



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Milja Männikkö

Klapi- ja hakelämmityksen vertailu maalämpöön

Kahden case-tilan kokemuksia vaihdosta

Opinnäytetyö
Kevät 2022
SeAMK Ruoka
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden yritystalous

Tekijä: Milja Männikkö

Työn nimi: Klapi- ja hakelämmityksen vertailu maalämpöön

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 19

Liitteiden lukumäärä: 0

Tässä opinnäytetyössä on vertailtu klapi- ja hakelämmityksen kustannuksia maalämpöön. Työn aihetta ja vertailua on helpotettu kahden esimerkkimaatilan avulla. Maatalousyritykselle A laadittiin samalla suuntaa antava energiasuunnitelma. Maatalousyritykseltä B sain heille tehdyn laskentatarjouksen.

Klapien ja hakkeen poltosta saatava lämpöenergia tulee puun palamisprosessista. Maalämpö on maa- ja kallioperään varastoitunutta aurinkoenergiaa. Maatalousyrityksellä A oli käytössään klapi- ja hakelämmitys yläpalokattilassa. Pannuhuone sijaitsi tuotantorakennuksen yhteydessä ja lisäksi oli lämminvesivaraajat. Pannuhuoneen lämminvesivaraajan vedellä lämmitettiin käyttöveden lisäksi omakotitalo ja navetan sosiaalitilat. Omakotitalossa oli lisäksi 30 litran sähkövastuksellinen varaaja nopeuttamassa lämpimän käyttöveden saantia. Maatalousyrityksessä B oli käytössä hakelämmitys. Se sijaitsi ulkorakennuksessa. Navetan ja omakotitalon lisäksi hevostalliin tuli lämmin käyttövesi.

Maatalousyrityksessä A maalämpökoneisto sijoitettiin remontin yhteydessä tuotantorakennukseen yläpalokattilan tilalle. Nykyisissä rakennussäädöksissä kielletään tulipesän sijoittaminen tuotantorakennukseen, joten tämä oli yksi ratkaisevista tekijöistä lämmitysmuodon vaihdossa. Maatalousyrityksessä B maalämpökoneisto sijoitettiin ulkorakennukseen hakelämmityksen tilalle. Esimerkkien avulla huomasi maalämpökoneiston olevan myös halvempi investointi, koska esimerkiksi maatalousyrityksen A ei tarvinnut rakentaa erillistä lämpökeskusta. Vuotuiset käyttökustannukset tulivat molemmilla maatalousyrityksillä maalämmöllä halvemmaksi kuin puupohjaisilla lämmitysmuodoilla.

¹ Asiasanat: klapi- ja hakelämmitys, maalämpö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Agriculture and Natural Resources

Degree programme: Bachelor of Agriculture

Specialisation: Farm management

Author: Milja Männikkö

Title of thesis: Comparison of firewood and wood chips heating with geothermal heat

Supervisor: Juha Tiainen

Year: 2022

Number of pages: 19

Number of appendices: 0

This thesis work compared the costs of heating solutions using firewood and wood chips and the ones using geothermal heat. To ease the comparison, two farms were used as an example. Farm A got a directional energy-plan in the progress of the study. Farm B had a counting offer that they had received earlier.

The heating energy of burning firewood and woodchips comes from the burning process of tree. Geothermal heat is solar energy that has been stored in earth and rock bed. Farm A used upper fire boiler and firewood. The boiler room was located in connection with a production building, and they also had water heaters. The water from the heater in the production building was used also to heat up the detached house and the locker rooms in the cowshed. The detached house had its own 30 liter water heater to speed up getting warm water to use. Farm B used a woodchip heating system that was located in a separate outhouse. In addition to the barn and detached house, the horse stable was connected to warm water.

On farm A, the new geothermal heating system replaced the old upper fire boiler in the production building. In current building regulations it is forbidden to place a hearth in a production building, which played a significant role in changing the heat source. On farm B the geothermal heating system replaced the old heating system in the outhouse. These examples showed that the geothermal heating solution was a cheaper investment, since for example farm A did not need to build any separate heating center. The annual costs of the geothermal heating solutions were lower than the wood-based heating systems for both farms.

¹ Keywords: firewood chip, woodchip, geothermal heat

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä | 2 |
| Thesis abstract | 3 |
| SISÄLTÖ | 4 |
| Kuvioluettelo | 5 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet..... | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 KLAPIT JA HAKE | 8 |
| 2.1 Klapit ja hake yleisesti | 8 |
| 2.2 Klakilämmityksen toiminta | 9 |
| 2.3 Hakelämmityksen toiminta | 9 |
| 3 MAALÄMPÖ..... | 10 |
| 3.1 Maalämpö yleisesti..... | 10 |
| 3.2 Maalämpöpumpun toimintaperiaate | 10 |
| 4 INVESTOINTI..... | 12 |
| 4.1 Huomioitavaa investoinneissa | 12 |
| 4.2 Investointikustannus..... | 12 |
| 5 KÄYTÖN KUSTANNUKSET..... | 14 |
| 5.1 Klapit ja hake..... | 14 |
| 5.2 Maalämpö | 16 |
| 6 JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 18 |
| 7 YHTEENVETO | 19 |
| LÄHTEET | 20 |

Kuvioluettelo

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. Maatalousyrityksen A energiankulutus puulla lämmitettäessä. | 15 |
| Kuvio 2. Maatalousyrityksen A lämmityskustannukset puulla lämmitettäessä. | 15 |
| Kuvio 3. Maatalousyrityksen A energiankulutus maalämpökoneella lämmitettäessä..... | 16 |
| Kuvio 4. Maatalousyrityksen A lämmityskustannukset maalämpökoneella lämmitettäessä... | 17 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

kWh Kilowattitunti, jolla kuvataan energian kulutusta.

1 JOHDANTO

Kiinnostus tämän opinnäytetyön aiheeseen lähti omasta kokemuksesta. Kahdessa maatalousyrityksessä vaihdettiin puupohjainen lämmitysjärjestelmä maalämpöön. Maatalousyrityksessä A oli ennen maalämpöä klapi- ja hakelämmitys ja maatalousyrityksessä B hakelämmitys. Maatalousyrityksessä B maalämpö on ollut jo vuodesta 2018 ja maatalousyrityksessä A vuodesta 2021. Molemmat maatalousyritykset ovat pienen kokoluokan lypsykarjatiloja. Maatilayrityksessä A on 50 lypsävää ja maatilayrityksessä B 30. Lisäksi nuorkarjaa on molemmissa yrityksissä noin 30. Maatalousyrityksessä A nuorkarja on kylmäpihatossa ja maatalousyrityksessä B lypsylehmien kanssa samassa rakennuksessa.

Vaihdettaessa klapi- ja hakelämmitystä maalämpöön, ei verkosta tuntunut löytyvän kunnolla vertailevia teoksia. Päätin lähteä ottamaan selvää, miten ne vertautuvat näissä maatalousyrityksissä. Aiheesta saisi hyvinkin laajan, mutta se on nyt rajattu näiden kahden esimerkkimaatilan avulla. Käyn läpi kolmen lämmitysjärjestelmän teorian, investoinnin sekä kustannukset pintapuolisesti. Lopuksi vedetään johtopäätökset ja yhteenveto kyseisistä järjestelmistä. Käytössäni on maatalousyritykselle A ProAgrian Neuvo-2020-Excel-pohja, jonka saimme käyttöömmme *Maatilan energian käytön ja energiasuunnittelun perusteet* -kurssilla. Kyseisellä kurssilla teimme energiasuunnitelman valitsemallemme maatalousyritykselle. Maatalousyrityksen B tulokset pohjautuvat heidän LVI-yrityksiltä saamiinsa tarjousarvioihin.

2 KLAPIT JA HAKE

2.1 Klapit ja hake yleisesti

Puupolttoaineet voidaan luokitella seuraavasti: hake, murske, kuori, kannot, sahanpuru, kutterinlastu, polttopuu eli klapit, puubriketit, puupelletit, puuhiili ja kierrätyspuu (Alakangas ym., 2016 s. 4–5). Tässä opinnäytetyössä keskitytään polttopuun eli klapien ja hakkeen lämmitysominaisuuksiin sekä kustannuksiin ja verrataan sitä maalämpöön. Maalämpö kerätään esimerkkituloilla porakaivoista, hakkeella on stokeri ja klapit poltetaan yläpalokattilassa.

Puu on kasvin yhteyttäessä muodostunutta biomassaa, joka koostuu hiilestä, hapesta ja vedystä (Alakangas ym., 2016 s. 54). Puusta saadaan vapautumaan lämpöenergiaa palamisreaktiolla suljetussa tilassa. Palaessa puun biomassassa olevien hiilen ja vedyn väliset sidokset hajoavat, joka vapautuu energiana. Lisäksi syntyy tuhkaa palamattomista mineraaleista, kuten magnesiumista ja kalsiumista.

Jotta puu palaisi mahdollisimman hyvin ja tuottaisi energiaa, se tulisi olla tarpeeksi kuivaa. Lisäksi palamiseen vaikuttaa, minkä ikäistä puu on, mikä osa puusta sekä mikä puulaji. Kotitalouden tulisijassa käytettävän puun kosteus saisi olla 15–20 % (Alakangas ym., 2016 s. 61). Hakelämmityksessä hakkeen kosteus ei saisi ylittää 25 %: a. Liian kostealle hakkeelle muodostuu myös ongelmaksi sen säilyvyys. Tiiviissä varastossa kostea hake homehtuu helposti. Isoissa teollisuuslaitoksissa puun kosteus voi olla jopa 50 %, mikäli käytössä on savukaasunlauhduutin, josta otetaan myös lämpöenergiaa talteen.

Puun tehollinen lämpöarvo on 18,3–20,0 MJ/kg (Alakangas ym., 2016 s. 63). Lämpöarvo vaihtelee puun eri osien kesken, esimerkiksi männyn oksien lämpöarvo on 19,99 MJ/kg ja rungon 19,55 MJ/kg. Lisäksi eroja on puulajien kesken ja esimerkiksi hakkeeseen vaikuttaa, käytetäänkö kaikki puun osat vai vain esimerkiksi runko. Hake valmistetaan hakkurilla kokopuusta, rangoista, metsätähteistä tai muusta puuaineksesta (mts. 66.). Hakkeen käyttökohteina ovat rakennusten lämmityskattilat, lämpölaitokset ja teollisuuden lämpö- ja voimalaitokset (mts. 67). Polttopuuksi kuuluvat halot ja pilkkeet, joista suurin osa valmistetaan runkopuusta (mts. 89).

2.2 Klapilämmityksen toiminta

Maatalousyrityksessä A lämmitys hoidettiin klapeilla aina vuoden 2020 loppuun. Käytössä oli Jäspi-merkkinen yläpalokattila sekä kaksi lämminvesivaraajaa. Yläpalokattila ja toinen lämminvesivaraajista sijaitsivat tuotantorakennuksen yhteydessä. Puilla lämmitettiin omakotitalo ja navetan sosiaalilat sekä käyttövesi. Pannuhuoneessa oleva lämminvesivaraaja oli noin 2500 litraa. Omakotitaloon lämmin vesi tuotiin pihan läpi kulkevaa kanaalia pitkin, minkä vuoksi talossa oli oma pienempi lämminvesivaraaja pönkittämässä lämpimän veden nopeampaa saantia. Tuvan lämminvesivaraaja lämmitti veden sähköllä ja oli kooltaan 30 litraa.

Yläpalokattilassa puu palaa kuten nuotiossa (Mäkelä, 1995, s. 5). Palamiskaasut virtaavat puukerroksen lävitse. Eli alhaalta tulee palamiseen tarvittava korvausilma, jonka määrällä säädellään myös palamisen voimakkuutta. Palamisesta aiheutuvat kaasut, kuten hiilidioksidi, nousevat ylös ja siirtyvät ulos savupiipusta. Kattilasta nousevan savun väri kertoo palamisen täydellisyyden (mt.). Tuli lämmittää vettä, joka varastoidaan lämminvesivaraajaan.

2.3 Hakelämmityksen toiminta

Maatalousyrityksessä B lämmitys hoidettiin hakkeella aina vuoteen 2018 asti. Stokeri sijaitsi erillisessä ulkorakennuksessa, josta kanaaleja pitkin lämmitettiin omakotitalo ja navetan sosiaalilat sekä käyttövesi näihin ja hevostalliin. Samaan ulkorakennuksen tilaan muutettiin myöhemmin maalämpökoneisto. Ulkorakennuksessa sijaitsi lämpimät pesutilat.

Stokeriin eli kiinteään polttoaineen polttimen laitteistoon kuuluu polttoainesäiliö, syöttölaitteet ja poltinpää (Mäkelä, 1995, s. 6). Stokeria käyttämällä vettä voidaan lämmittää jatkuvasti, jolloin ei tarvita lämminvesivaraajaa, sillä hakkeen syöte on jatkuva. Haketta lisätään vähän kerrallaan ruuvilla säiliöstä polttimelle (mts. 7). Sen syöttömäärää säätämällä voidaan vaikuttaa laitteiston tehoon. Polttimen toimintaa ohjaa kattilatermostaatti, kun kattilan lämmöllä lämmitetään vettä. Veden lämpötilan ollessa riittävän korkea, laitteisto siirtyy viretulasentoon. Polttimen pohjasta ohjataan korvausilma ja palamiskaasut puhalletaan polttimen sivuilta ja päältä. Savupiipun veto ei riitä poistamaan palamiskaasuja ja tekemään palamisesta tarpeeksi tehokasta, jonka vuoksi se vaatii palamisilmapuhaltimen. Savupiipun on kuitenkin oltava lämpöeristetty sekä hapon kestävä, jotta vesi ei tiivisty sen pinnalle.

3 MAALÄMPÖ

3.1 Maalämpö yleisesti

Maalämpö on uusiutuva energiamuoto. Se on maaperään ja kallioon varastoitunutta aurinkoenergiaa (Tom Allen Senera, i.a.). Porakaivolla kerätty lämpöenergia on myös osaltaan hiukan geotermistä eli maan sisäosan omaa energiaa (Perälä & Perälä, 2013, s. 60). Maalämmön keruuputkisto on mahdollista sijoittaa myös vesistöön (mts. 61).

3.2 Maalämpöpumpun toimintaperiaate

Maalämpöjärjestelmässä maa- ja kallioperään varastoituneella energialla lämmitetään rakennusten vesi (Tom Allen Senera, i.a.). Maalämpö saadaan hyödynnettyä poraamalla noin 100–350 metriä syvä kaivo tai metrin syvyyteen kaivetulla lämmönkeruuputkistolla (Thermia, i.a.-a). Putkistoissa kiertää lämmönkeruuneste, joka on 70 % vettä ja 30 % bioetanolia. Bioetanoli estää nesteen jäätyksen alentamalla jäätympisteen noin -17 °C-asteeseen. Lämmönkeruuneste lämpiää noin 2–5 astetta. Maapiiristä se kiertää lämpöpumpun höyrystimeen, jossa se luovuttaa keräämänsä lämmön ja palaa sitten takaisin maapiiriin. Höyrystin välittää lämmön kylmäaineeseen, joka lämpenee ja kaasuuntuu. Kylmäaine siirtyy maalämpöpumpun sisällä kompressorille, jossa sen paine ja lämpötila nousevat entisestään. Sieltä kylmäaine johdetaan lauhtuttimeen, jossa se luovuttaa lämpönsä lämmönjakojärjestelmään. Kylmäaine itse lauhtuu takaisin nestemäisen muotoon ja palaa paisuntaventtiiliin kautta höyrystimelle. Näin kierto alkaa taas alusta. (M.) Energia siis siirtyy aineiden olomuodon- ja paineenmuutosten avulla eteenpäin. Lisäksi maatilayrityksessä A on tulistinpiiri, joka lämmittää veden 80 °C:een. Tämä johtuu siitä, että maalämpökoneen kapasiteetti riittää lämmittämään veden vain 60 °C:een, mutta lypsinten pesuri tarvitsee kuumempaa vettä.

Maalämpöpumpulla voi kesäaikana myös jäähdyttää asuinrakennusta (Perälä & Perälä, 2013, s. 60). Jäähdytyksen hoitaa patteri- tai lattialämmitysverkoston vesi. Kiertovesi ohjataan erilliseen lämmönvaihtimeen, josta lämpö siirtyy keruunesteeseen ja lämpökaivoon. Patteriverkoston ongelma jäähdytyksessä on pattereihin mahdollisesti tiivistyvä vesi. Koska viilentämisessä ei tarvita kompressoria, kuluu jäähdyttämiseen vähemmän energiaa. Lisäksi

jäähdytys hiukan varastoi maalämpöä maahan tulevan talven varalle. Tämä ei kuitenkaan ole järin suuri määrä. (M.)

Maalämpöpumpun mitoitukseen käytetään kohteen lämpötarpeen tarpeen selvittämistä (Perälä & Perälä, 2013, s. 64). Se voidaan pyrkiä kattamaan kokonaan tai vaihtoehtoisesti voidaan myös asettaa pakkasraja, jonka jälkeen lisälämmitys hoidetaan esimerkiksi sähkövastuksella tai tulisijalla. Molemmissa maatalousyrityksissä on asetettu pakkasrajat, joiden jälkeen lisälämpöä tuotetaan sähkövastuksilla.

4 INVESTOINTI

4.1 Huomioitavaa investoinneissa

Maalämpökoneisto on helppo sijoittaa esimerkiksi vanhan hakekeskuksen tiloihin. Nykykoneet ovat pienentyneet kooltaan, jonka vuoksi ne saadaan sijoitettua myös yläpalokattilan pieneen tilaan. Maatilayrityksessä A maalämpökoneisto sijaitsee tuotantorakennuksen yhteydessä. Tämä oli investoinnin kannalta ratkaiseva päätös, sillä tulipesää ei saa sijoittaa tuotantorakennuksen yhteyteen paloturvallisuuden vuoksi (LähiTapiola, i.a.). Maatilayrityksessä B maalämpökoneisto sijoitettiin ulkorakennukseen stokerin tilalle.

Erillisen lämpökeskuksen rakentaminen lisää investointikustannusta. Tietenkin lämpökeskuksen kokoon vaikuttaa lämmityslaitteiston suuruusluokka. Yläpalokattila on helppo sijoittaa pieneenkin tilaan, kun taas stokeri vaati enemmän tilaa polttoainesäiliönsä vuoksi. Huomioitavaa on myös mahdollisten varaajien sijoittaminen. Lisäksi polttopuulle ja erityisesti hakkeelle täytyy olla varasto, jossa puuaineesäily tarpeeksi kuivana.

Uusiutuvan energian investointiin voi hakea ELY-keskukselta investointitukea. Näihin luetaan maalämpö sekä polttopuu- ja hakelämmitys (Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatilatalouden rakennetuen kohdentamisesta 1167/2006). Tukea maksetaan lämpökeskuksen laskettujen yksikkökustannusten mukaan (Maa- ja metsätalousministeriön asetus rakentamisinvestointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 242/2010). Kustannukset määritetään lämmityslaitteiston tehon (kW) mukaan. Lisäksi lasketaan mahdolliset lämpökanavat.

4.2 Investointikustannus

Esimerkkitalat kysyivät useammalta eri LVI-yritykseltä tarjouksen maalämpöön. Se sisälsi koneet ja asennuksen. Lisäksi heille voitiin tehdä suuntaa antavat laskelmat sähkön kulutuksen muuttumisesta. Lisäksi on mahdollista, että yrityksiltä saadaan erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja ja näkemyksiä muutoksen toteuttamiseen. Maatalousyritykset olivat saaneet tarjouksien investointikustannuksiksi noin 20 000 euroa. Hinnat vaihtelivat yrityksittäin lämpöpumpputarjonnan, asennustöiden, kaivojen ja muiden sen sellaisten mukaan. ProAgrian teettämän valtakunnallisen energiahankkeen (Mistä on uusiutuvan energian investoinnit tehty?

2018) mukaan maalämpö kustantaisi kylätalolle ja omakotitalolle noin 15 000–17 000 euroa. On siis huomattava, että maatalousyrityksissä navetan käyttöveden lämmitystarve sekä kanaalien asennus nostavat investointikustannuksia.

Samaisessa hankkeessa on kuvattu kolmelle maidontuotantotilalle hakekattilan investointikustannus. Suurimmalle maidontuotantotilalle haluttiin teholtaan 300 kW hakekattila. Tälle investointikustannus on noin 110 000 euroa. Suurin investointimeno on ollut kattilalaitteisto/energiantuotantoyksikkö. Pienemmät maidontuotantoyksiköt tarvitsivat tehoa 100 kW. Toiselle yritykselle laskettiin investointikustannukseksi myös noin 110 000 euroa, josta suurimman kustannuksen aiheutti siirtokanaali. Toiselle tilalle investointikustannus olisi ollut noin 96 000 euroa, josta suurin kustannus aiheutui kattilalaitteistosta/energiantuotantoyksiköstä. Hankkeessa oli myös laskettu klapi-kattila omakotitalolle. Sille tuli hintaa noin 15 000 euroa, mutta siinä on jälleen huomioitava, että eläintilat on jätetty pois. Suurimman kustannuksen tässäkin aiheutti kattilalaitteisto/energiantuotantoyksikkö.

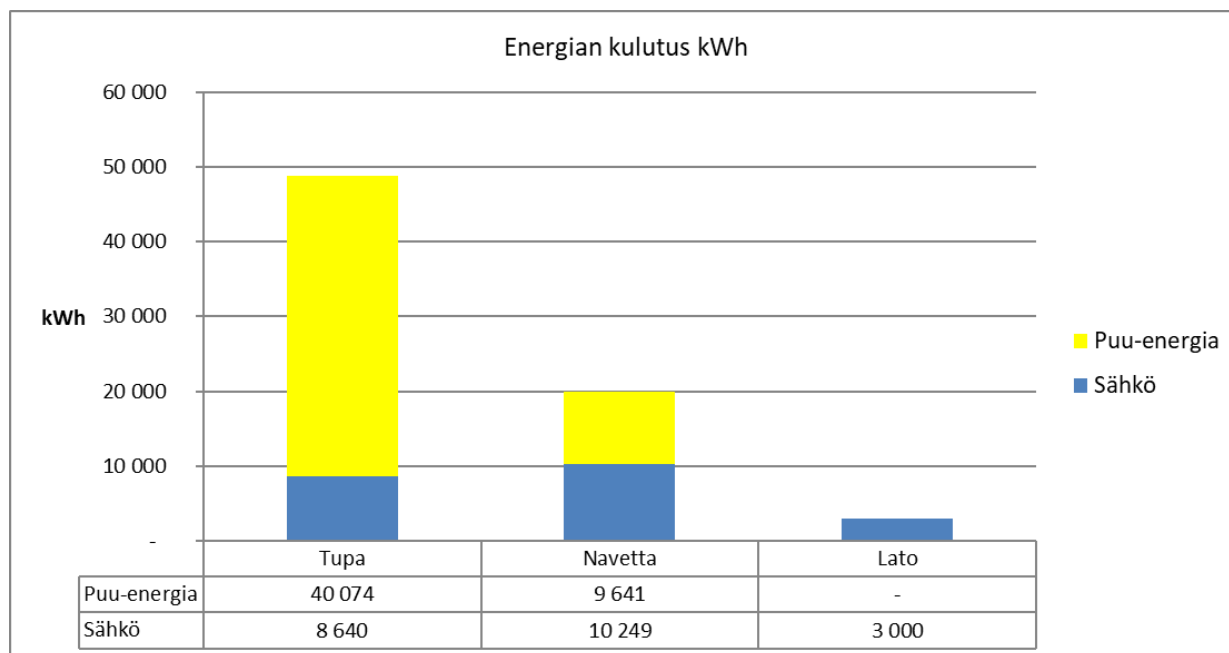
5 KÄYTÖN KUSTANNUKSET

5.1 Klapit ja hake

Maatalousyrityksessä A lämmityspuut saatiin omista metsistä, mutta maatalousyrityksen B täytyi ostaa haketettavat puut. Maatalousyrityksen A kustannuksiin voidaan oletettavasti laskea hakkuun kustannukset sekä pilkkomisen kustannus. Puun myyntiarvo on mahdollinen menetys riippuen puun koosta ja sopivuudesta esimerkiksi teollisuudelle. Useimmiten käytettiin metsänhoidollisissa töissä poistettuja vesakkoja ynnä muuta sellaista. Molemmat maatalousyritykset ovat todenneet sekä hakkuun että klapien tai hakettamiset vaativan omaa vaivaa ja aikaa kyseiselle työlle. Myös varastointitilojen pienuus tai jopa puute aiheutti oman ongelmansa erityisesti hakkeen kuivana varastointiin. Maatalousyrityksissä nostettiin esille klapeilla ja hakkeella lämmittämisen suuri vaiva, jolle voisi myös laskea oman kustannuksensa. Maatalousyrittäjät myös naureskellen totesivat, että lämmityslaitteissa on ongelmia aina silloin, kun he ovat lomalla. Lisäksi lomittajat täytyi opettaa käyttämään lämmitysjärjestelmää ja oli huolehdittava, että maitoauton käynnin jälkeen on kuumaa vettä saatavilla maitotankin pesuun.

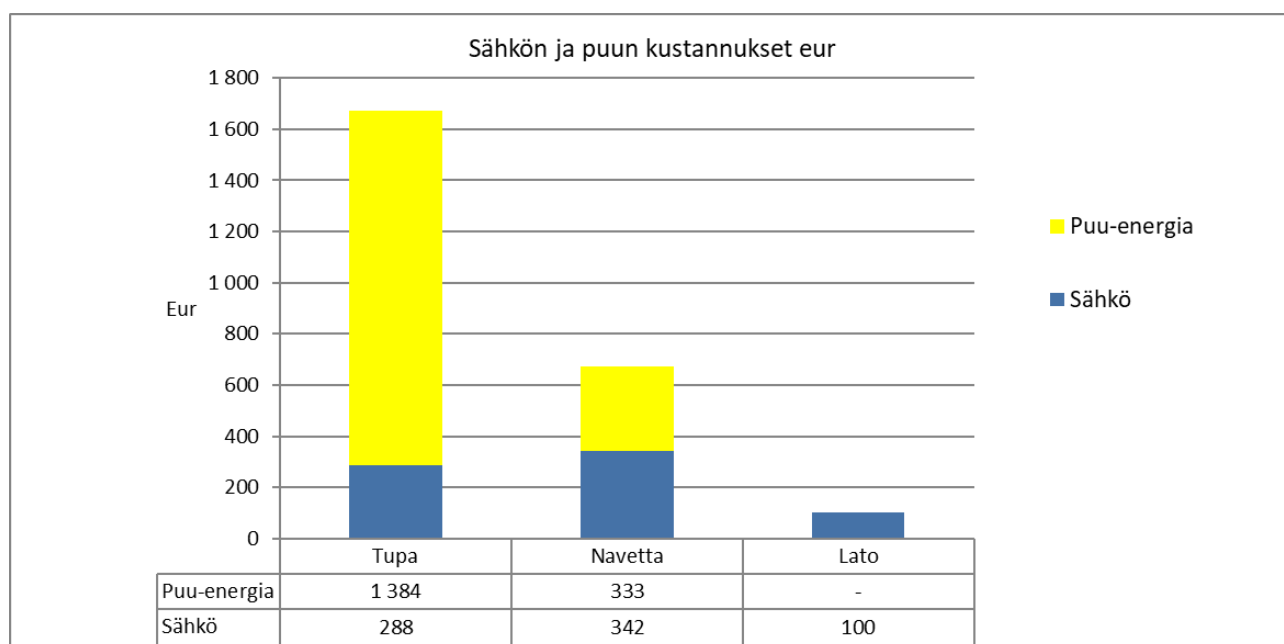
Hakkeen kustannuksiin täytyy laskea myös etukuormaajatraktorin käyttö. Sillä saadaan haketta siirrettyä varastosta polttoainesäiliöön helpoiten. Toki polttoainesäiliön täyttö käsin on myös mahdollista, mutta se on todella työlästä - varsinkin, jos haketta täytyy hakea kauempaa pihapiiristä. Lisäksi hakettamiseen tarvitaan traktori ja hakkuri. Tämän voi toki hoitaa urakoitsijalla, mutta silloin varastojen täytyy olla niin suuret, että saa kerralla vuoden tai puolen vuoden varastot. Sama ongelma on polttopuun kanssa. Jonkun pitää ne kuitenkin tehdä ja helpointa on käyttää siihen traktoria ja klapikonetta.

Kuviossa 1 on esitetty maatalousyrityksen A energian kulutus kilowattitunteina eri rakennuskohteissa. Puulla lämmitetään omakotitaloa sekä käyttövesi. Navetan osuus puun lämmitysenergiasta koostuu monitoimitilojen lattialämmityksestä sekä käyttöveden lämmityksestä. Sähköä kuluu lämminvesivaraajan ylläpidossa sekä navetassa pesurin vedenlämmityksessä. Ladossa on lämmitettävät vesikupit nuorkarjalle. Suurin kulutus kohdistuu tietenkin asuinrakennukseen, sillä eläimet eivät lämmitystä navetassa tarvitse. Huomioitavaa on myös se, että tähän on huomioitu vain lämmitysenergia. Kaikki muu sähkölaitteiston käyttö on jätetty pois.



Kuvio 1. Maatalousyrityksen A energiankulutus puulla lämmitettäessä.

Kuviossa 2 on esitetty maatalousyrityksen A lämmityskustannukset. On kuitenkin huomioitava, että työn kustannuksia ei olla tähän määritetty, vaan Excel-laskelma on tehty puun hinnalla. Asuinrakennuksen lämmityskustannukset muodostuvat tietenkin puusta. Navetassa sähkön kustannus nousee hieman suuremmaksi lypsinten pesurista johtuen. Yhteensä kustannukset ovat 2446 euroa, josta sähkön osuus on 730 euroa ja puun 1716 euroa.



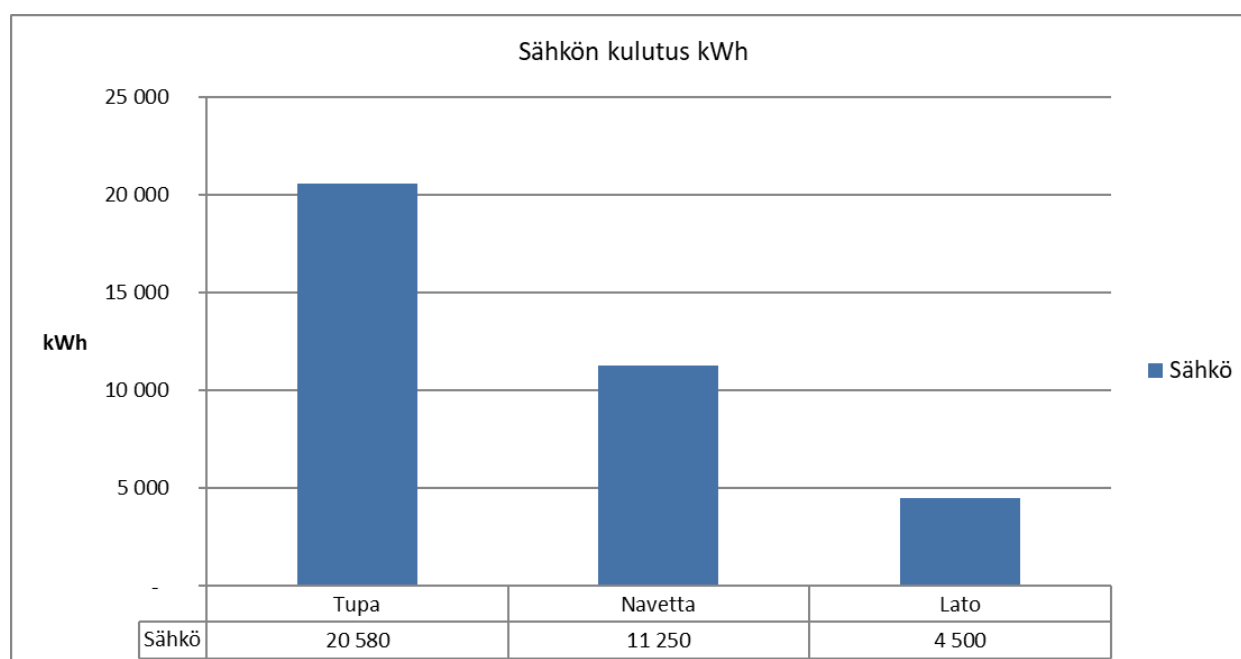
Kuvio 2. Maatalousyrityksen A lämmityskustannukset puulla lämmitettäessä.

5.2 Maalämpö

Maalämmön asentamisen jälkeen kaikki puuta ja lämmitysprosessia koskevat kustannukset jäivät pois. Lämmityksen kustannus muodostuu maalämpökoneiston käyttämästä sähkön määrästä sekä mahdollisista huolloista. Kovilla pakkasilla sähkövastukset pönkittävät maalämmön toimintaa, mikä yleensä aiheuttaa kustannuspiikin sähkölaskussa. Maatalousyrityksessä B on omakotitalossa lisäksi pönttöuunit, joilla on mahdollista antaa lisälämmitystä.

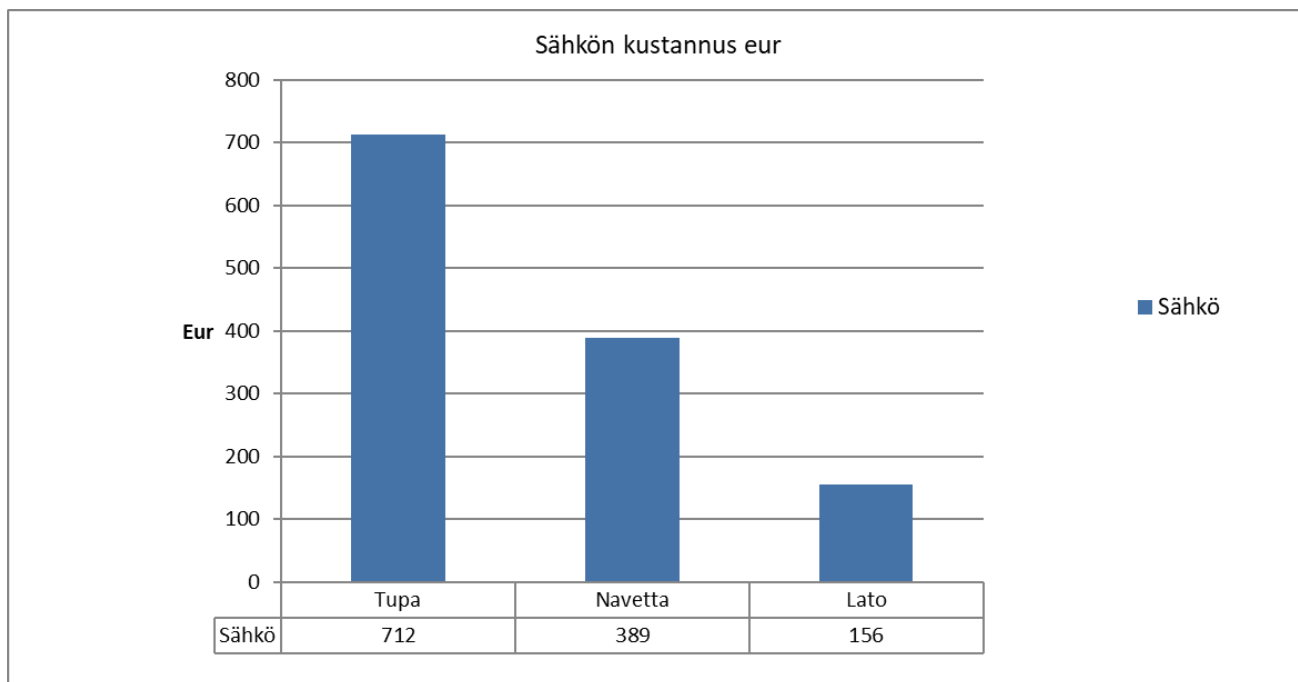
Investointivaiheessa maatalousyritykset saivat tarjouksien lisänä energialaskelman, jossa määritettiin päivittäisestä käytöstä aiheutuvat kustannukset. Tässä kohtaa se koski erityisesti sähköä ja sähkön kulutuspiikit sijoittuvatkin talvelle. Kyseessä on kuitenkin vain arvio, mutta maatalousyritys B sanoi ainakin omalta osaltaan sen pitävän suhteellisen hyvin paikkaansa.

Kuviossa 3 on esitetty maatalousyrityksen sähkön kulutus maalämpöjärjestelmällä. Sähkönkulutus luonnollisesti nousee maalämpökoneen vuoksi. Edelleen suurin osa lämmitysenergiasta menee asuinrakennuksen lämmittämiseen, mutta myös navetan tarvitsema kulutusmäärä on suurempi. Navetalle ei olla eritelty pesurin käyttämää energiaa, vaan se sisältyy tuohon samaan sähkönkulutukseen.



Kuvio 3. Maatalousyrityksen A energiankulutus maalämpökoneella lämmitettäessä.

Kuviossa 4 on esitetty sähkön kustannukset maalämpökoneella lämmitettäessä. Sähkön kustannus on yhteensä 1257 euroa. Tämä on 1189 euroa halvempi lämmitysmuoto kuin klapilämmitys tälle maatalousyritykselle. Lisäksi tässä ei ole päivittäisiä lämmitystyöstä aiheutuvia kustannuksia.



