



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JOHAN AALTO  
TÄRKEIMMÄT ELINKAARISYKLIT ERI KIINTEISTÖTYYPEISSÄ

Kandidaatintyö

Tarkastaja: tekniikan tohtori Ari Ahonen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
27. kesäkuuta 2018

## TIIVISTELMÄ

**Johan Aalto:** Tärkeimmät elinkaarisyklit eri kiinteistötyypeissä

Tampereen teknillinen yliopisto

Kandidaatintyö, 40 sivua

Kesäkuu 2018

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Pääaine: Talonrakentaminen

Tarkastaja: TkT Ari Ahonen

**Avainsanat:** elinkaarisykli, elinkaari, life cycle, kiinteistö

Rakennusten elinkaaren tunteminen ja hallinta ovat tärkeä osa kestävästä rakentamisesta. Rakennuksen elinkaaren pituuteen ja laatuun voidaan vaikuttaa suunnitteluratkaisuilla sekä oikein ajoitetuilla kiinteistönpidon toimenpiteillä. Rakennukset voivat vanhentua monella eri tavalla, minkä seurauksena niitä joudutaan ylläpitämään, korjaamaan ja uusimaan säännöllisin väliajoin niiden elinkaaren aikana. Rakennusten fyysisen kulumisen lisäksi niiden käyttöikä rajoittavat erilaiset vanhanaikaistumisen rajatilat, jotka myös tahdittavat kiinteistön ylläpidon ja korjausten ajoittumista. Eri käyttötarkoituksen kiinteistötyypeillä on erilaiset vaatimukset toiminnallisten, taloudellisten, kulttuuristen ja ekologisten näkökulmien suhteen, minkä vuoksi vanhanaikaistuminen ilmenee näissä eri tavoin. Tämän vuoksi eri kiinteistötyyppien elinkaaret ja niiden sykliisyys poikkeavat huomattavasti toisistaan.

Tässä kandidaatintyössä tutkitaan sekä yleisesti, että eri kiinteistötyyppien näkökulmista rakennusten elinkaareen vaikuttavia tekijöitä, tärkeimpiä elinkaarisyklejä sekä niiden tyyppisimpiä aiheuttajia. Tarkasteltavat kiinteistötyypit on luokiteltu käyttötarkoituksen perusteella asuinrakennuksiin, toimisto- ja liikerakennuksiin sekä teollisuus- ja varastorakennuksiin. Elinkaarisykleillä tarkoitetaan rakennuksen elinkaareissa tapahtuvia ketjumaisia jaksoja, jotka toistuvat rakennuksessa tehtävien kiinteistönpidon toimenpiteiden mukaan. Kiinteistönpitoon kuuluu keskeisenä osana kiinteistön säännöllinen huolto ja kunnossapito sekä aktivoivat ja ylläpitävät korjaukset.

Tutkimuksessa selvisi, että merkittävä osa rakennusten korjaustarpeista johtuu vanhanaikaistumisesta, minkä vuoksi se on usein määräävä tekijä rakennusten elinkaarisykleille. Erilaisista vanhanaikaistumisista aiheutuvat korjaustoimenpiteet aiheuttavat myös merkittäviä kustannuksia ja ympäristökuormituksia, minkä vuoksi niiden huomioiminen elinkaariajattelun näkökulmasta on tärkeää. Etenkin toimitiloihin lukeutuvissa rakennuksissa toiminnallinen ja taloudellinen vanhanaikaistuminen aiheuttavat paljon muutostarpeita käyttäjien vaihtuessa, vaatimustason noustessa tai markkinoilla olevan teknologian kehityksessä. Asuinrakennuksissa sen sijaan vanhanaikaistumisen vaikutukset ovat pienemmät ja muuntojoustavuuden merkitys on vähäisempi ja tärkeimmät elinkaarisyklit määräytyvät nopeimmin kuluvien osien, kuten putkistolinjojen ja julkisivujen mukaan.

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
2.	ERI KIINTEISTÖTYYPPEJÄ JA NIIDEN OMINAISUUKSIA .....	2
2.1	Rakennusten eri luokitustapoja .....	2
2.2	Eri kiinteistötyyppien keskeisimpiä ominaisuuksia .....	4
2.2.1	Asuinrakennukset .....	5
2.2.2	Toimisto- ja liikerakennukset .....	5
2.2.3	Teollisuus- ja varastorakennukset .....	6
3.	KIINTEISTÖN ELINKAARI .....	7
3.1	Elinkaarilaadun vaatimukset .....	8
3.1.1	Käyttövaatimukset .....	8
3.1.2	Taloudelliset vaatimukset .....	9
3.1.3	Kulttuurivaatimukset .....	9
3.1.4	Ekologiset vaatimukset .....	10
3.2	Käyttöiän rajatilat .....	10
3.2.1	Vaurioituminen .....	13
3.2.2	Vanhanaikaistuminen .....	14
4.	KIINTEISTÖNPITO ELINKAAREN HALLINNASSA .....	17
4.1	Korjausrakentaminen .....	18
4.1.1	Korjausrakentamisen toteutusmallit .....	18
4.1.2	Korjausrakentaminen eri kiinteistötyypeissä .....	19
4.2	Kiinteistön ylläpito .....	20
4.3	Kiinteistöstrategia .....	21
4.4	Rakennuksen korjaustarpeiden ennakointi .....	23
5.	ELINKAARITYYPIT JA -SYKLIT .....	25
5.1	Teknistaloudellinen elinkaari .....	26
5.1.1	Teknisen elinkaaren syklit .....	26
5.1.2	Taloudellinen pitoaika .....	27
5.2	Toiminnallinen ja käyttäjän elinkaari .....	28
5.3	Elinkaarisyklit eri kiinteistötyypeissä .....	29
6.	KESTÄVÄ RAKENTAMINEN .....	32
6.1	Elinkaariajattelu .....	32
6.2	Elinkaaritekniikka .....	33
6.3	Elinkaaritehokkuus .....	33
7.	YHTEENVETO .....	36
	LÄHTEET .....	38

# 1. JOHDANTO

Kiinteistön elinkaariajattelu toimii kestäväen rakentamisen lähtökohtana. Sillä on suuri rooli kiinteistön elinkaarikustannusten sekä ympäristövaikutusten hallinnassa, jotka ovat lähiaikoina olleet tärkeitä kehityksen kohteita ympäristötietoisuuden lisääntyessä. Rakennussektori aiheuttaa maailmanlaajuisesti 30–40 % kaikesta energiankulutuksesta ja kasvihuonepäästöistä. Tästä merkittävä osa ilmenee rakennusten käyttövaiheessa kuten materiaalien uusimisessa ja rakennneosien kunnostuksessa. [1, s. 140] Rakentamissäädösten olennaisina lähtökohtina ovatkin nykyään energia- ja materiaaalitalouden elinkaarioptimointi sekä päästöjen minimointi. [2, s. 3]

Koska kiinteistöt sitovat mittavan osan maailman kansallisvarallisuudesta ja luonnonvaroista, pyritään niistä yleensä luomaan mahdollisimman pitkäikäisiä ja elinkaarilaadultaan optimoituja kokonaisuuksia. Näin ne pystyvät vastaamaan käyttäjän, omistajan ja yhteiskunnan tarpeisiin koko kiinteistön suunnitellun käyttöiän ajan. [2, s. 10] Rakennuksen pidemmällä käyttöiällä ja oikein ajoitetuilla korjaus- ja ylläpitotoimenpiteillä voidaan myös vaikuttaa positiivisesti sekä energiankulutukseen että elinkaarikustannuksiin.

Rakennukset ovat yhteiskuntamme pitkäikäisimpiä tuotteita, mikä tekee elinkaariajattelun toteuttamisesta poikkeuksellisen vaativaa. Erityyppisillä kiinteistöillä voi olla keskenään hyvinkin erilainen elinkaari käyttötarkoituksesta, tilaajan asettamista tavoitteista ja rakennuksen ominaisuuksista riippuen. Eri kiinteistötyyppien elinkaarten ymmärtäminen on perusedellytys kestäväälle rakentamiselle. Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan yleisesti kiinteistöjen elinkaareen vaikuttavia tekijöitä sekä eri kiinteistötyyppien tärkeimpiä elinkaarisyklejä.

## 2. ERI KIINTEISTÖTYYPPEJÄ JA NIIDEN OMINAISUUKSIA

Kiinteistö on kiinteistörekisteriin merkitty rakentamiseen tarkoitettu tai rakennettu maa- tai vesialue siihen kuuluvine rakennuksineen. Yleiskielessä kiinteistöllä voidaan tarkoittaa myös pelkästään rakennusta. [3, s. 6] Kiinteistöt voidaan luokitella eri tyyppeihin monilla eri tavoilla tarkastelunäkökulman mukaan.

### 2.1 Rakennusten eri luokitustapoja

Käyttäjän näkökulmasta tärkeimpiä odotuksia kiinteistöltä on kyky vastata sen toiminnallisiin vaatimuksiin. Eri käyttötarkoituksiin tarkoitetuilla kiinteistöillä on omat toiminnalliset ominaisuudet ja tavoitteet, mikä ilmenee muun muassa kiinteistölle valituissa laite- ja järjestelmäratkaisuissa. Yleisin tapa luokitella kiinteistöjä onkin niiden käyttötarkoituksen perusteella. Yhdessä rakennuksessa on yleensä eri käyttötarkoitukseen tarkoitettuja tiloja, jolloin luokittelukriteerinä on rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus. Pääasiallinen käyttötarkoitus määrittää koko rakennuksen käytettävästä pinta-alasta suurimman osan kattavan käyttötarkoituksen perusteella. [4, s. 9] Rakennuksen sijainnilla ja omistajuussuhteilla ei ole vaikutusta luokitukseen.

Käyttötarkoitukseen perustuvia rakennusluokituksia on monia. Yksi näistä on EU:n oma rakennusluokitus, Classification of Types of Constructions (CC), joka jakaa rakennukset maa- ja vesirakennustöihin sekä talorakennuksiin. Talorakennukset jaetaan tarkemmin nelinumerotason luokkiin. [5] Tilastokeskuksen rakennusluokitus (1994) luokittelee rakennukset käyttötarkoituksen perusteella kolmeentoista kirjaimilla A–N merkittyyyn pääryhmään ja tarkemmin kolminumerotason alaluokkiin. Luokitus perustuu JHS-standardiin 186. [6] Käyttötarkoituksiin perustuvat rakennusluokitukset on esitetty kuvassa 1.

Classification of Types of Constructions (CC)	Rakennusluokitus 1994, JHS-standardi 186
1 Talorakennukset	A Asuinrakennukset
11 Asuinrakennukset	01 Erilliset pientalot
111 Asuinpienitalot	02 Rivi- ja ketjutalot
112 Kahden tai useamman asunnon talot	03 Asuinkerrostalot
1121 Kahden asunnon talot	B Vapaa-ajan asuinrakennukset
1122 Kolmen tai useamman asunnon talot	04 Vapaa-ajan asuinrakennukset
113 Asuntolat	C Liikerakennukset
1130 Asuntolat	11 Myymälä rakennukset
12 Muut kuin asuinrakennukset	12 Majoitusliikerakennukset
121 Hotellit ja vastaavat rakennukset	13 Asuntolarakennukset
1211 Hotellit	14 Ravintolat yms.
1212 Muut lyhytaikaiseen majoitukseen tarkoitettut rakennukset	D Toimistorakennukset
122 Toimistorakennukset	15 Toimistorakennukset
1220 Toimistorakennukset	E Liikenteen rakennukset
123 Tukku- ja vähittäismyymälärakennukset	16 Liikenteen rakennukset
1230 Tukku- ja vähittäismyymälärakennukset	F Hoitoalan rakennukset
124 Liikenteen rakennukset	21 Terveystieteiden rakennukset
1241 Tietoliikennetarvikkeet, asemat, terminaalit ja vastaavat rakennukset	22 Huoltolaitosrakennukset
1242 Pysäköintirakennukset	23 Muut sosiaalitoimen rakennukset
125 Teollisuusrakennukset ja varastot	24 Vankilat
1251 Teollisuusrakennukset	G Kokoontumisrakennukset
1252 Säiliöt, siilot ja varastot	31 Teatteri- ja konserttirakennukset
126 Vapaa-aikatilat, koulurakennukset, sairaalat ja hoitolaitokset	32 Kirjasto-, museo- ja näyttelyhallirakennukset
1261 Vapaa-aikatilat	33 Seura- ja kerhorakennukset yms.
1262 Museot ja kirjastot	34 Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset
1263 Koulut, yliopistot ja tutkimuslaitokset	35 Urheilu- ja kuntoilurakennukset
1264 Sairaalat ja hoitolaitokset	36 Muut kokoontumisrakennukset
1265 Urheiluhallit	H Opetusrakennukset
127 Muut kuin asuinrakennukset, muualle luokittelemattomat	51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset
1271 Maatilan talousrakennukset	52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset
1272 Uskonnollisiin toimituksiin käytetyt rakennukset	53 Korkeakoulu- ja tutkimuslaitosrakennukset
1273 Historialliset ja suojellut muistomerkit	54 Muut opetusrakennukset
1274 Muut talorakennukset, muualle luokittelemattomat	J Teollisuusrakennukset
	61 Energiantuotannon yms. Rakennukset
	69 Teollisuuden tuotantorakennukset
	K Varastorakennukset
	71 Varastorakennukset
	L Palo- ja pelastustoimen rakennukset
	72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset
	M Maatalousrakennukset
	81 Kotieläinrakennukset
	89 Muut maatalousrakennukset
	N Muut rakennukset

**Kuva 1.** CC:n luokittelemat talorakennukset [5] sekä Tilastokeskuksen rakennusluokituksen 1994 talotyyppit kaksinumeroitason tarkkuudella [6].

