

ENERGIAOMAVARAISUUDEN LISÄÄMINEN HIIRENMAAN LYPSYKARJATILALLA

Tero Kekkonen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2015

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara- ja ympäristöala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Kekkonen, Tero	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 09.03.2015
	Sivumäärä 33	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Energiaomavaraisuuden lisääminen Hiirenmaan lypsykarjatilalla		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Tero Vesisenaho		
Toimeksiantaja(t) Hiirenmaan tila, Kekkonen Kari ja Ritva		
Tiivistelmä <p>Maatilojen energiaomavaraisuudella pystytään parantamaan tilojen taloudellista tulosta, joka on erityisen tärkeää, kun tuottajahinnat ovat laskeneet. Menetetty tulo on hankittava toisella tavalla tai on etsittävä säästökohteita. Suurilla maatiloilla riittää työtä tilan pyörittämisessä, joten lämmitysjärjestelmät suunnitellaan mahdollisimman vähän työtä vaativiksi.</p> <p>Hiirenmaan tilalla Haukivuorella energiaomavaraisuus on noussut esille tuottajahintojen laskiessa ja ostoenergioiden hintojen noustessa. Tällöin vaihtoehtoiset energiantuottomenetelmät ovat realistinen vaihtoehto tilan taloudellisen kannattavuuden parantamiseksi. Tilan vaatimuksena oli, että järjestelmät ovat automatisoituja, jotta tilan työpanos voidaan suunnata maataloustuotantoon.</p> <p>Tilan energiakartoituksessa käytettiin apuna Energiaa viisaasti maatiloilla –hankkeen tuloksia. Kartoituksen ja laitevalmistajien neuvojen perusteella valittiin tilalle sopivat laitteistot. Työssä selvitettiin ennalta määritettyjen energiantuottomenetelmien sopivuus tilalle: hake, aurinko- ja tuulivoima, maalämpö, biodiesel ja biokaasu. Laitteistojen suuntaa antavat kustannukset selvitettiin keskustelemalla laitevalmistajien kanssa.</p> <p>Saatuihin tuloksiin vaikuttaa merkittävästi sähkön hinta, sillä se on korvattava energiamuoto. Tuloksissa huomioitiin vain laite- ja polttoainekustannukset. Hiirenmaan tilalla aurinkosähkö on kokonaisaloudellisesti ja tulevaisuutta ajatellen paras ratkaisu. Aurinkosähköllä saatiin parannettua tilan energiaomavaraisuus 19,1 %:sta 39 %:iin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Energiaomavaraisuus, lypsykarjatila, biodiesel, biokaasu, maalämpö, hake, aurinko- ja tuulivoima		
Muut tiedot		



Author(s) Kekkonen, Tero	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 09.03.2015
	Pages 33	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title Increasing energy self-sufficiency at dairy farm Hiirenmaa		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) Tero Vesisenaho		
Assigned by Farm Hiirenmaa, Kekkonen Kari and Ritva		
Abstract <p>The economic performance of farms can be improved by increasing their energy self-sufficiency, which is especially important now when producer prices have fallen. The lost income must be obtained in another way, or to look for savings. Large farms keep farmers busy with their work, so heating systems are designed to minimize the work load.</p> <p>Farm Hiirenmaa is situated at Haukivuori and its energy self-sufficiency was increased when the producer prices dropped and the purchase price of energy started rising. In this case, alternative energy production methods are a realistic option to improve economic profitability. The requirements assigned by Farm Hiirenmaa were that the systems are automated so that the farm's labor input can be directed to agricultural production.</p> <p>In this thesis were used the results of the project Energy wisely at the farms. The suitable equipment for Hiirenmaa was chosen based on the survey and the advice from the equipment manufacturers. In this thesis was examined how predefined energy production methods fit in place at the farm. The methods were wood chips, solar and wind power, geothermal, biodiesel and biogas. The directional prices of the equipment were found out by discussing with equipment manufactures.</p> <p>Based on these results a significant impact on the price of electricity, as it is replaced by a form of energy. The results were taken into account only the the equipment and the cost of fuel. The status of the photovoltaic solar energy is the most economical and best solution for the future. Solar Electricity improved the farm's self-sufficiency in energy from 19.1 % to 39 %.</p>		
Keywords Energy self-sufficiency, dairy farm, biodiesel, biogas, geothermal, wood chips, solar and wind power		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Lypsykarjatilojen energiankäyttö	3
1.1	Energiankäyttö kansainvälisesti	3
1.2	Kotimaan energiankäyttö	3
1.3	Energiankäyttö tilatasolla	4
2	Lähtötiedot	5
2.1	Tilan tiedot.....	5
2.2	Energian kulutus	7
2.3	Tavoite	8
3	Vaihtoehtoiset energiantuottomenetelmät.....	9
3.1	Hake.....	9
3.1.1	Yleistä.....	9
3.1.2	Kustannukset ja tuet.....	10
3.2	Aurinkoenergia	11
3.2.1	Yleistä.....	11
3.2.2	Kustannukset ja tuet.....	15
3.3	Maalämpö.....	17
3.3.1	Yleistä.....	17
3.3.2	Kustannukset ja tuet.....	18
3.4	Tuulivoima	19
3.5	Biokaasu.....	21
3.6	Biodiesel	21
3.6.1	Yleistä.....	21
3.6.2	Kustannukset ja tuet.....	22
4	Energian säästäminen	24
5	Johtopäätökset	25

5.1 Hake	26
5.2 Aurinkoenergia	26
5.3 Maalämpö.....	27
5.4 Tuulivoima	27
5.5 Biokaasu.....	28
5.6 Biodiesel	28
5.7 Jatkotoimet.....	29
Lähteet.....	31

Kuviot

Kuvio 1. Asemapiirustus	5
Kuvio 2. Kokonaisenergiankulutus	6
Kuvio 3. Energiaomavaraisuus	7
Kuvio 4. Vanha navetta	9
Kuvio 5. Aurinkolämmitysjärjestelmä	12
Kuvio 6. Aurinkolämpöjärjestelmä kahdella varaajalla	13
Kuvio 7. Keräimien hyötysuhde	14
Kuvio 8. Verkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä	15
Kuvio 9. Tuulivoimalan (1 MW) teho	20
Kuvio 10. Tuulen nopeus (m/s)	20
Kuvio 11. Energiaomavaraisuus jatkotoimien jälkeen	29

Taulukot

Taulukko 1. Hakelämmitysjärjestelmän kustannuslaskelmat	10
Taulukko 2. Aurinkolämmön kustannuslaskelmat	16
Taulukko 3. Aurinkosähkön kustannuslaskelmat	17
Taulukko 4. Maalämpöjärjestelmä kustannuslaskelma	19
Taulukko 5. Biodieselin kustannuslaskelmia	24

1 Lypsykarjatilojen energiankäyttö

1.1 Energiankäyttö kansainvälisesti

Viime vuosikymmeninä maatalouden energiankulutus on noussut merkittävästi maapallon väestönkasvun, kaupungistumisen sekä uusien tuotantotapojen takia (Maatilojen energiankäyttö 2013, 11.) Osittain kulutuksen nousu johtuu siitä, että työt tehdään koneilla eikä ihmistyöllä. Tällä hetkellä etenkin väestön kasvu lisää maatilojen energiankulutusta, koska kasvavalle väestölle tarvitaan enemmän ruokaa, minkä takia maatalouteen käytetään enemmän resursseja. Nykyaikaisilla tuotantotavoilla ja uusilla kasvilajeilla sekä -lajikkeilla pyritään parantamaan maatalouden energiatehokkuutta.

1970 –luvusta lähtien ihmiskunta on elänyt yli uusiutuvien luonnonvarojen. Vuonna 2013 kulutus vastasi 1,5 maapalloa. (Maapallo elää keskiviikosta lähtien velaksi 2013.) Tämän takia nykyiseen energiankäyttöön on kiinnitettävä huomiota, sillä tämä ei ole kestävää kehitystä.

Vuonna 2005 maatalouden arveltiin kuluttavan noin 2 % kokonaisenergian kulutuksesta (Woods, Williams, Hughes, Black & Murphy 2010). Euroopan Unionissa vastaava luku vuonna 2010 oli 2,2 % (Energy use 2012), mutta maatalouden kasvihuonepäästöt olivat vuonna 2010 noin 10 % (Greenhouse gas emissions 2012). Euroopan tavoitteina vuodelle 2020 ovat vähentää kasvihuonekaasuja 20 %, lisätä uusiutuvan energian osuutta 20 % sekä parantaa energiatehokkuutta 20 % (Vapaavuori 2013).

1.2 Kotimaan energiankäyttö

Suomen maa- ja puutarhatalouden energiankulutus on noin 3 % kokonaisenergian kulutuksesta (Jokiniemi 2014). Suomella on muuten lähes samat energiatavoitteet vuodelle 2020 kuin Euroopalla, mutta uusiutuvan energian osuus kasvaa 38 %:iin (Vapaavuori 2013). Tavoitteisiin pyritään käyttämällä erilaisia ohjauskeinoja. Sää-döohjauksessa annetaan uudet toimintatavat, joilla pyritään pääsemään asetettuihin tavoitteisiin. Taloudellisessa ohjauksessa tuetaan energiaselvityksiä sekä

–ratkaisuja, joilla pyritään lisäämään energiatehokkuutta. Lisäksi on informaatiotoiminta, jolla pyritään herättämään väki energia-asioihin ja lisäämään asian tietoisuutta. (Energiatehokkuustoimikunta 2009.)

Lisäämällä kotimaisen energiankäyttöä, voidaan lisätä maaseudun elinvoimaisuutta. Energiantuotanto tarvitsee työntekijöitä sekä polttoainetta, jota maatilalliset voisivat tuottaa. Monella maatilallisella on metsää, jolloin puuta voisi myydä energianlähteeksi, joka tuo tuloja sekä työtä. Lisäksi maatilallinen voisi viljellä energiakasveja, joita käytettäisiin energiantuotannossa.

1.3 Energiankäyttö tilatasolla

Fossiilisten polttoaineiden hinnan nousu on ajanut tilalliset kohti vaihtoehtoisia energiantuottomenetelmiä sekä ottamaan huomioon energian tehokas käyttö. Lisäksi kiinnostusta herättää tilan taloudellisen tuloksen parantaminen. Huomattavaa on energiatietouden lisääntyminen sekä energiapäästöjen mahdollinen vähentäminen.

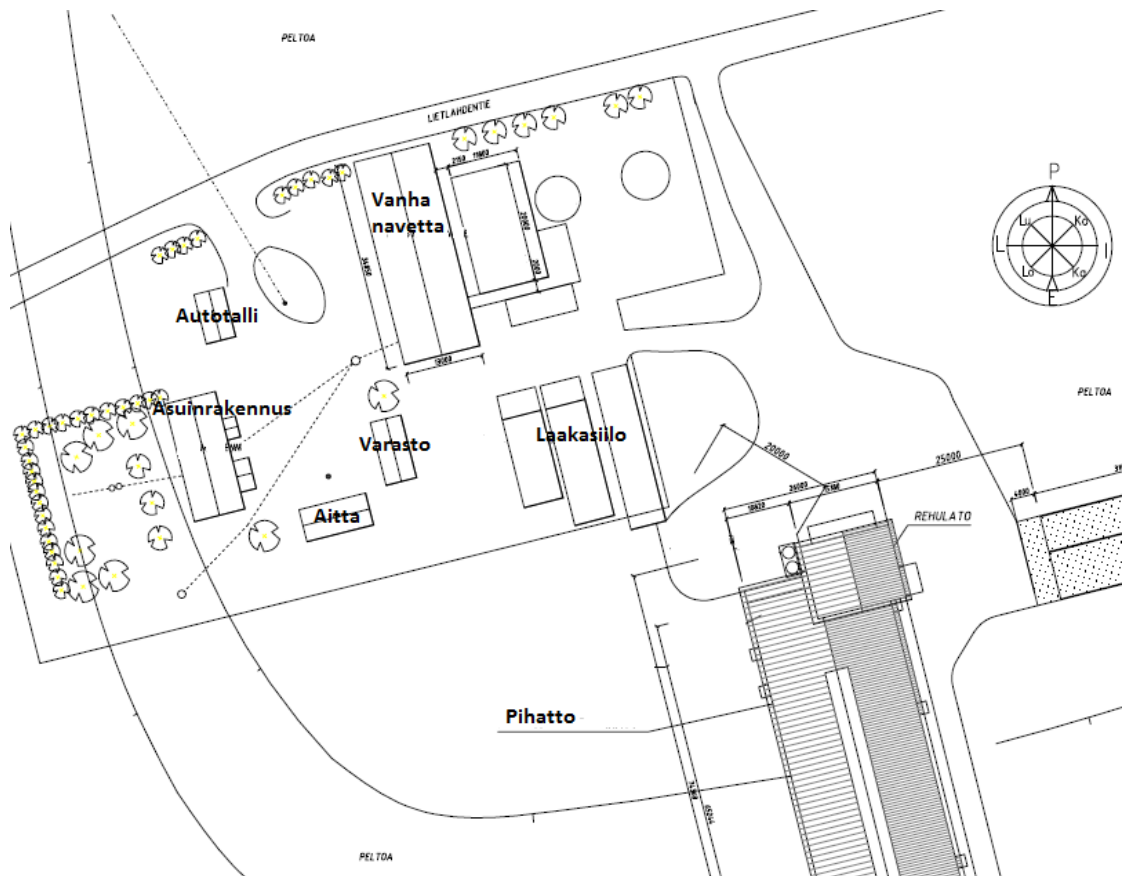
Energiaomavaraisuus on noussut esille, kun tuottajahinnat ovat laskeneet ja ostoenergian hinta on noussut. Tällöin menetetty tulo on saatava jostain toista kautta, joko säästämällä tai tehostamalla tuotantoa. Maatiloilla kuluu paljon energiaa, joten pienelläkin vaivalla voidaan saada aikaiseksi huomattavia säästöjä.