Kuvio 4. Maatalousyrityksen A lämmityskustannukset maalämpökoneella lämmitettäessä.

Maatalousyritykselle B lämpöpumpun kustannuslaskelman oli tehnyt LVI-alan yritys. Lämpöpumpun sähköenergian tarpeeksi oli laskettu noin 1500 kWh. Tämä kustantaa noin 1800 euroa. Hakkeelle oli laskettu hinnaksi noin 2000 euroa. Tälle yritykselle maalämmön vuotuiset lämmityskustannukset tulivat myös halvemmaksi. Tähänkään laskelmaan ei ollut huomioitu hakkeen tekemisen tai stokerin täyttämisen vaatimaa työtä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Näille maatalousyrityksille maalämmitysjärjestelmä on ollut kannattava sijoitus niin investointikustannuksena kuin vuotuisten käyttökustannusten kannalta. Maatalousyritykset ovat olleet tyytyväisiä tekemäänsä vaihtoon. Klapien ja hakkeen kanssa on jaksettava nähdä vaivaa ja päivä on rytmittettävä siten, että ehtii niitä myös hoitaa. Myös investointikustannukset ovat näissä huomattavan paljon suuremmat. Esimerkkimaatilat ovat myös kommentoineet maalämmön puolesta jatkuvaa tasaista lämpötilaa. Erityisesti klapiämmityksellä lämpötilat ailahtelevat, sillä lämmitysmäärät ovat kerralla pieniä, kattilan koosta riippuen. Maalämpö pitää tasaisen lämpötilan asuinrakennuksessa ja kuumaa käyttövetä on aina saatavilla hyvin nopeasti.

Hakkeella tasainen lämpötila on huomattavasti helpompi pitää, kun koneisto huolehtii itse polttoaineen syötöstä. Tietenkin haketta on oltava säiliössä. Sen kanssa ongelmana on yhtä lailla märkyys kuin klapien kanssa ja mahdollisesti hakkeen holvautuminen säiliössä. Holvautumisessa hake jää reunoille eikä laske alas, jolloin jatkuva syöte katkeaa. Klapeilla ja hakkeella lämmittäessä etukuormaajallinen traktori on etu poltettavan aineksen kускаamisessa. Maalämpökoneen kanssa koneita ei tarvita. Maalämpö ei myöskään aiheuta savuhaittaa tai nokeentumista. Toisaalta maalämpökoneiston reistaillessa tarvitaan LVI-alan ammattilaista korjaamaan. Esimerkkitalojen yrittäjät ovat kuitenkin saaneet tarvitsemansa avun paikalle nopeasti.

7 YHTEENVETO

Esimerkkinä olleissa maatalousyrityksissä maalämpö tuli halvemmaksi kuin sitä edeltäneet klapi- tai hakelämmitys niin vuosittaisissa kustannuksissa kuin investointikustannuksena. Tämän kokoluokan maatalousyrityksillä vaihto on ollut lisäksi merkittävä työmäärän vähentämisessä. Maalämpöjärjestelmän helppous myös nousi useasti esille. Uusiutuvien energioiden järjestelmiin liittyen voisi tutkia muita uusiutuvia energianlähteitä esimerkiksi, miten aurinkoenergialla voitaisiin korvata osa ostettavasta sähköstä tai olisiko kannattavaa rakentaa maatalousyritykselle biokaasulaitosta.

Erityisesti näitä kolmea lämmitysjärjestelmää vertailevaa tietoa oli hieman hankalasti saatavilla, mutta pääpiirteittäin opinnäytetyö onnistui hyvin. Lisäksi sain tehtyä samalla maatalousyritykselle A hyvän tietopaketin heidän energiakustannuksistaan ennen ja jälkeen lämmitysjärjestelmän vaihdon. Maatalousyrityksen B laskelmat olivat vuodelta 2018, joten ne eivät täysin pidä nyt paikkaansa energiakustannusten noususta johtuen. Sain kuitenkin mielenkiintoista vertailuaineistoa ja näin, millaisia laskelmia LVI-alan yritykset tekevät.

LÄHTEET

- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J., & Korhonen, J. (2016). Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf>
- LähiTapiola. (i.a.) Huoltamattomassa lämpökeskuksessa kytee palovaara. <https://www.lahitapiola.fi/maatilat/edut-ja-palvelut/maatilat-riskienhallinta/omaisuuden-ja-toiminnanriskit/turvallisuusvinkit/huoltamattomassa-lampokeskuksessa-kytee-palonvaara>
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatilatalouden rakennetuen kohdentamisesta 1167/2006. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20061167#Pidm45237816682320>
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus rakentamisinvestointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 242/2010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100242>
- Mistä on uusiutuvan energian investoinnit tehty? (2018). *Energiatehokkuudesta kilpailukykyä maaseudulla*. [Sähköposti].
- Mäkelä, O. (1995). *Klapikattiloiden käyttöominaisuudet*. Maatalouden tutkimuskeskus. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/443348/vtiedote71_95.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perälä, O. & Perälä, R. (2013). *Lämpöpumput*. Alfamer/Karisto Oy.7485744
- Thermia. (i.a.-a) Maalämmön toimintaperiaate. <https://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/miten-maalampo-toimii/>
- Tom Allen Senera. (i.a.) Mitä on maalämpö? <https://www.tomallensenera.fi/Maalampo>