Tiloja, joita käytetään aineettomien tai aineellisten hyödykkeiden tuotantoon, kutsutaan yleisesti toimitiloiksi. Toimitilat voidaan jakaa toimistoihin, liiketiloihin, tuotannollisiin tiloihin, palvelutiloihin ja varastotiloihin. [4, s. 9] Rakennuksia voidaan karkeasti luokitella myös omistussuhteen perusteella joko julkisiin tai yksityisiin rakennuksiin. Julkiset rakennukset ovat valtion ja kuntien omistuksessa olevia rakennuksia, tai julkisin määrärahoihin rahoitettuja muita rakennuksia. Valtion rakennuksiin kuuluu monia erilaisia rakennustyyppjä, kuten opetus- ja tutkimusrakennuksia, toimisto- ja hallintorakennuksia, kasarmeja, liikenteen rakennuksia, museoita ja suojeltuja rakennuksia. Kuntien omistamia rakennuksia ovat muun muassa erilaiset opetustoimen rakennukset sekä sosiaali- ja terveydenhuollon rakennukset. [7, s. 61]

Investoijan, lainanantajan ja kiinteistönvälittäjän näkökulmista on oleellista pystyä luokittelemaan kiinteistö sen laadun ja kunnon perusteella. Tällöin investoinnin riskit ja tuot-

tomahdollisuudet ovat helposti arvioitavissa ja sovitettavissa omaan investointistrategiaan. Investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa useita tekijöitä, joista merkittävimpiä ovat kiinteistön ikä, sijainti, vuokralaisten palkkatasot, kasvumahdollisuudet, arvonnousu, palvelut sekä vuokratulot. Investoinnin kannattavuuteen perustuvassa luokittelutavassa kiinteistöt voidaan näiden tekijöiden perusteella jakaa karkeasti laatuluokkiin A, B ja C. [8]

A-luokan kiinteistöt vastaavat alueensa ja markkinoidensa korkeimman laatutason kiinteistöjä pienimmillä investointiriskeillä. Ne ovat tyypillisesti viimeisen 15 vuoden aikana rakennettuja, hyvällä markkina-alueella olevia, kattavimpia palveluita tarjoavia ja ammattimaisesti hallittuja rakennuksia. Näissä on myös korkeimmat vuokratasot ja vähäisimmät korjaustarpeet. B-luokan kiinteistöt ovat yleensä A-luokan kiinteistöjä vanhempia rakennuksia ja riskialttiimpia investointikohteita korjausvelan ja pienempien vuokratulojen takia. Tästä huolimatta B-luokan kiinteistöt voidaan nähdä hyvinä sijoituskohteina peruskorjauksen ansiosta. C-luokan kiinteistöt ovat tyypillisesti yli 20 vuotta vanhoja ja vähemmän houkuttelevilla sijainneilla olevia rakennuksia, joissa on suurimmat investointiriskit. Näissä korjausvelkaa on yleensä kertynyt enemmän, mikä edellyttää suurempia korjaustoimenpiteitä rakennuksen arvon ylläpitämiseksi. [8]

Tässä työssä käytetään myöhemmin käyttötarkoitukseen perustuvaa Tilastokeskuksen rakennusluokitusta ja tullaan kiinnittämään huomiota asuinrakennuksiin, toimisto- ja liikerakennuksiin sekä teollisuus- ja varastorakennuksiin. Nämä kiinteistötyypit edustavat monipuolisesti erilaisia rakennus- ja taloteknisiä ratkaisuja, joten erot tärkeimpien elinkaarisyykliä välillä ovat parhaiten havaittavissa.

## **2.2 Eri kiinteistötyyppien keskeisimpiä ominaisuuksia**

Rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus vaikuttaa vahvasti sen suunnittelu- ja rakennusratkaisuihin. Lisäksi eri käyttötarkoitusten kiinteistötyypeille on ominaista erilaiset vaatimukset muun muassa muuntojoustavuuden ja taloteknisten järjestelmien osalta. Talotekniikan määrä ja taso ovat suoraan verrannollisia kiinteistön käyttötarkoituksen vaativuuteen. Samoin käytön ja huollon osaamisen vaatimustaso nousee kiinteistötyypin ja sen tekniikan laatutason mukaan. [9, s. 3]

Rakennuksen käyttäjällä on tarve hyödyntää rakennusta ja sen ominaisuuksia oman toimintansa tukemiseen. Tätä toimintaa kuvaavaa suunnitelmaa kutsutaan toimintaprosessiksi. Rakennuksen tarvesuunnitteluvaiheessa asiakkaan tarpeisiin haetaan ratkaisuja selvittämällä asiakkaan lyhyen ja pitkän tähtäimen toimintaprosessit. Hankesuunnittelussa täsmennetään asiakkaan tarpeita ottaen huomioon muun muassa toiminnan edellyttämät tilatarpeet, eri tilojen toiminta, tilojen varusteet, sisäilmaluokat, automaattioratkaisut, rakennuksen elinkaari ja eri ratkaisuvaihtoehtojen elinkaarikustannukset (LCC, Life Cycle Cost), energiamenekkitavoitteet sekä rakennuksen ulkomuotoon ja piha-alueeseen vaikuttavat seikat. [10, s. 23–24]

## 2.2.1 Asuinrakennukset

Asuinrakennuksiin lukeutuu Tilastokeskuksen rakennusluokituksen mukaisesti kaikki pysyvästi asutetut rakennukset, kuten erilliset omakotitalot, rivi- ja ketjutilat sekä asuin-kerrostalot. Suomen rakennuskannasta noin 60 % on asuinrakennuksia. Näistä asuin-kerrostaloja ja rivitaloja on 45 % ja omakotitaloja 55 %. [10, s. 15] Asuinrakennukset, niiden ympäristö, huoneistot, tilat, tekniset ratkaisut sekä talotekniset järjestelmät ovat muuttuneet viimeisten vuosikymmenten aikana. Näkyvimpiä muutoksia on tullut etenkin asuntojen ympäristön parantamisessa, asuinrakennusten monimuotoistumisessa sekä energiatalouden tason parantamisessa. Lisäksi asuinrakennuksissa on panostettu julkisivuihin, parvekkeisiin, hisseihin, koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon sekä muuhun talotekniikkaan. [7, s. 27–28]

Asuinrakennukset ovat yleensä pitkäikäisiä ja niiden toiminta pysyy lähes samanlaisena koko niiden elinkaaren ajan. Tämän vuoksi niiden korjaustoiminta on luotettavasti suunniteltavissa. Korjaustoiminnan kannattavuudessa on kuitenkin otettava huomioon yhteiskunnan kehittymistrendit ja tulevaisuuden kysyntä asunnoille, sillä muuttotappioalueilla rakennusten korjaaminen voi olla väärää investointia. [10, s. 16]

## 2.2.2 Toimisto- ja liikerakennukset

Toimistorakennukset ovat tavanomaisesti betonielementtirunkoisia, usean yrityksen toimistotaloja, joissa sovelletaan uusinta rakennusteknologiaa. Näissä rakennusteknisten töiden kustannusosuus on vähenemässä päin, kun taas taloteknisten töiden osuus kustannuksista on tasaisesti kasvamassa. Talotekniikassa merkittävimpiä kustannuksia aiheuttavat muun muassa valaistus- ja tiedonsiirtojärjestelmät. [7, s. 47–48] Toimistorakennuksissa tähdätään etenkin riittäviin teknisiin tiloihin sekä viihtyisiin aula- ja työskentelytiloihin. Lisäksi toimistorakennuksissa on tavanomaisesti helposti muunneltavat ja hyvin ääntä eristävät väliseinät. Ilmanvaihdon taso ja tekniikka riippuvat tilojen jaotuksesta sekä käyttötarkoituksesta. [7, s. 36–37]

Toisin kuin asuntorakennuksissa, toimisto- ja liikerakennuksissa pitkäikäisyys on suunniteltava tarkemmin, sillä niiden käyttötarve on syklisempää. Näissä toiminta voi muuttua tai päättyä jopa 10–30 vuoden sykleissä, jolloin myös rakennusten korjaustoiminta on pohdittava käyttötarpeen mukaan. [10, s. 16] Toimistorakennuksissa tyypillisiä ovat esimerkiksi organisatoriset muutokset sekä käyttäjän vaihtuminen. Myös liikerakennuksissa, kuten myymälärakennuksissa, käyttäjän ja käyttötarkoituksen muutokset ovat yleisiä. [7, s. 64]



### 2.2.3 Teollisuus- ja varastorakennukset

Teollisuus- ja varastorakennukset ovat tyypillisesti betonielementtirunkoisia tai teräsrunkoisia rakennuksia, joissa tavoitellaan hyviä teknisiä tiloja toiminnan harjoittamista varten. [7, s. 36–37] Myös teollisuus- ja varastorakennuksissa taloteknisten töiden kustannusosuudet ovat kasvaneet. Talotekniikan osalta merkittävimpiä osuuksia ovat sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät sekä valaistus. Lisäksi toiminnan mukaiset ilmastovaihtojärjestelmät, palonsammutusjärjestelmät sekä lämmitys ovat merkittäviä teollisuus- ja varastorakennuksissa. [7, s. 49–50]

Etenkin teollisuusrakennuksissa tuotantotavan muutokset ja tekniikan kehittyminen asettavat haasteita rakennusten pitkäikäisyydelle. Lisäksi teollisuus- ja varastorakennuksissa on tyypillistä rakennusosien nopea kuluminen tai rikkoutuminen käytössä. [7, s. 64]

### 3. KIINTEISTÖN ELINKAARI

Kiinteistön elinkaari käsittää kiinteistön kaikki vaiheet raaka-aineiden käyttöönotosta käyttövaiheeseen ja aina rakennuksen purkuun ja loppusijoitukseen asti. Kiinteistön elinkaari sisältää myös sen rakennusosien ja järjestelmien elinkaaret. Kiinteistön elinkaari muodostuu useasta eri tekijästä, ja sen pituus vaihtelee kiinteistötyypeittäin sille asetettujen käyttöikätaivoitteiden ja toiminnan muutosten mukaan. [11] Rakennus käy elinkaarensa aikana läpi useita eri vaiheita, joita sitovat erilaiset elinkaarisyklit. Elinkaaren hahmottamisen osalta on oleellista ymmärtää koko rakennuksen tai rakennusosan elinkaareen liittyvät keskeiset käsitteet, jotka ovat esiteltynä kuvassa 2.



**Kuva 2.** Rakennuksen elinkaari siihen liittyvine käsitteineen [12].

Kuvasta 2 nähdään, että rakennuksen elinkaari muodostuu useista lyhyemmistä, toisistaan riippuvaisista ajanjaksoista. Näitä ovat kunnossapitojaksot, käyttöikä ja kestoikä. Kunnossapitojaksolla tarkoitetaan aikaväliä, minkä välein suoritetaan ennakolta määritelty kunnossapitotoimenpide. Se voi olla rakenteen, rakennusosan, järjestelmän tai laitteen korjaamista osittain uusimalla, täydentämällä, kunnostamalla tai pinnoittamalla. [13, s. 2].

Käyttöiällä tarkoitetaan rakenteen käyttöönoton jälkeistä aikaa, jona rakenne asianmukaisesti huollettuna säilyttää käyttökelpoisuutensa kaikkien sen toimivuusvaatimusten suhteen. Käyttöiän katsotaan päättyvän, kun rakenne saavuttaa sen käyttöikärajan [14, s. 9]. Tällöin rakennus yleensä peruskorjataan tai uudistetaan, jolloin alkaa uusi käyttöikä. Rakennuksen korkea laatutaso, kestävät materiaalitratkaisut, helppo huollettavuus ja muunneltavuus luovat perusedellytykset tavoitteellisen käyttöiän saavuttamiselle, joka voi olla jopa satoja vuosia. Rakennuksen käyttöikä voi kunnossapidosta huolimatta päättyä myös enneaikaisesti, mikäli sen käyttötarkoitus muuttuu ennen rakennusosien luonnollisen käyttöiän päättymistä. [10, s. 22] Muita rakennuksen käyttöikään vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sijainti ja liikenne [10, s. 27].

Kestoikä käsittää ajan, jossa rakenne on vielä kunnossapitajaksojenkin päätyttyä taloudellisesti ja teknisesti korjattavissa käyttökelpoiseksi [14, s. 10]. Tässä luvussa käsitellään rakennuksen elinkaaren vaatimuksia elinkaarilaadun näkökulmasta. Lisäksi luvussa käydään läpi rakennuksen pitkäikäisyyteen vaikuttavia tekijöitä.

### **3.1 Elinkaarilaadun vaatimukset**

Elinkaaritekniikka on rakennuksen tai rakenteen koko elinkaaren ajalle suunnattua kestävästä rakentamisesta konkretisointia. Sen tärkeimpiä sovellutusalueita ovat muun muassa elinkaarikustannusten, energiatehokkuuden ja materiaalitehokkuuden optimointi, ympäristövaikutusten minimointi ja pitkäaikaiskestävyyden, käytettävyyden ja terveellisuuden varmistaminen. [2, s. 21]

Elinkaaritekniikan päämääränä on optimoitu elinkaarilaatu, joka toimii elinkaaren tavoitteiden ja vaatimusten perustana. Elinkaarilaadukas rakennus täyttää omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan vaatimukset koko elinkaaren ajan hallitulla tavalla. [2, s. 21] Elinkaarilaatu voidaan nostaa elinkaarisuunnittelulla rakennustuotannon keskeiseksi kilpailutekijäksi. [2, s. 31] Elinkaarilaadun vaatimukset koskevat kestävästä kehityksen periaatteiden mukaisesti sosiaalisia, taloudellisia, kulttuurisia ja ekologisia näkökulmia [2, s. 21].

#### **3.1.1 Käyttövaatimukset**

Elinkaarilaadun käyttövaatimukset eli sosiaaliset vaatimukset käsittävät rakennuksen toiminnallisen käytettävyyden, terveellisuuden, turvallisuuden ja viihtyisyyden. Toiminnallisessa käytettävyydessä huomioidaan rakennuksen pitkäikäinen tekninen toimivuus sekä käyttökelpoisuus. Käyttökelpoisuus tarkoittaa vastaavuutta alkuperäisiin käyttövaatimuksiin sekä mukautuvuuskykyä käyttäjän ja toiminnan muutoksiin. [2, s. 22]

Elinkaarensa aikana kiinteistön toimivuus voi ajautua useisiin rajatiloihin, jolloin kiinteistö ei enää täytä sille asetettuja vähimmäisvaatimuksia. Ensimmäinen rajatila tulee vastaan rakennuksen tai sen osien rappeutuessa, jolloin käytettävyyden ja tekninen toimivuus kärsivät. Toinen toimivuuden rajatila syntyy, kun rakennus tai rakennusosa ei enää pysty vastaamaan käytön aikana muuttuneisiin taloudellisiin, teknisiin, esteettisiin, terveydellisiin tai ekologisiin vaatimuksiin ja niitä vastaan mukauttaminen on kannattamatonta. Tällöin on kyseessä rakennuksen tai sen osan vanhanaikaistuminen. [2, s. 22–23]

Turvallisuus käsittää niin tuotannon, käytön kuin purkamisen ja uusiokäytön aikaisen turvallisuuden. Rakenteiden turvallisuuden taustalla vaikuttaa etenkin suunnittelu, jonka avulla varmistetaan rakennusosien luotettavuus sekä tuotannon turvallisuuslaatu. Etenkin toimisto- ja tuotantotiloissa korostuu oleskeluturvallisuuden lisäksi myös kulunvalvonta ja tietoturva. [2, s. 23]

Terveellisyys on noussut hyvin tärkeäksi osatekijäksi elinkaarilaadulle. Haitallisia terveellisyystekijöitä ovat rakennusmateriaalien emissiot, puutteellisen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan aiheuttamat sisäilmaston ongelmat sekä rakennuksen ulkopuolelta tulevat terveydelle haitalliset vaikutukset. [2, s. 23]

Rakennuksen viihtyvyys koostuu rakennuksen ulkonäöstä sekä tilojen koettavuudesta, jotka syntyvät ensisijaisesti arkkitehtisuunnittelun ja rakennesuunnittelun tuloksena. Tilojen koettavuuteen vaikuttavat muun muassa sisäilmaston laatu, akustiset ominaisuudet, pintojen laatu sekä liitosten ja saumojen muotoilu. Puutteet rakennuksen viihtyvyydessä saattavat aiheuttaa vanhanaikaistumista ja näin lisätä rakenteiden korjaus- tai uudistustarvetta. [2, s. 23]