Opinnäytetyön aiheena on energiaomavaraisuuden lisääminen Hiirenmaan lypsykarjatilalla. Työ pohjautuu vuonna 2012 syksyllä tehtyyn energiankulutuskartoitukseen, joka tehtiin Energiaa viisaasti maatiloilla -hankkeessa Etelä-Savossa. Opinnäytetyö on tullut ajankohtaiseksi, koska ostoenergian hinta nousee ja energiantuottomenetelmät kehittyvät sekä halpenevat, joten tilalla voitaisiin tuottaa energiaa kohtuuhintaisesti uusilla menetelmillä.

2 Lähtötiedot

2.1 Tilan tiedot

Hiirenmaa toimii maatalousyhtymänä, jonka avulla työkuormaa saadaan jaettua useammalle. Yhtymään kuuluu isäntä, emäntä sekä nuori osakas. Hiirenmaan tilalla on hallinnassaan noin 100 ha peltoa ja noin 70 ha metsää. Vuonna 2006 tilalle rakennettiin yhden robotin lypsykarjapihatto, jossa lannanpoisto, ilmanvaihto ja ruokinta on automatisoitu. Lypsylehmiä tilalla on noin 75 kpl ja nuorkarjaa suunnilleen saman verran. Kuviossa 1 on asemapiirustus, josta nähdään rakennusten sijainti tilalla.

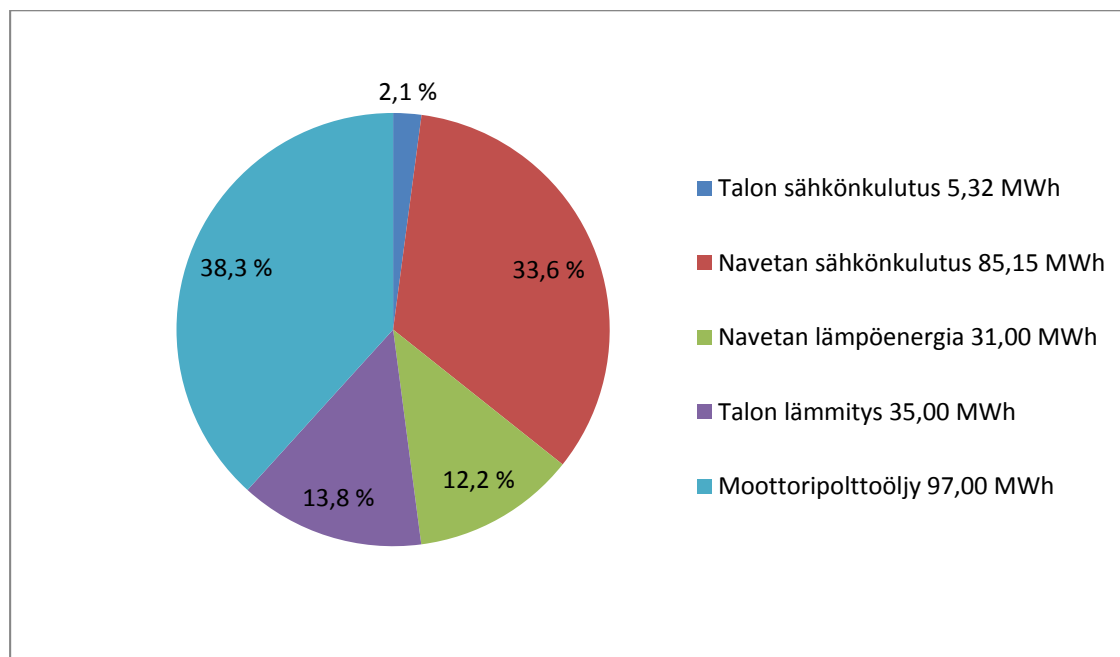


Kuvio 1. Asemapiirustus

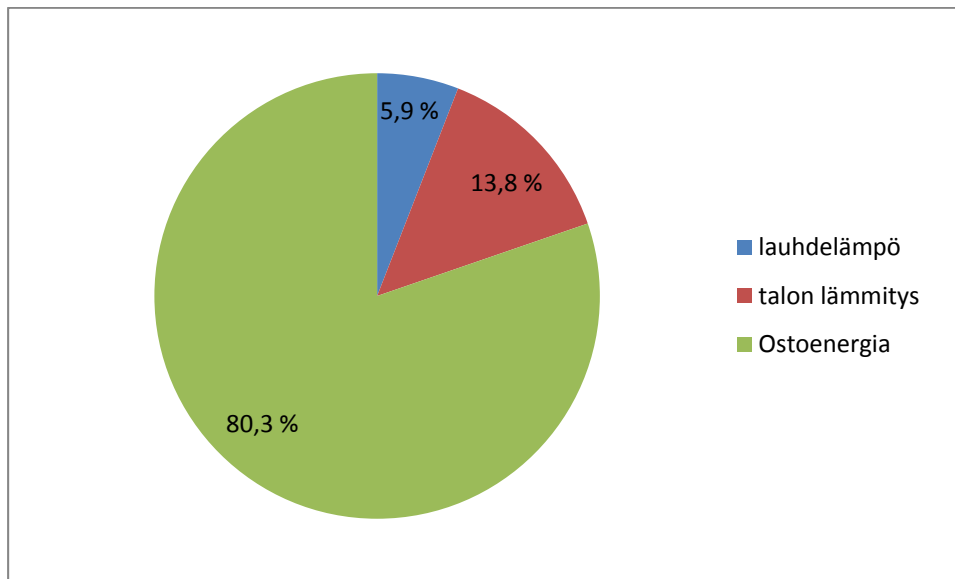
Tilan päärakennuksen pääasiallinen lämmitysmuoto on yläpaloklapikattila, joka uusittiin 2013 syksyllä. Sisällä rakennuksessa on 900 litran vesivaraaja, jota on mahdollista lämmittää sähkövastuksella. Päärakennuksessa on myös vanha leivinuuni, jota lämmitetään satunnaisesti talven kovimpina pakkasina.

Navetalla maidon lauhdelämpö kerätään talteen. Lauhdelämmöllä lämmitetään 2000 litran vesivaraajaa, ja lisälämpöä saadaan kolmella sähkövastuksella. Lisäksi lypsyrobotissa on oma sähkövastus, jolla se lämmittää pääpesujen vedet asetettuun lämpötilaan. Tilalla on hankittu varavoimaksi automaattisesti käynnistyvä aggregaatti, jolla turvataan sähkön saanti sähkökatkokkien aikana.

Kuviosta 2 saadaan selville kokonaisenergiankulutuksen jakautuminen eri osaluokkiin. Sähkö ja moottoripolttoöljy muodostavat noin 75 % kokonaisenergiankulutuksesta. Kuvioiden tiedot saatiin Energiaa viisaasti maataloilla –hankkeen tuloksista (Taavitsainen 2012). Kuviossa 3 on esitetty tilalla tuotettujen energioiden osuus kokonaisenergiaan nähden. Tällä hetkellä omavaraisuusaste on 19,7 % (ks. kuvio 3).



Kuvio 2. Kokonaisenergiankulutus



Kuvio 3. Energiaomavaraisuus

2.2 Energian kulutus

Vuonna 2012 sähköä kului 106 477 kWh, josta noin 5 % kului yksityistalouteen eli noin 5 300 kWh ja navetan osuus oli noin 101 200 kWh. Sähkönkulutus vuorokauden sisällä on melko tasaista, mutta pieniä kulutuspiikkejä syntyy, kun navetan lannanpoistokone käynnistyy, ruokintalaitteet käynnistyvät ja töiden ajaksi sytytetään valot. Vuositasolla sähköä kuluu hyvin tasaisesti, koska talvella joudutaan käyttämään enemmän valaistusta, mutta ilmanvaihto on silloin pienellä teholla, ja kesällä valaistusta ei juuri tarvita, mutta ilmanvaihto on suuremmalla teholla.

Navetan lämmitysenergian tarve on 31 000 kWh, josta maidon lauhdelämmöllä kerätään talteen 15 000 kWh. Lauhdelämmöllä lämmitetään varaajan vesi 60 asteeseen sekä lämmitetään sosiaali- ja toimistotilat. Navetalla lisälämpöä tarvitaan pesuihin ja lisälämpöä tuotetaan sähkövastuksilla. Energiakartoituksen mukaan navetan vuotuisen lämmitysenergian tarve on 16 000 kWh. Navetalla tarvitaan kolmesti päivässä lisälämpöä lypsyrobotin pesuvesiin, tällä hetkellä se tuotetaan sähköllä. Tilan traktoreihin kuluu noin 9 700 litraa moottoripolttoöljyä.

Päärakennuksessa lämmitettävää asuinpinta-alaa on 198 m² ja –tilavuutta 518 m³. Lämmitykseen käytetään vuosittain noin 20 - 30 kiinto-m³ (n. 2000 kWh/kiinto-m³).

Puun energiasisältö on noin 40 000 - 60 000 kWh/v. Hyötysuhteen ollessa 70 %, tuotettu nettolämpö on noin 28 000 kWh - 42 000 kWh. (Taavitsainen 2012.) Keskimääräisesti päärakennuksen lämmittämiseen kuuluu 62,5 irtom³ eli lämpöenergian tarve on 35 000 kWh/v. Vuositasolla lämpöä kuluu talvikautena enemmän, koska asuinrakennuksen lämmittämiseen kuluu lämpöä. Lämpöä kuluu vuorokausitasolla melko tasaisesti, koska sitä kuluu lähinnä asuinrakennuksen ja käyttöveden lämmittämiseen.

Yhtymän nuoren osakkaan talo tarvitsee vuodessa 5,5 tonnia pellettiä. Polton hyötysuhteen ollessa 0,85, saadaan lämpöenergian tarpeeksi 22 MWh/v. Yhdistäessä talo tilan kanssa samaan lämmitysjärjestelmään, tulisi lämpökanaalille mittaa 100 metriä. Lämpökanaalin hukkaenergia on 175 kWh/m (Taavitsainen 2012), jolloin kanaalin hukkaenergia on 17,5 MWh/v. Polton hyötysuhteen ollessa 0,85, tarvittava lämpöenergia on 20,6 MWh/v. Näin ollen taloa ei ole järkevää liittää tilan kanssa samaan lämmitysjärjestelmään, koska lämpökanaalin hukkaenergia on liki sama kuin talon lämpöenergian tarve.

2.3 Tavoite

Tilan tavoite oli saada selvitys vaihtoehtoisista energiantuottomenetelmistä, jotka olisivat mahdollisia tilan resurssien eli kustannusten, työmäärän ja raaka-aineiden puitteissa. Mahdollisista järjestelmistä laskettiin kannattavuus ja kustannukset. Energijärjestelmän tulee olla selkeä, varmatoiminen ja toimia vähällä lisätyöllä. Oma tavoitteeni oli tutustua ja saada lisätietoa erilaisista energijärjestelmistä. Työn tavoitteena oli myös pohtia energiankulutuksen säästökeinoja, varsinkin osatoenergian suhteen (sähkö ja polttoaineet) sekä tehdä selvitys vaihtoehtoisista energiantuottomenetelmistä. Tilalla mahdollisia energiantuotantomenetelmiä ovat hake, maalämpö, aurinko- ja tuulivoima sekä biodiesel.

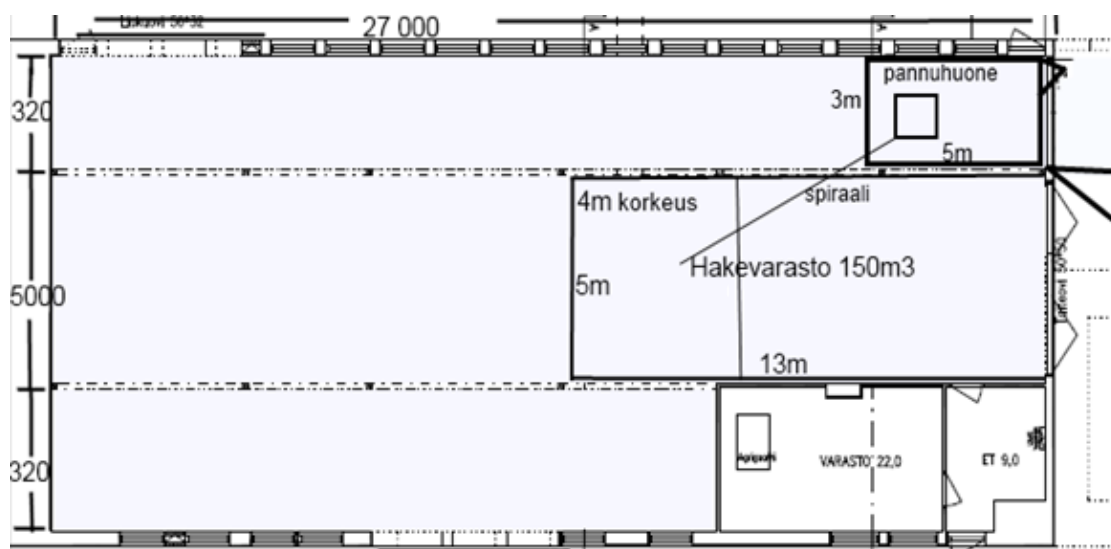
3 Vaihtoehtoiset energiantuottomenetelmät

3.1 Hake

3.1.1 Yleistä

Puu on hyvä energianlähde, koska se on ympäristöystävällinen sekä uusiutuva. Puusta saadaan käytännössä hiilidioksidivapaata energiaa (Ariterm Biolämpöopas 2011, 4), koska polton aikana puusta vapautuu siihen yhteyttämisessä sitoutunut hiilidioksidi. Tilalla on mahdollista tuottaa tarvittava määrä puuta, jonka urakoitsija hakettaa. Haketuksessa käytetään urakoitsijaa, koska heillä on paremman hakkurit, jolloin hakkeen laatu pysyy parempana.

Tilalle suunnitellaan 50 kW kattila, vaikka 30 kW riittäisi. Isompi kattila valitaan, koska tulevaisuudessa lämmöntarve mahdollisesti kasvaa, jolloin ylimääräistä lämmityskapasiteettiä on varalla eikä tarvitse vaihtaa kattilaa. Kattilaa voidaan käyttää hyvällä hyötysuhteella myös pienellä teholla, joten isomman kattilan valinta ei aiheuta ongelmia. Järjestelmä suunnitellaan täysin automaattiseksi tilan toiveiden mukaisesti. Laitteisto sekä hakevarasto suunniteltiin vanhaan navettaan (ks. kuvio 4).



Kuvio 4. Vanha navetta

3.1.2 Kustannukset ja tuet

Hakejärjestelmän investointikustannukset muodostuvat laiteista sekä asennuskuluista. Hakelämmitysjärjestelmään on mahdollista saada tukea 35 prosenttia toteutuneista kustannuksista (Brannas 2014). Taulukossa 1 on laskettu järjestelmän kustannuksia ja siinä on otettu huomioon vain laitekustannukset sekä vuosittainen polttoainekustannus. Polttoaineiden hinnat on laskettu markkinahinnoilla.

Säästötulen laitteiston hinnat on 55 000 € (Rautiainen 2014). Eurooppalaisen Frolingin laitteisto maksaa 32 240 € (Heikkilä 2014). Kahden eri laitevalmistajan välillä on 10 vuoden ero takaisinmaksuajassa. Tämä johtunee valmistajien eri varusteista ja merkistä.

Taulukko 1. Hakelämmitysjärjestelmän kustannuslaskelmat

	Säästötuli	Froling	Nykytila
Tuotto kWh/v	89 000	89 000	51 000
Investointikust.	55 000 €	32 240 €	
Tuki	35 %	35 %	
Kust. tuen jälkeen	35 750 €	20 956 €	
Polttoainekust.	2 338,53 €	2 338,53 €	4 996,20 €
Säästö €/v	2 657,67 €	2 657,67 €	
Takaisinmaksuaika v	<u>13,5</u>	<u>7,9</u>	
Hinnat sis. alv			
Klapi hinta	58	€/i-m ³	
Hake hinta	26,28	€/MWh	Energian hinnat 2014
Sähkön hinta	0,0857	€/kWh	12/2014 (Hiirenmaantila)
Klapi määrä	62,5	i-m ³ /v	

3.2 Aurinkoenergia

3.2.1 Yleistä

Kaikki polttoaineet, mukaan lukien uusiutumattomat, ovat peräisin aurinkoenergiasta. Suomessa biomassan tuottamiseen käytettävän fotosynteesin hyötysuhde on alle 1 %. Muuttamalla aurinkoenergian lämmöksi tai sähköksi, päästään huomattavasti parempiin hyötysuhteisiin. (Maatilojen energiankäyttö 2013, 116.)

Auringosta saadaan maksimissaan $1,35 \text{ kW/m}^2$ säteilyteho, mutta silloin säteen pitää tulla kohtisuoraan maahan. Muualla säteilytehoa saadaan aurinkoisena päivänä $1,0 - 1,2 \text{ kW/m}^2$, jota on mahdollista saada 9-15 tunnin ajan ottaen huomioon sijainnin ja kelin. (Nelson 2011, 36.)

Suomessa aurinkotuntien määrä Kouvolan Utin lentokentällä oli 1 668 h ja vuotuinen säteily määrä oli Jokioisilla 920 kWh/m^2 (Pirinen, Simola, Aalto, Kaukoranta, Karlson & Ruuhela 2012, 68–72). Tämä tekee keskimääräisesti $0,55 \text{ kWh/m}^2$. Vuotuisesta säteily määrästä 70 % osuu huhti–lokakuun väliselle ajalle (Pirilä, Anttila & Helynen 2004).

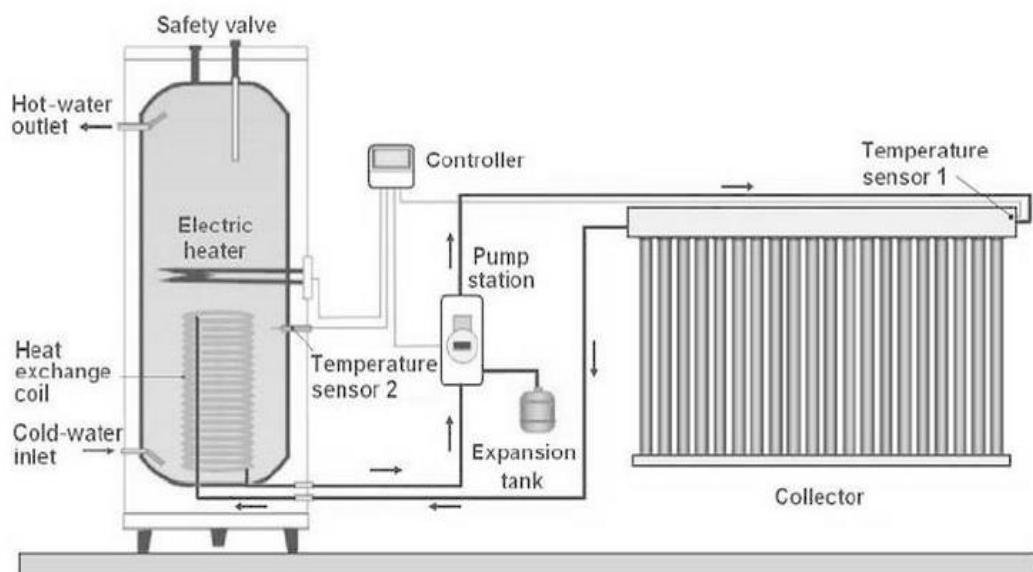
Aurinkopaneelit tulee sijoittaa etelään päin, jotta energiantuotto saadaan optimoitu. Paneelien optimikallistuskulma vaihtelee eri vuodenaikojen välillä, talvella kulman pitää olla suurempi ja kesällä hieman pienempi. Kun halutaan panostaa koko vuoden energiantuottoon, kallistuskulma Suomessa on suunnilleen 45 astetta. (Erat, Erkkilä, Nyman, Peippo, Peltola & Suokivi 2008, 83–84.) Tilalla paneelit sijoitetaan navetan vieressä olevalle pellolle, koska navetan harja on rakennettu etelä-pohjoinen-suuntaan. Pellolla paneelit voidaan suunnata etelään päin 45 asteen kulmaan, jotta tuotoskausi saadaan mahdollisimman pitkäksi.

Aurinkolämpö

Auringonsäteilyä voidaan muuttaa lämmöksi sekä neste- että ilmakiertoisella keräimellä. