.00
4 Tuuletusväli, puukoo	32.00	---	---	0.00	1.23
5 Windstopper Luja	9.00	0.5000	1.700000e-11	0.00	1450.00
6 PAROC eXtra, vaakako	50.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00
7 PAROC eXtra, puurunk	200.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00
8 Betoni, raudoitettu	200.00	2.5000	1.538462e-12	0.00	2400.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
2 Ruostumaton teräs, a	---	8.0	0.00	7900.00	---
4 Puu(mänty)	---	9.6	0.00	450.00	---
6 Puu(mänty)	0.1200	7.5	0.00	450.00	---
7 Puu(mänty)	0.1200	8.3	0.00	450.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

Heinäkuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	15.70	100.0	72.0	72.0	0.00
1	15.72	100.0	71.9	71.9	0.00
2	15.72	100.0	71.9	71.9	0.00
3	15.72	100.0	71.9	71.9	0.00
4	15.72	100.0	71.9	71.9	0.00
5	15.72	100.0	71.9	71.9	0.00
6	15.73	100.0	71.8	71.8	0.00
7	16.56	100.0	68.1	68.1	0.00
8	19.87	100.0	55.3	55.3	0.00
9	19.92	100.0	50.2	50.2	0.00
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

Liite 3. Lämpö- ja kosteustekninen laskelma heinäkuu muunnettu

Rakennuskohde:	Sisältö: Kantava ulkoseinä	
Suunnittelija:	Päiväys: 7.10.2017	Tunnus: US3

Rakenteen päätiedot: U-arvo: 0.163 W/m ² K Paksuus: 534.500 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 583.22 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 3.661e+04 m ² hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 2.732e-05 g/m ² hPa Lämmönvastus: 6.148 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m ² K/W Kulma (0-90): 90.000	
--	--

Rakenteen kerrostiedot:						Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:		
1 NBK Ceramic Terrart	33.00	---	---	0.00	2100.00		
2 Kuumasinkitty metall	10.00	---	---	0.00	1.23		
3 Kuumasinkitty sileä	0.50	---	---	0.00	7900.00		
4 Tuuletusväli, puukoo	32.00	---	---	0.00	1.23		
5 Windstopper Luja	9.00	0.5000	1.700000e-11	0.00	1450.00		
6 PAROC eXtra, vaakako	50.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00		
7 PAROC eXtra, puurunk	200.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00		
8 Betoni, raudoitettu	200.00	2.5000	1.538462e-12	0.00	2400.00		
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):		
2 Ruostumaton teräs, a	---	8.0	0.00	7900.00	---		
4 Puu(mänty)	---	9.6	0.00	450.00	---		
6 Puu(mänty)	0.1200	7.5	0.00	450.00	---		
7 Puu(mänty)	0.1200	8.3	0.00	450.00	---		
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi							

Lämpötilat ja kosteudet:					Heinäkuu (744.0 h)	Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m ²]:	
U	18.70	100.0	72.0	72.0	0.00	
1	18.71	100.0	72.0	72.0	0.00	
2	18.71	100.0	72.0	72.0	0.00	
3	18.71	100.0	72.0	72.0	0.00	
4	18.71	100.0	72.0	72.0	0.00	
5	18.71	100.0	72.0	72.0	0.00	
6	18.71	100.0	71.9	71.9	0.00	
7	18.96	100.0	70.7	70.7	0.00	
8	19.96	100.0	66.3	66.3	0.00	
9	19.98	100.0	50.1	50.1	0.00	
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00	
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus						

Liite 4. Lämpö- ja kosteustekniset laskelmat marraskuu

Rakennuskohde:	Sisältö: Kantava ulkoseinä	
Suunnittelija:	Päiväys: 7.10.2017	Tunnus: US3

Rakenteen päätiedot: U-arvo: 0.163 W/m ² K Paksuus: 534.500 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 583.22 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 3.661e+04 m ² hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 2.732e-05 g/m ² hPa Lämmönvastus: 6.148 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m ² K/W Kulma (0-90): 90.000	
--	--

Rakenteen kerrostiedot:		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 NBK Ceramic Terrart	33.00	---	---	0.00	2100.00	
2 Kuumasinkitty metall	10.00	---	---	0.00	1.23	
3 Kuumasinkitty sileä	0.50	---	---	0.00	7900.00	
4 Tuuletusväli, puukoo	32.00	---	---	0.00	1.23	
5 Windstopper Luja	9.00	0.5000	1.700000e-11	0.00	1450.00	
6 PAROC eXtra, vaakako	50.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00	
7 PAROC eXtra, puurunk	200.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00	
8 Betoni, raudoitettu	200.00	2.5000	1.538462e-12	0.00	2400.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Ruostumaton teräs, a	---	8.0	0.00	7900.00	---	
4 Puu(mänty)	---	9.6	0.00	450.00	---	
6 Puu(mänty)	0.1200	7.5	0.00	450.00	---	
7 Puu(mänty)	0.1200	8.3	0.00	450.00	---	
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi						

Lämpötilat ja kosteudet:		Marraskuu (720.0 h)				Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m ²]:	
U	-2.20	100.0	91.0	91.0	0.00	
1	-2.08	100.0	90.1	90.1	0.00	
2	-2.08	100.0	90.1	90.1	0.00	
3	-2.08	100.0	90.1	90.1	0.00	
4	-2.08	100.0	90.1	90.1	0.00	
5	-2.08	100.0	90.1	90.1	0.00	
6	-2.02	100.0	90.2	90.2	0.00	
7	2.25	100.0	65.0	65.0	0.00	
8	19.35	100.0	21.0	21.0	0.00	
9	19.60	100.0	51.3	51.3	0.00	
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00	
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus						

Liite 5. Lämpö- ja kosteustekninen laskelma marraskuu muunnettu

Rakennuskohde:	Sisältö: Kantava ulkoseinä	
Suunnittelija:	Päiväys: 7.10.2017	Tunnus: US3

Rakenteen päätiedot: U-arvo: 0.163 W/m ² K Paksuus: 534.500 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 583.22 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 3.661e+04 m ² hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 2.732e-05 g/m ² hPa Lämmönvastus: 6.148 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m ² K/W Kulma (0-90): 90.000	
--	--

Rakenteen kerrostiedot:						Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 NBK Ceramic Terrart	33.00	---	---	0.00	2100.00	
2 Kuumasinkitty metall	10.00	---	---	0.00	1.23	
3 Kuumasinkitty sileä	0.50	---	---	0.00	7900.00	
4 Tuuletusväli, puukoo	32.00	---	---	0.00	1.23	
5 Windstopper Luja	9.00	0.5000	1.700000e-11	0.00	1450.00	
6 PAROC eXtra, vaakako	50.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00	
7 PAROC eXtra, puurunk	200.00	0.0360	2.000000e-10	0.00	0.00	
8 Betoni, raudoitettu	200.00	2.5000	1.538462e-12	0.00	2400.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Ruostumaton teräs, a	---	8.0	0.00	7900.00	---	
4 Puu(mänty)	---	9.6	0.00	450.00	---	
6 Puu(mänty)	0.1200	7.5	0.00	450.00	---	
7 Puu(mänty)	0.1200	8.3	0.00	450.00	---	
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi						

Lämpötilat ja kosteudet:					Marraskuu (720.0 h)	Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [RH %]:	KM [RH %]:	SK [%]:	C [g/m ²]:	
U	5.20	100.0	91.0	91.0	0.00	
1	5.28	100.0	90.5	90.5	0.00	
2	5.28	100.0	90.5	90.5	0.00	
3	5.28	100.0	90.5	90.5	0.00	
4	5.28	100.0	90.5	90.5	0.00	
5	5.28	100.0	90.5	90.5	0.00	
6	5.32	100.0	90.4	90.4	0.00	
7	8.17	100.0	74.4	74.4	0.00	
8	19.57	100.0	35.6	35.6	0.00	
9	19.73	100.0	50.8	50.8	0.00	
S	20.00	100.0	50.0	50.0	0.00	
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus						

Liite 6. COBie-data Type - välilehti

	A	B	C	D	E	F
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType
1						
2	Akusto Focus E	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1323 Sisäkkatorakenteet	Akusto Focus E	Akustointivillakatto
3	O-9V	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1315 Välilivet	O-9V	Korkeapainelaminaattipintainen laakaovi
4	OS-130	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1315 Välilivet	OS-130	Korkeapainelaminaattipintainen laakaovi, Sähköpölyovi
5	VP3	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1321 Lattioiden pintarakenteet	Lattia VP3	n/a
6	US3	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1241 Ulkoseinät	Ulkoseinä US3	n/a
7	VS3	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1311 Väliseinät	Väliseinät VS3	Ei kantava tiiliseinä
8	VSS9	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1311 Väliseinät	Väliseinät VS9	Ei kantava tiiliseinä
9	F1o-18x18	elias.hartikka@vahanen.com	2017-09-23T11:24:17	1242 Ikkunat	F1o-18x18	Puikkunat
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

Liite 7. Massadatan käyttö kiinteistöjen huoltojen ennakoinnissa

Massadatan käyttö kiinteistöjen huoltojen ennakoinnissa

Jyri Leinonen
jyri.leinonen@sweetlakes.com
Sweetlakes Oy

Kiinteistöjen huoltojen ja korjaustarpeiden ennakointi perustuu nykyisin ennalta määrättyihin rasisitusluokkiin ja käyttöikiin. Näillä saadaan karkea ennuste huoltotarpeista. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että nämä perinteiset rasisitusluokat tai ennakkoon annetut käyttöiät eivät aina pidä paikkaansa. Lisäksi kiinteistöjen huoltajilla ei ole aina tarkkaa kuvaa kiinteistön kaikkien materiaalien, rakenteiden ja laitteiden kulumisesta. Tästä johtuen kiinteistön saneerauksen yhteydessä ei aina vaihdeta yhdellä kertaa kaikkia niitä materiaaleja tai laitteita, jotka ovat vaihdon tarpeessa. Tällöin joudutaan tekemään useampi erillinen saneeraus kerta kun yksi olisi tullut kokonaiskustannuksiltaan halvemmaksi.

Kiinteistöistä on jo olemassa huomattava määrä tietoa saatavilla. Eri järjestelmiin kertyy tietoja tehdyistä huolloista kuin myös laitteiden ja kiinteistön käytöstä. Kun kaikki tämä tieto viedään yhteen paikkaan voidaan tilastollisilla malleilla pyrkiä ennustamaan kohtuullisella tarkkuudella kiinteistöjen korjaustarpeita ja pyrkiä ratkaisemaan edellä mainittuja ongelmia. Näiden lisäksi voidaan tuottaa arvokasta tietoa esimerkiksi päättäjille ja kiinteistöjen omistajille kiinteistökannan korjausvelasta tai vaikkapa laitevalmistajalle laitteen toimivuudesta kentällä.

Massadata

Massadatassa tiedon määrä on valtavaa. Uutta tietoa syntyy jatkuvasti ja se halutaan kerätä yhteen paikkaan. Tietoa syntyy esimerkiksi erilaisilta mittareilta ja antureilta. Tietoa myös kirjataan tietojärjestelmiin, esimerkiksi huoltokirjat ja varauskalenterit ovat nykypäivänä sähköisessä muodossa. Tiedosta kaivetaan ennusteita ja riippuvuuksia asioiden väliltä. Kerätystä datasta halutaan löytää syitä tapahtumalle tai ennustaa tapahtumaa. Kun useampia ennusteita kasataan yhteen voidaan hahmottaa suurempia kokonaisuuksia.

Massadata on monesti useamman erilaisen järjestelmän ja laitteen tuottamaa. Tällöin uutta tietoa tulee jatkuvasti, mutta se harvoin muuttuu. Tietoa kerätään mahdollisimman paljon ja lähes kaikki saatavilla oleva tieto pyritään saamaan talteen. Tiedon keräys tapahtuu usein ilman tarkkaa tietoa siitä kuinka kerättyä tietoa tullaan hyödyntämään. Vasta myöhemmissä vaiheissa turhaa tietoa karsitaan pois.

Valtavan tiedon määrän lisäksi halutaan tietoa käsitellä ja näyttää nopeasti. Nämä asettavat kovat vaatimukset laskenta- ja tallennuskyvyille sekä käytettäville ohjelmistoille. Modernit pilvialustat tarjoavat mahdollisuuden vastaanottaa ja tallentaa suuria tietomääriä edullisesti. Pilvialustat ovat monesti tarpeen mukaan skaalautuvia järjestelmiä joiden kustannukset määräytyvät käytön mukaan. Pilvialustat ovatkin mahdollistaneet nykyaikaisen massadatan käsittelyn ja tallennuksen edullisesti.

Aineiston suunnittelu

Kun halutaan ennustaa kiinteistön huoltotarpeita niin täytyy mitata tekijöitä, jotka vaikuttavat rakenteiden ja laitteiden kulumiseen. Jos esimerkiksi lattiapinta kuluu sitä mukaan kun sen päältä kävellään, niin täytyy mitata kävelijöiden määrää. Lisäksi pinta voi kulua eri tavalla talvella kuin kesällä koska hiekoitushiekalla ja auringon UV-säteilyllä voi olla oma vaikutuksensa pintojen kulumiseen. Tällöin kävelijöiden määrä täytyy olla tarkasti tiedossa vuoden eri päivinä.

Kerättävä aineisto voidaan karkeasti jakaa kahteen tyyppiin: aikaleimapohjaiseen dataan ja muuhun dataan. Aikaleimadata on usein antureiden ja mittareiden tuottamaa dataa. Aikaleimadata pitää sisällään anturin mitta-arvon ja kellonlyömän mittaushetkellä. Aikaleimadataa voi olla esimerkiksi automattiovien avauskerrat ja laitteiden tuottama käyttölokikirja, josta ilmenee laitteen tilanmuutokset ajanhetkellä. Muu data voi olla esimerkiksi huoltokirjoja, siivouspäiväkirjoja, palautekyselyitä tai tilojen varauskalentereita.

Toisella tasolla aineisto voidaan jakaa selittäviin muuttujiin ja vastemuuttujiin. Vastemuuttajat ovat ennustettavan asian tapahtumia. Vastemuuttujana voi olla esimerkiksi lista laitteen aikaisempien korjauskertojen päivämääristä. Selittävät muuttajat nimensä mukaisesti kertovat syyt sille miksi jokin vastemuuttuja tapahtuu, esimerkiksi laitteen käyttöhistoria. Jos halutaan ennustaa lattiapinnan kulumista täytyy kerätä selittäväksi muuttujaksi tietoa lattian käytöstä ja vastemuuttujaksi tietoa lattiaan tehdyistä korjauksista. Pelkällä lattian käyttöhistorialla ei voida luoda ennustemallia lattian kulumiselle vaan mallin luomiseen vaaditaan myös tieto kulumisesta.

Ennustaessa kulumista on siis olennaista mitata kulumiseen vaikuttavia tekijöitä. Nämä tekijät voidaan määritellä yhdessä laitteiden ja materiaalien valmistajien kanssa. Lisäksi aineistoon täytyy saada mukaan vastemuuttujia, joista ilmenee ennustettavan asian aiemmat tapahtumat. Laitteiden ja materiaalien tulevia huoltoja ennustaessa vastemuuttajat ovat vastaavien laitteiden ja materiaalien korjaus- ja vaihtokertoja. Kulumiseen vaikuttavia

tekijöitä voidaan monesti seurata antureilla ja tieto korjauksista löytyy monesti eri järjestelmistä tai papereista.

Aineiston keräys

Massadatatassa kerätyn tiedon määrä on valtava. Suuren tietomäärän takia data ei monesti mahdu yhdelle palvelimelle vaan käyttöön tarvitaan julkinen tai yksityinen pilvi. Pilvi koostuu useammasta palvelimesta, joilla on eri rooleja pilven sisällä. Osa palvelimista voi keskittyä tiedon tallentamiseen ja toiset sen vastaanottoon tai laskentaan. Esimerkiksi Google Cloud Platform ja Amazon Web Services tarjoavat palveluita julkisesta pilvestä. Näissä palveluissa kulut määräytyvät käytön mukaan ja ne skaalautuvat tarpeen mukaan.

Kun aineistoja myöhemmin käsitellään niin tiedon täytyy olla mahdollisimman samanmuotoista. Esimerkiksi aikaleimadatan kellonlyömät tulee olla keskenään samassa muodossa. Samoin myös ei-mitatut tiedot on hyvä olla jossain määrin samanmuotoista. Käsitelyvaiheen aluksi voidaan kerätylle tiedolle tehdä muutoksia, joilla tietoa muokataan samanmuotoiseksi. Tämän työn helpottamiseksi voidaan etukäteen sopia missä muodossa tietoja järjestelmään tuodaan. Esimerkiksi voidaan hyödyntää alan standardeja tai yleisesti käytettyjen ohjelmistojen tallennusmuotoja.

Aineisto voidaan toimittaa massa-ajona tai jatkuvana syötteenä antureilta. Massa-ajossa kerätty data tuodaan kerralla suurena joukkona järjestelmään. Massa-ajossa voidaan tuoda esimerkiksi kaikki palvelua edeltävä anturidata. Antureilta saatavaa syötettä voidaan vastaanottaa jatkuvana syötteenä kohteesta riippuen esimerkiksi kerran minuutissa tai aina arvon muuttuessa. Mikäli palvelua käyttävissä kiinteistöissä on paljon dataa tuottavia antureita niin vastaanottavalta päältä vaaditaan paljon verkkokaistaa. Julkisen pilven palvelut ovatkin suunniteltu vastaanottamaan suuria datamääriä jatkuvalla syötteellä.

Tietoa on saatavilla myös olemassa olevista tietojärjestelmistä ja laitteiden käyttölokikirjoista. Esimerkiksi kiinteistöhallinnan ohjelmistoista on mahdollista saada tietoa tehdyistä huolto- ja korjaustöistä. Kulunvalvontajärjestelmistä on mahdollista seurata tilojen käyttöä. Nykyaikaiset tietokoneohjatut järjestelmät tuottavat myös käytöstään lokitietoja. Tällaisia järjestelmiä voi olla esimerkiksi lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät. Näistä tiedoista ilmenee esimerkiksi laitteen tilan muutoksia ja järjestelmän omien antureiden arvoja eri ajanhetkillä. Lisäksi lisääntynyt taloautomaatiikka tuottaa enenevässä määrin dataa kiinteistön tilasta ja tapahtumista.

Käsittely

Ennen kuin kerättyä tietoa voidaan aletaan tutkimaan niin sen käsittely vaatii vielä työtä. Kerätty tieto on järjestelemätöntä ja eri laitteiden sekä järjestelmien tuottamat tiedot voivat olla keskenään eri muodossa. Käsittely alkaa tiedon muunnoksilla ja aineiston luonnilla. Turhaa tietoa jätetään pois aineistosta ja erimuotoista tietoa saatetaan samaan muotoon. Aineisto luodaan yleensä esimerkiksi päivä tai kuukausikohtaisesti. Tällöin "summataan"

yhteen päiväkohtaisesti kaikki arvot ja lasketaan näille arvoille jokin tunnusluku, vaikkapa keskiarvo. Esimerkiksi yhden minuutin välein tallennetun lämpötila-anturin 1440 arvoa lasketaan yhdeksi päivän keskilämpötilaksi.

Kun massadatasta on luotu aineisto niin sen pohjalta päästään luomaan tilastollisia malleja. Mallien luonti tapahtuu aiemmin luodun aineiston pohjalta erillisessä sovelluksella. Näillä malleilla on mahdollista ennustaa tulevaa tai löytää selittäviä tekijöitä tapahtumille. Yksi luotu malli pyrkii aina vastaamaan yhteen kysymykseen. Malli ennustaa toisiinsa verrattavissa olevien materiaalien ja laitteiden kulumista eli ilmanvaihdon mallilla ei ole mahdollista ennustaa lattian kulumista. Jos halutaan ennustaa koko kiinteistön huoltotarpeita, on luotava useita malleja.

Kerätty aineisto jaetaan opetus- ja testiaineistoon. Opetusaineistolla koulutetaan tilastollinen malli, jolla pyritään ennustamaan testiaineistosta haluttuja arvoja. Tämä jako voidaan tehdä esimerkiksi jakamalla aineisto satunnaisesti puoliksi. Jako kahteen aineistoon on tärkeä tehdä, koska jos samaa aineistoa käytetään mallin luomiseen ja siitä ennustamiseen tapahtuu niin sanottua ylioppimista. Koska ylioppinut malli tuntee kaiken aineiston se antaa "liian hyviä" ennustuksia eli se osaa palauttaa havaitun arvon sen sijaan, että ennustaisi sitä. Sen sijaan malli tulisi kouluttaa yleistykseksi aineistosta.

Opetusaineiston perusteella luodaan malli, jolla testiaineistosta pyritään löytämään vastauksia. Yksi opetettu malli vastaa aina yhteen selkeään kysymykseen. Aineistosta voidaan löytää numeerisia ennustearvoja, joilla voidaan vastata esimerkiksi kysymykseen "Kuinka kauan vinyylilattia kestää ennen kuin se täytyy vaihtaa, jos sen päältä kävellään 1000 kertaa päivässä?" Lisäksi voidaan vastata kyllä-ei kysymykseen kuten "Kestääkö tämä ilmanvaihtokone seuraavat 10 vuotta, jos sillä on tällainen käyttö- ja huoltohistoria?" Näiden lisäksi aineistoa voidaan ryhmitellä yhden tai useamman tekijän perusteella esimerkiksi "Ryhmittele nämä patteritermostaatit käytön ja vikaantumisen perusteella kolmeen ryhmään."

Kun haetaan vastauksia kysymyksiin täytyy aineistoissa löytyä vaste eli kahdessa ensimmäisessä esimerkissä aineistosta täytyisi löytyä, milloin pintoja tai laitteita on jouduttu uusimaan. Ryhmittely ei aina vaadi vastetta vaan esimerkiksi termostaatit voisi ryhmitellä pelkän käytön mukaan ryhmiin. Vasteen lisäksi täytyy aineistosta löytyä mitattua dataa, jolla on yhteys tutkitun rakenteen tai laitteen kulumiseen. Esimerkiksi kiinteistön sähkönkulutuksen ja lattiapintojen kulumisella väliltä voisi löytyä yhteys, mutta todennäköisesti tämä johtuisi siitä, että kun kiinteistöä käytetään niin se kuluttaa myös sähköä ja ajan kanssa myös lattiat kuluvat. Eli kun kiinteistö ikääntyy on sen yhteenlaskettu sähkönkulutus suuri ja ikääntyessä myös lattiat vaativat vaihtoa. Mikäli lattian kulumista halutaan ennustaa, tulisi sen käyttöä seurata lattiapintaa kuluttavista tekijöistä kuten tilan päiväkohtaisesta käyttäjämäärästä.

Tiedon jakaminen ja hyödyntäminen

Jotta kerätystä tiedosta saataisiin mahdollisimman suuri yhteiskunnallinen hyöty, on se saatettava kaikkien saataville. Tällöin eri toimijat voivat hyödyntää kerättyä dataa ja rakentaa sen päälle palveluita tai sovelluksia. Yhden toimijan on vaikea tarjota yksinään kaikkia dataan pohjautuvia palveluita, joten datan avoin jakaminen on paras tapa hyödyntää dataa.

Kaikille toimijoille ei tarvitse antaa suoraa pääsy raakaan kerättyyn dataan. Kerätystä aineistoista voi muodostaa pienempiä koostettuja aineistoja, joita toimijoiden on mahdollista erikseen ladata. Aineistoa koostettaessa voidaan siitä siivota pois mahdollisia yksilöiviä tekijöitä, jolloin aineisto pysyy anonyymina. Lisäksi kustannukset alenevat kun aineisto koostetaan säännöllisesti eikä jokaiselle käyttäjälle erikseen.

Eri toimijat voivat hyödyntää ladattuja aineistoja haluamallaan tavalla. Datan päälle voi rakentaa omia ennustemalleja. Datasta saadut hyödyt voi ottaa lisäksi jo olemassa oleviin sovelluksiin ja palveluihin. Sitä voi hyödyntää niin olemassa oleviin kiinteistöjen huoltojen ennakointiin kuin uudisrakentamisen suunnitteluun.

Liite 8. Rakennusosien käyttöiät ja kunnossapitojaksot

			Kiinteistön nimi ja osoite	Rakennusvuosi
			Onerva Mäen koulu	2015
Rakennusosa				
Talio 90 Talio 2000				
D/E/F			RAKENNEJÄRJESTELMÄT	
F2	123		Rakennusrunko	Kuulut, portaat, kantavat väliseinät, pilarit, palkit, laatat
	1235		Välipolji	Onteloalaita O32
F3	124		Julkisivut	Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet
	F31	1241	Ulkoseinät	
	F31.1		Betoniementtiseinät	US3
				Klinkkerilankku, NBK Ceramic Terrat Large
				Kuumasinkitty metalliranka
				Kuumasinkitty sileä pelti
				Tuuletusväili
				Kuivusementti tuulensuojalevy, Windstopper luja
				Lämmöneste, mineraalvilla, Paroc extra
				Vaakakoodaus 50x125 k670
				Lämmöneste, mineraalvilla, Paroc extra
				Puurunko 50x200 k600 pystyyn
				Teräsbetoniseinä, SK-elementti
	F32	1242	Ikkunat	Ikkuna F10-18x18
	F32.1		Puuikkunat	Ovet, väliseinät, alakatot
F5			Täydentävät sisäosat	Puuvai, OS-13o
	F51	1315	Sisäovet	Tiliväliseinä, VS9
	F52	1311	Kevyet väliseinät	Siirtoseinä, Formica 6149 Light Oak
		1315	Sisäovet	
F6		132	Sisäpinnat	Seinät, katot, lattiat
	F61	1326	Yleistilojen seinäpinnat	Tarjettu valkoinen, NCS S 1000N
			Maalattu	
	F62	1324	Yleistilojen kattopinnat	Akusto/Focus - E
		1323.7	Levyteyt (akustolevyt)	Muovijalkaista Upofloor VJ 40
	F63	1322	Yleistilojen lattiapinnat	Vorwerk Nandou, Nandou SL93
			Jalkalatat	
		1322.9	Tekstiilmatto	
F7		133	Rakennusvarusteet	
	F71	1331	Kalusteet	3kpl KLM10
			Varusteet	4kpl Hyilyyko
	F72	1333		Kiinnitystauhu 300x1600mm
				Kiinnitystauhu 700x1600mm
				Kiinnitystauhu 2100x1600mm
				Tussitauhu 1400x1600mm
				Tussitauhu 1100x1600mm
				Siirrettävä opetustauhu, piirustus
				4kpl kahden oppilaan vaunu

Rakennusvuosi	Käyttöikä (Vuotta) RT 18-10922 Rasitusluokka			Asetetut käyttöikävoitteet (vuotta)
2015	1 (vaikea) R= Rakennuksen ikä	2 (normaali)	3 (kevyt)	
Rakennusosa				
Kuulut, portaat, kantavat väliseinät, pilarit, palkit, laatat	R	R	R	100
Onteloaita O32				
Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet				
US3				50/100
Kliinckenlankku, NBK Ceramic Terrart Large	40	50	60	50
Kuumasinkitty metalliranka	40	50	60	50
Kuumasinkitty sileä pelti	40	50	60	50
Tuuletusväli	40	50	60	50
Kuitusementti tulensuojalevy, Windstopper lujia	40	50	60	50
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra	40	50	60	50
Vaakakooaus 50x125 k670	40	50	60	50
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra	40	50	60	50
Puurunko 50x200 k600 pystyyn	40	50	60	50
Teräsbetoniseinä, SK-elementti	100	100	100	100
	30	50	70	40
	30	50	70	40
Ikkuna F10-18x18				
Ovet, väliseinät, alakatot				
Puuväli, OS-130	30	50	70	
Tiliväliseinä, VS9		R		
Siirtoseinä, Formica 6149 Light Oak	30	50	70	
Seinät, katot, lattiat				
Täytetty valkoinen, NCS S 1000N	10	20	30	
	30	30	30	
	30	30	30	
Akusto/Focus - E				
	10	20	30	
Muovijalkalista Upofloor VJ 40				
Vorwerk Nandou, Nandou SL93	10	20	30	
3kpl KLM10				
	20	25	30	
4kpl Hyilykkö				
	20	25	30	
	20	25	30	
Kiirintystaulu 300x1600mm				
	20	25	30	
Kiirintystaulu 700x1600mm				
	20	25	30	
Kiirintystaulu 2100x1600mm				
	20	25	30	
Tusstaulu 1400x1600mm				
	20	25	30	
Tusstaulu 1100x1600mm				
	20	25	30	
Siirrettävä opetustaulu, pöytä				
	20	25	30	
4kpl kahden oppilaan vännu				
	20	25	30	

Rakennusvuosi			
2015			
		Käyttöikä tukevalmistaja (vuotta)	
		Rasitusluokka	
		1 (vaikea)	2 (normaali)
			3 (kevyt)
Rakennusosa			
Kuulut, portaat, kantavat väliseinät, pilarit, palkit, laatat			
Onteloaaita O32			
Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet			
US3			
Klinkkerilankku, NBK Ceramic Terrart Large	>50	>50	>50
Kuumasinkitty metalliranka	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa
Kuumasinkitty sileä pelti	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa
Tuuletusväli			
Kuitusementti tuulensuojalevy, Windstopper luja	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa	Ei julkista tietoa
Vaakakoodaus 50x125 k670			
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra			
Puurunko 50x200 k600 pystyyn			
Teräsbetoniseinä, SK-elementti			
ikkuna F10-18x18			
Ovet, väliseinät, alakatot			
Puovi, OS-130			
Tiiliväliseinä, VS9			
Siirtoseinä, Formica 6149 Light Oak			
Seinät, katot, lattiat			
Taitettu valkoinen, NCS S 1000N			
Akusto:Focus - E	15-20	15-20	15-20
Muovijalkaista Upofloor VJ 40			
Vonwerk Nandou, Nandou 5L93			
3kpl KLM10			
4kpl Hyllykkö			
Kiinnitystauku 300x1600mm			
Kiinnitystauku 700x1600mm			
Kiinnitystauku 2100x1600mm			
Tussitauku 1400x1600mm			
Tussitauku 1100x1600mm			
Siirrettävä opeustauku, piinustus			
4kpl kahden oppilaan vauvu			

Rakennusvuosi 2015			
Rakennusosa	Toimennpide 1	Kunnossapidon toimennpide RT 18-10922	Toimennpide 3
Kuulut, portaat, kantavat väliseinät, pilarit, palkit, laatat Onteloaatta O32			
Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet			
US3			
Kilnkerliankku, NBK Ceramic Terrat Large			
Kuumasinkitty metalliranka			
Kuumasinkitty sileä pelti			
Tuuletusväli			
Kuitusementti tulensuojalevy, Windstopper luja			
Lämmöneneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra			
Vaakakoodaus 50x125 K670			
Lämmöneneriste, mineraalivilla, Paroc eXtra			
Puurunko 50x200 K600 pystyyyn			
Teräsbetoniseinä, SK-elementti			
Ikkuna F10-18x18	5...15 ulkomaalaus	8...15 sisämaalaus	3...12 tiivistäminen
Ovet, väliseinät, alakatot			
Puovi, OS-130	10...20 huoltomaalaus		
Tiliväliseinä, VS9			
Siirtoseinä, Formica 6149 Light Oak			
Seinät, katot, lattiat			
Taitettu valkoinen, NCS S 1000N			
Akustor/Focus - E			
Muovijalkalista Upofloor VJ 40			
Vorwerk Nandou, Nandou SL93			
3kpl KLM10			
4kpl Hyllykkö			
Kiinnitystaulu 300x1600mm			
Kiinnitystaulu 700x1600mm			
Kiinnitystaulu 2100x1600mm			
Tussitaulu 1400x1600mm			
Tussitaulu 1100x1600mm			
Siirrettävä opetustaulu, piirustus			
4kpl kahden oppilaan väunu			

Rakennusvuosi					
2015					
		KP-jakso	Tarkastusväli (vuotta) RT 18-10922		Tarkastus toimenpide
			Sisäpuoli	Ulko puoli	
Rakennusosa					
Kuulut, portaat, kantavat väliseinät, pilarit, palkit, laatat	15	1			Silmämääräinen tarkastus
Orteldaattia O32	100				Silmämääräinen tarkastus
Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet	15				Silmämääräinen tarkastus
US3	15	5	5	5	Silmämääräinen tarkastus
Klinikkieriankku, NBK Ceramic Terrat Large	15	5	5	5	Silmämääräinen tarkastus
Kuumasinkitty metallierianka	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Kuumasinkitty sileä pelti	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Tuuletusväli	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Kuitusementti tuulensuojalevy, Windstopper luja	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc extra	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Vaakakooaus 50x125 k670	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Lämmöneriste, mineraalivilla, Paroc extra	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Puurunko 50x200 k600 pystyyn	15	50	50	50	Silmämääräinen tarkastus
Terasbetoniseinä, SK-elementti	15	R	R	R	Silmämääräinen tarkastus
10	10	5	5	5	Silmämääräinen tarkastus
10	10	5	5	2	Silmämääräinen tarkastus
15	15	5	5		Silmämääräinen tarkastus
Ovet, väliseinät, alakatot	15	5	5	5	Käynnin tarkistus
Puuvai, OS-13o	15	20	20	20	Silmämääräinen tarkastus
Tiliväliseinä, VSS9	100	1	1	1	Silmämääräinen tarkastus
Sirtoseinä, Formica 6149 Light Oak	15				Silmämääräinen tarkastus
Seinät, katot, lattiat	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
Taitettu valkoinen, NCS S 1000N	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
Akustio/Focus - E	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
Muovijalkalista Upofloor VJ 40	15				Silmämääräinen tarkastus
Vorwerk Nandou, Nandou SL93	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
3kpl KLM10	15				Silmämääräinen tarkastus
4kpl Hyllykko	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
15	15				Silmämääräinen tarkastus
Kiinnitystaulu 300x1600mm	15				Silmämääräinen tarkastus
Kiinnitystaulu 700x1600mm	15				Silmämääräinen tarkastus
Kiinnitystaulu 2100x1600mm	15				Silmämääräinen tarkastus
Tussitaulu 1400x1600mm	15				Silmämääräinen tarkastus
Tussitaulu 1100x1600mm	15				Silmämääräinen tarkastus
Sirrettävä opetusstaulu, piirustus	15				Silmämääräinen tarkastus
4kpl kahden oppilaan värunu	15				Silmämääräinen tarkastus

Rakennusvuosi	Rasitusluokka	Uusittu	Huolto1	Huolto2	Huolto3
2015					
Rakennusosa					
Kuulit, portaat, kantavat väliseinät, pilaarit, palkit, laatat	1.0		2030	2045	2060
Ontelolaatta O32	1.0		2115	2215	2315
Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet	1.0		2030	2045	2060
US3	1.0		2030	2045	2060
Klinkkeriainnku, NBK Ceramic Terrart Large	1.0		2030	2045	2060
Kuumasinkitty metalliranka	1.0		2030	2045	2060
Kuumasinkitty sileä pelti	1.0		2030	2045	2060
Tuuletusväli	1.0		2030	2045	2060
Kuivusementti tuulensuojalevy, Windstopper luja	1.0		2030	2045	2060
Lämmöneriste, mineraalvilla, Paroc extra	1.0		2030	2045	2060
Vaakakoodaus 50x125 k670	1.0		2030	2045	2060
Lämmöneriste, mineraalvilla, Paroc extra	1.0		2030	2045	2060
Puurunko 50x200 k600 pystytyn	1.0		2030	2045	2060
Teräsbetoniseinä, SK-elementti	1.0		2025	2035	2045
	1.0		2025	2035	2045
Ikkuna F10-18x18	1.0		2025	2035	2045
Ovet, väliseinät, alakatot	1.0		2030	2045	2060
Puuvovi, OS-13o	1.0		2030	2045	2060
Tiliväliseinä, VS9	1.0		2115	2215	2315
Siirtoseinä, Formica 6149 Light Oak	1.0		2030	2045	2060
Seinät, katot, lattiat	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
Taitettu valkoinen, NCS S 1000N	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
Akustol/Focus - E	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
Muovijalkalista Upofloor VJ 40	1.0		2030	2045	2060
Vorwerk Nandou, Nandou SL93	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
3kpl KLM10	1.0		2030	2045	2060
4kpl Hyilyikko	1.0		2030	2045	2060
	1.0		2030	2045	2060
Kiinnitystaulu 300x1600mm	1.0		2030	2045	2060
Kiinnitystaulu 700x1600mm	1.0		2030	2045	2060
Kiinnitystaulu 2100x1600mm	1.0		2030	2045	2060
Tussitaulu 1400x1600mm	1.0		2030	2045	2060
Tussitaulu 1100x1600mm	1.0		2030	2045	2060
Siirrettävä opetustaulu, piirustus	1.0		2030	2045	2060
4kpl kahden oppilaan värunu	1.0		2030	2045	2060