### 3.1.2 Taloudelliset vaatimukset

Kiinteistön elinkaarilaatuun liittyy myös rahatalouden vaatimukset. Taloudellisuus käsitellään elinkaaritaloutena (LCE, Life Cycle Economics), missä huomioidaan koko suunnitteluelinkaaren aikaiset kustannukset joko vuosikustannuksina tai diskontattuna kokonaisnykyarvona. Elinkaarikustannuksiin (LCC) sisältyy kaikki rakentamis-, käyttö-, huolto-, korjaus-, muutos- ja uusimiskustannukset. Laskentajaksona käytetään yleensä 50 vuotta, jonka lopussa rakennuksen tai rakennusosan arvioitu jäännösarvo sekä rakennusosan uusimisen jälkeinen uudelleenkäyttöarvo huomioidaan nykyarvoina laskentaelinkaaren kustannuksia vähentävänä tekijänä. [2, s. 23]

Elinkaaritalouden menetelmien sijasta saatetaan myös käyttää pelkkiin talouslaskelmiin perustuvaa ajattelutapaa, jossa tarkasteltava aikaväli on vain noin 10 – 20 vuotta. Tämä tulee kyseeseen, mikäli keskeisenä tekijänä on sijoitetun pääoman tuottavuus, eli laskentajakson investoinnin suhde tuottoihin. Esimerkiksi osa liike- ja teollisuusrakennuksista suunnitellaan vain lyhyen elinkaaren tarpeisiin, sillä niiden sijainti tai teollisuuslaitteiston käyttöikä ovat usein taloudellisen kannattavuuden määrittäviä tekijöitä. Kun niiden investointikustannukset saadaan alhaisiksi, rakennuksen purku ja siirto kannattavammalle sijainnille on perusteltavissa sekä raha- että luonnontaloudellisin argumentein. [2, s. 24]

### 3.1.3 Kulttuurivaatimukset

Elinkaarilaadun kulttuurivaatimukset liittyvät paikallisiin rakennusperinteisiin, työskentelykulttuuriin, esteettisyyskäsitteeseen, imagoon sekä arkkitehtuurityyleihin ja -trendeihin. Kulttuuriperinteet vaikuttavat voimakkaasti rakennusten suunnitteluun, mikä näkyy etenkin käyttöikäajattelussa. Eurooppalainen rakennuskulttuuri korostaa huomattavasti enemmän rakenteiden pitkäikäisyyttä, kuin esimerkiksi amerikkalainen tai japanilainen rakennuskulttuuri. Kun Japanissa viime vuosikymmenellä purettujen rakennusten keskimääräinen elinkaari on ollut 30 vuotta, Euroopassa se on ollut moninkertainen. [2, s. 24]

Suomessa etenkin monia 1970-luvun massarakennuskauden rakennuksia arvostellaan voimakkaasti aikakautensa yksitoikkoisen arkkitehtuurin ja heikon ulkonäkölaadun vuoksi [2, s. 24]. Rakentamiskulttuurin vaikutukset näkyvät myös rakennusperinnön suojelemisena lain tai kaavamerkinnän nojalla. Suojelemattomillakin kohteilla voi olla omat rakennustaiteelliset-, historialliset-, tekniset- tai kaupunkikuvalliset merkityksensä, jolloin mahdollisten korjaus- ja muutostoimenpiteiden toteuttaminen tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Rakennuksen edellä mainitut erityispiirteet vaikuttavat myös rakennuksen taloudelliseen arvoon. Hyvin kunnossapidetty historiallinen rakennus voi olla rahassa mitattuna arvokkaampi, kuin rakennus johon on tehty alkuperäiseen tyyliin sopimattomia muutoksia. [15, s. 3]

### 3.1.4 Ekologiset vaatimukset

Ekologisuus on merkittävä elinkaarilaadun osatekijä, sillä ekologisilla valinnoilla on ympäristöhaittojen lisäksi yhteys myös kiinteistön rahatalouteen. Ekologisuutta voidaan käsitellä laadullisesti tai numeerisesti luonnontaloutena, jossa sovelletaan rahatalouden elinkaarilaskennan lainalaisuuksia. Luonnontaloudessa kustannuksia ovat ympäristöhaitat sekä luonnon moninaisuuden pieneneminen, jota käsitellään yleensä laadullisena tekijänä. Jäännösarvoa vastaa rakennusosien uudelleenkäyttöarvo ja materiaalien uusiokäyttöarvo, joiden vaikutusta käsitellään ympäristöhaittojen vähennystekijänä. [2, s. 24]

Asuinrakennuksissa merkittävin energian kulutuksen ja päästöjen aiheuttaja on käytön aikainen lämmitys sekä lämpimän veden tuotto. Näiden jälkeen toiseksi suurimman osan kulutuksesta aiheuttavat valaistus ja taloussähkön kulutus. Toimitiloissa energiantarpeen muodostuminen on päinvastainen asuinrakennuksiin nähden, sillä kulutuksen painopisteenä ovat usein valaistus ja käyttösähkön kulutus, kun taas lämmitys, jäähdytys ja lämpimän käyttöveden tuotto ovat alhaisemmat. [2, s. 24]

## 3.2 Käyttöiän rajatilat

Käyttöikä on rakennuksen hyödyntämisen kannalta tärkein ominaisuus. Tämän vuoksi käyttöikätaavoitteet ja niiden toteutuminen ovat myös tärkeä osa elinkaariajattelua. Pelkästään kiinteistön ympäristövaikutuksia ajatellen kiinteistöjen käyttöiän tulisi olla mahdollisimman pitkä, jotta siihen sijoitettujen raaka-aineiden säilyttäminen ja hyödyntäminen olisi mahdollisimman tehokasta. [16, s. 512]

Elinkaarisuunnittelun keskeinen osa on rakentamisen tai korjaamisen yhteydessä tehtävä käyttöikäsuunnittelu, jossa määritetään rakennukselle tavoitteellinen suunnittelukäyttöikä (design life) käyttötarkoituksen, käytettävyyden, ekologisuuden ja elinkaaritalouden näkökulmasta. Rakennuksen suunnittelukäyttöiän pohjalta johdetaan vielä erikseen kunkin rakennusosan suunnittelukäyttöiät (design life of component). [14, s. 21]

Rakennusosat voivat olla joko pysyviä tai vaihdettavia. Kaikkien rakennusosien ei tarvitse olla yhtä pitkäikäisiä kuin itse rakennus, varsinkaan jos rakennuksen käyttöikä on suunniteltu hyvin pitkäksi. Rakennusosien suunnittelukäyttöikään vaikuttaa etenkin osien vaihdettavuus. Erityisesti vaikeasti kunnossapidettävät rakenteet, kuten kantavat rakenteet, tulee suunnitella niin pitkäikäisiksi, ettei niitä tarvitse vaihtaa tai korjata rakennuksen käyttöiän aikana. Väliaikaisissa ja lyhytikäisissä rakennuksissa rakennusosat suunnitellaan yleensä vastaamaan koko rakennuksen suunnittelukäyttöikää. [14, s. 21]

Elinkaarilaadun näkökulmasta on tärkeää varmistaa rakennusten ja rakenteiden käyttöikävaatimusten toteutuminen yleistetyllä rajatilasuunnittelulla. Rajatilojen lähtökohtina ovat rakenteiden mekaaninen toiminta, säilyvyys ja vanhanaikaistuminen. Käyttöiän rajatilat muodostavat elinkaarilaatuun liittyvän toimivuuden ja ovat perustana rakenteiden käyttöiän määrittämiselle, kuntotarkastuksille, kuntoluokittelulle ja kunnon ennakkoinnille. [2, s. 116]

Rakennukset ja rakennusosat luokitellaan RIL 216 -ohjeen mukaisesti viiteen ikäluokkaan suunnittelukäyttöiän perusteella [2, s. 44]. Suunnittelukäyttöikäluokitukset ja niihin liittyvät käyttöiän määräävät rajatilat on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Rakennusten ja niiden osien suunnitteluajan ja suunnitteluiän luokittelu [2, s. 44].

Luokka	Rakennuksen suunnittelujakso ja rakennuksen tai rakennusosan suunnitteluikä	Luokkaan kuuluvat rakennustyytit	Luokkaan tyypillisesti kuuluvat rakennusosat	Tyypillinen rakennuksen tai rakennusosan käyttöiän määräävä rajatila
Luokka 1	1–5 vuotta	Väliaikaiset rakennukset	Rakennuksen tietotekniset järjestelmät ja niiden osat Lyhytikäiset pinnoitteet	Vanhanaikaistuminen Vaurioituminen
Luokka 2	25 vuotta	Tilapäiset rakennukset (esim. majoitusparakit, tilapäisvarastot)	LVISJ-järjestelmät ja niiden osat Katteet Ikkunat Ovet Täydentävät rakenteet Pitkäikäiset pinnoitteet	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen tai vanhanaikaistuminen
Luokka 3	50 vuotta	Tavalliset rakennukset	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattorakenteet Täydentävät rakenteet	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen tai vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen
Luokka 4	100 vuotta	Tavallista vaativammat rakennukset, tai muu tavallista tarkemman laskentatarkkuuden tarve	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattorakenteet Täydentävät rakenteet	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen tai vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen
Luokka 5	yli 100 (150, 200, 300, 500) vuotta	Erikoisrakennukset (esim. historiallisiksi aiotut monumentaaliset liikerakennukset)  Tapauskohtainen määrittely	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät Vesikattorakenteet Täydentävät rakenteet	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen tai vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen

Kuten taulukosta 1 selviää, käyttöiän määräävät rajatilat vaihtelevat suunnittelukäyttöikäluokan mukaan. Rakennuksia tarkasteltaessa määräävät rajatilat ovat pääsääntöisesti joko vanhanaikaistuminen tai vaurioituminen. Poikkeuksena ovat lyhytikäiset rakennukset, joiden elinkaari päättyy yleensä vain vanhanaikaistumisen seurauksena. Rakennusten ja niiden rakennemuodulien ohjeelliset suunnitteluiät on esitetty tarkemmin taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Rakennusten ja niiden rakennemoduulien ohjeellisia suunnitteluikää vuosina. Suunnitteluiät käsittävät vaurioitumisen ja vanhanaikaistumisen. [2, s. 47]

Moduuli	Käyttöikä-luokka 1	Käyttöikä-luokka 2	Käyttöikä-luokka 3	Käyttöikä-luokka 4	Käyttöikä-luokka 5
1. Rakennus	1–5	25	<u>50</u>	<u>100</u>	<u>yli 100</u>
2. Perustukset	1–5	50	100	150–200	rakennuksen käyttöikä +100
3. Kantava runko	25	50	100	150–200	rakennuksen käyttöikä +100
4. Ulkoseinät	5	25–50	50–100	100–150	rakennuksen käyttöikä
5. Vesikattorakenteet (kantavat kattorakenteet ilman vesikatetta)	5	25	50–100	100	rakennuksen käyttöikä
6. Sisäseinät	5	25	50	50–100	50–100
7. Laitteistojen suoja- ja kannatinrakenteet	5	10–25	50–100	50–100	50–100
8. Kiinteät kalusteet	5	<u>10–25</u>	<u>25–50</u>	<u>25–50</u>	<u>50–100</u>
9. Vesi- ja kosteuseristeet					
* vesikatossa	5	15–50	15–50	15–50	15–50
* rakennuksen sisällä	5	25–50	25–50	25–50	25–50
10. Ikkunat ja ulko-ovet	5	15–25	25–50	15–40	15–40
11. Ulkopinnoitteet	5	5–25	10–40	20–40	20–40
12. Sisäpinnoitteet	5	2–15	10–50	5–100	5–100+
13. Talotekniikka					
* LVI-laitteet	5	<u>10–25</u>	<u>10–50</u>	<u>10–50</u>	<u>10–50</u>
* sähkölaitteet	5	<u>15–25</u>	<u>15–50</u>	<u>15–50</u>	<u>15–50</u>
* tietotekniset laitteet	2–5	<u>2–30</u>	<u>2–30</u>	<u>2–30</u>	<u>2–30</u>
* jätehuoltolaitteet	5	<u>20–40</u>	<u>20–40</u>	<u>20–40</u>	<u>20–40</u>

Rakennusosien suunnittelukäyttöiät riippuvat koko rakennukselle määritetystä suunnittelukäyttöiästä. Kuten taulukosta 2 nähdään, rakennusosien kohdalla käyttöiän määräävää vanhanaikaistumista esiintyy tavallisimmin kiinteissä kalusteissa ja talotekniikassa, mikä tulee ottaa huomioon suunnittelukäyttöikä määrittäessä.

### 3.2.1 Vaurioituminen

Mekaaniset- ja säilyvyysrajatilat riippuvat rakenteen ja materiaalien ominaisuuksista ja näissä ajan mittaan tapahtuvista muutoksista. Mekaaniset rajatilat syntyvät staattisesta, dynaamisesta ja väsytyksrasituksesta ja niiden syntymekanismit on määritelty käyttö- ja



murtorajatiloina perinteisissä rakennesuunnittelun standardeissa. Säilyvyysrajatilat määrittellään rakenteen rappeutumisasteena ja ne syntyvät kemiallisten, fysikaalisten ja biologisten ympäristörasitusten vaikutuksesta. [2, s. 116] Rakenteen

Rakenteen pitkäaikaiskestävyyttä rajoittaa materiaalien rappeutumisesta johtuva vaurioituminen. Rappeutuminen on tyypillinen käyttöiän määräävä tekijä etenkin pitkän suunnittelukäyttöiän ja rasittavan käyttöympäristön rakenteissa, kuten perustuksissa ja vai-passa. Rakennuksen kantava runko on usein kuivassa sisäilmassa, joten siinä rappeutumisen aiheuttamat vauriot ovat harvinaisempia. Rakentamis- ja suunnitteluvirheet voivat kuitenkin aiheuttaa kantaviin rakenteisiin kosteusvaurioita, mikä tavallisesti johtaa etenkin teräs- ja teräsbetonirakenteiden teräskorroosioon ja puurakenteiden lahoamiseen. Rakenteiden vaurioita voivat aiheuttaa myös syövyttävä käyttöympäristö lähinnä teollisuus- ja varastorakennuksissa tai rakenteiden puutteellinen mekaaninen toimivuus, jolloin vauriot ilmenevät taipumina, halkeamina, värähtelyinä tai murtumina [2, s. 48]

### **3.2.2 Vanhanaikaistuminen**

Toisin kuin rakenteen ominaisuuksien muutoksista johtuva vaurioituminen, vanhanaikaistuminen on seurausta käyttövaatimusten kohoamisesta [2, s. 154]. Vanhanaikaistumisen rajatilat ovat riippuvaisia rakennus- ja rakennetyypeistä sekä käyttötavoista ja se voi koskea koko rakennusta tai jotakin sen osaa. Vanhanaikaistuminen voi ilmetä monella eri tavalla, kuten teknisenä, taloudellisena, toiminnallisena ja ekologisena vanhanaikaistumisena. Vanhanaikaistumisen vaikutukset ja rajatilojen määrittelyt ovat taulukossa 3. [2, s. 48]

