

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
LUT School of Energy Systems  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Kandidaatintyö

**PIEN- JA KERROSTALON PURKAMINEN, VALITUN TA-  
LOKOHTTEEN PURKU JA EXCEL-TYÖKALUN LUOMINEN  
RINTAMAMIESTALOTYYYPIN PURKUKUSTANNUKSIEN  
ARVIOIMISEEN**

**Demolition Methods for Small Residential Houses and High-  
Rise Buildings, Demolition of the Selected House and the Crea-  
tion of the Excel-Based Demolition Costs Calculator for Bal-  
loon-Framed Detached Houses**

Työn tarkastaja: Mika Luoranen, TkT

Työn ohjaaja: Sanni Väisänen, TkT

Lappeenrannassa 16.12.2018

Tuomo Reponen

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
LUT School of Energy Systems  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Tuomo Reponen

### **Pien- ja kerrostalon purkaminen, valitun talokohteen purku ja Excel-työkalun luomien rintamamiestalo tyyppien purkukustannuksien arvioimiseen**

Kandidaatintyö

2018

47 sivua, 12 kuvaa, 9 taulukkoa ja 4 liitettä

Työn tarkastaja: TkT Mika Luoranen  
Työn ohjaaja: TkT Sanni Väisänen

Työn tavoitteena on etsiä valitulle talokohteelle soveltuva purkutekniikka, laskea kohteen purkukustannukset, tutkia keinoja vähentää kustannuksia, selvittää kohteen taloudellisin purkumenetelmä ja luoda Excel-työkalu rintamamiestalo tyyppien purkukustannuksien arvioimiseen. Työn teoriaosiossa käsitellään purkamisen teoriaa, purkamista edeltäviä toimenpiteitä sekä pien- ja kerrostaloille soveltuvia purkutekniikoita. Työn case-osiossa suoritetaan talokohteen teoreettinen purkaminen ja kustannustarkastelu.

Kohteelle soveltuvin purkutekniikka oli lajitteleva purkutekniikka, jossa rakennus purettiin vaiheittain käsin- ja konepurkumenetelmiä hyödyntäen. Käsinpurun osittainen korvaaminen koneellisella purulla, hyödynnettävien purkujätteiden myyminen ja jäljelle jääneiden jätteen vieminen erillislajiteltuina jätejakeina kuorma-autokuljetuksin Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle havaittiin taloudellisemmaksi menetelmäksi. Excel-työkalu kehitettiin laajenevan MKL 6P -tyyppitalopiirustuksen, pienpuutalorakentamisen RT-ohjekorttien ja Rakennustieto Oy:n kustannuslaskentamenetelmien avulla. Excel-työkalu arvioi rintamamiestalon purkukustannukset syötteenä annetun kokonaispinta-alan avulla.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
LUT School of Energy Systems  
Degree Programme in Environmental Technology

Tuomo Reponen

### **Demolition Method for Small Residential Houses and High-Rise Buildings, Demolition of the Selected House and the Creation of the Excel-Based Demolition Costs Calculator for Balloon-Framed Detached Houses**

Bachelor's thesis

2018

47 pages, 12 pictures, 9 charts and 4 appendices

Examiner: D. Sc. Mika Luoranen

Instructor: D. Sc. Sanni Väisänen

The target of this bachelor's thesis is to determine the suitable demolition method for the selected house, calculate the demolition costs of it, examine ways to decrease the costs, determine the most economical demolition method and to create an Excel-based demolition costs calculator for balloon-framed detached houses. In the theory part, demolition methods, procedures before demolition as well as the suitable demolition methods for small residential houses and high-rise buildings are examined. In the case part, the demolition procedure as well as the demolition costs of the selected house is examined theoretically.

The most suitable demolition method for the selected house was deconstruction in which the house was dismantled piece by piece by mixing manual and machinery demolition methods. Replacing manual demolition partially with machinery demolition, selling reusable demolition wastes and sorting the rest of the wastes by material and delivering them to the Kukku-roinmäki waste center was the most economical procedure. The Excel calculator was developed based on the expansive MKL 6P type standard house, cost calculation methods invented by Rakennustieto Oy and standardized RT cards. The Excel calculator gives a demolition costs estimation of a balloon-framed detached house based on the given floor area.

## SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 PURKAMINEN .....	9
2.1 Suomessa käytettävä purkutekniikka .....	9
2.2 Edeltävät toimenpiteet .....	10
3 VALITTUJEN TALOTYYPPIEN PURKAMINEN.....	13
3.1 Pientalon purkaminen.....	13
3.2 Kerrostalon purkaminen .....	15
4 PURKUKOHTTEEN ESITTELY.....	17
4.1 Mitat .....	17
4.1.1 Ulkoseinien mitat .....	18
4.1.2 Kattorakenteiden mitat.....	18
4.1.3 Ikkunoiden ja ovien mitat .....	18
4.2 Rakenteet ja rakennusmateriaalit.....	18
4.2.1 Seinärakenteet ja materiaalit .....	19
4.2.2 Lattiarakenteet ja materiaalit.....	20
4.2.3 Kattorakenteet ja materiaalit .....	22
4.2.4 Perustuksen rakenne ja materiaalit.....	23
4.2.5 Kellaritilan rakenne ja materiaalit.....	23
5 VALITUN TALOKOHTTEEN PURKAMINEN.....	26
5.1 Edeltävät toimenpiteet .....	26
5.2 Asbestipurkuvaihe .....	28
5.3 Sisäpurkuvaihe .....	29
5.4 Runkopurkuvaihe .....	29
5.5 Perustuksen ja kellaritilojen purkaminen .....	31
6 EXCEL-TYÖKALU .....	32
6.1 Toimintaperiaate ja rajaukset .....	32
7 TALOKOHTTEEN PURKUKUSTANNUKSET.....	34
7.1 Työvoimakustannukset.....	34
7.2 Jätehuoltokustannukset.....	35
7.3 Kuljetuskustannukset.....	36
7.4 Lupa-asiakustannukset ja purkutuotteiden myyntitulot .....	37
7.5 Purkukustannuksien yhteenveto .....	37
8 KUSTANNUKSIEN VÄHENTÄMINEN .....	38
8.1 Työvoimakustannukset.....	38
8.2 Jätehuoltokustannukset.....	38
8.3 Myyntitulot.....	39
8.4 Suoritettavat purkutarkastelut.....	39
9 EXCEL-TYÖKALUN MUUNTAMINEN YLEISEEN MUOTOON .....	40

	5
10 TYÖN TULOKSET .....	42
11 TULOSTEN TARKASTELU .....	44
12 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
LÄHTEET .....	48

## LIITTEET

Liite 1. Työhön tarkasteltavaksi valitun purkukohteen pääpiirustus (Vilhola 2018)

Liite 2. Suoritettujen purkutarkasteluiden jätelajittelu, jätejakeet ja kuljetustarpeet

Liite 3. Talokohteen teoreettisen purkutyön työtehtävät ja työntekijätuntimäärän laskeminen.

Liite 4. Lineaarisen sovitesuoran ja laskurin yleisen muodon havaintokuvat

## SYMBOLILUETTELO

### Yksiköt

Kh	pakkasmäärä
kpl	kappale
krt	kerta
l	litra
l/h	kulutus litroina tuntia kohden
l/km	kulutus litroina kilometriä kohden
m <sup>2</sup>	neliometri
m <sup>3</sup>	kuutiometri
min	minuutti
t	tonni
tth	työntekijätunti
€/h	kustannus tuntia kohden
€/l	kustannus litraa kohden
€/m <sup>2</sup>	kustannus neliometriä kohden
€/t	kustannus tonnia kohden

### Käsitteet

Galvanoitu	Sinkitty eli sinkkipinnoitettu materiaali
Huoneistoala	Rakennuksen asuinhuoneiden yhteispinta-ala
Kattokaltevuus	Katon kulmakerroin
Kokonaispinta-ala	Kaikkien kerroksien yhteispinta-ala
Perusmuuri	Rakennuksen perustuksen anturoiden päällä oleva muuri
Työntekijätunti	Työntekijätunti (60 min) (Rakennustieto Oy 2016, 52)

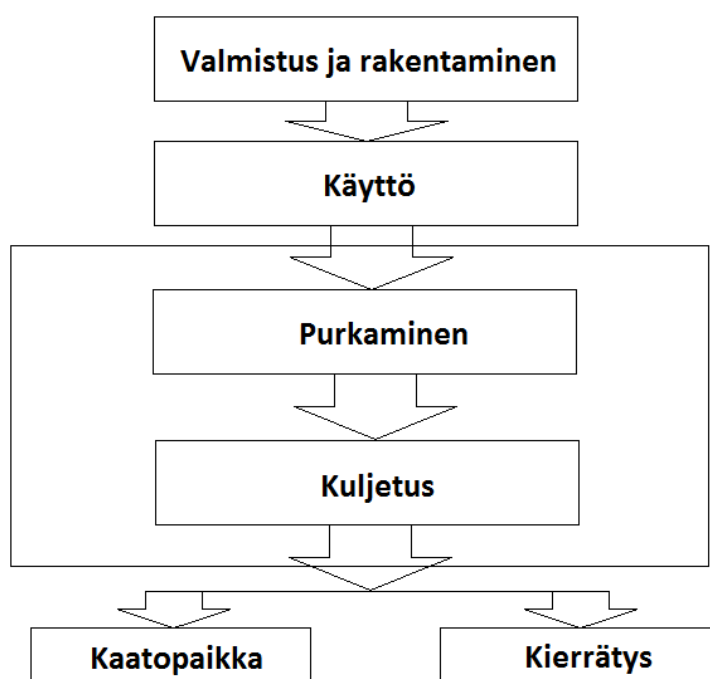
## 1 JOHDANTO

Purkaminen on rakennuksen elinkaaren yksi lyhytkestoisimmista vaiheista. Siitä huolimatta sillä on oma vaikutuksensa rakennuksen elinkaarenaikaisissa päästöissä ja kokonaisenergiankulutuksessa, kun arvioidaan sitä, onko rakennus kokonaisuudessaan kestävä kehityksen periaatteiden mukainen myös käytönjälkeisenä aikanaan. (Ramesh et al. 2010, 1593.) Merkitystä on sillä, kuinka suuri osa purkujätteestä saadaan kierrätykseen tai muuhun hyötykäyttöön (Dahlbo et al. 2015, 334). Maailmanlaajuisesti yhä merkittävämmäksi toimijaksi muuttuneen rakennus- ja purkuteollisuuden kasvu lisää purku- ja rakennusjätteen määrää, koska vanhentunutta rakennuskantaa puretaan uudisrakentamisen tieltä. Lisääntyneen jättemäärän tehokas hyötykäyttö ja oikeaoppinen kierrätys ovat tärkeässä roolissa päästöjen hillitsemisessä tulevaisuudessa. (Pitroda et al. 2015, 2; Ramesh et al. 2010, 1593. 1594; Dahlbo et al. 2015, 334; Sung Kin Pun et al. 2005, 967.) Nykyaikana niin yksityisten ihmisten kuin myös yritysten ympäristötietoisuus on lisääntynyt ja ekologisuus on alati nouseva ja yleistyvä trendi, joka ohjaa purkuyritystenkin toimintaa kestävämpään suuntaan. Tämä ei ole ainoa toimintaa ohjaava tekijä, sillä yrityksille on olennaista myös purkuprojektien taloudellisuus, jota osaltaan parantavat purku- ja rakennusjätteen kierrätyksen parantaminen, soveltuvan purkutekniikan valinta sekä hyötykäyttöön menevästä materiaalista saatavat tulot. (Ramesh et al. 2010, 1593; Sung Kin Pun et al. 2005, 967.)

Yleisin malli rakennuksen elinkaaren eri vaiheiden jaotteluun on kolmivaiheinen jako, jonka viimeistä vaihetta käsitellään tässä kandidaatintyössä. Muut mainitut elinkaaren vaiheet ovat valmistus ja käyttö. Tässä kandidaatintyössä keskitytään edellä mainitun kolmivaiheisen jaon purkuvaiheeseen, joka käsittää niin rakennuksen purkamisen kuin myös jätteiden kuljettamisen joko kaatopaikolle tai kierrätyslaitoksille (Ramesh et al. 2010, 1593.) Jätelain 30 §:n mukaisesti vastuu jätehuollon järjestämisestä siirtyy siirtoasiakirjan vahvistuksen jälkeen jätteen kuljettajalta eli purku-urakoitsijalta jätteen vastaanottajalle. Uuden jätteidenhaltijan toimet eivät vaikuta edelliseen jätteidenhaltijaan eli purku-urakoitsijaan. (L 17.6.2011/646, 6 §, 30 §, 121 §.) Tarkasteluista jätetään huomioimatta se, mitä jätteille tapahtuu kuljetuksen jälkeen joko hyödyntämislaitoksilla tai kaatopaikoilla, koska jätteen haltija vaihtuu purku-urakoitsijan luovuttaessa purkujätteen seuraavalle vastaanottajalle kuljetuksen jälkeen.

Työn alkuosassa käsitellään purkamisen teoriaa sekä pien- ja kerrostaloille soveltuvia purkutyömenetelmiä. Työn case-osiossa syvennyttään pientaloon purkamiseen tarkastelemalla purkukohteeksi valittua lappeenrantalaista omakotitaloa, joka esitellään luvussa 4. Luvussa 5 käydään vaiheittain läpi kohteen teoreettinen purkaminen. Luvussa 6 esitellään työssä luotu Excel-työkalu ja luvussa 7 lasketaan purkukustannukset. Luvussa 8 pohditaan keinoja vähentää purkutyön kustannuksia taloudellisimman toimintatavan selvittämiseksi. Luvussa 9 Excel-työkalu muunnetaan yleiseen muotoon.

Työn tavoitteena on valita kohteelle soveltuva purkutekniikka, laskea kiinteistön päärakennuksen purkukustannukset, tutkia keinoja vähentää kustannuksia, selvittää kohteen taloudellisin purkumenetelmä ja miettiä työn teoriaosiossa pien- ja kerrostaloille soveltuvia purkumenetelmiä. Lisäksi työn tavoitteena on muokata luotu Excel-työkalu yleisempään muotoon siten, että se soveltuisi rintamamiestalo-tyypin purkukustannuksien arvioimiseen.



**Kuva 1.** Työssä käytetty rajausta laatikoituna (Ramesh et al. 2010, 1593).



## 2 PURKAMINEN

Purkaminen on rakennuksen tai sen osan hallittua hajottamista, tuhoamista tai murtamista ennalta laaditun toimintasuunnitelman mukaisesti (Pitroda et al. 2015, 1). Purkutekniikat jaetaan kahteen kategoriaan, jotka ovat perinteinen purkaminen (demolition) ja lajitteleva purkaminen (deconstruction). Tekniikat voidaan suoritusasteensa mukaisesti jakaa vielä täys- ja osapurkuun. Täyspurussa poistetaan kaikki rakenteet ja osittaispurussa vain osa rakenteista. (Thomsen et al. 2011, 327, 328.)

Perinteisessä purkamisessa purkujätteet toimitetaan yleensä kaatopaikoille läjitykseen ilman materiaalien hyöty- ja uusiokäyttöä tai kierrättämistä toisin kuin lajittelevassa purkutekniikassa, jossa työn huolellisella suunnittelulla sekä rakenteiden ja materiaalien inventaariolla pyritään löytämään jätteille hyöty- tai uusiokäyttöpaikka. Lajittelevassa purkutekniikassa materiaalien vaiheittaisella poistamisella vältetään jätteiden keskinäinen kontaminoituminen, joka haittaa myöhempää käyttöä. Ne jätteet, joille ei löydy hyötykäyttöä, toimitetaan joko kierrätykseen tai energiantuotantoon. Jätteen vieminen kaatopaikalle läjitykseen on viimeinen vaihtoehto. (Thomsen et al. 2011, 328.)

### 2.1 Suomessa käytettävä purkutekniikka

Purkutyö on suoritettava lajittelevana purkuna (Infra 2014, 37). Lajittelevalle purkutekniikalle ei ole olemassa yhtä tiettyä ennalta määriteltyä työmenetelmää vaan käytettävät menetelmät ja työtavat valitaan siten, että purkutuotteet saadaan purettua ja lajiteltua jätejakeisiin suunnitellun loppusijoituksen edellyttämällä tavalla työturvallisuutta vaarantamatta (Saarimäki 1997, 652). Lajittelevan purkumenetelmän tavoitteena on purkaa rakennus tai sen osa siten, että hyötykäyttöön menevät jätteet saadaan eroteltua muista jätteistä. Vaiheittain purkamalla vältetään materiaalien keskinäinen kontaminoituminen, jolloin jätejakeet säilyvät mahdollisimman puhtaina myöhempää käyttöä varten. (Coelho ja de Brito, 2011, 383.)

Purkutyössä on jätelain 8 §:n etusijajärjestysvelvoitteen mukaisesti ensisijaisesti minimoitava syntyvä jätemäärä ja toissijaisesti hyödyntää jäte joko uusiokäytössä tai kierrätyksessä. Elleivät edellä mainitut vaihtoehdot ole mahdollisia, on jäte hyödynnettävä energiana tai

loppukäsiteltävä. (Jätelaki L 17.6.2011/646.) Lajittelevassa purkutekniikassa on inventoitava rakennuksen materiaalmäärät hyötykäytön suunnittelemiseksi (Kauranen 2001, 16, 17). Materiaalmäärien ja -laatuojen perusteella suunnitellaan purkutuotteiden loppusijoitus (Saarimäki 1997, 650; Coelho ja de Brito, 2011, 383).

Jätehuollon suunnittelussa on huomioitava jätteiden laadut ja määrät. On määriteltävä jätteiden sijoituspaikat ja käytettävä kuljetuskalusto sekä huomioitava vastaanottoaikkoojen ehdot vastaanotetuille jätteille. (Infra 2014, 38.) Jätteen saa luovuttaa vain viralliselle toimijalle, jolla on jätteen ammattimaiseen vastaanottamiseen ja käsittelyyn vaadittavat luvat (Infra 2014, 37). Purkujäte on pyrittävä poistamaan työmaalta mahdollisimman pian sen tuottamisen jälkeen (KorjausRYL 2016, 158). Purkujäte on siirrettävä lyhintä mahdollista reittiä pois kohteesta turvallisesti ja pölyn syntymistä välttäten (KorjausRYL 2016, 159).

Kaurasen (2001, 17) jaottelussa lajittelevan purkutekniikan vaiheet ovat asbesti-, sisä- ja runkopurkuvaihe. Lajittelevan purkutekniikan vähimmäistoimet ovat Coelhoon (2011, 383) mukaan seuraavanlaiset. Rakennuksesta poistetaan ensimmäisenä ovet ja ikkunat, joiden jälkeen puretaan kiintokalusteet, hyllyt, kaapistot ja putkistot. Seuraavaksi poistetaan seinä- ja lattiarakenteiden pintamateriaalit, eristykset, sähköjohdot ja viemäriputket. Viimeinen vaihe on vesikattorakenteiden poistaminen ja rakennuksen rungon purkaminen yksi kerros kerrallaan ylhäältä alaspäin edeten. (Coelho ja de Brito 2001, 383.)

## **2.2 Edeltävät toimenpiteet**

Ennen purkutyötä on laadittava tarvittavat selvitykset ja suunnitelmat. Purkuohjelmassa on selvitettävä rakennuksen tiedot, käyttöhistoria, purkutuotteiden määrät ja materiaalit, työturvallisuussuunnitelmat, purkutyön edellyttämät luvat ja viranomaisilmoitukset sekä haitta-aineiden sijainnit, määrät ja laadut. Purkutyöselostuksessa on selvitettävä purkujärjestys ja poistettavat rakenneosat. Purkutyösuunnitelmassa on eriteltävä kohteen purkutyö rakennesittain sekä valittava soveltuvat purkutavat ja -työkoneet. (KorjausRYL 2016, 153.) Purkutyösuunnitelmassa on myös selvitettävä muun muassa toteutettavat pölyntorjuntatoimenpiteet, purkujätteiden siirto, lajittelu ja hyötykäyttö sekä työn alustava aikataulu (Kauranen

2001, 13). Purkutyösuunnitelmassa on lisäksi huomioitava purkutyön päästöjen hallinta, joihin kuuluvat pöly-, melu- ja tärinäpäästöt (KorjausRYL 2016, 155).

Maankäyttö- ja rakennuslain 127 §:n mukaan rakennuskielto- ja asemakaava-alueella rakennuksen tai sen osan purkaminen edellyttää purkamislupaa (MRL 5.2.1999/132). Rakennuskieltoalueella tarkoitetaan aluetta, jolla asemakaavan muuttaminen tai laatiminen kesken (MRL 5.2.1999/132, 53 §). Rakennuksen purkaminen ei edellytä erillistä ympäristölupaa (Kauranen 2001, 9).

Työmaalla suoritettavaan purkubetonin murskaamiseen tarvitaan ympäristölupa, mutta pulveroimiseen eli betoniteräksen ja betonin erottelemiseen kaivinkoneen pulverointiläiläitteellä ei edellytä ympäristölupaa (Infra 2014). Ympäristönsuojelulain 118 §:n mukaan kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle on ilmoitettava tilapäistä melua, tärinää ja pölyä aiheuttavista toimenpiteistä viimeistään 30 päivää ennen toimenpiteiden aloittamista (YSL 27.6.2014/527). Melulupa on haettava, jos toiminnan meluarvot ylittävät sallitut meluraja-arvot. Tärinän osalta noudatetaan kunnan rakennusjärjestyksessä mainittuja häiriöitä tuottavien töiden aikarajoituksia. (KorjausRYL 2016, 157.)

Ennen purkutyötä suoritettavassa asbesti- ja haitta-ainekartoituksessa on selvitettävä purettavassa rakennuksessa mahdollisesti olevien terveydelle vaarallisten aineiden sijainnit, laadut, määrät ja niiden purkutyön aikainen pölyävyys (KorjausRYL 2016, 154). Kartoituksessa selvitettäviä terveydelle vaarallisia aineita ovat muun muassa mikrobikasvustot, PAH-yhdisteet sekä materiaaleihin imeytyneet kemikaalit ja öljyt. Rakenteiden mahdolliset kosteusvauriot sekä purettavien maanalaisten tilojen radonpitoisuudet on selvitettävä, jos on epäily radonpitoisuuden raja-arvon ylittymisestä. (KorjausRYL 2016, 155.)

Asbestikartoituksessa on selvitettävä, sisältävätkö purettavat rakenteet asbestia tai muita vaarallisia aineita (RT 18-11247 2016, 2). Kartoituksen pohjana on purettavan rakennuksen rakentamisen aikaisten rakennusmateriaalien selvitys, jossa selvitetään, sisältävätkö ne mahdollisesti asbestipitoisia materiaaleja (RT 18-11247 2016, 1). Kartoitus aloitetaan kohteen asiakirjojen, piirustuksien ja urakka-asiakirjojen tarkasteluilla, jossa selvitetään asbestin mahdolliset sijainnit kohteessa. Asbestikartoitusta ei voida kuitenkaan suorittaa pelkästään

asiakirjojen pohjalta, vaan on myös otettava näytteitä laboratoriotestejä varten. Mikäli asbestia paljastuu purkutyön aikana, on purkutyö suoritettava kyseisten rakenteiden osalta asbestipurkutyönä. (RT 18-11247 2016, 3.)

### 3 VALITTUJEN TALOTYYPPIEN PURKAMINEN

Tilastokeskuksen asuntoluokituksen neljä talotyyppiä ovat pientalo, ketju- ja rivitalo, kerrostalo ja muu rakennus. Pientaloja ovat alle kolmikerroksiset 1-2 asunnon rakennukset. Ketju- ja rivitaloihin lukeutuvat vähintään kolmen pientalon muodostamat vierekkäin yhdessä olevat rakennukset. Kerrostaloja ovat yli kolmen asunnon rakennukset, joissa vähintään kaksi asuntoa on toistensa päällä, eivätkä kuulu edellä mainittuihin kolmeen muuhun kategoriaan. Muu rakennus -talotyyppi on määrittelemätön talotyyppiluokka, johon kuuluvat ne rakennukset, jotka eivät kuulu mihinkään Tilastokeskuksen asuinrakennuskategorioihin. (Tilastokeskus 2018.)

Pientaloihin kuuluvat Tilastokeskuksen (2018) määritelmän mukaan alle kolmikerroksiset 1-2 asunnon rakennukset, joissa asunnot eivät sijaitse toistensa päällä. Ketju- ja rivitalot ovat vähintään kolmen pientalon muodostamia alle kolmikerroksisia kokonaisuuksia, joten niille soveltuvat purkutavat eivät eroa pientaloille soveltuvista purkutavoista, koska ne koostuvat yhteen liitetystä pientaloista. Työssä tarkasteltaviksi talotyypeiksi valitaan pien- ja kerrostalo.

#### 3.1 Pientalon purkaminen

Sisäpurkuvaiheessa runkoon kuulumattomien materiaalien poistamisen jälkeen puretaan katto- ja runkorakenteet (Coelho ja de Brito 2011, 383). Kattorakenteet koostuvat vesikattorakenteesta, joka on rakennuksen ylimmän kerroksen ja ulkoilman välinen rakenne (Kattoliitto 2007, 6). Vesikattorakenne koostuu katemateriaalista ja kattotuoleista sekä näiden välisistä alusrakennekerroksista. (Saarimäki 1997, 657).

Vesikattorakenteen purkutapa riippuu materiaaleista ja niiden suunnitellusta hyötykäytöstä. Peltiset katemateriaalit on poistettava joko käsin tai koneella repien. Kattotiilet on poistettava koneellisesti, ellei tiiliä aiota hyödyntää ehjinä. Huopakate täytyy usein poistaa käsityönä. (Saarimäki 1997, 657.) Purkumenetelmäksi on ensisijaisesti valittava koneeseen kiinnitettävä purkulaite, jos se on mahdollista ja soveltuu rakenteen purkamiseen. Käytettävän

purkukoneen edellyttämä tilantarve kohteen vierellä on aina huomioitava. Kone ja työntekijät on sijoitettava riittävän kauas purettavasta kohteesta niin, etteivät ne altistu sortuvien rakenteiden läheisyydessä vaaraan purkutyön aikana. (KorjausRYL 2016, 161.)

Purkukonevaihtoehdot ovat kaivinkoneeseen kiinnitetty purkukuula, purkaminen räjäyttämällä sekä lyhyt- tai pitkävirtainen purkukone (Pitroda et al. 2015, 7). Purkukuulalla yletetään jopa 30 metrin korkeuteen. Kuulan massan, 500 – 5000 kg, ja kiertoliikkeestä saamansa energian seurauksena kuulan iskuvoima riittäisi rakenteen purkamiseen. Kuulalla ei voida kuitenkaan lajitella purkujätteitä eikä sitoa purkutyössä syntyvää pölyä. (Kauranen 2001, 19.)

Räjäyttämällä purkaminen soveltuu erityisesti pilarirakenteisten monikerroksisten rakennuksien purkamiseen, koska menetelmässä sorrhutetaan räjähdyspanoksien avulla ensin rakennuksen keskimmäiset pilari- ja seinärakenteet, joiden jälkeen sorrhutetaan vaiheittain ulommat rakenteet. Rakennuksen sortuva keskiosa vetää muut rakenteet siististi mukanaan keskelle yhteen kasamuodostelmaan. (Kauranen 2001, 18, 19.)

Lyhytvartisella purkukaivinkoneella ulotutaan kaksikerroksisen rakennuksen korkeudelle ja pitkävartisella purkukaivinkoneella maasta käsin jopa 40 metrin korkeudelle. Purkukaivinkoneeseen liitettävällä purkukahmarilla voidaan irrottaa rakenteet ja suorittaa jätelajittelu. Syntyvä pöly voidaan sitoa kaivinkoneeseen liitetyllä korkeapainevesisuihkulla. Menetelmä ei edellytä työntekijöitä purettavan rakennuksen sisällä eikä sen läheisyydessä purkutyön aikana, jolloin menetelmä on myös turvallinen. (Kauranen 2001, 20, 21.)

Kolmesta käsitellystä menetelmästä purkukuula ja räjäyttämällä purkaminen vaativat muita menetelmiä, jotta myös jätelajittelu ja pölyn sitominen onnistuisivat rakenteiden purkamisen jälkeen. Purkukaivinkoneella voidaan turvallisin keinoin sekä irrottaa rakenteet, sitoa pöly ja lajitella jätteet. Näistä pääteltynä soveltuvin koneellinen menetelmä vesikattorakenteen purkamiseksi olisi purkukaivinkone.

Runkopurkuvaiheessa rakennuksen seinä- ja lattiarakenteet puretaan kerroksittain ylhäältä alaspäin edeten (Coelho ja de Brito 2011, 383). Jos pientalon runko ja välipohjat ovat puuta,

on ne purettava samanaikaisesti. Edullisinta on purkaa puiset runko- ja välipohjarakenteet samanaikaisesti purkukahmarilla sekä suorittaa lajittelu kahmarilla ja käsityönä. (Saarimäki 1997, 659.) Puiset ulkoverhoukset poistetaan joko koneellisesti tai käsin. Kyllästetty puu täytyy toimittaa kaatopaikalle. (Saarimäki 1997, 658.) Tiiliverhous voidaan purkaa joko kahmarilla tai käsin, mutta 60-luvun jälkeen valmistetut tiilet eivät säilyne purkutyössä ehjinä. (Saarimäki 1997, 658.)

Rakennuksen pohja eli perustukset ja viemärirakenteet puretaan rungon romahduttamisen jälkeen. Betoniperustukset on murskattava purkubetonin joukkoon kuten myös betoniset viemärirakenteet puhdistuksen jälkeen. Ellei muovisille viemärirakenteille löydy hyötykäyttöä, ne on vietävä kaatopaikalle. (Saarimäki 1997, 658, 659.) Paikalla valettujen betonirakenteiden purkaminen edellyttää leikkurimurskaimen käyttöä (Kauranen 2001, 20). Runkopurun jälkeen betonirakenteista erotellaan betoniteräkset pois pulveroimalla ja lajitellaan jätteet (Kauranen 2001, 17).

### **3.2 Kerrostalon purkaminen**

Kerrostaloksi luokitellaan vähintään kolme asuntoa sisältävä kaksikerroksinen rakennus (Tilastokeskus 2018). Purkuvaiheet ovat asbesti-, sisä- ja runkopurkuvaihe lajittelevan purkutekniikan vaiheiden mukaisesti. Purkutyöhön on ensisijaisesti valittava purkukone (KorjausRYL 2016, 161).

Lyhytvartisella purkukaivinkoneella yletytään purkamaan enintään kaksikerroksisia rakennuksia maasta käsin, joten yli kaksikerroksisten rakennusten runkopurkuun on valittava pitkävärtinen purkukaivinkone. Kerrostalo puretaan purkukaivinkoneella kerros kerrokselta ylhäältä alaspäin edeten vesisuihkulla rakenteita samanaikaisesti pölyn sitomiseksi kastellen. (Kauranen 2001, 20.) Menetelmä ei edellytä työntekijöitä rakennuksen sisällä. (Kauranen 2001, 17, 20). Mikäli pitkävartisella purkukalustolla ei yletytä purkamaan rakennusta maasta käsin, voidaan tällöin täydentävänä purkumenetelmänä yläkerroksissa käyttää pienkalustoa (käsikäyttöiset purkulaitteet, pieniin kaivinkoneisiin yhdistetyt hydrauliset iskuvasarat). Välipohjien kantavuudet ja pienkaluston käytön soveltuvuus kohteessa on tarkistettava aina tapauskohtaisesti. (Kauranen 2001, 18.)

Paikalla valettujen betonisten kellaritilojen perustuksien purkaminen edellyttää leikkuri-murskaimen käyttöä. Lajittelu voidaan suorittaa purkukoneella. Purkualue on eritettävä ulkopuolisilta henkilöiltä, jotta he eivät jäisi putoavien rakenteiden alle. (Kauranen 2001, 17, 20.)



## 4 PURKUKOHTTEEN ESITTELY

Tässä kandidaatintyössä purkukohteeksi valitaan Lappeenrannan Lauritsalassa sijaitseva vuonna 1949 rakennettu 1,5-kerroksinen omakotitalo. Talossa on kahden keittiön ja kahden makuuhuoneen lisäksi olohuone, pesuhuone, eteinen, sisäkuisti, varastotila, yläkerran WC-tilat sekä talouskellari työtiloineen. (Etuovi 2017.) Kaupungin vuokratontilla sijaitsevan omakotitalon huoneistoala on 88,0 neliometriä ja tontin pinta-ala on 936,0 neliometriä. Kohteen rakennusala, rakennuksen kohtisuora projektio maanpintaan, on 70,0 neliometriä. (Vilhola 2018)

Purkukohde on niin sanottu rintamamiestalo (Pensasmäki 2018), joka oli vuosien 1940 ja 1952 välisen jälleenrakennuskauden yleisimmästä pienpuutalotyypistä käytetty yleistermi (Arkkitehtuurimuseo 2012a). Tämän tyyppitalon ominaisia piirteitä ovat muun muassa jyrkkä harjakatto, savupiippukeskeinen huonejako ja puolitoistakerroksinen kerrosrakente sekä ulkoseinien lautaverhoilu (Arkkitehtuurimuseo 2012a; Arkkitehtuurimuseo 2012b), jotka ovat nähtävissä kohteen pääpiirustuksesta.



**Kuva 2.** Talokohde kadun puolelta (Etuovi 2017; Pensasmäki 2018).

### 4.1 Mitat

Purkukohteen mittojen selvittämisessä hyödynnetään kohteen mitoitettua pääpiirustusta (Vilhola 2018) ja vierailun (Pensasmäki 2018) mittaustuloksia. Talokohteen mitoitettu pääpiirustus on liitteessä 2.

#### **4.1.1 Ulkoseinien mitat**

Talon ulkoseinien pituudet ovat 8,7 ja 7,5 metriä (Vilhola 2018). Vierailulla mitattiin kuistin vasemmanpuoleisen seinän pituudeksi 4,2 m, kuistin leveydeksi 2,9 m ja kuistin oikeanpuoleisen porrastasanteen leveydeksi 1,5 m. Pääkaton räystäskorkeudeksi betonijalustan yläreunasta mitattiin 3,85 m ja kuistin räystäskorkeudeksi 2,5 m. Betonijalustan korkeudeksi maanpinnasta mitattiin 1,07 m. (Pensasmäki 2018.)

#### **4.1.2 Kattorakenteiden mitat**

Pääkaton vaakasuoriksi pääty- ja sivuylityksiksi mitattiin 0,4 m. Savupiipun katonharjan ylittävä pituus on 0,5 m. Talon harjakorkeudeksi laskettiin 8,6 m. Pääkaton kattolaudan pituudeksi laskettiin 5,5 m ja katonharjan pituudeksi 9,5 m. (Pensasmäki 2018.) Talon pääpiirustuksen kattokaltevuusuhde muunnettiin asteiksi kaltevuuslaskurilla (Kattoremontti.org 2017).

#### **4.1.3 Ikkunoiden ja ovien mitat**

Purkukohteen ikkunat mitattiin vierailun aikana. Alakerran sivuseinien isojen ikkunoiden kooksi mitattiin 1,7 x 1,1 m ja pääkaton räystäään alapuolella olevien pienien ikkunoiden mitoiksi 0,7 x 0,4 m. Päätyseinien kapeat ikkunat ovat kooltaan 0,5 x 1,1 m ja yläkerran päätyikkunat 1,4 x 0,7 m. Kuistin ikkunoiden kooksi mitattiin 0,7 x 0,9 m. Talossa on yhteensä 16 ikkunaa, joissa jokaisessa on kaksinkertaiset ikkunalasit. (Pensasmäki 2018.)

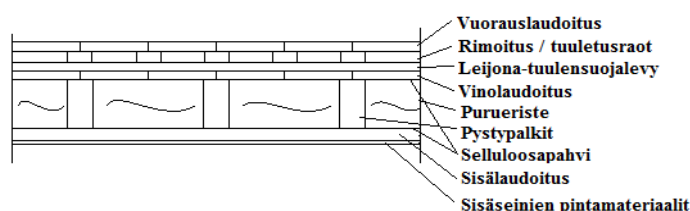
### **4.2 Rakenteet ja rakennusmateriaalit**

Rintamamiestalo on yksi standardisoimisen seurauksena suunnitelluista tyyppitalomalleista, joiden piirustukset ovat julkaistu Standardoimislaitoksen (Arkkitehtuurimuseo 2018c) julkaisemissa RT-kortistoissa (Arkkitehtuurimuseo 2012b). Rakennustietokorteista, niin sanotuista RT-korteista, muodostui viranomaismääräyksiensä ohella rakentamista ohjaava jäsenelty tietokanta, jossa on muun muassa määritelty soveltuvimmat työmenetelmät, rakennus-

materiaalit sekä mitoitus- ja suunnitteluohjeet (Lappalainen 2002). Rintamamiestalon rakenteet jaetaan seinä-, lattia- ja kattorakenteisiin sekä perustukseen ja kellaritiloihin (Lukander 2010). Purkukohteen rakenteiden ja rakennusmateriaalien selvittämisessä hyödynnetään vuonna 1949 voimassa olleita pienpuutalorakentamisen RT-ohjekortteja. Tarkastelussa huomioidaan myös kohteen aikaisemmat remontit ja KR-Tiimi Oy:n suorittaman tarkastuksen (KR-Tiimi Oy 2003) raportti. RT-ohjekorttiviittausten hakasulkeiden jälkeinen numerointi viittaa ohjekortissa esiteltyyn rakenteeseen. Esimerkiksi viittaus RT 822.31/1 viittaa RT-ohjekortin 822.31 rakenteeseen 1 (RT 822.31:1946).

#### 4.2.1 Seinärakenteet ja materiaalit

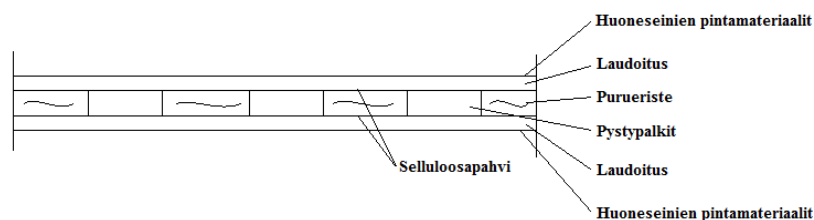
Suomen Arkkitehtiiliiton vuonna 1943 julkaiseman rintamamiestalon prototyypin pääpiirustuksessa (RT 962.11:1943) lautarunkoisen talon seinärakenteet ovat RT 822.2 ohjekortin mukaiset (Rinne 2013, 25). RT-kortissa 822.2 (RT 822.2:1943) on määritetty lautarakenteisen puutalon rungon muodostavat ulko- ja väliseinät sekä puupohjat (RT 822.2:1943). Ulkoseinät ovat RT 822.31-32 -, väliseinät RT 822.33 - ja puupohjat RT 822.2-4 -ohjekorttien mukaiset (RT 822.21:1948; RT 822.2: 1943). Seinärakenteet koostuvat lautaulkoseinärakenteista (RT 822.31:1946) ja kantavista lautaväliseinärakenteista (RT 822.33:1946). (RT 822.21:1948.)



**Kuva 3.** Ulkoseinärakenteen yläpuolinen poikkileikkaus (RT 822.31/2:1946; RT 822.31/2:1946); Vilhola 2018).

Yllä olevassa kuvassa 3 esitetään standardoitu ulkoseinärakenne RT 822.31/2 (RT 822.31:1946). Seinätyyppiä 1 (RT 822.31/1:1946) ei ole saanut enää rakentaa vuoden 1946 heinäkuun jälkeen. Purkukohteessa on ulkoseinätyyppi 2, koska rakennusvuosi on 1949. Kuvan 4 seinärakenteeseen on lisätty kohteen ulkoseiniin vuoden 1988 remontissa vinolaudoituksen ja rimoituksen väliin lisätty Leijona-tuulensuojalevykerros. Ulkoseinärakenteet ovat puruttäytteisiä. (KR-Tiimi Oy 2003, 5.)

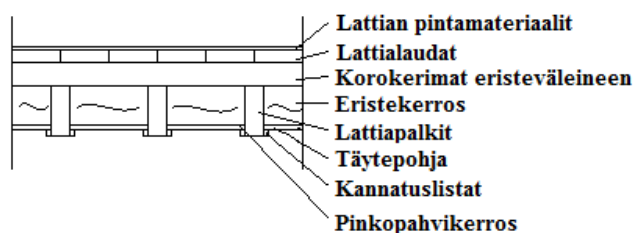
Kuvassa 4 esitetään RT-kortin 822.33 (RT 822.33:1946) mukainen puurakennuksen standardinmallinen kantava lautaväliseinätyyppi 5 (RT 822.33/5:1946). Seinän rungon muodostavat kakkosnelospalkit, joiden välissä ovat eristekerrokset. Runko on molemmin puolin umpilaudoitettu ja selluloosapahvikerroksilla tiivistetty. (RT 822.33:1946.) Uloimpina kerroksina ovat huoneseinien pintamateriaalit, jotka Pensasmäen (Pensasmäki 2018) mukaan ovat sisälevy ja tapetti.



**Kuva 4.** Kantavan lautaväliseinätyypin 5 poikkileikkaus (RT 822.33/5:1946).

#### 4.2.2 Lattiarakenteet ja materiaalit

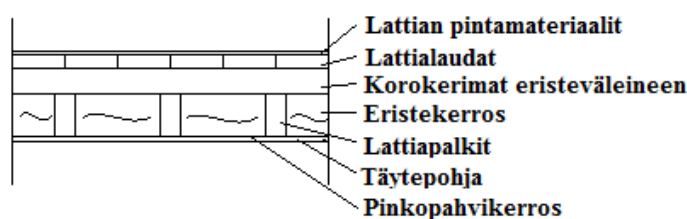
Lautarakenteisen talon puupohjarakenteet on määritelty RT-kortissa 832.2-4 (RT 832.2-4) (RT 822.21:1948). Standardinmukaiset puupohjarakenteet ovat ensimmäisen kerroksen ja kuistin lattiarakenne eli alapohjarakenne (RT 832.2/5:1947), toisen kerroksen huonetilojen lattiarakenne eli välipohjarakenne (RT 832.2/4:1947) ja toisen kerroksen ullakkotilojen lattiarakenne eli ullakkopohjarakenne (RT 832.2/1:1947). Toisen kerroksen huonetilan kattorakenteet, vaakasuorat (RT 832.2/2:1947) ja vinot (RT 832.2/3:1947) yläpohjarakenteet, kuuluvat puupohjarakenteisiin myös. (RT 832.2:1947.)



**Kuva 5.** Alapohjarakenteen poikkileikkauskuvaa lattiapalkkien suuntaisesti (RT 832.2/5:1947).

Yllä olevassa kuvassa 5 esitetään RT-kortin 832.2/5 (RT 832.2/5:1947) mukainen puutalon alapohjarakenne. Kantavan rakenteen muodostavat toisiinsa nähden ristikkäin olevat lattiapalkit ja korokerimat, joiden varassa ovat lattialaudat. Eristekerros on sahanpurutäytteen. Täytepohjan sisäpuolella on pinkopahvikerros. (RT 832.2/5:1947.) Purkukohteessa kellaritilan ja alapohjan välissä on betoniholvi kuvan 11 mukaisesti (KR-Tiimi Oy 2003, 3).

Toisen kerroksen huonetilojen lattiarakenne, välipohjarakenne (RT 832.2/4:1947), esitetään alla olevassa kuvassa 6. Kantavan rakenteen muodostavat lattiapalkit ja korokerimat. Lattialaudoituksen ja täytepohjalaudoituksen, sisäkaton, välinen eristetila on sahanpurutäytteinen. (RT 832.2/4:1947.) Toisen kerroksen ullakkotilojen lattiarakenne (RT 832.2/1:1947) on samanlainen kuin ullakkotilojen välipohjarakenne RT 832.2/1 (RT 832.2/1:1947), mutta ainoana poikkeuksena on sen ylimpänä materiaalikerroksena oleva lattialaudoitusta ilman pintamateriaaleja. (RT 832.2:1947).



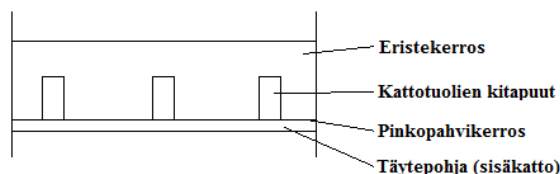
**Kuva 6.** Huonetilojen välipohjarakenne poikkileikkauskuva lattiapalkkien suuntaisesti (RT 832.2/4:1947).

Purkukohteen ensimmäisen kerroksen ja kuistin lattiarakenteena on puurakenteinen rossilattia, jonka alla on tuulettuva ryömintätila. Osittaisessa kellarikerroksessa on maanvarainen lämpöeristämätön betonilattia. Välipohja on myös puurakenteinen ja purueristeinen. (KR-Tiimi Oy 2003, 3, 4.) Yläpohjan lämpöeristemateriaalina on puru, mutta savupiipun ympärillä on pieni määrä mineraalivillaa (KR-Tiimi Oy 2003, 6).

Purkukohteen lattioiden pintamateriaalit ovat puuparketti, muovimatto ja laatta. Keittiössä, eteisessä ja yläkerran makuuhuoneissa ovat muovilattiat. Alakerran olohuoneessa ja makuuhuoneessa ovat puuparkettilattiat. Pesu- ja WC-tiloissa ovat muovimattolattiat. (Etuovi 2017.) Kellaritilojen lattiat ovat betonipäällysteiset (Pensasmäki 2018).

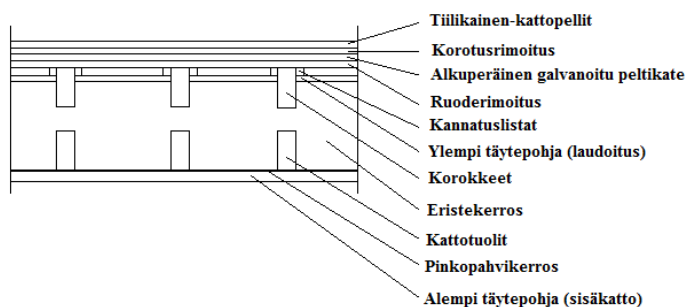
### 4.2.3 Kattorakenteet ja materiaalit

Kattotuolit ovat tuettuina kolmiomaiseen muotoon ylimmän kerroksen ulko- ja väliseinärakenteiden varaan (Lukander 2010; Rinne 2013, 134). Ullakkotilojen ja yläpohjan yläpuoliset kattotuolirakenteet muodostuvat kattotuoli- ja vesikattorakenteista. Vesikaton alapohjarakenteessa ei ole alapuolista umpilaudoitusta. (Pensasmäki 2018.)



**Kuva 7.** Vaakasuoran kattotuolipalkiston kitapuiden suuntainen poikkileikkauskuva (RT 832.2/2:1947; KR-Tiimi Oy 2003).

RT-kortissa 832.2 (RT 832.2:1947) on määritelty puutalon standardinmukaiset yläpohjarakenteet, jotka ovat vaakasuora kattotuolipalkisto (RT 832.2/2:1947) ja kalteva kattotuolipalkisto (RT 832.2/3:1947). Kattotuolipalkistoiden poikkileikkaukset, joissa on huomioitu tarkastuksessa (KR-Tiimi Oy, 2003) ilmenneet standardeista poikkeavat kohteen kattorakenteiden muutokset, esitellään kuvissa 7 ja 8.

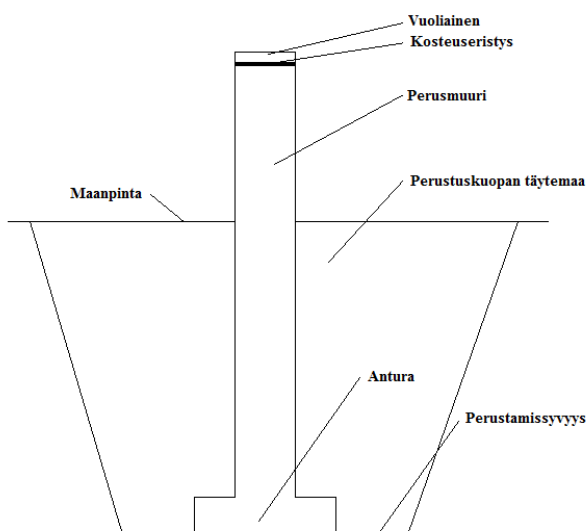


**Kuva 8.** Kaltevan kattotuolipalkiston poikkileikkauskuva kattotuolien suuntaisesti (RT 832.2/3:1947; KR-Tiimi Oy 2003).

Purkukohteen vesikatteenä on vuoden 1997 remontissa paikoilleen asennettu muovipinnoitettu Tiilikainen-profiilipeltikate, jonka alla on alkuperäinen saumattu ja galvanoitu peltikate. Katteiden välissä on korotusrimoitus. (KR-Tiimi Oy 2003, 6; Pensasmäki 2018.) Purkukohteessa ei ole alkuperäisen galvanoidun peltikatteen ja aluslaudoituksen välistä aluskatkerrosta (KR-Tiimi Oy 2003, 6).

#### 4.2.4 Perustuksen rakenne ja materiaalit

Rintamamiestalon perustustyyppi on syväperustus, jossa betonianturoiden varassa oleva betoninen perusmuuri ulottuu maaperän routimattomaan syvyyteen asti. Perustamisen jälkeen tilaan on yleensä rakennettu kellari- tai ryömintätila. Ryömintätila on lämpimän alapohjarakenteen ja maanpinnan välinen tuulettuva tila. (Lukander 2010.) Purkukohteen ensimmäisessä kerroksessa on ryömintätalallinen rossilattia (KR-Tiimi Oy 2003, 3). Ryömintätalaisessa perustuksessa (kuva 9) anturoiden varassa oleva perusmuuri ulottuu routivassa maaperässä routimattomaan syvyyteen asti (Hemgren 2007, 47-48). Tontin maaperälaji on hiekka (Maanmittauslaitos 2013).

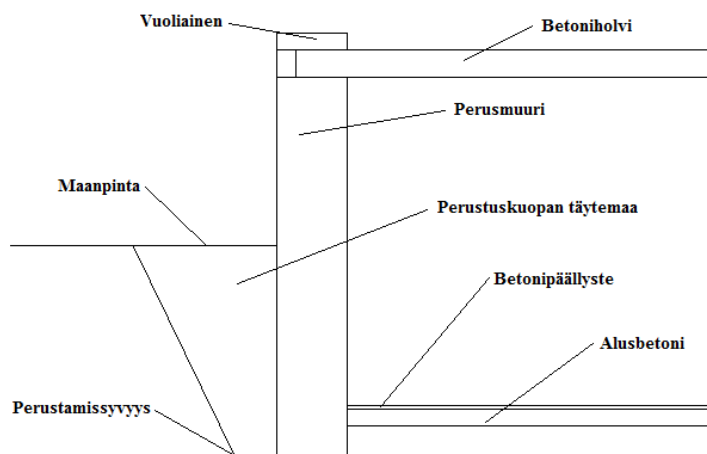


**Kuva 9.** Puutalon ei-kellaritilan perustusratkaisu hienolla hiekkamaalla (RT 813.42:1947).

#### 4.2.5 Kellaritilan rakenne ja materiaalit

Kellariperustuksessa anturoiden varassa oleva perusmuuri ulottuu routasyvyyden alapuolelle (Hemgren 2007, 11). Maanvarainen betonilattia on valettu täytemaan päälle, eikä talouskellarin tasapaksuissa betoniseinissä ole RT 813.43 -ohjekortin mukaista tiilivuorausta (Pensasmäki 2018). Perustuksen materiaali on betoni (KR-Tiimi Oy 2003, 4). Kohteen pe-

rusmuurin maanpäällinen osa on korkeudeltaan 1,07 m, mutta kohteen perustamissyvyydestä ei ole tietoa (Pensasmäki 2018). Kellaritilojen ja alapohjarakenteen välillä on betoni-holvirakenne (KR-Tiimi Oy 2003, 3).



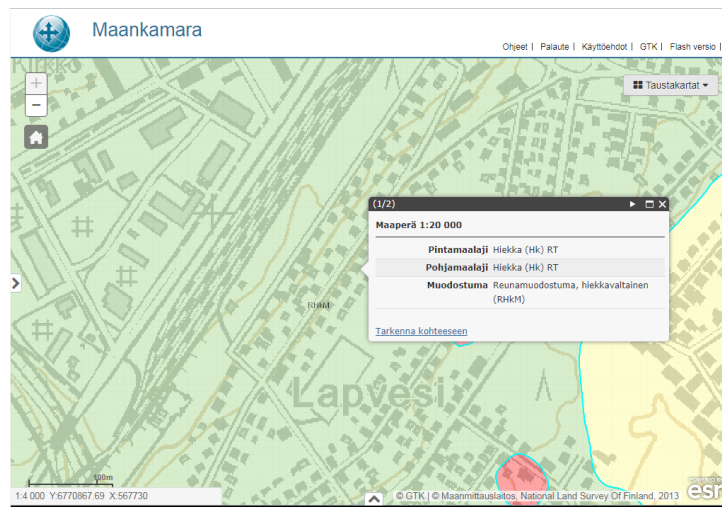
**Kuva 10.** Puurakennuksen talouskellarin perustusratkaisu (RT 813.43:1949).

Perustamissyvyys, maanpinnan ja perustuksen anturan alapinnan välinen etäisyys, määritellään muun muassa rakennuspaikan keskimääräisen routasyvyyden mukaan (Hemgren 2007, 25, 26). Teoreettisen routasyvyyden laskemisen lähtöarvoina käytetään muun muassa rakentamispaikan maaperän laatua, alueen keskimääräistä pakkas- ja lumimäärää sekä talon perustusratkaisuja (Rantamäki ja Tammirinne 2006, 168).

Pysyvien rakennuksien routasyvyyden laskemisessa huomioidaan kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä, mutta ei lumipeitteen routasyvyyttä pienentävää vaikutusta (Rantamäki ja Tammirinne 2006, 169). Lappeenrannan alueella kerran 50 vuodessa toistuvan pakkasmäärän maksimiarvo on 45 000 Kh (Kivikoski ja Saarelainen 2000, 7). Tontin lumettomalla hiekkamaalla (kuva 11) routasyvyyden maksimiarvo pakkasmäärän arvolla 45 000 Kh on 2,5 metriä (Rantamäki ja Tammirinne 2006, 168). Suositeltu perustamissyvyyden arvo olisi 2,5 metriä, jotta perustukset ulottuisivat routimattomaan maaperään asti tontin maaperällä. Lumipeite, lämpövuodot perustuksesta maaperään ja pakkasmäärän vuotuiset vaihtelut pienentävät rakennuksen alla olevaa routasyvyyttä siten,



että pienempikin perustamissyvyys teoriassa riittäisi. (Rantamäki ja Tammirinne 2006, 168, 171.)



**Kuva 11.** Maaperälaji talokohteen tontilla (Maanmittauslaitos 2013).

## 5 VALITUN TALOKOHTTEEN PURKAMINEN

Valitun talokohteen teoreettinen purkaminen käsitellään luvussa 5. Käsitellään purkutyötä edeltävät toimenpiteet ja talon rakenteiden vaiheittainen purkaminen lajittelevan purkutekniikan työtapoja kohteen purkutyössä soveltaen.

### 5.1 Edeltävät toimenpiteet

Purkutyöselostuksessa on selvitettävä poistettavat rakenneosat ja niiden purkujärjestys. Purkutyösuunnitelmassa on eriteltävä kohteen purkutyö rakenneosittain sekä valittava soveltuvat purkutavat ja -työkoneet. (KorjausRYL 2016, 153.) Purkutyösuunnitelmassa on myös selvitettävä muun muassa toteutettavat pölyntorjuntatoimenpiteet, purkujätteiden siirto, lajittelu ja hyötykäyttö sekä työn alustava aikataulu (Kauranen 2001, 13). Purkutyösuunnitelmassa on huomioitava purkutyön päästöjen hallinta, johon lukeutuvat pöly-, melu- ja tärinäpäästöt (KorjausRYL 2016, 155, 156). On valittava mahdollisimman vähän melua synnyttävät työmenetelmät. Pölypäästöjen välttämiseksi kohde on siivottava irtomateriaalista ja pölystä säännöllisin väliajoin purkutyön aikana. Ilmassa leijuva pöly on poistettava sisätiloissa kohdepoistoilla ja ulkotiloissa esimerkiksi vesisuihkuilla. (KorjausRYL 2016, 155.) Purkut tuotteet on kuljetettava turvallisesti lyhintä mahdollista reittiä liiallista pölyämistä välttämällä (KorjausRYL 2016, 156).

Melua ja tärinää aiheuttavista toimenpiteistä on ilmoitettava kunnan ympäristöviranomaiselle (Kauranen 2001, 9). Tärinän osalta noudatetaan kunnan rakennusjärjestyksen häiriöitä tuottavien töiden aikarajoituksia ja ympäristönsuojelulain mukaista ilmoitusmenettelyä (KorjausRYL 2016, 157). Purkutyöstä on tehtävä meluilmoitus Lappeenrannan ympäristötoimelle silloin, jos työskennellään yöaikana iltakymmenen ja aamuseitsemän välisenä aikana tai jos käytettävät työmenetelmät sisältävät räjäytystöitä, louhintaa tai lyöntipaalutusta, joista voi aiheutua häiritsevää melua tai tärinää lähiympäristöön (Lappeenrannan kaupunki 2018c, 16 §). Ympäristölupa tarvitaan työmaalla suoritettavaan purkubetonin murskaamiseen, mutta pulveroimiseen eli betoniteräksen ja betonin erotteluun kaivinkoneen pulverointiläilaitteella ei tarvitse ympäristölupaa (Infra 2014, 37). Purkutyöhön ei edellytetä erillistä ympäristölupaa (Kauranen 2001, 9).

Lappeenrannan kunnan asemakaava-alueella kylmiin, tulisijattomiin ja pinta-alaltaan alle 10 m<sup>2</sup> rakennuksiin sovelletaan ilmoitusmenettelyä purkamisluvan hakemisen sijaan (Lappeenrannan kaupunki 2018b). Lappeenrannan kunnan asemakaava-alueella sijaitseva pukukohde ei täytä ilmoitusmenettelyn ehtoja, joten purkamislupaa on haettava erikseen. Erikseen haettaessa lupamaksu on 278 €, eikä muita viranomaislupamaksuja ole. Purkutyön aloittamisesta on ilmoitettava kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. (Meuronen 2018.) Purkulupa edellyttää selvitystä purkujätteen määristä, laaduista ja sijoituspaikoista (Infra 2014, 37).

Purkutyön suunnittelussa hyödynnetään kohteen aiempia selvityksiä, tutkimuksia, korjaus- ja rakennushistoriaa, käyttötarkoitusta sekä muita asiakirjoja, joiden avulla kartoitetaan purettavan rakennuksen materiaalit, rakenteet ja mahdolliset haitta-aineet (KorjausRYL 2016, 154). Talokohteen purkutyön suunnittelussa ja rakenteiden ja materiaalien kartoittamisessa hyödynnetään rakentamisajankohtana voimassa olleiden pienpuutalorakentamisen standardeitua RT-ohjekortteja. Lisäksi hyödynnetään kohteen pääpiirustusta (Vilhola 2018) ja KR-Tiimi Oy:n (KR-Tiimi Oy 2003) vuoden 2003 tarkastusraporttia.

Purkutyön jätehuollon suunnittelussa on arvioitava jätteen laadut ja määrät. On myös määriteltävä jätteen sijoituspaikat ja käytettävä kuljetuskalusto sekä huomioitava vastaanotto- paikkojen ehdot. (Infra 2014, 38.) Jätteen saa luovuttaa vain viralliselle toimijalle, jolla on jätteen ammattimaiseen vastaanottamiseen ja käsittelyyn vaadittavat luvat (Infra 2014, 37).

Etelä-Karjalan alueella rakennus- ja purkujätteet on toimitettava Etelä-Karjala Jätehuolto Oy:n niille määräämään toimipisteelle (Lappeenrannan kaupunki 2018a, 17 §). Lappeenrannan kunnan alueella yritysten rakennus- ja purkujätepalvelut on keskitetty Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018a).

Kukkuroinmäen käsittelykeskuksella vastaanotetut jätteen pyritään hyödyntämään etupäässä materiaalina tai energiana yhteistyökumppaniensa kautta. Jos vastaanotetulle jätteelle ei löydy hyötykäyttömahdollisuutta joko käsittelykeskukselta tai heidän yhteistyökumppaniensa kautta, jäte loppusijoitetaan poikkeusluvalla keskuksen alueelle. Vuonna 2017 vastaanotetuista jätteistä 5 % loppusijoitettiin kaatopaikalle ja 95 % vastaanotetuista jätteistä hyödynnettiin joko täysin tai osittain. (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018b.)

Ensimmäisessä purkutarkastelussa kaikki syntyvät jätteet lajitellaan yrityksille suunnatun lajitteluohjeen (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018c; Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018d) mukaisesti ja kuljetetaan kuorma-autokuljetuksin Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle jatkokäsittelyyn. Sitä, mitä purkujätteille tapahtuu käsittelylaitokselle viemisen jälkeen, ei työn rajaukset huomioiden käsitellä tässä kandidaatintyössä.

## 5.2 Asbestipurkuvaihe

Asbesti- ja haitta-ainekartoituksessa on selvitettävä, sisältävätkö purkukohteen rakenteet asbestia tai muita vaarallisia aineita. Kartoitus aloitetaan kohteen asiakirjojen, piirustuksien ja urakka-asiakirjojen avulla, joista selvitetään asbestin ja muiden haitallisten aineiden mahdolliset sijainnit kohteessa. (KorjausRYL 2016, 154, 155.) Asuinkäytössä olevan kohteen rakenteista ja materiaaleista ei ollut mahdollista ottaa näytteitä laboratoriotestejä varten, joten asbesti- ja haitta-ainekartoitus pohjautuu tässä kandidaatintyössä vain saatavilla olleisiin taloasiakirjoihin ja kirjallisuuslähteisiin.

Standardinmukaisissa puutalon lautaukoseinärakenteessa (RT 822.31/2:1946) ja kantavassa lautaväliseinärakenteessa (RT 822.33/5:1946) ei ole käytetty asbestipohjaisia materiaaleja, ainoastaan puupohjaisia materiaaleja eli sahanpurua, selluloosapahvia ja sahapuutavaraa. Myös puutalon standardinmukaisten alapohjan (RT 832.2/5:1947), välipohjan (RT 832.2/4:1947), vaakasuoran kattotuolipalkiston (RT 832.2/2:1947), kaltevan kattotuolipalkiston (RT 832.2/3:1947) ja ullakkopohjan (RT 832.2/1:1947) rakennusmateriaalit ovat puupohjaisia eli sahanpurua, sahapuutavaraa ja pinkopahvia. Standardinmukaisissa kellaritiiloissa (RT 813.43:1949) ja perustusrakenteissa (RT 813.42:1947) ei ole käytetty asbestipohjaisia rakennusmateriaaleja, vaan ainoastaan betonia perustuksiin ja maa-aineksia perustushaudan täyttömaana. Purkukohteen rakenteissa ei läpi käytyjen RT-ohjekorttien ja asiakirjojen mukaan ole rakennusvaiheessa käytetty asbestipitoisia materiaaleja. Myöskään kohteen remonteissa ei käsitelty asbestipitoisia materiaaleja (KR-Tiimi Oy 2003). Erilliselle asbestipurkutytölle ei täten näillä perusteilla olisi tarvetta.

Suomessa asbestin käyttö rakentamisessa on ollut sallittua 1910 – 1992 ja asbestin täyskielto on ollut voimassa 1.1.1994 lähtien. 1940-luvulla asbestia käytetty rakenteiden, materiaalien

ja sähkölaitteiden palonsuojaukseen sekä vesi- ja viemäriputkien eristeissä. 1940-luvulla asbestisementtiä on voitu käyttää esimerkiksi verhoulevyjen kiinnitysmassana. (RT 18-11246 2016, 4.) Talon käyttövesiliittymät ja viemärointi on uusittu 1987 remontissa (KR-Tiimi Oy 2003, 8) ennen asbestikiellon voimaan astumista, jolloin putkieristeiden sisällä voi teoriassa erityisesti mutkissa ja venttiileissä olla asbestipitoista magnesiumkarbonaattimassaa, jonka asbestipitoisuus voi olla 5-15 % (RT 18-11246 2016, 6). Mikäli asbestia paljastuu purkutyon aikana, on purkutyo suoritettava kyseisten rakenteiden osalta asbestipurkutyo menetelmiä käyttäen asbestipurkuna (RT 18-11247 2016, 3).

### **5.3 Sisäpurkuvaihe**

Sisäpurkuvaiheessa poistetaan rakennuksen runkoon kuulumattomat rakennusosat niin sanotussa kevyessä purussa (Kauranen 2001, 17; KorjausRYL 2016, 161). Runkoon kuulumattomia rakennusosia ovat kiintokalusteet (ovet, ikkunat, saniteettikalusteet, kodinkoneet, kaapistot), talotekniikka (LVI-laitteet, vesiputket, viemäriputket) ja mahdolliset säiliöt (Saarimäki 1997, 654-657). Oletetaan asukkaiden vieneen mukanaan kodinkoneensa ja muun oman irtaimistonsa huonekaluineen ennen kohteen purkamista, jolloin purkutarkasteluissa huomioidaan vain rakennusmateriaalit ja vakiokiintokalusteet.

Ikkunat ja puuovet puretaan käsin purkuna ja lajitellaan jätejakeisiin (Saarimäki 1997, 656). Puiset hyllyt ja kaapistot (Pensasmäki 2018) puretaan käsin purkuna (Saarimäki 1997, 656). Posliiniset ja peltiset saniteettikalusteet puretaan käsin purkuna (Saarimäki 1997, 656). LVI-laitteisiin lukeutuvien vesi- ja viemäriputkien poistaminen on helppointa rakennuksen runkopurkuvaiheessa rungon purkamisen ja lattioiden avaamisen yhteydessä, koska ne sijaitsevat runkorakenteiden sisällä (Saarimäki 1997, 655). Tilat siivotaan ennen runkopurkuvaiheen aloittamista (Kauranen 2001, 17).

### **5.4 Runkopurkuvaihe**

Runkopurkuvaiheessa poistetaan rungon rakennusosat vaiheittain niin sanotussa raskaassa purussa (KorjausRYL 2016, 161). Talokohteen rakenteiden pintamateriaalit, eristyksset, joh-

dotukset ja putkistot poistetaan. Kohteen sisätilojen seinä- ja puupohjarakenteiden pintamateriaalit eli tapetit, levytykset ja pinkopahvikerrokset poistetaan käsin purkuna vaiheittain, ja rakenteet avataan, jotta rakenteiden lämpöeristeenä olevan sahanpurun poistaminen olisi mahdollista. Sahanpurun poistamisessa voidaan hyödyntää esimerkiksi imusäiliöautoa (Rinne 2013, 136; Hangon kaupunki 2012, 4). Peltikatteet ja muut kattovarusteet poistetaan käsin purkuna (Saarimäki 1997, 657). Kuvan 3 seinärakenteen ulkopuoliset materiaalikerrokset poistetaan vaiheittain.

Coelhon (2001, 383) mukaan kattotuolirakenteet puretaan ennen rungon purkamista, minkä jälkeen runkorakenteet puretaan kerros kerrokselta. Runkorakenteet ovat ulkoseinät, välipohjarakenteet ja kantavat väliseinät (Saarimäki 1997, 653). Saarimäen (1997, 659) mukaan puiset välipohjat on purettava samanaikaisesti muun rungon kanssa, mikäli myös muu runko on puuta. Lautarakenteisen puutalon RT-ohjekorttien mukaiset pohjarakenteet ovat puuta, joten ne puretaan samanaikaisesti muiden ulko- ja väliseinärakenteiden mukana.

Ensisijaiseksi purkumenetelmäksi on valittava koneeseen kiinnitetty purkulaite, jos se soveltuu kohteessa käytettäväksi (KorjausRYL 2016, 161). Purkukonevaihtoehdot ovat kairavinkoneeseen kiinnitetty purkukuula, purkaminen räjäyttämällä sekä lyhyt- tai pitkävartinen purkukaivinkone (Pitroda et al. 2015, 7). Purkukuula ei sovellu runkopurkuun, koska se vaatii toimiakseen paljon tilaa ympärilleen, jota tontilla ei ole (Pensasmäki 2018), sekä kantavan maaperän, millainen tontin hiekkamaa (kuva 12) ei ole. Lisäksi purkukuulan käyttäminen vaatii aina jälkilajittelun muilla keinoin, koska kuula murskaa ja sekoittaa purkujätteet keskenään eikä sillä pystytä lajittelemaan purkujätteitä jättejakeisiin. (Kauranen 2001, 19.) Räjäyttämällä purkaminen on edullisin ratkaisu korkeiden pilarirunkoisten rakennusten purkamiseen (Kauranen 2001, 18).

Purkukaivinkoneeseen liitettävällä purkukahmarilla voidaan romahduttaa rakenteet ja suorittaa jätelajittelu. Syntyvä pöly voidaan sitoa purkukaivinkoneeseen liitetyllä korkeapainevesisuihkulla. Menetelmä ei edellytä työntekijöitä purettavan rakennuksen sisällä eikä läheisyydessä purkutyön aikana, jolloin menetelmä on myös turvallinen. (Kauranen 2001, 20, 21.)

Kolmesta käsitellystä menetelmästä purkukuula ja räjäyttämällä purkaminen vaativat muita apumenetelmiä, jotta myös jätelajittelu ja pölyn sitominen onnistuisivat rakenteen purkamisen jälkeen. Purkukaivinkoneella voidaan irrottaa rakenteet, sitoa pöly ja lajitella jätteet turvallisin keinoin. Soveltuvin koneellinen menetelmä kohteen rungon purkamiseksi olisi täten lyhytvartinen purkukaivinkone, koska sillä voidaan samalla koneella lisäosien avulla suorittaa työvaiheet runkopurusta lajitteluun ja pölyn sitomiseen.

## **5.5 Perustuksen ja kellaritilojen purkaminen**

Kohteen betonisten perustuksien ja kellaritilojen (KR-Tiimi Oy 2003, 4) purkamiseksi on useampi vaihtoehto. Yksi vaihtoehto on purkukaivinkoneeseen liitettävä hydraulinen iskuvasara. Hydraulisen iskuvasaran käytön sijaan olisi kuitenkin parempi käyttää kaivinkoneeseen liitettäviä betonisaksia eli leikkurimurskainta, koska siitä syntyvä melu on pienempi. (Saarimäki 1997, 652.) Paikalla valettujen betonirakenteiden purkaminen edellyttää leikkurimurskaimen käyttöä (Kauranen 2001, 20). Kaivinkoneeseen liitettävän leikkurimurskaimen betonipurkamiskapasiteetti on 15-100 t/h (Kauranen 2001, 21).

Betonipurkutyössä syntyvä pöly voidaan sitoa purkukaivinkoneeseen liitetyllä vesisuihkulla purkutyön aikana. Kohteen betonirakenteissa (RT 813.42:1947; RT 813.43:1949) ei ole betoniraudoitusta, joten pulverointia, betoniteräksen erottelemista betonirakenteista, ei tarvita. Pulverointiläilaitteella voidaan tarvittaessa pienentää purkubetonin palakokoa. (Infra 2014, 37.)

## 6 EXCEL-TYÖKALU

Excel-työkalun talokohdeversion toimintaperiaate käydään läpi luvussa 6.1. Luvussa 9 työkalu muunnetaan yleiseen muotoon, jotta se soveltuisi paremmin pinta-alaltaan erikokoisten rintamamiestalojen purkukustannuksien arvioimiseen.

### 6.1 Toimintaperiaate ja rajaukset

Excel-työkalun talokohdeversio arvioi kohteen purkukustannukset syötteinä annettujen ulkoseinien mittojen avulla. Luvussa 4 läpi käytyjen RT-ohjekorttien ja kohteen mittojen avulla laskuri arvioi rakennusmateriaalilavuudet, jotka muunnetaan tiheyksien avulla massoiksi. Materiaalimäärissä huomioidaan rakennusmateriaalit sekä saniteettitilojen ja keittiön vakiokiintokalusteet. Lajittelun jätejakeiden lukumäärän ja kuutiomäärien avulla laskuri arvioi kuljetustarpeen. Jätehuoltokustannukset laskuri arvioi jätejakeiden, kuljetustarpeen ja Kukkuroinmäen jätekeskuksen yrityksille suuntaaman lajitteluohjeen (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018c ja 2018d) avulla. Purkutyön kokonaistyöntekijätuntimäärän ja työntekijöiden työehtosopimuksissa (Rakennustieto Oy 2018a; Rakennustieto Oy 2018b; ALT 2017) perustuntipalkkojen avulla laskuri laskee työvoimakustannukset.

Yksittäisen työtehtävän työntekijätuntimäärä lasketaan Ratun laskentamenetelmiä ja purkutyötilastodataa (Rakennustieto 1995; Rakennustieto Oy 2016; Wind et al. 2015) hyödyntäen. Purkutyötilastodatassa ilmoitetaan työtehtävien ja -menetelmien T3-ajat työmenekkiä kohden, joka on esimerkiksi purettavan rakenteen yksikköpinta-ala. Kertomalla T3-aika työtehtäväkohtaisella suoritemääräkertoimella ja viivästyksiset huomioivalla TL3-lisäaikakertoimella, saadaan T4-kokonaisaika, joka huomioi mahdollisten taukojen ja viivästyksien vaikutukset työn kestossa. (Wind et al. 2015, 8, 11.) Purkutyön kokonaistyöntekijätuntimäärä (liite 3) on T4-aikojen ja kuljettajien työtuntien summa.

Purkukaivinkoneen polttoainekustannukset arvioidaan polttoainekulutuksen ja kuljettajan työtuntimäärän avulla (taulukko 3). Kuljetuskustannukset arvioidaan kuljetustarpeen ja kuorma-auton keskimääräisen polttoainekulutuksen perusteella (taulukko 7). Kohteen lupasiakustannukset muodostuvat vain purkulupahakemuskustannuksista. Myyntituloja ovat



myytävistä purkujätteistä saatavat tulot. Purkukustannukset ovat edellä mainittujen osakustannuksien summa.

## 7 TALOKOHTEEN PURKUKUSTANNUKSET

Kohteen purkukustannukset jaetaan työvoima-, kuljetus-, jätehuolto- ja lupa-asiakustannuksiin sekä purkujätteiden myyntituloihin. Taulukossa 1 esitetään purkukohteen materiaalmääräarvio.

**Taulukko 1.** Purkukohteen materiaalmääräarvio.

Purkutuote	Materiaali	Tilavuus [m3]	Massa [kg]
Alkuperäiset galvanoidut kattopellit	Teräs	0,06	512,69
Betonirakenteet	Betoni	49,76	119 433,99
Harja- ja reunapellit	Teräs	0,01	46,49
Ikkunalasit	Lasi	0,21	516,25
Ilmanvaihtokanaviston pellit	Teräs	0,00	8,19
Kylpyhuoneen ja WC-tilojen lavuaarit	Posliini	0,06	24,00
Laudoitukset ja parkettilaudat	Mäntypuutavara	26,59	12 231,66
Leijona-tuulensuojalevyt	Puu	1,94	504,19
Lämmöneristyksen täytemateriaali	Sahanpuru	109,61	21 341,57
Muovimatot	Muovi	0,18	121,40
Pinkopahvit	Puu	0,36	216,31
Pinko- ja tervapaperit	Selluloosavalmiste	0,06	0,01
Puuovet	Mänty	0,51	234,60
Puupalkit ja -rimat	Mäntypuutavara	13,41	6 169,89
Saniteettitilojen WC-istuimet	Posliini	0,40	64,00
Tapetit	Paperitapetti	0,01	0,05
Tiilet	Savi	9,14	16 224,00
Tiilikainen-kattopellit	Teräs	0,07	572,17
	<b>SUMMA</b>	<b>212,36</b>	<b>178 221,44</b>

### 7.1 Työvoimakustannukset

Laskelmissa purkutyöntekijöiden ja purkukaivinkonekuljettajan palkkaryhmänä on käytetty kokeneen ammattilaisen (Palkkaryhmä V) perustuntipalkkaa (Rakennustieto Oy 2018a, 35; Rakennustieto Oy 2018b, 7). Kuorma-autonkuljettajan tuntipalkkana on käytetty 4-8 vuotta työkokemusta omaavan kuorma-autonkuljettajan perustuntipalkkaa (ALT 2017, 6).

**Taulukko 2.** Ensimmäisen purkutarkastelun työntekijämäärä, tuntipalkat ja kokonaistyöntekijätuntimäärä.

Nimike	Määrä	Yksikkö
Sosiaalikuljettajien osuus palkasta (Rakennustieto Oy 2016)	70,00	%
Purkutyön työntekijätuntimäärä	520,96	tth
Purkutyöntekijän perustuntipalkka (Rakennustieto Oy 2018b)	15,46	€
Kuorma-autonkuljettajan perustuntipalkka (ALT 2017)	13,24	€
Kaivinkonekuljettajan perustuntipalkka (Rakennustieto Oy 2018a)	15,07	€
Purkutyömiehiä	6	kpl
Purkukaivinkonekuljettajat	1	kpl
Kuorma-autonkuljettajat	1	kpl
Yhden työvuoron pituus	8	h
<b>Työvoimakustannukset</b>	<b>13 669,23</b>	<b>€</b>

**Taulukko 3.** Ensimmäisen purkutarkastelun purkukaivinkoneen polttoainekustannukset.

Nimike	Määrä	Yksikkö
Runkopurun kesto	53	min
Runkopurun jätelajittelun kesto	6,12	h
Perustuksen ja kellaritilojen purkaminen	2,23	h
Kaivinkonekuljettajan työtunnit	9,23	h
Kaivinkonekuljettajan perustuntipalkka (Rakennustieto Oy 2018a)	15,07	€/h
Purkukaivinkoneen polttoaineenkulutus	6,85	l/h
Polttoaineen litrahinta (Dieselin hinta 2017)	1,334	€/l
Kaivinkoneenkuljettajan palkkakustannukset	139,14	€
<b>Purkukaivinkoneen polttoainekustannukset</b>	<b>84,37</b>	<b>€</b>

## 7.2 Jätehuoltokustannukset

Taulukossa 4 esitetään tarkemmin ensimmäisen purkutarkastelun jätelajittelu. Seuraavan sivun taulukossa 5 esitetyt jätehuoltokustannukset muodostuvat Kukkuroinmäen käsittelykeskuksen vastaanottohinnaston mukaisesti lajiteltujen jätejakeiden vastaanottohinoista, joissa on huomioitu 24 %:n arvonlisävero. Taulukossa 5 esitetään jätelajittelun jakeiden tilavuudet ja kuormamäärät. Yhden kuormalavan tilavuus on 18 kuutiometriä (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018e).

**Taulukko 4.** Kohteen ensimmäisen tarkastelun purkutuotteiden lajittelu Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n ohjeiden (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018d) mukaisesti.

Purkutuote	Lajittelun jätejake
Alkuperäiset galvanoidut kattopellit	Metalliromu
Betonirakenteet	Betonilohkareet yli 15 cm
Harja- ja reunapellit	Metalliromu
Ikkunalasit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Ilmanvaihtokanaviston pellit	Metalliromu
Kylpyhuoneen ja WC-tilojen lavuaarit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Laudoitukset ja parkettilaudat	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Leijona-tuulensuojalevyt	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Lämmöneristyksen täytämateriaali	Välipohjaeristeet
Muovimatot	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Pinkopahvit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Pinko- ja tervapaperit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Puuovet	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Puupalkit ja -rimat	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Saniteettitilojen WC-istuimet	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Tapetit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte
Tiilet	PAH-tiilet
Tiilikainen-kattopellit	Metalliromu

**Taulukko 5.** Ensimmäisen purkutarkastelun jätelajittelun jätejakeiden tilavuudet ja kuormamäärät.

Lajittelun jätejake	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Kuormamäärä [kpl]
Betonilohkareet yli 15 cm	49,76	3
Lajiteltava purkujäte	43,68	3
Metalliromu	0,14	1
PAH-tiilet	9,14	1
Välipohjaeristeet	109,61	4
<b>SUMMA</b>	<b>212,33</b>	<b>12</b>

**Taulukko 6.** Ensimmäisen purkutarkastelun jätehuoltokustannukset.

Lajittelun jätejake	Massa [t]	Yksikköhinta [€/t]	Vastaanottomaksut [€]
Betonilohkareet yli 15 cm	119,43	27,01	3 261,58
Lajiteltava purkujäte	20,08	155,00	3 148,76
Metalliromu	1,14	-	18,20
PAH-tiilet (Huotari 2018)	16,22	11,78	203,12
Välipohjaeristeet (Huotari 2018)	21,34	124,00	2 694,35
<b>SUMMA</b>	<b>178,22</b>	<b>-</b>	<b>9 326,01</b>

### 7.3 Kuljetuskustannukset

Kuljetuskustannukset muodostuvat purkujätteiden toimittamisesta Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle. Kustannuksissa huomioidaan kuljetusmatkat ja ajoaika sekä kuljetuskaluston toimivan kuorma-auton polttoainekulutus.

**Taulukko 7.** Ensimmäisen purkutarkastelun kuljetuskustannukset.

Nimike	Määrä	Yksikkö
Ajoaika Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle (Google 2018)	11	min
Ajomatka Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle (Google 2018)	11,60	km
Kuljetustarve	12	krt
Kokonaiskuljetusmatka	278,40	km
Kokonaisajoaika	4,40	h
Kuljetuskaluston polttoainekulutus	0,40	l/km
Polttoaineen litrahinta (Dieselin hinta 2017)	1,334	€/l
Kuljettajan työtunnit	4,40	h
Kuorma-autonkuljettajan perustuntipalkka (ALT 2017)	13,24	€/h
Kuljetuksen polttoainekustannukset	148,55	€
Kuljettajan palkka	58,26	€
<b>Kuljetuskustannukset</b>	<b>148,55</b>	<b>€</b>

## 7.4 Lupa-asiakustannukset ja purkutuotteiden myyntitulot

Erikseen haettavan purkuluvan kustannukset ovat 278 €, eikä muita maksuja ole (Meuronen 2018). Ensimmäisessä purkutarkastelussa ei ole myyntituloja, koska kaikki purkujätteet toimitetaan Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle.

## 7.5 Purkukustannuksien yhteenveto

Purkukustannuksien yhteenveto esitetään seuraavan sivun taulukossa 8. Prosentuaalisesti suurimmat yksittäiset kustannuslajit ovat työvoima- ja jätehuoltokustannukset, jotka muodostavat yhteensä 97,8 % purkukustannuksista. Muiden kustannuslajien yhteisosuus kokonaiskustannuksista on 2,2 %.

**Taulukko 8.** Ensimmäisen tarkastelun purkukustannuksien yhteenveto.

Nimike	Lukuarvo	Yksikkö	Osuus [%]
Työvoimakustannukset	13 669,23	€	58,2
Jätehuoltokustannukset	9 326,01	€	39,7
Kuljetuskustannukset	148,55	€	0,6
Lupa-asiakustannukset	278,00	€	1,2
Myyntitulot	0,00	€	0,0
Purkukaivinkoneen polttoainekustannukset	84,37	€	0,4
<b>Purkukustannukset</b>	<b>23 506,17</b>	<b>€</b>	<b>100,0</b>
<b>Neliökustannukset</b>	<b>155,02</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>	

## **8 KUSTANNUKSIEN VÄHENTÄMINEN**

Ensimmäisen purkutarkastelun tuloksista pääteltyä suurimmat vaikutukset purkukustannuksien vähentämisessä on todennäköisesti työvoima- ja jätehuoltokustannuksien pienentämisellä, koska niiden yhteisosuus kokonaiskustannuksista on 97,8 %. Tutkitaan myös purkujätteiden myymisen vaikutuksia kokonaiskustannuksiin.

### **8.1 Työvoimakustannukset**

Työntekijätuntimäärän vähentäminen pienentää työvoimakustannuksia, koska työvoimakustannukset lasketaan työntekijäntuntimäärän ja perustuntipalkkojen avulla. Puisen vesikattorakenteen purkamiseen kuuluu katemateriaalin, alusrakenteen ja vesikattokannattajien purkaminen sekä jätteiden poissiirrot ja lajittelu. Työmenetelmänä on purkukone. (Rakennustieto Oy 2016, 83, 318.) 100 m<sup>2</sup> rakennuksen koneellinen runkopurku kestää yhden tunnin, ja purkujätteiden lajittelu 6,9 tuntia. Työ sisältää seinä- ja lattiarakenteiden purkamisen sekä materiaalien käsiavusteisen lajittelun. (Coelho ja de Brito 2011, 385.)

Vesikattorakenteiden käsinpurku korvataan koneellisella purkamisella. Ulkoseinien ulkopuoliset materiaalikerrokset (kuva 3) ovat puupohjaisia, ja seinien sisäpuolet avaamalla voidaan rakenteista poistaa eristeet ja johdotukset jo sisäpurussa. Seinärakenteiden poistamatta jääneiden ulkopuolisten materiaalikerroksien purkaminen siirretään runkopurkuun, koska puulevytykset voidaan Saarimäen (1997, 657, 658) mukaan purkaa myös koneellisesti. Jätelajittelu suoritetaan kahmarilla käsinlajittelua apuna käyttäen (Coelho ja de Brito 2011, 383).

### **8.2 Jätehuoltokustannukset**

Jätehuoltokustannuksien vähentämisessä tarkastellaan jätelajittelun muutosten vaikutuksia kustannuksiin. Tarkasteluiden jätelajittelut, jätehuoltokustannukset ja kuljetustarpeet esitetään liitteessä 2.

### **8.3 Myyntitulot**

Kattojen peltikatteet, reuna- ja harjapellit sekä ilmanvaihtokanavistojen pellit myydään romupeltinä. Saimaan Uusioteräs Oy:lle (Saimaan Uusioteräs Oy 2018). Romupellin markkinapohjainen ostohinta on Mähösen (Mähönen 2018) arvioimana 120 €/t. Puuovet, lasi-ikkunat sekä saniteettitilojen posliiniset lavuaarit ja WC-istuimet toimitetaan osto- ja myyntiliikkeeseen. Kärnän (Kärnä 2018) arvion mukaan keskimääräinen jälleenmyyntihinta puuoville, posliinisille lavuaareille ja ikkunoille on 100 € sekä WC-istuimille 30 €. Jälleenmyyjä ei hyvitä koko myyntihintaa purkajalle, joten tehdään olettamus, että myyntihinnasta hyvitetäisiin 50 %.

### **8.4 Suoritettavat purkutarkastelut**

Työssä suoritetaan neljä purkutarkastelua, joissa vertaillaan muutoksien vaikutuksia kustannuksiin. Tarkastelu 1 on luvussa 7 käsitellyn mukainen. Tarkastelussa 2 muutetaan vain jätelajittelua. Kolmannessa tarkastelussa muutetaan jätelajittelua, työmenetelmiä luvun 8.1 mukaisesti ja myydään luvussa 8.3 mainitut purkutuotteet. Neljäs tarkastelu on muilta osin samanlainen kuin kolmas tarkastelu, mutta ainoastaan jätelajittelua muutetaan. Tarkasteluiden jätelajittelut ovat taulukoituina liitteessä 2.

## 9 EXCEL-TYÖKALUN MUUNTAMINEN YLEISEEN MUOTOON

Laskurin toimintaperiaate on sama kuin talokohdeversion, mutta muutamia muutoksia tehdään, jotta laskuri antaisi luotettavamman purkukustannusarvion. Oletuspohjapiirustuksena käytetään Jälleenrakennusvaliokunnan laajenevan MKL 6P -tyyppitalopiirustusta (Suomen Arkkitehtiliitto (SAFA) 1943), koska sen avulla on mahdollista tarkastella rakenteiden mittojen ja niiden keskinäisten suhteiden muuttumista rakennuksen pinta-alan muuttuessa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sen avulla on mahdollista skaalata rakenteet ja niiden mitat rakennuksen pinta-alan muutosten mukaisiksi. Oletusrakenteiksi valitaan rintamamiestalo-prototyypin (Rinne 2013, 25) pääpiirustuksessa mainittujen pienpuutalorakentamisen RT-ohjekorttien standardisoidut rakenteet. Kuistirakenteeksi RT 989.81 -ohjekortista (RT 989.81: 1944) valitaan umpinainen, standardi-ikkunoin lasitettu kuisti (RT 894.22: 1944), ja vesikattorakenteeksi sama galvanoitu peltikattorakenne kuin mikä tarkasteltavassa talokohdeksessä on. Kalustemäärissä huomioidaan vain keittiön ja WC-tilojen vakiokiintokalusteet, koska muiden kuin vakiokiintokalusteiden määrä ja materiaalit vaihtelevat asukkaiden tarpeiden mukaan, jolloin niiden paikkansa pitävä arvioiminen Excel-työkalun yleisessä muodossa olisi hyvin haastavaa.

Kukin purkujäte lajitellaan jätejakeisiin materiaaleittain. Euroopan komission tutkimuksessa (Euroopan komissio 2015, 10) on selvitetty suomalaisten kaatopaikkojen lajittelemattoman rakennus- ja purkujätteen sekä erillislajiteltujen jätejakeiden keskimääräiset vastaanottohinnat. Erillislajiteltujen jätejakeiden keskimääräisiä vastaanottohintoja käytetään laskurissa jätehuoltokustannuksien arvioimiseen Kukkuroinmäen hinnaston (Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy 2018c) sijasta, koska tutkimuksessa selvitetty hinnat ovat keskiarvoja Suomen kaatopaikkojen hinnoista. Täten ne soveltuvat laskurin yleiseen muotoon paremmin kuin Kukkuroinmäen käsittelykeskuksen hinnasto, joka ei edusta Suomen keskihintoja.

Laskuriin annettavia syötteitä muutettiin yleistä muotoa varten. Talokohdeversiossa syötteinä olevat neljä ulkoseinämittaa vaihdettiin laskurin selkeyttämiseksi yhteen syötteeseen, kokonaispinta-alaan. Neljän ulkoseinämitan avulla kokonaispinta-alaa muuteltiin 20 neliömetrin tasavälein välillä 0 m<sup>2</sup> ja 300 m<sup>2</sup>, jolloin saatiin kokonaispinta-aloja vastaavat pur-



kukustannukset. Pistejoukon (liite 4) lineaarisen sovitesuoran yhtälö ilmoittaa purkukustannukset syötettävän kokonaispinta-alan funktiona, jota käytetään laskurin yleisessä muodossa kustannuksien arvioimiseen.

Myyntituloja ei huomioida yleisessä muodossa, koska myytäviksi menevät jätteet sekä niiden hinnat ja niistä saatavat tulot vaihtelevat kohteesta riippuen, eikä lähdekirjallisuudesta löytynyt luotettavia keskimääräisiä hintoja jälleenmyydyille purkut tuotteille.

## 10 TYÖN TULOKSET

Kiinteistön päärakennuksen soveltuvaksi purkutekniikaksi valikoitui lajitteleva purkutekniikka, jonka asbesti-, sisä- ja runkopurkuvaiheissa kohde puretaan järjestelmällisesti vaiheittain rakennusosa kerrallaan käsin- ja konepurkutyömenetelmiä yhdistellen. Purkujätteet lajitellaan työmaalla ja toimitetaan Kukkuroinmäen käsittelykeskukselle jatkokäsittelyyn. Kiinteistön päärakennuksen purkukustannukset esitetään luvun 7.5 taulukossa 8.

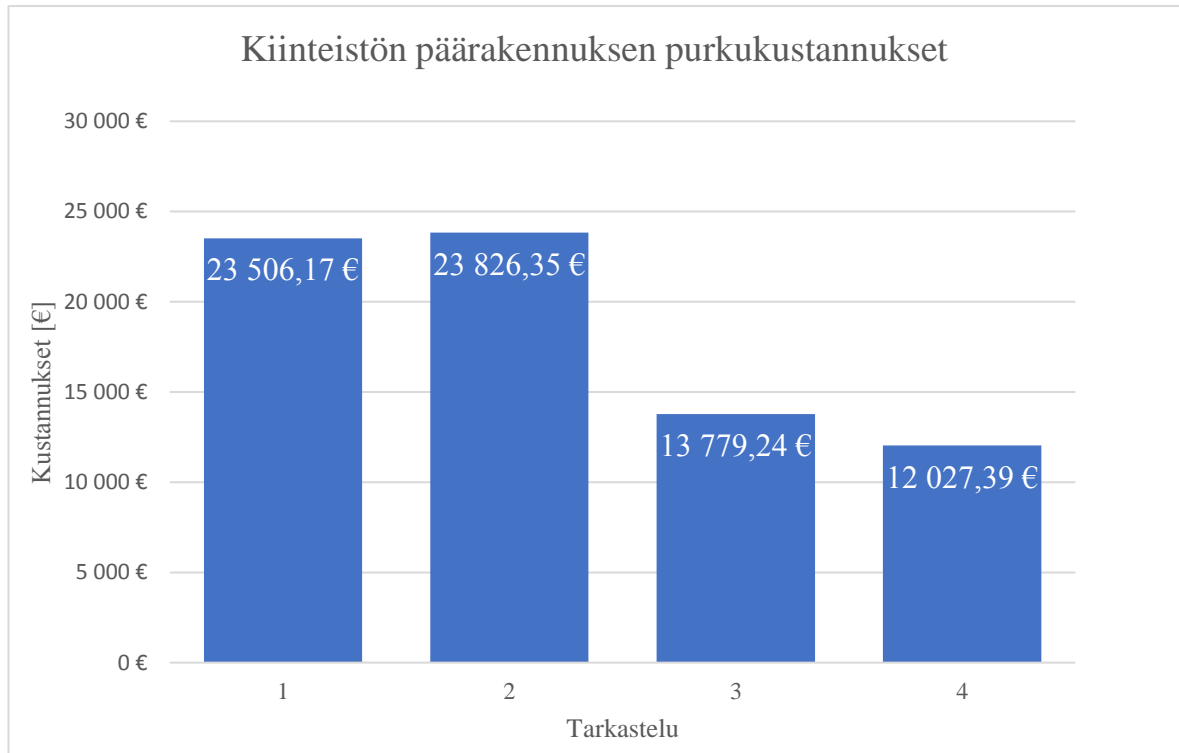
Taloudellisimman menetelmän löytämiseksi työssä suoritettiin kolme tarkastelua ensimmäisen tarkastelun lisäksi. Keinoja, joilla kustannuksia yritettiin vähentää, olivat käsinpurun korvaaminen konepurulla runkopurkuvaiheessa vesikatto- ja ulkoseinärakenteiden osalta, jäteajittelun jakeiden muuttaminen liitteen 2 mukaisesti sekä luvussa 8.3 mainittujen purkut tuotteiden myyminen. Taloudellisin menetelmä oli tarkastelu 4. Seuraavan sivun kuvassa 12 esitetään työssä suoritettujen neljän purkutarkastelun kokonaiskustannukset.

**Taulukko 9.** Yhteenveto suoritettujen purkutarkasteluiden 2-4 kustannuksista.

Nimike	Tarkastelu 2	Tarkastelu 3	Tarkastelu 4
Työvoimakustannukset [€]	13 669,23	9 011,23	9 027,74
Jätehuoltokustannukset [€]	9 609,06	6 329,13	4 536,01
Kuljetuskustannukset [€]	185,69	223,26	248,02
Lupa-asiakustannukset [€]	278,00	278,00	278,00
Myyntitulot [€]	0,00	2 616,74	2 616,74
Purkukaivinkoneen polttoainekustannukset [€]	84,37	554,36	554,36
<b>Purkukustannukset [€]</b>	<b>23 826,35</b>	<b>13 779,24</b>	<b>12 027,39</b>
<b>Neliökustannukset [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>157,13</b>	<b>90,87</b>	<b>79,32</b>

Työn teoriaosiossa käsiteltiin talotyypeiksi valittujen pien- ja kerrostalojen purkamista. Pientalolle soveltuva purkutapa oli suorittaa asbesti- ja sisäpuruvaihe käsinpurkuna, jonka jälkeen runkopurkuun sopivaksi osoittautui lyhytvartinen purkukaivinkone purkukahmarilla ja korkeapainevesisuihkulla varustettuna. Kerrostalon purkamisessa asbesti- ja sisäpuruvaihe suoritetaan samoin kuin pientalossa, mutta runkopurkuun sopivaksi menetelmäksi valikoitui pitkävartinen purkukaivinkone, jolla yletytään ylimpiin kerroksiin. Kerroksissa, joi-

hin ei yletytä pitkävartisella koneella maasta käsin, voidaan hyödyntää pienkalustoa. Purukohdetta varten luotiin Excel-työkalu, joka muunnettiin onnistuneesti yleiseen muotoon, joka arvioi purkukustannukset syötteenä annetun kokonaispinta-alan avulla.



**Kuva 12.** Suoritettujen purkutarkasteluiden kokonaiskustannukset lukujen 7 ja 8 tuloksien mukaisesti.

## 11 TULOSTEN TARKASTELU

Talokohteen purkumenetelmäksi valikoitui lajitteleva purkutekniikka, jossa yhdistetään käsin purkua ja koneellista purkua siten, että rakenteet ja materiaalit saadaan poistettua vaiheittain jätejakeisiin lajitellen. Lajittelevan purkutekniikan vaiheet ovat asbesti-, sisä- ja runkopurkuvaihe. Kiinteistön päärakennuksen ensimmäisen purkutarkastelun suurimmat yksittäiset kustannuslajit olivat työvoima- ja jätehuoltokustannukset. Yhteensä nämä muodostivat 97,8 % kokonaiskustannuksista. Muut kustannukset olivat arvoltaan muutamia satoja euroja.

Suoritettujen tarkasteluiden tuloksista havaittiin työtehtävien ja jätehuollon muutoksilla olevan suurin yksittäinen vaikutus kokonaiskustannuksien vähentämisessä. Purkujätteiden myynnillä oli näiden edellä mainittujen jälkeen seuraavaksi suurin vaikutus kokonaiskustannuksiin. Kohteen taloudellisimmassa menetelmässä, tarkastelussa 4, jätelajittelua ja purkutyömenetelmiä muuttamalla työvoimakustannukset pienenevät 4 641,49 € (33,9 %) ja jätehuoltokustannukset 4 790,01 € (51,4 %) ensimmäisen purkutarkastelun arvioista. Vastavasti kokonaiskustannukset pienenevät tällöin 11 478,78 € (48,8 %) ja neliökustannukset 75,70 €/m<sup>2</sup> (48,8 %). Ulkoseinä- ja vesikattorakenteiden käsinpurkutyötä koneellisella purkutyöllä korvaamalla purkukaivinkoneen polttoainekustannukset nousivat 469,99 €. Myyntituloja purkujätteistä saatiin 2 616,47 €.

Suoritettujen tarkasteluiden tuloksista huomataan runkopurkuvaiheen käsin purkamisen vähentämisen ja koneellisen purkutyön lisäämisen pienentävän työvoimakustannuksia, ja siten myös kokonaiskustannuksia. Koneellisen purkamisen huomataan runko- ja vesikattorakenteiden purkamisessa olevan taloudellisempi vaihtoehto kuin käsin purkaminen. Koneellisen purkutyön lisääminen kasvattaa polttoainekustannuksia, mutta kuitenkin vähemmän kuin mitä työvoimakustannuksien pieneminen on.

Tarkasteluiden jätehuoltokustannuksista havaitaan kalleimman menetelmän olevan kaikkien jätteiden lajittelu lajiteltavaan rakennus- ja purkujätejakeeseen Kukkuroinmäelle vietäväksi. Taloudellisin menetelmä on myydä metallit, kierrättää kiintokalusteet ja lajitella jäljelle jää-

neet jätteet materiaaleittain erillisjätejakeisiin Kukkuroinmäelle vietäväksi. Jätehuoltokustannukset putoavat tällöin 9 326,01 €:sta 4 536,01 €:oon. Kalleimman ja taloudellisimman menetelmän välillä kokonaiskustannukset pienenevät 11 478,78 € (48,8%).

## 12 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus onnistui hyvin. Tutkimuskysymyksiin löydettiin vastaukset suoritettujen tarkasteluiden myötä. Kiinteistön päärakennukselle onnistuttiin perustellusti valitsemaan soveltuva purkutekniikka ja laskemaan purkukustannukset. Suoritettujen purkutarkasteluiden myötä löydettiin keinoja vähentää kustannuksia ja selvittämään kohteen purkamisen taloudellisin menetelmä. Excel-työkalun talokohdeversio muunnettiin laajenevan MKL 6P -tyyppitalopiirustusta ja puutalorakentamisen RT-ohjekortteja hyödyntäen lopulta onnistuneesti yleiseen muotoon.

Tutkimuksessa esiintyneet ongelmat liittyivät erityisesti talokohteen purkutyöhön ja Excel-työkalun yleiseen muotoon muuntamiseen. Tarkasteltavaksi valitun kohteen purkaminen ei ollut käytännössä mahdollista, minkä seurauksena kohteen purkaminen täytyi käsitellä vain lähdekirjallisuuden perustuen. Tämän seurauksena rakennusmateriaalien ja rakenteiden tarkka määrittäminen oli vaikeaa, mutta standardisoituna tyyppitalona sen rakennusaikakauden RT-ohjekorttien rakenteet ja materiaalit olivat suuntaa-antavia. Apuna käytettiin kohteen pääpiirustusta ja talotarkastuksen (KR-Tiimi Oy 2003) raporttia. Rakenteiden mahdollisesti sisältämän asbestin määrän arvioiminen oli haastavaa, koska rakenteista ei ollut mahdollista ottaa näytteitä, joista olisi voinut tarkasti selvittää materiaalien asbestipitoisuudet. Asbestikartoitus suoritettiin täten vain lähdekirjallisuuden perustuen. Excel-työkalun ongelmat liittyivät siihen, kuinka ja miten oletuksiksi valittujen RT-ohjekorteissa mainitut rakenteet saataisiin skaalautumaan rakennuksen pinta-alan mukaan. Eli siis siihen, kuinka laskurin yleisessä muodossa toteutetaan rakennusmateriaalmäärien ja -tilavuuksien arvioiminen, joka talokohteessa oli mahdollista suorittaa kiinteiden mittojen avulla. Ongelma ratkaistiin laajenevan MKL 6P -tyyppitalon pääpiirustuksen avulla, jossa oli mahdollista tarkastella rakenteiden mittojen ja niiden keskinäisten suhteiden muuttumista talon ulkoseinämittojen eli rakennuksen pinta-alan muuttuessa.

Tutkimuksessa saatiin tietoa talokohteen purkukustannuksista ja niiden osakustannuksien välisistä suhteista standardimallisen rintamamiestalon purkutyössä. Suoritettujen tarkasteluiden pohjalta löydettiin keinoja kustannuksien vähentämiseksi, joilla oli huomattava vaikutus kokonaiskustannuksiin. Käsinpurun korvaaminen konepurulla runkopurkuvaiheessa

on taloudellisempaa kuin runkomateriaalien vaiheittainen käsin purku. Purkujätteiden myyminen, kierrätys ja hyödyntämättömien jätteiden lajittelu materiaaleittain kaatopaikalle viettäväksi on kustannuksiltaan edullisempaa kuin kaikkien jätteiden vieminen kaatopaikalle lajittelemattomana rakennus- ja purkujätteenä.

Kohteen rakenteet määritettiin standardisoitujen puutalorakentamisen RT-ohjekorttien mukaisesti, purkaminen suoritettiin Infran (Infra 2014) ohjeiden mukaisesti lajiteltavana purkuna ja purkutyön kustannuslaskenta suoritettiin Ratun tilastodatan ja kustannuslaskentamenetelmien mukaisesti. Mielestäni näiden pohjalta luotu Excel-työkalu antaa vähintäänkin suuntaa-antavan arvion standardinmallisen rintamamiestalon purkukustannuksista ja sitä voidaan hyödyntää vähintään suuntaa-antavana työkaluna rintamamiestalon purkukustannuksien arvioimisessa.

Excel-työkalu on ainoa rintamamiestalotyypille suunniteltu. Työkalusta erityisemmän tekee se, että purettavan rintamamiestalon standardinmalliset ja RT-ohjekorttien mukaiset rakenteet skaalautuvat ulkoseinämittojen mukaan ja siten rakennusmateriaalmäärät vastaavat standardien mukaisesti rakennetun rintamamiestalon rakennusmateriaaleja.

Toteutuneen kustannuksen ja laskurin arvion välillä voi kuitenkin olla eroavaisuuksia, koska käytetyissä rakennusmateriaaleissa ja purkutyötavoissa voi olla eroja. Paikalliset jätteenvastanottohinnat voivat erota tutkimuksen (Euroopan komissio 2015) keskiarvohinnoista. Jälleenmyytyjen kalusteiden myynti riippuu kysynnästä ja niiden myyntihinnat vaihtelevat. Lisäksi kiinteistön omistajan ja purku-urakoitsijan välisestä sopimuksesta ja urakoitsijan antamasta purkutarjoituksen seurauksena lopullinen kustannus on todennäköisesti eri kuin laskurin antama arvio. Laskurin antama arvio on parhaimmillaankin vain arvio eikä toteutunut kustannus.

Laskurissa on myös kehityskohteita. Laskuri arvioi kustannukset vuoden 2018 purkutyömenetelmien, kustannuslaskelmien, keskimääräisten jätteenvastanottohintojen ja työehtosopimuksien perustuntipalkkojen avulla. Tulevaisuudessa nämä muuttunevat, mikä vaikuttanee laskurin paikkansapitävyyteen siten, että laskuri ei silloin enää olisi ajantasainen työkalu.

## LÄHTEET

ALT. 2017. Kuorma-autoalan työehtosopimus 1.2.2017 – 31.1.2021 (31.1.2020). [verkko-dokumentti]. [viitattu 20.8.2018]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/data/tes/2162/PT39Kuormauto1702.pdf>.

Arkkitehtuurimuseo. 2012a. Jälleenrakennuskausi. [internet-sivu]. [viitattu 27.10.2018]. Saatavissa: <http://www.mfa.fi/jalleenrakennuska>.

Arkkitehtuurimuseo. 2012b. Rintamamiestalo. [internet-sivu]. [viitattu 20.1.2018]. Saatavissa: <http://www.mfa.fi/rintamamamiestalo>.

Arkkitehtuurimuseo 2012c. Standardisoimislaitos. [internet-sivu]. [viitattu 27.10.2018]. Saatavissa: <http://www.mfa.fi/standardisoimisl>.

Coelho, Andre. Brito de, Jorge. 2011. Generation of Construction and Demolition Waste in Portugal. [e-artikkeli]. Teoksessa: Waste Management and Research. July 2011. 739 – 750. [viitattu 25.7.2018]. Saatavissa: [http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242X11402253?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%3Dpubmed&](http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242X11402253?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&).

Dahlbo, Helena. Bacher, John. Lähtinen, Katja. Jouttijärvi, Timo. Suoheimo, Pirke. Mattila, Tuomas. Sironen, Susanna. Myllymaa, Tuuli. Saramäki, Kaarina. 2015. Construction and Demolition Waste Management – a Holistic Evaluation of Environmental Performance. [e-artikkeli]. Teoksessa: Journal of Cleaner Production 107 (2015). 333 – 341. [viitattu 2.2.2018]. Saatavissa: [https://ac-els-cdn-com.ezproxy.cc.lut.fi/S0959652615001985/1-s2.0-S0959652615001985-main.pdf?\\_tid=79bf79b8-f9b7-42c1-b042-a8c9c2c0b229&ac-dnat=1543444922\\_4debdbe1b25fa6464e29b15ca23db45b](https://ac-els-cdn-com.ezproxy.cc.lut.fi/S0959652615001985/1-s2.0-S0959652615001985-main.pdf?_tid=79bf79b8-f9b7-42c1-b042-a8c9c2c0b229&ac-dnat=1543444922_4debdbe1b25fa6464e29b15ca23db45b).

Dieselin hinta. 2017. Lappeenranta – Keskihinnat tänään. [internet-sivu]. [viitattu 3.6.2018]. Saatavissa: <http://www.halvinbensa.fi/paikkakunta/lappeenranta>.



Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. 2018a. Yritysten jätehuolto. [internet-sivu]. [viitattu 7.4.2018]. Saatavissa: <http://www.ekjh.fi/yritykset.html>.

Etelä-Karjala Jätehuolto Oy. 2018b. Kukkuroinmäen käsittelykeskus – Jätteiden käsittely. [internet-sivu]. [viitattu 7.4.2018]. Saatavissa: [https://www.ekjh.fi/kuk\\_jatteiden\\_kasittely.html](https://www.ekjh.fi/kuk_jatteiden_kasittely.html).

Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. 2018c. Kukkuroinmäen käsittelykeskuksen vastaanottohinasto yritysasiakkaille 2018. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa: [http://www.ekjh.fi/Muut%20dokumentit/Yrityshinnasto\\_2018.pdf](http://www.ekjh.fi/Muut%20dokumentit/Yrityshinnasto_2018.pdf).

Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. 2018d. Rakennusjätteiden lajittelu – Ohje yrityksille ja rakennusliikkeille. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa: <https://indd.adobe.com/view/7dc5dfea-6f36-45a9-a37f-26c4ccbb43ab>.

Etelä-Karjala Jätehuolto Oy. 2018e. Lavojen vuokraus. [internet-sivu]. [viitattu 30.11.2018]. Saatavissa: [https://www.ekjh.fi/palvelut\\_lavavuokra.html](https://www.ekjh.fi/palvelut_lavavuokra.html).

Etuovi.com. 2017. Rintamamiestalokohde. Kohdenumero: 9596251. [Kari Sääksjärvi]. [Etuovi.com -www-sivuilla]. [viitattu 6.11.2017]. Talokohdesivusto tallennettuna työn kirjoittajalla Saatavissa: <https://asunnot.oikotie.fi/myytavat-asunnot/lappeenranta/13800173>.

Euroopan komissio. 2015. Construction and Demolition Waste Management in Finland V3 – December 2015. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.8.2018]. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW\\_Finland\\_Factsheet\\_Final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW_Finland_Factsheet_Final.pdf).

Google Maps Oy. 2018. Ajoreitti valitulta talokohteelta Kukkuroinmäen jätekeskukselle. [internet-sivu]. [viitattu 6.4.2018]. Saatavissa: <https://www.google.com/maps/dir/V%C3%A4in%C3%A4m%C3%B6isenkatu+41,+Lappeenranta/Etel%C3%A4-Karjalan+J%C3%A4tehuolto+Oy,+Kukkuroinm%C3%A4en+j%C3%A4tekeskus,+Lappeenranta/@61.0599477,28.3049851,8622m/data=!3m1!1e3!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x4690be1ae99187d7:0xe9a34b33bd5f5946!2m2!1d28.2639038!2d61.0671529!1m5!1m1!1s0x4690ba247290c44d:0xcdb96a01376901da!2m2!1d28.4276102!2d61.0423875!3e0>.

Hangon kaupunki. 2012. Hangon, Inkoon, Raaseporin ja Siuntion opas rakennuksen purkajalle. [verkkodokumentti]. [viitattu 12.11.2018]. Saatavissa: [https://www.hanko.fi/files/1795/Opas\\_rakennuksen\\_purkajalle.pdf](https://www.hanko.fi/files/1795/Opas_rakennuksen_purkajalle.pdf).

Hemgren, Per. Kivivalli, Leena. Siikanen, Unto. 2007. Pientalon perustukset. Helsinki: Rakennustieto Oy. 96 s. ISBN 978-951-682-837-7.

Huotari, Sami. 2018. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n aluevastaava. [sähköpostikeskustelu 10.4.2018]. [viitattu 6.6.2018].

Infra ry. 2014. Purkutyöt – Ohjeita teettäjälle ja tekijälle 2014. [verkkodokumentti]. Alkuperäisen ensimmäisen painoksen vuodelta 2009 päivittänyt Reijo S Lehtinen Infra ry:n purku- ja kierrätysjaoston valvonnassa. [viitattu 6.7.2018]. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/jasenpalvelu/sahkoiset-julkaisut/purkutyot-ohjeita-teettajalle-ja-tekijalle-2014.pdf>.

Kattoliitto. 2007. Toimivat katot. [verkkodokumentti]. [viitattu 3.7.2018]. Saatavissa: [http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat\\_Katot\\_07.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf).

Kattoremontti.org. 2017. Laskurit [internet-sivu]. [viitattu 13.11.2017]. Saatavissa: <http://www.kattoremontti.org/kattoremontti-laskuri/suhdeluku-asteiksi-laskuri>.

Kauranen, Hannu. 2001. Kerrostalon purkaminen – Menetelmät – Kustannukset – Turvallisuus – Hyötykäyttö. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 40 s. ISBN 952-9831-87-0.

Kivikoski, Harri; Saarelainen, Seppo. 2000. Ilmastorasitus – Pakkasmäärän ja sulamiskauden pituuden määrittäminen. [verkkodokumentti]. Espoo: VTT Yhdyskuntatekniikka. 11 s. TPPT Menetelmäkuvaus. [viitattu 2.3.2018]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/4942587-Ilmastorasitus-pakkasmaaran-ja-sulamiskauden-pituuden-maaritys.html>.

KorjausRYL. 2016. Esiselvitykset ja purkaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy. 192 s. ISBN 978-952-267-167-7.

KR-Tiimi Oy. 2003. Asuntokauppatarkastus 2003. [raportti]. [viitattu 2.6.2018]. Saatavissa: Kandidaatintyön kirjoittajalla luvallinen kopio raportista.

Kärnä, Veli-Pekka. 2018. [sähköpostikeskustelu 28.11.2018]. [viitattu 28.11.2018].

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki.

L 17.6.2011/646. Jätelaki.

L 27.6.2014/527. Ympäristönsuojelulaki.

Lappalainen, Markku. 2002. RT-kortit 1943-1960. [Optinen CD-ROM]. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. [viitattu 21.11.2018].

Lappeenrannan kaupunki. 2018a. Etelä-Karjalan jätehuoltomääräykset 1.1.2015 alkaen. [internet-sivu]. [viitattu 3.7.2018]. Saatavissa: <https://www.lappeenranta.fi/fi/Palvelut/Ymparisto/Jatehuolto-ja-kierratys/Jatehuoltomaaraykset>.

Lappeenrannan kaupunki 2018b. [internet-sivu]. [viitattu 2.7.2018]. Saatavissa: <https://www.lappeenranta.fi/fi/Palvelut/Rakentaminen-ja-maankaytto/Rakentaminen/Rakennusvalvonta/Luvan-hakeminen>.

Lappeenrannan kaupunki. 2018c. Ympäristönsuojelumääräykset. [internet-sivu]. [viitattu 2.7.2018]. Saatavissa: <https://www.lappeenranta.fi/fi/Palvelut/Ymparisto/Ymparistovalvonta-ja-lupa-asiat/Ymparistonsuojelumääräykset>.

Lukander, Minna. 2010. Pientalojen rakenteet 1940 – 1970. [internet-sivu]. [viitattu 13.11.2017]. Saatavilla: [http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon\\_hoito/Viisaita\\_korjausperiaatteita/Pientalojen\\_rakenteet\\_19401970\(37826\)](http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Viisaita_korjausperiaatteita/Pientalojen_rakenteet_19401970(37826)).

Maanmittauslaitos. 2013. GTK. [GTK:n www-sivuilla]. [viitattu 16.11.2017]. [osoitteena Väinämöisenkatu 41]. Saatavissa: <http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>.

Meuronen, Janne. 2018. Tarkastusinsinööri, Lappeenrannan rakennusvalvonta. [sähköpostikeskustelu 11.4.2018]. [viitattu 11.4.2018].

Mähönen, Juha. 2018. Hallituksen jäsen, Saimaan Uusioteräs Oy. [puhelinkeskustelu 30.8.2018]. [viitattu 1.9.2018].

Pensasmäki, Ali. 2018. Valitun talokohteen nykyinen omistaja. [vierailu]. [viitattu 25.7.2018]. Lappeenranta, Etelä-Karjala, Suomi.

Pitroda, Jayeshkumar. Pranav, Patel. Bhavsar, J. J. 2015. Demolition: Methods and Comparison. [Conference Paper]. S. N. Patel Institute of Technology & Research Centre. Umrakh. Bardoli. ISBN 978-81-929339-1-7.

Rakennustieto 1995. 1995. Korjaustöiden menekit 1995. 7. tarkennettu painos. Helsinki: Rakennustieto 1995. 171 s. Ratu-kirjat. ISBN 951-682-357-2.

Rakennustieto Oy. 2016. Aikataulukirja 2016. 13. uudistettu painos. Talonrakennusteollisuus ry. Rakennustietosäätiö RTS. Tampere: Rakennustieto Oy. 392 s. ISBN 978-952-267-106-6.

Rakennustieto Oy. 2018a. Maa- ja vesirakennusalan työehtosopimus 1.5.2018 – 30.4.2020. [verkkodokumentti]. 126 s. ISBN 978-952-267-259-9. [viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2018/06/Maa-ja-vesirakennusalan-ty%C3%B6ehtosopimus-1.5.2018%E2%80%9330.4.2020.pdf>.

Rakennustieto Oy. 2018b. Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluineen 2018 – 2020. [verkkodokumentti]. 151 s. ISBN 978-952-267-265-0. [viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2018/06/Talonrakennusalan-ty%C3%B6ehtosopimus-1.5.2018-30.4.2020.pdf>.

Ramesh, T. Prakash, Ravi. Shukla. K. K. 2010. Life Cycle Energy Analysis of Buildings: An Overview. Teoksessa: Energy and Buildings. Volume 42, Issue 10. 2010. 1592 – 1600. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.2.2018]. Saatavissa: [https://ac-els-cdn-com.ezproxy.cc.lut.fi/S0378778810001696/1-s2.0-S0378778810001696-main.pdf?\\_tid=05528a14-1f09-4261-8ebb-4930c8c3fdc3&ac-dnat=1543702298\\_c79e57e0952bb5bc868e59b89efea567](https://ac-els-cdn-com.ezproxy.cc.lut.fi/S0378778810001696/1-s2.0-S0378778810001696-main.pdf?_tid=05528a14-1f09-4261-8ebb-4930c8c3fdc3&ac-dnat=1543702298_c79e57e0952bb5bc868e59b89efea567).

Rantamäki, Martti. Tammirinne, Markku. 2006. Pohjarakennus. 13. muuttunut painos. Helsinki: Otatieto 2000. 232 s. ISBN 951-672-289-X.

Rinne, Hannu. 2013. Perinnemestarin rintamamiestalo - Kunnostus ja ylläpito. Riika: WSOY. 256 s. ISBN 978-951-0-38970-6.

RT 18-11246. 2016. Asbesti rakentamisessa. RT-ohjetiedosto, Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö RTS. 8 s.

RT 18-11247. 2016. Asbestikartoitus, tutkimusmenetelmä. RT-ohjetiedosto. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö RTS. 8 s.

RT 813.42. 1947. Perusmuuri: Betoni-, puurakennuksen. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki. 2 s.

RT 813.43. 1949. Kellarinseinä: Puurakennuksen, säästöbetonista. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 3 s.

RT 822.2. 1943. Runko, lautarakenteinen. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 822.21. 1948. Lautarakennuksen runko. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 3 s.

RT 822.31. 1946. Ulkoseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 822.31/1. 1946. Ulkoseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 822.31/2. 1946. Ulkoseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 822.32. 1948. Ulkoseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 1 s.

RT 822.33. 1946. Väliseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 822.33/5. 1946. Väliseinä, lauta. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

RT 832.2. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 832.2/1. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 832.2/2. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 832.2/3. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 832.2/4. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 832.2/5. 1947. Puupohjat, Standardi-, pieniä puurakennuksia varten. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 4 s.

RT 894.22. 1944. Kuisti, lasi-, standardi-ikkunoin, päädyllinen. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s. Korvattu: RT-ohjekortilla RT 989.814.

RT 962.11. 1943. Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiiliitto Finlands Arkitektförbund.

RT 989.81. 1944. Kuisti: Valintapiirustus. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 1 s.

RT 989.814. 1944. Kuisti, lasi-, standardi-ikkunoin, päädyllinen. Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. Helsinki: Suomen Arkkitehtiliitto Finlands Arkitektförbund. 2 s.

Saarimäki, Olavi. 1997. Lajitteleva purku – Lyhennelmä Tekesraportista Purku 97. [verkkodokumentti]. [viitattu 3.8.2018]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s649.pdf>.

Saimaan Uusioteräs Oy. 2018. Sijainti. [internet-sivu]. [viitattu 9.11.2018]. Saatavissa: <https://www.google.fi/maps/dir/V%C3%A4in%C3%A4m%C3%B6isenkatu+41,+53300+Lappeenranta/Saimaan+Uusioter%C3%A4s+Oy,+Raidekuja+6,+55700+Imatra/@61.1369827,28.4010418,11z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x4690be1ae99187d7:0xe9a34b33bd5f5946!2m2!1d28.2639038!2d61.0671529!1m5!1m1!1s0x4690a62c59f4732f:0x1e7f724fff560cf5!2m2!1d28.8156036!2d61.2064577!3e0>.

Sung, Kin Pun. Liu, Chunlu. Langston, Craig. 2007. Case study of demolition costs of residential buildings. [e-artikkeli]. Construction Management and Economics, Volume 24, 2006, Issue 9. 967-976. [viitattu 2.2.2018]. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.1080/01446190500512024>.

Suomen Arkkitehtiliitto (SAFA). 1943. MKL 6P-tyyppitalon pohjapiirustus. [Maa- ja metsätalousministeriön tyyppitalopiirustukset -kokoelmasarjassa Kansallisarkiston www-sivuilla]. [viitattu 3.7.2018]. Saatavissa: <http://digi.narc.fi/digi/view.ka?kuid=8924778>.

Thomsen, Andre. Schultmann, Frank. Kohler Niklaus. 2011. Deconstruction, Demolition and Destruction. [verkkodokumentti]. Building Research & Information, Volume 39, 2011, Issue 4. 327-332. [viitattu 25.11.2018]. ISSN 0961-3218. Saatavissa: <https://www.tandfonline-com.ezproxy.cc.lut.fi/doi/full/10.1080/09613218.2011.585785>.



Tilastokeskus. 2018. Käsitteet. [internet-sivu]. [viitattu 8.11.2018]. Saatavissa: <http://www.stat.fi/meta/kas/talotyyppe.html#tab2>.

Vilhola, Sanna. 2018. Osastosihteeri, Lappeenrannan rakennusvalvonta. [sähköpostikeskustelu 14.5.2018]. [viitattu 14.5.2018].

Wind, Nora. Kivimäki, Christian. Koistinen, Lauri. Lahtinen, Matti. Koskenvesa, Anssi. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Helsinki: Rakennustieto 2014. 165 s. ISBN 978-952-267-077-9.

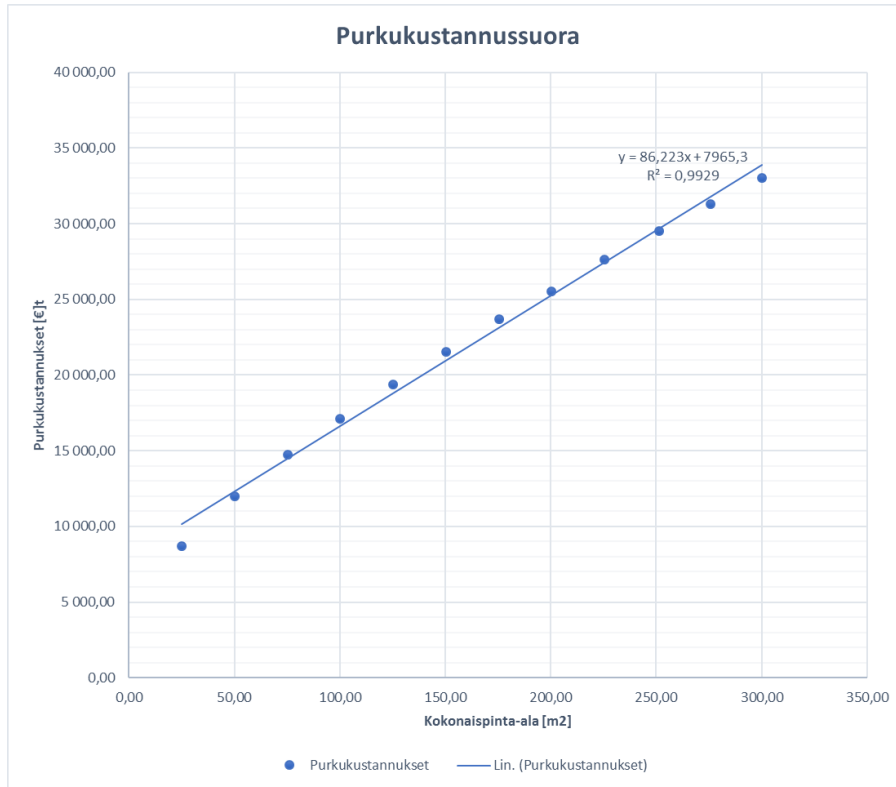


<b>Tarkastelu</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Purkuuote</b>	<b>Lajittelun jätelaje</b>			
Alkuperäiset galvanoidut kattopellit	Metalliromu	Metalliromu	Myynti	Myynti
Betonirakenteet	Betonilohkareet yli 15 cm	Betonilohkareet yli 15 cm	Betonilohkareet alle 15 cm	Betonilohkareet alle 15 cm
Harja- ja reunapellit	Metalliromu	Metalliromu	Myynti	Myynti
Ikkunalasit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Myynti	Myynti
Ihmanväitökanaaviston pellit	Metalliromu	Metalliromu	Myynti	Myynti
Kylpyhuoneen ja WC-tilojen lavaarit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Myynti	Myynti
Laudoitukset ja parkettilaudat	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Puujäte
Leijona-tuulensuojalevyt	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Puujäte
Lämmöneristyksen täytemateriaali	Väliohjaimeristeet	Väliohjaimeristeet	Väliohjaimeristeet	Väliohjaimeristeet
Muovimatot	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Energiajäte
Pinkopahvit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Energiajäte
Pinko- ja tervapaperit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Energiajäte
Puupalkit ja -rimat	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Puujäte
Puovovet	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Myynti	Myynti
Saniteettitilojen WC-istuimet	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Myynti	Myynti
Tapetit	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Lajiteltava rakennus- ja purkujäte	Energiajäte	Energiajäte
Tiilikaimen-kattopellit	Metalliromu	Metalliromu	Myynti	Myynti
Tiilit	PAH-tiilit	Betonilohkareet yli 15 cm	PAH-tiilit	PAH-tiilit
<b>Kuormamäärä [kpl]</b>	12	15,00	15,00	17,00
<b>Jätehuolto kustannukset [€]</b>	9326,01	9609,06	6329,13	4536,01
<b>Jätelajaiden lukumäärä [kpl]</b>	5	5	6	7





Pätkä- ja sechlossipainin purkamisen kahleiden rakennesta		45733 m <sup>2</sup>	80,00	1,00	1,10	88,11	50,21
Kokonaispurkupaikka-ohje	Painin-ohje	80098 m <sup>2</sup>					Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 104
Puikotuspöytä	Pöytä	0059 th / m <sup>2</sup>					Puikotusohje T.L3-luokituksen välttämiseksi
Puikotuspöytä	Lattiat, työt mausta	0059 m <sup>2</sup>					1,07 - 1,20
Puikotuspöytä	Puikotuspöytä	1 Kerros					
<b>Kuusihaikaroiden vasaaminen ja eristysten poisto</b>			38,12	1,00	78,12	78,12	Akustikakirja 2016, s. 282
Puikotuspöytä	Puikotuspöytä	18381 m <sup>2</sup>					
Puikotuspöytä	Keskiväli siltä: 100 - 400 m <sup>2</sup>	0,425 th / m <sup>2</sup>					
<b>Kattovaimentamisen poistaminen</b>							
<b>Tilivaimentamisen poistaminen</b>							
Tilivaimentamisen poistaminen	Muovipinnoitettuja profiileja	18,46		1,20	24,36	0,04	Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 90 ja 91
Pohjakerroksen poistaminen	Autopöytä	12305 m <sup>2</sup>					Ohje- ja maastokuvien T.L3-luokituksen välttämiseksi
Ahlaushuoneiden poistaminen	Pöytä-ohje	12305 m <sup>2</sup>					Ohje- ja maastokuvien T.L3-luokituksen välttämiseksi
Ahlaushuoneiden poistaminen	Pöytä-ohje	0,05 th / m <sup>2</sup>					
Ahlaushuoneiden poistaminen	Pöytä-ohje	0,1 th / m <sup>2</sup>					
Ahlaushuoneiden poistaminen	Pöytä-ohje	12305 m <sup>2</sup>					Ohje- ja maastokuvien T.L3-luokituksen välttämiseksi
<b>Kattotuulirakenteiden poistaminen</b>							
Kattotuulirakenteiden poistaminen	Pöytä-ohje	12305 m <sup>2</sup>		1,25	46,14	0,04	Rakennusohjeen merkintä 1995 s. 21
Kattotuulirakenteiden poistaminen	Ruokahuoneiden ja keittiöiden poistaminen	0,3 th / m <sup>2</sup>					
Kattotuulirakenteiden poistaminen	Ruokahuoneiden ja keittiöiden poistaminen	74-yötyö / m <sup>2</sup>					
Kattotuulirakenteiden poistaminen	Kerros	150 m <sup>2</sup>					
<b>Vesikatteen poistaminen</b>							
Vesikatteen poistaminen	Koko vesikatteen poistaminen	46,36		1,00	0,00	51,23	Akustikakirja 2016, s. 318
Vesikatteen poistaminen	Koko vesikatteen poistaminen	12305 m <sup>2</sup>					Puikotusohjeen merkintä 2015 s. 104
Vesikatteen poistaminen	Pöytä, loppu	0,38 th / m <sup>2</sup>					Puikotusohjeen merkintä 2015 s. 104
<b>Ruonon poistaminen</b>							
Ruonon poistaminen	Pöytä-ohje	1 h / 100 m <sup>2</sup>					
Ruonon poistaminen	Keskiväli	696 h / 100 m <sup>2</sup>				0,88	Ohje- ja maastokuvien T.L3-luokituksen välttämiseksi
Ruonon poistaminen	Ruokahuoneiden poistaminen	0,01 th / m <sup>2</sup>				6,12	Ohje- ja maastokuvien T.L3-luokituksen välttämiseksi
Ruonon poistaminen	Keskiväli	0,07 th / m <sup>2</sup>					
Ruonon poistaminen	Keskiväli	88 m <sup>2</sup>					
<b>Kerroskattujen poistaminen</b>							
Kerroskattujen poistaminen	Kerroskattujen poistaminen	15 t / h				1,54	Kunnan 2001, 21
Kerroskattujen poistaminen	Määrämittainen	80 t / h					
Kerroskattujen poistaminen	Määrämittainen	47,5 th					
Kerroskattujen poistaminen	Keskiväli	30,51 m <sup>3</sup>					
Kerroskattujen poistaminen	Tilavuus	73,22 t					
Kerroskattujen poistaminen	Massa					0,69	Kunnan 2001, 21
<b>Kellertäjäpoistaminen</b>							
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	32,63 t					
<b>Kellertäjäpoistaminen</b>							
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	2 th / th		1,00	4,00	4,00	Akustikakirja 2016 s. 364
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	2 hpl					Rakennusohjeen merkintä 2015, 148 - 149
<b>Kellertäjäpoistaminen</b>							
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	3,00		1,00	3,96	3,96	Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 148 - 149
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	6 hpl					Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 148 - 149
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	0,3 th / kaiste					Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 148 - 149
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	3 th / th					Rakennusohjeen merkintä 2015 s. 148 - 149
Kellertäjäpoistaminen	Kellertäjäpoistaminen	4,40 h					Rakennusohjeen merkintä 2016, 364
<b>SUMMA</b>	<b>SUMMA</b>					<b>520,96</b>	<b>343,66</b>



<b>Rintamamiestalon purkukustannuslaskuri</b>		
<b>Syöte</b>	<b>Lukuarvo</b>	<b>Yksikkö</b>
Kiinteistön kokonaispinta-ala	166,50	m <sup>2</sup>
<b>Tuloste</b>	<b>Lukuarvo</b>	<b>Yksikkö</b>
Arvioidut purkukustannukset	22 321,43	€
<b>Mahdollisia vikatilanteita</b>		
<b>Jos laskin ilmoittaa</b>	<b>Tee</b>	
"_"	Anna kokonaispinta-ala	
"#ARVO"	Anna kokonaispinta-ala numeroarvona	
"#NIMI?"	Anna kokonaispinta-ala numeroarvona	
Kiinteistön kokonaispinta-ala on rakennuksen kaikkien kerroksien ja kellarikerroksen lattiapinta-alojen summa.		
Kerroksien lattiapinta-alat lasketaan ulkoseinien ulkolaidoilta. Kellaritilojen lattiapinta-alat lasketaan kellarinseinien sisälaidoilta.		