

Opinnäytetyö AMK  
Rakennustekniikka  
Tuotantojohtaminen  
2011

Iiro Törnström

# ASUNTO-OSAKEYHTIÖ LINNANRINTEEN RUNKOVAIHTOEHTOJEN VERTAILU



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Iiro Törnström

## ASUNTO-OSAKEYHTIÖ LINNANRINTEEN RUNKOVAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla kustannuksia pientalon eri runkovaihtoehtojen välillä. Runkovaihtoehtoiksi valikoituivat tavallisimmat vaihtoehdot eli paikalla rakennettu puurunko ja betonivaluharkko. Lisäksi pyydettiin tarkastelemaan vastaavaa rakennusta matalaenergiatalon ohjeiden ja määräysten raja-arvojen mukaan. Ehdotuksen opinnäytetyön aiheeksi antoi Treeva Oy, joka käyttää vertailuani todellisessa kohteessaan pohjana kustannusarviolle. Jotta eri materiaaleja voidaan vertailla tasavertaisesti, täytyi yrityksen kanssa sopia kustannuslaskennan rajat. Rajoiksi muodostuivat alapinnassa alapohjan yläpinta, yläpinnassa kattotuolin alapinta, ulospäin valmis julkisivu ja sisäseinät tasoitettuina pintoina ilman pintamateriaaleja.

Puutalon eduiksi muodostuivat materiaalin edullinen hinta, pienempi työmäärä sekä edullisemmat nosto- ja kuljetuskustannukset. Betonivaluharkon etuina katsottiin olevan rakenteen arvostaminen, helppohoitoisuus sekä materiaalin lämmönjohtavuus.

Työn keskeisessä osassa olivat piirustukset, joista pystyi tekemään kustannuslaskelmat eri materiaalivaihtoehtoille. Hintataso on vuoden 2010 syksyiltä, jotta eri materiaalien suhdanneherkkyyden takia kustannuksiin ei tulisi eriarvoisuutta. Vertailussa käytettiin eri toimittajien yrityksille suunnattuja hintoja ilman kausisopimuksia tai kilpailuttamista. Vertailun tuloksen suunta oli jo alkuvaiheessa tiedossa, mutta se, miten tulos muodostui ja kuinka paljon eroa syntyi ei ollut ennalta arvioitavissa. Työhön otettiin myöhemmin mukaan myös pintaraapaisulla eri materiaalien ekologisuus ja kuinka paljon lisäeristäminen matalaenergiataloksi vaikuttaa kustannuksiin.

Kohdetta markkinoidaan nuorille lapsiperheille edullisena vaihtoehtona pientaloasumiselle. Tulosten mukaan edullisin ja ekologisin vaihtoehto on puurunkoinen matalaenergiatalo. Matalaenergiavaihtoehto edesauttaa myös myyntiä ja markkinointia. Kustannusvertailun perusteella yritys rakentaa 12 puurakenteisen pientalon alue Naantaliin Luonnonmaalle.

### ASIASANAT:

runko, vertailu, valuharkko, puurunko, matalaenergia

Iiro Törnström

# THE COMPARISON BETWEEN DIFFERENT BUILDING FRAMES OPTIONS AT AS OY LINNANRINNE

The objective of my thesis is to compare the costs of different types of building frames used for single family houses. I chose the two most commonly used building frames, wooden frames built on site and concrete blocks. It was also requested to examine the building in question from low energy housing's rules and regulations point of view. The topic for my thesis was suggested to me by Treeva Oy, who will use my comparison as a basis for their cost assessment on an actual building project. In order to compare all materials equally, limits needed to be set for the cost assessment. The limits were formed of the following: on the lower surface the top surface of the lower surface; on the top surface the lower surface of the roof truss; the facade of the completed outer surface (wooden facade / plastered); and the inside wall as an evened surface without the surface materials.

The benefits of a wooden frame were the affordable prices of the material, lower labour costs, and lower costs of lifting and transportation. The benefits of concrete blocks were confidence in the structure, easy care, and the thermal conductivity of the material.

An essential part of the comparison was the building's plans, which acted as a basis for the cost calculations of different material choices. The price level is autumn 2010 in order to avoid inequality of costs caused by sensitivity to economic fluctuations. The prices used in the comparison were provided by suppliers' prices directed to organisations without seasonal contracts or tendering. From the early stages there was an indication of the possible result of the comparison, but how it was formed and how much difference there would be was uncertain. At a later stage of the thesis the following was also included in the study: how ecological different materials are as well as how extra insulation effects the costs of a low energy house.

The site is marketed as a cost effective option for young families looking for a single-family house. The results show that the most cost effective and most ecological option is a low energy house with a wooden building frame. The low energy option also benefits sales and marketing. As a result of the cost comparison, it has been decided to commence construction of a single-family-house area at Luonnnonmaa, Naantali consisting of 12 small houses with a wooden building frame.

## KEYWORDS:

Building frame, (cost) comparison, concrete blocks, wooden building frame, low energy

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 AS.OY LINNANRINNE</b>	<b>9</b>
<b>3 RUNKOVAIHTOEHDOT</b>	<b>12</b>
3.1 Betonivaluharkko	12
3.2 Harkkojen moduulimitat	13
3.3 Puu	14
3.3.1 Suomalainen puurakentaminen	14
3.3.2 Rankorakenne	15
<b>4 KUSTANNUKSET</b>	<b>17</b>
<b>5 MATERIAALIEN EKOLOGISUUS</b>	<b>19</b>
<b>6 MATALAENERGIARAKENTAMINEN</b>	<b>23</b>
6.1 Matalaenergiarakennus	23
6.2 Näkökohtia rakentamisvaiheeseen	23
6.3 Matalaenergiatalon suunnittelu	24
6.4 Matalaenergiatalo As Oy Linnanrinne	24
<b>7 HUOLTO</b>	<b>26</b>
7.1 Puu	26
7.1.1 Puun huoltokustannukset	26
7.2 Rappaus	26
7.2.1 Rappauksen huoltokustannukset	27
<b>8 YHTEENVETO</b>	<b>28</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>30</b>

## LIITTEET

Liite 1. Kustannusarvio puurunkoisesta pientalosta

Liite 2. Kustannusarvio valuharkkorunkoisesta pientalosta

Liite 3. Kustannusarvio matalaenergiatalosta

## KUVAT

- Kuva 1. Asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen sijainti kartalla.
- Kuva 2. Asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen tontti.
- Kuva 3. Havainnekuva asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen pientaloalueesta.
- Kuva 4. Valuharkkokulmapala.
- Kuva 5. Rankorakenteinen seinä.
- Kuva 6. Matalaenergiatalon rungonleikkaus.

## TAULUKOT

- Taulukko 1. Vertailun tulos.
- Taulukko 2. Ulkoseinien ympäristövertailut.
- Taulukko 3. Ulkoseinärakenteiden paino.

## SANASTO

Mineraalivilla	Mineraalivilla johtaa ja sitoo huonosti lämpöä. Materiaali ei siis varastoi lämpöä, mutta eristää hyvin.
Puu	Puulla on suhteellisen hyvä lämpökapasiteetti, mutta se johtaa lämpöä huonosti. Siksi se toimii energiavarastona vuorokausirytmiiin nähden liian hitaasti.
Betoni ja tiili	Betonilla ja tiilellä on hyvä lämpökapasiteetti ja keskimääräinen lämmönjohtokyky. Tämä yhdistelmä sekä suuri rakenteiden ominaispaino tekevät näistä materiaaleista energiaa säästäviä.
Matalaenergiatalo	Matalaenergiatalo on rakennus, jonka tilojen lämmitys- ja jäähdytysenergian ostoenergian ominaiskulutus ja nettoenergian ominaistarve ovat välillä 26–50 kWh/(m <sup>2</sup> a). Termiä käytetään myös matalaenergiatalon ja passiivitalon yhteisnimityksenä.
Lämmönläpäisykerroin	Lämmönläpäisykerroin (U-arvo, yksikkö W/(m <sup>2</sup> K)) ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen.
Passiivitalo	Passiivitalo on rakennus, jossa energian tarve on niin pieni, että ei välttämättä tarvita perinteistä lämmitystä miellyttävien asumisolosuhteiden saavuttamiseksi. Etelä-Suomessa tarvitaan energiaa tilojen lämmittämiseen neljänneksen nykyisten uusien talojen kulutuksesta eli 20 kWh neliometriä kohden. Pohjoisessa tarve on 30 kWh.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää eri runkovaihtoehtojen rakenteellisia, kustannuksellisia sekä työmenetelmällisiä ominaisuuksia ja eroja. Opinnäytetyössäni vertailen pientalon eri runkovaihtoehtoja Treeva Oy:lle. Vertailun ajankohtaisuus oli vuoden 2010 joulukuussa suuri. Joulukuussa aloitettiin pientaloalueen suunnittelu ja runkomateriaali piti saada valituksi. Opinnäytetyön toivotaan antavan Treeva Oy:lle vertailupohjaa, kun he valitsevat runkovaihtoehtoja pientalokohteisiin. Tietenkin on muistettava, että asuntojen myymisessä on valittava asiakaskunta, jolle tuotetta pyritään markkinoimaan.

Opinnäytetyö perustuu enimmäkseen työn alussa toteutettuihin kustannuslaskelmiin, jotka ovat liitteenä opinnäytetyön perässä. Runkovaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia on tutkittava, jotta saadaan laadukas vertailu aiheesta. Nykypäivänä ihmisiä kiinnostaa talokaupoilla ekologisuus ja ekologinen ajattelu, mikä saattaa olla rakentajalle myyntivaltti, erityisesti, jos kohteelle on vastaava normaalimateriaaleista valmistettu kilpailija. Tietysti asia täytyy pystyä selittämään myös yksioikoisesti ja mielenkiinnolla, jolloin on mahdollista näyttää toteen se, että asioihin on kiinnitetty huomiota ekologisesti.

## 2 AS.OY LINNANRINNE

As.oy Linnanrinne on suunnitteilla oleva 12 pientalon alue Naantalin Luonnonmaalle. As. Oy Linnanrinne lähti liikkeelle rakennusliikkeen ostettua tontti Luonnonmaalta läheltä Naantalin keskustan palveluja. Linnanrinteen kohteena on nuoret perheet, jotka ovat siirtymässä kerrostaloista omakotitaloihin. Kohderyhmän mukaisesti täytyy hintataso saada mahdollisimman edulliseksi laadusta tinkimättä.

Asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen tontti sijaitsee rauhallisen omakotitaloalueen kupeessa ja viereisellä tontilla on vastavalmistuneita rivitaloasuntoja. As. Oy Linnanrinteen lähistöllä on hyvät ulkoilumahdollisuudet, ja Naantalin vanhakaupunkikin on vain kävelymatkan päässä. Turkuun päin lähtiessä pääsee suoraan Naantalin pikatielle (kuva 1).



Kuva 1. Asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen sijainti kartalla (kartat.eniro.fi).



Asunto-osakeyhtiö Linnanrinne on loiva etelään päin laskeva savipohjainen peltotontti, jossa ei ole lainkaan puustoa (kuva 2). Tontille paistaa aurinko koko päivän, mikä antaa mahdollisuuksia ekologiseen hyödyntämiseen. Pohjatutkimuksista voidaan todeta, että tontin kallioperä laskee myös loivasti etelään päin, mistä johtuu paalutussyvyyden vaihtelu välillä 1m–12m. Perustamiseen käytetään kaivinpaaluja matalammassa osassa tonttia ja teräsbetonipaaluja alueella, jonka perustamissyvyys on yli neljä metriä.



Kuva 2. Asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen tontti.

Asunto-osakeyhtiö Linnanrinne tulee koostumaan 12 pientalosta, jotka ovat pohjaltaan täysin samanlaisia rakennuksia. Rakennukset on hahmoteltu kuvan kolme mukaisesti tontille. Taloissa on mahdollista ottaa ullakko hyötykäyttöön. Koska rakentamisessa toistuu jokaisessa rakennuksessa samat työvaiheet, saadaan tehostettua työryhmien tehokkuus toistamalla heille aina samat työvaiheet jokaisessa rakennuksessa. Tällaisella toimintatavalla saadaan

optimoitua materiaalimenekit ja rytmitettyä aikataulut sujuvaan sekä tehokkaaseen rakentamiseen.



Kuva 3. Havainnekuva asunto-osakeyhtiö Linnanrinteen pientaloalueesta.

### 3 RUNKOVAIHTOEHDOT

Runkovaihtoehtoiksi valikoituivat betonivaluharkko ja puurunko metritavarasta. Runkovaihtoehtojen valintaan vaikuttivat yrityksen kalusto ja työkokemukset. Runkovaihtoehtojen vertailun takia kustannuksiin otettiin mukaan myös julkisivun materiaalit ja tasoitustyö sisäpinnoissa, koska puu- ja betonirakentamisessa on huomattavan suuria eroja pintarakenteiden ominaisuuksissa, työtavoissa ja hinnoissa. Tällöin saadaan vertailusta ja kustannusarviosta vertailukelpoinen. Runkovertailussa huomioitiin myös se, että vertailut alkavat ja päättyvät samaan kohtaan ja sisältävät samat laitteet ja varusteet. Treeva Oy:n kanssa käydyissä keskusteluissa sovittiin rungon alkukohdaksi alapohjan yläpinta ja päätekohtaksi ristikkorakenteen alapinta.

#### 3.1 Betonivaluharkko

Betoniharkot valmistetaan luonnonkiviaineksesta, sementistä ja vedestä. Betoniharkkojen avulla pystytään rakentamaan betonirakenteita ilman erillisiä muottirakenteiden pystytystä ja purkua.

Betoniharkkoja käytetään yleisesti perustuksissa, kellarin seinissä, ulko- ja väliseinissä, julkisivuissa, pilareissa, tukimuureissa ja aidoissa. Muottiharkoista voidaan tehdä myös pystyraudoitettuja rakenteita, jolloin ne kestävät hyvin esimerkiksi maanpainekuormia. Hyvän kosteudensietokykynsä ansiosta betoniharkko on erinomainen märkätilojen seinien rakennusmateriaali.

Betoniharkkoja on valmistettu 1940-luvulta saakka. Aluksi niitä käytettiin erityisesti maatalous- ja pienteollisuusrakentamisessa. 1970-luvulla markkinoille tulivat betonivaluharkko (kuva 4) ja lämpöeristetty muurattava betoniharkko. Betoniharkkojen suosio kasvoi voimakkaasti 1980-luvulla, jolloin markkinoille tuotiin muottiharkot. Ne voidaan asentaa ilman laastia valamalla harkoissa oleviin onteloihin notkeaa betonimassaa. Pian tämän jälkeen 1980-luvun lopussa kehitettiin lämpöeristetyt muottiharkot. Ladottavat betoniharkot ovat

vähentäneet muurattujen harkkojen käyttöä. Harkot ovat mittatarkkoja ja sopivat normaalin moduulimitoituksen mukaiseen rakentamiseen.

### 3.2 Harkkojen moduulimitat

Harkkorakennuksen suunnittelussa käytetään pohjana moduulimitoitusta. Moduulijärjestelmän hyötyinä ovat esivalmistettujen rakennusosien yhteensopivuus asennusvaiheessa rakennustyömaalla. Moduulimitoituksen avulla mittauksien tarve työmaalla vähenee ja auttaa standardisoimaan rakennusosien ja tarvikkeiden mittoja. Kuvassa neljä harkko on moduulimitoitettu.

Moduulimittoja ovat

- pystysuunnassa 200 mm (2 M)
- vaakasuunnassa 600 mm (6 M)
- rakenteen paksuussuunnassa ei ole moduulimittaa, mutta suunnittelussa moduulilinjat sijoitetaan ulkoseinissä yleensä rakenteen sisäpintaan
- aukkojen moduulimita pystysuunnassa  $nx200$  mm ( $nx2M$ )
- aukkojen moduulimita vaakasuunnassa  $nx200$  mm ( $nx2M$ )

Ikkunoiden ja ovien mitat ovat

- pystymitta  $nx2M - 40$  mm
- vaakamitta  $nx2M - 20$  mm

Pystysuuntaisella varauksella varmistetaan ulkoseinissä vesipeltien riittävä kallistus (Betonikeskus 2011).



Kuva 4. Valuharkkokulmapala (Betonikeskus 2011).

### 3.3 Puu

#### 3.3.1 Suomalainen puurakentaminen

Suomalaisella puurakentamisella on vanhat ja vahvat perinteet, jotka perustuvat lähinnä hirsirakentamiseen. 1940-luvulta alkaen puurakentamisessa tapahtui nopea muutos perinteisestä hirsirakentamisesta rankorakenteisiin seiniin. Uusien materiaalien, kuten muovien ja mineraalivillan, myötä rakenteiden kosteus- ja lämpötekninen toiminta muuttuivat. Uusien rakennustekniikoiden mukanaan tuomia toiminnallisia ja rakenteellisia ratkaisuja ei tunnettu tarpeeksi, eikä kokemuksen mukanaan tuomaa perinneosaamista ollut. 1960–1970-luvuilla ja myöhemminkin toteutetuissa rakennuksissa alkoi esiintyä runsaasti rakennusvirheitä, jotka aiheuttivat kosteus- ja homevauriota. (Siikanen 2008.)

Rankorakenteisen seinän yleistymistä nopeutti varsinkin sodanjälkeinen jälleenrakentaminen, johon taloudellinen ja toteutukseltaan joustava rankorakenne soveltui erinomaisesti. Lisäksi puuta oli kaikkialla saatavissa. (Siikanen 2008.)

Puurakennusten rungon tavallisin toteutustapa Suomessa on jo 1940-luvulla yleistynyt niin sanottu lankeavan mittaisesta puutavarasta pystytetty runko (balloon frame), jossa ulko- ja väliseinien rankotolpat jatkuvat yhtenäisinä perustuksista yläpohjarakenteeseen, ja välipohjapalkisto tukeutuu ulko- ja väliseinien rankotolppiin. (Siikanen 2008.)

Muualla maailmassa yleisin ja Suomessakin yleistynyt puurakennusten toteutustapa on ns. platform-järjestelmä (platform frame). Siinä ulko- ja väliseinien rankotolpat ovat esikatkaistuja ja huoneen korkuisia. Välipohjarakenne ulottuu ulkoseinän lämmöneristeen ulkopintaan, ja seinän rankotolpat lähtevät ala- tai välipohjan yläpuoliseen pintalevyyn tukeutuvien alasidepuiden päältä. (Siikanen 2008.)

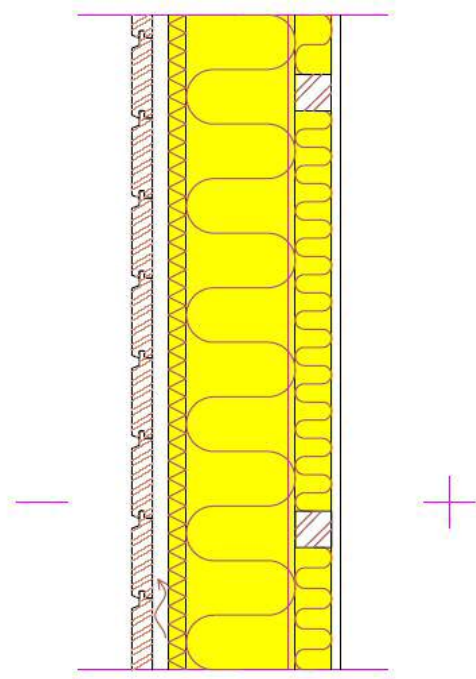
Lankeavan mittaisen puutavaran käyttö soveltuu luontevasti yksi- tai kaksikerroksisiin puutaloihin. Sen sijaan platform-rakennejärjestelmä ei aseta käytännössä rajoituksia kerrosten lukumäärälle, jolloin kerroksia voi olla kolmesta neljään. (Siikanen 2008.)

### 3.3.2 Rankorakenne

Kantavassa ulkoseinässä rankotolppina voidaan käyttää massiivipuuta, viilupuuta, liimapuuta ja uumakannatteita. Näistä massiivipuuta sahapintaisena, mitallistettuna tai höylättynä on yleisin. Suomalaisessa rankorakenteissa seinässä kantavat rankotolpat tukeutuvat yleensä alasidepuuhun, joka on kiinnitetty perustuksiin teräsliittimillä. (Siikanen 2008.)

Runko ankkuroidaan perustuksiin joko alasidepuun läpi menevillä vähintään 6 mm:n pulteilla tai terästapeilla noin 2 000 mm:n jaolla tai litteäteräksillä joka kolmannen tai neljännen tolpan kohdalta. Tartuntapituuden tulee olla vähintään 300 mm. (Siikanen 2008.)

Puurunkoisessa ulkoseinässä käytetään (kuva 5) rankotolppina 50 mm x 95-175 mm:n soiroja 600 mm:n jaolla. 600 mm:n jako toteutetaan mahdollisuuksien mukaan kaikissa lämpöeristettävissä ja levytettävissä seinissä. Lisälämmöneristeen tukemiseen tarkoitettut rimat, kooltaan yleensä noin 50 mm x 50 mm, kiinnitetään joko rungon sisä- tai ulkopuolelle. Sisäpuoliset rimat ovat levyseinissä aina rankatolppien suuntaisia. Pystypaneeliseinissä ne voivat olla myös vaakasuunnassa. Ulkopuoliset rimat voivat olla joko rankatolppien suuntaisia tai vaakasuorassa asennossa. Seinän lämmöneristävyyden kannalta rimojen suunnalla ei ole merkitystä, mikäli lämmöneristeet on asennettu hyvin. (Siikanen 2008.)



Kuva 5. Rankorakenteinen seinä.

Rungon jäykistämiseksi käytetään vinotukia nurkissa, vinolaudoitusta tai jäykkiä rakennuslevyjä. Jäykistäväksi levyksi soveltuu mm. tyypin hyväksyty, tuulensuojana käytettävä säänkestävä huokoinen kuitulevy.

## 4 KUSTANNUKSET

Runkovertailussa vertailtiin paikalla rakennettua puurunkoa ja betonivaluharkkoa (taulukko 1). Vertailu on toteutettu siten, että hinnat ovat vertailukelpoisia ja molemmat rungot sisältävät samat varusteet ja tarvikkeet. Sisä- ja ulkopinnat ovat valmiita. Hinnoissa on mukana materiaalikustannukset sekä työn osuus sosiaalikuluihin (liitteet 1, 2 ja 3).

Taulukko 1 vertailun tulos.

alv 0%	Puurunko	betonirunko	Matalaenergia puurunko
RUNKO	8352 €	22901 €	8655 €
JULKISIVU	7487 €	7379 €	7487 €
TASOITETYÖ	821 €	1971 €	821 €
SUMMA	16660 €	32251 €	16963 €
TYÖMÄÄRÄ	277,83 h	581,34 h	277,82 h

Hintaeroa paikalla rakennetulla puurungolla ja valuharkkorungolla on 15 591 euroa (ilman arvonlisävähennystä). Betonivaluharkolla on melkein kaksinkertainen hinta puurunkoon verrattuna. Työmäärältäänkin puurunko on huomattavasti kevyempi. Joten todennäköisyys työntekijöiden loukkaantumiseen pienenee huomattavasti, koska työtunteja on prosenteissa tarkasteltuna paljon vähemmän suhteessa betonivaluharkkoihin. Koska



rakennukset myydään on mietittävä myös katetta jonka yritys pyrkii saamaan kohteesta. Kivitalossa jäisi todennäköisesti katteen määrä aavistuksen pienemmäksi ja hinta olisi silti rungon osalta huomattavasti korkeampi kuin puutalossa tulisi olemaan.

Matalaenergiatalo on järkevä sijoitus, koska hintaero nykynormien mukaiseen asuinrakennuksen runkovaihtoehtoon on vain 303 euroa. Ero on sen takia niin pieni, koska normitalossa oleva tuulileijona 25 vain korvattaisiin Isoverin tuulensuojaeristeellä Isover RKL-31 Facade 50. Muilta osin runko täyttää jo sellaisenaan vaatimukset matalaenergiataloksi.

## 5 MATERIAALIEN EKOLOGISUUS

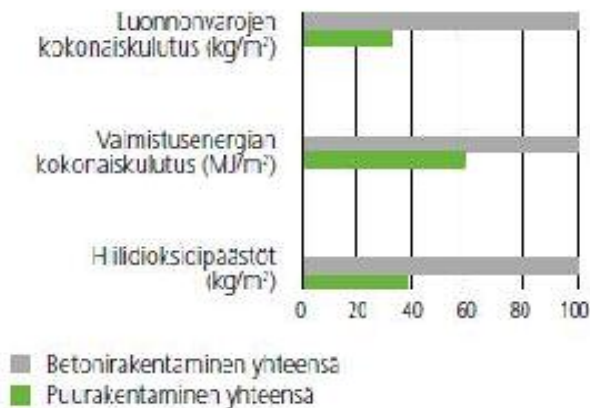
Rakentamisella on suuri merkitys ympäristön hyvinvointiin ja raaka-aineiden riittävyyteen. Raaka-aineiden kulutuksessa rakentaminen on suurin teollisuuden ala Euroopassa, Painon mukaan mitattuna rakentamisen osuus raaka-aineiden kulutuksesta on jopa 50 prosenttia. Lisäksi rakentaminen ja rakennusten purkaminen tuottaa noin 40- 50 prosenttia jätteistä. Rakentamisen aiheuttama osuus liikenteenpäästöistä on jopa 25 prosenttia. (Puuinfo 2003.)

Rakentamisen aiheuttaman luonnonvarojen kulutuksen lisäksi rakennusten käyttö aiheuttaa noin 40 prosenttia energian kulutuksesta ja 30 prosenttia hiilidioksidipäästöistä. Lisäksi rakennustuotteiden valmistus aiheuttaa noin 5 prosenttia energiankulutuksesta ja hiilidioksidipäästöistä. (Puuinfo 2003.)

kuten taulukossa 2. on esitetty, on puurakentamisella huomattavasti pienemmät kokonaiskulutukset kuin Betonirakentamisella. Hiilidioksidipäästöt jotka kuluttavat ilmastoa ankaralla kädellä ovat puurakentamisessa huomattavasti pienemmät mitä vastaavasti Betonirakentamisella. Taulukosta voimme lukea että Betonirakentamisen hiilidioksidipäästöt ovat  $100\text{kg/m}^2$  ja puolestaan puurakentamisella samainen arvo on alle  $40\text{ kg/m}^2$ . Luonnonvaroissa ajateltuna ulkoseinäneliötä kohden voimme huomata että, Betonirakentaminen kuluttaa kokonaisuudessaan uusiutumattomia luonnonvaroja  $100\text{kg/m}^2$  ja puurakentaminen kuluttaa uusiutuvia raaka-aineita vain  $30\text{kg/m}^2$  . Eli puurunkoinen talo kuluttaa kolmasosan kivitaloon verrattuna raaka-aineita ja puutalossa raaka-aineet ovat vielä kaiken lisäksi uusiutuvaa luonnonvaraa.

Taulukko 2. Ulkoseinien ympäristövertailut

### ULKOSEINÄN YMPÄRISTÖVERTAILUT



Jos kaikki Euroopan asunnot rakennettaisiin betonin sijaan puusta, asuntorakentamisen aiheuttama luonnonvarojen kulutus Euroopassa laskisi 70 prosenttia, energiakulutus 40 prosenttia ja hiilidioksidipäästöt 50 prosenttia. Laskelma on teoreettinen ja siten suuntaa antava. Siinä on otettu huomioon talojen rungon ja ulkovaipan rakenteet ilman liittyviä rakennusosia ja talotekniikkaa.

(Lähde: Rakennustiedon RT -ympäristöselosteet, Metsäteollisuus)

Rakenteissa materiaalien väliset erot korostuvat, kun otetaan huomioon koko rakenteen paino. materiaalitason vertailussa betoni ja puu saattavat näyttää ympäristövaikutuksiltaan melko samoilta. Betonista tehdyn rakenteen paino ja siten myös sen ympäristövaikutukset voivat kuitenkin olla jopa kymmenkertaiset verrattuna teknisesti vastaavaan puurakenteeseen. (Puuinfo 2003.)

Taulukko 3. Ulkoseinärakenteiden paino

ULKOSEINÄRAKENTEIDEN PAINO KG/M<sup>2</sup>

Tyypillisten, keskenään vaihtokelpoisten ulkoseinärakenteiden paino neliometriä kohden. Verratut rakenteet ovat ei-kantavia ja täyttävät vuoden 2010 alussa voimaan tulleet energia- ja tehokkuusvaatimukset.

(Lähde: Rakennustiedon RT-ympäristöselosteet, Metsäteollisuus)

Sandwich betonielementti on rakenteellisesti lähes vastaava kuin valuharkko joten voimme käyttää siitä saatuja tuloksia vertailussa. Taulukossa 3. olevia diagrammeja tutkiessamme voimme huomata että betonielementin ulkoseinärakenteiden paino on lähes kymmenkertainen puurunkoiseen ja lautaverhoituun ja puukuitueristeellä eristettyyn seinään nähden. Puurunkoinen talo vaatii perustuksiltaan ja perustustavaltaan huomattavasti vähemmän kuin mitä betonielementtiseinäinen talo vaatii pohjaltaan. Kevyemmät anturat ovat myös kustannuksiltaan huomattavasti edullisemmat ja ekologisemmat kuin vaativammat perustukset.

Materiaaleja vertailtaessa ekologisesta näkökulmasta on valuharkkoseinä huomattavasti energiasyövämpi kuin puu, puuhan suorastaan imee ja varastoi hiiltä vielä rungossakin. Lisäksi puu on uusiutuvaluonnonvara, joka ei lopu. Valuharkon ja betonin valmistuksessa klinkkerin poltto on todella energiaa kuluttava prosessi, koska siinä tarvitaan todella suurta lämpötilaa.

Betonin valmistuksessa käytetään sementtiä. Sementti on CO<sub>2</sub> -intensiivinen materiaali. Sementtiklinkkerin poltto tapahtuu korkeassa lämpötilassa ja kuluttaa siten varsin paljon energiaa. Lisäksi sementtiklinkkerin poltossa tapahtuu kemiallinen reaktio, kalkkikiven kalsinointi, josta aiheutuu noin 500kg:n CO<sub>2</sub> -

päästö sementtitonnia kohden. Kokonaisuudessaan portlandinsementin CO<sub>2</sub> – päästöt ovat yleensä 700...850 kg sementtitonnia kohden. (Betoniyhdistys ry 2010.)

Puurakenteet ovat keveitä. Puutalo painaa vain noin 1/5 – 1/8 vastaavasta kivitalosta.

Puurakenteissa voidaan ekologinen ajattelu ottaa mukaan eristevalintaan jolloin voidaan tehdä suuria päätöksiä ekologisuuden näkökulmasta. Puukuitueriste on huomattavasti ekologisempi kuin lasivilla. Lasivillan valmistuksessa kuluu huomattavan paljon enemmän energiaa kuin mitä vastaavalla puukuitueristeellä.

Jo suunnitteluvaiheessa täytyy noudattaa tiettyjä tärkeitä periaatteita, jotta edellä mainitut näkökohdat tulisivat huomioonotetuiksi. Tällaisia ovat muun muassa:

- Kompakti rakennuksen muoto (suotuisa vaippa/ tilavuus-suhde)
- Riittävä lämmöneristävyys Katossa seinissä ja pohjissa
- Kylmäsiltojen minimointi
- Vaipan huolellinen tiivistäminen ilmapuotoja vastaan
- Hallittu tulo- ja poistoilmanvaihto
- Hyvin lämpöä eristävät ikkunat ja ikkunoiden suuntauksen avulla passiivinen aurinkoenergian hyödyntäminen
- Lämmityslaitteiden suuri säteilyosuus ja oikea sijoitus (reunalistalämmitys, säteilyseinät)
- Veden lämmitys aurinkoenergialla
- Sähköä säästävät kodinkoneet ja valaistus

## 6 MATALAENERGIARAKENTAMINEN

### 6.1 Matalaenergiarakennus

Omistuksen ja hallinnon näkökulmasta katsottaessa. Teknisen poikkeavuuden takia kuitenkin matalaenergiarakennuksen asumiselle, omistamiselle, rahoitukselle ja ylläpidolle on asetettava selkeät normaalitasoa korkeammat tavoitteet, joista on pidettävä kiinni koko kiinteistön elinkaaren aikana.

Kiinteistön rakennuttajan toimesta tulee löytää ne toimintamallit, joiden avulla nämä tavoitteet saavutetaan ja käytettävissä olevat resurssit ja kyvyt tulevat parhaiten hyödynnetyksi. Asuinkiinteistössä kiinteistön elinkaaren ensimmäisten vuosien toimintakulttuuri jää yleensä pysyväksi toimintatavaksi. Ensimmäisten asukkaiden ja osakkeenomistajien vaikutus jää näin vallitsevaksi, koska vaihtuvuus yleensä alkuvuosina on vähäistä. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL 2009, 245.)

### 6.2 Näkökohtia rakentamisvaiheeseen

Kokonaisuuden hallinta ja kurinalaisuus työmaan aikaisessa toiminnassa muodostuu keskeiseksi matalaenergiatalon toteuttamisvaiheessa. Tuotantokeskeisestä suorittamisesta ja eri tekniikoiden rakennukseen "kiinnittämisestä" on päästävä yhteisen toiminnallisen kokonaisuuden rakentamiseen. Tämä tavoite on muistettava keskeisimpänä tavoitteena jokaisen työsuorituksen aikana.

Toteutuksen ennalta suunnittelu ja mahdollisimman pitkälle menevä osakokonaisuuksien tuotteistettavuus luovat turvallisimman pohjan rakentamiselle. Kokonaisuus muodostuu taas kerran juuri niin hyväksi kuin sen heikoin kohta on tehty.

Rakentamisprosessissakin tulee muistaa keskeisimpänä tulevat elinkaarikustannukset, eivätkä toteutuksen hetken kertakustannukset

yksittäisessä materiaalissa, työvaiheessa tai työsuoritteessa saisi ohjata toimintaa. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL 2009, 247-248.)

### 6.3 Matalaenergiatalon suunnittelu

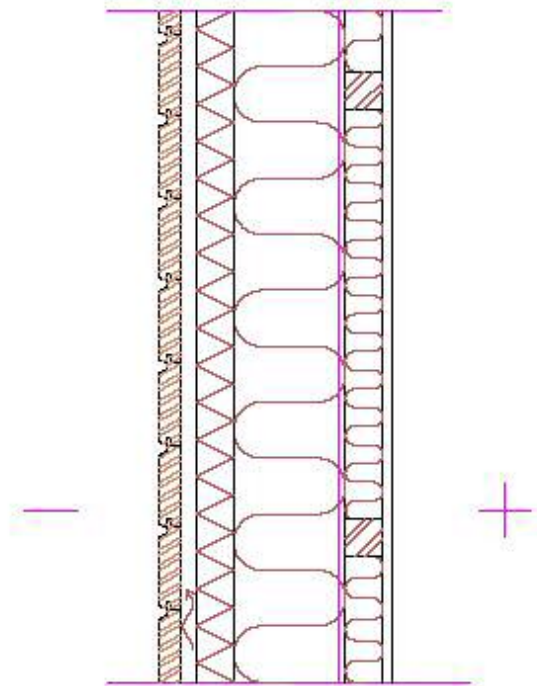
Kun suunnitellaan matalaenergia rakennusta, tulisi rakennuksen laskennallisen lämpöhäviön olla enintään 85% rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Tällöin vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään ulkoseinille lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoa  $0,17\text{W/m}^2\text{K}$  lämpimissä tiloissa ja  $0,26\text{ W/m}^2\text{K}$  puolilämpimissä tiloissa. (Ympäristöministeriö, määräykset ja ohjeet 2007.)

Eli Matalaenergiatalon lämpöhäviöt ovat korkeintaan 85% normitalon (Määräysten minimitason mukaisesti toteutetun rakennuksen) ominaislämpöhäviöstä.

Matalaenergiatalon määritelmä on siis sidottu vallitsevaan määräystasoon. RIL:in Matalaenergiakäsikirja määrittelee matalaenergiatalon rakennukseksi, jonka lämmitys- ja jäähdytysenergian nettokulutuksen ominaiskulutus on välillä  $30\text{-}50\text{ kWh/m}^2\text{/a}$ . (Cronhjort & Hänninen 2010.)

### 6.4 Matalaenergiatalo As Oy Linnanrinne

Kyseisen puurunkoisen kohteen seinän paksuudeksi matalaenergia talossa tulisi 250 millimetriä nykyisen 200 mm tilalle. Lisäeristämisen Materiaalikustannukset matalaenergiatalossa on inhimilliset ja takaisinmaksuaika on todella lyhyt. Matalaenergiatalo toteutettaisiin kohteessa puurunkoisella (Kuva 6) 200 mm paksulla rungolla jonka ulkopuolelle tulisi 50mm tuulensuojaeriste. Muita suurempia muutoksia kohde ei tarvitsisi täyttääkseen matalaenergiatalon määritelmät rungon osalta. Villa määrä kasvaisi kohteessa 25 mm.



#### Ulkoverhous

22 mm	Koolaus 22x100 k600, tuuletusraka
50 mm	Tuulensuoja ja lämmöneriste, ISOVER RKL-EJ-50, saumat teipataan
150 mm	Lämmöneriste ISOVER KL37-150 ja kantava runko k600
	Höyrynsulku, esim. ISOVER VARIO
50 mm	Lämmöneriste ISOVER KL37-50 ja koolaus 50x50 k600
13 mm	Kipsilevy GYPROC GEK-13 tai GN-13
	Pintakäsittely huoneselityksen mukaan
	Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus $\lambda_d$ )
	$U=0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Paloluokka, EI30 (palo ulkoapäin)
	Äänen eristävyys:
	GN-Levyllä: $R'_w=50\text{dB}$ , $R'_w+C_{tr}=49\text{dB}$ , $R'_w+C=48\text{dB}$
	GEK-levyllä: $R'_w=51\text{dB}$ , $R'_w+C_{tr}=51\text{dB}$ , $R'_w+C=50\text{dB}$

Kuva 6. Matalaenergiatalon rungonleikkaus



## 7 HUOLTO

### 7.1 Puu

Pintakäsitelty puu tarvitsee jatkuvaa hoitoa. Puhtaana pidetty pinta säilyy pitempään. Huoltomaalauksen tarve riippuu käytetystä maalista, käsittelytavasta ja olosuhteista. Parhaiten tämä asia selviää maalin valmistajalta, mutta tarpeen voi itsekin nähdä seinää tarkastelemalla. Uusintamaalaus on edessä kun maalipinta on siinä määrin rapistunut, että alusta voi vaurioitua. Uusintamaalaus voidaan toisilla maaleilla tehdä suoraan vanhan maalin päälle, kun toisten kohdalla taas vanhamaali on tarkoin poistettava, jotta uudesta maalauksesta tulee pysyvä. Uusintamaalauksen ohjeet löytyvät nekin parhaiten maalin valmistajalta. (Rakentajan tietokirjat, toim. Keppo 2002.)

#### 7.1.1 Puun huoltokustannukset

Huoltokustannukset koostuvat puujulkisivussa käytettävästä maalista ja maalaustekniikasta, sekä mahdollisesta ammattilaisen suorittamasta työsuoritteesta, mutta maalauksen ja vanhan maalin poiston pystyy kyllä asiaan perehtynyt asukaskin. Mikäli asukas tekee itse sen on taloyhtiön varmistettava että asukas omaa tarvittavat tiedot ja taidot työhön.

### 7.2 Rappaus

Rakenteellisilta yksityiskohdiltaan hyvin suunniteltu ja oikein toteutettu rapattu julkisivu on kestävä ja pitkäikäinen. Vesi ja pakkanen ovat tärkeimmät laatua heikentävät ja vaurioita mahdollisesti aiheuttavat tekijät. Vesi valumat on helppo todeta kastumisen aiheuttamina tummentumina. Niiden välittömässä läheisyydessä olevia räystäitä ja vesirännejä sekä sokkelin yläpuolella olevaa aluetta tulee tarkkailla, koska kosteudesta tummuneet kohdat ennakoivat korjaamattomina tulevia vaurioita. Vesi kuljettaa mukanaan pölyä ja likaa, jotka imeytyvät valuma-alueen pintaan aiheuttaen läiskiä ja juovia. Rappauspinnan

muutkin värimuutokset voivat johtua yksityiskohtien virheellisistä materiaalivalinnoista.

Paras vaurioita ennaltaehkäisevä keino on jatkuva julkisivun kunnon tarkkailu. Tavallisimmat valvottavat yksityiskohdat ovat

- rappaukseen tehdyt kiinnitykset, kuten kyltit, lipputangot, tikkaat ym.
- veden ohjaukseen käytetyt pellitykset ja syöksytorvet sekä
- katon yläpuoliset ja lumen kinostumiselle alttiit julkisivun osat.

### 7.2.1 Rappauksen huoltokustannukset

Rappauksen huoltotyö on kannattaa teettää ulkopuolisella ammattilaisella, koska rappauustyö vaatii ammattitaitoa ja kokemusta vastaavanlaisista kohteista. hyvin tehtyä rappausta ei välttämättä tarvitse korjata tai uusia talon elinkaarenaikana lainkaan, pieniä puhdistustöitä saattaa joutua tekemään mikäli puusto tai kasvillisuus on aiheuttanut tummumia pintaan, mutta ne voi poistaa pyyhkimällä kostealla rievulla.

Mikäli rapatun julkisivupinnan joutuu uusimaan, niin kannattaa työ kilpailuttaa jotta kaikkein räikeimmät hinnat saa eliminoitua pois.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää edullisin runkovaihtoehto pientalon rakentamiseen. Lähtökohtana oli rakennettava pientaloalue Naantalissa Luonnonmaalle, jossa kaikki rakennukset ovat toisiaan vastaavia pohjaltaan ja rakenteeltaan. Samanlaisuus edesauttaa tehokasta rakentamista työvaiheiden toistuessa yhä uudestaan ja uudestaan samanlaisina. Rakentajan näkökulmasta tämä saattaa aiheuttaa pientä kyllästymistä, mutta kustannuksissa samanlaisuus luo huimia säästöjä.

As Oy Linnanrinne on suunnattu nuorille pariskunnille jotka ovat siirtymässä kerrostalosta omakotitaloon. Tämän tyyppisellä pientaloalueella luodaan loistavat puitteet muuttamiseen kustannuksien pysytellessä kurissa tulevien asukkaiden suhteen. Asunto-osakeyhtiömuotoinen pientaloalue vaatii tulevilta osakkailta pienenpää pääomaa kuin omakotitalon rakentaminen. Perheen lisääntyessä on tiloja myös helppo muokata sopiviksi uuteen elämäntilanteeseen.

As Oy Linnanrinteen pientalot tulevat olemaan matalaenergiataloja. Matalaenergiatalo luo uusia mahdollisuuksia markkinointiin ja myyntiin. Matalaenergiatalot ovat saaneet julkisuudessa paljon huomiota, mikä omalla tavallaan edesauttaa markkinoinnissa ihmisen kiinnostumista kohteesta ja saattaa olla myös myyntivaltti asiakkaan vertaillessa useampia kohteita. Matalaenergiarakentaminen on myös nykypäivää ja nykyisiä normeja ylitetään positiivisesti ajatellen käytön kustannuksia. Ekologisuutta tutkittiin materiaalipuolella samoin kuin sitä, kuinka paljon eri materiaalit jättävät niin sanottua hiilijalanjälkeä ympäristöön. Tämän opinnäytetyön tulosten mukaan materiaaleissa oli huimia ja yllättäviä eroja, joita ei välttämättä aina oteta itsestään selvyyksinä materiaaleja valitessa tai hankkiessa. Eritoten logistiikan osuus päästöistä on rakentamisessa merkittävä. Logistiikalla ja materiaalivalinnoilla onkin suuri merkitys ympäristön hyvinvoinnin kannalta.

Opinnäytetyöni on kokonaisuudessaan mielestäni onnistunut, sillä tulokset antavat pientalorakentamiseen todellisen kuvan eri materiaalien kustannuseroista ja työmääristä. Tuloksia tullaan käyttämään tulevilla kohteilla ja niiden suunnittelussa. Ympäristöasioiden huomioonottaminen tulee jatkossa varmasti jakamaan asiakaskuntaa eri toimijoiden välillä ja pienillä ratkaisuilla saattaa olla suuria merkityksiä markkinointiin.

## LÄHTEET

Betoniteollisuus ry 2010. Kivitalojen energiatehokkuus. Tampere: Suomen rakennusmedia Oy.

Cronhjort, Y. & Hänninen, P. 2010. Honkasuo ekokriteerit. Aalto-yliopisto Teknillinen korkeakoulu. 1-8.

Ekovilla 2011. Matalaenergian kultaiset säännöt. Viitattu 2.3.2011. Saatavilla: [http://www.ekovilla.com/tuotetietoa/tuotetietoa\\_tkk\\_kpl\\_02\\_matalaenergiatalo.html](http://www.ekovilla.com/tuotetietoa/tuotetietoa_tkk_kpl_02_matalaenergiatalo.html).

Eniro.fi 2011. Kartat. Viitattu 22.5.2011. Saatavilla: [kartat.eniro.fi](http://kartat.eniro.fi)

Betonikeskus 2011. Betoniharkot. Viitattu 23.05.2011. Saatavilla: <http://www.harkkokivitalo.fi/betoniharkot>.

Harkkokivitalo.fi 2011. Moduulimitoitus. Viitattu 2.3.2011. Saatavilla: <http://www.harkkokivitalo.fi/betoniharkot/harkkorakentaminen/rakennesuunnittelu/moduulimitoitus>.

Kestävä kivitalo 2011. Rappauspinnan huolto ja kunnossapito. Viitattu 4.3.2011. Saatavilla: <http://www.kivitalo.fi/Rappaus/rappauspinnan-huolto-ja-kunnossapito.html>.

Kivitaloinfo.fi 2011. Betoniharkot. Viitattu 2.3.2011. Saatavilla: <http://www.kivitaloinfo.fi/index.php?page=betoniharkot>.

Passiivi.fi 2011. Passiivitalo määritelmä. Viitattu 27.2.2011. Saatavilla: <http://www.passiivi.fi/sivu/passiivitalo>.

Puuinfo 2011. Kestävä rakentaminen luo hyvinvointia. Viitattu 23.1.2011. Saatavilla: <http://www.puuinfo.fi/ymparistoasiat/kestava-rakentaminen-luo-hyvinvointia>.

Rakentajan tietokirjat, toim. Keppo J, 2002. Pientalon vesikatto- ja ulkoverhoustyöt . Uudistettu painos. Saarijärvi: Gummerus kirjapaino Oy.

Siikanen U, 2008. Rakennustieto Oy, Puurakentaminen. 5. muuttumaton painos. Tampere: Esa print Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry 2010. RIL 249-2009, Matalaenergiarakentaminen. 2. painos. Helsinki: Saarijärven Offset Oy.

Ympäristöministeriö, määräykset ja ohjeet 2007. Rakennusten energiatehokkuus. Viitattu 10.1.2011. Saatavilla: [http://www.finlex.fi/data/normit/29518-D3\\_2007.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/29518-D3_2007.pdf).

## Kustannusarvio puu

treeva oy kustannusarvio

22.5.2011

ONKITIE3,21100NAANTALI

21:25

### RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE PUURUNKO

---

TYÖNUMERO: **1**

TILAVUUS: **1**

PIIRI: **43**

TYYPPI:

---

KERROSALA: **106**

ASUNTOALA: **1**

ASUNTOJA: **1**

---

Alle voit kirjoittaa kommentteja

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

1.01	<b>RUNKO</b>										
1.02											
1.03	Huopakaista 200 mm	43,00	jm					0,87	37		37
1.04	ala- + yläjuoksut 150 + 50	86,00	jm					2,83	243		243
1.05	puutavara 148 x 48	256,10	jm					2,83	725		725
1.06	puutavara 50 x 50	270,00	jm					0,87	235		235
1.07	villa 150	162,00	m <sup>2</sup>	0,02				6,17	1 000		1 000
1.08	villa 50	162,00	m <sup>2</sup>	0,02				2,71	439		439
1.09	tuulileijona	162,00	m <sup>2</sup>	0,07				5,42	878		878
1.10	Ilmansulkupaperi	162,00	m <sup>2</sup>					1,12	181		181
1.11	Kipsilevytyt	111,00	m <sup>2</sup>	0,12				3,00	333		333
1.12											
1.13	<b>RUNKO</b>	162,00	m <sup>2</sup>	0,45							
1.14											
1.15											
1.16											
1.17											
1.18	Ratu 1991	162,00	m <sup>2</sup>	0,96	16,00	155,52	2 488				2 488
1.19											
1.20											
1.21											
1.22											
1.23											
1.24											
1.25											
1.26											
1.27											
1.28											
1.29											
1.30											
	<b>Sivu yhteensä:</b>					155,52	2 488		4 071	0	6 560

2.01	JS VERHOUS										
2.02											
2.03	Ristikoolaus 100 x 25	530,00	jm					0,64	339		339
2.04	Js lauta	162,00	m <sup>2</sup>	0,37	16,00	59,94	959	11,01	1 784		2 743
2.05											
2.06	Maalaus	162,00	m <sup>2</sup>	0,39	16,00	62,37	998	12,00	1 944		2 942
2.07											
2.08	Maali	162,00	m <sup>2</sup>								
2.09	0,2 l/m <sup>2</sup> = 30l										
2.10		30,00	l					1,80	54		54
2.11	tarkista										
2.12											
2.13											
2.14											
2.15											
2.16											
2.17											
2.18											
2.19											
2.20											
2.21											
2.22											
2.23											
2.24											
2.25											
2.26											
2.27											
2.28											
2.29											
2.30											
	Sivu yhteensä:					122,31	1 957		4 121	0	6 078



3.01	TASOITE				-----	-----		-----	-----	-----
3.02					-----	-----		-----	-----	-----
3.03					-----	-----		-----	-----	-----
3.04					-----	-----		-----	-----	-----
3.05					-----	-----		-----	-----	-----
3.06					-----	-----		-----	-----	-----
3.07					-----	-----		-----	-----	-----
3.08					-----	-----		-----	-----	-----
3.09					-----	-----		-----	-----	-----
3.10					-----	-----		-----	-----	-----
3.11	1,5 kertainen tasoitus	111,00	m <sup>2</sup>		-----	-----	0,90	100	6,50	722 821
3.12					-----	-----		-----	-----	-----
3.13					-----	-----		-----	-----	-----
3.14					-----	-----		-----	-----	-----
3.15					-----	-----		-----	-----	-----
3.16					-----	-----		-----	-----	-----
3.17					-----	-----		-----	-----	-----
3.18					-----	-----		-----	-----	-----
3.19					-----	-----		-----	-----	-----
3.20					-----	-----		-----	-----	-----
3.21					-----	-----		-----	-----	-----
3.22					-----	-----		-----	-----	-----
3.23					-----	-----		-----	-----	-----
3.24					-----	-----		-----	-----	-----
3.25					-----	-----		-----	-----	-----
3.26					-----	-----		-----	-----	-----
3.27					-----	-----		-----	-----	-----
3.28					-----	-----		-----	-----	-----
3.29					-----	-----		-----	-----	-----
3.30					-----	-----		-----	-----	-----
Sivu yhteensä:					0,00	0		100		722 821

TREEVAOY	RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE PUURUNKO	LOPPUSIVU				22.5.2011 21:25
YHTYEENVETO	Tunnit	Tunnit	AINE0vero	ALIH.0vero		
SIVUT	yht	euro/yht	euro/yht	euro/yht	euro	
Littera 0	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 1	155,52	2 488,32	4 071	0	6 560	
Littera 2	122,31	1 956,96	4 121	0	6 078	
Littera 3	0,00	0,00	100	722	821	
Littera 4	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 5	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 6	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 7	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 8	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 9	0,00	0,00	0	0	0	
Kaikki litterat tyhteensä	277,83	4 445,28	8 292	722	13 459	

EURO KERROIN						kta/euro	
€ =	5,94573	TYÖ YHTEENSÄ	1,72	SOTU	7 646 €	45460,35 mk	16,00
AINE YHTEENSÄ :				8 292 €	49301,98 mk	€/m3	
ALIHANKINTA YHTEENSÄ :				722 €	4289,84 mk	16 659	
YHTEENSÄ :				16 659 €	99052,17 mk	€/k-a	
YLEISKULUT+KATE%		0,00	KATE	0 €	0,00 mk	157	
VEROTON KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				16 659 €	99052,17 mk	€/asm2	
ARVONLISÄVERO%		23,00	ALV	3 832 €	22782,00 mk	16 659	
VEROLLINEN KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				20 491 €	121834,17 mk		

## Kustannusarvio Valuharkko

treeva oy kustannusarvio

22.5.2011

ONKITIE3,21100NAANTALI

21:21

### RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE LAMMI

---

TYÖNUMERO: **1**

TILAVUUS: **1**

PIIRI: **43**

TYYPPI:

KERROSALA: **106**

ASUNTOALA: **1**

ASUNTOJA: **1**

Alle voit kirjoittaa kommentteja

---

---

---

---

---

---

---

---

1.01	RUNKO										
1.02											
1.03											
1.04	Huopakaista 200 mm	86,00	jm				0,87	75			75
1.05	LÄMPÖKIVI 400	162,00	m <sup>2</sup>				50,50	8 181			8 181
1.06											
1.07											
1.08	YLITYSRAUDAT 6.0m kanki	9,00	kpl				46,94	422			422
1.09	yht 50,4m										
1.10											
1.11	Raudoitus	1116,00	jm				0,68	759			759
1.12	Betonointi	21,00	m <sup>3</sup>				135,00	2 835			2 835
1.13											
1.14	kaikki työt	162,00		2,33	16,00	377,46	6 039				6 039
1.15	sis.										
1.16	telineet										
1.17	betonointi										
1.18	raudoitus										
1.19	telineiden purku										
1.20	Ladonta										
1.21											
1.22											
1.23											
1.24											
1.25	Nostot	4,00	h						60,00	240	240
1.26											
1.27											
1.28											
1.29											
1.30											
	Sivu yhteensä:					377,46	6 039		12 272	240	18 552

2.01	JS VERHOUS												
2.02													
2.03	3 kerros Rappaus	162,00	m <sup>2</sup>	0,56	16,00	90,72	1 452						1 452
2.04													
2.05													
2.06	valmistelevat työt												
2.07	telinetyöt	162,00	m <sup>2</sup>	0,30	16,00	48,60	778						778
2.08	mittaus linjarit	162,00	m <sup>2</sup>	0,03	16,00	4,86	78						78
2.09	suojaus	162,00	m <sup>2</sup>	0,04	16,00	6,48	104						104
2.10	Laastin valmistus	162,00	m <sup>2</sup>	0,26	16,00	42,12	674						674
2.11													
2.12													
2.13	LAASTI												
2.14													
2.15	Tartuntalaasti	162,00	m <sup>2</sup>					0,90	146				146
2.16	täyttölaasti	162,00	m <sup>2</sup>					4,50	729				729
2.17	pintalaasti	162,00	m <sup>2</sup>					5,00	810				810
2.18													
2.19													
2.20	TARKISTA LAASTIN hinnat												
2.21													
2.22													
2.23													
2.24													
2.25													
2.26													
2.27													
2.28													
2.29													
2.30													
	Sivu yhteensä:					192,78	3 084		1 685			0	4 769

3.01	TASOITE					-----	-----		-----	-----
3.02						-----	-----		-----	-----
3.03	Etuputs	111,00	m <sup>2</sup>	0,10	16,00	11,10	178			178
3.04	3 kertainen tasoitus	111,00	m <sup>2</sup>					15,00	1 665	1 665
3.05						-----	-----		-----	-----
3.06						-----	-----		-----	-----
3.07						-----	-----		-----	-----
3.08						-----	-----		-----	-----
3.09						-----	-----		-----	-----
3.10						-----	-----		-----	-----
3.11						-----	-----		-----	-----
3.12						-----	-----		-----	-----
3.13						-----	-----		-----	-----
3.14						-----	-----		-----	-----
3.15						-----	-----		-----	-----
3.16						-----	-----		-----	-----
3.17						-----	-----		-----	-----
3.18						-----	-----		-----	-----
3.19						-----	-----		-----	-----
3.20						-----	-----		-----	-----
3.21						-----	-----		-----	-----
3.22						-----	-----		-----	-----
3.23						-----	-----		-----	-----
3.24						-----	-----		-----	-----
3.25						-----	-----		-----	-----
3.26						-----	-----		-----	-----
3.27						-----	-----		-----	-----
3.28						-----	-----		-----	-----
3.29						-----	-----		-----	-----
3.30						-----	-----		-----	-----
	Sivu yhteensä:					11,10	178	0	1 665	1 843

TREEVAOY	RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE LAMMI	LOPPUSIVU				22.5.2011 21:21
YHTYEENVETO	Tunnit	Tunnit	AINE0vero	ALIH.0vero		
SIVUT	yht	euro/yht	euro/yht	euro/yht	euro/yht	euro
Littera 0	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 1	377,46	6 039,36	12 272	240	18 552	
Littera 2	192,78	3 084,48	1 685	0	4 769	
Littera 3	11,10	177,60	0	1 665	1 843	
Littera 4	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 5	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 6	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 7	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 8	0,00	0,00	0	0	0	
Littera 9	0,00	0,00	0	0	0	
Kaikki litterat tyhteensä	581,34	9 301,44	13 957	1 905	25 163	

EURO KERROIN						kta/euro	
€ =	5,94573	TYÖ YHTEENSÄ	1,72	SOTU	15 998 €	95122,62 mk	16,00
AINE YHTEENSÄ :				13 957 €	82984,32 mk	€/m3	
ALIHANKINTA YHTEENSÄ :				1 905 €	11326,62 mk	31 860	
YHTEENSÄ :				31 860 €	189433,55 mk	€/k-a	
YLEISKULUT+KATE%		0,00	KATE	0 €	0,00 mk	301	
VEROTON KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				31 860 €	189433,55 mk	€/asm2	
ARVONLISÄVERO%		23,00	ALV	7 328 €	43569,72 mk	31 860	
VEROLLINEN KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				39 188 €	233003,27 mk		

## Kustannusarvio Matala

treeva oy kustannusarvio

22.5.2011

ONKITIE3,21100NAANTALI

21:33

RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE MATALAENERGIA, PUU

TYÖNUMERO: **1**

TILAVUUS: **1**

PIIRI: **43**

TYYPPI:

KERROSALA: **106**

ASUNTOALA: **1**

ASUNTOJA: **1**

Alle voit kirjoittaa kommentteja

---

---

---

---

---

---

---

---



1.01	RUNKO											
1.02												
1.03	Huopakaista 200 mm	43,00	jm					0,87	37			37
1.04	ala- + yläjuoksut 150 + 50	86,00	jm					2,83	243			243
1.05	puutavara 148 x 48	256,10	jm					2,83	725			725
1.06	puutavara 50 x 50	270,00	jm					0,87	235			235
1.07	villa 150	162,00	m <sup>2</sup>	0,02				6,17	1 000			1 000
1.08	villa 50	162,00	m <sup>2</sup>	0,02				2,71	439			439
1.09	tuulensuojaeriste 50	162,00	m <sup>2</sup>	0,07				6,38	1 034			1 034
1.10	Ilmansulkupaperi	162,00	m <sup>2</sup>					1,12	181			181
1.11	Kipsilevytyt	111,00	m <sup>2</sup>	0,12				3,00	333			333
1.12	Tuulensuojateippi	200,00	m					0,74	148			148
1.13	RUNKO	162,00	m <sup>2</sup>	0,45								
1.14												
1.15												
1.16												
1.17												
1.18	Ratu 1991	162,00	m <sup>2</sup>	0,96	16,00	155,52	2 488					2 488
1.19												
1.20												
1.21												
1.22												
1.23												
1.24												
1.25												
1.26												
1.27												
1.28												
1.29												
1.30												
	Sivu yhteensä:					155,52	2 488		4 375		0	6 863

2.01	JS VERHOUS										
2.02											
2.03	Ristikoolaus 100 x 25	530,00	jm					0,64	339		339
2.04	Js lauta	162,00	m <sup>2</sup>	0,37	16,00	59,94	959	11,01	1 784		2 743
2.05											
2.06	Maalaus	162,00	m <sup>2</sup>	0,39	16,00	62,37	998	12,00	1 944		2 942
2.07											
2.08	Maali	162,00	m <sup>2</sup>								
2.09	0,2 l/m <sup>2</sup> = 30l										
2.10		30,00	l					1,80	54		54
2.11	tarkista										
2.12											
2.13											
2.14											
2.15											
2.16											
2.17											
2.18											
2.19											
2.20											
2.21											
2.22											
2.23											
2.24											
2.25											
2.26											
2.27											
2.28											
2.29											
2.30											
	Sivu yhteensä:					122,31	1 957		4 121	0	6 078

3.01	TASOITE									
3.02										
3.03										
3.04										
3.05										
3.06										
3.07										
3.08										
3.09										
3.10										
3.11	1,5 kertainen tasoitus	111,00	m <sup>2</sup>			0,90	100	6,50	722	821
3.12										
3.13										
3.14										
3.15										
3.16										
3.17										
3.18										
3.19										
3.20										
3.21										
3.22										
3.23										
3.24										
3.25										
3.26										
3.27										
3.28										
3.29										
3.30										
Sivu yhteensä:				0,00	0		100		722	821

TREEVAOY	RAKENNUSKOHDE: AS OY LINNANRINNE PUURUNKO	LOPPUSIVU				22.5.2011 21:09
YHTYEENVETO	Tunnit	Tunnit	AINE0vero	ALIH.0vero		
SIVUT	yht	euro/yht	euro/yht	euro/yht	euro/yht	euro
Littera 0	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 1	155,52	2 488,32	4 375	0	0	6 863
Littera 2	122,31	1 956,96	4 121	0	0	6 078
Littera 3	0,00	0,00	100	722	0	821
Littera 4	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 5	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 6	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 7	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 8	0,00	0,00	0	0	0	0
Littera 9	0,00	0,00	0	0	0	0
Kaikki litterat tyhteensä	277,83	4 445,28	8 596	722		13 762

EURO KERROIN						kta/euro	
€ =	5,94573	TYÖ YHTEENSÄ	1,72	SOTU	7 646 €	45460,35 mk	16,00
AINE YHTEENSÄ :				8 596 €	51106,63 mk	€/m3	
ALIHANKINTA YHTEENSÄ :				722 €	4289,84 mk	16 963	
YHTEENSÄ :				16 963 €	100856,82 mk	€/k-a	
YLEISKULUT+KATE%		0,00	KATE	0 €	0,00 mk	160	
VEROTON KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				16 963 €	100856,82 mk	€/asm2	
ARVONLISÄVERO%		23,00	ALV	3 901 €	23197,07 mk	16 963	
VEROLLINEN KUSTANNUSARVIO YHTEENSÄ :				20 864 €	124053,89 mk		