**Taulukko 3. Rakenteiden vanhanaikaistumisen rajatilat [2, s. 121].**

Vanhanaikaistumis- kuorma	Kuorman vaikutus	Rajatilan määrittely
Käyttövaatimusten muutokset	<p>Turvallisuusvaatimusten alitus</p> <p>Terveellisuusvaatimusten alitus</p> <p>Viihtyisyysvaatimusten alitus</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Käytettävyykslaadun aleneminen vähäistä, mutta vaatii seurantaa</li> <li>2. Käytettävyykslaadun aleneminen merkittävää, mutta ei vaaranna rakennuksen käyttöä lähitulevaisuudessa</li> <li>3. Käytettävyykslaadun aleneminen vaarantaa lähitulevaisuudessa rakennuksen käyttökelpoisuuden</li> <li>4. Käytettävyykslaadun aleneminen vaatii välittömiä rakenteiden muutoksia, kunnostuksia, lisärakentamista tai uusimista</li> </ol>
Taloudelliset vaatimusmuutokset	<p>Heikentynyt käyttötoimintojen talous</p> <p>Heikentynyt kunnossapidon talous</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elinkaaritalouden laadun aleneminen vähäistä, mutta vaatii seurantaa</li> <li>2. Elinkaaritalouden aleneminen merkittävää, mutta ei vaaranna rakennuksen käyttöä lähitulevaisuudessa</li> <li>3. Elinkaaritalouden aleneminen vaarantaa lähitulevaisuudessa rakennuksen käyttökelpoisuuden</li> <li>4. Elinkaaritalouden aleneminen vaatii välittömiä rakenteiden kunnostusta, muutoksia, uusimista tai lisärakentamista</li> </ol>
Ekologiset vaatimusmuutokset	<p>Alentunut raaka-ainetalous</p> <p>Alentunut energiatalous</p> <p>Alentunut päästötalous</p> <p>Alentunut luonnonmuotoisuus</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ekologisen laadun aleneminen vähäistä, mutta vaatii seurantaa</li> <li>2. Ekologisen laadun aleneminen merkittävää, mutta ei vaaranna rakennuksen käyttöä lähitulevaisuudessa</li> <li>3. Ekologisen laadun aleneminen vaarantaa lähitulevaisuudessa rakennuksen käyttökelpoisuuden</li> <li>4. Ekologisen laadun aleneminen vaatii välittömiä rakenteiden muutoksia, uusimista tai purkamista</li> </ol>
Kulttuuriset vaatimusmuutokset	<p>Entisten vaatimusten painotusten muutokset</p> <p>Uusia vaatimuksia</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kulttuurilaadun aleneminen vähäistä, mutta vaatii seurantaa</li> <li>2. Kulttuurilaadun aleneminen merkittävää, mutta ei vaaranna rakennuksen käyttöä lähitulevaisuudessa</li> <li>3. Kulttuurilaadun aleneminen vaarantaa lähitulevaisuudessa rakennuksen käyttökelpoisuuden</li> <li>4. Kulttuurilaadun aleneminen vaatii välittömiä rakenteiden kunnostusta, muutoksia, uusimista tai purkamista</li> </ol>

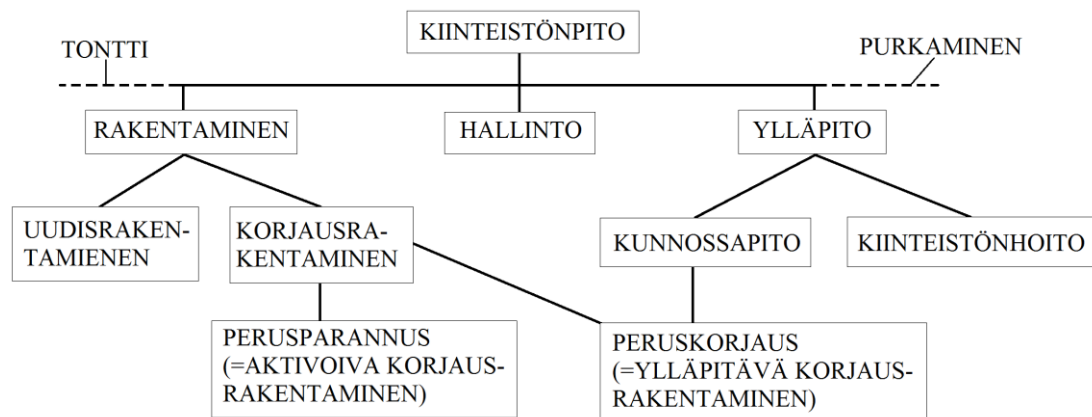
Vanhanaikaistuminen on syynä lähes puoleen rakennuksen tai rakennusosan purkamis- ja uusimistapaukseen. Toinen vanhanaikaistumiseen verrattavissa oleva yleinen purkamissyö on käyttöön soveltumaton sijainti. [2, s. 23] Vanhanaikaistuminen johtaa joko käyttöiän päättymiseen tai muutostöihin, jotka aiheuttavat huomattavia kustannuksia ja ympäristökuormituksia. Koska rakentamisen kustannukset ovat vain murto-osa muutosvaiheen kustannuksesta, toiminnalliseen vanhanaikaistuminen on hyvä ennaltaehkäistä jo suunnitteluvaiheessa muuntojoustavuuden avulla. Muuntojoustavuus on rakennuksen tai rakenteen kyky mukautua käyttöiän aikaisiin merkittäviin käyttötarkoituksen muutoksiin. [17, s. 513]

Muuntojoustavuuden huomioiminen voi olla haastavaa etenkin pitkäikäisissä rakennuksissa, jolloin tulevaisuuden tarpeita on vaikea ennustaa. Käytännössä muuntojoustavuutta voidaan edistää rakenneteknisin keinoin luomalla kantavien rakenteiden osalta mahdollisimman laajoja ja avoimia tiloja, jolloin tila on hyvin muunneltavissa. Talotekniikan käyttöikä on huomattavasti lyhyempi kuin kantavan rungon. Muuntojoustavuuden kannalta onkin olennaista kiinnittää huomiota taloteknisten laitteiden ja putkituksien sijoittamiseen siten, että laitteistot voidaan tarkistaa, huoltaa ja vaihtaa mahdollisimman helposti. Lisäksi rakennukselle olisi hyvä miettiä mahdollinen vaihtoehtoinen käyttötarkoitus, jolloin tietyn käyttötarkoituksen aiheuttamat muutostarpeet tulisi huomioitua jo suunnitteluvaiheessa. [17, s. 513–514]

## 4. KIINTEISTÖNPITO ELINKAAREN HALLIN- NASSA

Rakennuksen käyttöikätaavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että sitä huolletaan ja korjataan ennaltaehkäisevästi. Ympäristötietoisuus on lisääntymässä ja ympäristökysymysten huomioiminen kiinteistöjen huollossa ja korjausrakentamisessa tulee olemaan tulevaisuudessa merkittävä kilpailutekijä. Uusi toimintaympäristö edellyttää asennemuutoksia kiinteistövarallisuutta kohtaan, jolloin kiinteistöjä tulee pitää omaisuutena, jonka elinkaaren aikaisia kustannuksia ja ympäristövaikutuksia seurataan ja optimoidaan. [16, s. 511–512]

Elinkaaren hallinnassa on kyse kiinteistön teknistaloudellisten tavoitteiden kytkemisestä osaksi liiketoiminnan strategista suunnittelua samalla mahdollisten kiinteistön turvallisuuden, terveellisyyden, viihtyisyyden ja ekologisuuden [16, s. 511–513]. Kiinteistön elinkaaren hallintaan liittyy keskeisenä osana kiinteistönpito. Sen tehtävänä on toteuttaa rakennukselle asetettuja tavoitteita, jotka tavallisesti saattavat muuttua käytön aikana. Kiinteistönpidolla tarkoitetaan kaikkia kiinteistöön kohdistuvia tehtäviä rakentamisesta purkamiseen asti. [10, s. 64] Koska kiinteistön käyttöikä on tavallisesti 50–100 vuotta tai enemmän, on kiinteistönpidon oltava jatkuvaa teknistaloudellista optimointia. Tähän liittyy kiinteistön teknisen arvon lisäksi myös arkkitehtonisen ja kulttuurihistoriallisen arvon säilyttämien. [2, s. 177] Kiinteistönpidon päätehtävät voidaan ryhmitellä kuvan 3 mukaisesti rakentamiseen, hallintoon ja ylläpitoon. [10, s. 64]



**Kuva 3.** Kiinteistönpidon osa-alueiden ryhmittely [10, s. 64]

Tässä luvussa käsitellään kiinteistön elinkaaren aikana tehtäviä toimenpiteitä, joilla vaikuttaa rakennuksen ja rakennusosien elinkaaren pituuteen sekä elinkaarilaatuun. Kiinteistönpidon osa-alueista suurimman huomion saavat korjausrakentaminen ja kiinteistön ylläpito.

## 4.1 Korjausrakentaminen

Korjausrakentaminen eroaa merkittävästi uudisrakentamisesta. Kun uudisrakennuskohdeissa rakennetaan kaikki rakennusosat ja lähes kaikki talotekniikkajärjestelmät, korjauskohteissa keskitytään yleensä vain tietyn rakennusosan korjaukseen. Tämä voi kohdistua joko pelkkiin pintarakenteisiin tai koko rakenteeseen. [7, s. 59] Korjausrakentamisen tavoitteena on muuttamaan kiinteistöä toivottuun suuntaan. Tämä voi tapahtua joko aktiivisena tai ylläpitävänä korjausrakentamisena. Aktiiviseen korjausrakentamiseen kuuluu lisä- ja muutosrakentaminen sekä perusparannukset, joilla nostetaan kohteen laatua alkuperäiseen nähden. Ylläpitävässä korjausrakentamisessa rakennusosia korjataan ja kunnostetaan alkuperäiseen kuntoon sekä uusitaan niiden nopeimmin kuluvia osia. Ylläpitävä korjausrakentaminen voidaan ryhmitellä myös kunnossapidon tehtäviksi. [10, s. 64]

Peruskorjaus on ylläpitävä, erillisenä hankkeena toteutettava korjaus, jolla nostetaan rakennuksen arvoa ja pidennetään sen elinkaarta. [3, s. 12]. Peruskorjaus tulee aiheelliseksi, kun rakennus tai sen osa ei täytä enää sille asetettuja vaatimuksia etenkin turvallisuuden, terveellisyyden tai energiatehokkuuden osalta. Peruskorjauksessa voidaan esimerkiksi uusida rakennusta, sen osia tai teknisiä järjestelmiä tai laitteita [10, s. 185] Peruskorjaukseen johtavat syyt voidaan jakaa viiteen kategoriaan: rappeutumisen aiheuttama vaurio rakenteessa, käyttövaatimuksissa tapahtuva muutos, heikentyneen elinkaartilouden optimointi, päätöksentekijän omakohtaiset syyt ja olosuhteiden muutokset. Tilastotietojen mukaan vain 17 % rakennusten peruskorjauksista johtuu pääasiallisesti rappeutumisesta. [18] Sen sijaan vanhanaikaistuminen on rakennusten peruskorjauksen pääasiallisena syynä 26 %:ssa tapauksista. Rakennusosien uusimisen suhteen vanhanaikaistumisen osuus on vielä tätäkin korkeampi [19, s. 262].

### 4.1.1 Korjausrakentamisen toteutusmallit

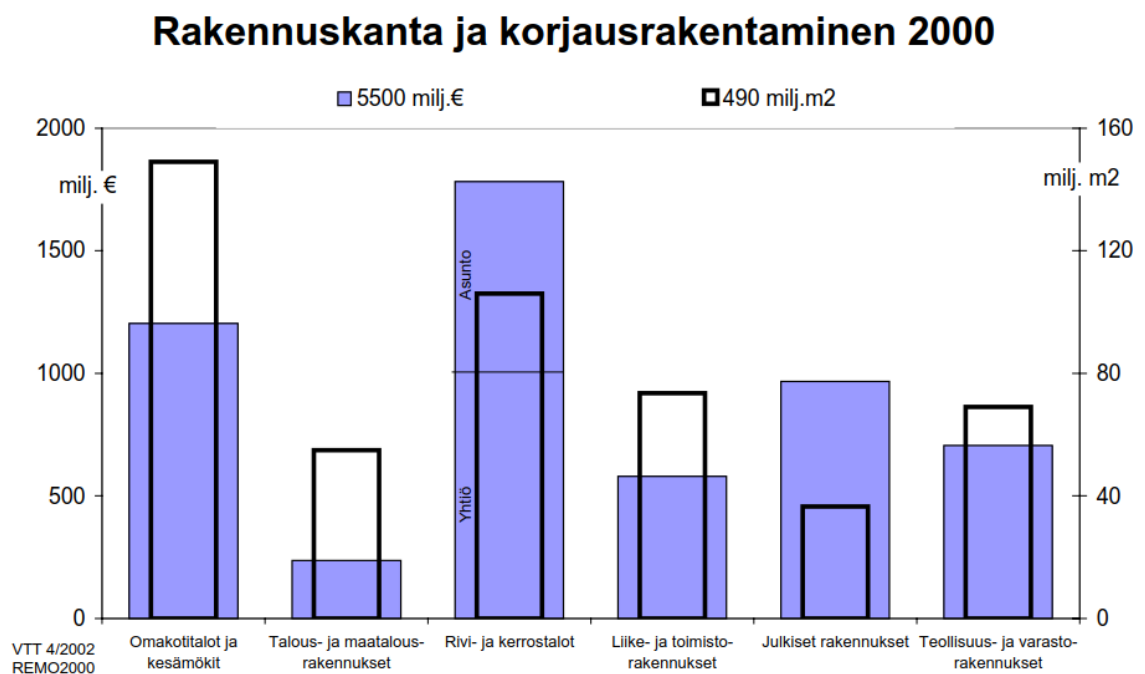
Korjausrakentamista voidaan toteuttaa joko harvemmin mutta perusteellisilla peruskorjauksilla tai useammin tehtävillä pienemmillä korjauksilla. Näillä molemmilla korjaustavoilla on omat vahvuudet ja heikkoudet. Peruskorjaus-mallissa rakennuksen laadun annetaan asteittain heikentyä ajan mittaan ja korjaukset keskitetään rakennuksen pääasiallisten rakennusosien uusimisajankohtaan. Tällöin suoritetaan kerralla rakennuksen laaja perusparannus, johon saatetaan liittää myös tila- ja käyttötarkoituksimuutoksia. Tämä malli sopii erityisesti liike- ja teollisuusrakennuksille, joissa käyttäjän, käyttötarkoituksen tai tilantarpeen muutokset ovat todennäköisiä. Peruskorjaus-mallin heikkoutena on se, että rakennuksen lähes kokonaisvaltainen uusiminen aiheuttaa pitkän käyttökatkoksen ja asiakkaille on hankittava sijaistoimitiloja korjauksen ajaksi. [10, s. 89]

Rakennusta voidaan uusida myös jatkuvan korjaamisen periaatteella, jolloin laajoja peruskorjauksia ei tarvita ja rakennuksen käyttö on pääsääntöisesti jatkuvaa. Tässä mallissa

korjaustoimenpiteet ovat kunnossapitokorjauksia sekä aktivoivia rakennusosien uusimisia. Katkottoman käytön vuoksi tämä korjausrakentamisen malli sopii erityisesti asuinrakennuksiin, mutta myös moniin liike- ja julkisen hallinnon rakennuksiin. [10, s. 90]

#### 4.1.2 Korjausrakentaminen eri kiinteistötyypeissä

Rakennuskannan korjaustoimintaan vaikuttaa merkittävästi sen ikärakenne. Monissa teknisissä korjauksissa rakennuksen kriittinen ikä on noin 30 vuotta, johon on tullut ja on tulossa runsaasti rakennuksia. Korjaustoiminnan aktiivisuus vaihtelee kuitenkin myös rakennustyypeittäin, sillä eri rakennustyyppien varustustaso sekä toiminnalliset, että esteettiset vaatimukset poikkeavat toisistaan. [20, s. 14] Rakennustyyppien korjausrakentaminen vuonna 2000 suhteutettuna näiden kerrosalaan havainnollistaa, kuinka korjausten määrä vaihtelee eri rakennustyypeissä (kuva 4). [20, s. 25]



**Kuva 4.** Korjausrakentamisen arvot sekä rakennuskannan kerrosalat kiinteistötyypeittäin [20, s. 25].

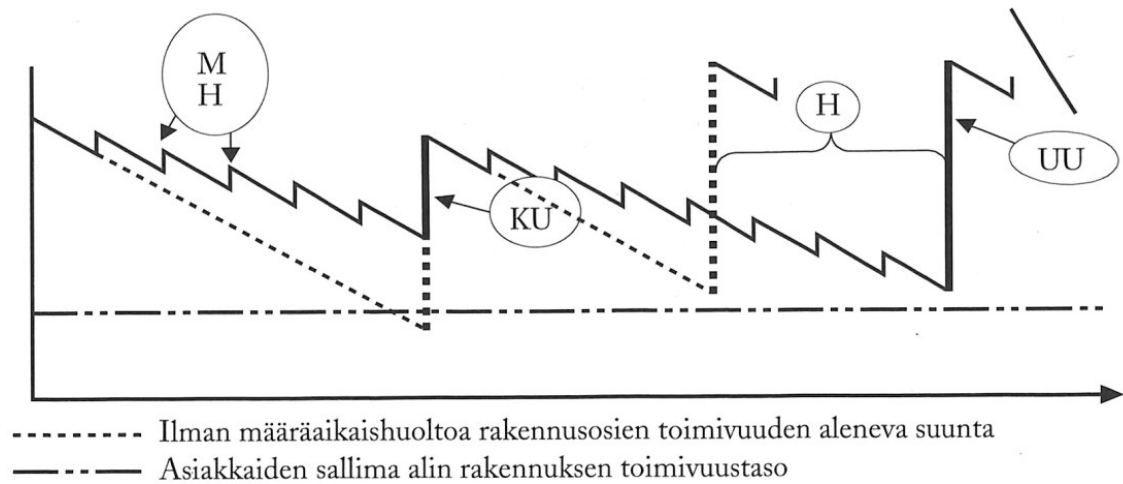
Rivi- ja kerrostaloja sekä julkisia rakennuksia korjattiin vuonna 2000 rakennuskantaosuuteen nähden eniten. Ikärakenteeltaan vanhempien julkisten rakennusten korjausten lykkääminen näkyy kuvan 4 diagrammissa kalliimpina korjaushankkeina. Talous- ja maatalousrakennusten sekä teollisuus- ja varastorakennusten kohdalla esimerkiksi käyttäjien asettamat ulkonäkövaatimukset, tyypilliset rakenteet sekä varusteet selittävät näiden vähäisen korjaustoiminnan suhteessa rakennuskannan kerrosalaan. [20, s. 24–25]

## 4.2 Kiinteistön ylläpito

Kiinteistön ylläpidon tavoitteena on ylläpitää rakennuksen ja sen ympäristön teknistä ja toiminnallista tasoa etenkin turvallisuuden, terveellisyyden, toimivuuden ja ekologisuuden kannalta. Lisäksi ylläpidolla vastataan kiinteistön kunnan ja sen arvon säilymisestä. Kiinteistön ylläpidon tulee perustua selkeään, johdonmukaiseen ja asiantuntevaan ylläpitosystematiikkaan, jossa oleellisinta on ylläpidon ennakointi ja sen kattavuus. Elinkaaren ja elinkaarikustannusten hallinnan kannalta on tärkeää, että kiinteistön omistajan on jatkuvasti tietoinen kiinteistönsä kunnosta. Tätä tarkoitusta palvelevat muun muassa rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, joka sisältää tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. Ohjetta laadittaessa huomioidaan rakennuksen käyttötarkoitus ja ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen osien ja järjestelmien suunnitellut käyttöiät. [2, s. 177–178] Ylläpidon tehtäviin kuuluvat kunnossapito sekä kiinteistöhoito.

Kunnossapitoon kuuluvat rakennusosien elinkaaren aikaiset sykleittäin toistuvat korjaustoimenpiteet, joilla pyritään säilyttämään kohde alkuperäisessä kunnossa. Yleensä on kuitenkin tarkoituksenmukaista käyttää uudempia teknisiä ratkaisuja sekä huomioida käytön aikana muuttuneet tarpeet, jolloin rakennus ei välttämättä säily aivan alkuperäisessä kunnossa. Kunnossapito voidaan toteuttaa hankemuotoisesti (vrt. peruskorjaus) tai säännöllisin vuosikorjauksin. [3, s. 10]. Vuosikorjaukset ovat ennakoituja vuosikorjausohjelmaan perustuvia korjauksia, joiden yhteydessä voidaan tehdä myös ennakoimattomia korjauksia [10, s. 185].

Kiinteistönhoidon ja teknisen huollon tavoitteena on vastata rakennuksen häiriöttömästä toiminnasta ja tuottaa asianmukaiset kiinteistöpalvelut. Lisäksi pyritään estämään rakennusosien vauriot ja näin varmistetaan myös rakennusosien mahdollisimman pitkä käyttöikä. Kiinteistönhoidossa on tärkeää, että järjestelmien ja laitteiden tekniset hoito- ja huoltotoimenpiteet tehdään ammatillisesti ja oikein ajoitettuna. Huoltotyö ohjelmoidaan määräaikaishuoltoperiaatteiden mukaan kuukausi-, vuosi- ja kymmenvuotishuolloiksi. Kiinteistön huollon ja kunnossapidon merkitys rakennuksen elinkaaren pituuteen ja toimivuuteen on visualisoitu kuvassa 5. [10, s. 37–38]



**Kuva 5.** Huollon ja kunnossapidon vaikutus rakennuksen elinkaareen ja laatuun [10, s. 38].

Kuvassa 5 merkintä MH tarkoittaa määräaikaishuoltoa. Määräaikaishuollolla mahdollistetaan rakennuksen jatkuva toimivuus, vähennetään kunnossapitokorjauksia ja pidennetään rakennusosien elinkaarta. Kunnossapidolla (KU) nostetaan rakennusosien toimivuustaso uuden veroiseksi kunnostamalla ja uusimalla nopeasti kulumia rakennusosia. Rakennuksen ikääntyessä kunnossapidon tarve ja perusteellisuus kasvavat ja kunnossapitajakset lyhenevät. Kun rakennusosan toimivuus alenee tarpeeksi, on sen uusiminen (UU) kannattavampaa kuin kunnossapidon jatkaminen. Toisin sanoen rakenteen taloudellinen pitoaika on kulunut. Merkintä H kuvaa kuinka määräaikaishuolloilla ja oikein ajoitetuilla kunnossapitajaksoilla pystytään pidentämään rakennusosien elinkaarta eli uusimisjaksoa. [10, s. 38]

### 4.3 Kiinteistöstrategia

Omistajan asettamat tavoitteet kiinteistölle kuvataan kiinteistö-, kiinteistönpito- ja ylläpitostrategiassa. Kiinteistöstrategian tavoitteena on valita ne toimintamallit, joilla omistajan asettamat tavoitteet kiinteistölle voidaan toteuttaa mahdollisimman elinkaarithokkaasti. Kiinteistön hoito, kunnossapito ja korjausrakennuttaminen tulisi järjestää yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jotta ylläpitoa on mahdollista arvioida ja kehittää. Tämä mahdollistetaan kiinteistön ylläpitostrategian määrittämisellä, jossa luodaan selkeät tavoitteet ja päälinjat kiinteistön ylläpidolle. Riittämätön tai epätarkoituksellinen ylläpito voi aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja lyhentää kiinteistön elinkaarta. Sen sijaan kiinteistön liiallinen ylläpito kuluttaa turhaan organisaation resursseja. [16, s. 512]

Kiinteistön kunnossapidossa ja sen ajoittamisessa voidaan noudattaa erilaisia toimintamalleja. Näitä ovat ennakoiva, suunnitelmallinen ja tarpeenmukainen kunnossapito tai vaihtoehtoisesti kunnossapidosta luopuminen. Kunnossapitostrategian valinnassa lähtö-



kohtina ovat kiinteistön omistajan asettamat toiminta-ajatukset sekä yleiset kiinteistönpidontavoitteet. Kunnossapitostrategian tulee tukea omistajan taloudellisten tavoitteiden saavuttamista sekä taata käyttäjille terveelliset ja turvalliset olosuhteet. [21, s. 9]

Ennakoivan kunnossapidon periaatteena on varmistaa, ettei rakennusosan alkuperäiset ominaisuudet pääse missään vaiheessa alenemaan. Tämä edellyttää, että rakennusosien kunnossapitotoimenpiteet tehdään hieman ennen aikaisesti ja riittävän perusteellisesti, jotta suunniteltu käyttöikätaavoite täyttyy. Tätä toimintamallia sovelletaan yleensä rakennuksissa tai tiloissa, joissa toiminta ei saa häiriintyä. Tällaisia ovat esimerkiksi toimenpidehuoneet, leikkaussalit, valvomot tai teollisuusrakennukset, joissa tuotantoprosessin katkot voivat aiheuttaa suuria taloudellisia tappiota. Ennakoivassa kunnossapidossa kustannukset tulevat kuitenkin korkeammaksi, kuin teoreettisiin tai todellisiin kunnossapitajaksoihin perustuvassa kunnossapidossa. [21, s. 8]

Suunnitelmallisessa kunnossapidossa kunnossapitotoimenpiteet perustuvat rakennusosien ohjeellisiin kunnossapitajaksoihin, jolloin noudatetaan rakennusvaiheessa laadittua kunnossapito-ohjelmaa. Kunnossapidon toimenpiteet tehdään kriittisten rakennusosien ja -järjestelmien kohdalla jo ennen vian syntymistä toiminnan häiriintymisen välttämiseksi. Tämä toimintamalli edellyttää kunnossapitotoimenpiteiden ja -jaksojen luotettavaa määrittelyä jo suunnitteluvaiheessa sekä jatkuvaa toiminnan ja olosuhteiden seuranta. Suunnitelmallista kunnossapitoa voidaan soveltaa esimerkiksi julkisissa rakennuksissa, joissa toiminta on prosessinomaista, kuten liikuntarakennukset tai liikenteen rakennukset. [21, s. 8–9]

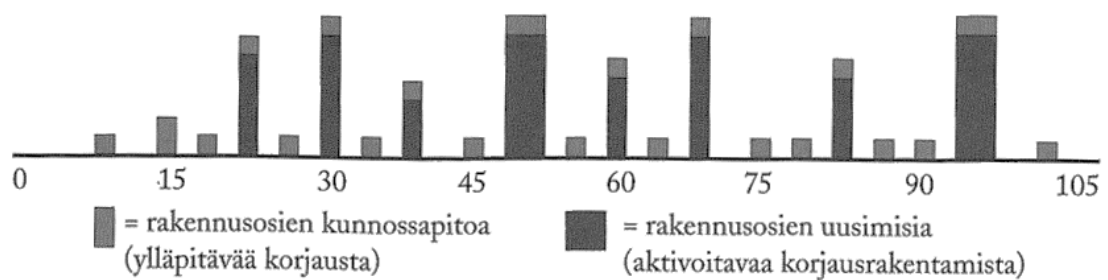
Tarpeenmukaisessa kunnossapidossa toimenpiteet ajoitetaan todellisen kunnossapitotarpeen mukaan. Kunnossapidon tarve ja ajoitus perustuvat kohteessa tehtävään kuntoarvioon ja sitä täydentäviin kuntotutkimuksiin. Tässä toimintamallissa kunnossapitotoimenpiteet voivat olla perusteellisempia kuin suunnitelmallisessa kunnossapidossa. Lisäksi toimintamallin soveltaminen sisältää riskin toiminnan häiriintymiselle. Tarpeenmukaisen kunnossapidon toimintatapaa sovelletaan yleensä, kun kunnossapitoon käytettävää varallisuutta on rajoitettu. Oikein toteutettuna tarpeenmukaisella kunnossapidolla voidaan kuitenkin taata rakennukselle hyvät käyttöolosuhteet ja tämän strategian periaatteita soveltavat erityisesti suuret kiinteistönomistajat. [21, s. 9]

Kunnossapidon viimeinen toimintatapa on kunnossapidosta luopuminen. Tässä strategiassa sallitaan rakennusosien vaurioituminen korjauskelvottomaksi, minkä jälkeen rakennusosa korvataan uudella. Tällöin rakennusosan käyttöikä jää selvästi lyhyemmäksi ja se on usein samalla myös rakennuksen elinkaari. Kunnossapidon laiminlyönti ei kuitenkaan ole missään olosuhteissa suositeltavaa, sillä se aiheuttaa käyttäjille turvallisuus- ja terveellisyysriskin. [21, s. 9]

#### 4.4 Rakennuksen korjaustarpeiden ennakointi

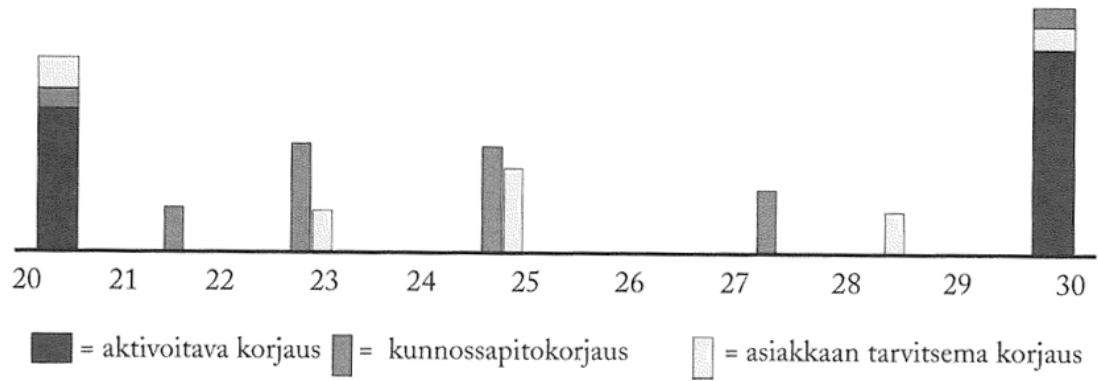
Teknitaloudellisesti optimoidussa kiinteistönpidossa on tärkeää pystyä ennakoimaan merkittävimmät tulevaisuuden korjaustarpeet pitkäjänteisen suunnittelun avulla. Pitkän aikavälin suunnittelun avulla pystytään ymmärtämään rakennusosien elinkaaren kestoja ja näin ajoittamaan oikein rakennuksen ylläpidon ja korjausrakentamisen tehtäviä. Korjaustarpeen selvittämiseen tarvitaan teknisesti selvitettyjen korjaustarpeiden lisäksi tiedot omistajan tahdosta, asiakkaiden tarpeista ja kiinteistön ylläpidosta energiankulutustietoineen. [10, s. 77]

Kiinteistön PTS-ohjelma eli pitkän tähtäimen suunnitteluohjelma on korjausrakentamisen tarve- ja hankesuunnitteluasiakirja, jolla ohjataan kiinteistön suunnitelmallista ja taloudellisesti hallittua korjaustoimintaa koko rakennuksen elinkaaren ajan. Siinä kiinteistön korjaustarpeet määritellään pitkälle tulevaisuuteen joko 1–10 vuodelle tai 1–100 vuodelle. Näistä sadan vuoden PTS-ohjelma (kuva 6) kuvaa lähinnä todennäköisiä rakennusosien uusimisajankohtia ja laajempia rakennusosien kunnostustöitä. Sadan vuoden PTS voidaan päivittää esimerkiksi kymmenen vuoden välein. [10, s. 80]



**Kuva 6.** Sadan vuoden PTS-ohjelma [10, s. 80].

Kymmenen vuoden PTS-ohjelma (kuva 7) käsittää rakennusosien uusimisten lisäksi kunnossapitokorjaukset sekä asiakkaan haluamia muutostöitä ja jopa käyttötarkoituksen muuttumisesta aiheutuvia rakennus- ja taloteknisiä korjauksia. Tässä tekniset korjaustarpeet selvitetään kuntoarvioiden, energiakatselmuksien ja kuntotutkimusten avulla, kun taas asiakkaan muutostarpeet liikerakennuksissa selvitetään yhteistoimintaneuvottelussa.



