



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

ANTTI SALONEN  
ELINKAARIKUSTANNUSTEN OPTIMOINTI  
PTS-SUUNNITTELUSSA  
Diplomityö

Tarkastajat: professori Teuvo Tolonen,  
DI Juhani Heljo, DI Jani Saarinen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Rakennetun ympäristön tiedekuntaneu-  
voston kokouksessa 6. huhtikuuta 2011

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

**SALONEN, ANTTI:** Elinkaarikustannusten optimointi PTS-suunnittelussa

Diplomityö, 89 sivua, 12 liitesivua

Joulukuu 2011

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastajat: professori Teuvo Tolonen, DI Juhani Heljo, DI Jani Saarinen

Avainsanat: elinkaarilaskenta, energiakorjaus, energiatalous, energiastodistus, korjauskenttäminen, kuntoarvio, kustannustehokkuus, PTS

Työn tavoitteena oli kehittää prosessi teknisen kunnossapitotarpeen, energiatehokkuuden ja ylläpitokustannusten optimoimiseksi pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelman laadinnassa (PTS-suunnittelussa). Yhtenä diplomityön osana ohjelmoitiin PTS -optimointia helpottava MS Excel-sovellus. Tärkeä osa työtä oli prosessin pilotoiminen Case -kohteena toimineessa Kaartintorppantie 1 kiinteistössä. Kyseistä kohdetta käytettiin valmiin prosessin ja siihen liittyvän MS Excel-sovelluksen testauksessa. Case -kohteen analysointi valottaa lukijalle optimointiprosessin kulkua.

Työ jakaantuu kolmeen pääosaan: Kirjallisuustutkimusosassa selvitetään kuntotutkimuksiin, energiastodistukseen, elinkaarilaskentaan, kustannuslaskentaan, PTS-suunnitelmiin, energiatalouteen ja lainsäädäntöön liittyviä tekijöitä teknillistaloudelliselta näkökannalta. Toinen osa koostuu optimointimallin rakentamisesta kiinteistön teknille kunnossapidolle, energiatehokkuudelle ja elinkaarikustannuksille. Kolmas osa koostuu mallin soveltamisesta ja sen toimivuuden arvioimisesta Case -kohteessa. Lisäksi sovelletaan Tapio Karhun diplomityössään *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen* kehittämää *Erinomaisen kiinteistönpidon mallia* Case -kohteeseen. Lopuksi esitetään näkemyksiä kuntoarvio- ja energiakatselmusprosessien yhdistämismahdollisuuksista.

Laadittu optimointiprosessi tarjoaa mahdollisuuden laatia asiakkaalle tämän kiinteistön korjaustarpeiden ja asiakkaan investointihalujen pohjalta kustannukset eri vuosille tasaavat vaihtoehtoiset PTS-suunnitelmat pitkälti automatisoituna prosessina. Diplomityön yhteydessä kehitetty optimointityökalu tarjoaa kiinteistöille kolme vaihtoehtoista tapaa hoitaa korjaukset. Kaikki mallit perustuvat tekniseen kunnossapito- ja korjaustarpeeseen ja kaikissa malleissa huomioidaan korjauksista syntyvä energiansäästö. Erot mallien välillä muodostuvat siitä, kuinka tärkeinä tekijöinä pidetään hankintakustannuksia, saatavia säästöjä ja korjausten elinkaaria. Eroja tulee myös siitä, millä aikavälillä säästöjä on tarkoituksenmukaista saavuttaa ja kustannuksia minimoida.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

**SALONEN, ANTTI:** Optimisation of Lifecycle Costs of Real Estate in Long Term Planning

Master of Science Thesis, 89 pages, 12 Appendix pages

December 2011

Major: Construction Management

Examiner: Professor Teuvo Tolonen, M.Sc. Juhani Heljo & M.Sc. Jani Saarinen

Keywords: condition inspection, cost efficiency, energy economics, energy certificate, energy renovation, lifespan costing, long term planning, renovation

The objective of the work was to develop a process for optimisation of the technical maintenance need, energy efficiency and maintenance expenses in long term renovation planning (LTP). As a part of this thesis an MS Excel application was programmed to help optimisation of long term planning. An important part of the work was the piloting of the process in Kaartintorantie 1 real estate which had functioned as a case target. The target in question was used in the testing of the ready process and the Ms Excel application which is related to it. The analysis of the Case target also throws light on the progress of the optimisation process to the reader.

The work is divided into three main parts: In the literary research it is clarified to the condition inspections, energy inspections, lifecycle costing, cost accounting, from a technical and economical viewpoint factors which are related to the long term renovation plans, energy economics and legislation. The second part consists of the building of the optimisation model to the technical maintenance, energy efficiency of the real estate and to lifespan costs. The third part consists of adapting the model in the case target and estimating the models functionality. Furthermore, *Excellence in real estate management*, a model which is a part of Tapio Karhu's Master of Science Thesis work *Commercializing of space estimates in real estates*, is piloted in the Case target. At the end of the work views on the integration possibilities of condition inspections and energy inspections are presented.

The optimisation process provides the opportunity to give customer alternative LTP-plans, which divide costs evenly to different years and include the renovation needs of the real estate and customer's investment desires using a highly automated process. The optimisation tool developed within this thesis offers real estates three alternative ways to take care of renovations. All the models are based on the need of technical maintenance and renovation and in all the models attention is paid to the energy savings which are created by the renovations. The differences between the models consist of as how important factors the acquisition costs, savings to be obtained and lifespan of renovations are considered. Differences will also occur by the period in which the renovations are done in order to reach savings and to minimise costs.

## ALKUSANAT

Korjausrakentamiseen liittyvät kuntoarviot ovat nousseet viime aikoina ajankohtaisiksi, koska uusi asunto-osakeyhtiölaki edellyttää useimmilta taloyhtiöiltä kunnossapitotarveselvitystä. Samaan aikaan kiristyvät energiansäästötavoitteet ja nouseva sähkön hinta ovat puolestaan luoneet tarvetta energiataloudellisten valintojen tarkastelulle. Suomen Talokeskus Oy ryhtyi tämän diplomityön muodossa kehittämään prosessia, jolla elinkaarikustannuksien vaikutus voidaan ottaa huomioon pitkän tähtäimen suunnittelussa.

Työn ohjaajana toimi Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksella toimiva Juhani Heljo. Hänen lisäksi lähiohjaukseen osallistuivat laitoksella työskentelevät Antti Kurvinen ja Jaakko Vihola. Työn ohjaajien osuus diplomityöstä on työhön kuuluvan MS Excel-mallin osana toimiva asuinkerrostalojen korjausten energia-vaikutuksia arvioiva energialaskin, joka perustuu tasauslaskentaan. Työn sisällön ja rakenteen määrittelyssä ohjausta antoi Suomen Talokeskuksen toimitusjohtajan Jani Saarisen kokoama ohjausryhmä, joka kokoontui työn aikana kolme kertaa. Ohjausryhmän jäsenet olivat:

Jani Saarinen Suomen Talokeskus Oy toimitusjohtaja,  
Harri Mäkinen Suomen Talokeskus Oy osastopäällikkö,  
Pertti Virtanen Suomen Talokeskus Oy osastopäällikkö,  
Tapio Korkala Suomen Talokeskus Oy projektipäällikkö,  
Juhani Heljo TTY laboratorioinsinööri,  
Kimmo Rintala VVO yksikönjohtaja,  
Risto Kosonen Asunto Oy Kaartintorpantie 1 hallituksen puheenjohtaja,  
Anssi Timonen Asunto Oy Kaartintorpantie 1 isännöitsijä

Haluan kiittää kaikkia hankkeeseen osallistuneita heidän panoksestaan diplomityön saattamisessa nykyiseen muotoonsa.

Tampereella 5. päivänä joulukuuta 2011

---

Antti Salonen

# SISÄLLYS

Termit ja niiden määritelmät.....	vii
1 Johdanto .....	1
2 Kiinteistön teknisen kunnan sekä energiatehokkuuden tutkimukset ja arvioinnit....	4
2.1 Kiinteistön elinkaari ja teknisen arvon kehitys .....	5
2.2 Kiinteistön kulutusseuranta.....	7
2.3 Huoltokirja .....	7
2.3.1 Huoltokirjan vaikutus elinkaarikustannuksiin .....	9
2.4 Kuntoarvio .....	10
2.4.1 Asuinkiinteistön kuntoarvion rakenne.....	11
2.4.2 Energiatalouden tarkastelu kuntoarviossa .....	12
2.4.3 <i>Laaajennettu energiataloudellinen selvitys</i> kuntoarviossa.....	13
2.4.4 Kuntoarvioraportti .....	14
2.5 Kuntotodistus .....	15
2.6 Kuntotutkimukset.....	16
2.7 Energiakatselmukset .....	19
2.8 Energiatodistus.....	20
2.9 LVIS - erillistarkastukset .....	21
2.10 Muut tarkastukset.....	22
2.11 Arvio kiinteistön kunnan arviointimenetelmien toimivuudesta ja käyttökelpoisuudesta.....	22
2.11.1 Kuntotodistus.....	22
2.11.2 Kuntoarvio.....	23
2.12 Arvio kiinteistön energiatehokkuuden arviointimenetelmien toimivuudesta ja käyttökelpoisuudesta.....	24
2.12.1 Energiakatselmus.....	24
2.12.2 Energiatodistus .....	25
2.13 Suunnitelmallisen huollon ja kunnossapidon merkitys kiinteistön kunnan ja kustannusten kannalta .....	27
3 Pitkän aikavälin kunnossapidon suunnittelu .....	29
3.1 PTS:n laadintaprosessi .....	30
3.2 PTS:n sisältö .....	33
3.3 PTS-suunnitelman hyödyntäminen .....	34
3.4 Arvio PTS-suunnitelman toimivuudesta korjaustarpeen selvittämisessä ja aikataulutuksessa.....	35
3.4.1 PTS-suunnitelman toteutumisaste.....	35
3.5 Suunnitelmallisen PTS-suunnittelun merkitys.....	38
4 Kiinteistön elinkaarikustannusten laskenta.....	39
4.1 Kiinteistön investointi- ja pääomakustannukset.....	40
4.2 Kiinteistön energiakustannukset .....	41
4.2.1 Energiankäytön vaikutukset kiinteistön elinkaarikustannuksiin.....	41

4.3	Kiinteistön käyttäjien ja käytön vaikutus elinkaarikustannuksiin.....	42
4.4	Elinkaarikustannusten arviointi ja mallintaminen.....	43
4.5	Investointien suunnittelu .....	44
4.5.1	Rahoitusmahdollisuuksien huomioiminen.....	46
5	Elinkaarikustannusten optimointi PTS-suunnittelussa.....	48
5.1	Rakenteiden käyttöiän määrittäminen.....	49
5.1.1	Uusien rakennusosien teknisten käyttöikien arviointi .....	49
5.2	Toimenpiteiden määrittäminen .....	51
5.3	Toimenpiteiden kustannusten määrittäminen .....	51
5.4	Aikataulutus .....	53
5.5	Luotettavuus- ja tarkkuusanalyysi.....	53
5.6	Prosessikuvaus laaditusta optimointiprosessista.....	53
6	Excel-sovellus: PTS-suunnittelun optimointityökalu .....	56
6.1	Optimoinnin periaate.....	57
6.2	Aloitussivu .....	57
6.3	Lähtötiedot .....	59
6.4	Korjaustarve .....	60
6.5	Korjausvaihtoehdot ja energia.....	63
6.6	Herkkyystarkastelu.....	64
6.7	Kustannusten jakautuminen .....	66
6.8	PTS.....	67
6.8.1	PTS-optimointityökalun jatkokehitysvaihtoehto .....	69
7	Case kaartintorantie 1.....	71
7.1	PTS-optimointi Kaartintorantie 1:ssä.....	73
7.2	Tapio Karhun ”Erinomaisen kiinteistönpidon mallin” pilotointi Kaartintorantie 1:een.....	74
8	Näkökulmia kuntoarvion ja energiakatselmuksen yhdistämisestä.....	77
8.1	Kohteen kuntoarvion laatiminen.....	77
8.2	Kohteen energiakatselmuksen laatiminen.....	78
8.3	Kuntoarvion ja energiakatselmuksen yhdistäminen.....	78
9	Johtopäätökset.....	83
9.1	PTS-optimoinnin liittyminen kuntoarvioon ja energiakatselmukseen.....	83
9.2	Kehitysnäkökulmia kuntoarvioon ja PTS-optimointiprosessiin sekä PTS- optimointityökaluun .....	84
9.3	PTS-optimoinnin yhdistäminen Tapio Karhun tila-arviomalliin .....	85
	Lähteet.....	87
	Liite1: Prosessikuvaus optimointiprosessista.....	90
	Liite 2: Algoritmi korjausajankohdan määräytymiseen.....	91
	Liite 3: Kaartintorantie 1:n optimoidut PTS taulukot .....	93
	Liite 4: Kaartintorantie 1:n kuntoarvioijien laatimat pts-taulukot .....	99

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Energiakatselmus	Energiankulutukseen ja -säästömahdollisuuksiin keskittyvä selvitys, jota käytetään energiataloudellisten korjaustarpeiden selvittämiseen.
Energiatodistus	Energiatodistuksien avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuuksia. Energiatodistuksessa ilmoitetaan energiamäärä, joka tarvitaan rakennuksen tarkoitukseenmukaiseen käyttöön. Energiatodistuksessa ilmoitetaan energiatehokkuusluku ja energiatehokkuusluokka.
ET -luku	Energiatehokkuusluku, joka määritellään Ympäristöministeriön Energiatodistusoppaassa määrättyllä tavalla. Asuinkerrostalon ET -luku on rakennuksen vuotuinen normeerattu energiankulutus jaettuna lämmitetyllä bruttoalalla. Suurissa asuinrakennuksissa vuotuisen energiankulutukseen, ET -lukua määritettäessä, lasketaan lämmitysenergia, kiinteistösähkö sekä jäähdytysenergia.
ET -luokka	Energiatehokkuusluokka, joka määritellään rakennukselle rakennuksen energiatehokkuusluvun perusteella. Luokitus on eri suurille ja pienille asuinrakennuksille. Luokat ovat välillä A-G luokan A ollessa vähän kuluttava ja G paljon kuluttava.
Ilmanvuotoluku $n_{50}$	Luku ilmoittaa, kuinka monta kertaa tunnissa rakennuksen ilma vaihtuu 50 Pa:n ali- tai ylipaineella.
Kiinteistön elinkaari	Kiinteistön elinkaari sisältää kiinteistön vaiheet tontin hankinnasta ja rakentamisesta kiinteistön hyödyntämisestä luopumiseen asti. Kiinteistön elinkaari sisältää rakennuksiin ja rakenneosiin liittyvät erilliset elinkaaret. Kiinteistön tekninen, toiminnallinen ja taloudellinen elinkaari muodostavat ketjun, joka koostuu erilaisista ja eri tavoin kerrostuneista sykleistä.
Kuntoarviointi	Kuntoarvioinnissa selvitetään rakennuksen kuntoa ja korjaustarpeita aistinvaraisilla ja kokemusperäisillä menetelmillä, ainetta rikkomatta. Lisäksi kuntoarvioissa tukeudutaan erilaisiin mittareihin ja rakennuksen perustietoihin.
Kuntotutkimus	Kuntotutkimuksessa suoritetaan rakennuksen, rakennelman tai kiinteistöön kuuluvien laitejärjestelmien yksityiskohtainen tutkinta korjaustarpeen tai elinkaaren vaiheen täsmenämiseksi. Kuntotutkimuksissa voidaan käyttää ainetta rikkoivia menetelmiä.

PTS

Korjausrakentamista ohjaava pitkän tähtäimen korjausohjelma, jossa on määritelty korjausten ajankohdat ja kustannukset korjauksittain ja vuosittain.



# 1 JOHDANTO

Korjausrakentamisen kasvu yhdessä kiristyvien energiansäästövaatimusten kanssa on synnyttänyt tarpeen löytää tapoja kehittää korjausrakentamisen suunnittelua ja aikataulutusta. Samalla on tarkoituksenmukaista, että energiansäästöpotentiaali huomioidaan ja saadaan elinkaaritaloudellisesti kannattavia ratkaisuja.

Työn taustalla on 1.7.2010 voimaan tullut uusi asunto-osakeyhtiölaki, joka edellyttää asunto-osakeyhtiöiden hallituksilta kunnossapitotarpeen selvittämistä ja kyseisen selvityksen esittämistä yhtiökokoukselle. Tämä selvitys tulisi perustua asiantuntija-arvioon, jona toimii yleensä kuntoarvio. Laki ei kuitenkaan vaadi muuta kuin listan korjaustarpeista seuraavan viiden vuoden aikana ja aikatauluarvion sekä listan suoritetuista korjauksista ja niiden ajankohdista. Laki rakennuksen energiatodistuksesta puolestaan edellyttää energiatodistuksen hankkimista rakennuksille. Vanhemmalle rakennuskannalle energiatodistus on vapaaehtoinen enintään kuuden asunnon kiinteistölle mutta suositeltava muillekin kiinteistöille. Asunnon esittelyssä tulee olla nähtävillä rakennuksen energiatodistus, jotta ostaja tai vuokraaja voi vertailla rakennuksen energiatehokkuutta muihin vastaaviin. Rakennuskanta uudistuu niin hitaasti, että energiansäästötoimenpiteet on kohdistettava myös olemassa olevaan rakennuskantaan.

Uusi rakennusten energiatehokkuusdirektiivi puolestaan johtaa rakentamismääräysten kiristymiseen entisestään. Uuden direktiivin myötä myös energiatodistuksen painoarvo tulee kasvamaan. Esimerkiksi tieto rakennuksen energiatehokkuudesta tulee olla esillä jo myynti- tai vuokrailmoituksessa. Direktiivin puitteissa laadittava kansallinen lainsäädäntö ei ole saanut vielä lopullista muotoaan.

Uudisrakentamispuolella rakentamismääräyskokoelman energiatehokkuuteen liittyvät uudet D2-osa ja D3-osa vievät rakennuksen energiatehokkuuden arviointia kokonaisenergiatarkasteluun. Tässä tarkastelussa rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle asetetaan tyyppikohtainen raja, joka määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Myös energian tuotantotapa huomioidaan. Rakentamismääräyksen D2, D3 ja C3 osien lämpöhäviöiden vaatimuksenmukaisuutta käsitellään tasauslaskentaoppaassa. Uusille rakennuksille tehdään tasauslaskelma, jossa esitetään, kuinka paljon on rakennuksen lämpöhäviö ja mitä kautta se tapahtuu. Samanlainen tasauslaskelma voidaan tehdä myös vanhalle rakennukselle ja sen kautta pystytään arvioimaan vanhan rakennuksen energiansäästön tehostamistoimien vaikutusta.

Pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma (PTS) sisältää rakennuksen kunnossapitotarpeen selvityksen kuluineen ja aikatauluineen yleensä 5 tai 10 vuoden päähän. PTS laadinta perustuu pitkälti kuntoarvioon ja sitä täydentäviin kuntotutkimuksiin. Kuntoarvio ja kuntotutkimukset keskittyvät rakenteellisen kunnon, teknisten järjestelmien sekä

elinkaaren arviointiin. Toimenpiteitä tarkastellaan erillisinä hankkeina ilman niiden energiatalouden tai ympäristövaikutusten arviointia. PTS:n selkein kehittämistarve liittyy teknistä kuntoa ja energiataloutta parantavien toimenpiteiden ja niiden taloudellisten vaikutusten optimointiin. Tällä tavoin voidaan pienentää rakennuksen elinkaarikustannuksia ja optimoida rakenneosien käyttöikä.

Monilla korjaustoimenpiteillä on energiatalouteen kohdistuva vaikutus. Korjausrakentamisen energiasäästöjä laskettaessa on pitkään keskitytty laajojen peruskorjauksien yhteydessä valittaviin elinkaarikustannuksia alentaviin vaihtoehtoihin. Yksityisomistuksessa olevissa asuinkerrostaloissa ja rivitaloissa laajat peruskorjaukset ovat harvinaisia, kun taas jatkuva korjaaminen on yleistä. Näiden korjausten jaksottaminen, vaihtoehtojen vertailu sekä rahoittaminen mahdollisimman kustannus- ja energiatehokkaasti on kiinteistönhallinnan kannalta yhtä tärkeää kuin suurten projektien hallinta. Kustannussäästöpotentiaali tulee nähdä kaikissa korjauksissa, niissäkin missä se on pieni, jotta voidaan pohtia eri korjausten ajankohtien kanssa, mikä korjaus kannattaa elinkaarikustannusten kannalta suorittaa ensin.

Kiinteistön energiatehokkuudessa ratkaisee kokonaisuus. Kiinteistön ominaispiirteet luovat pohjan ja suuntaviivat energiatehokkuuden parantamiseen. Monet muutkin tekijät kuin lämmöneristys ovat tärkeitä. Taloteknisten järjestelmien merkitys energiatehokkuudessa on suuri ja tulee kasvamaan samalla kun lämmityksen osuus energiankäytöstä pienenee. Käyttäjän osuus energiansäästöissä on merkittävä, eikä tavoiteltua säästöä useinkaan kyetä saavuttamaan ilman käyttäjän omaa panosta energiansäästöön.

Suomen Talokeskus Oy:n tuottamissa kuntoarvioissa laaditaan yksityiskohtaiset kunnossapitoselvitykset sekä yhteenvetona 10 vuoden kunnossapito-ohjelma. Lisäksi Suomen Talokeskus Oy tuottaa kiinteistönpittoon liittyen kiinteistöjen energiakatselmuksia, kuluseurantapalvelua, kuntotutkimuksia sekä LVI-tarkastuksia. Näitä toimintoja on tarkoituksenmukaista yhdistää ja koota jatkuvaksi palvelukonseptiksi. Tämän diplomityön tavoitteena on mallintaa ja kehittää prosessi teknisen kunnossapitotarpeen, energiatehokkuuden, ympäristövaikutusten, toimenpiteiden sekä kiinteistön ylläpidon kustannusten optimoimiseksi PTS-suunnittelussa. Prosessista on tarkoitus kehittää Suomen Talokeskus Oy:n palvelu.

Apuna prosessin kehittämisessä ja testaamisessa käytetään tämän työn Case -kohdetta, joksi on valittu yksityisomistuksessa oleva asuinkerrostalo, vuonna 1974 rakennettu Kaartintorpantie 1 Helsingissä. Kohteeseen laaditaan kuntoarvio, PTS-suunnitelma ja energiakatselmus, jotka pyritään sovittamaan yhteen. Kunnossapito-ohjelman kustannukset ja elinkaarikustannukset optimoidaan laaditun mallin mukaisesti. Kohteen energiankulutustiedot analysoidaan ja kohteesta tehdään Tapio Karhun diplomityössään *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen* [1] suunnitteleman *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* mukainen arvio.

Työn aihe on rajattu käsittelemään jo olemassa olevaa asuinkiinteistökantaa asuinkerrostalojen ja rivitalojen osalta. Työssä käsitellään sekä asunto-osakeyhtiöitä että vuokrataloyhtiöitä. Näkökulma elinkaaritarkastelussa on teknillistaloudellinen, eikä luonnontaloudellisiin seikkoihin paneuduta.

Työn taustalla on Antti Kurvisen diplomityö *Korjausrakentamisen energiataloudellisten valintojen systematiikka*, johon liittyvästä Ms Excel-sovelluksen toteutustavasta työ on saanut vaikutteita. Samoin Olli Vainion luoma Ms Excel-sovellus taloyhtiöiden kustannushallinnasta herätti runsaasti ajatuksia ja toi vaikutteita diplomityöhön. Case -kohteen analyysin taustalla on Suomen Talokeskuksen asiantuntijaryhmien laatimat kuntoarvioraportti ja energiakatselmusraportti sekä Tapio Karhun diplomityö *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen* [1].

## 2 KIINTEISTÖN TEKNISEN KUNNON SEKÄ ENERGIATEHOKKUUDEN TUTKIMUKSET JA ARVIOINNIT

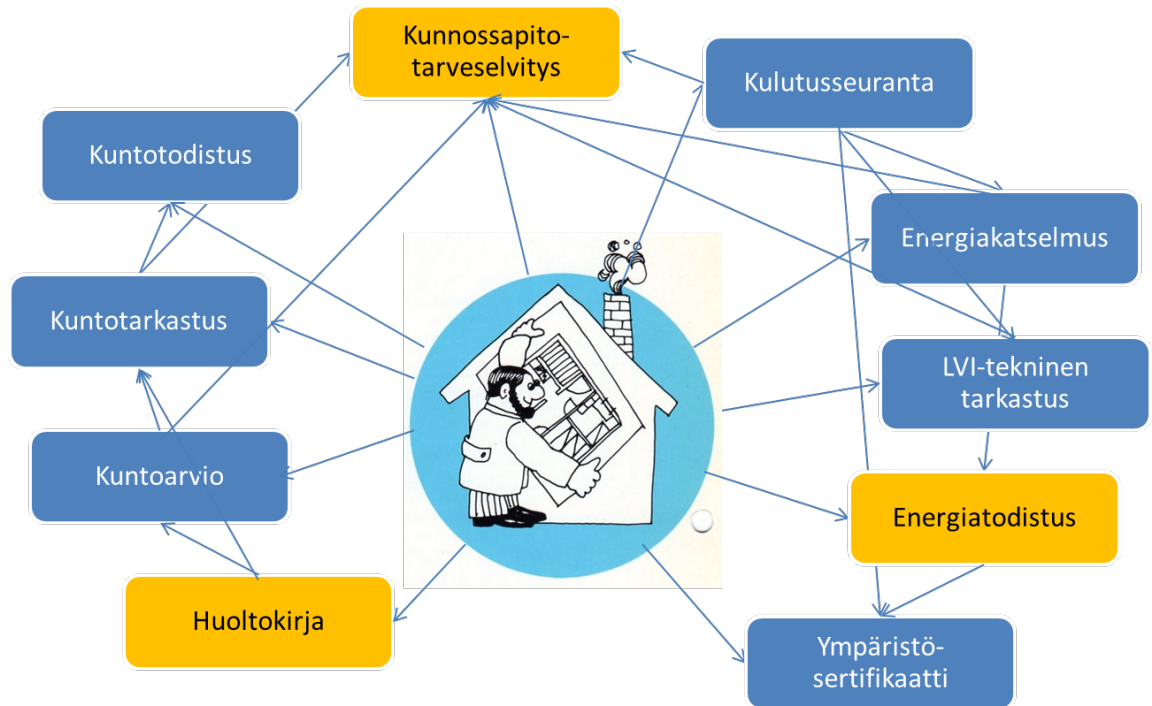
Kiinteistön teknisen kunnan sekä energiatehokkuuden tutkimukset ja arvioinnit pohjautuvat faktatietoon rakennuksen nykykunnosta ja kulutuksista sekä arvioihin tulevaisuudessa syntyvästä korjaustarpeesta sekä energiansäästömahdollisuuksista. Joissakin tapauksissa faktatieto nykykunnosta saattaa olla liian pinnallista kunnan arviointiin, jolloin tarvitaan tarkentavia tutkimuksia. Kuntoarviot, kuntotutkimukset, kuntotodistukset, LVI-tekniset tarkastukset, energiakatselmukset, energiatodistukset ja huoltokirjat sisältävät monilta osin samoja asioita sekä toisiinsa yhteydessä olevia asioita. Mahdollisuuksia yhdistää näitä tutkimuksia tai ketjuttaa niitä toisiaan tukevaksi palvelukokonaisuudeksi tutkitaan osana tätä diplomityötä.

Joitakin kiinteistöjä johdetaan yrityksen osana, kun taas osa kiinteistöistä on omistajan koti tai sijoituskohde. Suhtautuminen korjaamiseen vaihtelee suuresti kiinteistöomistajien keskuudessa. Osalla on tekninen lähestymistapa, jossa rakenneosia korjataan, kun se rikkoutuu tai vaurio on edennyt pitkälle. Osalla puolestaan on taloudellinen näkökulma kannattavuusajatteluineen. Usein tulee esille myös kielteinen kanta kaikkeen korjaamiseen, mikä perustuu monesti korjauksen vaikutuksella henkilökohtaiseen talouden- ja elämänhallintaan. Kiinteistön kunnan selvittäminen asiantuntijavoimin tuo tietoa kiinteistön kunnosta ja usein myös korjausten kannattavuudesta. Laadukkaimmallakaan kuntoarviolla ei kuitenkaan pystytä varmistamaan, että korjaustoimenpiteisiin todella ryhdyttäisiin.

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) tukee kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamista sekä hissien rakentamista, talousjätevesijärjestelmien parantamista, terveyshaittojen poistamista sekä suunnitelmallista kiinteistönpitoa. Suunnitelmalliseen kiinteistönpitoon annettavia avustuksia jaetaan perusparannussuunnitteluun, kuntotutkimuksiin sekä kuntoarvioihin, joissa on *laajennettu energiataloudellinen selvitys*. [2] Tuet ovat voimassa vuoden kerrallaan ja tavanomaisesti jossain kohtaa vuotta tukibudjetti täyttyy ja tukien myöntäminen lopetetaan. Tämä tarkoittaa sitä, että korjauspäätöksiä tehtäessä usein joudutaan odottamaan seuraavan vuoden tukipäätöstä, ennen hankkeeseen ryhtymistä, jotta varmistetaan tuen saaminen. Tämä ei myöskään palvele pitkän tähtäimen korjaussuunnittelua, sillä tukien osuutta hankkeen kustannuksista ei voida huomioida laskennassa edes vuoden päähän.

Kiinteistön teknisen kunnan ja energiatehokkuuden tutkimus- ja arviointikenttä koostuu useista toisiaan täydentävistä tutkimuksista, kuten kuvasta 2.1 nähdään. Mikään

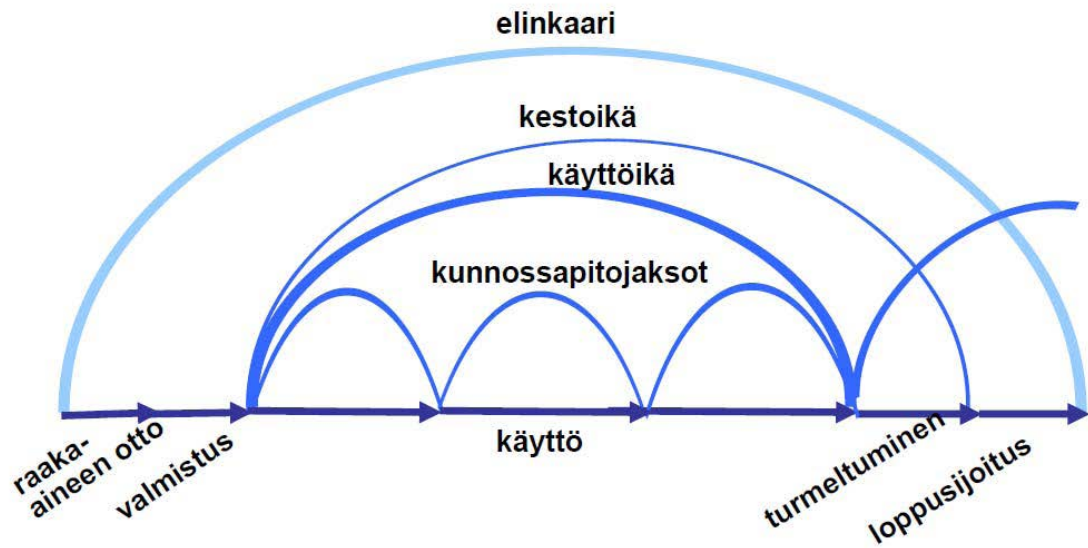
yksittäisistä todistuksista tai arvioinneista ei riitä muodostamaan kuvaa kiinteistön kunnosta.



**Kuva 2.1** Kunnossapidon todistuksia ja arviointeja [3]

## 2.1 Kiinteistön elinkaari ja teknisen arvon kehitys

Rakennukselle halutaan usein mahdollisimman pitkäaikainen ja asiakkaan tarpeet tyydyttävä käyttö mahdollisimman edullisin kokonaiskustannuksin. Elinkaari voidaan määrittellä alkavaksi raaka-aineen käyttöönotosta ja päättyväksi uudelleenkäyttöön, kierrätykseen tai loppusijoituspaikkaan. Rakennuksen elinkaaren muodostumiseen vaikuttaa useita tekijöitä, kuten raaka-aineiden laatu ja jalostaminen, rakennusmateriaalien- ja tuotteiden varastointi, kuljettaminen ja asennus. On tärkeää ymmärtää erot elinkaaren, kestoian ja käyttöian välillä. Kestoikä on rakennuksen hyötykäytön näkökulmasta tärkein. Kestoikä saavutetaan ainoastaan huoltamalla rakennusosia ja suorittamalla tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet. Rakennuksen elinkaari saattaa olla jopa tuhat vuotta, mutta rakenneosien teknisen elinkaaren pituudeksi voidaan yleensä laskea 40 - 60 vuotta. Tämä tarkoittaa, että rakennusosat joudutaan uusimaan aina niiden teknisen käyttöian päätyttyä, jolloin perusrakennusväliksi muodostuu yleensä 40 – 60 vuotta [4].



**Kuva 2.2** Graafinen esitys elinkaari-käsitteistä [5]

Kuvasta 2.2 nähdään, että elinkaaren jaksoista lyhin on kunnossapitajakso. Se tarkoittaa toistuvien kunnossapidon tehtävien, kuten maalauksen, eri osien kunnostuksen tai uusimisen välistä jaksoa. Kunnossapitotoimien avulla huolehditaan rakennuksen käyttökelppoisuuden säilymisestä. Rakennuksen vanhetessa kunnossapito muuttuu taloudellisesti kannattamattomaksi, jolloin turmeltuminen usein alkaa. Tämän seurauksena rakennuksen toimivuus ei enää täytä asetettuja vaatimuksia, sen kestoikä päättyy ja rakennus puretaan.

Rakennus uusiutuu teknillistaloudellisen käyttöikänsä aikana. Rakennusosien uusinta voi tapahtua pieninä rakennusosakohtaisina korjauksina tai harvemmin tehtävinä laajempina korjauksina peruskorjauksina. Kun korjaus on laaja ja sillä parannetaan kiinteistön laatutasoa tai tehdään käyttötarkoituksen muutoksia, puhutaan usein perusparannuksesta. Asunto-osakeyhtiöiden osalta yleisin rakennusten korjaustapa on uudistaa rakennusta aina korjaustarpeen mukaan siten, että asuntoja voidaan käyttää jatkuvasti eikä asukkaille synny muuttokustannuksia.[6] Vuokra-asuntoyhtiöt puolestaan suosivat yleensä kattavia perusparannuksia, joissa koko kiinteistö kunnostetaan yhdellä kertaa ajanmukaiseksi.

Rakennuksen tekninen arvo ei liity lineaarisesti rakennuksen markkina-arvoon. Markkina-arvo tyypillisesti nousee tontin arvon noustessa ja alueellisen kysynnän kasvaessa, kun taas rakennuksen tekninen arvo heikkenee ajan mittaan kulumisen, vanhentumisen ja vaurioitumisen myötä. Toisaalta, jos kiinteistö sijaitsee alueella, jossa on runsaasti tarjontaa mutta vähän kysyntää asuintiloille, voi kiinteistön markkina-arvo pudota teknistä arvoa nopeammin. Teknisen arvon määrittely voidaan tehdä prosenttipohjaisella laskennalla siten, että rakenneosia muodostaa tietyn prosentin rakennuksen kokonaisarvosta ja se montako prosenttia rakenneosan elinkaaresta on jäljellä muodostaa rakenneosan arvon. Rakennusosien elinkaaria on arvioitu KH-kortissa *Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset* KH 90–00403. Käyttöiän teoriapohjainen arvio

perustuu rakentamisajankohtaan ja rasisluokkaan. Kun rakennuksen rakenneosia korjataan, eivät ne aina muutu uudenveroisiksi. Tällaisissa tapauksissa voidaan määrittää rakenneosalle korjauksen käyttöikä, joka merkitään korjatuissa rakenneosissa rakenneosan käyttöikäksi.

## 2.2 Kiinteistön kulutusseuranta

Kiinteistön sähkön-, lämmön- ja vedenkulutukset muodostavat merkittävän osan kiinteistön ylläpitokustannuksista. LVIS -laitteisiin syntyy ajan mittaan vikoja ja kunnan heikkenemistä. Viat saattavat jäädä piiloon ja paheta vähitellen, jos kiinteistön kulutuksia ei seurata ja muutoksiin reagoida. Kulutuksien seuranta ei sinällään tuo säästöjä mutta sen esille tuomien vikaantumisten korjaaminen tuo.

Kulutusseuranta voidaan toteuttaa tunti tai kuukausipohjaisena joko manuaalisella mittarilukemaseurannalla tai automaattisella etäluennalla. Tuntiseuranta on reagoitinopeudeltaan huomattavasti kuukausiseurantaa parempi, sillä kuukausiseurannassa saattaa maksimissaan kulua täysi kuukausi ennen poikkeaman havaitsemista.

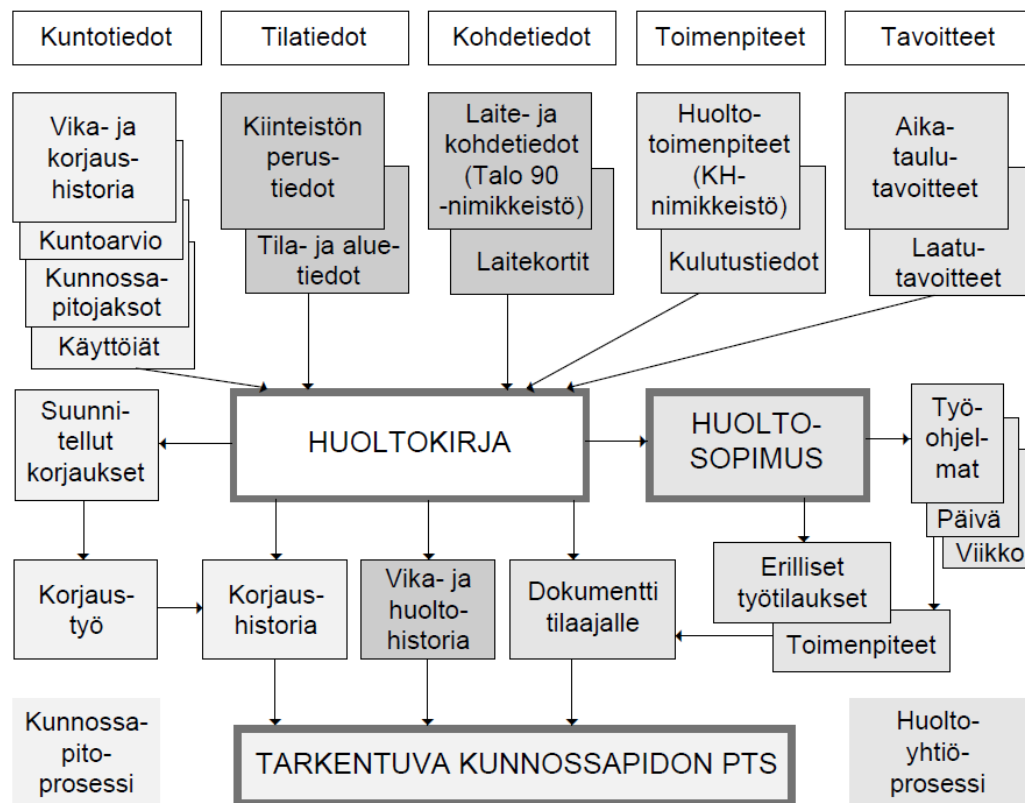
Kiinteistön kulutuksen vertailu omiin aikaisempiin kulutuksiin ei välttämättä anna riittävää kuvaa siitä ovatko kulutuslukemat järkevällä tasolla, sillä jos mittauksista on jo tapahtunut kulutusta kasvattavaa vikaantumista, ei ongelmaa huomata kulutuksen kasvusta. Tästä syystä on hyvä tehdä vertailua samantyyppisten kiinteistöjen välillä ja tutkia, mistä mahdolliset erot kulutuksessa johtuvat.

## 2.3 Huoltokirja

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa A4 asettaa sitovia määräyksiä *Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen* hankkimiseksi. Rakennuksen käyttö ja huolto-ohjeella tarkoitetaan kiinteistönpitoa tukevaa asiakirjakokonaisuutta, johon kuuluvat kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tehtävät, tavoitteet ja ohjeet sekä asukkaille ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohjeesta johdetaan rakennusosien ja laitteiden käyttöikätaavoitteet ja kunnossapitajaksot sekä edelleen tarkastusten ja huoltojen ohjelmat. Käyttö- ja huolto-ohje on pakollinen kaikille uusille rakennuksille, jotka ovat pysyvässä asuin- tai työkäytössä. Lisäksi käyttö- ja huolto-ohje tulee hankkia, jos rakennukseen tehdään rakennuslupaa edellyttäviä korjauksia. [7] Käyttö- ja huolto-ohjetta vastaa kiinteistönpidossa huoltokirja.

Huoltokirja on väline kiinteistön elinkaaren hallintaan. Huoltokirja on tarkoitettu antamaan kiinteistölle ohjeisto, jolla taloudellinen, energiatehokas, turvallinen ja terveellinen kiinteistön ylläpito voidaan toteuttaa. Huoltokirjalla tarkoitetaan laajaa kiinteistönpitoa tukevaa asiakirjakokonaisuutta. On tarkoituksenmukaista, että huoltokirja on yhtenäinen kokonaisuus, josta löytyy ohjeet ja tiedot teknisen ylläpidon tarpeisiin. Huoltokirjan osia ovat kiinteistön perustiedot, paikantamispiirroksiset, taloteknisten järjestelmien toimintakaaviot, säätöohjeet, tarkastusohjelma, laatutarkastukset, huolto-ohjelma, huolto-ohjeet, käyttöaikaohjelma, valvontasuunnitelma ja energian seurantaoh-

jeet. Hyvinkin laadittu huoltokirja on käyttökelpoinen vain sen aikaa, kun kiinteistön käytössä ei tapahdu muutoksia. Huoltokirjaa onkin jatkuvasti ylläpidettävä ja päivitettävä, jotta se säilyy käyttökelpoisena. Usean huoneiston asuinkiinteistöissä huoltokirja saa yleensä vakiintuneen aseman, jos se on onnistuttu laatimaan asukkaita palvelevaksi ja kaikki tarpeelliset tehtävät huomioivaksi. [4] Hyvin ylläpidetyssä kiinteistössä huoltokirja linkittyy muihin kiinteistön kunnossapidon prosesseihin kuvan 2.3 tapaan.



**Kuva 2.3** Käsitekartta huoltokirjasta [8]

Huoltokirjan laatiminen käytössä olevaan asuinrakennukseen on pakollista vain niiltä osin kuin rakennukseen tehdään rakennuslupaa edellyttäviä korjaus- ja muutostöitä. Muissa tapauksissa huoltokirjan laatiminen on vapaaehtoista mutta huoltokirjan hyötyjen takia suositeltavaa. Huoltokirja liitteineen on hyvin ylläpidettynä arvokas tietolähde kiinteistön omistajille, asukkaille, käyttäjille, isännöitsijälle ja huoltotyöntekijöille. [9]

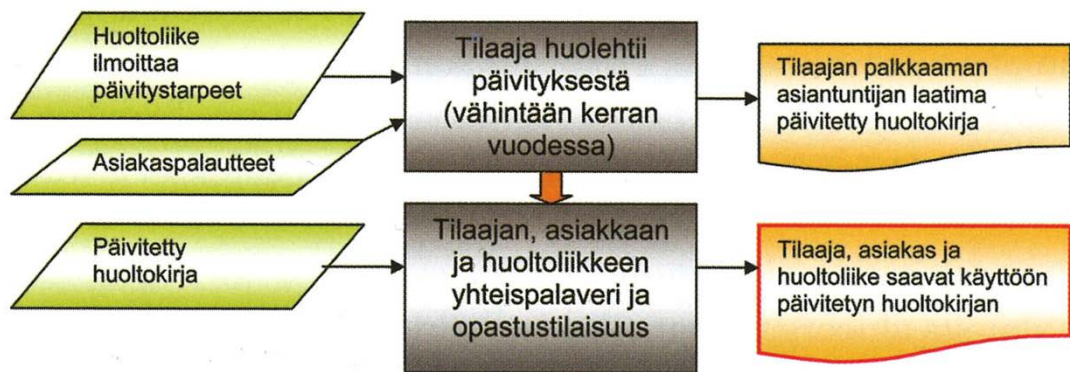
Alun perin tarpeen huoltokirjalle loivat muuttuvat rakentamismääräykset, sopimushallinnan kehittäminen, kiinteistönhoidon dokumentoinnin heikkous sekä kiinteistön ylläpidon suuri taloudellinen merkitys. Huoltokirjalla varmistetaan, että informaatio kiinteistöstä siirtyy myös vastuuhenkilöiden vaihtuessa. Huoltokirjan avulla hallitaan ja ylläpidetään kiinteistönpidon tietoja, kuten tarkastus- ja huolto-ohjeita, energian ja veden menekkitietoja sekä toteutettuja korjauksia ja tarkastuksia. Lisäksi tietoja taltioidaan jatkuvasti huoltokirjaan sisäilmaston, kiinteistönhoidon laatutasojen, energian ja veden-



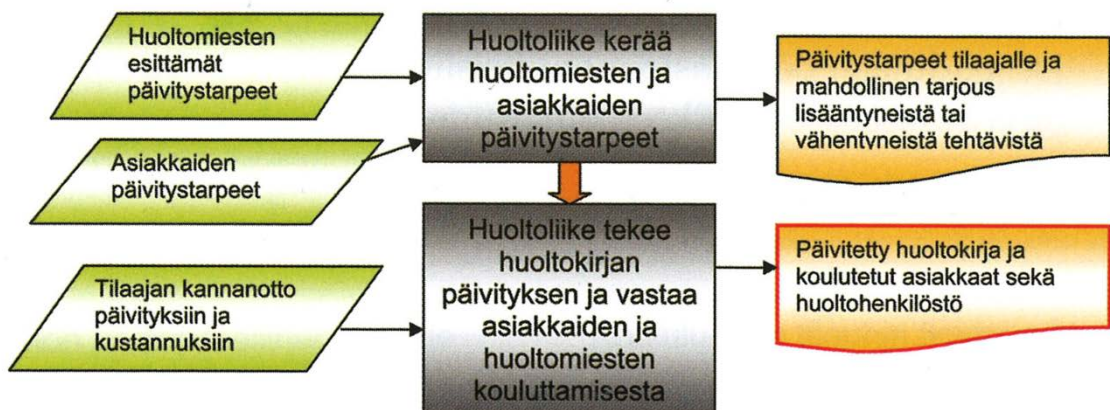
kulutuksen sekä laitteistojen ja rakenteiden käyttöikien ja kunnossapitajaksojen osalta. Huoltokirjasta nähdään myös kiinteistönhuollon, tarkastuksien ja korjaustöiden aikataulutus aina päivätasolta 10 vuoden päähän. Lisäksi huoltokirja edistää kiinteistöhoitoiden asianmukaista suorittamista ja valvontaa, luo perustaa oikeanlaisille kiinteistöhoitosopimuksille sekä mahdollistaa taloudellisesti järkevän kunnossapidon kiinteistön elinkaaren aikana. [8]

Vastuu huoltokirjan päivittämisestä ja kehittämisestä on kiinteistön omistajalla tai tämän määräämällä vastuuorganisaatiolla. Huoltokirjan päivitys on usein sopimuksella siirretty huoltoliikkeelle, vaikka huoltokirjan päivitys on monia osapuolia koskeva tehtävä. [4] Huoltokirjan päivitys tilaaja- ja huoltoliikevetoisesti on esitetty kuvassa 2.4.

### A. Tilaajavetoinen huoltokirjan päivitys



### B. Huoltoliikekeskeinen huoltokirjan päivitys



**Kuva 2.4** Käsitekartat huoltokirjan päivittämisestä [4 s. 256]

#### 2.3.1 Huoltokirjan vaikutus elinkaarikustannuksiin

Kaikki kiinteistön laitteistot eivät ole jatkuvakäyttöisiä ja niiden tehokkuutta voidaan tarpeen mukaan säädellä. Varsinkin ilmanvaihtojärjestelmän tarpeeton käyttö voi kohottaa energiamenekkejä merkittävästi. Huoltokirjan käyttöaikaohjelman avulla voidaan

esittää esimerkiksi halutut käyttöajat kesällä ja talvella. Toimintakaavioiden perusteella saadaan puolestaan selville säätöjen vaikutus järjestelmien toimintaan ja esimerkiksi käyttöveden lämpöön tai huoneiston lämpötilaan.

Kiinteistön tekniseen huoltoon sisältyy usein myös energian menekkiseuranta. Tuoksellista teknisten laitteiden huoltotyötä ei voida tehdä, ellei vastuuta energiamenekeistä ole kytketty teknisen kiinteistönhuollon tehtäväksi ja vastuualueeksi. Energiame- nekin mittaaminen voidaan tehdä manuaalisesti mittarilukemaseurannalla tai automaattisesti etälueen avulla. Energian- ja vedenkulutuksen seurannan tulisi tapahtua vähintään kuukausitasolla, jotta kulutuksen epätavallisiin kasvuihin pystytään reagoimaan ajoissa. Tästä syystä atk-pohjainen, mahdollisesti hälytyksellä varustettu, automaattinen kulutusseuranta on huomattavasti parempi verrattuna manuaaliseen mittarinluentaan. Kulutustieto sinällään ei ole arvokasta, jos sen pohjalta ei reagoida kulutuksessa tapahtuviin muutoksiin, joiden taustalla saattaa olla laitteiden tai verkostojen rikkoutumisia. Asettamalla selkeät tavoitteet energian- ja vedenkulutukselle, valvomalla kulutuksia säännöllisesti ja reagoimalla poikkeamiin välittömästi on mahdollista saada energian- ja vedenkulutus halutulle tasolle.

## 2.4 Kuntoarvio

Kuntoarvion tavoitteena on edistää kiinteistöjen kunnossapitoa ja kiinteistöjen oikein ajoitettuja ja toteutettuja korjaustoimenpiteitä. Hyvään kiinteistönpitoon liittyvät myös eri kuntotutkimusmenettelyt ja rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet. Kiinteistön järjestelmällisen, taloudellisen ja teknisesti hallitun kunnossapidon edellytyksenä on tieto kiinteistön kunnosta sekä luotettava ennuste tulevista korjauksista, niiden kustannuksista, ajoituksista ja tärkeysjärjestyksestä. Kuntoarviossa hankitaan kunnossapitosuunnitelun lähtötiedot. Kuntoarviossa annetaan kokonaiskuva kiinteistöistä ja arvio merkittävimmistä korjaustarpeista ja tarvittavista lisätutkimuksista.

Kuntoarviossa käydään läpi kaikki kiinteistön kunnan ja korjaustarpeiden osalta keskeiset alueet. Kuntoarviossa kuntoarvioijat arvioivat:

- aluerakenteet, rakennustekniikka ja kiinteistön tilat
- LVI-järjestelmät
- sähkö- ja tietojärjestelmät
- hissit tilaajan määrittelemällä tavalla
- energiatalouden
- sisäolot, turvallisuus, terveellisyys ja ympäristövaikutukset
- kiinteistönhoidon kehittämistarpeet

[10 s.3]

Kuntoarvioijien tulee huomioida kiinteistön yhtiömuoto ja voimassa oleva yhtiöjärjestys sekä tehdyt vuokrasopimukset, sillä ne vaikuttavat kunnossapidon vastuurajoihin ja kiinteistötarkastuksen laajuuteen. Asunto-osakeyhtiöissä kuntoarvio rajoittuu yleensä niihin osa-alueisiin, joiden kunnossapidosta yhtiö vastaa.

### 2.4.1 Asuinkiinteistön kuntoarvion rakenne

Kuntoarvio etenee yleensä usean huoneiston asuinkiinteistöjen kohdalla seuraavanlaisessa järjestyksessä:

- ennakkosuunnittelu
- lähtötietojen kerääminen
- asukaskysely tilaajan toteuttamana tai kuntoarviossa erillisenä toimeksiantona
- kiinteistötarkastus
- kuntoarvioraportin laatiminen ja luovutus [10 s.3]

Tilaaaja luovuttaa kuntoarvioijalle kohteen lähtötiedot, kun toimeksianto kuntoarviosta on tehty. Lähtötietojen tulee olla kuntoarvioijan käytössä viimeistään kiinteistötarkastusta suunniteltaessa. Jos joitakin tietoja puuttuu, ilmoittaa kuntoarvioija tilaajalle puutteiden vaikutuksesta työn suorittamiseen. Kuntoarvioijat tutustuvat lähtötietoihin ja analysoivat ne valmistautuessaan kiinteistötarkastuksen suorittamiseen:

- tutustuvat kiinteistön rakenteisiin ja talotekniikkaan sekä arvioivat ratkaisujen riskit
- käyvät läpi kiinteistön korjaushistorian
- käyvät läpi huoltokirjan käyttöpäiväkirjan merkinnät
- hahmottelevat kiinteistön kokonaistilanteen
- tutustuvat turvallisuussuunnitelmaan
- varautuvat selvittämään esille tulleet ongelmat kiinteistötarkastuksessa
- suunnittelevat alustavasti kiinteistötarkastuksen etenemisen ja painopisteet
- tekevät tarkastelut energiankulutustiedoista
- suunnittelevat energiatalouden selvityksen
- varaavat kiinteistötarkastukseen tarvittavat välineet [10 s.5]

Ennen kiinteistötarkastusta taloyhtiössä suoritetaan asukaskysely. Kyselyn avulla saadaan arvokasta ja käyttökelpoista lähtötietoa kuntoarvion laatijoille. Asukaskysely sisältää kysymyksiä asumismukavuudesta, asuntojen ja yhteistilojen vioista sekä turvallisuuden liittyvistä ongelmista. [11] Asukaskysely ei sisälly kuntoarvion perustehtäviin, vaan sen järjestää usein tilaaja tai kiinteistön isännöitsijä, ellei asukaskyselyä ole tilattu kuntoarvion yhteydessä lisätyönä. Kyselyn laatija valitsee kiinteistöön liittyvät kysymykset. Haastatteleamalla erikseen kiinteistön isännöitsijää, kiinteistöhoitajaa, hallituksen jäseniä ja asukkaita perehdytään tarkemmin kiinteistössä vallitseviin ongelmiin, tehtyihin korjauksiin ja parannustarpeisiin.

Kuntoarvionhankkeeseen kuuluvassa kiinteistötarkastuksessa tavanomaisesti rakenne-, LVI- ja sähkötekniikan asiantuntijat arvioivat rakennusosien, laitteiden ja asennusten korjaustarpeen seuraavan kymmenen vuoden ajalle. Jokaiselle tarpeelliselle korjaukselle arvioidaan alustavasti korjausmenetelmä, korjausajankohta sekä kustannukset nykyisellä kustannustasolla. Kuntoarviossa tarkastellaan yleisten ohjeiden puitteissa myös kiin-

teistön energiataloutta, sisäolosuhteita, terveellisyttä ja turvallisuutta sekä niihin liittyviä toimenpide-ehdotuksia.

Kuntoarvioon liittyvä kiinteistötarkastus perustuu pääasiassa asiantuntijoiden aistinvaraisiin havaintoihin ja ainetta rikkomattomiin menetelmiin. Tarpeen vaatiessa suoritetaan ainetta rikkomattomia mittauksia. Kuntoarvioon ei sisälly tarkempia kunnan selvittämiseen liittyviä tutkimuksia ja mittauksia. Jos tarkemmalle tutkimukselle jollain osalla alueella on aihetta, esittää kuntoarvioija tehtäväksi erillisen kuntotutkimuksen.

Kiinteistötarkastus tehdään niin kattavasti, että jokaisen osa-alueen kunnosta saadaan riittävä yleiskuva. Kun tehdään kuntoarviota usean talon ryhmälle, jossa rakennukset ovat samankaltaisia iältään, rakenneratkaisuiltaan ja sama pääurakoitsija on ollut niitä tekemässä, voidaan samankaltaisuus hyödyntää kuntoarvion tuloksia raportoidessa. Osa rakenteista ja laitteista tarkastetaan kokonaan, osa pistokokein. Pistokokeiden sopivan määrän ja oikeiden paikkojen valinta vaatii kuntotarkastajalta ammattitaitoa ja kokemusta. Kiinteistötarkastuksessa käydään läpi noin 10 - 20 % asunnoista pistokokein. Otanta valitaan siten, että mukana on asuntoja kaikilta julkisivuilta sekä myös ylimmästä kerroksesta. Rivitaloissa tarkastetaan erikokoisia asuntoja eri puolilta tonttia. Yleistiloista ja teknisistä tiloista tarkastetaan kaikki. [8 s.6]

Kuntoarvioon sisältyy kiinteistön sisäolojen, ympäristövaikutusten, turvallisuuden ja terveellisuuden arviointi. Tarkastelu tehdään kiinteistötarkastuksessa ensisijaisesti aistinvaraisin havainnoin muun tarkastustyön yhteydessä. Lisäksi hyödynnetään asukaskyselyn ja haastattelujen palautteita. Epäkohdat ja jatkoselvitystarve raportoidaan kuntoarvion tilaajalle.

Kuntoarvion kiinteistötarkastuksessa ilmenevät kiinteistönhoidon kehittämistarpeet otetaan esiin kuntoarvioraportissa. Puutteelliset kiinteistönhoitojärjestelyt heikentävät kiinteistön energiataloutta ja nopeuttavat rakennusosien ja laitteiden kulumisprosesseja. Kuntoarvioija esittää tarpeen mukaan kiinteistönhoitoon liittyviä parannustoimenpiteitä:

- kiinteistönhoitajan perehdytys ja koulutus
- huoltokirjan laadinta ja/tai käyttöönotto
- kulutusseurannan käyttöönotto
- työvälineiden ja mittareiden hankinta

[10 s.9]

Näiden toimenpiteiden kustannukset ovat yleensä vähäisiä mutta vaikutukset energiankulutukseen saattavat olla suuret.

#### **2.4.2 Energiatalouden tarkastelu kuntoarviossa**

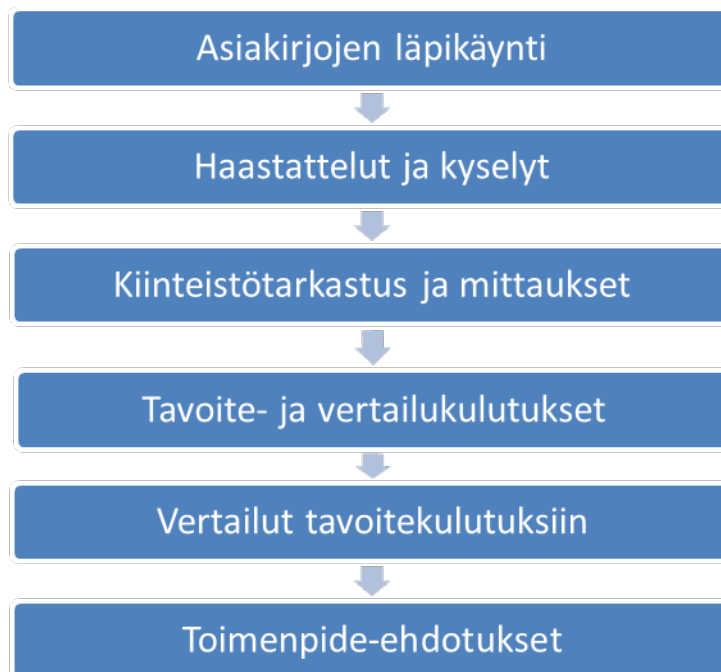
Kiinteistön rakennusosien, rakenteiden ja järjestelmien sovitun laajuinen energiataloudellinen tarkastaminen toteutetaan muun kiinteistötarkastuksen yhteydessä. Arvioitaessa jonkin rakennusosan kuntoa ja korjaustarvetta arvioidaan samalla kohdetta myös energiatalouden kannalta. Vähintään perustasoinen energiatalouden arviointi kuuluu aina kuntoarvioon, laajempi selvitys voidaan tehdä lisätyönä. Perustasoinen selvitys sisältää tunnuslukujen laskemisen, vertailut tilastoihin ja suuntaa antavat johtopäätökset. Jos

kuntoarviossa esitetään korjausehdotus, jolla on merkittäviä energiansäästövaikutuksia, arvioidaan tämän aiheuttamaa säästövaikutusta. [10 s.7]

### 2.4.3 Laajennettu energiataloudellinen selvitys kuntoarviossa

*Laajennetussa energiataloudellisessa selvityksessä* kuntoarvioijat esittävät energian, sähkön ja veden kulutuksissa havaitut poikkeamat kuvan 2.6 tavoitekulutuksiin ja suositeltavat energiataloudelliset korjaustoimenpiteet kustannusarvioineen ja säästövaikutuksineen. *Laajennettu energiataloudellisen selvitys* alkaa kiinteistön asiakirjojen läpikäynnillä, joista selvitetään laajuustiedot, käyttäjätiedot, U-arvot, rakennuksen lämmitysmuoto, lämmönjakotapa, ilmanvaihtojärjestelmä ja kylmätekniset järjestelmät. Kiinteistön toteutuneet kulutukset, tehdyt korjaukset sekä selvillä olevat viat ja ongelmat selvitetään asiakirjoista sekä huoltohenkilöstön ja isännöitsijän haastatteluista. Merkittävien kulutuspoikkeamien syyt selvitetään haastatteluilla. [12]

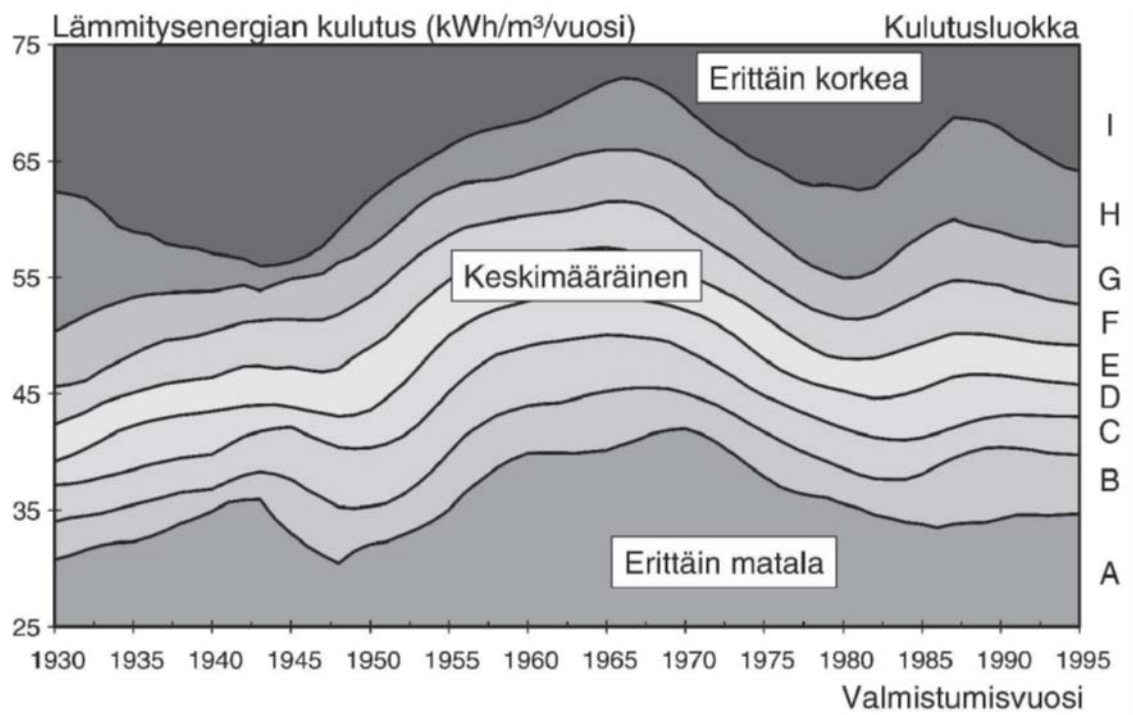
Kiinteistötarkastuksen yhteydessä tehtävillä sisälämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksilla voidaan arvioida mm. lämmönsäätöjärjestelmän toimivuutta. Ilmanvaihtokoneiden käyttöajat ja tehot sekä lämmitysverkon ensiö- ja toisiopuolen lämpötilat, verkostopaineet ja lämpimän käyttöveden meno- ja paluulämpötilat selvitetään myös kiinteistötarkastuksen yhteydessä. [12]



**Kuva 2.5** Prosessikaavio *Laajennetun energiataloudellisen selvityksen* laadinnasta [12]

Toteutuneita kulutuksia verrataan asetettuihin tavoitekulutuksiin, joita lämmityksen osalta on esillä kuvassa 2.6. Lämpöenergian, kiinteistösähkön ja veden tavoitekulutukset määritetään huoneistoneliometriä tai rakennuskuutiometriä kohden [12]. Vaikka energi-

ankutus vastaisi tavoitekulutusta, on tarkastelu tehtävä huolella, sillä negatiiviset ominaisuudet saattavat kumota toisensa: esimerkiksi huono ilmanvaihto kompensoi huonon ikkunoiden kulutusta.



**Kuva 2.6** Asuinkerrostalojen lämmitysenergian kulutuksen vertailukäyrästä [10 s.8]

Kuntoarvioraportissa esitetään suunnittelukaudelle ajoittuvat toimenpiteet korjaussuunnitelmassa. Päätöksentekoa varten arvioidaan toimenpiteiden takaisinmaksuaikoja myös energiansäästön perusteella, kun on valittavana useita vaihtoehtoja. Toimenpiteiden onnistuminen edellyttää huolellista suunnittelua, toteutusta sekä vaikutusten jatkuvaa seuranta.

*Laajennetun energiataloudellisen selvityksen sisältävän kuntoarvion tilaamiseen asiakkaita ohjaa mahdollisuus saada enintään 50 % kustannuksista avustuksena ARA:lta. Lisäksi laajennettua selvitystä tarjotaan kuntoarvion tilaajalle yleensä, jos lämmön, sähkön tai veden kulutusmäärät ylittävät vertailukulutuksen. Laajennettu selvitys tulisi toteuttaa ainakin vertailukulutuksen ylittävien kululajien osalta.*

#### 2.4.4 Kuntoarvioraportti

Kuntoarvioraportissa esitetään kuntoarvioijien arvio rakennuksen kunnosta ja korjaustarpeista tiivistetysti ja helppolukuisesti. Ehdotetut toimenpiteet perustuvat kuntoarvioijien havaintoihin ja näkemyksiin, joten osa ehdotuksista voi vaatia tarkentavia kuntotutkimuksia ennen lopullista päätöksentekoa. Kukin kuntoarvioija laatii raportista oman erityisalueensa luvut kuntoarvion vastuuhenkilön koordinoimissa työssä. Kuntoarviossa esitetään seuraavat asiat:

- kuntoarvion suorittajat, ajankohta ja yhteyshenkilö

- rakenteiden, rakennusosien ja järjestelmien kunto ja korjaustarpeet ajoituksineen ja kustannusennusteineen
- kiireellistä korjausta vaativat viat sekä merkittävät vaurioriskit
- laajat parannus- ja uusimistarpeet
- energian ja veden kulutustasot sekä energiatalouden parannusehdotukset kustannuksineen
- kiinteistön sisäolot, turvallisuus ja terveellisyys
- korjaushistoria ja usein esiintyvät ongelmat
- viranomaisten määräämien määräaikaistarkastusten tilanne [10]

Kuntoarviossa käytetyn nimikkeistön päänimikkeille esitetään PTS-aulukossa kuntoluokka. Kuntoluokka kuvaa päänimikkeen kuntoa, vaikka yksittäisen päänimikkeen alapuolisen tarkastuskohteen kunto poikkeaisi yleiskunnosta. Luokittelu on kuntoarvioijan näkemys kohteen kunnosta. Kuntoluokka ilmaisee korjaustarpeen kiireellisyyssasteen. Kuntoluokkina käytetään numeroita 1-4 seuraavassa merkityksessä:

- 1 = hyväkuntoinen, uutta vastaava
- 2 = tyydyttävässä kunnossa, ei välitöntä uusimis- tai korjaustarvetta
- 3 = välttävissä kunnossa, uusimis- tai korjaustarve lähivuosina
- 4 = huonokuntoinen, teknisesti vanhentunut tai uusittava [10]

Kuntoluokka määrittellään rakenneosan tarkastushetken kunnan perusteella. Kuntoluokan voidaan joissain tapauksissa olettaa laskevan 10-vuotisjakson aikana siinä määrin, että hyväkuntoisellekin rakenneosalle saatetaan asettaa korjaustoimenpiteitä jakson loppupuolelle. Näin voi olla asian laita esimerkiksi pihavarusteiden kanssa.

## 2.5 Kuntotodistus

Kuntotodistuksen tarkoituksena on lisätä kiinteistönomistajien ja -ostajien tietoisuutta kiinteistön todellisesta kunnosta ja mahdollisesti tulossa olevista korjauksista. Kuntotodistuksen avulla saadaan selville, kuinka paljon kiinteistön nykytila on heikentynyt verrattuna kyseiseen kiinteistöön uutena. Samalla voidaan verrata kiinteistön tilaa muihin kiinteistöihin. Kiinteistön ostaja pystyy näin vertailemaan kiinteistöjen hintojen lisäksi niiden kuntoa.

Kuntotodistuksen laatimisen edellytyksenä on kuntoarvion suorittaminen KH -kortin 90-00293 mukaan ja kuntoarvion koordinaattorilla tulee olla kuntotodistuksen laatijan pätevyys. Kuntotodistus on voimassa enintään neljä vuotta ja sen perustana toimiva kuntoarvio ei saa olla kuntotodistusta laadittaessa kahta vuotta vanhempi. [13] Kohteen kuntoluokitus määräytyy kahden osion perusteella: teknisen kunnan (80 %) ja kunnosapidon suunnitelmallisuuden (20 %) mukaan. Teknisen kunnan luokittelu tapahtuu rakennusosien korjauskustannusten ja iän painotettuna keskiarvona. Yleisesti voidaan todeta, että arvosana viidestä kolmeen tähteen on suorassa suhteessa rakennuksen ikään. Mikäli tähtiä on vähemmän, on korjauksia ja korjausvelkaa kasautunut. [14]

Rakennusosien tähtiluokittelussa käytetään luokitusohjeita, joita luetaan 5 tähdestä kohti 1 tähteä, siten että kyseisen tähtimäärän kaikkien kriteerien toteuduttua se valitaan. Teknisen kunnan kokonaisluokittelu tapahtuu rakennusosien pääomakustannuksilla ja rakennusosan käyttöiän painotetun keskiarvon kautta. Laskenta tapahtuu seuraavasti:

- valitaan taulukosta kohteeseen parhaiten sopiva rakennustyyppi
- kunkin rakennusosan painoarvo katsotaan taulukosta
- määritetään rakennusosan ikä
- suoritetaan laskutoimitus

[13]

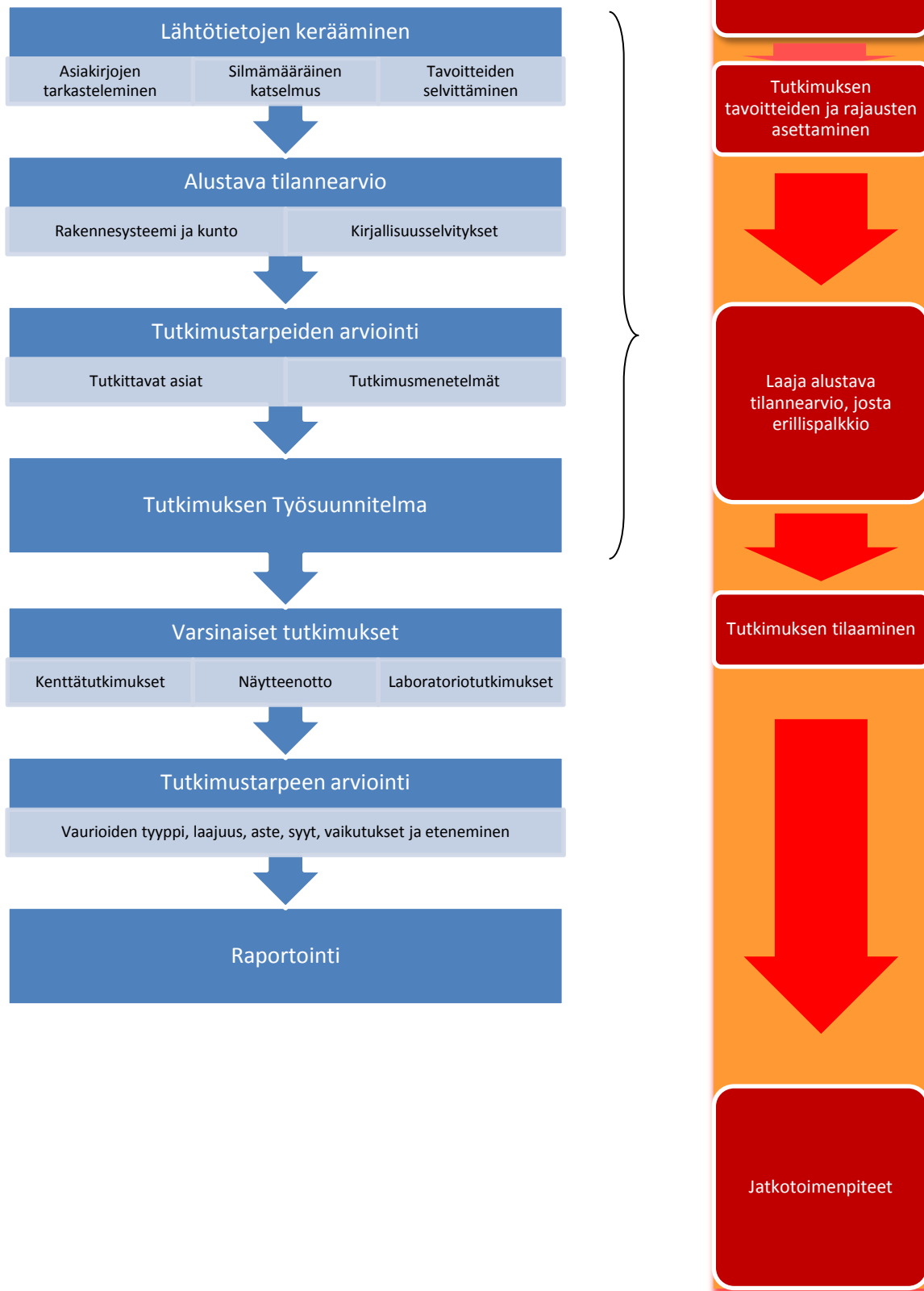
Kunnossapidon suunnitelmallisuudesta alle 6-vuotiaat taloyhtiöt saavat 5 tähteä, ellei taloyhtiössä ole havaittu merkittäviä puutteita, joita ei ole käsitelty yhtiökokouksessa tai sovittuja vastaanotto- tai takuutarkastuksia on pitämättä. Jos taloyhtiö on 6-13 vuotta vanha, se saa aina kolme tähteä ja mahdollisia lisätähtiä PTS-suunnitelmasta ja hallussa olevasta vuokratilasta. Yli 13 vuotta vanhassa kohteessa tähdet koostuvat yhteenlasketuina seitsemästä kriteeristä, joista kolme kuvaa suunnitelmallisuuden tasoa, kaksi kustannuksiin varautumista ja kaksi vuokratuottojen hyödyntämismahdollisuuksia korjauksen rahoituksessa. [13]

## 2.6 Kuntotutkimukset

Kuntotutkimuksia tarvitaan, jos kiinteistössä havaitaan ongelma tai vaurio, jonka tutkiminen aistinvaraisin menetelmin ei ole mahdollista tai riittävän luotettavaa. Kuntotutkimus kohdistuu yksittäiseen rakennusosaan, laitteeseen tai järjestelmään. Kuntotutkimuksissa käytetään usein ainetta rikkovia menetelmiä ja mittauskalustojen käyttöön erikoistuneita tutkijoita sekä tarvittaessa otetaan näytteitä laboratoriotutkimuksia varten. Kuntotutkimuksen jälkeen asiakas saa kirjallisen raportin, johon on liitettyä toimenpide-ehdotus suunnittelun ja uusimisen tai korjaamisen lähtötiedoiksi. [15]

Kuntotutkimus koostuu melko selkeistä peräkkäisistä vaiheista, jotka saattavat olla silti osittain päällekkäisiä. Kuvasta 2.7 voidaan nähdä kuntotutkimushankkeen pääpiirteittäinen eteneminen kuntotutkimuksen suorittajan kannalta (sininen), sekä tilaajan näkökulmasta (punainen). [16]

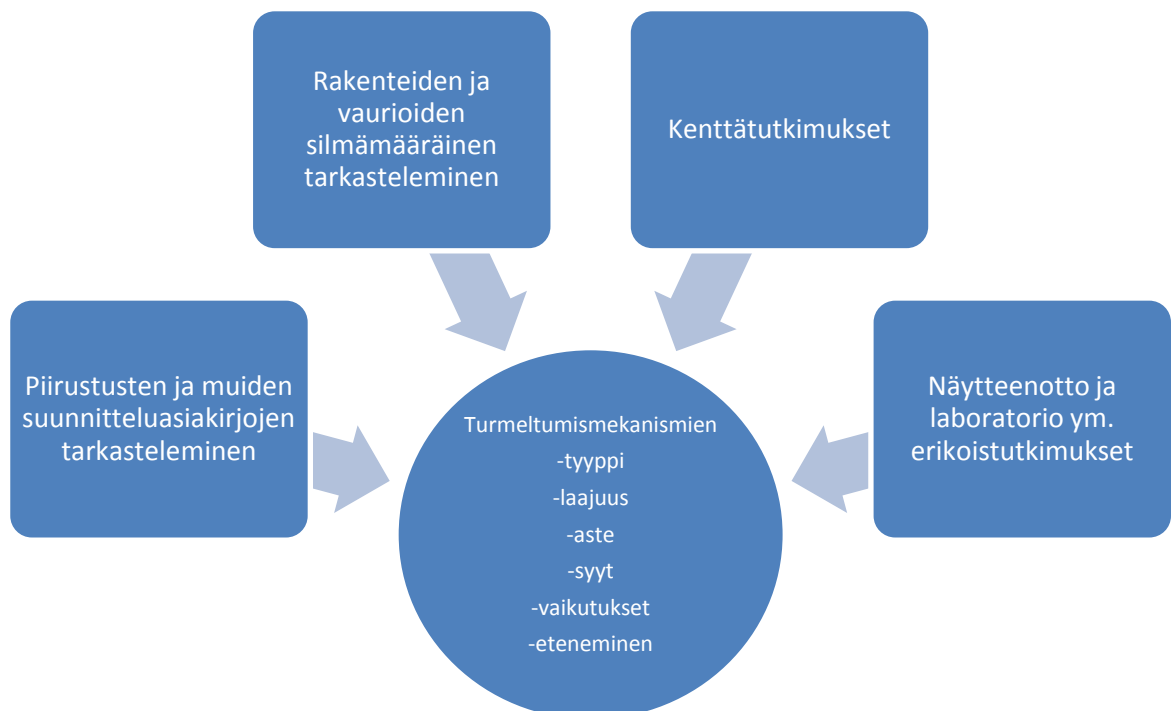




**Kuva 2.7** Prosessikaavio kuntotutkimuksesta [16]

Kuntotutkimuksen sisällön suunnitteleminen on tärkeimpiä vaiheita kuntotutkimusprosessissa. Tavoitteena sisällön suunnittelussa on, että selvitetään oikeita ja oleellisia asioita riittävän laajoilla otoksilla ja riittävän tarkkoilla menetelmillä. Kuntotutkimuksen sisältö tulee aina suunnitella erikseen kullekin kohteelle. Kuntotutkimuksessa pyritään yleensä selvittämään tutkittavien rakenteiden korjaustarve ja turvallisuus. Jotta nämä saadaan selville, on tutkittava rakenteissa esiintyvät vauriot ja toimivuuspuutteet, mikä käsittää kunkin vauriotyyppin tai ongelman sijainnin, asteen, laajuuden, syyn, vaikutukset ja etenemisen. Kuntoarvion sisältö määräytyy aina ongelmalähtöisesti. Ensiksi tunnistetaan potentiaaliset ongelmat kiinteistön rakennetyypeissä ja rasisuoloissa ja niiden perusteella päätetään tutkimuksen sisällöstä. Sisällön määräytymistä ohjaavat myös annetut resurssi ja asetetut rajoitukset. Kuntotutkimuksen lähtökohtana ei saa pitää tietyn korjausmenetelmän valintaa, vaan soveltuvat korjausmenetelmät päätetään kuntotutkimuksen tulosten perusteella. [16]

Vanhan rakenteen kunnon tutkimiseen liittyy epävarmuutta, sillä tiedot kerätään otoksina ja rakenteen ominaisuudet ja kunto vaihtelevat rakenteen eri osissa. Kuntotutkimuksilla pyritään keräämään rinnakkaisia tietoja mahdollisimman monesta lähteestä. Kuvan 2.8 tapainen rinnakkaisten menetelmien käyttö helpottaa tulosten arviointia ja helpottaa johtopäätösten tekoa.



**Kuva 2.8** Kuntotutkimuksen informaatiomalli [16]

Kuntotutkimusten tulisi edetä tarkentuen siten, että tietoja kerätään aluksi yksinkertaisilla ja halvoilla menetelmillä, joiden jälkeen käytetään tarvittaessa kalliimpia menetelmiä. Näin toimimalla kalliimmat erikoistutkimukset on helpompi kohdistaa järkevästi.

## 2.7 Energiakatselmukset

Energiakatselmuksien tavoitteena on analysoida katselmukskohteiden kokonaisenergian käyttö ja samalla selvittää energiansäästöpotentiaali yhdessä säästötoimenpiteiden ja kannattavuuslaskelmien kanssa. Energiakatselmuksessa voidaan myös selvittää mahdollisuudet uusiutuvien energiamuotojen käyttöön sekä säästötoimenpiteiden vaikutus hiilidioksidipäästöihin. Lisäksi tavoitteena on motivoida ja opastaa asukkaita ja huoltohenkilökuntaa energiataloudellisempaan toimintaan. Energiakatselmus perustuu toteutusajankohdan energiankulutus, -tuotanto ja -käyttötietoihin, mutta siinä huomioidaan myös tiedossa olevat ja suunnitellut muutokset.

Energiakatselmoija vastaa energiakatselmuksen suorittamisesta. Katselmuksen tilaaja toimittaa katselmoijalle kohdetiedot, kuten LVIS-suunnitelmat, huoltokirjan sekä asukaskyselyn vastauslomakkeet. Asukaskyselyt suoritetaan toimittamalla asukkaille määrämukoinen asukaskyselykaavake. Asukaskyselyn järjestää tilaaja. Talotekniset järjestelmät ja kiinteistön energiataloudelliseen huoltoon liittyvät asiat käydään läpi kohteen huollosta vastaavan tai laitteet muuten hyvin tuntevan henkilön kanssa.

Energiakatselmoija tutustuu kohteeseen siinä laajuudessa, että kohteesta voidaan laskentaohjelman avulla luoda malli, joka vastaa vallitsevaa tilannetta ja potentiaaliset säästökohteet voidaan selvittää ja näiden toteutusmahdollisuus ja vaikutukset voidaan arvioida ja raportoida. Huoneistokäyntien vähimmäismäärä kutakin taloa kohti on 10 % asunnoista, kuitenkin vähintään 4 asuntoa. Selvitettävät huoneistot valitaan siten, että ne edustavat kattavuudeltaan ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiä huomioiden järjestelmien ääriolot. Huoneistokäynteihin sisällytetään mahdollisuuksien mukaan etukäteen tiedettyjä ongelmahuoneistoja. Säästöpotentiaalia analysoidaan huomioidaan ero satunnaisesti valitun huoneiston ja ongelmahuoneiston välillä. Huoneistokäyntien lisäksi tarkastetaan kohteen lämpökeskus, lämmönjakohuoneet, varastot ja autotallit. Huoneistojen ja muiden tilojen osalta mitataan tai selvitetään ilmanvaihtomäärät, vesikalusteiden virtaamat, huonelämpötilat sekä lämmitys- ja vesijärjestelmien lämpötilat ja painetasot. Kiinteistösähkön osalta selvitetään vähintään suurimmat kuluttajat, ulkovalaistus, käytävävalaistus, autopistorasiat, sähkölämmitykset, sähkökiukaat, kylmäsiilytystilat ja talopesulakoneet. Lämmitykseen liittyvät mittaukset tulee tehdä sellaisissa olosuhteissa, että tuloksista voidaan tehdä oikeita lämmityskautta kuvaavia johtopäätöksiä. Rakennuksen vaipan osalta kiinnitetään huomiota ikkunoiden ja ovien kuntoon sekä ilma-voituihin ja kylmäsiiltoihin. Tarkemmat rakennustekniset tarkastelut suoritetaan kuntoarviossa tai kuntotutkimuksissa.[17]

Kohteesta luodaan malli, joka vastaa toteutunutta energiankulutusta ja kuvaa kohdetta mahdollisimman hyvin. Mallia tarkennetaan todellisten kulutustietojen, kesäaikaisen kulutustason ja kenttätyöosuuden havaintojen perusteella. Säästöpotentiaali voidaan laskea luodulla mallilla, jos malli kuvaa todellista kulutusta riittävällä tarkkuudella. Jos toteutunut energiankulutus ja kustannukset poikkeavat mallin avulla lasketusta, on kustannussäästöt laskettava todellisen tilanteen perusteella. Säästötoimenpiteet käsitellään seuraavalla tavalla:

- tunnistetaan säästöpotentiaali (tarpeeton kulutus)
- tarkastellaan eri vaihtoehtoja säästöpotentiaalin toteuttamiseksi
- valitaan toteutuskelpoisista toimenpiteistä paras (suurin säästö tai paras panos-tuotto tai todennäköisimmin toteutettava)
- määritellään investointi, siitä syntyvä säästö sekä takaisinmaksuaika
- huomioidaan peräkkäin toteutettavien säästötoimenpiteiden kerrannaisvaikutus energiansäästöön. [17]

Säästötoimenpiteiksi ehdotetaan vain niitä ratkaisuja, joilla ei ole haitallisia seurannaisvaikutuksia, kuten sisäilmaston huonontuminen tai kosteustasapainon muuttuminen epäedulliseksi. Säästötoimenpiteet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

1. Kiinteistön käyttöön ja talotekniisiin järjestelmiin liittyvät toimenpiteet
2. Asukkaiden käyttötottumuksiin liittyvä potentiaali
3. Rakennetekniset säästötoimenpiteet

[17]

Näistä kiinteistön talotekniisiin järjestelmiin liittyvillä toimenpiteillä on tavanomaisesti suurin säästöpotentiaali kustannuksiin suhteutettuna.

## 2.8 Energiatodistus

Energiatodistuksen käyttöönottoon kansallisella tasolla velvoittaa EU:n rakennusten energiatehokkuutta koskeva direktiivi. Taustalla on myös huoli rakennusten energiankulutuksen hiilidioksidipäästöistä sekä energian tuontiriippuvuudesta. [4 s. 138] Rakennuksen energiatodistus on määrämuotoinen asiakirja, joka kertoo rakennuksen energiatehokkuudesta energiatehokkuusluvun kautta ja vertaa rakennusta muihin samantyyppisiin energialuokkien avulla. Energiatodistus asettaa rakennukset energiatehokkuusluvun avulla energialuokkiin välillä A-G luokan A ollessa paras ja G huonoin. Vuoden 2008 rakentamismääräysten mukaan rakennettu tavanomainen rakennus sijoittuu yleensä luokkaan D. [17] Lisäksi suurille asuinrakennuksille ja palvelukiinteistöille laadittava energiatodistus esitetään toimenpide-ehdotuksia energian säästämiseksi sekä osoittaa toimenpiteiden vaikutuksia energiankulutukseen.

Rakennusten energiatodistuksia on kolmea tyyppiä:

- Pienten asuinrakennusten energiatodistus pientaloille ja enintään kuuden asunnon taloyhtiöille laadittava energiatodistus on aina laskennallinen ja se laaditaan 10 vuodeksi.
- Muille rakennuksille tarkoitettu energiatodistus koskee suuria asuinrakennuksia sekä palvelukiinteistöjä ja on voimassa 4 vuotta.
- Isännöitsijäntodistukseen sisältyvä energiatodistuksen laatii yleensä isännöitsijä taloyhtiön käyttöön. Tämä ei sisällä korjausehdotuksia.

Isännöitsijäntodistukseen sisältyvä energiatodistus poikkeaa muista energiatodistuksista siinä, että energiatalouteen liittyviä parannusehdotuksia ei ole esitetty. Isännöitsijänto-

distukseen sisältyvä energiatodistus toimii tietopakettina rakennuksen energiankulutuksesta asunnon tai liiketilan ostajalle tai vuokralaiselle.

Energiatodistus on suuressa uudisrakennuksella voimassa neljä vuotta. Kun olemassa olevalle kiinteistölle laaditaan energiakatselmukseen perustuva tai erillinen energiatodistus, on voimassaoloaika 10 vuotta. Isännöitsijäntodistukseen sisältyvä energiatodistus on voimassa saman aikaa kuin isännöitsijäntodistus. Käytännössä isännöitsijäntodistukseen sisältyvä energiatodistus päivitetään vuosittain uusien kulutuslukemien perusteella. Energiatodistus tarvitaan lain mukaan rakennusta, sen osaa tai hallintaoikeutta myytäessä tai vuokrattaessa. Energiatodistusta ei vaadita korjausrakentamishankkeissa. Energiatodistus on kuitenkin suositeltavaa päivittää rakennuksen energiatehokkuutta muuttaneen remontin jälkeen. Uusien rakennusten energiatodistus perustuu arvioihin, olemassa olevien puolestaan toteutuneisiin arvoihin. [19] Energiatodistuksen päivittäminen kannattaa hoitaa vasta vuoden kuluttua energiankulutukseen merkittävästi vaikuttavasta korjauksesta, kun vuoden energiankulutuslukemat on saatavissa.

## 2.9 LVIS - erillistarkastukset

Kiinteistön LVIS -erillistarkastuksissa tarkastuksessa testataan ja selvitetään säännöllisesti LVIS -teknisten laitteiden tekninen kunto, käyttö, hoito, huollon toimivuus, toiminnan ja tavoitteiden vastaavuus sekä korjaus- ja uusimistarpeet. Tarkastuksien tavoitteena on seurata LVIS -teknisten laitteiden toimintaa ja reagoida ennalta vikaantumisesta kertoviin merkkeihin.

LVIS -järjestelmiin kohdistuu usein energiataloudellisesti suurimmat säästöpotentiaalit. Lisäksi näiden säästöpotentiaalien saavuttaminen on useimmissa tapauksissa mahdollista pelkän laitteistojen säädön avulla. LVIS -järjestelmiin kohdistuvat korjaukset ovat kustannuksiltaan merkittävimpiä kiinteistön korjauksien joukosta. Oikea-aikaisilla korjauksilla voidaan saavuttaa merkittävää etua, kun ei suoriteta tarpeettomia korjauksia, mutta ei myöskään käytetä turhaa rahaa vanhan järjestelmän ylläpitokorjauksiin.

LVIS -järjestelmien energiatalouden tarkastuskohteita ovat muun muassa:

- sisälämpötilat ja poikkeamien syyt
- ilmapirrat ja käyntiajat
- lämpimän käyttöveden lämpötila ja poikkeamien syyt
- säätölaitteet, ohjauskello ja termostaatit
- ilmanvaihdon lämmön talteenotto
- maahan asennetut putkistot
- vesijohtoverkoston painetaso ja putkiston lämmöneristys
- vesikalusteet, WC-kalusteet, lämminvesivaraajat
- lämpö-, paine-, sähkö-, vesi- ja kaukolämpömittarit kylmätilojen laitteet ja uimaallaslaitteet

[10]

Tarkastusten yhteydessä tehtäviä LVI-tekniisiä mittauksia ovat esimerkiksi

- sisälämpötilat pistokokein asunnoista ja yleistiloista

- poistoilmavirrat poistoilmaventtiileistä pistokokein
- vesikalusteiden virtaamat ja veden paineet verkoston ääripäissä
- lämpimän käyttöveden odotusaika pistokokein nousulinjojen ääripäistä
- kattilalaitosten palamisarvot

Sisälämpötilamittauksia tehdään ainoastaan lämmityskauden aikana. [10]

## 2.10 Muut tarkastukset

Edellä mainittujen tarkastusten lisäksi on olemassa useita kiinteistön tai sen osan kuntoa ja ominaisuuksia selvittäviä tarkastuksia. Tällaisia tarkastuksia ovat esimerkiksi:

- asbestikartoitukset
- kosteus selvitykset
- kylpyhuonetarkastukset
- hormitarkastukset
- tele- ja datayhteyksien tarkastukset
- turvallisuus- ja pelastussuunnitelmien tarkastukset
- esteettömyystarkastukset
- kaava- ja lupaehtojen noudattamisen tarkastukset
- kiinteistön käytön ja huollon auditoinnit
- tekniset Due Dilligence –selvitykset
- ympäristösertifikaatit
- kevennetyt kuntoarviot

Suurin osa näistä tarkastuksista on vielä markkinoilla vakiintumattomia ja niiden sisällöt voivat poiketa toisistaan eri toteuttajien välillä.

## 2.11 Arvio kiinteistön kunnan arviointimenetelmien toimivuudesta ja käyttökelpoisuudesta

Kiinteistön kunnan arviointimenetelmiä arvioidaan kuntotodistuksen ja kuntoarvion osalta. Kuntotodistus on jäänyt varsin vähän käytetyksi kiinteistön arviointimenetelmäksi, kun taas kuntoarvioita tehdään runsaasti.

### 2.11.1 Kuntotodistus

Kuntotodistus ja sen hankkiminen on lähes aina voimakkaasti yhteydessä tarpeeseen hankkia kuntoarvio jostain muusta syystä. Vaikka kuntotodistus annetaan 10 vuoden korjaustarpeen perusteella, on se voimassa neljä vuotta. Hyvään kiinteistönpitoon kuuluvan 10-vuoden päähän ulottuvan PTS-suunnitelman taustalla on aina kuntoarvio. PTS-suunnitelman tarkentamiseksi ja korjaustoiminnan suunnitelmallisuuden ylläpitämiseksi on viiden vuoden kohdalla syytä tehdä suunnitelman ja kuntoarvion päivitys.

Näihin viiden vuoden sykleihin kuntotodistuksen neljän vuoden voimassaoloaika ei sovellu hyvin.

Kuntotodistus kuvaa nimensä mukaisesti rakennuksen kuntoa, ei niinkään arvoa. Kuntotodistuksen laskennassa huomioidaan myös miten hyvin korjauskustannuksista kyetään suoriutumaan huomioimalla vuokrattavien tilojen osuus kiinteistöstä. Tämä voi antaa vääränlaisen kuvan laadukkaasti rakennetusta taloyhtiöstä, joka ei omista vuokra-tiloja, mutta on vakavarainen ja hyvin pidetty. Kuntotodistuksen hyväksikäyttö markkinoinnissa on varsin hankalaa, sillä varsinkin vanhemmissa kiinteistöissä viiden tai neljän tähden saavuttaminen on erittäin vaikeaa, kolme tähteä antaa vaikutelman keskinertaisuudesta ja kaksi tai yksi tähteä ei houkuttele julkistamaan tulosta asunnon myynti-ilmoituksessa. Lisäksi kuntotodistus ei ole yleistynyt siinä määrin, että ostaja voisi vertailla saman alueen eri taloyhtiöiden kuntoarvioita. Toisesta tavoitteestaan, tiedon välittäminen ostajaehdokkaille kiinteistön kunnosta, kuntotodistus ei nykytilanteessa suoriudu. Kuntotodistus puolestaan pääsääntöisesti kykenee täyttämään ensimmäisen tavoitteensa, tiedon välittämisen osakkaille ja hallitukselle kiinteistön kunnosta. Kuntotodistuksen yhdestä A4 paperista voidaan selkeästi nähdä kuntoluokan lisäksi, arvio kokonaiskorjaustarpeesta €/m<sup>2</sup>/vuosi kymmenen vuoden aikana, korjaustarve rakennusosittain 10 vuoden aikana, sekä arvio korjaustoiminnan suunnitelmallisuudesta. Selkeän ja tiivistä muotoillun viestin avulla osakkaat saavat informaation korjaustarpeesta ja kustannuksista, mikä mahdollistaa päätöksenteon faktapohjalta yhtiökokouksissa.

### 2.11.2 Kuntoarvio

Kuntoarvion tavoitteet: kiinteistön kunnossapidon edistäminen sekä oikein toteutetut ja ajoitetut korjaustoimenpiteet; voidaan saavuttaa, jos kuntoarvio on laadittu asianmukaisesti ja kiinteistön omistajat päättävät noudattaa kuntoarvion suosituksia. Kiinteistön kuntoarvio voimakkaasti aistinvaraisena tutkimuksena pohjautuu kuntoarvioijan ammattitaitoon ja kokemukseen. Kuntoarvio on ennen kaikkea kuntoarvioijan mielipide kiinteistön kunnosta, joten arvioiden taso voi vaihdella arvioijasta riippuen. Kuntoarvioijan asema PTS-ohjelmaa laadittaessa voi myös olla ongelmallinen. Jos kuntoarvioija ei tee korjausehdotuksia kaikista havaitsemistaan korjaustarpeista, voidaan tulkita, että korjaustarpeita ei ole havaittu. Jos kuntoarvioija puolestaan kirjaa kaikki havaintonsa korjausohjelmaan, hänen nähdään nostavan esille tarpeettomiakin korjaustarpeita [20]. Kehittämistarvetta voidaan nähdä kuntoarvioijien ja kiinteistön omistajien välisessä viestinnässä liittyen korjausten merkitysten esilletuontiin. Rahallisen vaikutuksen esilletuominen myös korjaamattomuuteen toisi korjaamisen tärkeyden ja edut selvästi esille.

Nykyisen toimintatavan mukaan laaditaan PTS-suunnitelma kuntoarvion perusteella. PTS on kuitenkin kokonaisuutena merkittävämpi kuin yksittäinen kuntoarvio. PTS-suunnitelmassa on mukana sellaisia elementtejä, kuten kustannustietoa ja korjaustapoja, jotka menevät jo suunnittelun puolelle. Kuntoarvioija ei välttämättä tällaiseen suunnitteluun pysty, eikä se myöskään ole kuntoarvion tarkoitus. PTS-suunnittelua tulisi kehittää omaksi suunnitteluprosessiksi, jota kuntoarviot aika-ajoin tarkentavat. PTS:n sisältöä voidaan kehittää vielä paljon paremmin palvelemaan kiinteistönomistajan tarpeita.

Energiatehokkuus tulee esille tavanomaisessa kuntoarviossa lähinnä keskivertokulutukseen vertaamalla. Tietoa energiakorjauksien tarpeesta tai energiakorjauksien kannattavuudesta tavanomaisten korjausten yhteydessä ei saada. Laajennettu energiataloudellinen selvitys kuntoarvion osana puolestaan antaa tietoa havaituista energiataloudellisista poikkeamista sekä suositeltavista energiataloudellisista toimenpiteistä kustannusarvioineen ja säästövaikutuksineen. Laajennettu energiataloudellinen selvitys tuo huomattavaa lisäarvoa kuntotutkimukselle, koska se tarjoaa selvityksen johon kuuluvat rakennustekninen sekä energiataloudellinen korjaustarve.

Kuntoarviot eivät tuo esille kaikkea käyttäjien turvallisuuteen, terveyteen ja tyytyväisyyteen vaikuttavia seikkoja. Tätä puutetta paikkaamaan on Tapio Karhu diplomityössään *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen* kehittänyt *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* [1], jonka graafisesta lopputuotteesta pystytään näkemään yhteenveto kiinteistönpidon laadusta.

## **2.12 Arvio kiinteistön energiatehokkuuden arviointimenetelmien toimivuudesta ja käyttökelpoisuudesta**

Energiatehokkuuden arviointimenetelmiä arvioidaan energiakatselmuksen ja energiatodistuksen osalta. Energiatodistuksesta on tullut monessa tapauksessa pakollinen hankinta ja lainsäädännön kiristyessä energiatodistukseen liittyvät vaatimukset tulevat lisääntymään. Sekä energiakatselmus että energiatodistus tarjoavat kiinteistön omistajille tietoa tavoista parantaa kiinteistön energiataloutta. Isännöitsijäntodistukseen liittyvä energiatodistus puolestaan ei tarjoa parannusehdotuksia, vaan keskittyy nykytilan toteamiseen.

### **2.12.1 Energiakatselmus**

Energiakatselmuksessa haetaan tapoja pienentää sähkön, lämmitysenergian ja veden kulutusta sekä vertaillaan vaihtoehtoisia tapoja keskenään ja pohditaan niiden kannattavuuksia. Toimenpiteet voidaan jakaa kiinteistön käyttöön ja talotekniikkaan vaikuttaviin, asukkaiden käyttötottumuksiin vaikuttaviin ja rakennuksen vaippaan vaikuttaviin.

Merkittävimmät tulokset saadaan yleensä kiinteistön käyttöön ja talotekniikkaan liittyvillä ratkaisulla. Energiakatselmuksen pohjalta voidaan saada huomattavia energiansäästöjä pelkästään asettamalla taloteknisiin järjestelmiin optimoidut säädöt. Talotekniikan säätöjen merkitys on kiinteistön energiataloudessa suuri ja jo pelkästään tästä syystä laadukkailla energiakatselmuksilla on mahdollisuus aikaansaada nopeita tuloksia pienillä kustannuksilla. Talotekniikan säätöjen vaikutusaika on kuitenkin lyhyempi, kuin varsinaisilla energiakorjauksilla.

Asukkaiden käyttötottumuksiin vaikuttavat ratkaisut puolestaan ovat yksinkertaisia selvittää mutta vaativia toteuttaa, sillä kohde ei ole luonteeltaan tekninen. Käyttötottumuksiin vaikuttamalla on usein mahdollista saada aikaan merkittävä energian- ja veden säästö. Asukkaiden käyttötottumuksiin vaikuttaminen on kuitenkin usein haastavaa. Todellinen asukkaisiin vaikuttaminen jää usein vähälle ja ratkaisut ovat luonteeltaan



kuitenkin teknisempiä kuin tietoa antavia ja ohjaavia esim. vettä säästävät vesikalusteet. Asukkaiden käyttötottumuksiin vaikuttaminen on usein jäänyt vähäiseksi, vaikka energiansäästöpotentiaali on suuri. Esimerkiksi aktiivisten tiedottamisjärjestelmien ja asun- tokohtaisen kulutusseurannan luomisella voidaan käyttötottumuksia saada muutettua kiinteistönomistajille edullisemmiksi, jos kulutusmittauksen yhteyteen on asetettu tavoite- tarvo tai vertailukohde.

Rakennuksen vaippaan vaikuttavat toimenpiteet ovat yleensä investointikustannuk- siltaan merkittävästi suuremmat kuin talotekniikan säädöt tai käyttötottumuksiin vaikut- taminen. Energiakorjaukset tulevat kannattaviksi yleensä vain yhdistettyinä tavanomai- seen teknisestä kunnosta johtuvaan korjausrakentamiseen. Ilman kuntoarvioon ja tutki- muksiin pohjautuvia tietoja kiinteistön teknisestä kunnosta, on energiansäästötoimenpi- teitä hankala suunnitella toteutettavaksi rakennusosien ja laitteistojen uusimisten ja kunnostuksien yhteydessä. Energiakatselmoija usein pystyy päättämään rakennusosien käyttöiät ja korjauskustannukset kokemuksen perusteella varsin tarkasti, mutta jos käy- tettävissä ei ole PTS-suunnitelmaa, mistä näkisi korjausten aikataulun, on energiansääs- tötoimenpiteiden suunnittelu vaikeaa. Jotta rakenneteknisiin korjauksiin ja järjestelmien uusimisiin liittyvät energiakorjaukset saataisiin suunniteltua yhdeksi kokonaisuudeksi muiden energiansäästötoimenpiteiden kanssa, tulisi prosessi suorittaa samassa yhteydes- sä kuin PTS:ään tähtäävä rakennuksen kuntoarvio. Energiakatselmus ei kuitenkaan ole saavuttanut asunto-osakeyhtiöissä samanlaista suosiota kuin vuokratotaloyhtiöissä. Ener- giakatselmuksesta tulisi saada houkuttelevampi palvelu myös asunto-osakeyhtiöille.

### **2.12.2 Energiatodistus**

Energiatodistus tavoitteena on antaa kiinteistönostajalle suuripiirteinen kuva kiinteistön energiankulutuksesta. Energiatodistus on pakollinen uudisrakentamisen lisäksi myös tavanomaisen kerrostalokiinteistön osaa tai hallintaoikeutta myyessä. Energiatodistus on ollut merkittävä parannus rakennusten energiatehokkuuden arviointiin tuodessaan vertailukelpoista informaatiota rakennustyypeittäin. Karkealla tasolla tapahtuva kiinteis- töjen välinen vertailu tuo arvokasta lisätietoa kiinteistöjen ostajille ja myös omistajille. Energiatehokkuusluvun laskenta on tehty yksinkertaiseksi ja edulliseksi toteuttaa. Yk- sinkertaisuuden hintana on kuitenkin se, että energiatehokkuusluvun ja -luokan laske- misprosessi pohjautuu vahvasti nykyisyyteen, eikä käyttö tulevaisuuden korjauksia suunniteltaessa ole mielekäästä. Mittarina energiatehokkuusluku mittaa ainoastaan nyky- hetken energiatehokkuutta, ei ympäristöarvoja, eikä taloudellisia arvoja.

Tärkeämpää kuin energiatehokkuusluku ja energialuokat ovat energiatodistuksessa esitettävät huomiot ja toimenpide-ehdotukset. Niiden avulla nähdään, minkä suuruiseen energiankulutukseen on mahdollista päästä, jos esitettyjä toimenpiteitä toteutetaan. Par- haassa tapauksessa tämä kannustaa kiinteistön omistajia kehittämään kiinteistöään ener- giataloudellisempaan ja myös kokonaistaloudellisempaan suuntaan. Isännöitsijäntodis- tukseen sisältyvään energiataodistukseen ei kuitenkaan kuulu toimenpide-ehdotuksia. Erillisen energiataodistuksen sekä energiakatselmuksen yhteydessä tehdyn energiataodis-

tuksen 10 vuoden voimassaoloajat sopivat hyvin PTS-suunnitelman 5-10 vuoden sykliin.

Energiatehokkuusluvun laskennassa taloyhtiösähkö nähdään yhtenä, kuluja muodostavana yksikkönä. Tämä yksinkertaistus mahdollistaa nopean laskennan mutta johtaa myös epätarkkuuksiin. Energiatehokkuusluvun laskennassa erillissähkölämmitysten, kuten autopaikkojen sähkötolpat tai autotallin lämmitys, energiankulutus tulisi nähdä asukkaiden henkilökohtaisena kulutuksena eikä niinkään taloyhtiön. Asukkaat maksavat sähkötolpista ja autotallipaikoista vuokraa, joka ylittää energiankulutuksesta aiheutuvan kulun. Myös taloyhtiön maksullisten saunavuorojen sähkönkulutus kompensoituu saunavuoromaksuilla. Sähkötolppien, autotallien ja saunavuorojen energiankulutus tulee eriyttää muusta taloyhtiösähköstä, koska muusta taloyhtiösähköstä poiketen edellä mainittuihin käytetty sähkö tuottaa taloyhtiölle tuloja ja asukkaille lisäpalvelua. Energiankulutus kyseisiltä osa-alueilta saataisiin helposti pudotettua nolnaan, mutta tämä johtaisi säästöä merkittävämpään tulojen laskuun. Energiatehokkaammilla ratkaisuilla saadaan toki enemmän voittoa taloyhtiölle tai edullisemmat palvelut asukkaille ja energiansäästöön kuuluukin panostaa, mutta energialaskennassa nämä osa-alueet tulee erottaa omaksi kokonaisuudekseen. Ratkaisu kestää myös ekologisen tarkastelun, sillä autojen lämmityksellä saavutetaan pienempi polttoaineenkulutus ja pienemmät kaasua ja hiukkaspäästöt.

Jäähdytyksessä tapahtuvien muutosten huomioiminen energiatodistuksen laskennassa johtaa epärealistisiin tuloksiin. Jos energiakorjauksen yhteydessä toteutetaan ilmastointijärjestelmän korjaus, jossa ilmastointijärjestelmään lisätään jäähdytysominaisuus, ei energiatehokkuuslukua todennäköisesti saada paremmaksi, vaikka energiaa säästyisi-kin runsaasti. Tämä johtuu siitä, että energiatehokkuuslukua laskettaessa tulee tietää jäähdytysenergian määrä ja jos määrää ei tiedetä, koska järjestelmää ei ole käytetty, käytetään jäähdytysenergian osuutena 50 % kiinteistösähköstä. Kiinteistösähköön puolestaan luetaan yhteistilojen valaistuksen, talotekniikkalaitteiden (poisluettuna tilalämmitys ja veden lämmitys), hissien, kylmävarastojen, kiinteistösaunojen ja autosähkötolppien vuotuinen energiankulutus. Tämä 50 % kiinteistösähköstä kerrotaan vielä kylmäntuottolaitteen valmistajan ilmoittamalla varmennetulla kylmäkertoimella. Jos kylmäkerrointa ei tunneta, koska hankittava laite ei ole selvillä, käytetään kertoimen arvona kompressorikoneilla 3 ja vapaajäähdytinjärjestelmällä 5. [19] Tämä aiheuttaa valtavan epäsuhdan jäähdytysjärjestelmän todellisen energiankäytön kanssa ja saa energiakorjauksen helposti näyttämään järjettömältä. Jäähdytystä käytetään muutamana viikkona kuumimpien kesäkuukausien aikaan, eikä sen merkitys kokonaisenergiankulutuksessa ole merkittävä. Suomen olosuhteissa vuosittainen hellejakso on keskimäärin noin 10 päivää. Jäähdytys puolestaan lisää asumismukavuutta, asumisterveyttä ja kiinteistön arvoa. Jos energiakorjauksessa toteutetaan jäähdytyksen lisäys ilmastointiin, ei energiatehokkuuslukua tule ottaa mukaan tarkasteluun. Kun jäähdytysenergian kulutus on vuoden kuluttua todettu, on silloin aikaisintaan järkevää laatia kiinteistölle energiatodistus tarkalla energiatehokkuusluvulla. Epätarkkuutta laskelmien todenperäisyyteen aiheuttavat myös asukkaiden henkilökohtaiset jäähdytys- ja lämmityslaitteet, joiden energianku-

lutuksen syyt ovat rakennuksessa, mutta joita ei huomioida rakennuksen energiankulutuksessa.

Energiatodistus ei nykyisessä muodossaan ota huomioon tuotetun energian alkuperää, eikä siten anna juurikaan kuvaa ympäristövaikutuksista. Energiantuotannossa syntyvän hiilidioksidin, muiden kasvihuonekaasujen sekä pienhiukkasten määrä vaihtelee huomattavasti riippuen energian tuotantomuodosta. Ympäristövaikutusten mukaan ottaminen on yksi energiatodistuksen tärkeimmistä kehitysmuodoista tulevaisuudessa. Ajattelutapaa on muutettava pelkämästä energiansäästöä luonnonvarojen säästöön ja päästöjen vähentämiseen, mikä tarkoittaa primäärienergian kulutuksen sekä hiilidioksidipäästöjen vähentämistä [21 s.29].

Energiatodistuksen laskennassa käytettävä vuotoilmavirta lasketaan  $n_{50}$ -luvun avulla.

$$q_{v, \text{vuotoilma}} = n_{50} \cdot V / (25 \cdot 3600)$$

- $n_{50}$ -luku ilmoittaa, kuinka monta kertaa tunnissa rakennuksen ilma vaihtuu 50 Pa:n ali- tai ylipaineella.
- $V$  on rakennuksen tilavuus  $\text{m}^3$ . [22]

Rakennuksen tilavuus ei kuitenkaan ole korrelaatiossa vuotoilman määrään riittävässä määrin, sillä ilman vuotamisen kannalta oleellista ei ole tilavuus, vaan rakennusvaipan pinta-ala.

Energiatodistuksen vahvuudet ovat selkeässä esitystavassa, kuluttajille välitetyssä informaatiossa sekä energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet ja niiden analyysi. Energiatodistuksen heikkoudet puolestaan liittyvät energiatehokkuusluvun laskentaa sekä ympäristönäkökulman huomioimiseen.

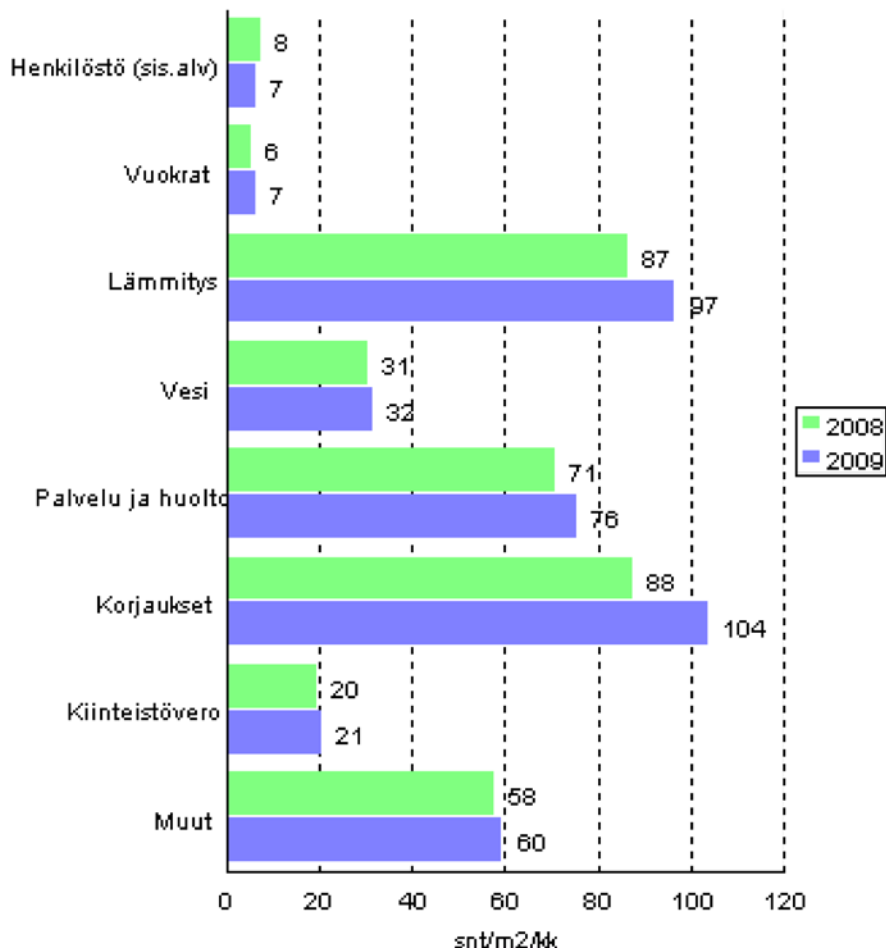
## 2.13 Suunnitelmallisen huollon ja kunnossapidon merkitys kiinteistön kunnan ja kustannusten kannalta

Käytön aikana elinkaaritalon toiminnan edellytyksenä on ammattimainen kiinteistön huolto ja hoito. Merkittävin vaikutus on taloteknisellä huollolla, sen suunnittelulla ja toteutuksella. Kaikilla huollon toimenpiteillä kiinteistöä ylläpidetään vaaditulla teknisellä tasolla ja palvelutasolla. Huoltokirja ja huolto-ohjelma toimivat päivittäisen ohjauksen välineinä. [23]

Kiinteistön tekniseen huoltoon sisältyy yleensä menekkiseuranta, joka kuvataan huoltokirjassa. Menekkiseurannan voi toteuttaa oma henkilöstö, huoltoliike tai erillinen konsultti. Energian tavoitelaskenta tuo esille nykyisen kulutuksen poikkeamat, jotka voivat kertoa esimerkiksi taloteknisten laitteistojen kulumisesta tai vioittumisesta. [15]

Huoltokirjan liitteenä oleva PTS puolestaan ohjaa huoltoa liittyen laitteistojen jäljellä oleviin käyttöikiin sekä tuleviin suurempiin korjauksiin. Suunnitelmallisella huollolla voidaan vaikuttaa energian- ja vedenkulutukseen sekä huollon ja korjauksien kustannuksiin. Yhdessä nämä tekijät muodostavat lähestulkoon kaikki merkittävät kiinteistöön kohdistuvat kustannukset (kuva 2.9).

## Kerrostaloasunto-osakeyhtiöiden hoitokulut 2008 - 2009



**Kuva 2.9** Kerrostaloasunto-osakeyhtiöiden hoitokulut 2008–2009 [24]

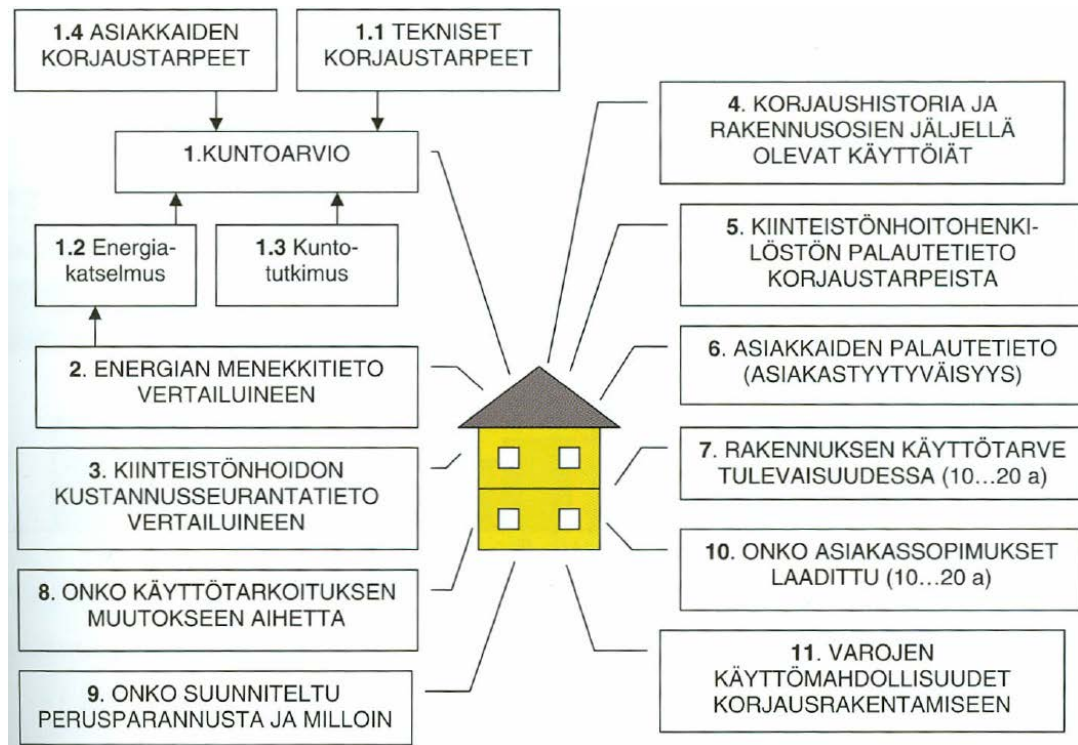
Kiinteistönhoidon suunnittelu lähtee kiinteistön ominaispiirteistä teknisten vaatimusten osalta ja loppu tulee asukkaiden edellyttämistä palvelullisista ja toiminnallisista tarpeista. Talotekniikka muodostaa asuinkerrostalossa toiminnallisen ytimen, josta riippuu keskeisin osa elinkaaren aikaisista kuluista. Talotekniikka on nähtävä kokonaisuutena, jota on huollettava ammattimaisesti ja valmistajien ohjeiden mukaisesti. [25 s.252–253]

Rakennuksen tiiviys sekä seinien, ikkunoiden ja kattorakenteiden vedenpitävyys muodostavat keskeisen osan rakennusteknisessä huollossa. Kulutusten muutosten ja mahdollisten poikkeamien kautta etsitään ongelmien aiheuttajat. Rakennustekniikan huollon osalta parhaisiin tuloksiin päästään, kun keskitytään huoltokirjaan määritellyllä tiheydellä yksittäisten rakennusosien määräaikaistarkastuksiin. Seinien, ikkunoiden ja katon vedenpitävyyttä seurataan jatkuvasti ja vuotokohtat korjataan välittömästi, ennen kuin vaurioita ehtii syntyä. [25 s.252–253]

### **3 PITKÄN AIKAVÄLIN KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU**

Asunto-osakeyhtiölaki edellyttää, että yhtiön hallitus antaa varsinaisessa yhtiökokouksessa selvityksen seuraavan viiden vuoden ajalta niistä kunnossapitoon liittyvistä korjauksista, jotka vaikuttavat huoneistojen käyttöön, yhtiövastikkeeseen tai muihin kustannuksiin. [26] Tarkoituksena on kiinnittää yhtiön hallituksen ja osakkeenomistajien huomio kiinteistön kunnossapitoon pitkällä tähtäimellä sekä mahdollistaa rahoituksen suunnittelu.

PTS eli pitkän tähtäimen korjausohjelma on selvitys, joka laaditaan kuntoarvion pohjalta ja jossa tulevien vuosien korjaustyöt ajoitetaan niiden kiireellisyyden ja kiinteistöstrategian perusteella järkevästi. [27 s.30–37] PTS-suunnitelma on korjausrakentamisen tarve- ja hankesuunnitteluasiakirja, jolla määritellään kiinteistön korjaustarve pitkälle tulevaisuuteen. Pitkäjänteisen suunnittelun tarkoituksena on tuoda esiin merkittävien rakennusosien uusimisajankohdat, jotta ne eivät tulisi yllätyksenä. PTS-suunnitelmaan linkittyy suuri määrä muita kiinteistönpitoon liittyviä suunnitelmia ja dokumentteja kuvan 3.1 mukaisesti. PTS-suunnitelman laadinta on kuitenkin usein vain kuntoarvion osa, vaikka PTS-suunnitteluun liittyy paljon muutakin ja kuntoarvio on vain osa PTS-suunnittelua. Informaation tulisi kulkea ja keskittyä PTS-suunnitelmaan.



**Kuva 3.1** PTS-suunnitelman laadinta, jossa on huomioitu myös kuntoarvion ulkopuolisia näkökulmia [6 s.57]

Jotta saataisiin aikaan kuvan 3.1 mukainen vuorovaikutus, on PTS-prosessia kehitettävä jatkuvasti ylläpidettäväksi ja täydennettäväksi prosessiksi. Kun kuntoarvion pohjalta laaditaan PTS-suunnitelma ja esitetään esim. joidenkin rakenneosien kuntotutkimuksia tai energiakatselmusta, ei PTS-suunnitelmaa näiden jälkeen tavallisesti päivitetä vastaamaan uusimpia tietoja.

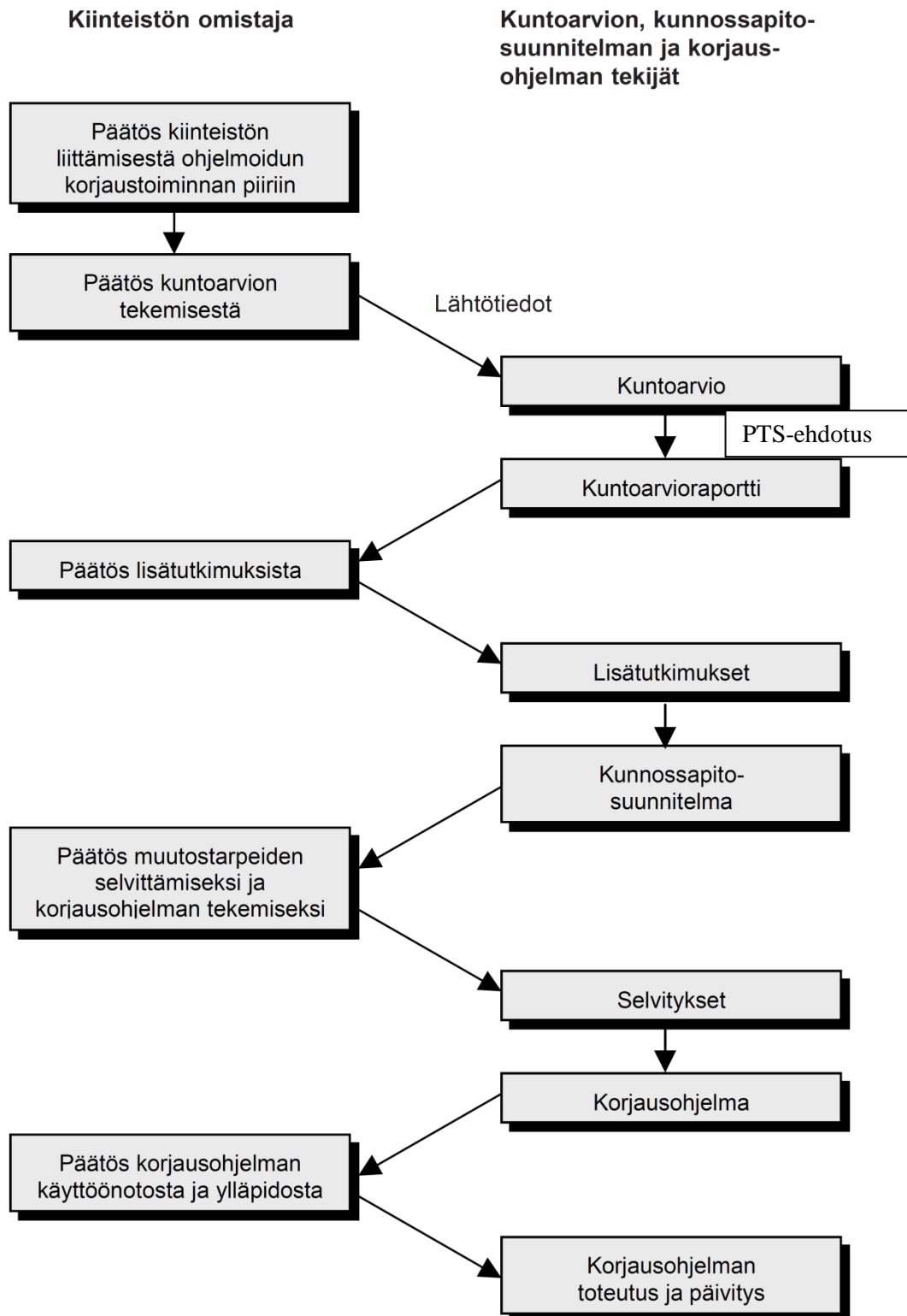
### 3.1 PTS:n laadintaprosessi

Pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelman laadintaprosessi lähtee liikkeelle kiinteistön omistajien tarpeesta saada selvitys korjaustarpeesta tai omistajien halusta tehdä kiinteistönpidosta suunnitelmallista, ennakoivaa ja ammattimaista. Asunto-osakeyhtiömaailmassa päätös PTS-suunnitelman hankkimisesta ja kuntoarvion teettämisestä tehdään yleensä hallituksen kokouksessa.

Kun päätös on syntynyt, lähetetään tarjouspyyntö yhdelle tai useammalle kuntoarvioita suorittavalle yritykselle. Tarjouspyynnöt lähettää usein isännöitsijä. Tarjouspyynnössä annetaan kiinteistöstä laajuustietoja, joiden perusteella tarjouksen voi hinnoitella. Kuntoarvion laajuus ja sisältö voidaan määrittellä tarjouspyynnössä viittaamalla KH -korttiin 90–00294. Kun on päädytty valitsemaan kuntoarvion toteuttaja, tehdään suoritettavasta työstä sopimus ja toimitetaan kuntoarvioijille tarvittavat lähtötiedot. Lisäksi sovitaan asukaskyselyiden teettämisestä sekä kiinteistötarkastuksen aikataulusta ja yhteyshenkilöstä.

Kuntoarvio on tärkein perusta PTS-suunnitelmalle. Kiinteistötarkastuksessa kiinteistössä vierailaan ja arvioidaan rakennusosien tekninen kunto ja korjaustarpeet. Samalla selvitetään rakennusosien elinkaari, korjaushistoria ja jäljellä olevat käyttöiät. Kuntoarvioon kuuluu myös perustasoinen energiatalouden arviointi, joka tehdään energian menekkitietojen perusteella. Energian menekkitietoja tarvitaan koko rakennuksen korjaustoiminnan suunnittelussa. Kiinteistöhenkilökunnan palautetiedon perusteella voidaan saada tärkeää informaatiota rakennuksen korjaustarpeesta. Aukkaiden palautteiden perusteella saadaan tietoja kiinteistön vioista ja puutteista sekä asumismukavuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Kuntoarvioprosessi etenee kuvan 3.2 mukaisesti. Kuntoarvion perusteella, kustannuslaskennan ja aikataulusuunnittelun avulla saadaan PTS-ehdotus, joka usein sisältää vielä tarkentavia tutkimuksia. Kun riittävät tiedot rakennuksen nykykunnosta on saatu, voivat kiinteistönomistajat hyväksyä kuntoarvioijien laatiman ehdotuksen PTS-suunnitelmaksi.



**Kuva 3.2** Prosessikuvaus kuntoarviosta korjausohjelmaan [28]



### 3.2 PTS:n sisältö

Kuntoarvio ja siihen liittyvä PTS-ehdotus tilataan usein tehtäväksi KH -kortin 90-00294 mukaisesti, jolloin toteutuksessa tulee huomioida kortin esittämät pakolliset vaatimukset. PTS-ehdotuksessa esitellään korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteiden kustannusehdotukset kuntoarvion laadintahetken kustannustasossa sekä ehdotus toteutusaikatauluksi. Kiinteistön omistajille kuntoarvion PTS-ehdotus on kunnossapitosuunnitelman ja korjausohjelman lähtökohta. Ehdotuksen tarkistaminen ja hyväksyminen on kiinteistön omistajien asia.

Kuntoarvioon liittyvässä kiinteistötarkastuksessa arvioidaan taloyhtiön kunnossapitovastuun piiriin kuuluvat 0-10 vuoden aikajänteelle ajoittuvat korjaustarpeet. Tarpeellisille korjauksille arvioidaan alustavasti korjauksen tyyppi, toteutuskustannukset arviointihetkellä sekä suositeltava toteutusajankohta.

Kaikkien rakenneosien kunnan aistinvarainen arviointi ei aina onnistu riittävällä tarkkuudella ja varsinkin alustavan korjausmenetelmän raskauden arviointi voi olla aistinvaraisesti mahdotonta. Kuntoarvioijat ehdottavat tällaisissa tapauksissa lisäselvityksiä tarpeen mukaan. Tilaaja teettä kuntoarvioraportissa ehdotetut tarvittavat lisätutkimukset ja laadituttaa tai laatii PTS-ehdotuksen pohjalta kiinteistölleen kunnossapitosuunnitelman. PTS-ehdotus laaditaan sellaisessa muodossa, että tilaaja pystyy käyttämään sitä omissa atk-järjestelmissään. [10]

Kuvan 3.3 tapaisessa PTS-taulukossa esitetään kaikki kuntoarvioinnin päänimikkeistön nimikkeet riippumatta siitä, kohdistuuko niihin tarkastelujaksolla toimenpideehdotuksia. Kunkin toimenpiteen kustannukset esitetään arviointihetkellä ja niihin sisällytetään suunnittelu-, rakennuttamis-, toteutus-, ja valvontakustannukset. Taulukkoon merkitään myös ovatko kustannusarviot arvonnalisäveron sisältäviä vai eivät. Lisäksi käytettävä arvonnalisäveroprosentti esitetään, sillä se voi vaihtua ajan kuluessa. Korjausten määrätiedot esitellään siinä laajuudessa, kuin niitä on tarvittu kustannusarviota laadittaessa. Aluerakenteiden ja rakennustekniikan, LVI-järjestelmien ja sähkö- ja telejärjestelmien toimenpiteet voidaan esittää omina taulukkoinaan. Samalle vuodelle osuvien korjaustoimenpiteiden kustannukset lasketaan yhteen ja esitetään vuotuisina kokonaiskustannuksina. Lopulliset korjausvuodet ja toteutettavat korjaukset päättää kuitenkin kiinteistön omistaja. [10]

Asunto Oy Esimerkki

pvm \_\_\_\_\_  
päivitetty \_\_\_\_\_

Aluerakenteiden ja rakennustekniikan PTS-ehdotus

Raportin koodi	Toimenpide-ehdotukset	Kunto-luokka	Määrä-arvio	Kuntoarvio (x 1000 euroa) ja arvioitu toteutusvuosi												2012-2021	
				2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
6	Viherrakenteet	1															
7	Päällysrakenteet	2															
	Pohjatutkimuksen teettäminen						2										
	Painumien korjaaminen, maamassojen vaihtaminen		550 m2					17									
	Asfaltin uusiminen, betoniportaiden kunnostus		550 m2					20									
6	Aluevarusteet	1															
9	Ulkopuoliset rakenteet																
	Betoniportaiden kunnostus (sis. D7, asfaltin uusim.)	2															
	Jätekatoksen rakentaminen	1													12		
1	Perustukset	1															
2	Rakennusrunko	1															
3	Julkisivu																
	Tiilimuuraukset	1															
	Sokkelin kunnostus ja maalaus	2	60 m2				5										
	Paneeliseinien osittainen uusiminen	2	70 m2											4			
	Paneeliseinien huoltomaalaus	2	140 m2											3			
32	Ikkunat																
	Huoneisto- ja parvekeikkunoiden huoltomaalaus	2	114 kpl											11			
	Huoneisto- ja parvekeikkunoiden uusiminen	2	114 kpl													138	
33	Ulko-ovet																
	Autotallin ovien huoltomaalaus	3	12 kpl				2										
	Parvekeovien huoltomaalaus	2	27 kpl											2			
	Parvekeovien uusiminen		27 kpl													29	
	Pääsisäänkäyntien ovien huoltomaalaus	2	3 kpl				1										
34	Julkisivun täydennysosat																
34.1	Parvekkeet																
	Parvekkeiden kuntotutkimus	3				5											
	Huoneistoparvekkeiden peruskorjaus	3	27 kpl					93									
	Tuuletusparvekkeiden peruskorjaus	3	6 kpl				17										
34.2	Ulkoseinän tikkaat																
	Tikkaiden maalaus (sis. F43, yläpohjavar.)	3															
4	Yläpohjarakenteet																
41	Yläpohjarakenteet																
	Vesikatteen kunnostus ja maalaus	3	1100 m2			12											
42	Räystäät	1															
43	Yläpohjavarusteet																
	Kattosilttojen uusiminen, tikkaiden maalaus	3	1 erä			5											
F5, F6, F7	Yleistilat																
	Sisäänkäynnit ja porrashuoneet	1															
	Saunaosaston peruskorjaus	3	1 erä			17											
	Pesutuvan ja mankelihuoneen peruskorjaus	3	1 erä			9											
F5, F6, F7	Huoneistot																
	Märkätilojen tarkastus	3	36 huon.			1											
	Rakennustekniset työt yhteensä					18	31	120	37	0	0	0	0	0	20	0	179

Kustannustaso 9/2001. Hintoihin sisältyy alv 22%.

**Kuva 3.3** Esimerkki PTS-suunnitelman aluerakenteiden ja rakennetekniikan osasta [29]

### 3.3 PTS-suunnitelman hyödyntäminen

Korjaustoimenpiteiden ennakointi mahdollistaa oikea-aikaiset ja kustannustehokkaat toteutukset ja minimoi kiinteistön käyttäjille aiheutuvaa vaivaa. Jatkuva kunnossapito ja hankemuotoinen korjaaminen pyritään suunnittelemaan edullisessa järjestyksessä siten, ettei hankkeita ajaudu päällekkäin. Kuntoarvion ja PTS:n antaman tiedon perusteella voidaan aloittaa tuleviin korjauksiin valmistautuminen hyvissä ajoin esimerkiksi hankkimalla pätevän suunnittelijan laatimat korjaussuunnitelmat ja muut urakka-asiakirjat sekä hankkimalla tarvittavat viranomaisluvut ja anomalla korjausavustukset. Rahoituk-

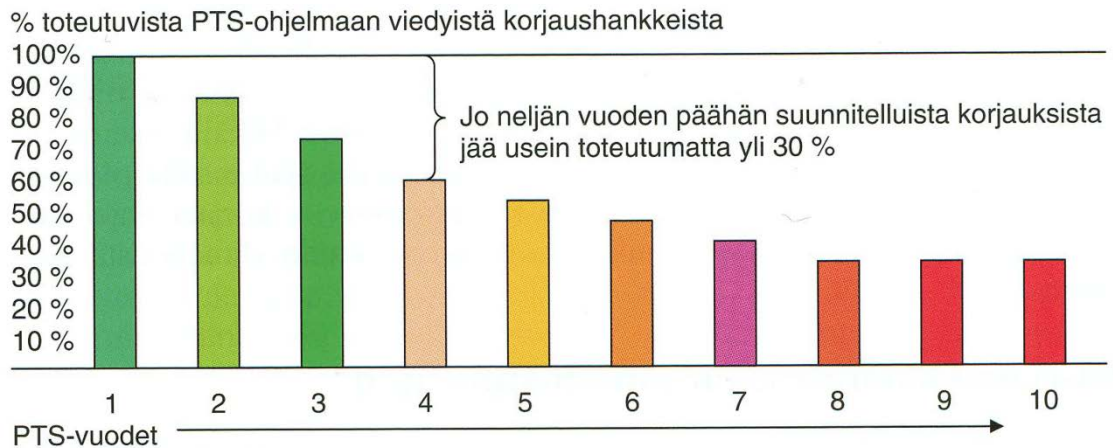
sen suunnitteluun syntyy enemmän joustoa, kun menojen realisoitumisajankohdat ovat tiedossa. Taloyhtiön hallinnon päätöksentekoprosessit voidaan myös aikatauluttaa paremmin, kun on käytössä PTS-suunnitelma. Tuoreen kuntoarvion ennuste ulottuu yleensä kymmenen vuoden päähän. Lähivuosien korjausehdotukset ovat tarkempia kuin arvioon loppupäähän sijoittuvat. Tästä syystä kuntoarvio tulisi päivittää noin viiden vuoden välein.[11]

### **3.4 Arvio PTS-suunnitelman toimivuudesta korjaustarpeen selvittämisessä ja aikataulutuksessa**

Jos kuntoarvio on laadittu kuntoarvioita ammatikseen tekevien ja asiansa osaavien kuntoarvioijien toimesta, ovat PTS-suunnitelman perusteet kunnossa. Jos PTS-suunnitelmaa tehtäessä on huomioitu kiinteistön energiatalous, kustannuslaskenta on tehty riittäväällä tarkkuudella ja aikataulutus on laadittu siten, että sen toteuttaminen on mahdollista, on PTS-suunnitelman toteutuminen enää kiinteistön omistajista kiinni. Kiinteistön omistajien tahto ja kiinteistön taloudelliset realiteetit saattavat kuitenkin johtaa siihen, ettei PTS-suunnitelmaa noudateta loppuun saakka. Varsinkin rakenneosille tehtävistä lisäselvityksistä ja kuntoarvion päivittämisestä saatetaan tinkiä ja suuria korjaushankkeita lykätä tulevaisuuteen.

#### **3.4.1 PTS-suunnitelman toteutumisaste**

PTS:n osana toimiva kiinteistön korjausohjelma laaditaan tulevaisuutta varten olettaen, että se toteutuisi tulevina vuosina. Tulevaisuuteen liittyy kuitenkin aina epätietoisuutta ja yllätyksiä: käyttäjien tarpeet muuttuvat ja suunnitellun korjaustoiminnan varoja siirretään muuhun käyttöön. Tämä on kiinteistötalouden kannalta negatiivista, mutta saattaa olla kiinteistön omistajien kannalta perusteltuakin.[6] Kiinteistön omistajien maksukyky tai maksuhalu saattaa myös muuttua ajan kuluessa ja neliökohtaisten kustannusten kasvaessa. Myyryläisen [6] mukaan PTS-ohjelman toteutumisaste alenee ajan kuluessa 10 vuoden jaksolla kuvan 3.4 mukaisesti jo siinä määrin, että ennen kuntoarvion päivitystä 4-5 vuoden kohdalla jo 30% suunnitelluista korjauksista on jäänyt toteutumatta.



*PTS-ohjelman paikkansapitävyys heikkenee vuosien kuluessa*

**Kuva 3.4** PTS-ohjelman paikkansapitävyys ajan kuluessa [6 s.75]

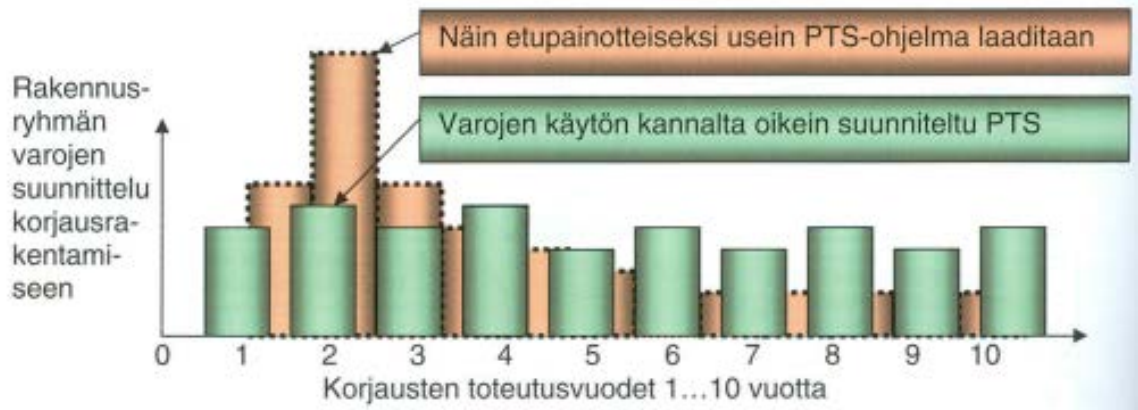
Myyryläisen [3] mukaan PTS-ohjelman toteutumisasteen aleneminen voi johtua mm. seuraavista syistä:

- puutteellisesta kuntoarviosta, jolloin PTS ei ole realistinen tarpeisiin nähden
- korjausten liian alhaisesta hinnoittelusta, jolloin hankkeita ei voida toteuttaa
- liian etupainotteisesta korjausohjelmasta, jolloin rahoitusta ei saada järjestymään
- rahoituksen puutteista yleensä, jolloin ei ole varauduttu näin kalliisiin korjauksiin
- asuntomarkkinoiden muutoksista; asunnoilla ole enää kysyntää
- erimielisyyksistä korjausohjelman hyväksymisessä
- erimielisyyksiä korjausten tarpeellisuudesta

[6]

Näistä kohdista on tunnistettavissa kolme tapaa, joilla PTS-ohjelman toteutumisasteeseen voidaan vaikuttaa. Ensimmäiseksi suunnitelman laadinta tulee toteuttaa asiantuntijalla, joka pystyy koulutuksensa ja kokemuksensa pohjalta tekemään laadukkaan ja tarkan kuntoarvion, jotta PTS-suunnitelman pohjana ovat kaikki todelliset korjaustarpeet suunnitelman aikajänteellä.

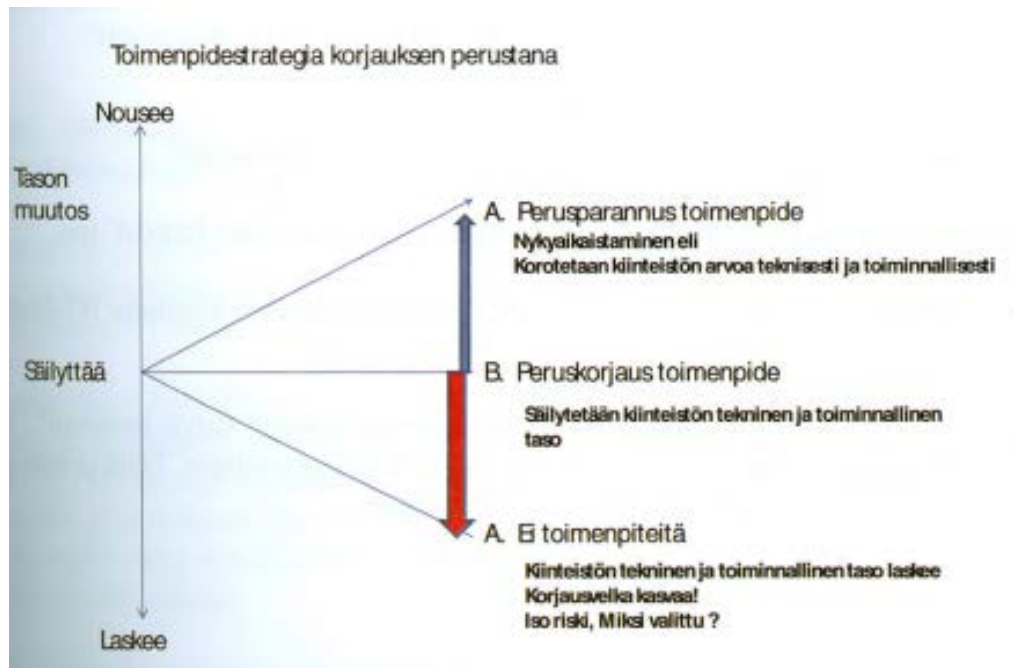
Toinen vaikutustapa on parantaa kiinteistönomistajien rahoitussuunnittelun tasoa siten, että rahoitusmalli ja sen vaikutus omistajien kuluihin on selvillä yhtä pitkälle kuin suunnitellut korjauksetkin. Kiinteistö on hitaasti vanheneva, joten paniikkikorjauksiin ei yleensä ole aihetta [6]. Omistajien tai näiden edustajien kanssa selvitetään maksuvalmius. Näin korjaukset ja niistä johtuvat kustannukset eivät tule yllätyksenä omistajille ja yllätyksen aiheuttamaa vastarintaa ei synny. Myyryläisen [6] mukaan PTS-suunnitelmat laaditaan varojen käytön kannalta liian etupainotteiseksi, kuten kuvasta 3.5 nähdään.



**Kuva 3.5** PTS:n kustannusten jakautuminen korjausten toteutusvuosille [6 s.58]

Kolmas vaikutustapa on muokata omistajien näkemyksiä kiinteistönsä kunnosta tunnepohjaisesta faktapohjaiseksi. Korjaustarve tulee omistajille usein yllätyksenä ja samalla taustalla ovat omat aikaisemmat luulot kiinteistön kunnosta, jotka ovat olleet olemassa pitkän aikaa. Hyvällä tiedotuksella, avoimuudella ja positiivisella viestinnällä saadaan sitoutettua omistajia tuleviin korjauksiin ja niiden rahoittamiseen. Tiedotuksessa omistajille on hyvä perustella korjaustarve sekä esittää riski, mikä korjaamattomuudesta syntyy. Tiedotus pitää ulottua kaikille omistajille, ei ainoastaan hallinnolle. Positiivisella viestinnällä tuodaan esiin myös edut, joita korjaukset tuovat mukanaan. Näitä voivat olla esimerkiksi ylläpitokustannuksien aleneminen, asumismukavuuden paraneminen ja arvonnousu. Kun osakkaat tietävät kiinteistön nykytilan ja korjaustarpeet, voidaan päättää toimista, joilla tavoitteet ovat saavutettavissa. Kiinteistön nykytilaa ja korjaustarvetta tulee seurata jatkuvasti heti rakennuksen valmistumisesta lähtien [30 s.54].

Jotta osakkaat saadaan herätettyä huolehtimaan omaisuudestaan, tulee taloyhtiöiden ylläpitoon ja hankemuotoisiin korjauksiin kehittää yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä laskenta- ja arviointimalleja. Mikäli asioita ei ole selvitetty, aikataulutettu, perusteltu ja arvioitu eikä osakkaiden tahdosta ole tietoa, toimitaan vain hoitamalla päälle kaatuvia ongelmia. [27]



**Kuva 3.6** Toimenpidestrategia korjauksen perustana [30 s.53]

Korjaamattomuus ja samalla PTS-suunnitelman laiminlyönti voi myös olla perusteltua joissain tapauksissa. Silloin tulee kuitenkin tuoda esille perustellusti syyt ja kustannukset korjaamattomuudelle kuvan 3.6 periaatteen mukaisesti. PTS-suunnitelman havainnollistamiseksi voitaisiin esittää myös vaihtoehtoiset kulut korjaamattomuudelle.

### 3.5 Suunnitelmallisen PTS-suunnittelun merkitys

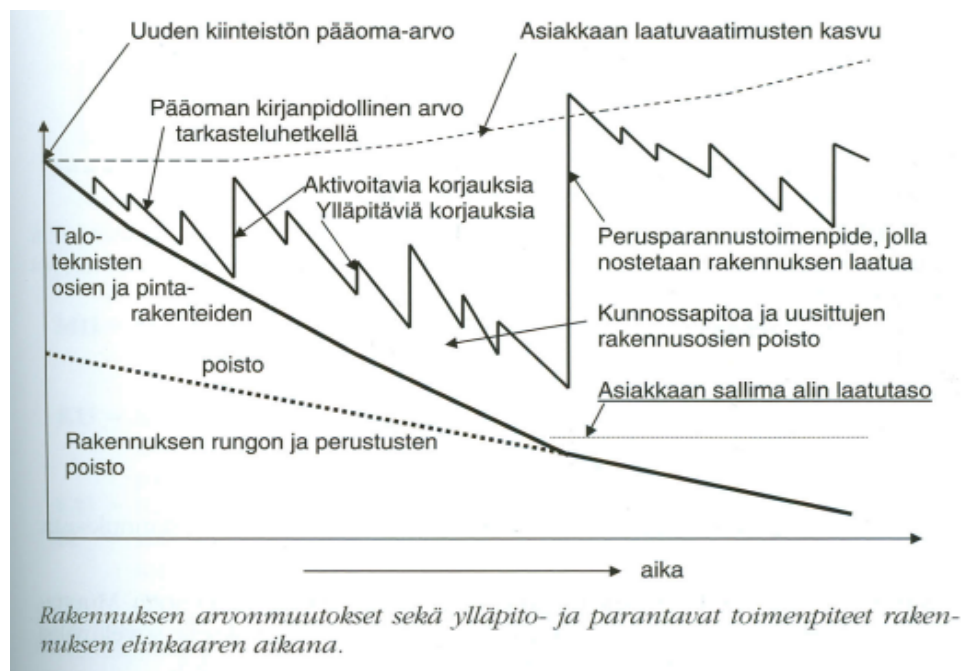
PTS-ohjelmalla on merkitystä kiinteistön suunnitelmallisen ja taloudellisesti hallitun korjaustoiminnan ohjelmoinnissa rakennuksen elinkaaren ajalle. Korjaustarpeiden ennakoinnissa laiminlyönnit ovat yleisiä ja suuretkin korjaukset saattavat tulla kiinteistön omistajille yllätyksenä. Tällöin on pakko etsiä jostain varat korjauksiin tai myydä asunnot epäedulliseen hintaan. Tämän tyyppiset tilanteet voidaan välttää kuntoarvioilla ja oikein hinnoitellulla ja aikataulutetulla PTS-suunnitelmalla. [6 s.55]

PTS-suunnitelman tilaamalla, sitä noudattamalla ja riittävän usein päivittämällä voidaan kiinteistönpito muuttaa luonteeltaan reagoivasta ennakoivaksi. Samalla kustannuksien kertymistä voidaan ennakoida lisäämällä tuloja vähitellen, jolloin kalliiden hätälainojen tarve katoaa. Kiinteistön käyttäjät pystyvät myös paremmin ennakoimaan omia tulojaan ja menojaan sekä suunnittelemaan tulevaisuuttaan kiinteistössä.

## 4 KIINTEISTÖN ELINKAARIKUSTANNUSTEN LASKENTA

Kiinteistön ylläpito koostuu kiinteistönhoidosta ja kiinteistön kunnossapidosta. Kiinteistöhoito on toistuvaa toimintaa, jossa samat tehtävät toistuvat viikosta, kuukaudesta ja vuodenajasta toiseen. Kiinteistöhoitoa ovat esimerkiksi kiinteistön teknisten järjestelmien hoito, kiinteistöhuolto, siivous, ulkoalueiden huolto sekä jätehuolto. Kunnossapito puolestaan on toimintaa, jossa kohteen ominaisuudet pidetään ennallaan uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kuluneet osat ilman, että kohteen laatutaso olennaisesti muuttuu. [27 s.21–22]

Kunnossapidon tavoitteena on säilyttää kohteen taso suunnilleen samanlaisena kuin se oli valmistuessaan. Tästä huolimatta jokaisen kiinteistön ominaisuudet paranevat ajan myötä, koska on tarkoituksenmukaista ottaa käyttöön korjausten yhteydessä nykyaikaisia teknisiä ratkaisuja ja huomioida tarpeita, joita rakennusaikana ei vielä havaittu. [27 s.21–22] Rakennuksen teknisen arvon muuttumista ajan kuluessa on esitetty kuvassa 4.1. Teknisen arvon muutokset eivät yleensä ole esillä, sillä rakennuksen todellinen arvo liittyy useammin sijaintiin ja asuntomarkkinoilla tapahtuvaan hintakehitykseen kuin tekniseen arvoon.



**Kuva 4.1** Rakennuksen arvonmuutokset sekä ylläpito- ja parantavat toimenpiteet rakennuksen elinkaaren aikana [3 s.23]

Rakennusosilla tarkoitetaan tässä yhteydessä rakennuksen laajoja osakokonaisuuksia, kuten vesikattoa, julkisivupinnoitetta, käyttövesiputkia jne. Rakennusosien elinkaari on aina rajallinen, minkä vuoksi niiden rakentamis- ja uusimisajankohdat tulee olla tiedossa. Rakennusosille voidaan ennustaa kokemukseen ja tutkimuksiin perustuvia todennäköisiä käyttöiä. Kuitenkin markkinoille tulee jatkuvasti uusia tuotteita ja ratkaisuja, joiden todellisesta käyttöiästä saadaan tarkempaa tietoa vasta tulevaisuudessa. Käyttöikään vaikuttavat valitun ratkaisun lisäksi asennustapa, käyttötapa, käyttöolosuhteet, huoltotoiminta, ympäristötekijät sekä viankorjausnopeudet. Teknisen käyttöiän lisäksi varsinkin taloteknisillä järjestelmillä taloudellinen käyttöikä on merkittävä tekijä. Tekninen käyttöikä saattaa olla paljonkin taloudellista käyttöikää lyhyempi ajanjakso. Energian hinnan noustessa yhä useampien vanhojen rakennusosien taloudelliset käyttöiät lyhenevät samalla, kun kehitetään elinkaarikustannuksiltaan huomattavasti edullisempia ratkaisuja. PTS-suunnitelmaa tehtäessä on käyttöiät kuitenkin arvioitava etukäteen. Mitä paremmin elinkaarien päättymiset osataan ennakoida, sitä onnistuneempi suunnitelma voidaan laatia. [6 s.58–60]

Kunnossapidossa on valittavana kaksi vaihtoehtoista toimintamallia: Ensimmäinen toimintamalli on jatkuvan kunnossapidon malli, joka perustuu ennakkosuunnitteluun. Toinen malli puolestaan käyttää rakennusosat ja tekniset järjestelmät harkitusti loppuun ja hyväksyy vanhenemisen mukanaan tuomat ongelmat ja kasvaneet korjauskustannukset. Viimeksi mainittu malli eli ns. ajopuumalli on yleisempi; siinä toimitaan ilman realistisia pitkän aikavälin suunnitelmia ja korjaukset tehdään vikojen ilmaannuttua pakon edessä. Tämä toiminta johtaa siihen, että peruskorjaukset on tehtävä aikaisemmin kuin jatkuvalla kunnossapidolla olisi ollut tarve. Ajopuumallille on tyypillistä asumiskustannusten suuret ja nopeat vaihtelut, jotka saattavat kohottaa asumiskustannukset jopa nelinkertaisiksi ja aiheuttaa omistajille taloudellisia vaikeuksia. Omistajien asumismukavuuden ja henkilökohtaisen taloudenpidon kannalta suunnitelmallinen jatkuvan kunnossapidon malli on parempi. [27 s.21–23]

Korjauksia ei yleensä voida lykätä vuosikausia, koska rakennuksen rappioituminen saattaa edetä hyvinkin nopeasti ja kiinteistöön syntyy niin sanottua korjausvelkaa, joka ei ole yleensä perusteltua rakennuksen elinkaaritalouden ja käytettävyyden kannalta. Korjaamattomuus voi olla perusteltua silloin, kun rakennuksen käyttötarve on selvästi loppumassa.

## 4.1 Kiinteistön investointi- ja pääomakustannukset

Kiinteistön elinkaaren suurin yksittäinen investointikustannus syntyy rakennusvaiheessa. Kustannukset katetaan usein vieraalla pääomalla. Rakentamisinvestoinnin kustannukset vaikuttavat myös tuleviin korjausrakentamisen kustannuksiin, laadukkailla materiaali- ja laitevalinnoilla sekä asiantuntevalla asennustyöllä voidaan saavuttavaa pidempiä käyttöiä rakenneosille. Ennen kuin rakentamisinvestointikustannus on saatu maksettua, ei useinkaan ole halua ryhtyä selvittämään rakennuksen korjaustarvetta, vaikka



tämä olisi rakennuksen elinkaaren hallinnan kannalta tärkeää. Ensimmäinen kuntoarvio on suositeltavaa tehdä ennen kuin rakennus täyttää kymmenen vuotta, jotta suunnitelmallinen kiinteistönpito käynnistyy eikä korjausvelkaa pääse syntymään.

Korjausrakentamisessa investointikustannukset muodostuvat kaikista niistä kustannuksista, jotka syntyvät korjaustoiminnan yhteydessä. Säästötoimenpiteiden kannattavuutta on johdonmukaista tarkastella rajakustannuseriaa, jolloin investointikustannuksiksi lasketaan vain ne kustannukset, joita kohteelle oletetaan muodostuvan säästötoimenpiteistä. Parannettaessa energiataloutta muista syistä tehtävien korjaustoimenpiteiden yhteydessä määritellään energiatalouden parantamiskustannuksiksi ainoastaan korjauskokonaisuudelle energiakorjauksesta aiheutuvat lisäkustannukset.

Korkoprosentti näyttelee merkittävää osaa kiinteistön investointikustannuksissa. Edullisen korkotason saavuttamiseksi ei ulkoisen pääoman osuutta saa päästää kasvamaan kiihtyvällä tahdilla. Tällaiseen tilanteeseen saattaa joutua korjauksia vältellyt ja tulevaisuuteen siirtänyt kiinteistöyhtiö, joka joutuu lyhyen ajan kuluessa toteuttamaan useita suuria korjauksia. Tällöin rahoituslaitoksen riskit kasvavat ja sitä myötä myös korko. Kiinteistö ei välttämättä edes saa lainaa, jos sen osakkeiden arvo ei riitä lainojen pantiksi. Korjaustarpeisiin perustuva ja oikea-aikaisesti jaksotettu korjaussuunnittelu johtaa myös edullisiin rahoituskustannuksiin.

## 4.2 Kiinteistön energiakustannukset

Rakennuksen käytön aikainen energiankulutus on rakennuksen elinkaaren hallitseva energiankulutusosa. Sen osuus on koko elinkaaren aikaisesta energiankulutuksesta välillä 80–90 %. Loppuosa käsittää rakenteiden valmistuksen, kunnossapidon, purkamisen, kierrätyksen ja hävityksen. [31 s.96]

Rakentamismääräyskokoelman osan C3 lämmöneristysmääräysten mukaan rakennetun *Normirakennuksen 2000* tilojen lämmitykseen käytettävästä energiasta noin 60 % menee vaipan lämmönjohtumisen ja ilmapuotojen mukana. Loput noin 40 % menee ilmanvaihdon mukana. Vaipan lämmönläpäisyn kannalta seinät, alapohja ja yläpohja ovat merkittävimmät, mutta ikkunoiden merkitys korostuu niiden lämmönläpäisyarvojen ollessa moninkertaiset muuhun vaipparakenteeseen verrattuna. Rakennuksen käytön aikaisen energiatehokkuuden kannalta on järkevintä toteuttaa vaadittu sisäilmasto mahdollisimman yksinkertaisilla, vaaditut ominaisuudet täyttävillä ja varmatoimisilla rakenne- ja laiteteknisillä ratkaisuilla siten, että energiankulutus- ja kustannustasovaatimukset täyttyvät samalla.[31 s.96]

### 4.2.1 Energiankäytön vaikutukset kiinteistön elinkaarikustannuksiin

Energiakustannukset ovat noin 40 % kiinteistön ylläpitokustannuksista. Ympäristökuormituksista noin 80 % arvioidaan olevan energian käytön vaikutuksesta syntyneitä. Energiatalouden parantaminen vähentää kiinteistökustannusten lisäksi myös ympäristöpäästöjä. [6],[20] Koko rakennuskannan energiankulutus puolestaan on noin 40 % Suomen energian loppukäytöstä [32], mikä tekee rakennuksista merkittävän tekijän ympä-

ristöpäästöjen aiheuttajana. Energian säästöpotentiaali on suurin vanhoissa rakennuksissa, joissa energiankulutus voi olla huomattavan suuri verrattuna nykynormien minimivaatimuksilla toteutettuun rakennukseen.

Energiatehokkuuden parantamisen mahdollisuudet tulisi arvioida aina korjausrakentamisen yhteydessä. Arvioinnin pitäisi olla osa kiinteistön PTS-ohjelmaa, jotta voitaisiin ennalta varautua energiatehokkaiden ratkaisujen korkeampiin investointikustannuksiin ja niistä saataviin säästöihin. Pelkkien investointikustannusten perusteella tehty korjaus saattaa osoittautua elinkaarikustannuksiltaan kalliiksi. Energiankulutusta pienentävät toimenpiteet kasvattavat yleensä korjausinvestointeja, mutta pienemmän energiankulutuksen johdosta sijoitus saattaa maksaa itsensä takaisin useasti elinkaaren aikana. Korjaustoimenpiteiden energiansäästöön vaikuttavat muun muassa toteutuksen laatu, käyttäjien käyttötottumukset ja energian hinta. Näin ollen energiatehokkuutta parantavien korjaustoimenpiteiden kustannussäästöjen laskeminen etukäteen on haastavaa. [32 s.58–59]

Korjausrakentamisessa kannattavimmat säästöt liittyvät yleensä toimenpiteisiin, joilla varmistetaan taloteknisten järjestelmien energiataloudellista toimintaa ja käyttöä. Edellytyksenä on riittävä tieto ulkovaipan kylmäsiiloista ja vuotoilmanvaihdosta. Ulkovaipan tiivistäminen on kannattava energiansäästökeinona mutta se voi aiheuttaa ongelmia, jos vaipan vuodot tuovat merkittävän osan ilmanvaihdon korvausilmasta. Laajemmat rakennuksen vaippaan kohdistuvat korjaukset, kuten lisäeristäminen ja ikkunoiden uusiminen tai täydentäminen, vaativat tapauskohtaisia laskelmia. Energiakorjausta suunniteltaessa rakennusta tulee tarkastella kokonaisuutena. Rakennuksen ensisijaisista ominaisuuksista, kuten tilaratkaisujen toimivuudesta ja asumismukavuudesta, ei ole syytä tinkiä vähäisen energiansäästön takia. [33]

Energiakorjauksen taustalla tulee olla lähes poikkeuksetta jokin muu syy kuin itse energiansäästö, jos hankkeesta halutaan taloudellisesti kannattava. Energiakorjausta suunniteltaessa on energiatalouteen liittyvistä valinnoista ensin muodostettava teknisesti kelvolliset perusratkaisut, joihin energiataloudellisempien vaihtoehtojen kannattavuutta verrataan. Vertailu tapahtuu kahden tai useamman tulevaisuuteen sijoittuvan valinnan välillä.

### **4.3 Kiinteistön käyttäjien ja käytön vaikutus elinkaarikustannuksiin**

Rakennuksen teknisellä toiminnalla ja toiminnan ohjauksella on suurin vaikutus energian kulutuksen syntymiseen rakennuksessa. Käyttäjillä, heidän kulutustottumuksillaan ja asenteillaan on huomattava merkitys energiansäästötyössä. Energiatehokkuuden parantaminen ei tule onnistumaan täysimääräisesti ilman rakennuksen käyttäjien panosta säästötyöhön. Lisätyllä automaatiolla, käyttötottumuksiin vaikuttamalla ja hyvällä yhteistyöllä voidaan vaikuttaa esimerkiksi seuraaviin ongelmiin

- valot jäävät palamaan tyhjillään oleviin yhteistiloihin
- ikkuna jää raolleen tai auki pitkäksi aikaa

- vesihana jää auki tarpeettomasti ilman käyttöä
- termostaattiventtiilejä säädetään itse
- ilmastointiventtiilejä säädetään itse
- käsiohjattu ilmastointi jätetään päälle tyhjillään olevaan tilaan
- ei ilmoiteta vuodoista tai vioista [4 s.187–188]

Asukkaan vaikutus energiankulutukseen on yleensä noin 5-15 %. Muu osuus johtuu rakennus- ja taloteknisistä ominaisuuksista sekä kiinteistönhoidollisten tehtävien laiminlyönneistä. [4 s.188]

Käyttäjien sitoutuminen energiansäästötyöhön riippuu useista seikoista. Eräs vaikeuttava tekijä on epäselvät vastuu- ja tehtävärajat laitteiden käytössä ja huollossa kiinteistönhoidon ja asukkaan välillä. Vastuut saattavat olla päällekkäisiä tai sellaisia, jotka molemmat osapuolet luulevat kuuluvan toiselle. Epäselvä vastuu saattaa aiheuttaa laitteiden huoltamattomuutta, käytön ajoitusvirheitä ja säätöjen laiminlyöntejä.

Kiinteistöä saatetaan myös käyttää tavalla, joka poikkeaa vastaaventyypisistä vertailukiinteistöistä. Vuokralla olevien liikekiinteistöjen määrä ja näiden toimiala vaikuttaa energiakustannuksiin ja huoltotarpeeseen. Samalla tavoin vuokrausaste vuokratalo-yhtiössä vaikuttaa energia- ja huoltokustannuksiin.

#### 4.4 Elinkaarikustannusten arviointi ja mallintaminen

Elinkaarilaskennalla tuotetaan päätöksenteon vaatima informaatio. Laskentatyökalut on tarkoitettu päätöksenteon apuvälineiksi. Laskentatyökalu koostuu yleensä kolmesta osasta:

- tallennetaan teknisten ratkaisujen lähtötiedot
- tehdään laskelmat ja vertailut
- annetaan tulokset ja informaatio [23]

Kiinteistön omistajan kannalta prosessi voidaan nähdä seuraavalla tavalla:

- määritellään vaadittava palvelutaso (huonelämpötilat, ilman laatu jne.)
- tavoitteena optimoidut kustannukset, erityisesti energian ja veden säästöt
- haetaan erilaisia teknisiä vaihtoehtoja, joilla optimoidaan (lisä)kustannukset halettujen tavoitteiden saavuttamiseksi [23]

Kiinteistön palvelutasot vaikuttavat oleellisesti kiinteistön elinkaariarvioiden reunaeh-toihin ja tuloksiin. Sisälämpötiloja alentamalla on saavutettavissa merkittäviä energiasäästöjä, mutta viihtyvyyden kannalta lämpötilaa ei voida laskea alle palvelutason. Palvelutasojen kokonaisuus riippuu:

- toimivuudesta
- käytöstä
- toteutusprosessista
- kustannus- ja ympäristövaikutuksista [34]

## 4.5 Investointien suunnittelu

Pääomista on lähes aina pulaa. Niukat resurssit on kohdennettava järkevästi keskenään resursseista kilpaileviin kohteisiin. Oman ja vieraan pääoman sijoittaminen investointeihin sitoo päätöksentekoa melko pitkäksi ajaksi. Jo investointia suunniteltaessa pitää pystyä esittämään eri ajanjaksojen tuotot ja kustannukset. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota kassavirtojen ajoittumiseen, jolla on usein merkittäviä taloudellisia seurauksia. Investointitilanne on usein monimutkainen ja päätöksen hyvyteen vaikuttavat useat keskenään ristiriitaiset laadulliset ja määrälliset tekijät. Pitkä aikajänne johtaa myös siihen, että päätöksenteon kriteerit saattavat muuttua ajan mittaan ja hyvältä tuntuva päätös voi näyttäytyä eri valossa. Lisäksi osa kriteereistä liittyy subjektiivisiin arvoihin, jotka voivat myös muuttua ajan mittaan. [35]

Investoinnin vaikutusaika jäsentelee investoinnin tarkastelutasot. Vaikutusaika tarkoittaa sitä aikaa, jonka investoitu hyödyke osallistuu hyödyn tuottamiseen. Kiinteistöön sitoutunut pääoma edustaa pitkäaikaista investointia, jonka tavoitteita ovat toiminnan jatkuvuus ja tuotto. Ensiksi mainitulla seikalla tarkoitetaan kiinteistön arvon hallintaa. Omistajan on varauduttava kiinteistön kuluosan uudelleenrakentamiseen. Investointitilanteessa on selvitettävä pitoaika sekä pääoman jaksottaminen pitoajalle. Lyhytvaikutteiset kiinteistön ylläpitokustannukset tulevat mukaan tarkasteluun vaikuttamalla nettotuottoja alentavasti. Ylläpitokustannukset voidaan nähdä laskennassa myös rakennuksen käyttöikä lisävässä ja arvoa ylläpitävässä merkityksessä. [34 s.50–51]

Kiinteistönpidossa muodostuu pääomakustannuksia ja ylläpitokustannuksia. Kustannukset pyritään kattamaan vastikkeilla, vuokrilla ja myyntituloilla. Lisäksi sijoitetulle pääomalle pyritään kiinteistöliiketoiminnassa saamaan korkotuotto. Kukin kiinteistö muodostaa kiinteistöpalvelujen tuotantoyksikön. Ylläpidon kustannusten, käyttäjien vaatimusten, ylläpito-organisaation, omistajastrategian ja rakennuksen ominaisuuksien välillä vallitsee riippuvuus-suhde. Ylläpidon kustannuseroja aiheuttavat ylläpidon vaatimustaso, käyttäjien kulutustottumukset, sisälämpötilat, valaistus, ulkoalueiden hoitotaso, siivouksen ja isännöinnin sekä huollon taso. Ylläpitokustannukset muuttuvat ajan myötä siten, että rakennuksen hoito- ja kunnossapitokustannukset kasvavat vanhenemisen ja vikaantumisen myötä. Kunnossapitokustannuksiin vaikuttavat rakennuksen laajuus, varustelutaso, ikä ja omistajan halu käyttää varoja. [34 s.50]

Rakennusalan investoinnit ovat luonteeltaan pitkävaikutteisia ja niiden seurauksena muodostuvat tuotot ja kustannukset jakaantuvat investoinnin koko elinkaarelle. Taloudellisuusvertailuja varten tuotot ja kustannukset tulee siirtää samaan ajanhetkeen joko diskonttaamalla ne nykyarvoiksi tai siirtämällä ne tasasuuruiseksi vuosieriksi annuiteiksi. Nykyarvon ollessa positiivinen on investointi kannattava.

Koska vertailujen aikajänne on pitkä, on järkevää arvioida tulevat tuotot ja kustannukset reaalisina arviointihetken rahanarvolla. On tavanomaista, että hyödykkeitä kohti lasketut tuotot ja kustannukset muuttuvat reaalisesti hitaasti. Laskennassa käytetään usein reaalikorkoa, joka lasketaan kaavalla:

$$i_{\text{real}} = (i_{\text{nim}} - \text{infl.}) / (1 + \text{infl.}) \quad (1) \text{ [12 s.52]}$$

Sisäinen korko on takaisinmaksuajan ohella yksi investointilaskennassa käytetyistä mittareista. Investoinnin sisäinen korko on sellainen korkokanta, jolla laskettuna investoinnin nettonykyarvo on nolla. Kun investoinnin sisäinen korko on vähintään yhtä suuri kuin tuottovaatimukseksi laitettu laskentakorkokanta, pidetään investointia kannattavana. [34] Perinteinen korjausrakennuskustannuksiin ja energiatalouteen liittyvä sisäisen koron laskenta perustuu rakennusosan elinkaaren mittaiselle ajalle jäännösarvon ollessa siten nolla. Vertailtavien ratkaisujen elinkaaret kuitenkin poikkeavat toisistaan, joten vertailussa elinkaarien erot tulee kompensoida.

$$NA_0 = -H + \sum_{t=1}^n k_t / (1+i)^t + JA_n / (1+i)^n = 0 \quad (2)$$

missä  $k_t$  = investoinnin nettotuotto vuonna  $t$

$i$  = sisäinen korkokanta

$JA_n$  = jäännösarvo vuonna  $n$

$n$  = investoinnin pitoaika vuosina

$H$  = perusinvestointi

$NA_0$  = investoinnin nykyarvo

[34 s.55]

Perusratkaisun ja energiatehokkaampien ratkaisujen vertailussa tulee esittää vaihtoehtojen edut ja haitat tasapuolisesti ja verrata ratkaisuja tarvittaessa molempiin suuntiin. Jos energiakorjausta verrataan perusratkaisuun ja energiakorjaukselle lasketaan takaisinmaksuaika, voidaan perusratkaisulle myös laskea takaisinmaksuaika, jotta todellinen vertailu on mahdollista. Perusratkaisulle muodostuu yleensä negatiivinen takaisinmaksuaika, mikä voidaan ajatella: ”Montako vuotta voidaan elää tuhlailevasti ennen kuin energiakorjauksen tekemättä jättämisessä säästetty raha on käytetty”. Jos negatiivinen takaisinmaksuaika on huomattavan pitkä ja lähentelee rakenneosan elinkaaren pituutta tai ylittää sen, on perusratkaisu luonnollisesti järkevin.

Takaisinmaksuaika on käytetyimpiä investointilaskentatapoja. Menetelmällä selvitetään, kuinka pitkä on rahojen sidonnaisuusaika, jos investointiprojekti toteutetaan. Takaisinmaksuaika ei kuitenkaan kerro mitään takaisinmaksuajan jälkeisestä ajasta. Takaisinmaksuaika lasketaan periaatteella: takaisinmaksuaika = perushankintakustannus / vuotuinen nettotuotto

Jos vuotuinen nettotuotto ei ole vakio, selvitetään, monenko vuoden nettotuotot tulee laskea yhteen perushankintakustannuksen kattamiseksi. Takaisinmaksuaika-laskennan puutteena on koron jättäminen pois laskennasta. Korko voidaan huomioida diskonttaus-tekijää käyttämällä, jolloin selvitetään: monenko vuoden diskonttatut vuosituotot tarvitaan perushankintakustannuksen kattamiseksi. [35]

Takaisinmaksuaika-menetelmällä laskettaessa on edullisinta löytää ne investoinnit, jotka tuottavat pääoman nopeasti takaisin. Menetelmä ei niinkään kerro investoinnin kannattavuudesta, vaan enemmänkin investoinnin rahoitusvaikutuksista. Menetelmä ei

ota kantaa siihen, mitä tapahtuu takaisinmaksuajan jälkeen. [35] Jos vertaillaan pitkän tähtäimen investointia lyhyen tähtäimen investointiin, takaisinmaksuaika-menetelmä voi antaa kokonaiskannattavuuden osalta väärän tuloksen. Kuvaahan takaisinmaksuaika ainoastaan kassavirtaa. Pitkän tähtäimen vaikutukset eivät tule näkyviin sillä tavoin, mikä on tarkoituksenmukaista PTS-suunnitelman kannalta.

Investoinnin kannattavuuden laskenta perustuu aina epävarmoihin laskentatietoihin, koska tulevaisuuteen liittyy aina epävarmuutta. On tärkeää, että epävarmuus saadaan mahdollisimman selvästi määritellyksi ennen investointipäätöksen tekemistä. Herkkyysanalyysillä voidaan arvioida investointiin liittyvää epävarmuutta. Herkkyysanalyysissä lasketaan, miten kannattavuus muuttuu, jos yhtä tai useampaa osatekijää muutetaan. Riskiä ajatellen on välttämätöntä tutkia sellaiset arviointivirheet, jotka vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen epäedullisesti. [35]

#### 4.5.1 Rahoitusmahdollisuuksien huomioiminen

Samalla tavoin kuin uudisrakentamisessa tehdään tarveselvitys sekä budjetti rakennuksen toteuttamiseksi tulee korjaussuunnittelussa selvittää korjaustarpeet ja maksukyky. Ainoastaan sellainen suunnitelma, joka on mahdollista toteuttaa, on asiakkaalle hyödyksi. Asiakkaalle pitää pystyä sanomaan, että suunnitelma vastaa tarpeisiin, on laskettu huomioiden elinkaarikustannukset ja se on myös mahdollista toteuttaa.

Kun lasketaan energiakorjaukselle takaisinmaksuaikaa, ovat lainan korko ja takaisinmaksuaika merkittävässä asemassa. Jos korjausta varten joudutaan ottamaan pitkäaikainen laina muiden lainojen päälle, muodostuvat korkokustannukset merkittäviksi. Jotta laskennasta ja kannattavuuksien vertailusta saadaan riittävän tarkkoja, tulee olla selkeä käsitys asunto-osakeyhtiön maksukyvyistä nykyhetkellä, jo olemassa olevista lainoista sekä vastikkeen kipukynnyksestä asunneliötä kohden.

Kokonaiskustannuksia, teknisiä ratkaisuja ja takaisinmaksuaikaa enemmän asunto-osakeyhtiön osakasta kiinnostaa korjauksen vaikutus yhtiövastikkeeseen ja sitä kautta oman käytettävissä olevan rahan määrään. Laadittaessa PTS-suunnitelmaa korjauksia on usein runsaasti näköpiirissä. Korjausten aikataulua laadittaessa tulee huomioida korjauskustannusten kumuloituminen rahoitusvastikkeeseen. Ensimmäisiä korjauksia varten voidaan ottaa lainaa, mutta lainojen lisääntyessä ja rahoitusvastikkeen kasvaessa osakaiden kipukynnys saattaa ylittyä ja loppuja korjauksia siirretään tulevaisuuteen. Yhtenä nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että asumiskustannukset osakkaalle eivät ylitä vuokra-asumisen kustannuksia [27]. On myös pidettävä mielessä, että osalla osakkaista saattaa olla osakkeen hankintaan liittyvää lainaa. Koska korjaukset ovat usein teknisesti välttämättömiä ja korjaamattomuus johtaa lisäkustannuksiin, on syytä pohtia keinoja aikataulutuksen suunnittelun kehittämiseen. Tavoitteena on saada hankittua varoja mahdollisimman edullisesti siten, että rahavirrat pysyvät vakaina.

Ulkoiset tekijät voivat vaikuttaa myös kiinteistön korjausten rahoitusmahdollisuuksiin. Pankkien vaikeudet nostavat vakuusvaatimuksia korkeammiksi, mikä yhdessä vanhojen lainojen kanssa voi johtaa siihen, että uusia lainoja ei ole mahdollista saada. Vuoden 2008 taloustaantumassa lainan saanti oli hankalaa myös asunto-osakeyhtiöille. Pan-

kit ovat lisäksi muuttaneet korkopolitiikkaansa suuntaan, joka asettaa yksityisasiakkaiden remonttilainat usein edullisempaan asemaan verrattuna asunto-osakeyhtiöiden lainoihin.

## 5 ELINKAARIKUSTANNUSTEN OPTIMOINTI PTS-SUUNNITTELUSSA

Rakenteiden ennakoiva elinkaaripohjainen kunnossapito, korjaus ja perusparantaminen perustuvat rakenteiden järjestelmälliseen tarkastustoimintaan ja sitä kautta saatavaan informaatioon rakenteiden rappeutumisesta ja korjausten vaikutuksesta rakenteen kuntoon. Tämä luo pohjan rakenteiden turvalliselle, taloudelliselle ja ekologiselle käytölle sekä mahdollistaa elinkaaritarkastelujen luomisen. Jotta rakennuksen käyttäytyminen sen elinkaaren aikana voitaisiin määrittää, ei pelkkä rappeutumismallien tuntemus riitä, vaan tarvitaan luotettavaa tietoa rakenteen kunnossapidosta, korjauksista ja perusparannuksista.[36]

Omistajaorganisaation luomat toimintastrategiat korostuvat kiinteistömässän hoidossa ja ylläpidossa. Rakennusten ylläpidolle voidaan asettaa mm. seuraavia vaatimuksia:

- ylläpidon rahoitustarpeen ennakointi
- kunnossapito- ja korjauskustannusten minimointi
- omistajan kustannusten minimointi
- taloudellisten ja muiden riskien minimointi
- kunnossapidon ja korjausten optimaalisuus ja oikea-aikaisuus
- rakenteiden varmuuden ja turvallisuuden säilyttäminen
- rakenteiden pitkän käyttöiän takaaminen myös ulkonäön osalta

Rahoitustarpeen ennakoimiseen ja oikea-aikaiseen korjaamiseen tarvitaan työkaluja. Omistajan tulee pystyä asettamaan omat tavoitteensa, jotka yhdessä hallintajärjestelmän antamien toimintasuositusten kanssa muodostavat korjausohjelmoinnin perustan.[36]

Ilman säännöllistä ja organisoitua tarkastustoimintaa ei voida puhua rakenteiden ennakoivasta elinkaaripohjaisesta kunnossapito-, korjaus- ja perusparannussuunnittelusta. Tarkastustulosten perusteella seurataan rakenteiden kunnan kehittymistä ja saadaan kokonaiskuva rakenteiden kunnosta. Tarkastustietojen pohjalta laaditaan myös rakenteiden ikäkäyttämismallit, joita käytetään rakenteiden elinkaaren hallintajärjestelmässä. Merkittävää rakenteiden elinkaaren hallintajärjestelmälle on se, että päätöksentekoprosessiin voidaan ottaa samanaikaisesti huomioon useita erilaisia vaatimuksia ja tavoitteita. [36] Korjaustarpeen, korjausten kiireellisyyden, korjauskustannuksien, korjausten yhdistämisen, aikataulutuksen, energiansäästömahdollisuuksien ja -kustannusten sekä kokonaistaloudellisuuden huomioiminen samassa järjestelmässä antaa mahdollisuuden elinkaaritehokkaaseen kiinteistönpitoon kiinteistönomistajan asettamien tavoitteiden mukaan.



## 5.1 Rakenteiden käyttöiän määrittäminen

Energiatalouden parantamiseen tähtäävässä elinkaarilaskennassa käytetään tarkastelujakson pituutena rakenteen tai teknisen järjestelmän taloudellista käyttöaika. Käyttöajan systemaattinen arviointi on tärkeää varsinkin lyhyen käyttöajan omaavien korjaustoimenpiteiden osalta. Laskelmissa käytettävä käyttöaika perustuu usein kokemuseräisiin tietoihin. Teknistä käyttöikää voidaan arvioida esimerkiksi KH -kortin *Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot* pohjalta (kuva 5.1). Ohjekortissa esitetyjä arvioita voidaan käyttää muun muassa kuntoarvioissa, kuntotutkimuksissa, energiakatselmuksissa, huoltokirjan laadinnassa ja kunnossapidon suunnittelussa. Hyvällä ylläpidolla voidaan vaikuttaa käyttöaikoja pidentävästi ja huonolla puolestaan alentavasti. Käyttöiän ylärajana on viimeistään itse rakennuksen jäljellä oleva käyttöaika.

Tunnus	Nimikkeen otsikko, määritelmä	Tyypillinen rakentamisaika ja muu tarkempi määrittely	Keskimääräinen tekninen käyttöikä			Suunnitelmallisen ylläpidon toimenpiteet	
			vuotta (R = rakennuksen ikä, J = järjestelmän ikä)			Tarkastusväli vuotta	Huoltoväli / kunnossapitojakso vuotta
			Rasitusluokka 1 vaikea	2 normaali	3 kevyt		
	Vesilukot			30		12 kk	1...12 kk puhdistus
	Kiertovesipatterit			30			
<b>G3</b>	<b>Ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmät</b>		Ilmanvaihto toimii jatkuvasti (24 h/d, 7 pv/vko)	Ilmanvaihto toimii arkipäivien päiväkäyttöä (9...10 h/d, 5 pv/vko) vastaavalla käyttöajalla (50 h/vko)	Ilmanvaihto toimii joitakin tunteja vuorokaudessa (10...20 h/vko)	Silmämääräinen tarkastus: tiiviys, liitokset, ilman esteetön virtaus, äänet, kosteus	
<b>G31</b>	<b>Ilmastointikoneisiin liittyvät osat</b>						
G3110	Puhallimet (aksaalipuhallimet, keskipakoispuhallimet, huippuimurit, savunpoistopuhallimet, erikoispuhallimet)		10...15	20...25	30...40	Moottorin kuumeeneminen, laakeriäänet, kiilahihnan kireys, tasapaino, siipipyörän puhtaus	Riippuu käyttöajoista.
G3120	Suodattimet (kuitusuodattimet, sähkösuodattimet)		10...15	20...25	30...40	Puhtautta seurataan.	6...12 kk suodattimien vaihto/puhdistus, tarvittaessa useammin riippuen rakennuksen sijainnista. Tarkempi vaihtoväli todetaan näköhavainnoin: suodatin on syytä vaihtaa, kun sen taustapuoli on kautaltaan tummunut.
G3130	Ilmastoinnin patterit (vesi- ja liuos-patterit, muut patterit)		10...15	20...25	30...40		
	Lämmityspatterit (vesikiertoiset lamellipatterit, sähköpatterit)		10...15	20...25	30...40		
	Jäähdytyspatterit (vesikiertoiset lamellipatterit, suorahyrrytyspatterit)		10...15	20...25	30...40	12 kk kondenssi-vesiviemäröinnin toiminnan tarkastus	
G3140	Lämmöntalteenotto (nestekiertoiset lämmöntalteenottolaitteet, pyörivät lämmöntalteenottolaitteet, levylämmönsiirtimet, muut lämmöntalteenottolaitteet)						
	Lämmöntalteenottolaitteet (nestekiertoiset vesi-glykolipatterit, levylämmönsiirtimet, pyörivät lämmönsiirtimet)		10...15	20...25	30...40	12 kk huurtumiseneston tarkastus	

**Kuva 5.1** Arvioita keskimääräisistä käyttöiästä [37]

### 5.1.1 Uusien rakennusosien teknisten käyttöikien arviointi

Käyttöikä on se aika, jonka rakennus tai sen osa asianmukaisesti huollettuna täyttää asetetut vaatimukset. Käyttöikä päättyy, kun rakennus tai sen osa saavuttaa rajatilaa.

jonkin ensisijaisen vaatimuksen suhteen. Ominaisikä on aika, jonka rakennuksen tai sen osan käyttöikä ylittää 95 % todennäköisyydellä. Laskentakäyttöikä puolestaan saadaan jakamalla ominaiskäyttöikä osavarmuuskertoimella. Rakennemoduulien ja -komponenttien käyttöiän ja ominaisiän keskihajonnan ilmoittaa yleensä tuotteen valmistaja muiden tuotetietojen yhteydessä. Usein keskihajontaa ei tunneta tarkkaan, joten laskennassa käytetään kokemusperäistä arvoa. Rakenteet on alustavasti mitoitettu mekaanisille rasituksille jo ennen käyttöikämitoitusta, joten käyttöikämitoitus on mekaanista mitoitusta täydentävä vaihe. [31]

Käyttöikämitoituksen varmuusluokka	Rajatilan saavuttamisesta johtuva seurausvaikutus	Varmuusluku	Käyttöiän osavarmuuskerroin $\gamma_{tk}$
1	Äärirajatila, jonka seurauksena on rakenteen sortuminen tai muu oleellinen turvallisuuden ja terveellisyyteen liittyvä seuraus, tai suuri raha- tai luontais-taloudellinen kustannus	3,8	1,8
2	Käyttörajatila	1,5	1,0

**Kuva 5.2** Kertoimia käyttöikämitoitukseen [31]

Kuvan 5.2 taulukon osavarmuuskertoimet on laskettu käyttämällä rappeutumisenopeuden variaatiokerroimelle arvoa 0,4. Mikäli variaatiokerroin tunnetaan tai mikäli käytetään taulukon arvosta poikkeavaa varmuuslukua, voidaan  $\gamma_{tk}$  laskea alla esitetystä yhtälöstä (1). [31]

$$\text{Käyttöiän osavarmuuskerroin } \gamma_{tk} = (\beta \cdot v_D + 1) \cdot (1 - 1,65 \cdot v_D) \quad (3)$$

missä  $\beta$  tilastollisen vaurioitumisen mukainen varmuusluku

$v_D$  rappeutumisenopeuden variaatiokerroin

Kun tarkastellaan suurten ja keskisuurten asuinkiinteistöjen teknistä kunnossapitoa, on taulukon mukainen käyttörajatilan osavarmuuskerroin lähes poikkeuksetta 1,0. Laskentakäyttöikäksi tulee siis sama arvo kuin ominaisiäksi. Varsinainen käyttöikä, josta ominaisikä lasketaan, saadaan rakennusosavalmistajalta tai tekemällä mekaaninen mi-

toitus. Talotekniikan, ikkunoiden, hissien tai pinnoitteiden osalta rakennusosavalmistaja on paras tiedonlähde. Runkorakenteisiin kohdistuvissa korjauksissa on harvoin hyödyllistä tehdä mekaanista mitoitusta PTS-suunnitteluvaiheessa. Useimmiten riittää, kun kirjataan haluttu käyttöikä, jonka pohjalta myöhemmin tehtävä rakennetekniikan mekaaninen mitoitus tehdään. Rakennetekninen mitoitus huomioi myös ympäristön rakennuksen käyttöä aiheuttaman lisärasituksen.

## 5.2 Toimenpiteiden määrittäminen

Perinteisessä kuntoarviossa kuntoarvioijat määrittävät omilta osaamisalueiltaan havaitsemilleen korjaustarpeille korjaustoimenpiteen. Esitetty toimenpide ei ole tarkka korjaustapaehdotus, vaan suuripiirteisen suuruusluokan esittävä ehdotus, kuten katon paikka- korjaus tai ikkunoiden uusiminen. Korjaukselle esitetään myös hinta-arvio, joka perustuu vastaavien korjausten toteutuneisiin kustannuksiin. Jos korjausvaihtoehdoista halutaan löytää teknillistaloudellinen optimi, tulee korjausvaihtoehtoja myös tuoda esille enemmän kuin yksi kappale. Elinkaarikustannuksien suhteen optimoitaessa tulee tuntea korjausvaihtoehdot, arviot niiden hankintakustannuksista, käyttöiästä sekä vaikutuksista kiinteistön juokseviin kustannuksiin.

Kuntoarviossa ei ole kuitenkaan mahdollista eikä tarkoituksenmukaista mennä korjaussuunnittelun puolelle. Korjaustoimenpiteiden tulee olla yleisellä tasolla, eikä tiettyä korjaustapaa esitetä esim.: viemäriputkien korjaus sukittamalla ja ruiskuttamalla sisäpuolelle itsekantava putki. Vertailtaessa esimerkiksi ikkunoiden korjaustarpeeseen liittyviä korjaustoimenpiteitä, tarkasteluun voidaan ottaa tiivistäminen + huoltomaalaus, vaihto U-arvoltaan 1,0 ikkunaan ja vaihto U-arvoltaan 0,7 ikkunaan.

## 5.3 Toimenpiteiden kustannusten määrittäminen

Korjausratkaisujen kustannukset voidaan jakaa kolmeen osaan: tekniseen osaan, joka ilmaisee korjaustarpeen täyttävän perusratkaisun kustannukset, energiataloutta parantavaan osaan, joka ilmaisee lisäkustannukset, joita energiatehokkaampi vaihtoehto tuo investointiin sekä asumismukavuutta parantavaan osaan. Tällä tavoin saadaan järjestelmällisesti asetettua tuottovaatimukset niille kustannuserille, jotka ovat valinnaisia ja omaavat tuotto-odotuksia.

Tekninen osa on usein joka tapauksessa pakollinen hankinta, joten sen kustannuksille ei ole syytä asettaa tuotto-odotusta. Teknisen kunnossapitotarpeen aiheuttama kustannus on aiheutunut jo toteutuneesta kiinteistöjen käytöstä ja kulumisesta. Osa rakenneosan teknisen osan korjauksesta voidaan käsittää korjausvelan maksamisena. Jos korjaus toteutetaan perusratkaisun puitteissa, syntyy siitä yleensä myös jonkin verran energiansäästövaikutusta sekä asumismukavuuden parannusta. Tämä nähdään rakennuksen palauttamisena nykytasoiseksi, mitä se oli myös valmistuttuaan.

Tekniselle osalle on luonnollisesti olemassa tekniseen huoltoon liittyviä säästövaatimuksia. Jos kerran kahdessa kuukaudessa huoltoa kaipaava hissi vaihdetaan uuteen,

odotetaan huoltokustannusten alenevan huomattavasti. Tämä säästö otetaan huomioon, kun lasketaan kiinteistön omistajille pitkän tähtäimen budjettia mutta investoinnille ominaista tuottovaatimusta, takaisinmaksuaikaa tai sisäistä korkoa sille ei voida määrittää.

Energiataloutta parantaviin kustannuksiin merkitään erotus perusratkaisun ja energiataloudellisemman ratkaisun välillä. Energiataloutta parantavaan osaan puolestaan liittyy valinnanvapautta eli siihen liittyville kustannuksille voidaan asettaa tuotto-odotus. Tuotto-odotus lasketaan energiakatselmuksen perusteella tehdyn säästöarvion perusteella tai muun arviointimenetelmän avulla.

Jos energiatalouden parantaminen on kiinteistön omistajille itseisarvo, eikä välinearvo säästöihin tai normien täyttämiseen, ei energiataloutta parantavalle osalle ole tarvetta laskea euromääräistä tuotto-odotusta. Jos energiataloutta halutaan parantaa ainoastaan energiatalouden itsensä tai imagosyiden takia, ei ole tarpeen sekoittaa taloudellista kannattavuutta tarkasteluun. Riittää, kun vertaillaan oletettuja energiansäästöjä eri toteutusvaihtoehdoilla. Rahatalous voidaan ottaa huomioon esimerkiksi vertailtaessa millä korjauksella saadaan suurin energiansäästö euroa kohden. Korjaukset voidaan asettaa edullisuusjärjestykseen, jossa edullisuus = arvot/kustannus. Arvot puolestaan riippuvat arvottajasta, paikasta ja ajan hetkestä.

Käyttömukavuutta ja arvoa nostaville kustannuksille ei voida ajatella tämän ajattelutavan puitteissa tuotto-odotusta. Käyttömukavuuden lisääntyminen mahdollistaa korkeampien vuokratuottojen saamisen markkinoilta ja arvon lisääntyminen puolestaan nostaa myyntihintaa. Asunnon korjaukseen liittyvä arvonnousu, kuten korjauksesta syntyvä kulukin, muodostuvat nopeasti. Yleensä kokonaiskorjauskustannukset ovat selvästi suuremmat, kuin jälleenmyyntiarvon kasvu. Käyttömukavuutta ja arvoa kohottavat kustannukset puolestaan saattavat olla pienemmät kuin niihin kohdistettava jälleenmyyntiarvon nousu. Esimerkiksi putkiremontin aiheuttama arvonnousu saattaa olla 60 % remontin kustannuksista, mutta 15 % arvonnoususta saattaa aiheutua kylpyhuoneen laadukkaista materiaalivalinnoista, jotka olivat vain 3 % kokonaiskustannuksista. On kuitenkin hyvin vaikeaa päätellä, mikä osuus jälleenmyyntihinnan noususta perustuu käyttömukavuutta ja arvoa nostaviin kustannuksiin. Lopullisesti laskelmat pilaisi asunto- ja vuokramarkkinoiden yleinen, hetkellinen ja alueellinen kehitys, mitkä johtuvat muista syistä kuin tehdyistä korjausinvestoinneista. Näistä syistä käyttömukavuutta ja arvoa nostaville kustannuksille ei voida asettaa tuottotavoitetta.

Käyttömukavuutta ja arvoa nostava osa kustannuksista otetaan budjetoinnissa huomioon, kuten muutkin kustannukset, jotka ovat todennäköisesti toteutuvia. Asumismukavuuteen liittyvät korjaukset saattavat joissain tapauksissa kasvattaa energiakuluja, kuten ilmastoinnin jäähdytysominaisuus. Jos korjauksessa yhdistyy energiataloutta parantavia valintoja, joihin liittyy tuottovaatimus sekä asumismukavuuteen liittyviä valintoja, jotka vaikuttaisivat energiaratkaisun takaisinmaksuaikaan negatiivisesti, on kustannusten ja säästöjen syyt jaettava aiheutumisperiaatteen mukaan.

## 5.4 Aikataulutus

Korjausten aikataulutuksen suhteen on tavoitteenmukaista, että korjausten kustannusvaikutukset jakaantuvat tasaisesti PTS-jaksolle. Tärkeämpää kuin kustannusten tasainen jakaantuminen on, että korjaukset toteutetaan oikea-aikaisesti. Kiireellisten korjausten lykkääminen aiheuttaa riskin suuremmille kustannuksille, kun taas liian aikainen korjaaminen on jäljellä olevan käyttöiän tuhlaamista. Tärkeää on myös, että korjaukset, jotka on edullista yhdistää kustannuksien tai asukasviihtyvyyden vuoksi, toteutetaan samanaikaisesti.

## 5.5 Luotettavuus- ja tarkkuusanalyysi

Luotettavuus- ja tarkkuusarvioihin voidaan käyttää yleisiä luotettavuuslaskennan menetelmiä. Yleisin elinkaarikustannusten luotettavuus- ja tarkkuusarvioinnin menetelmä on herkkyysanalyysi. Herkkyysanalyysissä vaihdellaan elinkaarikustannusten päämuuttujien arvoja sopiviksi arvioiduilla vaihteluväleillä ja todetaan vaihteluiden vaikutus elinkaarikustannuksiin. Näin saadaan likimääräinen käsitys laskelmien luotettavuudesta epävarmuustekijöiden suhteen. Herkkyysanalyysi voidaan myös suorittaa tarkastelemalla, vaihtuuko suunnitteluvaihtoehtojen järjestys tärkeimpien muuttujien järjellä vaihteluvälillä. Jos kahden vaihtoehdon välinen laskennallinen kustannusero on pienempi kuin herkkyysanalyysissä saatu vaihteluväli, merkitään vaihtoehdot paremmuusjärjestyksessä samalle sijalle. [31] PTS-suunnittelun optimointityökaluun liittyvässä herkkyysanalyysissä muuttujina ovat laskentakorko, sähkön hinta, veden hinta ja lämmitysenergian hinta. Tarkempien, tilastollisiin jakaumiin pohjautuvien, luotettavuusarvioiden käyttäminen toisi prosessiin lisää dataa sekä muuttujia mutta antaisi kuvan vain jo tapahtuneesta hintavaihtelusta.

## 5.6 Prosessikuvaus laaditusta optimointiprosessista

Diplomityön osana kehitettiin optimointiprosessi PTS-suunnitelmille. Tämän prosessin pohjalta kehitettiin puolestaan Excel-sovellus havainnollistamaan prosessia. Jäljempänä esitettävä Excel-sovellus ei näytä käyttäjälleen taustalla olevaa ideaaliprosessia, vaan on ennemminkin raakaversio lopullisesta työkalusta. Prosessia kuvaava kaaviokuva löytyy Liite 1:stä.

Prosessi koostuu pakollisista tietosyötteistä, ei-pakollisista tietosyötteistä ja ohjelman suorittamista tietojen siirroista ja lajitteluista. PTS-optimointiprosessin sisällä toimii TTY:n Rakennustekniikan laitoksen Energia- ja elinkaariyryhmän laatima energiansäästöjä laskeva työkalu.

Optimointiprosessin alkuosa koostuu lähtötietojen, kuten rakennusvuoden, pohjapinta-alan ja energiankulutusten ja hintojen kirjauksilla. Prosessi tarvitsee joitakin alussa syötettäviä tietoja vasta varsin myöhäisessä vaiheessa, mutta käytännön työnteon kannalta on järkevää syöttää kaikki lähtötiedot samalla kertaa.

PTS-suunnitelmalle tavanomaisten korjaustarpeiden ja kuntoluokkien lisäksi prosessiin voidaan halutessa syöttää saman kuntoluokan sisällä oleville korjauksille suurempia ja pienempiä prioriteetteja, jos jokin korjaus on toista saman kuntoluokan korjausta kiireellisempi. Lisäksi korjauksia, jotka yhdessä toteutettuna tuottavat synergiaetuja, on mahdollista yhdistää korjauspaketeiksi, jotka toteutetaan samanaikaisesti riippumatta yksittäisten korjausten kiireellisyyksistä. Jos korjauspakettiin kuuluu kiireellinen korjaus, toteutetaan kaikki korjauspakettiin sisältyvät korjaukset kiireellisellä aikataululla.

Prosessiin voidaan halutessa tuoda yhdelle korjaustarpeelle useita keskenään kilpailevia korjausvaihtoehtoja. Prossia voidaan kuitenkin käyttää myös siten, että ainoastaan korjaustarpeet kilpailevat keskenään, kunhan kullekin on yksi korjausvaihtoehto. Korjausvaihtoehdosta tulee tietää suuruusluokka sen hankintakustannuksista, elinkaaresta ja vaikutuksesta huoltokustannuksiin. Korjausvaihtoehtoon liittyvistä energiavaikutuksista saadaan arvio energiansäästöjä laskevan työkalun avulla. Energiansäästöpotentialista voidaan hankkia myös faktatietoa prosessiin, jos kohteeseen toteutetaan energiakatselmuksia. Korjausvaihtoehtojen hankinta- ja elinkaarikustannusten sekä elinkaarien perusteella prosessi muodostaa kolme kerrointa, jotka osoittavat korjausvaihtoehdon paremmuuden omalla tavallaan. Ensimmäinen kerroin maksimoi pitkällä tähtäimellä saavutettavia säästöjä, toinen optimoi lyhyen tähtäimen kannattavuutta ja likviditeettiä kun taas kolmas optimoi kannattavuutta pitkällä tähtäimellä. Kun kertoimet ovat selvillä, lajitellaan korjausvaihtoehdot seuraavalla tapaa:

1. Lajittelukategoria: kuntoluokat, suurin ensin
2. Lajittelukategoria: prioriteetit kuntoluokkien sisällä, pienin ensin
3. Lajittelukategoria: kerroin, suurin ensin

Lajittelu tehdään jokaiselle kerrointityypille erikseen, siten että lopputuloksena on kolme listaa.

Herkkyystarkastelussa ohjelma tekee yksitellen muutoksia laskentakorkoon, lämmitysenergian hintaan, sähköenergian hintaan ja veden hintaan. Kun kukin muutos aiheuttaa ensimmäisen vaikutuksen korjausten lajitteluun, kirjaa ohjelma tämän muutosprosentin ylös. Nämä muutosprosentit esitetään prosessin lopussa rajoina, joissa PTS-suunnitelman toteuttaminen on järkevää. Jos muutosprosentit myöhemmin ylittyvät, on suunnitelmaa järkevää tarkistaa.

Aikataulutuksessa siirretään korjaukset 10 vuoden aikajanelle siten, että

1. Samassa yhteydessä toteutettavaksi määräytyvät korjaukset tulevat samalle vuodelle
2. Korjaukset toteutetaan tärkeysjärjestyksessä pl. ristiriidat 1. kohdan kanssa
3. Korjaukset eri vuosille sijoittava algoritmi asettaa korjaukset aina sille vuodelle, jolla on rahallisesti vähiten korjauksia pl. ristiriidat 1. ja 2. kohdan kanssa

Tietyn kuntoluokan saaneet korjaustarpeet sijoittuvat tietylle kohtaa aikajanaa. Kuntoluokan 4 korjaukset sijoittuvat vuosille 0-1, kuntoluokan 3 korjaukset vuosille 2-5 ja kuntoluokan 2 ja 1 korjaukset vuosille 6-10.

Korjauskustannusten jakautuminen eri vuosille esitetään vastikeyksikköä kohden. Kun selvillä on vastikeyksikköjen määrät, mahdolliset vastikekertoimet ja arviot lainajoista, voidaan aikataulutuksessa saadut kustannukset esittää tavalla, joka vastaa kiinteistön omistajan ajatusmaailmaa.

Prosessin lopputuloksena on kolme eri tavoilla optimoitua PTS-suunnitelmaa sekä näitä vastaavat vuosikustannukset ja vuosisäästöt vastikeyksikköä kohden. Energiatehokkuusluvusta ja -luokasta esitetään arviot ennen ja jälkeen PTS-jaksoa. Lisäksi suunnitelmien herkkyys kustannusvaihteluille on esillä.

## 6 EXCEL-SOVELLUS: PTS-SUUNNITTELUN OPTIMOINTITYÖKALU

Diplomityön osana kehitettiin Excel-sovellus havainnollistamaan optimointiprosessia käytännötasolla. Sovellus on laadittu Microsoft Excel 2007 – taulukkolaskentaohjelman suomenkielisellä versiolla. Excel-sovelluksen toimintaa ja ominaisuuksia on pyritty esittelemään tässä kirjallisessa osassa mahdollisimman selkeästi, mutta hyvän kuvan saaminen sovelluksen toiminnasta vaatii sen käyttöön omakohtaista tutustumista tietokoneen avulla. Käytännön esimerkkinä sovelluksen toimintaa esitellään myöhemmin Case -kohteeseen liittyen. Ohjelmaa on mahdollista käyttää samalla tai uudemmalla Excel-versiolla. Vanhemmissa versioissa kaikki sovelluksen ominaisuudet eivät välttämättä toimi. Sovelluksen toiminta perustuu Excel-laskentafunktioiden lisäksi Visual Basic-ohjelmointiin, joten sovelluksen toiminta muissa taulukkolaskentaympäristöissä esim. OpenOffice ei ole mahdollista. Ohjelmoinnin avulla sovellukseen on saatu toivottua älykkyyttä, automaatiota ja helppokäyttöisyyttä. Excel-sovelluksen kehittäminen on vienyt suurin piirtein saman verran aikaa kuin työn kirjallisen osan tekeminen ja edustaa siten karkeasti arvioituna puolta tämän diplomityön työmäärästä.

PTS-suunnittelun optimointityökalu etenee vaiheittain ja tuottaa lopputuloksenaan kolme vaihtoehtoista PTS-suunnitelmaa, esittää kolme vaihtoehtoa kustannusyksikköpohjaiseksi vuosikustannukseksi sekä näyttää kolme vaihtoehtoista korjausten perusteella saavutettavaa vuosisäästöä. Suunnitelma on kymmeneksi vuodeksi siten, että suunnitelman tekovuotta ei huomioida mukaan. Asiakas valitsee vaihtoehdoista sen, jonka katsoo parhaiten palvelevan tarkoitustaan kymmenen vuoden ajanjaksolla. Valittu suunnitelma päivitetään viiden vuoden kuluttua vastaamaan silloista tilannetta. Tavoitteena on antaa asiakkaalle valinnanvaraa korjauksien ajoittamisessa ja kustannuksissa mutta samalla osoittaa, että korjaukset tulee joka tapauksessa suorittaa.

Optimointityökalu on laadittu siten, että käyttäjä syöttää ohjelmaan kohteen tiedot, energianhinnat ja harkittavat korjausvaihtoehdot. Tämän jälkeen ohjelma syöttää lopputuloksen. Ohjelman eri osat käynnistyvät painikkeita painamalla. Ohjelma perustuu tietojen lajitteluun ja erilaisilla ehdoilla tapahtuvaan tiedon siirtämiseen. Ohjelmassa on suuri määrä ohjelmointikoodia, MS Word-tekstiasiakirjana useita tuhansia sivuja. Ohjelmakoodia on mahdollista tiivistää huomattavasti. MS Excel on taulukkolaskentaohjelma, eikä sovellu suurikokoisen ohjelman ohjelmointialustaksi, minkä johdosta ohjelma on jaettu useaksi aliohjelmaksi, jotka oikeassa järjestyksessä suoritettuna muodostavat ohjelman.

Excel-ohjelma on selkeyden vuoksi jaettu usealle Excel-välilehdelle. Välilehdillä on paikat syötettäville tiedoille sekä painikkeet, joita painamalla ohjelma kulkee eteenpäin.



Välilehtien työnimet ovat: *Aloitussivu, Lähtötiedot, Korjaustarve, Korjausvaihtoehdot ja energia, Optimointi, Herkkyystarkastelu, Kustannusten jakautuminen ja PTS*. Lisäksi sovelluksessa on piilotettuja välilehtiä, joissa tapahtuu tietojen siirtoa, lajittelua yms. joka vie paljon taulukkotilaa ja joka on muun kuin ohjelman toiminnan kannalta tarpeetonta informaatiota.

## 6.1 Optimoinnin periaate

Työn tarkoituksena on tuottaa erilaisiin tarpeisiin luotuja optimoituja PTS-suunnitelmia. Tässä yhteydessä optimilla tarkoitetaan optimointimallin antamaa tulosta, jolla on pyritty teknillistaloudelliseen optimiin. Koska taloudellisten resurssien suhteen on kiinteistöpuolella runsaasti hajontaa, on talouspuoli optimista herkkä kritiikille. Joidenkin kiinteistöjen talous saattaa edellyttää mahdollisimman tiukkaa likviditeetin hallintaa, kun taas joillakin kiinteistöillä on mahdollisuuksia investoida energiansäästöä tuottaviin korjauksiin. Excel-taulukon optimointityökalu synnyttää kolme erilaista optimia ja niiden pohjalta kolme mahdollisesti erilaista PTS-suunnitelmaa. Yksikään optimeista ei pohjaudu tieteellisiin pitkälle hiottuihin laskentatapoihin, vaan kaavat, jotka muodostavat optimit, on tässä työssä kehitetty ja niiden perusta on empiirisessä kokeilussa. Malli on siinä määrin dynaaminen, että optimien määräytymistapoja on mahdollista halutesaan muuttaa pienellä vaivalla.

Suurempana taustatavoitteena teknillistaloudellisen optimin ohella on saada kiinteistönomistajat toteuttamaan tarvittavat korjaukset ajallaan. Tavanomainen PTS-suunnitelma sisältää korjaukset, kuntoluokat, kustannukset ja ajankohdat, jotka kuntoarvioija on esittänyt. Usein herää kysymys, eikö toisinkin voisi toimia? Kolme erilaista PTS-suunnitelmaa näyttävät kiinteistön omistajille vaihtoehtoisia toimintatapoja kiinteistön kunnan ylläpitoon. Samalla kun nähdään vaihtoehdot, nähdään myös, että jotkin asiat on vain pakko hoitaa ja kustannuksia syntyy kaikissa vaihtoehdoissa.

## 6.2 Aloitussivu

Jäljessä olevassa kuvassa 6.1 on esitetty osa sovelluksen etusivusta *Aloitussivusta*, jolla sijaitsee sovelluksen päävalikko, jonka kautta päästään kaikkiin sovelluksen käyttäjälle avoimiin osiin. Aloitussivu-välilehdellä kerrotaan PTS-optimoinnin kulusta sekä annetaan käyttöön ja kehitykseen liittyviä ohjeita. Koska Microsoft Excel 2007:n oletusasetuksena on Visual Basic -elementtien avaamatta jättäminen, tulee ennen ohjelman aloittamista hyväksyä sivun yläosaan ilmestyvästä suojausvaroituksesta makrojen käyttö (ota tämä sisältö käyttöön + OK). Tiedostoa tietokoneelle ladattaessa saattaa myös tulla varoitus, joka varoittaa tiedoston sisältämistä makroista. Excelin perinteinen välilehtipalkki on piilotettu, sillä se mahdollistaisi välilehtien välillä kulkemisen ja ohjelman käytämisen epähuomiossa ilman makroja. Tämä johtaisi ohjelman epäonnistumiseen. Jos makrojen käyttöä ei hyväksy suojausvaroituksesta, ei ole myöskään mahdollista päästä ohjelman alkua pidemmälle.

**PTS-optimointitaulukot** © TALOKESKUS

Huom! Taulukoiden laatija ei vastaa taulukoiden antamien tuloksien oikeellisuudesta. Palautetta ja kommentteja virheistä, kehitysehdotuksista sekä kysymyksiä voi lähettää osoitteeseen [antti.salonen@talokeskus.fi](mailto:antti.salonen@talokeskus.fi)

Ennen käytön aloitusta hyväksy makrojen toiminta valitsemalla ylhäällä näkyvästä suojausvaroituksesta Asetukset ja sieltä ota tämä sisältö käyttöön + OK

Etene optimointitaulukoissa järjestyksessä.  
Syötä taulukoissa pyydetyt tiedot ja tämän jälkeen paina mahdollisia painikkeita.

Paina Lähtötiedot -painiketta aloittaaksesi optimointiprosessin.

**Kuva 6.1** PTS-optimointiohjelman aloitussivu

### 6.3 Lähtötiedot

*Lähtötiedot* -välilehdellä (kuva 6.2) kerätään kohteen sellaiset lähtötiedot, jotka on mahdollista tavanomaisesti saada käyttöön ennen kiinteistötarkastusta. Tiedot saadaan usein isännöitsijäntodistuksesta, joka on tavanomaisesti tarjouspyynnön liitteenä. Tällaisia tietoja ovat kiinteistön nimi, bruttopinta-ala, käyttöpinta-ala, lämpöenergian kulutus, sähköenergian kulutus, veden kulutus ja normeerattu energiankulutus. Lisäksi alueellisen hintatason perusteella voidaan arvioida sähköenergian hinta, lämmitysenergian hinta sekä käyttöveden hinta. Laskentakorkona käytetään 3 % - 5 %. Tämä vaihteluväli on yleisesti käytössä rakennusten energiakorjauksien kannattavuuksia laskettaessa.

Käyttäjän tulee arvioida, mikä on käytännössä järkevä vuosi ensimmäisten korjauksien toteuttamiseen. Korjauspäätöksentekoon, korjaussuunnitteluun, kilpailutukseen ja työn suunnitteluun menee aikansa, mistä syystä korjauksia ei kannata laittaa PTS-suunnitelman laadintavuodelle, jos vuodenvaihe on lähestymässä. Tässä kohtaa edellytetään käyttäjältä harkintaa ja kokemusta, sillä paljon riippuu akuuttien korjausten suoritushetkistä: kiireellistä putkiremonttia ei hoideta kuukaudessa, kun taas kiireellinen lumiasteiden asennus voidaan suorittaa nopeastikin.

Päivämäärä päivittyy automaattisesti tietokoneen kalenteriasetusten mukaan. Vihreällä värillä on korostettu ne ruudut, jotka optimointityökalun käyttäjän tulee täyttää. Solujen täyttöjärjestyksellä ei ole merkitystä. Värittömällä pohjalla ovat soluihin ja terminologiaan liittyvät ohjeet. Oranssilla pohjalla puolestaan on optimointityökalun käyttöön liittyviä ohjeita.

*Lähtötiedot* -välilehdelle syötetyt tiedot linkittyvät automaattisesti joihinkin optimointiohjelman osiin. Joissakin optimointiohjelman osissa tietojen siirtyminen vaatii painikkeen painamista. Välilehden reunassa on myös samanlainen valikko, kuin *Aloitussivulla* ohjelmassa etenemistä varten. Sama valikko on käytettävissä kaikilla välilehdillä.

Kohde	Testitalo1	
Laatija	Antti Salonen	
Päivämäärä	17.10.2011	
Bruttopinta-ala	3500	m <sup>2</sup>
Käyttöpinta-ala	3000	asm <sup>2</sup>
Normeerattu energiankulutus	800	MWh
Lämpöenergian kulutus	700	MWh/vuosi
Sähköenergian kulutus	55	MWh/vuosi
Vedenkulutus	5000	m <sup>3</sup> /vuosi
Sähköenergian hinta	40	e/MWh
Lämmitysenergian hinta	70	e/MWh
Veden hinta	2	e/m <sup>3</sup>
Laskentakorko	5 %	
PTS-suunnitelman ensimmäinen vuosi, jolle voidaan asettaa korjaustarpeita		2011

**Täytä vihreisiin soluihin kohdekohtaiset tiedot. Tämän jälkeen paina Korjaustarve -painiketta**

Kuva 6.2 PTS-optimointiohjelman lähtötiedot

## 6.4 Korjaustarve

Kun lähtötiedot on kirjattu, siirrytään valikon painikkeella välilehdelle *Korjaustarve* (Kuva 6.3). Tällä välilehdellä määritellään kiinteistötarkastuksen perusteella kiinteistön rakenneosille korjaustarpeet sekä niille rakennusosille kuntoluokat, joille on korjaustarvetta. Kuntoluokka määritellään asteikolla yhdestä neljään, siten että neljä on merkinä kiireellisestä korjaustarpeesta ja yksi on merkinä uudenveroisesta rakenneosasta. Numeroa yksi käytetään ainoastaan siinä tapauksessa, että rakennusosa on tällä hetkellä uudenveroinen, mutta kymmenen vuoden ajanjaksolla sen kunto tulee heikkenemään ja sille syntyy korjaustarve. Tämä voi tulla kysymykseen esimerkiksi pihavarusteiden kunnossa, sillä huoltomaalaustarve on usein 10 vuoden välein. Kuntoarviossa esitetään kaikkien rakennusosien kuntoluokat, mutta ohjelman tässä osassa esitetään kuntoluokat vain, jos rakenneosaan kohdistuu korjaustarve. Korjauksien järjestystä lajitellaan kuntoluokan perusteella.

Kuntoluokan sisällä eri korjauksien välillä saattaa olla myös tärkeysjärjestys esimerkiksi turvallisuussyistä tai suuremman taloudellisen riskin vuoksi. Ohjelman käyttäjällä on mahdollisuus asettaa korjaukselle prioriteetti luokka yhdestä viiteen, yhden ollessa prioriteeteista tärkein. Prioriteetin merkitseminen nostaa kyseisen korjauksen oman kuntoluokkansa ensimmäiseksi. Tällöin optimointi-ohjelma asettaa ohjelman myöhemmäs-

sä vaiheessa prioriteetissa tärkeimmän korjauksen vähemmän tärkeiden edelle kuntoluokan sisällä. Tämä ominaisuus vähentää tarvetta manuaalisesti järjestellä korjauksia tärkeysjärjestykseen kannattavuusoptimoinnin jälkeen.

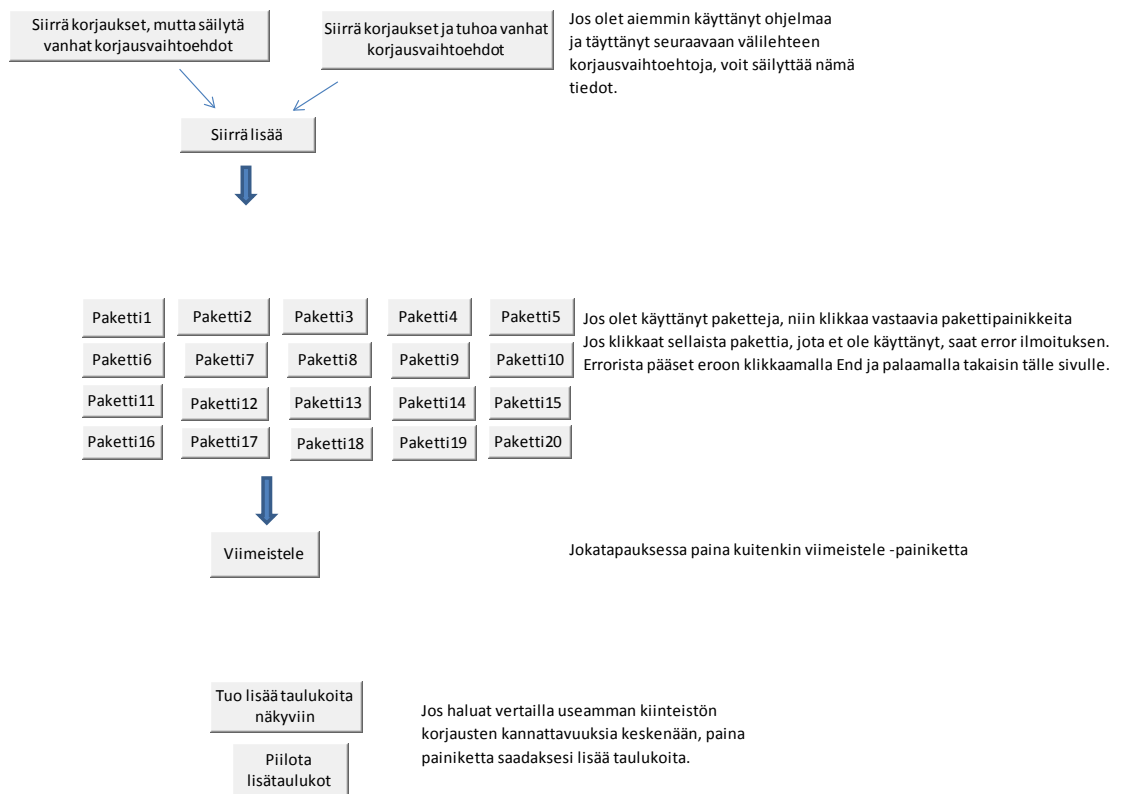
Joitakin korjauksia on kustannustehokasta sekä myös käyttäjien mukavuuden vuoksi kannattavaa toteuttaa samanaikaisesti. Jos optimointityökalun käyttäjä näkee edulliseksi niputtaa kaksi tai useampia korjauksia toteutettavaksi samanaikaisesti, voidaan ne paketoita yhdeksi paketiksi. Tämä tapahtuu merkitsemällä sarakkeeseen *Paketti* sama numero pakettiin kuuluville korjauksille. Numeron tulee olla kokonaisluku välillä 1 – 20. Paketointi käytännössä pakottaa suorittamaan pakettiin valitut korjaukset samana vuonna ja vuosi määräytyy paketin kiireellisimmän korjauksen kuntoluokan mukaan. Ohjelmaa ei ole ohjelmoitu missään vaiheessa laskemaan kustannussäästöä, joka syntyy korjausten yhdistämisestä. Käyttäjän vastuulle jää tämän säästön arvioiminen ohjelman seuraavassa välilehdessä.

Koodi	Rakennusosa	Tarkennus	Korjattavaa (PTS-taso)	Kuntoluokka	Prioriteetti kuntoluokassa	Paketti
D	Aluerakenteet					
D2		Alueen maakaivannot	Kaivuuta	4		
D3		Alueen kalliokaivannot				
D4		Alueen täyttö				
D5		Putkirakenteet alueella				
D6		Viherrakenteet				
D7		Päällysrakenteet	Asvaltointi	3		
D8		Aluevarusteet	Pihavarusteet	4		
D9		Ulkopuoliset rakenteet				
E	Pohjarakenteet					
E1		Maakaivannot				
E2		Kalliokaivannot				
E3		Täyttö				
E4		Putkirakenteet				
E5		Pohjarakenteet				
F	Rakennustekniikka					
F1		Perustukset				
F2		Rakennusrunko				
F3		Julkisivu	Julkisivuremontti	4		
F4		Yläpohjarakenteet	Vesikattoremontti	4	1	
F5		Täydentävät sisäosat				
F6		Sisäpinnat	Käytävien pintaremontti	2		1
F7		Rakennusvarusteet				
F8		Siirtolaitteet				
G	LVI-järjestelmät					
G1		Lämmitysjärjestelmät				
G2		Vesi- ja viemärijärjestelmät	Putkiremontti (kv+viemärit)	2	1	1
G3		Ilmastointijärjestelmät	IV-Tasapainotus	4		
G4		Kylmätekniset järjestelmät				
G5		Paineilma- ja kaasuverkostot				
G6		Höyryjärjestelmät				
G7		Palontorjuntajärjestelmät				
G8		Muut LVI-järjestelmät				
H	Sähköjärjestelmät					
H1		Aluesähköistys				
H2		Kytinlaitokset ja jakokeskukset ym.				
H3		Johtotiet	Johdot uusiksi	4		
H4		Johdot ja niiden varusteet				
H5		Valaisimet	Valaisimien uusiminen	2		1
H6		Lämmittimet, kojeet ja laitteet				
H7		Erytisjärjestelmät				
J	Tietojärjestelmät					
J1		Puhelinjärjestelmät	Puhelinjohtot uusiksi	3		
J2		Antennijärjestelmät	Antennit uusiksi	3		
J3		Äänentoisto- ja merkinantojärjestelmät				
J4		Kiinteistön atk-järjestelmät				
J5		Turva- ja valvontajärjestelmät				
J6		Rakennusautomaatiojärjestelmät				
J7		Integroidut järjestelmät				

**Kuva 6.3** PTS-optimointiohjelman korjaustarvetaulukko

*Korjaustarve* -välilehden kaksi ensimmäistä painiketta ”Siirrä korjaukset, mutta säilytä vanhat korjausvaihtoehdot” sekä ”Siirrä korjaukset ja tuhoa vanhat korjausvaihtoehdot” siirtää käyttäjän kirjaamat korjaustarpeet piilotetulle välilehdelle, jossa tietoja lajitellaan ja josta ne kopioituvat *Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehdelle ”Siirrä lisää”-painikkeen ja ”Viimeistele”-painikkeen jälkeen. Korjaukset siirtyvät seuraavalle välilehdelle lajiteltuna ensiksi kuntoluokan ja toiseksi prioriteetin mukaan.

*Paketti*-painikkeita käytetään ainoastaan silloin, jos korjauksia on yhdistetty pakettiksi. Silloin painetaan niitä *Paketti*-painikkeita, jonka numeroja vastaavia paketteja on käytetty. Väärän *Paketti*-painikkeen painaminen johtaa error-ilmoitukseen ja avaa piilotetun välilehden. Tästä tilanteesta pääsee poistumaan sulkemalla error-ilmoituksen ja palaamalla *Korjaustarve*-välilehdelle. Käytännössä *Paketti*-painikkeet muuttavat kyseiseen pakettiin valittujen korjausten kuntoluokat paketin suurimman kuntoluokan mukaiseksi. Vasta myöhemmässä optimointivaiheessa pakettiin sidotut korjaukset siirtyvät samalle vuodelle.



#### **Kuva 6.4** PTS-optimointiohjelman korjaustarvepainikkeet

PTS-optimointiohjelma on mahdollista ajaa samanaikaisesti viidelle eri kiinteistölle. Tämä ominaisuus on sellaisia kiinteistönomistajia varten, joilla on useampia kiinteistö-

jä, joiden keskinäistä kannattavinta korjausjärjestystä halutaan selvittää. *Korjaustarve-* välilehdellä on mahdollista tuoda näkyviin neljä kuvan 6.3 kaltaista taulukkoa.

## 6.5 Korjausvaihtoehdot ja energia

*Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehdellä määritellään korjausvaihtoehtojen kannattavuudet kolmella eri kannattavuusmittarilla. Alun perin tarkoituksena oli käyttää tuottoa antaviin korjauksiin sisäisen koron menetelmää ja tuotottomiin nettonykyarvomenetelmää. Koska MS Excelin sisäisen koron laskenta perustuu iterointiin ja esitettyyn arvaukseen sisäisestä korosta, ei menetelmä ole käyttökelpoinen osana automatisoitua prosessia. Jos arvausta ei anneta, käyttää MS Excel arvauksena 10 %. Jos iterointi löytää sisäisen koron (arvaus on riittävän lähellä), saataisiin tulos mutta muussa tapauksessa olisi vastassa *error* -ilmoitus. Koska ohjelman tulee toimia varmasti ja automaattisesti, ei sisäistä korkoa ole mahdollista tässä yhteydessä käyttää kannattavuuden arvioinnissa. Nettonykyarvon MS Excel puolestaan laskee varmuudella joka kerta. Tästä syystä nettonykyarvo valittiin sisäisen koron asemesta. Sisäisen koron laskentaan MS Excelillä olisi mahdollista kehittää alkuperäistä älykkäämpi laskentatapa tai hankkia valmis sovellus tätä varten.

Kannattavuusmittareista ensimmäinen maksimoi vuosisäästöt. Tämä mittari soveltuu parhaiten sellaiselle kiinteistölle tai kiinteistökokonaisuudelle, jolla on mahdollista käyttää enemmän rahaa korjauskustannuksiin mutta halua saada vuosikustannukset pieniksi. Jotta vuosisäästöjen maksimoiminen ei suosisi sellaisten korjausten toteuttamista, joiden elinkaari ylittää juuri tarkastelujakson, kerrotaan vuosisäästöt (menot - kulut) kestävyyskerroimella. Kestävyyskerroin syntyy jakamalla korjauksen elinkaari korjausvaihtoehtojen elinkaarista pisimmällä ja ottamalla tästä käänteisluku. Käänteisluvun ottaminen liittyy tarpeeseen asettaa kertoimet järjestykseen mitä pienempi sitä parempi. Korjauskerroin on pienimmillään 1. Jotta vältytään tilanteilta joissa hieman muita suurempi vuosisäästö suosii kohtuuttoman suuria lisäkustannuksia, kerrotaan vuosisäästöjen ja kestävyyskerroimen tulo hankintakustannuskertoimella. Hankintakustannuskertoimen periaate on sama kuin kestävyyskerroimella: jaetaan korjauksen kustannukset kalleimman korjauksen kustannuksilla. Lisäksi tätä lukua kerrotaan kertoimella 1,35, koska hankintakustannuksen merkitys on suurempi kuin korjauksen elinkaaren. Kerroin 1,35 on otettu käyttöön ainoastaan testausta varten ja sille on tarkoitus kehittää parempi vastine.

Kannattavuusmittareista toinen optimoi lyhyen tähtäimen kannattavuutta. Tämä mittari soveltuu kiinteistöille, joiden likviditeetti on heikko, joille on kasautunut korjausvelkaa ja joiden velanottohalu tai kyky on heikko. Lyhyen tähtäimen kannattavuusluku saadaan kertomalla vuosisäästöt hankintakustannuskertoimella. Tässä hankintakustannuksen merkitys korostuu huomattavasti.

Kannattavuusmittareista kolmas optimoi pitkän tähtäimen kannattavuutta. Tämä mittari soveltuu kiinteistöille, joilla on haluja ja mahdollisuuksia pienentää juoksevia kulujaan, mutta kuitenkin selvästi rajalliset mahdollisuudet varojenkäytön suhteen. Esimerk-

kinä asunto-osakeyhtiö, jolla ei ole runsaasti velkaa, eikä kohtuuttomasti korjausvelkaa. Pitkän tähtäimen kannattavuuskerroin lasketaan vähentämällä korjauksen nettohyötyarvosta kustannukset ja jakamalla erotus korjauksen elinkaarella. Nettohyötyarvon kaava huomioi laskentakoron, elinkaaren ja hankintakustannukset.

*Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehden kannattavuusmittareista kaikki kolme antavat tuloksen periaatteella mitä pienempi luku sitä kannattavampi korjaus. Laskenta-kaavat eivät millään tapaan perustu tieteeseen, vaan ovat kokeilujen perusteella aikaansaatuja. Kaavoja voi tarvittaessa nopeasti ja yksinkertaisesti muuttaa ilman, että optimointiohjelmaan syntyy ongelmia. Riittää kun kirjoittaa uuden kaavan soluun ja kopioi sen koko sarakkeeseen. Tämä mahdollistaa PTS-suunnitelman optimoinnin tarvittaessa juuri asiakkaan haluamalla tavalla.

*Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehdellä painikkeiden painamisten seurauksena syntyy kolme erilaista PTS-taulukkoa, joihin korjaukset siirtyvät kuntoluokan, prioriteetin ja kannattavuuskertoimen perusteella lajiteltuna. Lajittelu tehdään edellä mainitussa järjestyksessä. Kun järjestys on selvillä, ohjelma jakaa korjaukset kustannuksien perusteella mahdollisimman tasaisesti eri vuosille kuntoluokkien vuosijakoa noudattaen. Tasainen jako tehdään jakamalla ensiksi paketit tasaisesti ja tämän jälkeen loput korjaukset. Loput korjaukset siirtyvät tasaisesti eri vuosille Liite 2 mukaisella ohjelmointikoodilla. Koodi vertailee eri vuosille jo sijoitettujen korjausten summia keskenään ja sijoittaa korjauksen sen vuoden alle, jossa on pienin korjaussumma. Jos summat ovat samansuuruiset, sijoittuu korjaus ensimmäiselle vuodelle. Hakasulkeissa olevat solut ovat summasoluja, kun taas BL15:BS15 on kustannus, jonka paikkaa ohjelma etsii. BL331, BL368, BL400, BL432 ja BL464 ovat kustannuksen vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja riippuen summien keskinäisestä suuruudesta.

*Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehdellä annetaan joitakin arvioita, joihin kuntoarvioija ei normaalin työnkuvansa puitteissa välttämättä ole perehtynyt. Välilehdellä pohditaan vaihtoehtoisia korjaustyyppisiä ja niiden kustannuksia, joista kokeneella kuntoarvioijalla on tietoa. Korjaustyyppien elinkaarien pituuksiin kuntoarvioija voi hakea vinkkejä *Kirjasto*-välilehdellä olevasta taulukosta. Korjausten huoltosäästön arvioimiseen voidaan käyttää kiinteistön kulu-dataa ja kokemusperäistä tietoa. Korjaustyyppien antaman energiansäästön arvioimiseen kuntoarvioija voi käyttää Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen Energia ja elinkaariryhmän valmistamaa yksinkertaista energiansäästölaskinta, jolla voidaan esittää karkea arvio energiansäästöpotentiaalista. Laskuri perustuu rakentamismääräyskokoelman energiamääräyksissä olevan tasauslaskimen hyödyntämiseen. Tasauslaskimen käyttöä voidaan suositella kaikkiin korjauksiin, jossa tehdään myös energiansäästötoimenpiteitä. Energiansäästöstä saattaa olla myös faktatietoa, jos kohteeseen on tehty energiakatselmus.

## 6.6 Herkkyystarkastelu

*Herkkyystarkastelu* -välilehdellä (kuva 6.5) on mahdollista tarkastella kustannusmuutoksien vaikutuksia kokonaistalouteen. Herkkyystarkastelu ei ole pakollinen osa opti-



mointiohjelmassa mutta sen avulla voidaan selvittää kuinka stabiili saatu optimi on. Jos pienet kustannusnousut muuttavat optimia, niin optimi kannattaa miettiä uusiksi. Energian hinnan suuret vaihtelut ovat olleet viimeaikoina hyvin ajankohtaisia. Tämä on aiheuttanut paljon keskustelua myös mediassa. Jos pohditaan kiinteistön energiankäyttöön vaikuttavia korjauksia, syntyy helposti kysymys, miten energian hinnanvaihtelut vaikuttavat kannattavuuteen. Jos herkkyystarkastelu-ominaisuus otetaan osaksi PTS-prosessia, voidaan asiakkaalle sanoa, että kiinteistölle on tehty optimoitu pitkän tähtäimen suunnitelma ja tälle suunnitelmalle on tehty herkkyystarkastelu. Asiakkaalle voidaan myös esittää herkkyystarkastelun tuloksia: PTS-suunnitelman kannattavuustarkastelu on voimassa, jos energian hinta on tietyllä välillä. Diplomityön ohjausryhmässä päätettiin pitää *Herkkyystarkastelu* osana optimointiprosessia, mutta välttää ajankäyttöä sen kehittämisessä osaksi Excel-työkalua.

*Herkkyystarkastelu* -välilehdellä on mahdollista tehdä muutoksia sähkön hintaan, lämmitysenergian hintaan, veden hintaan ja laskentakorkoon. Muutoksia voidaan tehdä prosentuaalisesti tai europohjaisesti. Kun muutos on tehty, tulee käyttäjän palata *Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehdelle, painaa painikkeita ja tarkastella mahdollisia muutoksia *Optimointi*-välilehdellä. Tämä toimintamalli on käyttäjän kannalta varsin raskas: Jos halutaan selvittää tarkka kustannusmuutosprosentti, milloin PTS-suunnitelma muuttuu, joudutaan tekemään useita tarkastuskierroksia. *Herkkyystarkastelu* on mahdollista kehittää pitkälle ohjelmoitukseksi iterointi-prosessiksi, jossa napinpainalluksella makro etsii esimerkiksi energian hinnannousuprosentin, jolla ensimmäinen muutos PTS-suunnitelmaan tapahtuu. Tämä vaatisi kuitenkin paljon ohjelmointia, joten *Herkkyystarkastelua* ei toteuteta iterointi-prosessina tämän työn puitteissa ajankäytöllisistä syistä. Optimointiprosessiin on kuitenkin jätetty päivittämismahdollisuus.

#### Linkitetty lähtötiedoista

Sähkön hinta	40	€/MWh	Sähkön hinta	<input type="text"/>
Lämmitysenergian hinta	70	€/MWh	Lämmitysenergian hinta	<input type="text"/>
Veden hinta	2	m <sup>3</sup> /vuosi	Veden hinta	<input type="text"/>
Laskentakorko	5 %		Laskentakorko	<input type="text"/>

#### Herkkyystarkastelu

Sähkön hinta	40	€/MWh	100,0 %	Palauta vierityspalkit arvoon 100%
Lämmitysenergian hinta	70	€/MWh	100,0 %	
Veden hinta	2	€/m <sup>3</sup>	100,0 %	
Laskentakorko	5 %		100,0 %	

**Kuva 6.5** PTS-optimointiohjelman herkkyystarkastelutyökalu

## 6.7 Kustannusten jakautuminen

*Kustannusten jakautuminen* -välilehdellä esitetään korjauksista aiheutuvien kustannuksien jakautumista vuosittain ja vastikeyksiköittäin sekä samalla kumulatiivisia säästöjä. Lisäksi lasketaan lämmitysenergian säästön summa eri PTS-tyypeille, jotta myöhemmin voidaan esittää mahdolliset muutokset energiatehokkuusluvussa ja – luokassa. Jos kustannuksia ei suoriteta niiden määräytymisvuotena, tulee antaa arvaus tai tieto maksuajasta. Tähän arvaukseen voi halutessaan hakea tukea *Kirjasto*-välilehdellä olevasta taulukosta tyypillisistä laina-ajoista asunto-osakeyhtiöiden korjaushankkeisiin. Lisäksi tulee olla selvillä tieto vastike- tai kustannusyksiköistä, joille kustannukset jakautuvat sekä vastike- tai kustannuskertoimista, jos sellaisia on. Vastikekertoimet tulevat kysymykseen ainakin hissiremonteissa, joissa uuden asunto-osakeyhtiölain mukaan tulee kustannukset jakaa kerroksien mukaan nousevasti.

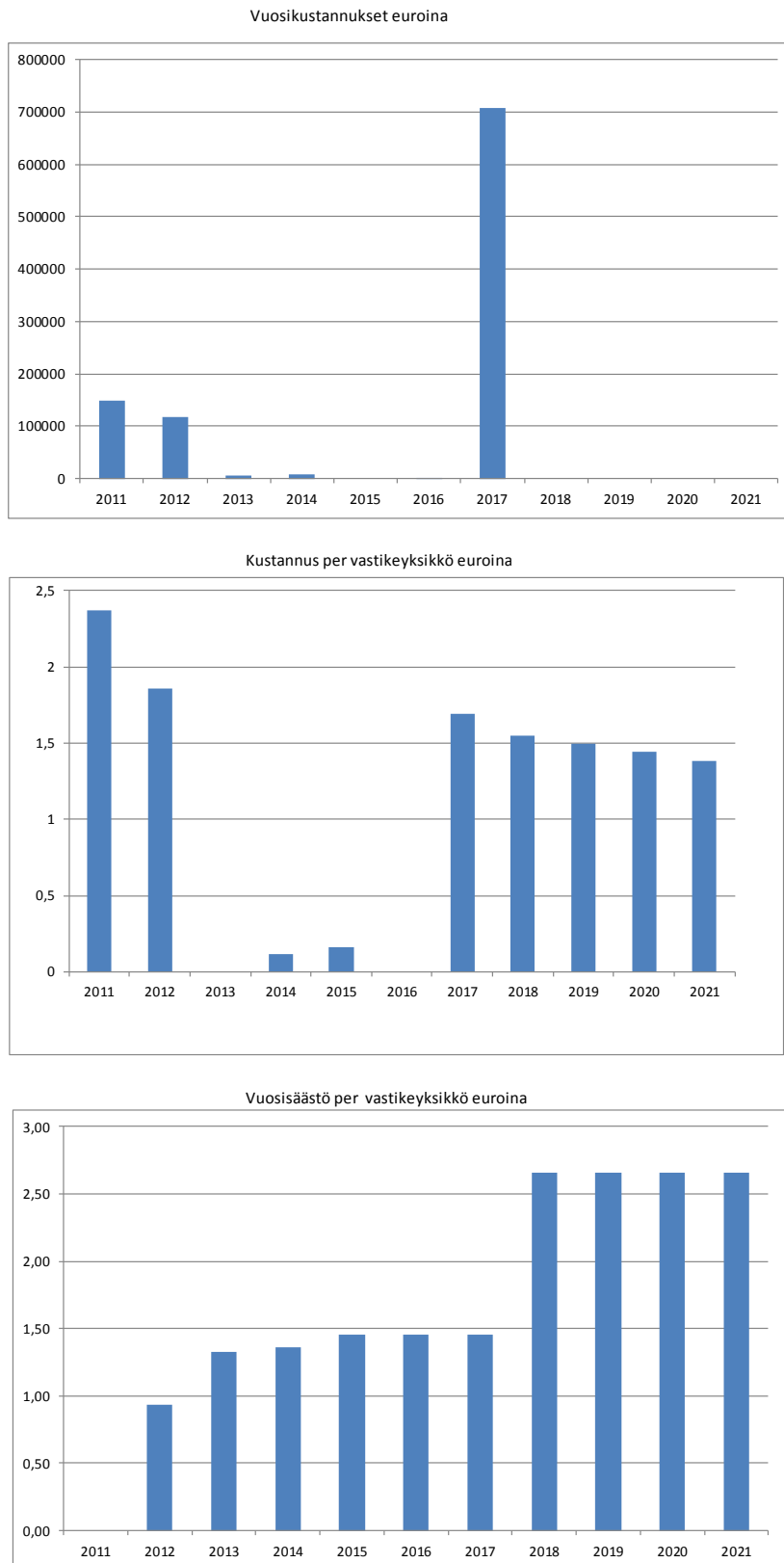
*Kustannusten jakautuminen* -välilehdellä ei ole painikkeita, vaan kaavat on ohjelmoitu soluihin ja lähtötiedot linkittyvät automaattisesti. Kun käyttäjä on ajanut prosessin *Korjausvaihtoehdot ja energia* -välilehden loppuun, *Kustannusten jakautuminen* -välilehti on automaattisesti päivittynyt oikeaan muotoon. Käyttäjälle jää tehtäväksi lisätä arvaukset laina-ajoista, vastikeyksiköiden määrät ja vastikekertoimet. Vastikekustannukset ensimmäiseksi PTS-vuodeksi laskeva kaava on muotoa:

$$=JOS(AM3 \leq 0; ""; ((AK3/AM3 + (AK3 - 1 * (AK3 / (2 * AM3))) * AL3) / (12 * (AO3 * AN3 + AP3 * AQ3 + AR3 * AS3)))) \quad (4)$$

Missä AM3 on laina-aika, AK3 on hankintakustannukset, AL3 on korko, AO3, AQ3 ja AS3 vastikeyksiköitä ja AN3, AP3 ja AR3 vastikekertoimia.

Vuosisäästöt määräytyvät siten, että korjauksen aiheuttama säästö alkaa kertyä vasta korjauksen jälkeisenä vuotena ja jatkaa kertymistä PTS-jakson loppuun.





**Kuva 6.8** PTS pylväsdiagrammit: Vuosikustannukset eurona, Kustannukset vastikeyksikköä kohden euroina ja Vuosisäästö vastikeyksikköä kohden euroina

Kannattavuusjärjestys muuttuu % energiakustannusten kasvulla.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Summa
Kustannus per vastikeyksikkö	2,369163575	1,854128015	0	0,1188544	0,1584725	0	1,6912013	1,5480937	1,4937307	1,4393677	1,3850046	12,058016
Vuosisäästö per vastikeyksikkö	0,00	0,94	1,33	1,36	1,46	1,46	1,46	2,65	2,65	2,65	2,65	18,61

### Kuva 6.9 Kustannusvaikutukset

Kannattavuusjärjestyksen muutos kuvassa 6.9 tulee syöttää manuaalisesti, jos se on herkkyytarkastelun kautta määritelty. Muiden solujen arvot päivittyvät automaattisesti.

Ennen korjauksia 2011	
Q.norm	500 Mwh
bruttoala	3500 m2
ET-luku	143
ET-luokka	D
Korjauksien jälkeen 2021	
Q.norm2	355 Mwh
bruttoala	3500 m2
ET-luku	101
ET-luokka	B

### Kuva 6.10 Vaikutukset ET- luokkaan

Ennen korjauksia oleva normeerattu lämmitysenergiankulutus linkittyy lähtötiedoista, kuten myös bruttoala. ET- luokka tulee automaattisesti Excel-kaavalla:

=JOS(Y79="";"";JOS(Y79<=100;"A";JOS(Y79<=120;"B";JOS(Y79<=140;"C";JOS(Y79<=180;"D";JOS(Y79<=230;"E";JOS(Y79<=280;"F";"G")))))))) (5)

Missä Y79 on ET- luku.

### 6.8.1 PTS-optimointityökalun jatkokehitysvaihtoehto

Diplomityön ohjausryhmässä syntyi keskustelua PTS-suunnitelman sijoittumisesta rakennuksen elinkaareen ja tämän esittämiseen. Tätä esitystä ei päätetty tehdä tämän diplomityön puitteissa. Tämän tyyppinen esitys on kuitenkin mahdollista myöhemmin yhdistää optimointiprosessiin. Tämä edellyttäisi kiinteistön korjaushistorian tuntemusta, joka yhdistettäisiin rakenneosien keskimääräisiin elinkaariin. Graafinen esitys voitaisiin toteuttaa kuvassa 5.8 olevien vierityspalkkien tapaan siten, että elinkaarensa alussa rakenneosan vierityspalkki on vasemmalla ja lopussa oikealla. Esittämällä vierityspalkit PTS-jakson alussa ja lopussa voitaisiin havainnollistaa korjausten vaikutuksia koko

kiinteistöön ja välittää tietoa kiinteistön kokonaisuudesta. Kritiikkiä PTS-optimointimallista esitetään luvussa 9 Johtopäätökset.

## 7 CASE KAARTINTORPANTIE 1

Kaartintorantie 1 toimii tämän diplomityön yhteydessä kehitetyn PTS:n optimointiprosessin Case -kohteena, jonka avulla selvitetään optimointiprosessin käyttökelpoisuutta. Kaartintorantie 1:een tehtiin kuntoarvio sekä energiakatselmus. Lisäksi näiden tietoja yhdistelemällä ja uusia keräämällä laadittiin kiinteistöön optimointiprosessin mukaiset optimoidut PTS-suunnitelmat sekä Tapio Karhun kehittämän *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* [1] mukaisen graafisen esityksen kiinteistönpidon laadusta. Kaartintorantie 1 edustajien toiveena oli saada myös diplomityön puitteissa energiansäästöehdotuksia kiinteistöstään. Joitakin energiansäästöön liittyviä näkökulmia on myös esitetty mutta niitä tarkastellessa tulee huomioida, etteivät ne edusta samanlaista asiantuntemusta kuin kuntoarvion ja energiakatselmuksen yhteydessä esitetyt energiansäästötoimenpiteet.



*Kuva 7.1* Case-kohde Kaartintorantie 1. [39]

### Kohteen perustiedot

- osoite: Kaartintorpantie 1, Helsinki
- rakennusvuosi: 1974
- julkisivumateriaali: tiili
- lämmin tilavuus: 7390m<sup>3</sup>
- huoneistoala: 938hm<sup>2</sup>
- kerrosneliömetrit: 2455kem<sup>2</sup>
- kerrosluku: 3
- portaiden lukumäärä: 2
- asuntojen lukumäärä: 6
- henkilöhissit: 2
- lämmitysmuoto: kaukolämpö
- ilmanvaihto: koneellinen tulo ja poisto
- vuotuinen lämmönkulutus 320–360 MWh
- vuotuinen sähkönkulutus 70–120 MWh
- vuotuinen vedenkulutus 1100–1400 m<sup>3</sup>

Julkisivuleikkaus: tiili, ilmarako, lujalevy, mineraalivilla 10 cm, teräsbetoni [39]

Asunto-osakeyhtiö Kaartintorpantie 1 on monilla tavoin poikkeuksellinen asunto-osakeyhtiö. Kerrostalossa on kuusi asuntoa ja jokaisen osakas on hallituksen jäsen. Rakennus on rakennettu vuonna 1974 vastaamaan aikansa korkeimpia asukkaiden vaatimustasoja asuinrakentamiselle. Rakennus on suunniteltu ennen öljykriisiä, jolloin lämmöneristysvaatimukset ovat olleet varsin vaatimattomia. Rakennuksessa on huoneistoalaan nähden suuri määrä yhteisiä tiloja ja lämpimiä bruttokuutioita on 7390m<sup>3</sup>.

Toisin kuin monilla vastaavan ikäisillä kerrostaloilla, Kaartintorpantie 1:ssä korjaustarvetta on nähty lähinnä energiankulutuksen vuoksi, ei niinkään rakenneosien heikon kunnan takia. Tavanomaisessa korjausrakentamisen kannattavuuslaskennassa periaatteena on, että korjaustarve johtuu rakenneosan teknisen elinkaaren päättymisestä. Kun tämä peruskorjaustarve on selvillä, pohditaan kannattavia energiataloutta parantavia vaihtoehtoja. Kaartintorpantie 1:n tapauksessa energiankulutus on saanut osakkaat pohtimaan tarvetta kiinteistön energiatalouteen vaikuttaviin korjauksiin. Vaikka monien rakenneosien teknistä käyttöikää olisi vielä jäljellä, saattaa taloudellinen käyttöikä olla jo ylitetty. Kokemus kuitenkin osoittaa, että vain harvat energiakorjaukset ovat taloudellisesti kannattavia ilman samanaikaista teknistä tarvetta korjata rakenneosa joka tapauksessa.

Kiinteistön ominaispiirteet synnyttävät myös tiettyjä raja-ehtoja harkittaville korjauksille. Tiilijulkisivua pidetään arvokkaana ja kauniina, joten lisälämmöneristys ei tule seinien kohdalla kysymykseen. Osa osakkaista pitää lasittamattomia säteilylämmittimin varustettuja parvekkeita rakennuksen tyylin kannalta olennaisena. Koska rakennus on tehty korkealaatuiseksi ja ilmanvaihdesta on tehty aikoinaan erinomainen, on rakennuksessa 13 kappaletta poistoilmakojeita. Jos näihin kaikkiin tai edes osaan liitettäisiin



lämmön talteenotto, nousisivat kustannukset hyvin korkeiksi ja kannattavuus olisi kyseenalaista. Korjaukset vaativat myös toteutuakseen laajan kannatuksen, sillä kaikki osakkaat ovat taloyhtiön hallituksen jäseniä.

Rakennuksessa on uima-allas, joka on asukkaiden käytössä ja uima-allasta myös käytetään. Energiatalouden kannalta uima-allas on haastava rakenne. Vedenkulutusta suurempi asia on uima-allastilasta otettava poistoilma, jonka mukana poistuu paljon lämpöä. Ilmanvaihdon tulee kuitenkin olla riittävällä tasolla, jotta ilman kosteuspitoisuus ei nouse kohtuuttomaksi. Ilmakuivurin käyttövaikutusten selvittämistä oli kiinteistössä jo ennestään harkittu.

Poistoilmapuhallin poistaa ilmaa, jossa on mukana vettä noin 15g ilmauutiota kohden. Ilman poistuessa karkaa myös energiaa tarpeettomasti ilman mukana. Tilaan tarvittava uusi ilma tulee lämmittää, mihin energiaa puolestaan kuluu. Veden poistuminen on tarpeellista. Liiallinen ilmanvaihto puolestaan on tarpeeton kustannus.

Jos vettä poistetaan ilmakuivurilla (esim. Fricostar F800 [40]), voidaan ylläpitää sama kosteuspitoisuus kuin tehtäessä poisto ilmanvaihdon kautta. Sama määrä vettä poistuu. Erona on se, että ilmaa ei poistu (muuta kuin perusilmanvaihdon mukana). Veden haihtuminen ei siis kiihdy, sillä kosteusprosentti on sama ja vettä poistuu sama määrä. Oletuksena on, että ilmakuivuria ei ylimitoiteta tai käytetä niin suurella teholla, että se poistaisi vettä enemmän kuin aiemmin ilmanvaihdon kautta.

Toinen tila, jossa ilmanvaihdon kautta poistuu paljon energiaa, on kiinteistön kellarikerroksessa sijaitseva autotalli. Rakentamismääräyskokoelman D2 osan mukaan moottoriajoneuvosuojaan ilmanvaihtoa voidaan vähentää normaalin käyttöajan ulkopuolella, kun ilmanvaihtoa ohjataan epäpuhtauspitoisuuden mukaan ja suojaan asennetaan erillinen hälytysjärjestelmä. Ohjaus- ja hälytysantureita tarvitaan vähintään 3 kpl. Anturien toiminta on säännöllisesti tarkastettava ja ne tulee kalibroida vähintään kerran vuodessa. [41].

## 7.1 PTS-optimointi Kaartintorpantie 1:ssä

Kaartintorpantie 1 tehtiin kuntoarvio sekä energiakatselmus. Näiden pohjalta syötettiin tietoja Excel-optimointityökaluun, joka antoi jäljessä olevat PTS-taulukot ja diagrammit. Optimointityökalu edellyttää, että jokaiselle korjaukselle on kuntoluokka ja arvio hankintahinnasta. Tästä syystä osa todelliseen kuntoarvioraporttiin merkityistä korjauksista ei näy optimointityökalun tuottamissa raporteissa. Lisäksi sellaiset korjaustoimenpiteet, jotka ovat huoltotoimenpiteen kaltaisia, tarkoitettu tehtäväksi heti mutta joiden kuntoluokaksi on merkitty ei-kiireellinen arvo, siirtyvät optimoidussa PTS-suunnitelmassa tarkastelujakson loppupäähän.

Liitteen 3 Kaartintorpantie 1:n optimoitujen PTS-taulukoiden ja diagrammien välillä ei voida havaita kovin suuria vaihteluita. Syynä tähän on kiinteistön hyvä kunto ja suuren kokoluokan korjausten poissaolo. Suuren kokoluokan korjauksille olisi myös ollut enemmässä määrin korjaustapavaihtoehtoja. Koska korjausten määrä jäi vähäiseksi ja korjausten kokoluokka pieneksi, ei optimointimalli tuottanut selkeästi toisistaan eroavia

PTS-suunnitelmia. Tämä on optimointimallin tulosten vertailun kannalta harmillista. Myöskään kiinteistön energiatehokkuusluokan tai luvun välillä ei ole vaihtelua. Korjauksien toteuttamisen jälkeen kiinteistö on yhä parhaassa A-luokassa ja energiatehokkuusluku alenee arviolta 24 pistettä arvosta 90 arvoon 66. Kiinteistön hyvä arvosana johtuu pitkälti suuresta bruttoneliöiden määrästä, kiinteistön energiankulutus on kuitenkin asuineliötä kohden varsin suurta, sillä bruttoneliöiden suhde asuineliöihin on noin 5:2.

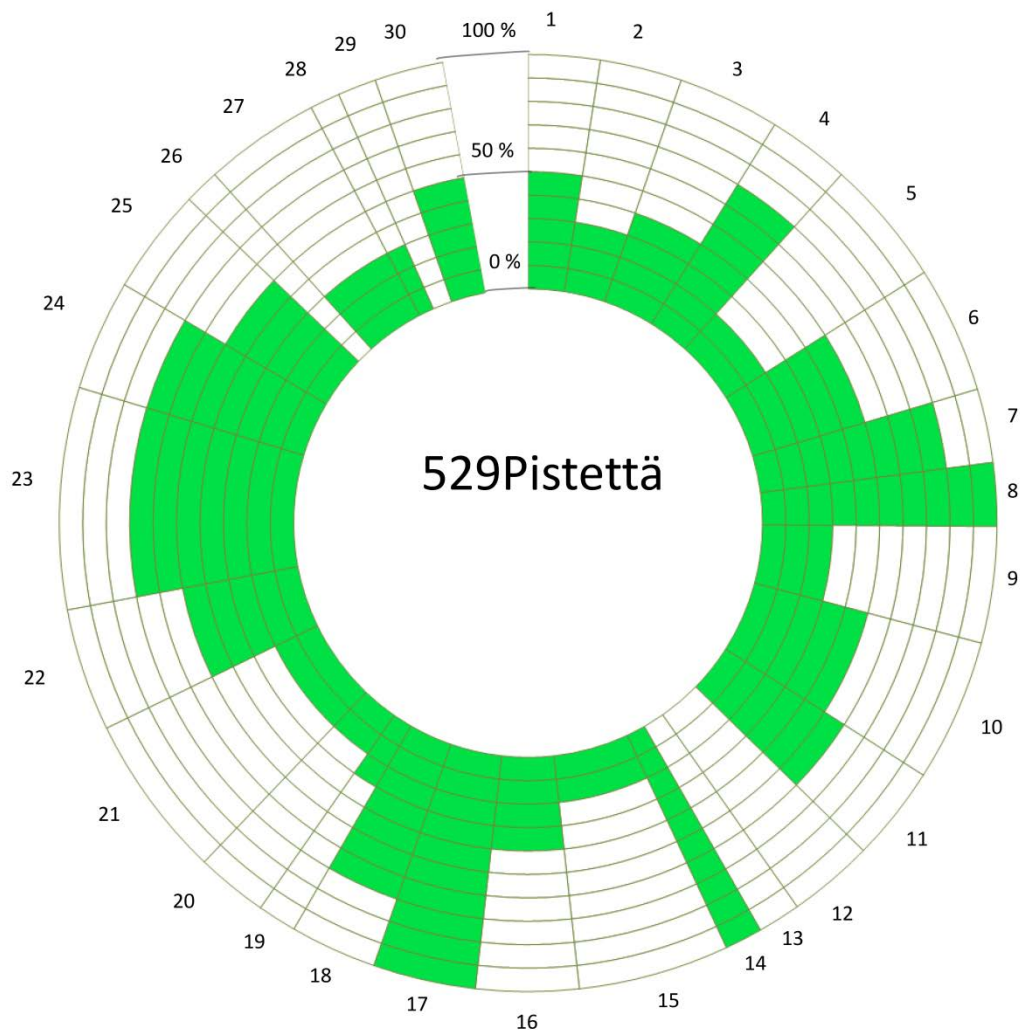
Kun vertaillaan optimoituja PTS-suunnitelmia (Liite 3) kuntoarvioryhmän valmistamaan PTS-suunnitelmaan (Liite 4), huomataan selviä eroja. Optimointiprosessi ei huomioi korjauksia, joiden hinnaksi on merkitty 0€ eikä myöskään korjauksia, jotka on ehdotettu harkittavaksi. Ero kustannusten loppusummissa johtuu juuri harkittaviksi merkittyjen korjausten poisjäännistä. Optimointiprosessin PTS-taulukko on myös lyhyempi, sillä 0€ korjaukset ovat jääneet pois.

Optimointityökalu asetti paketoitua korjaukset samalle vuodelle, korjaukset kunto-luokkansa perusteella tietyille aikajanoille, tasasi vuosikustannuksia mahdollisuuksien mukaan. Optimointityökalu myös huomioi energiansäästöä asettamalla kaikissa opti-meissa energiansäästöä tuovan korjauksen kuntoluokan aikajanan alkuun.

## **7.2 Tapio Karhun ”Erinomaisen kiinteistönpidon mallin” pilotointi Kaartintorantie 1:een**

Case Kaartintorantie 1 kiinteistöön pilotoitiin tämän diplomityön osana tila-arvio Tapio Karhun kehittämän *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* [1] pohjalta. *Erinomaisen kiinteistönpidon malli* on osa Tapio Karhun diplomityötä *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen*. Malli huomioi monipuolisesti kiinteistön kuntoa, energiatehokkuutta, esteettömyyttä, ympäristöystävällisyyttä, käyttäjäystävällisyyttä, informointia, huolto-toiminnan järjestelmällisyyttä sekä turvallisuutta. Mallin lopputuloksena on graafinen esitys ja pisteluku, joka antaa kuvan kiinteistönpidon laadusta.

Keräsin *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* tarvitsemat tiedot esittämällä Kaartin-torantie 1 hallituksen edustajille sekä isännöitsijälle laatimani kysymyslistan, tekemäl-lä havaintoja kiinteistötarkastuksen yhteydessä, tutustumalla huoltokirjaan sekä kunto-arvio- ja energiakatselmusraportteihin. Tietojen keruun jälkeen pidin palaverin Tapio Karhun kanssa, joka opetti minulle kiinteistönpidon arviointia mallin perusteella sekä graafisen esityksen luomista. Tuloksena syntyi kuvan 7.2 mukainen graafinen malli ja pisteluku.



- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttäjäkyselyt 51 %   | 16. Piha-alueet 37 %               |
| 2. Viestintä 25 %         | 17. Saastuminen 100 %              |
| 3. Talokansio 40 %        | 18. Talouden seuranta 73 %         |
| 4. Yhteisöllisyys 70 %    | 19. Kulut 33 %                     |
| 5. Lämpötilat 21 %        | 20. Arvon säilyminen 19 %          |
| 6. Ilman laatu 42 %       | 21. Käytön ja huollon ohjaus 23 %  |
| 7. Valaistus 84 %         | 22. Kunnossap. ja inv. ohjaus 51 % |
| 8. Melu 100 %             | 23. Rakenteiden tila 74 %          |
| 9. Turvallisuus 25 %      | 24. Järjestelmien tila 70 %        |
| 10. Koulutus 49 %         | 25. Yhteydet ja liikkuminen 47 %   |
| 11. Energiatodistus 57 %  | 26. Tontti 0 %                     |
| 12. Energ. tehostus 0 %   | 27. Innovaatiot 33 %               |
| 13. Energ. sopimukset 0 % | 28. Vihreät hankinnat 25 %         |
| 14. Lämmitysmuoto 100 %   | 29. Raportointi 0 %                |
| 15. Jätteet 24 %          | 30. Kehittäminen 50 %              |

**Kuva 7.2.** Kaartintorppantie 1:n Erinomaisen kiinteistönpidon mallin mukainen kuvaaja [1]

Malli esittää käyttäjälleen kysymyksiä, joihin käyttäjä valitsee vastauksen keräämisen lähtötietojen perusteella. Valittua vastausta vastaa prosenttiluku ja kunkin osion vastauksista muodostuu lopulta kyseisen osien prosenttiluku. Näitä osioita on 30 kappaletta ja niiden saamat prosentit esitetään diagrammissa. Osioden keskinäistä painoarvoa osoitetaan niistä saatavilla pisteillä ja niiden pinta-alalla diagrammissa. Tarkemmin *Erinomaisen kiinteistönpidon mallin* systematiikkaan voi perehtyä Tapio Karhun diplomityössä *Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen* [1].

Mallin antama pisteluku on varsin korkea, jos pisteitä vertaa kolmeen aikaisempaan pilotti-kohteeseen, joihin Tapio Karhu malliaan sovelsi [1]. Tämä kertoo tavanomaista laadukkaammasta kiinteistönpidosta. Pisteytyksessä ei huomioitu energiakatselmuksen parannustoimenpiteiden toteuttamista, koska niiden toteuttamiselle ei ole vielä ollut tilaisuutta. Näiden toimenpiteiden jälkeen pisteluku todennäköisesti nousisi noin 10 pistettä. Lisäksi kustannustehokkaita lisäpisteitä toisivat asuntokohtaisten talokansioiden ja sammutuspeitteiden hankkiminen.

## 8 NÄKÖKULMIA KUNTOARVION JA ENERGIAKATSELMUKSEN YHDISTÄMISESTÄ

Yhtenä työn tavoitteista, PTS-optimointimallin luomisen ja tila-arviomallin pilotoimisen lisäksi, oli selvittää mahdollisuuksia sovittaa kuntoarvio ja energiakatselmuspalveluita samaan kohteeseen. Taustalla on Suomen Talokeskuksen tarve etsiä mahdollisuuksia yhdistää näitä tutkimuksia tai ketjuttaa niitä toisiaan tukevaksi palvelukokonaisuudeksi.

Asunto-osakeyhtiöt eivät useinkaan ole nähneet tarpeelliseksi tilata energiakatselmusta, vaan se on jäänyt pääasiassa vuokrataloyhtiöiden käyttöön. Asunto-osakeyhtiöt puolestaan teettävät kuntoarvion yhteydessä useimmiten Asumisen rahoittamis- ja kehittämiskeskuksen tukeman *Laajennetun energiatalouden selvityksen*. Asunto-osakeyhtiöiden totuttaminen energiakatselmuksiin ja ymmärtämään näiden tarpeellisuuden ja edut onnistunee parhaiten yhdistämällä energiakatselmus jo ennestään monelle yhtiölle tuttuun kuntoarvioon. Vuokrataloyhtiöitä voidaan palvella myös paremmin yhdistetyillä palveluilla sillä suoritettavien korjausten tyyppi ja aikataulu voidaan optimoida rakennus-, energia- ja huoltokustannusten kautta.

### 8.1 Kohteen kuntoarvion laatiminen

Kuntoarviokiertoon, lähtötietojen hankintaan, raportin kirjoittamiseen ja PTS-laatimiseen osallistuu tavanomaisesti kolme kuntoarvioijaa, joiden vastualueet jakaantuvat rakennustekniikkaan, LVI-tekniikkaan ja sähkötekniikkaan. Diplomityöni aikana olin mukana viidellä Talokeskuksen kuntoarviokierrolla. Osana kuntoarvioijan pätevöitymiskoulutusta olin mukana Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy:n kuntoarviokierrolla. Yleensä kerrostalossa tapahtuva kuntoarviokierto kesti noin 3 tuntia. Asunnoista tarkastettiin vähintään 10 % ja yleisistä tiloista kaikki. Työryhmän jäsenillä kului aikaa suurin piirtein saman verran huoneistoissa, sähköasiantuntijalla kuluu sähköpääkeskuksella ja kuvien parissa jonkin verran enemmän aikaa, kun taas LVI-asiantuntijalla kuluu aikaa lämmönjakokeskuksessa noin 20 minuuttia. Rakennetutkijalla puolestaan saman verran aikaa menee rakennuksen kiertämiseen ja tarkasteluun ulkona. Loppujenlopuksi kaikki saavat tarkastuksensa tehtyä yleensä samoihin aikoihin. Koska tiloissa liikutaan pääasiassa ryhmänä, ei kaikilla ole samanaikaisesti samaa määrää huomioita tehtävänä. Vapaita hetkiään kukin asiantuntija käytti oman raporttinsa laadintaan tai muokkaamiseen kannettavalla tietokoneellaan, sanelukoneellaan tai muistiinpanovihollaan. Huoneistoa kohden kului aikaa noin 10 - 15 minuuttia.

## 8.2 Kohteen energiakatselmuksen laatiminen

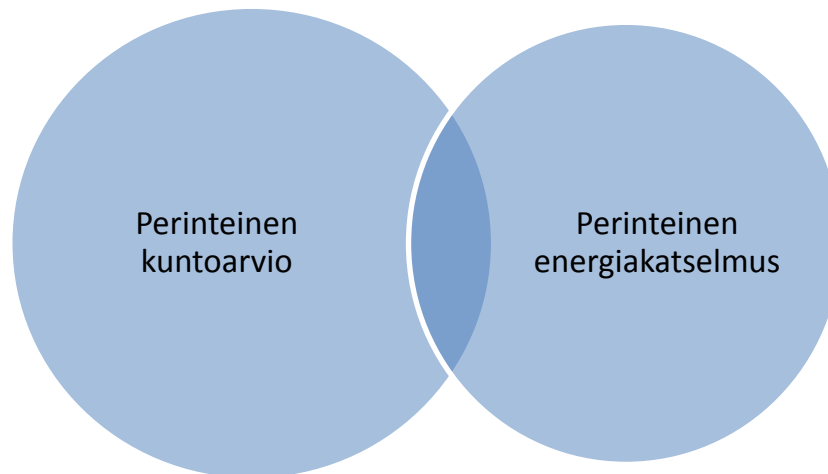
Energiakatselmuksen tekoon osallistuu yhteensä noin viisi työntekijää, joista kaksi on mukana kiinteistökierrolla ja loput tekevät töitä toimistolla. Työaika energiakatselmuksen kuluu noin viisi miestyöpäivää. Energiakatselmuksia tehdään ainoastaan talviaikaan, jotta saadaan luotettavia mittaustuloksia. Kierrolla mukana olevista yksi tekee mittauksia ja toinen kirjaa tuloksia. Diplomityön aikana olin mukana kahdella kierrolla. Ensimmäiseen normaalimittaiseen kiertoan kului aikaa noin 7 tuntia. Kierrolla mitattiin ikkunoiden koot, ikkunoiden pintalämmöt sisältä, ikkunapielien ja päätyseinien pintalämmöt sisältä, patterien tulo- ja menolämmöt, ilmanvaihdon paine-erot, vesikalusteiden virtaamat, patteritermostaattien asennot, ilmanvaihtoventtiilien aukeamat, lämmitysjärjestelmän säätökäyrät, kello-ohjattujen laitteiden käyntiajat, kaukolämpöverkon tulo- ja menolämmöt, kaukolämpöverkon paine ja kalvopaisunta-astian paine. Lisäksi kirjattiin tietoja koneiden ja laitteiden merkeistä, malleista ja ominaisuuksista. Asuntoa kohden aikaa kuluu noin puoli tuntia, yleisiin tiloihin 1,5 tuntia ja lämmönjakokeskuksessa 45 minuuttia. Noin viikon kuluttua käydään vielä noutamassa kiinteistöön jätetyt lämpötilatietoa keräävät loggerit. Varsinaisen kierron jälkeen kannettavalla tietokoneella luotu raportti on loggeri-tietoja lukuun ottamatta valmis. Tämän raportti-puun perusteella luodaan kiinteistön energiamalli. Mittaajalla ja tuloksien kirjaajalla kului melko lailla saman verran aikaa työhönsä, sillä tietojärjestelmän hitauden vuoksi tietojen siirtyminen ohjelmaan on hidasta. Toisen kohteen energiakatselmuksierrolla liikuttiin samassa porukassa kuntoarvioryhmän kanssa. Tämä energiakatselmus ei sisältänyt kaikkia niitä mittauksia, mitä ensimmäisessä kohteessa suoritettiin, koska aurinkoinen kevätssä olisi pilannut rakennusvaipan pintalämpötilamittaukset. Tällä kertaa aikaa kului energiakatselmoijilla asuntoa kohden noin 10 minuuttia pidempään kuin kuntoarvioijilla. Merkittävien energiakatselmointia nopeuttava tekijä oli ikkunoiden ja päätyseinien pintalämpömittauksien puuttuminen.

## 8.3 Kuntoarvion ja energiakatselmuksen yhdistäminen

Kuntoarvioryhmän sekä energiakatselmusryhmän kirjaamissa tiedoissa on monia samoja asioita ja energiatalouden parantamisedotukset ovat myös samantyyllisiä. Ryhmien työtä on tietyiltä osin mahdollista yhdistää mutta yhdistämisen kannattavuutta tulee pohdita erikseen. Energiakatselmus on luonteeltaan laaja, tarkka ja mittauksiin pohjautuva. Energiakatselmus muistuttaa luonteeltaan ennemminkin kuntotutkimusta kuin kuntoarviota, joka taas puolestaan pohjautuu kuntoarvioijien henkilökohtaisiin näkemyksiin rakennusosien kunnosta. Alla esitetyt näkemykset kuntoarvion ja energiakatselmuksen eritasoisista yhdistämisistä perustuvat puhtaasti omiin havaintoihini kenttätyöskentelyssä. Markkinanäkemyksien taustalla ei ole markkinatutkimusta, vaan ne pohjautuvat omiin näkemyksiini.

Jos prosessit yhdistetään nykyisissä muodoissaan, saadaan säästöä lähinnä rakennusosien luettelointiin kuluva ajasta ja energian kulutustietojen analyysistä sekä energia-

tehokkuuden parantamistoimenpiteistä. Yhdistämällä prosessit kuvan 8.1 tavalla synergiahyöty on ajallisesti noin 10 % – 15 %. Koska työn kustannukset syntyvät pääasiassa työntekijöiden ajankäytöstä ovat säästöt samaa tasoa, mutta hieman pienemmät. Tuotteen hintaa ei pystyttäisi alentamaan juurikaan. Tämän tyyppisellä tuotteella olisi markkinoita lähinnä niissä vuokratyöyhtiöissä, joilla on tarvetta samanaikaisesti sekä energiakatselmukselle, että kuntoarviolle. Asunto-osakeyhtiöihin tämänkaltainen palvelu tuskin korkean hintansa vuoksi vetoaa. Markkinasegmentti jää varsin pieneksi.

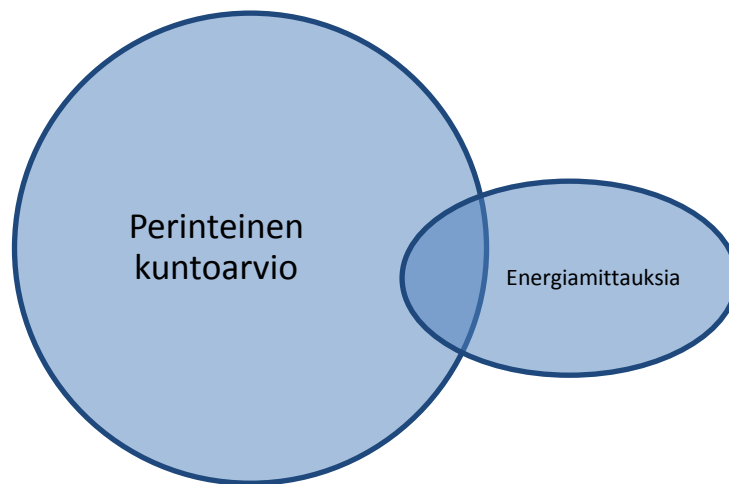


**Kuva 8.1** Perinteisen kuntoarvion ja perinteisen energiakatselmuksen yhdistämisen synergia

Jos kuntoarvioprosessiin yhdistetään energiakatselmus niiltä osin kuin kuntoarvioijat sen pystyvät oman ammattitaitonsa rajoissa suorittamaan, muuttuu energiakatselmuksen luonne tutkimusmaisesta arviomaiseksi. Kuntoarvioijat pystyvät tekemään pintalämpömittauksia, ilmanpainemittauksia, vesikalusteiden vedenkulutusmittauksia ja loggerien käyttämistä. Varsinainen laitteisiin ”koskeminen”, siten että esim. venttiilejä avattaisiin, ei ole mahdollista ilman lisäkoulutusta.

Energiakatselmuksen tuotetta: rakennuksen energiataloudellista mallia ei pystytä luomaan ilman nykyisen taseisia mittauksia. Energiakatselmuksen pohjalta pystytään sanomaan faktapohjalta, mihin rakennuksen energia kuluu ja miten kulutusta voidaan leikata. Tämän vaihtoehdon pohjalta voidaan tehdä kuntoarvion tyyppinen asiantuntijoiden näkemykseen perustuva arvaus rakennuksen energiataloudesta, jota mittaukset tukevat. Asiakkaalle ei kuitenkaan voida sanoa faktapohjalta, että tekemällä tietyt korjaukset saat tietyt säästöt.

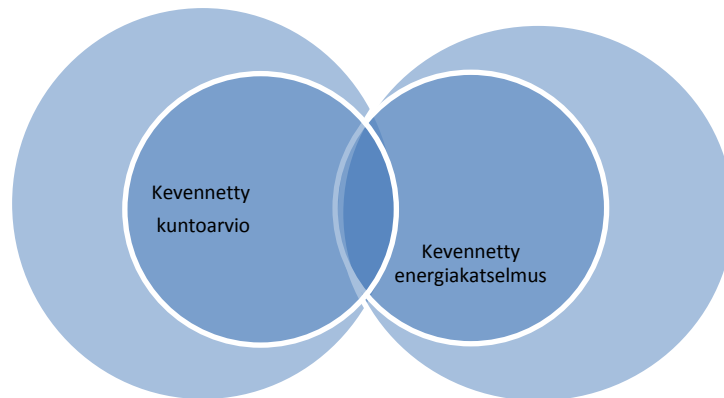
Tälle vaihtoehdolle on kuitenkin laajempi markkinapotentiaali niin vuokratyöpuolella kuin asunto-osakeyhtiöpuolella, sillä kustannukset saadaan pidettyä kohtuullisina. Ongelmaksi muodostuu, eroaako kuvan 8.2 mukainen tuote tarpeeksi kuntoarviosta *laajennetulla energiataloudellisella arvioinnilla* ja antaako tuote siihen nähden lisäarvoa asiakkaalle.



**Kuva 8.2** Perinteinen kuntoarvio ja joiden energiakatselmuksen osien yhdistämisen synergia

Jos yhdistäminen toteutetaan suorittamalla kevennetty kuntoarvio ja kevennetty energiakatselmus ryhmien yhteistyönä, on mahdollista saada lopputuloksena KH -kortin mukainen kuntoarvio sekä Motiva:n vaatimukset täyttävä energiakatselmus. Vaihtoehdossa kohteessa toimii yksi työryhmä, joka työittää sekä kuntoarvion, että energiakatselmuksen. Työryhmä voisi muodostua esimerkiksi kuntoarvioryhmän kolmesta eri asiantuntijasta ja energiakatselmuksen mittaajasta. Kuntoarviota suorittava asiantuntija voi myös olla energiaosaston LVI-, sähkö- tai rakennejärjestelmiä tunteva asiantuntija, joka on saanut perehdytyksen kuntoarvioiden laadintaan. Energiakatselmuksen mittaajalla on eniten työtä, mutta energiakatselmuksen yksinkertaisia tehtäviä jaetaan kuntoarvioryhmälle, jonka jäsenistä yksi tai kaksi toimii tuloksien kirjaajana. Työmäärää kevennetään jättämällä rakennusosien ja laitteiden luettelointi tekemättä niiltä osin kun se ei ole tarpeen laitteiden energiankäyttöön vaikuttavien ominaisuuksien osalta. Oleelliset osat kuten julkisivumateriaalit, ikkunoiden ja ovien tyypit on syytä selvittää, mutta epäoleelliset materiaalit sekä merkki ja mallitiedot voidaan jättää pois. Energiakatselmuksen tietojen kirjaamisen hitautta tulee pyrkiä poistamaan kehittämällä ohjelmaa tai tiedonsiirtoa nopeammaksi. Kuvan 8.3 tyyppiseen tarkastukseen kuluu aikaa ja kustannuksia on vaikea ennalta arvioida ilman pilotti-kohteita. Mielestäni vaihtoehdon asiakkaalle antama lopputulos on kuitenkin sellainen, jolle voisi olla laajempaa kiinnostusta. Ongelmaksi saattaa muodostua, pystytäänkö kysyntään vastaamaan keväällä, kesällä ja syksyllä, jolloin energiakatselmuksia ei voida tehdä lämpimien säiden takia.





**Kuva 8.3** Kevennetyn kuntoarvion ja kevennetyn energiakatselmuksen yhdistämisen synergia

Kuntoarvioprosessissa sekä energiakatselmusprosessissa kuluu osa ajasta rakennusosien ja koneiden luettelointiin. Erityisesti kuntoarvioprosessin LVI- ja sähköosioilla sekä energiakatselmuksessa kerätään tietoa laitteiden, koneiden ja valaisimienkin merkeistä, malleista tehoista, ynnä muista ominaisuuksista. Tiedon etsimiseen ja kirjaamisen kuluva aika ei nykyisessä mittakaavassa ole näkemykseni mukaan oikeassa suhteessa siihen lisäarvoon, mitä asiakkaalle sillä annetaan, eikä se myöskään tee Suomen Talokeskuksen tuotteesta kilpailukykyisempää muihin arviointi ja katselmuspalveluiden tuottajiin nähden. Poikkeuksen tähän tekee huoltokirja-palvelu. Huoltokirjassa laitteiden ja koneiden käyttöajoilla, huoltoväleillä ja huolto-ohjeilla on suurin merkitys huoltotyötä tekeväälle. Jos koneet on luetteloitu ja kohteesta tilataan myöhemmin huoltokirja, niin huoltokirjan laadinta nopeutuu hieman. Aikaisemmin tehty luettelointi ei kuitenkaan poista tarvetta käydä läpi kaikki laitteet uudestaan siltä varalta, että muutoksia on tapahtunut. Asianmukaisesti laadittu ja päivitetty huoltokirja vähentäisi huomattavasti tiedonkeruun tarvetta kiinteistön kuntoa selvitetessä.

Jos asiakas tai LVI-suunnittelija ylipäättään tarvitsee yksityiskohtaista tietoa esimerkiksi kalvopaisunta-astian merkistä ja mallista, voi asiakas tai myöhemmin korjaussuunnittelua tekevä LVI-suunnittelija sen myös käydä lukemassa kalvopaisunta-astian kyljestä. Tiedoista on suunnittelutilanteessa saatava varmuus, vaikka kuntoarvioraportissa tiedot olisi raportoitu, sillä kiinteistössä on saatettu tehdä kuntoarvion jälkeen korjauksia ilman, että niitä on dokumentoitu huoltokirjaan. Myös rakenneteknistä tietoa, kuten pinnoitemateriaalit kerätään mielestäni ilman tarpeellista jatkokäyttöä esim. poraskaiteen käsijohde muovipinnoitettu. Poikkeavissa kohteissa, joissa on erityisen arvokkaat pintamateriaalit, joiden pintaremontin kustannukset myös poikkeavat neliötä kohden, on materiaaleista syytä mainita. Energiatehokkuuden ja käytön kannalta useiden laitteiden ja koneiden tehoilla, virtaamilla yms. on merkitystä, joten ne tiedot tulee mielestäni yhä kerätä. Tässäkin tulisi keskittyä suuriin linjoihin, eikä tarkastella esim. valaisimia jokaista erikseen. Mielestäni tiedonkeruuta yksinkertaistamalla ei rikota kun-

toarviota koskevien KH-korttien ohjeita, ja tällä tavoin kevennetty kuntoarvio on yhä KH-korttien mukainen. Kuntoarvion luonne rakennusosien kunnon asiantuntija-arvioina ei myöskään ole mielestäni koskaan edellyttänyt yksityiskohtaista materiaalien ja laite-tiedon kirjaamista.

Kuntoarvion tekemisen lisäksi yksityiskohtaisen tiedon keruulla voi olla suuremman mittakaavan tavoitteita. Tiedon kerääminen mahdollisia kuntotutkimuksien, korjaus-suunnittelun tai huoltokirjan tarjouksia varten tai mahdollisten tulevien suunnittelutoi-meksiantojen lähtötiedoiksi palvelee konsulttitoimiston omia prosesseja.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

PTS:n laadintaan kehitettiin prosessi, jonka pohjalta pystytään antamaan eri näkökulmista optimoituja PTS-suunnitelmia. Samanaikaisesti nähdään positiiviset ja negatiiviset kustannusvaikutukset sekä vaikutus energiankulutukseen ja ollaan tietoisia niistä kustannuksien reunaehdoista, joilla suunnitelma on voimassa. Prosessin testaamista ja käyttöä varten kehitettiin MS Excel-sovellus, joka nykyisessä muodossaan pystyy toteuttamaan optimointiprosessin pääpiirteittäin. Sovellusta on mahdollista muokata ja päivittää, jos sillä katsotaan olevan käyttöä PTS:n laadintaprosessissa.

Työn tuloksena syntynyt optimointiprosessi on toimiva tapa yhdistää kiinteistötarjoustuksessa havaittuja teknisiä korjaustarpeita rakennuksen elinkaaren kustannustehokkuuden optimointiin, energianhallintaan ja aikataulutukseen. Kehitetyn Excel-sovelluksen toimivuus todettiin Case -kohteen yhteydessä.

Optimointiprosessi on luotu diplomityön ajankäytön asettamissa rajoissa, eikä prosessia ole hiottu lopulliseen muotoonsa. Optimointiprosessiin käytettävä Excel-työkalu on käytettävyydeltään rajoittunut ja se soveltuu lähinnä testikäyttöön. Optimointiprosessi yhdessä Excel-työkalun kanssa muodostavat kuitenkin hyvän pohjan jatkokehitykselle kiinteistönomistusta ja -ylläpitoa tukevaksi palveluksi.

### 9.1 PTS-optimoinnin liittyminen kuntoarvioon ja energia-katselmukseen

PTS-optimointi liittyy vahvasti kuntoarvioon; onhan PTS kuntoarvion osa. PTS-optimointimalli on työkalu kuntoarvion tekijälle. Aivan kuten kuntoarvio, myös PTS-optimointi perustuu kuntoarvioijan henkilökohtaiseen näkemykseen, sillä kuntoluokat tulevat kuntoarvioijan näkemyksen mukaan. Pintapuolinen arviointi mahdollistaa aina virheet ja epätarkkuudet. Kuntoluokkien ja prioriteettien osalta PTS-optimointimalli on yhtä tarkka kuin kuntoarvioijan asiantuntijanäkemyks. PTS-suunnitelma on lähtökohtaisesti liikaa kuntoarvion varassa ja PTS-suunnittelua tulisi kehittää itsenäiseksi prosessiksi, jota kuntoarviot tukevat.

PTS-optimointi liittyy myös energiakatselmukseen, sillä rakennuksen ylläpitokustannuksissa energiakustannukset ovat merkittävä tekijä yhdessä korjauskustannusten kanssa. PTS-optimointiin liittyvä energiansäästöpotentiaali voidaan selvittää faktapohjaisesti energiakatselmuksella tai arvioimalla käyttäen PTS-optimointimallin energiaarviointi -sovellusta.

## 9.2 Kehitysnäkökulmia kuntoarvioon ja PTS-optimointiprosessiin sekä PTS-optimointityökaluun

PTS-optimoinnin tulee olla prosessina mahdollisimman pitkällä ohjelmoitu ja ajankäytön kannalta tehokas, jotta se saavuttaa sellaisen kustannus-hyöty-suhteen, että toiminta kilpailluilla markkinoilla on mahdollista. Optimointi tulee käytännössä toteuttaa riittävän helppokäyttöisenä työkaluna, jota kuntoarvioihin perehtynyt asiantuntija pystyy käyttämään saatuaan riittävän ohjeistuksen.

Optimointiprosessi noudattaa tiettyä logiikkaa, joka sijoittaa eri kuntoluokat määrättyille aikajanoille. KH- kortin mukaisessa kuntoarviossa kuntoluokkien käyttö on kaksijakoista. Rakennneosien pääluokkien yhteydessä käytetään kuntoluokkaa rakenneosakonnaisuuden kunnon mukaan. Yksittäiselle rakenneosalle saatetaan myös asettaa kuntoluokka. Tällöin kuntoluokka kuvaa jo ennemminkin korjauksen kiireellisyyttä kuin yleistä kuntoa. Jos vaikka kiinteistössä on suuri osa ikkunoista hyväkuntoisia, tulee kuntoluokaksi 1 tai 2 siitäkkin huolimatta, että pieni osa ikkunoista tarvitsee kiireellistä korjausta. Koska kuntoluokat pääasiallisesti kuvaavat rakenneosakonnaisuuden kuntoa, eivätkä korjauksen kiireellisyyttä, ei niitä voi yhdistää korjausten priorisointiin.

Tämä saa kuntoarvioijan laatiman PTS-suunnitelman näyttämään hyvin erilaiselta optimointityökalulla laadittuun nähden. Tätä epäkohtaa voidaan korjata tarkentamalla kuntoarvio-ohjeita tai muuttamalla optimointiprosessia suuntaan, jossa kuntoluokat eivät ole lajitteluissa mukana. Tätä vastoin mukana olisivat kuntoarvioijan määrittämä tärkeysjärjestys korjauksille ja korjauksista yhdistetyt paketit. Kuntoluokat olisi myös mahdollista esittää erisuuruuksina ylä- ja alakategorioille, siten että esim. julkisivut saavat yläkategoriana kuntoluokan 2 ja elementtisaumojen tiivisteet alakategoriana kuntoluokan 4. Yläkategorioita ei huomioitaisi korjausten kiireellisyyden arvioinnissa, vaan siinä käytettäisiin alakategorioita. Asiakkaalle voitaisiin antaa erikseen raportit yläkategorioihin kuuluvien rakenteiden kunnosta ja varsinaisten korjausten kiireellisyydestä.

Kuntoarvioissa esiintyvät huollonomaiset korjaukset eivät istu hyvin optimointiprosessiin. Esimerkiksi sähkökeskushuoneen siivous tai öljynerottimen tyhjennys säännöllisesti esitetään kuntoarviossa yhden kerran jakson alkupäässä, vaikka kuntoluokka ei sitä edellytä ja vaikka tällaisia toimenpiteitä tulee useita jakson ajalle. Kyseessä eivät ole korjaukset, eikä niitä voi laittaa kilpailemaan esim. elinkaariensa mukaan todellisten korjauksien kanssa. Huoltotoimenpiteet, joita ei ole hoidettu asiallisesti ja joiden laiminlyöminen voi johtaa rakenneosien turmeltumiseen, tulee luonnollisesti esittää kuntoarviossa. Nämä esitykset olisi kuitenkin parempi esittää erillään PTS-taulukosta.

Kuntoarviokäynnillä havaitut huoltoon ja kiinteistönpitoon liittyvät ongelmat tulee tuoda esille kuntoarvioraportissa. Tarpeettomia tai itsestään selviä huomautuksia jonkin rakenneosan huollon merkityksestä tulee välttää. Case Kaartintorpantie 1 kuntoarviossa esitetään esim. tulo- ja poistoilmakoneiden huolto säännöllisesti tai öljynerottimien tyhjennys säännöllisesti. Kaartintorpantie 1:llä on kuitenkin käytössä oleva huoltokirja, johon nämä toimenpiteet on kirjattu ja niiden suorittamisesta on myös raportoitu. Kyseiset laitteet ovat nähtävästi voittuneet huoltojen välissä ja tämä voittuminen on havaittu

kuntoarviossa. Ennen kuntoarvion suorittamista tai ennen raportin kirjaamista tulisi tutustua kohteen huoltokirjaan, jotta nähdään, mitkä huomautukset rakennuksen huollosta ovat aiheellisia.

Kuntoarviossa esitetään toisinaan korjauksia harkittavaksi tai toteutettavaksi tarvittaessa. Kuntoarvion KH-korttien ([10], [29]) ohjeissa käytetään ilmaisua harkittavaksi ainoastaan kuntoarvion tekstiosiossa, jossa kerrotaan tarkemmin korjaustarpeista. Itse PTS-ohjelmassa ei KH-korttien ([10], [29]) ohjeiden mukaan ole harkittavia korjauksia. Optimointiprosessin logiikka ei myöskään mahdollista harkintaa. Ilmaisua tarvittaessa käytetään KH-kortissa ([10], [29]) siinä yhteydessä, jos esimerkiksi kuntotutkimuksen tai toisen korjauksen voidaan olettaa paljastavan mahdollisen lisäkorjauksen. Tätäkin ilmaisua käytetään KH-korttien ([10], [29]) ohjeissa ainoastaan kuntoarvion tekstiosiossa, ei PTS-ohjelmassa. Jos PTS-optimoinnista halutaan tehdä integroitu prosessi kuntoarvioprosessin yhteyteen, tulee PTS tehdä KH-korttien ([10], [29]) ohjeiden mukaan ilman valinnanvapauksia.

PTS-optimointiprosessi ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla Excel-työkalussa. Excel-ympäristön ohjelmointiominaisuudet on luotu vastaamaan taulukkolaskennan tarpeita, eivätkä ne ole käytettävyytensä ja ulosantinsa vuoksi riittäviä PTS-optimointiprosessille. Jotta PTS-optimointiprosessista saadaan irti kaikki hyöty, on siitä syytä tehdä oma ohjelmansa, joka linkittyy Suomen Talokeskus Oy:n muihin kiinteistöjen arviointi- ja ylläpitoprosesseihin. Excel ilman maksullisia lisäosia ei myöskään mahdollista sisäisen koron huomioimista ohjelmoidussa laskennassa. Sisäisen koron lisääminen ohjelmointiin edellyttäisi Excelin iterointimenetelmää älykkäämmän menetelmän ohjelmointia.

Korjausvaihtoehtojen lajittelu tehdään prosessissa kolmen lajittelukierroksen kautta, joista jälkimmäiset ovat alisteisia ensimmäisille. Ensimmäinen lajittelu tehdään kunto-  
luokkien perusteella, toinen kuntoluokille asetettujen prioriteettien perusteella ja kolmas kannattavuuskertoimien perusteella. Kannattavuuskertoimet muodostavat erot kolmen optimin välillä. Kannattavuuskertoimissa on huomioitu hankintakustannukset, korjauksilla saavutettavat säästöt / aiheutuvat juoksevat kulut, korjauksien elinkaaret sekä korjauksien nettonykyarvo. Kannattavuuskertoimiin on sisällytetty PTS-suunnittelun kannalta oikeita asioita mutta niiden linkittyminen keskenään ja kertoimien muodostus vaatii lisätyötä ja testausta, jotta niitä voidaan käyttää PTS-optimoinnin perustana.

### **9.3 PTS-optimoinnin yhdistäminen Tapio Karhun tila-arviomalliin**

PTS-optimointimallia ja Tapio Karhun tila-arviomallia [1] on mahdollista yhdistää joiltakin osin. Esimerkiksi huoltokirjan hankkiminen johtaa parempaan pisteisiin tila-arviossa sekä tietoisuus kiinteistön kunnosta (ajantasainen kuntoarvio) tuo myös lisäpisteitä. Koska molemmat työkalut ovat Excel-sovelluksia, on linkin tekeminen mahdollista. Mallien välisen keskustelun mahdollistamiseksi tulisi Karhun mallia kehittää auto-

maattisempaan suuntaan; nykyisellään malli on varsin manuaalinen. Parhaimmillaankin yhdistämisen kautta siirtyvät tiedot vaikuttaisivat Karhun malliin noin 5-10 %.

## LÄHTEET

- [1] Karhu, T. Kiinteistöjen tila-arvioinnin tuotteistaminen. Diplomityö. Tampere 2011. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. 98 s.
- [2] Ohje korjausavustusten hakemiseen, myöntämiseen ja maksamiseen 2011 [viitattu 15.6.2011] Saatavissa <http://www.ara.fi/download.asp?contentid=24368&lan=fi>
- [3] Saarinen, J. Kiinteistön kunnossapitotarveselvitys. Helsinki 2010. Hakunilan huollon kiinteistöseminaari. Julkaisematon esitys.
- [4] Myyryläinen, L. Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirja. Jyväskylä 2006, Kiinteistöalan kustannus Oy. 306 s.
- [5] Ratojen elinkaariajattelu ja ratahankkeiden kannattavuuslaskennan ongelmat [viitattu 6.10.2011] Saatavissa [http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2011-08\\_ratojen\\_web.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2011-08_ratojen_web.pdf)
- [6] Myyryläinen, L. Kiinteistön kunnossapidon ja elinkaaren hallinta. Jyväskylä 2003. Kiinteistöalan kustannus Oy. 192 s
- [7] Suomen Rakentamismääräyskokoelma A4. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje Määräykset ja ohjeet 2000. [viitattu 17.10.2011]. Saatavissa <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf>
- [8] KH -kortti 90-00268 Asuintalon huoltokirjan käyttö. 1999
- [9] KH -kortti 90-00267 Asuintalon huoltokirjan laadinta. Käytössä oleva talo. 1999
- [10] KH -kortti 90-00294 Asuinkiinteistön kuntoarvion suoritusohje. 2001
- [11] Kuntoarvio ja PTS [viitattu 19.1.2011] Saatavissa <http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/kuntoarviojaps/default.html> [viitattu 19.1.2011]
- [12] KH-kortti 90-00314 Asuinkiinteistön kuntoarvio laajennettu energiatalouden selvitys. 2002
- [13] Kuntoluokitusohjeet [viitattu 17.2.2011] Saatavissa [http://www.kuntotodistus.fi/uploads/pdf/Kuntoluokitusohjeet\\_280507.pdf](http://www.kuntotodistus.fi/uploads/pdf/Kuntoluokitusohjeet_280507.pdf)

- [14] Kuntotodistusmalli. [viitattu 17.2.2011] Saatavissa <http://www.kuntotodistus.fi/pdf/kuntotodistusmalli.pdf>
- [15] Mikä on energiatodistus? [viitattu 18.2.2011] Saatavissa <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>
- [16] Pentti, M. RTEK-3750 Kuntotutkimukset Luentomoniste. Tampere 2008.
- [17] [http://www.motiva.fi/files/3523/Energiakatselmustoiminnan\\_yleisohje\\_2010\\_liitteinen.pdf](http://www.motiva.fi/files/3523/Energiakatselmustoiminnan_yleisohje_2010_liitteinen.pdf) [viitattu 7.2.2011]
- [18] Isännöitsijän käsikirja. Jyväskylä 1998, Kiinteistöalan Kustannus Oy. s. 1094
- [19] Energiatodistusopas 2007. [viitattu 18.2.2011] Saatavissa [http://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1df327e000eafe2327e11dfa775bb3752bc039a039a/energiatodistusopas\\_liitteinen.pdf](http://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1df327e000eafe2327e11dfa775bb3752bc039a039a/energiatodistusopas_liitteinen.pdf)
- [20] Myyryläinen, L. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Jyväskylä 2008, Kiinteistöalan kustannus Oy. 205s.
- [21] Aalto, R. Heljo, J. Rakennusten energiataloudelliset valinnat. Helsinki 1984, Rakentajain kustannus Oy. s. 295
- [22] Suomen rakentamismääräyskokoelma D5 [viitattu 1.2.2011] Saatavissa <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>
- [23] Hara-Lindström, E. & al. Talotekniikan elinkaaritarkastelut. Helsinki 2001, Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy. 152s.
- [24] Asunto-osakeyhtiöiden talous 2009. Helsinki 2010, Tilastokeskus. [viitattu 1.3.2011] Saatavissa [http://www.tilastokeskus.fi/til/asyta/2009/asyta\\_2009\\_2010-09-24\\_fi.pdf](http://www.tilastokeskus.fi/til/asyta/2009/asyta_2009_2010-09-24_fi.pdf)
- [25] RIL 249-2009. Matalaenergiarakentaminen asuinrakennukset. Helsinki 2009, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 291 s.
- [26] <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599> [viitattu 19.1.2011]
- [27] Virta, J. Ojajärvi, M. Taloyhtiön korjaushanke: hallinto ja viestintä. Jyväskylä 2009, Kiinteistöalan Kustannus Oy. 144s.
- [28] KH -kortti 90-00293 Asuinkiinteistön kuntoarvio tilaajan ohje. 2001



- [29] KH -kortti 90-00295 Asuinkiinteistön kuntoarvio esimerkkiraportti. 2001
- [30] RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus - Osa 1: Perusteet ja ohjeet. Helsinki 2009, RIL ry. 201s.
- [31] RIL 216-2001. Rakenteiden elinkaaritekniikka. Helsinki 2011, RIL ry. 301 s.
- [32] Jaakola, T. Lindstedt, T. Junnonen, J-M. Energiatehokas asuinkerrostalojen talo-  
teknikkakorjaus. Helsinki 2010, Suomen Rakennusmedia Oy. 63s.
- [33] Lappalainen, M. Energia- ja ekologiakäsikirja. Helsinki 2010, Rakennustieto Oy.  
200 s.
- [34] Murtomaa, P. & al. Kiinteistönpidon tekniikka, talous ja hallinto. Helsinki 1996,  
Rakennustieto Oy. 450 s.
- [35] Neilimo, K. Uusi-Rauva, E. Johdon laskentatoimi. Helsinki 2007, Edita Prima Oy.  
366 s.
- [36] Söderqvist, M. Rakenteiden ennakoiva elinkaaripohjainen kunnossapito-, korjaus-  
ja perusparannussuunnittelu. Luentoaineisto TKK Rakenteiden elinkaaritekniikka  
1.10.2003 [viitattu 5.4.2011] Saatavissa  
<http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/Elinkaari/Luennot.htm>
- [37] Virta, J. Suomen kiinteistölehti 6/2010. Helsinki 2010, Suomen kiinteistölehti. s.  
24 - 28.
- [38] KH -kortti 90-00403 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008
- [39] As. Oy. Kaartintorpantien huoltokirja [viitattu 21.10.2011] Julkaisematon verkko-  
materiaali
- [40] [http://www.teknocalor.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=176&Itemid=149](http://www.teknocalor.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=176&Itemid=149) [viitattu 19,10,2011]
- [41] D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto  
Määräykset ja ohjeet 2003. [viitattu 16.6.2011] Saatavissa  
<http://www.finlex.fi/pdf/normit/1921-D2s.pdf>

## **LIITE1: PROSESSIKUVAUS OPTIMOINTIPRO- SESSISTA**

## LIITE 2: ALGORITMI KORJAUSAJANKOHDAN MÄÄRÄYTYMISEEN

```
If [BQ332] - [BQ369] <= 0 And [BQ332] - [BQ401] <= 0 And [BQ332] - [BQ433] <= 0 And [BQ332] - [BQ465] <= 0 Then
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Range("BL331").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
ElseIf [BQ369] - [BQ332] < 0 And [BQ369] - [BQ401] <= 0 And [BQ369] - [BQ433] <= 0 And [BQ369] - [BQ465] <= 0 Then
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Range("BL368").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
ElseIf [BQ401] - [BQ332] < 0 And [BQ401] - [BQ369] < 0 And [BQ401] - [BQ433] <= 0 And [BQ401] - [BQ465] <= 0 Then
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Range("BL400").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
ElseIf [BQ433] - [BQ332] < 0 And [BQ433] - [BQ369] < 0 And [BQ433] - [BQ401] < 0 And [BQ433] - [BQ465] <= 0 Then
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Range("BL432").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("BL15:BS15").Select
```

Selection.ClearContents

ElseIf [BQ465] - [BQ332] < 0 And [BQ465] - [BQ369] < 0 And [BQ465] - [BQ401] < 0 And [BQ465] - [BQ433] <= 0 Then

Range("BL15:BS15").Select

Selection.Copy

Range("BL464").Select

ActiveSheet.Paste

Range("BL15:BS15").Select

Selection.ClearContent

End If

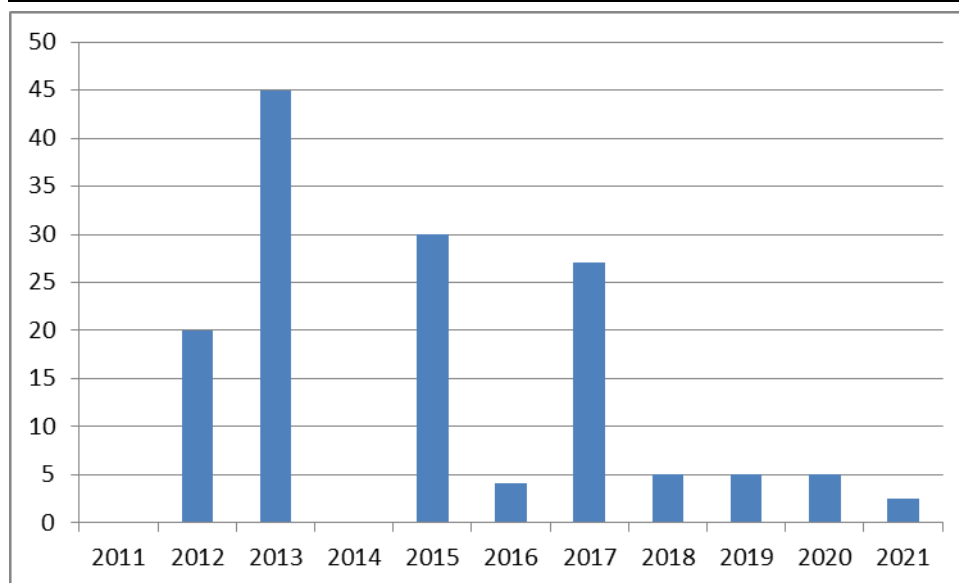
## LIITE 3: KAARTINTORPANTIE 1:N OPTIMOIDUT PTS TAULUKOT

Suurimpien vuosisäästöjen mukaan optimoitu PTS

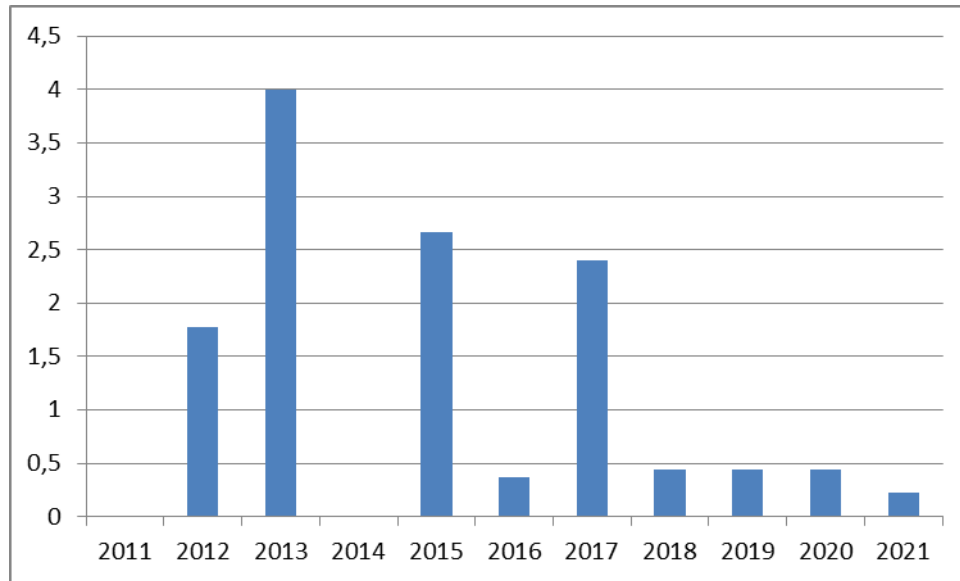
Korjauksien aiheuttamat kustannukset vuotta kohden x 1000e

Korjaustarve

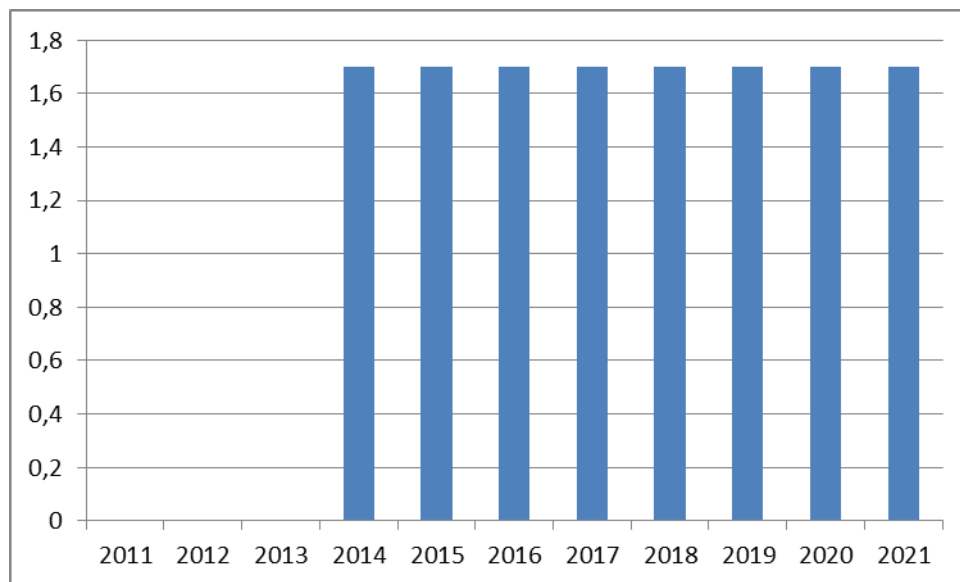
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Viallisien poistoilmakoneiden korjaus/uusiminen		2									
Asuntojen tuloilmakoneen korjaus		1									
Tulo- ja poistoilmakoneiden huolto säännöllisesti		1									
Tulo- ja poistoilmavirtojen mittaus ja säätö		5									
VSS normaaliajan ilmanvaihdon venttiilejä korjattava		1									
Lämmitysputkien osittainen uusiminen		10									
Lämmitys- ja LKV-verkoston perussäätö + venttiilien uusintaa			40								
Asbestikartoitus ja osan eristeistä purku			5								
Tuloilmakoneiden uusiminen, hankesuunnittelu ensin					30						
Saunojen kiukaiden ohjauskeskusten uusiminen						1,5					
Autohallin merkkivalaisimien uusiminen						1					
Kiinteistökeskuksen kosketussuojausten korjaus						0,4					
Porrasvalaisimien uusiminen						1					
Sähkötilojen siivous						0,2					
Eristyslaselementtien uusiminen							20				
Osan parvekelaatituksista uusiminen							7				
Lämmitys- ja VeVi-putkien kuntotutkimus								5			
Koneellisen ilmanvaihdon nuohous loppujaksolla									5		
Antenniverkon uusiminen										5	
Ulkovalaisimien uusiminen											0,5
Öljynerotuskaivon tyhjennys säännöllisesti											1
Ilmanvaihtolaitteiden uusiminen											1
	0	20	45	0	30	4,1	27	5	5	5	2,5
											143,6



Vuosikustannukset tuhansina euroina



Vuosikustannukset euroina jaettuna huoneistoneliömetriä ja kuukautta kohden



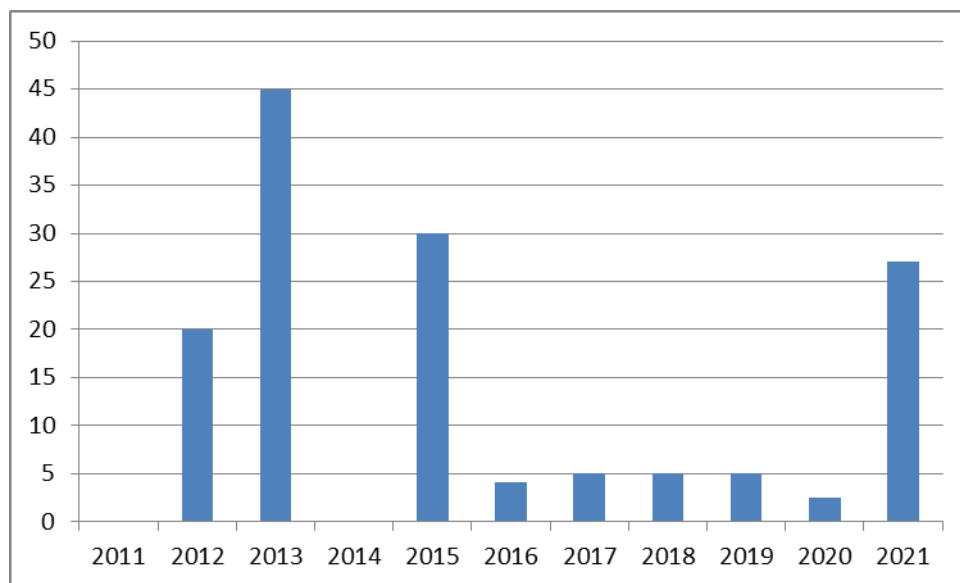
Vuosisäästö tuhansina euroina

10 vuoden ajanjakson kannattavuuden ja likviditeetin mukaan  
optimoitu PTS

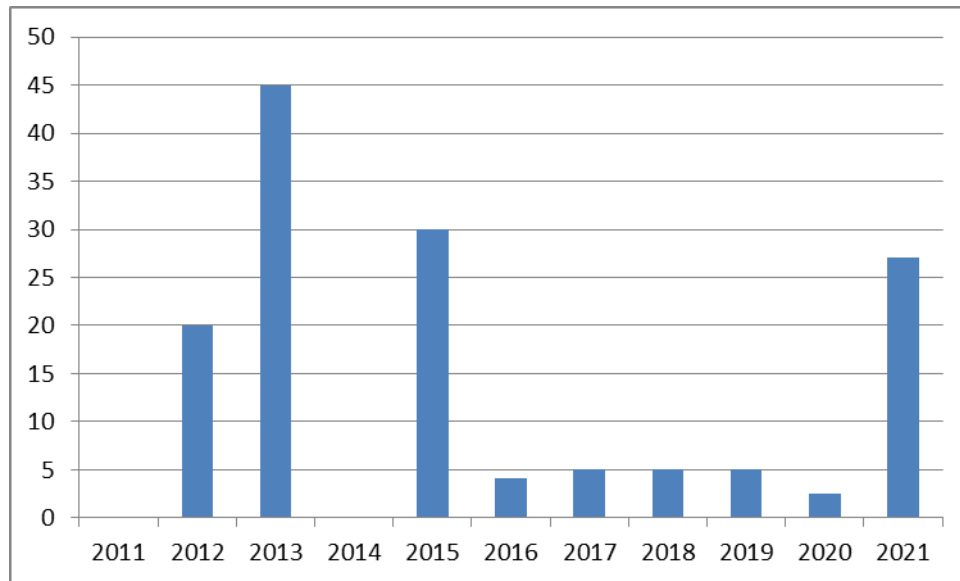
Korjauksien aiheuttamat kustannukset vuotta kohden x 1000e

Korjaustarve

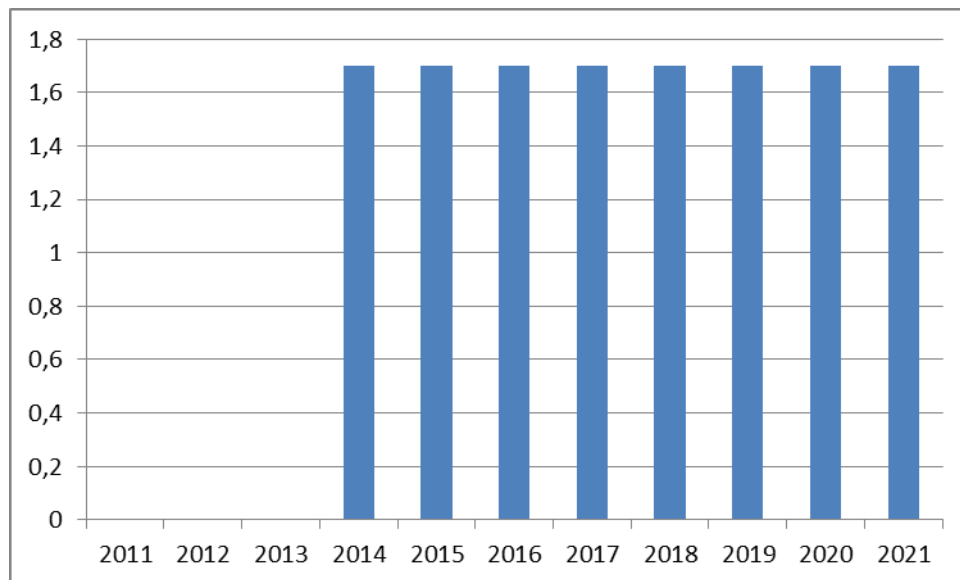
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Viallisien poistoilmakoneiden korjaus/uusiminen		2										
Asuntojen tuloilmakoneen korjaus		1										
Tulo- ja poistoilmakoneiden huolto säännöllisesti		1										
Tulo- ja poistoilmavirtojen mittaus ja säätö		5										
VSS normaaliajan ilmanvaihdon venttiilejä korjattava		1										
Lämmitysputkien osittainen uusiminen		10										
Lämmitys- ja LKV-verkoston perussäätö + venttiilien uusintaa			40									
Asbestikartoitus ja osan eristeistä purku			5									
Tuloilmakoneiden uusiminen, hankesuunnittelu ensin					30							
Saunojen kiukaiden ohjauskeskusten uusiminen						1,5						
Autohallin merkivalaisimien uusiminen						1						
Kiinteistökeskuksen kosketussuojausten korjaus						0,4						
Porrasvalaisimien uusiminen						1						
Sähkötilojen siivous						0,2						
Lämmitys- ja VeVi-putkien kuntotutkimus							5					
Koneellisen ilmanvaihdon nuohous loppujaksolla								5				
Antenniverkon uusiminen									5			
Ulkovalaisimien uusiminen										0,5		
Öljynerotuskaivon tyhjennys säännöllisesti											1	
Ilmanvaihtolaitteiden uusiminen											1	
Eristyslaselementtien uusiminen												20
Osan parvekelaatituksista uusiminen												7
	0	20	45	0	30	4,1	5	5	5	2,5	27	143,6



Vuosikustannukset tuhansina euroina



Vuosikustannukset euroina jaettuna huoneistoneliömetriä ja kuukautta kohden



Vuosisäästö tuhansina euroina

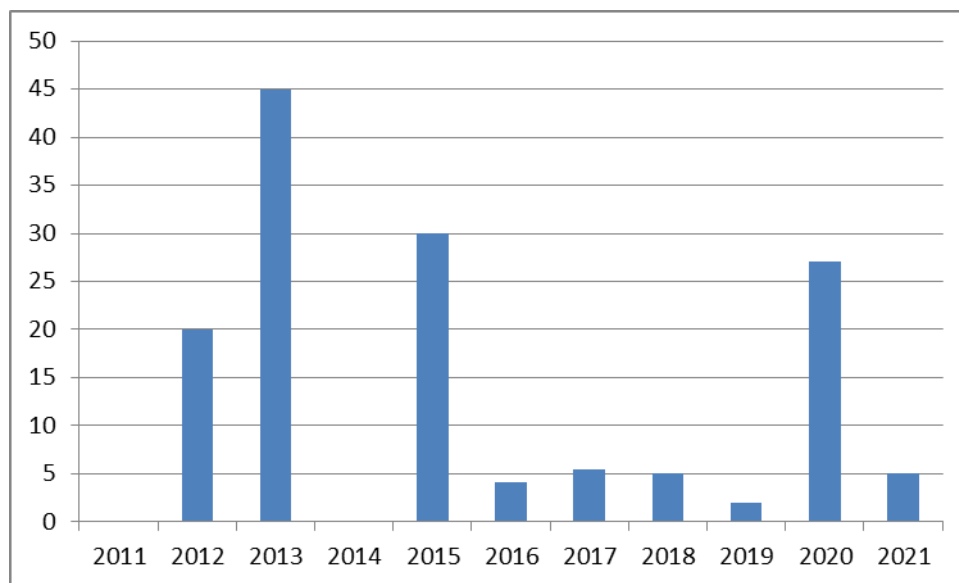


Pitkän aikavälin kannattavuuden mukaan optimoitu PTS

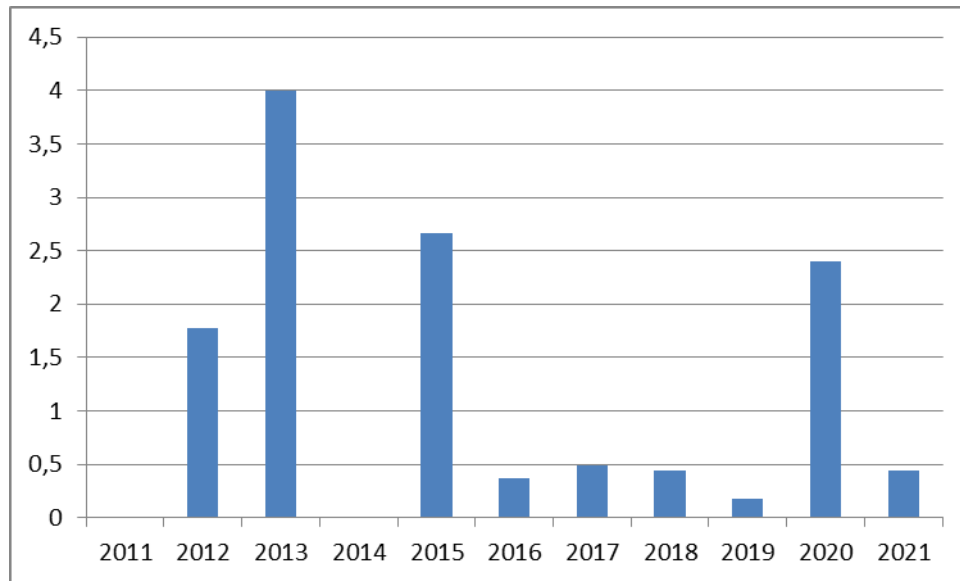
Korjauksien aiheuttamat kustannukset vuotta kohden x 1000e

## Korjaustarve

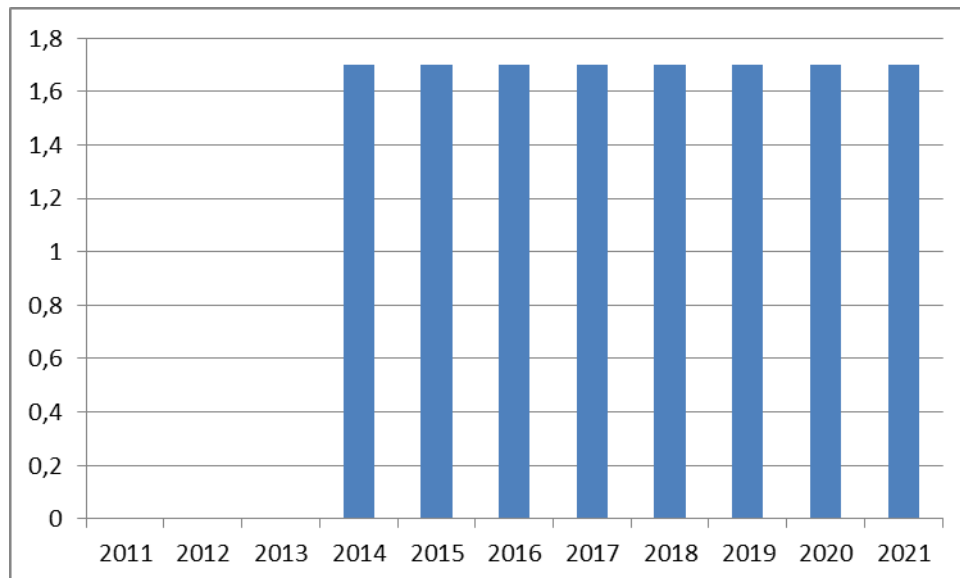
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Viallisien poistoilmakoneiden korjaus/uusiminen		2										
Asuntojen tuloilmakoneen korjaus		1										
Tulo- ja poistoilmakoneiden huolto säännöllisesti		1										
Tulo- ja poistoilmavirtojen mittaus ja säätö		5										
VSS normaaliajan ilmanvaihdon venttiilejä korjattava		1										
Lämmitysputkien osittainen uusiminen		10										
Lämmitys- ja LKV-verkoston perussäätö + venttiilien uusintaa			40									
Asbestikartoitus ja osan eristeistä purku			5									
Tuloilmakoneiden uusiminen, hankesuunnittelu ensin					30							
Saunojen kiukaiden ohjauskeskusten uusiminen						1,5						
Autohallin merkivalaisimien uusiminen						1						
Kiinteistökeskuksen kosketussuojausten korjaus						0,4						
Porrasvalaisimien uusiminen						1						
Sähkötilojen siivous						0,2						
Koneellisen ilmanvaihdon nuohous loppujaksolla							5					
Ulkovalaisimien uusiminen							0,5					
Lämmitys- ja VeVi-putkien kuntotutkimus								5				
Öljynerotuskaivon tyhjennys säännöllisesti									1			
Ilmanvaihtolaitteiden uusiminen									1			
Eristyslaselementtien uusiminen										20		
Osan parvekelaatoksista uusiminen										7		
Antenniverkon uusiminen											5	
	0	20	45	0	30	4,1	5,5	5	2	27	5	143,6



Vuosikustannukset tuhansina euroina



Vuosikustannukset euroina jaettuna huoneistoneliömetriä ja kuukautta kohden



Vuosisäästö tuhansina euroina





Tarkastuskohde	Kuntol.	Huom.	Korjaustoimenpi de	KL 4	KL3				KL2				
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkötekniikka			Kustannukset e*1000	0	4,1	1	5,5	0	0	0	0	0	0
ULKOVALAISTUS	2		Ulkovalaisimien huoltaminen				0,5						
SÄHKÖPÄÄKESKUS	2												
KIINTEISTÖKESKUKSET	2		Kiinteistökeskust en kosketussuojaust en korjaus		0,4								
MONIMITTARIKESKUKSET	2												
HUONEISTOJEN RYHMÄKESKUKSET	2												
OHJAUSKESKUKSET	3		Saunojen kiukaiden ohjauskeskusten uusiminen		1,5								
SÄHKÖTILAT	2		Sähkötilojen siivous		0,2								
JOHTOTIET (H3)	1												
LIITTYMISJOHDOT	1												
MAADOITUKSET JA POTENTIALINTASAUKSET	2												
PÄÄ- JA NOUSUJOHDOT	2												
VOIMARYHMÄJOHDOT	2												
VALAISTUSRYHMÄJOHDOT JA KALUSTEET, HUONEISTOT	2												
VALAISTUSRYHMÄJOHDOT JA KALUSTEET, KIINTEISTÖN TILAT	2												
VALAISIMET (H5), HUONEISTOT	2												
VALAISIMET (H5), KIINTEISTÖN TILAT	2		Porrasvalaisimie n huoltaminen.		1								
VALAISIMET (H5), KIINTEISTÖN TILAT	2		Autohallin merkivalaisimie n uusiminen		1								
ILMASTOINNIN LAITTEET			Ilmanvaihtolaitte iden uusiminen			1							
KIUKAAT	2												
ATK- JA PUHELINJÄRJESTELMÄT (J1)	2	H	Yleiskaapeloinni n sekä valokuituverkon asentaminen										
ANTENNIJÄRJESTELMÄT (J2)	2		Antenniverkon uusiminen				5						
ÖVILUKITUSJÄRJESTELMÄT	1												
PALVAROITINJÄRJESTELMÄT		H	Palovaroitinjärje stelmän asentaminen										
RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT (J6)	2												

Vuodet	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	H	YHT
KUNTOARVIO, LVI- JÄRJESTELMÄT	20	31	45	0	0	5	5	0	0	0	3	109
KUNTOARVIO, SÄHKÖ- JA TIETOJÄRJESTELMÄT	0	4,1	1	5,5	0	0	0	0	0	0	15	26
KUNTOARVIO, ALUERAKENTEET JA RAKENNUSTEKNIikka	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<b>Kustannukset vuosittain e*1000</b>	<b>20</b>	<b>35,1</b>	<b>73</b>	<b>5,5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>162</b>