**Kuva 7.** Kymmenen vuoden PTS-ohjelma [10, s. 80].

Asiakkaan toiminnan muutoksien ja rakennusosien elinkaarien päättymisajankohtien ennakointi on tärkeää onnistuneen PTS-ohjelman laatimiseksi [10, s. 83]. Tällöin rakennuksen käyttötarkoituksen muuttaminen voidaan ajoittaa aktivoivan korjauksen yhteydessä tehtäväksi. Perusparannuksen lähestyessä ylläpitävä korjausrakentaminen lähes pysäytetään 5–10 vuodeksi, jolloin rakennusta pidetään käyttökelpoisena huoltotöillä ja väliaikaisilla korjaustoimenpiteillä. [10, s. 86]

## 5. ELINKAARITYYPIT JA -SYKLIT

Rakennuksen elinkaari ei ole yksiselitteinen käsite vaan se syntyy usean eri rakentamisen näkökulman summana. Eri järjestelmien, tuotteiden ja rakenneosien tekniset, taloudelliset, toiminnalliset, juridiset ja ekologiset elinkaaret muodostavat suuremman kokonaisuuden, joka koostuu useasta eri tavoin kerrostuneista sykleistä. Elinkaareen vaikuttavat myös käyttäjien tarpeiden sekä käyttäjäorganisaation muuttuminen.

Tässä työssä elinkaarisykleillä tarkoitetaan rakennuksen tai sen osien eri elinkaarissa toistuvia ketjumaisia jaksoja, jotka määräytyvät vaurioitumisesta, vanhanaikaistumisesta tai käyttäjien muutoksista. Näiden seurauksena rakennukselle asetettujen laatuvaatimusten täytyminen ja rakennuksen hyötykäytön jatkaminen edellyttävät rakennukseen muutoksia, mikä aloittaa uuden elinkaarisyklin. Käytännössä elinkaarisyklit ilmenevät kiinteistönpidon toimenpiteinä, kuten säännöllisenä kiinteistönhoitona, kunnossapitajaksoina, uusimisjaksoina sekä ylläpitävinä ja aktivoivina korjauksina. Rakennuksen eri elinkaaret ja niiden syklisyys on havainnollistettu kuvassa 8.



**Kuva 8.** Rakennuksen eri elinkaaret ja elinkaarisyklit [22].

Kuten kuvasta 8 nähdään, rakennuksen fyysiseen elinkaareen vaikuttavat monet toisistaan riippuvat tekijät, kuten käyttäjän tarpeiden ja toiminnallisten tarpeiden muuttuminen, rakennusosien tekniset käyttöiät sekä taloudelliset tekijät. Lisäksi rakennuksen sijainnilla ja liikenteellä, muuntojoustavuudella sekä kiinteistönhoidolla ja kunnossapidolla on vaikutuksensa kiinteistön elinkaareen. [10, s. 27] Tässä luvussa käsitellään rakennuksen eri elinkaaria sekä niiden syklisyyttä eri rakennustyyppien näkökulmista.

## 5.1 Teknitaloudellinen elinkaari

Rakennuksen fyysisestä elinkaaresta ulospäin näkyvin on tekninen elinkaari, johon sisältyy rakennuksen suunnittelu, rakentaminen, käyttö, ylläpito, kunnossapito, perusparannukset sekä käytöstä luopuminen. Teknisellä elinkaarella tarkoitetaan ajanjaksoa, jonka aikana rakennuksella on tekninen kyky palvella käyttötarkoitustaan. Se päättyy rakennuksen peruskorjaukseen. Taloudellisella elinkaarella tarkoitetaan sen sijaan ajanjaksoa, jonka aikana kohde kykenee täyttämään sille asetetut käytettävyyden vaatimukset rahatalouden vaatimusten puitteissa. [23, s. 180–181] Kiinteistön tekninen ja taloudellinen elinkaari ovat vahvasti kytköksissä toisiinsa ja näistä käytetäänkin usein termiä teknitaloudellinen elinkaari.

### 5.1.1 Teknisen elinkaaren syklit

Tekninen käyttöikä on aika jonka rakennus tai sen osa teknisesti kestää. [21, s. 3]. Teknistä käyttöikää rajoittavat ikääntymisestä ja turmeltumisesta johtuva rakenteiden vaurioituminen sekä tekninen vanhanaikaistuminen. Rakennuksen ja rakenteiden tekninen käyttöikä riippuu rakennusosien ja järjestelmien todellisista käyttöiästä sekä kunnossapidon laadusta. Rakennusosien valinnassa tulisi selvittää sen hetken paras tieto rakennusosien ja laitteiden todellisesta käyttöiästä, jotta pystytään valitsemaan kestävyydeltään elinkaaren tavoitteisiin sopivimpia tuotteita. Rakennuksen käyttötarkoitus tulisi myös huomioida rakennusosien valinnassa, sillä pitkäikäisyyttä rajoittavat tekijät ja niiden vaikutukset vaihtelevat toimintaympäristön ja käytön mukaan. [10, s. 173]

Tekninen vanhanaikaistuminen tarkoittaa rakennuksen tai sen osan käyttöiän päättymistä, vaikka sen teknistä käyttöikää olisi vielä jäljellä. Tekninen vanhanaikaistuminen on erilaista eri rakennustyypeissä ja niiden rakennusosissa. Se on harvinaista rakenteilla, mutta tyypillistä talotekniikan laitteistolla ja kalusteilla. [2, s. 48] Taloteknisten laitteiden vuosittainen kehittyminen voi olla niin nopeaa, että laite kannattaa uusia esimerkiksi energia- tehokkaampiin tai helpommin huollettaviin laitteisiin [10, s. 173]. Rakennuksen tekninen vanhanaikaistuminen johtuu yleensä vaipparakenteiden riittämättömästä lämmöneristyskyvystä, minkä osatekijöitä ovat liian korkea lämmönjohtavuus ja heikko tiiviys [2, s. 48].

Tekniseen elinkaareen liittyy useita syklejä, kuten tarkastusvälit, huoltovälit ja kunnossapitajakset. Rakennusosien uusimiset, peruskorjaukset ja perusparannukset voivat myös toistua sykleittäin tietyin aikavälein. Kunnossapitajaksojen pituuteen vaikuttavat laitteiston ikä, käyttö- ja rasitusolosuhteet, materiaalit, asetetut vaatimukset ja tavoitteet sekä mahdolliset suunnittelu- ja asennusvirheet. Tekniseen kuntoon liittyvät elinkaarisyklit ovat ennakoitavissa usealla tavalla. Eri rakennusosien keskimääräiset tekniset käyttöiät ja suunnitelmalliset ylläpidon toimenpiteet on määriteltä esimerkiksi RT 18-10922 –ohjekortissa. Näitä käyttöikä tietoja voidaan käyttää muun muassa kuntoarvioissa, –tarkastuk-

sisä ja tutkimuksissa, energiakatselmuksissa, kunnossapidon suunnittelussa sekä elinkaaren määrittelyssä. Käyttöikä tiedoissa ei huomioida rakennusosien taloudellista tai esteettistä käyttöikää, yleisimpiä vauriotyyppejä eikä rakennusvirheitä. Tämän vuoksi tietojen käyttämisessä tulee huomioida kohteen rakennustyyppi ja käyttötilanteet, olosuhteet sekä mahdolliset käyttötarkoituksen muutokset. [13, s. 1]

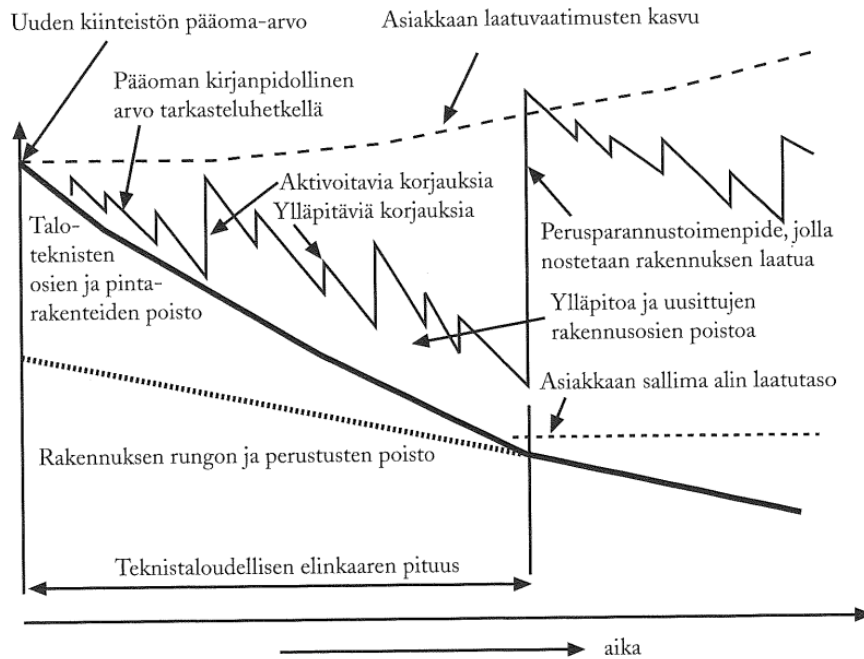
### 5.1.2 Taloudellinen pitoaika

Tekninen käyttöikä on yleensä hyvin pitkä, eikä se yleensä ole rakennuksen elinkaaren määräävä tekijä. Kiinteistön elinkaareen vaikuttaa vahvasti myös sen elinkaaritalous (LCE) ja elinkaarikustannukset (LCC), joihin kuuluu kaikki kiinteistön elinkaaren aikaiset kustannukset. Taloudellinen pitoaika tarkoittaa sitä ajanjaksoa, jolloin rakennusta tai sen osaa on tarkoituksenmukaista pitää käyttökunnossa. Käytännössä tämä käsittää ajan, jolloin kiinteistön omistajan saamat hyödyt ja arvot ovat suuremmat kuin rakennuksesta aiheutuvat kustannukset ja sen sisältämät riskit. [21, s. 3]

Rakennuksen tai rakennusosan taloudellinen pitoaika voi olla huomattavasti lyhyempi kuin rakennuksen tekninen elinkaari. Taloudellinen pitoaika on aikaväli rakennuksen valmistuksesta ensimmäiseen peruskorjaukseen tai perusparannukseen ja se vaihtelee rakennustyypeittäin. Asuinrakennuksilla taloudellinen pitoaika on enintään 30–50 vuotta, toimistorakennuksilla 20–40 vuotta ja liikerakennuksilla 5–20 vuotta. Joissain tapauksissa osa tiloista voidaan kuitenkin uusia tätäkin lyhyemmällä aikavälillä, mikäli vanhanaikaistuminen on voimakasta. [24, s. 38]

Vaikka rakennuksen, sen osan ja jonkin järjestelmän elinkaari olisi vielä pidennettävissä ylläpidon toimenpiteillä, voi kiinteistönpidon ja käytön kustannukset olla kalliimpia kuin uusien vaihtoehtojen. Mikäli uusimisinvestoinnin takaisinmaksuaika on riittävän lyhyt uusimisinvestoinnin kannattavuutta ajatellen, kyseessä on taloudellinen vanhanaikaistuminen. [2, s. 48] Elinkaaritaloudella ja elinkaarikustannusten optimoinnilla on oma vaikutuksensa rakennuksen elinkaarisykleihin. Esimerkiksi heikentynyt käyttötoimintojen tai kunnossapidon talous voi vaarantaa rakennuksen käytettävyyttä ja siihen tulee reagoida rakennuksen kunnostamisella, muutoksilla, uusimisilla tai lisärakentamisella [2, s. 121].

Teknistaloudellisen elinkaaren tarkastelussa huomioidaan rakennuksen tai sen osan tekniset käyttöiät sekä taloudelliset pitoajat. Teknistaloudellinen elinkaari ja sen aikaiset syklit on visualisoitu kuvassa 9.



**Kuva 9.** Rakennuksen teknitaloudellinen elinkaari [10, s. 28].

Kuten kuvasta 9 nähdään, rakennuksen staattiset ja dynaamiset osat vanhenevat eriaikaisesti. Staattisia rakennusosia ovat rakennuksen runko ja perustusrakenteet, jotka vanhenevat todella hitaasti. Sen sijaan dynaamisia rakennusosia ovat muun muassa talotekniset järjestelmät sekä sisä- ja ulkopuolen pintarakenteet, jotka ovat nopeammin vanhenevia ja siksi uusittavia lyhyimmän aikavälein. Teknitaloudelliseen elinkaareen vaikutetaan sekä aktivoivilla, että ylläpitävillä korjauksilla kiinteistöstrategian mukaisesti. Asiakkaan laatuvaatimusten kasvaminen ja rakennuksen teknisen arvon aleneminen huomioidaan harvemmin toistuvilla perusparannustoimenpiteillä, mikä päättää samalla rakennuksen teknitaloudellisen elinkaaren. [10, s. 27–28]

## 5.2 Toiminnallinen ja käyttäjän elinkaari

Rakennukset rakennetaan täyttämään tapauskohtaisen investointipäätöksen tavoitteiden mukaiset tarpeet, jolloin ne suunnitellaan yleensä ensimmäisen käyttäjän sen hetkisten toiminnan vaatimusten pohjalta. Yleiset ja yksittäiset odotukset ja arvostukset kuitenkin muuttuvat ajan mittaan käyttäjien toimintavaatimusten muuttuessa tai käyttäjien vaihtuessa. Käyttäjiä varten voidaan esimerkiksi muuttaa huonejakoa, rakentaa vesi- ja viemärikalusteita tai muuttaa tilan pintarakenteita. [23, s. 181]

Toiminnan muuttuessa voidaan harkita joko käyttömuutosta tai viranomaiskäsitteilyn osalta kankeampaa käyttötarkoituksen muutosta. Käyttömuutos on rakennuksen tai sen osaan kohdistuva toimenpide, johon ryhdytään, kun rakennus ei pysty enää tyydyttämään käyttäjän muuttuneita tarpeita. Käyttötarkoituksen muutos on sen sijaan toimenpide, jossa

rakennuksen käyttötarkoitus muutetaan käyttäjän tarpeita vastaavaksi. Asemakaavoitetulla alueella tonteille on merkitty tietty käyttötarkoitus, jonka muuttaminen edellyttää muutoksen myös asemakaavaan. [2, s. 91–93] Käyttötarkoituksen muutostarve voi olla yrityskohtainen tai laajempi, markkinoista johtuva toimenpide. [10, s. 86] Esimerkiksi asuntojen muuttaminen toimistorakennuksiksi, tai toisinpäin, voi olla osittain seurausta markkinoiden muutoksista.

Kun puhutaan toiminnallisista muutoksista johtuvasta korjauksesta, kyseessä on rakennuksen toiminnallinen elinkaari. Toiminnallisella elinkaarella tarkoitetaan sitä ajanjaksoa, jona rakennus täyttää sen toiminnalliset vaatimukset. Toiminnallisen elinkaaren päätyttyä rakennuksessa tehdään muutoksia, vaikka vanhojen rakenne- ja järjestelmäratkaisujen teknistaloudellista elinkaarta olisikin vielä jäljellä. Muutostöillä parannetaan olennaisesti alkuperäisen rakennuksen ominaisuuksia. Toiminnalliset elinkaaret ovat merkittäviä rakennuksen elinkaarisyklejä ajatellen, sillä ne määrittävät ylläpidon ajallisen ulottuvuuden. [21, s. 3] Trendin elinkaari tarkoittaa kiinteistön elinkaaren jaksoa, jolloin kiinteistössä tehtävät pienet muutokset tulevat aiheellisiksi käyttäjän tarpeiden muuttuessa.

### **5.3 Elinkaarisyklit eri kiinteistötyypeissä**

Tässä työssä tärkeimmillä elinkaarisykleillä tarkoitetaan tietyille kiinteistötyypille yleisimpiä syklejä, jotka ovat lyhyimpiä ja aiheuttavat merkittävimpiä korjaus- ja uudistus-tarpeita. Taulukkoon 4 on koottu asuinrakennusten, toimisto- ja liikerakennusten sekä teollisuus- ja varastorakennusten keskeisimpiä elinkaareen liittyviä ominaisuuksia ja näistä johdettuja tärkeimpiä elinkaarisyklejä.



**Taulukko 4.** Eri kiinteistötyyppien ominaisuuksia ja tärkeimpiä elinkaarisyklejä.

Kiinteistötyyppi	Keskeisimpiä ominaisuuksia	Tärkeimmät elinkaarisyklit
Asuinrakennukset	Pitkä yhtäjaksoinen toimintaprosessi Pitkä elinkaari ja korjaustoiminta luotettavasti suunniteltavissa	Vesi- ja viemärijärjestelmien uusiminen Julkisivujen huolto ja kunnossapito
Toimistorakennukset	Käyttötarve syklinen Muuntojoustavuus merkittävää Vaativa talotekniikan taso	Korjaukset käyttäjäorganisaation muutoksista ja käyttäjän vaihtumisesta
Liikerakennukset	Käyttötarve syklinen Käyttäjien korkeat laatuvaatimukset	Korjaukset käyttötarkoitusten muutoksista Korjaukset laatutason nostamiseksi
Teollisuus- ja varastorakennukset	Teknisten tilojen merkitys suuri toiminnan mahdollistamiseksi Rasittavat käyttöolosuhteet Muita matalammat vaatimukset ulkonäön suhteen	Korjaukset tuotantolaitteiston vanhanaikaistumisesta ja käyttötarkoituksen muutoksista Korjaukset rakennusosien nopeasta kulumisesta

Muissa kuin asuinrakennuksissa merkittävimmät elinkaarisyklit aiheutuvat yleensä toiminnallisesta vanhenemisestä. Vaikka asuinrakennuksissa palvelutaso muuttuu yleisen kehityksen myötä, merkittävät toiminnan muutokset ovat niissä harvinaisempia kuin yrittäjäyrityksissä. Asuinrakennuksissa muutostarve on usein seurausta asukkaiden tarpeista suuremmasta asuinpinta-alasta, väljemmistä ja viihtyisimmistä tiloista ja esimerkiksi kodinkoneiden ja tietoverkon lisäämisestä. [10, s. 86] Omakotitaloissa yleisimpiä teknisiä korjauksia ovat vesi- ja viemäriverkoston korjaukset sekä julkisivujen maalaus ja uusiminen. [7, s. 60]

Toimitiloissa muuntojoustavuuden tarve on selvästi merkittävämpää kuin asuinrakennuksissa, sillä vaihtuvien vuokralaisten tarpeet tilojen suhteen voivat olla hyvinkin erilaiset. [17, s. 513] Liikerakennuksia remontoidaan paljon toiminnallisista syistä etenkin käyttäjän tai käyttötarkoituksen muuttuessa. Lisäksi liikerakennuksissa on yleistä remontoida laatutason nostamiseksi. Tämän vuoksi korjaussykli esimerkiksi myymälä rakennuksissa on erittäin lyhyt. Myös toimisto- ja hallintorakennuksissa korjausrakentaminen johtuu yleensä toiminnallisista syistä etenkin, kun käyttäjäorganisaatiossa tulee muutos tai kun tilojen käyttäjä vaihtuu. [7, s. 62]

Teollisuus- ja varastorakennuksissa yli puolet tehtävistä korjauksista aiheutuvat toiminnallisista syistä. Näitä ovat esimerkiksi tekniikan ja tuotantotapojen kehittymisestä johtuvat toiminnan muutokset tai käyttötarkoituksen muutokset. Osasyynä toiminnallisiin muutoksiin voidaan pitää sitä, että teollisuuden tuotanto on lähenemässä yhä enemmän

toimistotyötä. Teollisuus- ja varastorakennuksessa tekniset korjaustarpeet johtuvat tyyppillisesti rakennusosien nopeasta rappeutumisesta rasitusolosuhteiden ja käyttöympäristön vuoksi. [7, s. 64]

## 6. KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

Ympäristönäkökulmien vallatessa yhä enemmän rakennusalaan, rakentamisen rahatalouden rinnalle tulee tarkasteltavaksi myös luonnontalous siihen kuuluvine ympäristökuormituksineen. Näitä ovat esimerkiksi rakennusmateriaalien energiankulutus (MJ/kg) ja hiilidioksidipäästöt tuotettua materiaalikiloa kohden (CO<sub>2</sub> kg/kg). Rahatalous ja luonnontalous kulkevat usein käsi kädessä, sillä esimerkiksi lämmitysenergiaa säästämällä pystytään alentamaan elinkaarikustannuksia ja samalla vaikuttamaan positiivisesti kiinteistön aiheuttamiin ympäristökuormituksiin. On kuitenkin odotettavissa, että elinkaaren aikaisien rahakustannusten huomioiminen tulee rakentamisessa olemaan vielä pitkään merkittävämmässä roolissa kuin luonnontaloudellisten tekijöiden huomioiminen esimerkiksi rakennusmateriaalien valinnassa. [17, s. 508]

### 6.1 Elinkaariajattelu

Elinkaariajattelu on rakentamisen näkökulma, jossa pelkän rakentamisvaiheen lisäksi tarkastellaan yhä enemmän rakennuksen koko elinkaarta. Elinkaariajattelulla pyritään ensisijaisesti vaikuttamaan rakennuksen elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen. Tämän lisäksi muita tärkeitä elinkaariominaisuuksia rakennuksella ovat esimerkiksi pitkäikäisyys ja muuntojoustavuus, mutta loppujen lopuksi nämäkin kytkeytyvät keskeisesti energiankulutukseen. Lyhytikäisempien tai muunneltavuudeltaan vaikeiden rakenteiden osalla joudutaan investoimaan enemmän korjaus- ja muutostoimenpiteisiin, mikä lisää materiaalin ja energian kulutusta. [17, s. 508]

Elinkaariajattelun toteutuminen käytännössä ei ole vielä aivan toivotulla tasolla, sillä sen kehittymistä hidastavat tietyt rakentamis- ja kiinteistöalan erityispiirteet. Rakentamisvaiheessa ei aina välttämättä tehdä kestävästä rakentamisesta edistäviä sijoituksia, sillä rakentamisvaiheen kustannuksista vastaa usein eri taho kuin rakennuksen käyttövaiheen kustannuksista. Elinkaariajattelun näkökulmasta olisikin edullisinta, että rakentamisen ja käyttövaiheen kustannuksista vastaa sama taho, jolloin halu sijoittaa kestäviin rakennusratkaisuihin on korkeampi. [17, s. 508]

Elinkaariajattelun toteutumista hidastaa myös pitkän tähtäimen päätösten vaikeus. Rakentamiseen vaikuttavien henkilöiden jäljellä oleva elinaika on yleensä lyhyempi kuin rakennuksen elinkaari, jolloin päätösten tekemisessä on vaikeaa ottaa huomioon asioita, jotka tapahtuvat vasta kymmenien vuosien kuluttua. Tällöin rakennuksen elinkaaren loppuvaihe saattaa jäädä vähemmälle huomiolle. Lisäksi elinkaariominaisuuksien hahmottaminen ja muuttaminen suoraan elinkaarikustannuksiksi on hankalaa, jolloin päätökset tehdäänkin usein pelkän rakentamishinnan perusteella. [17, s. 509]

## 6.2 Elinkaaritekniikka

Rakennuksen elinkaaritekniikka on hyvään elinkaarilaatuun tähtäävää elinkaariajattelun konkreettista toteuttamista, jossa kullakin rakennushankkeen osapuolella on omat tehtävänsä ja vastuualueensa. Sen keskeisimpiä sovellutusalueita ovat elinkaarikustannusten, energia- ja materiaalitehokkuuden optimointi, ympäristökuormitusten minimointi sekä pitkäaikaiskestävyyden varmistaminen. Elinkaaritekniikan menetelmät vaihtelevat kohdetyypeittäin, mutta lähtökohtana on, että elinkaarinäkökulmat tulevat esille sekä tavoitteiden asettamisessa, että päätöksenteossa kaikissa hankeprosessin ja elinkaaren vaiheissa. [2, s. 9–10]

Hankkeen suunnitteluvaiheella on suuri merkitys rakennuksen elinkaarilaadun optimoinnissa ja sen tulee edetä integroidun elinkaarisuunnittelun periaatteiden mukaisesti. Suunnitteluvaiheessa määritellään muun muassa elinkaaritavoitteet, kuten energiatehokkuus ja rakenteiden ja rakennuksen käyttöikä. Suunnittelussa huomioidaan lisäksi rakennuksen kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuudet. Rakentamisvaiheessa elinkaaritekniikan soveltaminen näkyy elinkaaritavoitteiden noudattamisen lisäksi riskien hallintana, laadunvarmistuksena sekä dokumentointina. Suunnittelu- ja toteutustietojen dokumentointi sekä käyttö- ja huolto-ohjeen laatiminen edesauttavat ylläpidon systemaattista ja ohjelmoitua toteuttamista. Käyttövaiheen aikana tärkeimmiksi tehtäviksi nousevat kiinteistön systemaattisen ylläpidon lisäksi myös rakennuksen energiankulutuksen seuranta. Energiankulutus toimii indikaattorina esimerkiksi mahdollisista laitevioista, jolloin niihin voidaan reagoida ajoissa ja välttyäen lisäkustannuksilta. Myös hallitulla ja ohjatulla käytöllä on oma osuutensa elinkaaritekniikan toteutumisella. Tämä kuuluu ylläpito-organisaation tehtäviin. [2 s. 9–10]

## 6.3 Elinkaaritehokkuus

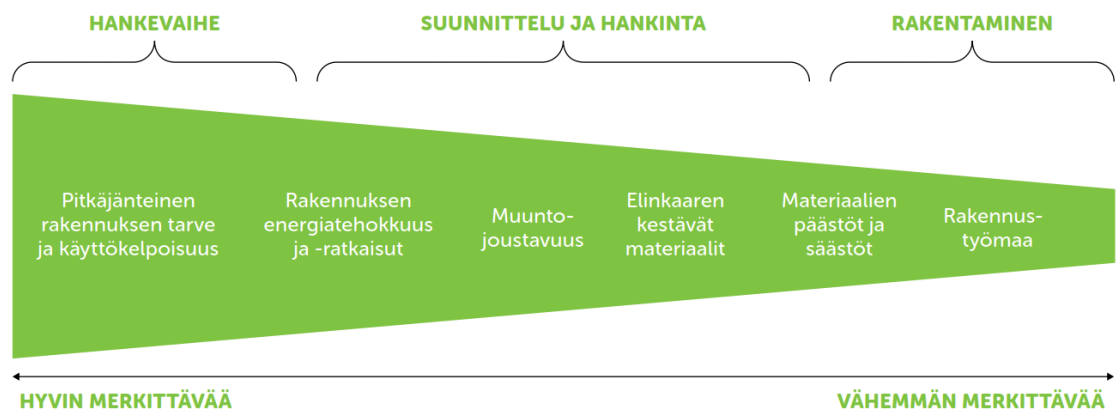
Elinkaaritehokkuus on kestäväää ja resurssitehokasta rakentamista, jossa otetaan huomioon kiinteistön koko elinkaaren aikana syntyvät ympäristövaikutukset sekä kustannukset, jotka sisältävät varsinaisten rakentamiskustannusten lisäksi myös vuotuiset käyttö-, ylläpito- ja korjauskustannukset. Resurssitehokkaalla rakentamisella tarkoitetaan toimintatapaa, jossa rakennus tuotetaan ja ylläpidetään laadukkaasti, mutta samalla myös energia- ja materiaalitehokkaasti. Tällä viitataan luonnonvarojen suunnitelmalliseen, tarkoituksenmukaiseen ja huolelliseen käyttöön. [12]

Kiinteistön elinkaaresta rakentaminen on lyhyt osa ja sen energiankulutus onkin koko elinkaaren aikaisesta energiankulutuksesta vain 10–20 %, kun taas käyttövaiheen osuus on yleensä 80–90 %. Koska kiinteistön käytön aikana kuluu eniten energiaa, on siinä myös suurin säästöpotentiaali. Ympäristön ja rahatalouden kannalta onkin edullista suunnitella rakennus siten, että sen energiankulutus on pitkällä aikavälillä mahdollisimman

alhainen. Tähän tulee ottaa huomioon myös todennäköisten korjaus- ja huoltotoimenpiteiden energiamenekki. Rakennuksen purkuvaiheen osuus elinkaaren aikaisesta energiankulutuksesta on tyypillisesti vain muutama prosentti. [25]

Hiilidioksidipäästöjen suhteelliset osuudet elinkaaren eri vaiheissa ovat suurin piirtein samat kuin energiankulutuksellakin, mutta rakennusmateriaalien kulutus painottuu enimmäkseen rakennusvaiheeseen, jossa se on tyypillisesti vähän yli puolet koko elinkaaren aikaisesta materiaalimenekistä. Toisaalta rakennuksen elinkaaren päätyttyä osa materiaaleista on vielä uusiokäytettävissä, mikä pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä. [25]

Rakennushankkeen eri vaiheet ja päätökset vaikuttavat elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin eri tavoin. Erityyppisissä rakennuksissa näiden vaiheiden painoarvot saattavat myös poiketa toisistaan. Esimerkiksi nollaenergiataloissa elinkaaripäästöjen vähentämisen kannalta merkittävintä on energiaratkaisut. Sen sijaan lyhyen elinkaaren rakennuksissa, kuten parakkikouluissa, painoarvo on rakennusmateriaalien aiheuttamissa päästöissä. Elinkaaritarkastelu on menetelmä, joka kokonaisuuden huomioon ottaen auttaa tunnistamaan, mittaamaan ja kehittämään elinkaaritehokkuuden kannalta merkittävimpiä tekijöitä. [26, s. 14] Kuvassa 10 on havainnollistettu tyypillisen asuinkerrostalon eri vaiheet suuripiirteisessä merkittävyysjärjestyksessä hiilijalanjäljellä mitattuna.



**Kuva 10.** Asuinkerrostalon elinkaarivaikutusten merkittävimmät tekijät hiilijalanjäljellä mitattuna. [26, s. 14]

Kuten kuva 10 havainnollistaa, suurin vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen on hankevaiheella. Päätös rakentamisesta ja rakennuksen elinkaariominaisuuksista on merkittävä ja rakentamisen tulisikin perustua vain todelliseen tarpeeseen ja lopputuloksen tulee vastata sille asetettuihin käyttökelpoisuusvaatimuksiin.

Hankevaiheen jälkeen merkittävimmät päätökset rakennuksen ympäristövaikutuksista ja kokonaiskustannuksista tehdään suunnitteluvaiheessa eri rakenne-, järjestelmä- ja energiaratkaisuina. Rakennusmateriaalien valinnassa tulisi ottaa huomioon rakentamiskustannuksien lisäksi myös elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset sekä elinkaarikustannukset. Esimerkiksi valinnat rakennuksen paremmista teknisistä ominaisuuksista kasvattavat

rakennusvaiheen aikaisia kustannuksia ja päästöjä, mutta voivat koko elinkaaren näkökulmasta olla kustannustehokkaampia ja ympäristöystävällisimpiä pienempien energiankulutusten ja ylläpitokustannusten vuoksi. Lisäksi suunnitteluvaiheessa tehtyjen valintojen muuttaminen kiinteistön elinkaaren aikana ei aina ole mahdollista tai se on kallista. [11]

Rakentamisvaiheessa oleellisin vaikutus elinkaaripäästöjen hallitsemisessa on rakentamisen laatu. Rakentamisen korkealla laatutasolla varmistetaan, että rakennus saavuttaa käyttökätavoitteen, eikä rakennusta tarvitse korjata tai purkaa ennaikaisesti. [26, s. 14] Myös rakennuksen käytöllä, ylläpidolla ja huollolla on omat vaikutuksensa rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumiseen. Ympäristökysymysten huomioonottaminen kiinteistön hoidossa, huollossa ja korjausrakentamisessa onkin merkittävä kilpailutekijä. Kuten varsinaisen rakennushankkeen, myös kiinteistön ylläpidossa merkittävimmät päätökset ympäristövaikutusten näkökulmasta tehdään suunnitteluvaiheessa. [16, s. 511]

## 7. YHTEENVETO

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli määritellä eri rakennustyyppien tärkeimpiä elinkaarisyklejä. Elinkaarisykliä ovat rakennuksen elinkaareissa tietyin aikaväleihin toistuvia jaksoja, jotka ilmenevät erilaisina kiinteistönpidon toimenpiteinä. Rakennusten käyttökään ja elinkaarisykleihin vaikuttavat monet toisistaan riippuvat tekijät, kuten rakennukselle ja sen osille määritetyt suunnittelukäyttöajat, taloudelliset pitoajat, rakennuksen kiinteistönpidossa sovellettava kiinteistöstrategia sekä vaurioitumisen ja vanhanaikaistumisen rajatilat. Osa näistä riippuvat hyvinkin paljon rakennuksen käyttötarkoituksesta, rasisolosuhteista sekä sijainnista ja toiminnan pysyvyydestä.

Rakennuksen teknistaloudellisen ja toiminnallisen elinkaaren syklit poikkeavat huomattavasti eri käyttötarkoituksen kiinteistötyypeissä. Rakennuksen pääasiallista käyttötarkoitusta tukevat rakenneratkaisut, järjestelmät ja laitteet vanhenevat eri tavoin eri kiinteistötyypeissä. Lisäksi käyttäjien vaihtuminen sekä käyttäjien toiminnalliset muutokset ovat tietyissä rakennustyypeissä yleisempiä kuin toisissa ja tyyppilliset muutostarpeet poikkeavat toisistaan. Näin ollen ylläpidon syklisyys sekä korjausrakentamisen tarpeet ja niiden ajoittuminen ovat erilaisia eri kiinteistötyypeissä.

Elinkaarisyklejä tarkasteltaessa voidaan tämän tutkimuksen perusteella todeta säännöllisen kiinteistönhoidon ja oikein ajoitettujen kunnossapitajaksojen olevan merkittävä tekijä rakennuksen pitkän ja laadukkaan elinkaaren saavuttamiseksi. Tutkimuksessa kuitenkin selvisi, että pelkästään fyysinen kuluminen ei ole yleensä elinkaarisyklien pääsääntöinen tekijä. Sen sijaan elinkaarisykleihin vaikuttavat voimakkaasti etenkin toiminnallinen, taloudellinen ja ekologinen vanhanaikaistuminen, jotka aiheuttavat suuren osan kiinteistöjen korjaustarpeista ja kustannuksista. Toiminnalliset elinkaaret määrittävät myös ohjelmoitavan ylläpidon ajallisen ulottuvuuden, joten niiden huomioiminen kiinteistönpidossa on tärkeää.

Asuinrakennuksissa elinkaarisykliä määräytyvät tyyppillisesti vesi- ja viemärijärjestelmien uusimisesta, sillä näillä on suhteellisen lyhyt tekninen käyttöikä. Tällöin korjataan yleensä myös kaikki muutkin talotekniset järjestelmät. Asuinrakennuksissa korjausrakentaminen halutaan yleensä toteuttaa jatkuvan korjaamisen periaatteella, jolloin korjaukset eivät aiheuta katkoja rakennuksen käytölle. Asuinrakennuksissa toiminnallinen vanhanaikaistuminen ei ole yhtä merkittävää kuin muissa kiinteistötyypeissä, mutta esimerkiksi omakotitaloissa voidaan tehdä toiminnallisia korjauksia asumisviihtyvyyden ja laatutason parantamiseksi jo suhteellisen uusissakin rakennuksissa.

Toimisto- ja liikerakennuksissa tärkeimmät elinkaarisykliä määräytyvät yleensä vanhanaikaistumisen rajatilojen mukaan, sillä ne saavutetaan usein aikaisemmin kuin muissa kiinteistötyypeissä. Toimisto- ja liikerakennusten käyttötarve on syklisempää ja niiden

toiminnalliset vaatimukset esimerkiksi tilojen ja varusteiden tason suhteen ovat usein korkeita. Toimistorakennuksissa organisatoriset muutokset ja käyttäjän vaihtuminen ovat yleisiä, minkä seurauksena rakennuksiin tehdään paljon tila- ja taloteknisiä muutoksia käyttäjäorganisaation toiminnan tehostamiseksi. Toiminnan syklisyyttä voidaan pitää tärkeänä tekijänä myös liikerakennusten elinkaarisykleissä, sillä niissä tehdään paljon korjauksia toiminnan tai käyttötarkoituksen muutoksista johtuen. Lisäksi liikerakennuksissa taloudellinen pitoaika on usein hyvin lyhyt, jonka vuoksi laatutason parantaminen on näissä myös yleinen korjaussyy.

Myös teollisuus- ja varastorakennusten elinkaarisyklit määräytyvät useimmiten toiminnallisista syistä esimerkiksi käyttötarkoituksen muuttuessa tai tekniikan ja tuotantotapojen muuttuessa. Etenkin teollisuusrakennuksissa tuotantolaitteiston käyttöikä voi olla määräävä tekijä rakennuksen taloudelliseen pitoaikaan ja peruskorjausten ajoittumiseen. Teollisuus- ja varastorakennuksissa on tyypillisesti rasittavat käyttöolosuhteet, mikä aiheuttaa rakennusosien nopeaa kulumista ja rikkoutumista. Koska teollisuusrakennuksissa tuotantoprosessin katkot voivat aiheuttaa suuria taloudellisia tappioita, niissä sovelletaan usein ennakoivan kunnossapidon periaatteita.

Eri kiinteistötyyppien tärkeimpien elinkaarisykliden tunteminen on merkittävää rakennuksen elinkaaren hallinnassa. Jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa tulisikin huomioida rakennuksen todennäköisimmät elinkaarisyklit, jotta vaurioitumisen ja vanhanaikaistumisen kuormiin voidaan varautua riittävällä muuntojoustavuudella sekä elinkaaritehokkailla rakenne- ja materiaaliratkaisuilla. Tämän työn pohjalta voitaisiin tehdä lisätutkimusta koskien esimerkiksi elinkaarihankkeita sekä kiinteistön pitkän tähtäimen suunnitteluohjelmaa.



## LÄHTEET

- [1] A. Rauf & R. H. Crawford, Building service life and its effect on the life cycle embodied energy of buildings, in: H. Lund (ed.), Energy, Vol. 79, Elsevier Ltd, 2015, pp. 140–148. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214012547>
- [2] Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta, RIL 216-2013, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki, 2013, 238 s.
- [3] Kiinteistö- ja rakentamisanalysointikeskeinen sanasto, Rakennustietosäätiö, KH X9-00623, 2017, 42 s.
- [4] Kiinteistöalouden ja kiinteistöjohtamisen keskeiset käsitteet, KTI Kiinteistöalouden instituutti, 47 s. Saatavissa (viitattu 25.4.): <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6alouden-ja-kiinteist%C3%B6johtamisen-keskeiset-k%C3%A4sitteet.pdf>
- [5] Rakennusluokitus (CC 1998), European Commission, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): [http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST\\_NOM\\_DTL\\_LINEAR&StrNom=CC\\_1998&StrLanguageCode=FI](http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL_LINEAR&StrNom=CC_1998&StrLanguageCode=FI)
- [6] Rakennusluokitus 1994, Tilastokeskus, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <http://www.stat.fi/meta/luokitukset/rakennus/001-1994/index.html>
- [7] T. Vainio, M. Riihimäki & P. Mäkelä, Rakennuskustannusindeksi 2000, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo, 1999, 70 s. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): [www.stat.fi/til/rki/rki\\_2004-12-07\\_men\\_002.pdf](http://www.stat.fi/til/rki/rki_2004-12-07_men_002.pdf)
- [8] What is Class A, Class B, or Class C property? Realty-Mogul, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <https://www.realtymogul.com/resource-center/articles/what-is-class-a-class-b-or-class-c-property>
- [9] Kiinteistön laitteiden ja järjestelmien tavoitteellinen käyttö ja huolto, Rakennustietosäätiö, KH 11-20010, 1988, 5 s.
- [10] L. Myyryläinen, Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa, Kiinteistöalan Kustannus oy, Helsinki, 2008, 205 s.

- [11] Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana, Rakennusteollisuus RT ry, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>
- [12] Rakennusala ja ympäristö, Ympäristöosaava, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <http://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22765>
- [13] Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot, Rakennustietosäätiö, RT 18-10922, 2008, 32 s.
- [14] T. Häkkinen, S. Vares, E. Vesikari & V. Karhu, Rakennusten elinkaaritekniikka, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo, 2001, 79 s. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): [www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J848.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J848.pdf)
- [15] A. Kivilaakso, Rakennusperintö suojelun kohteena, 2010, 12 s. Saatavissa (viitattu 25.4.2018): <http://www.mfa.fi/files/mfa/Rakennussuojelu/Rakennussuojelu.pdf>
- [16] L. Laakso, Kiinteistöjen teknisen elinkaaren hallinta, Rakennustietosäätiö, s. 511–515. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040602.pdf>
- [17] J. Punkki, Rakentamisen ekologisuus, Rakennustietosäätiö, s. 508–516. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030305.pdf>
- [18] A. Aikivuori, Periods and demand for private sector housing refurbishment, in: Construction management and economics, Vol. 14, 1996, pp. 3–12. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446199600000002?src=recsys>
- [19] A. Sarja, Reliability principles, methodology and methods for lifetime design, in: Materials and structures, Vol. 43, 2010, pp. 261–271. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <https://link.springer.com/content/pdf/10.1617%2Fs11527-009-9486-y.pdf>
- [20] T. Vainio, L. Jaakkonen, E. Nippala, E. Lehtinen & K. Isaksson, Korjausrakentaminen 2000–2010, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo, 2002, 60 s. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2154.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2154.pdf)
- [21] M. Hekkanen, Kiinteistönpitostrategiat, Julkisivuyhdistys ry, 2005, 10 s. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): [http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/juko/JUKO\\_pdf\\_web/Korjaushanke/A\\_rakennuksen\\_yllapito/A1%20Kiinteistönpitostategiat.pdf](http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/juko/JUKO_pdf_web/Korjaushanke/A_rakennuksen_yllapito/A1%20Kiinteistönpitostategiat.pdf)

- [22] L. Lindeman, Elinkaarihankkeiden hankinnan ja toteutuksen haasteet, diaesitys, NCC Rakennus oy, 2013. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <https://pt.slideshare.net/Tekesslide/elinkaarihankkeiden-haasteet-lindeman-ncc-rakennus-oy1142013?ref>
- [23] Kari I. Leväinen, Kiinteistö- ja toimitilajohtaminen, Otatieto, 2013, 255 s.
- [24] S. Pulakka, I. Heimonen, J. Junnonen & M. Vuolle, Talotekniikan elinkaarikustannukset, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo, 2007, 58 s. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2409.pdf>
- [25] Investoi tulevaisuuteen – investoi kivitaloon, Elementtisuunnittelu, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisarakentaminen/ymparistoominaisuudet/rakennuksen-elinkaari>
- [26] Rakennusten elinkaarimittarit, Green Building Council Finland, Helsinki, 2013, 64 s. Saatavissa (viitattu 26.4.2018): [http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten\\_elinkaarimittarit\\_2013.pdf](http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf)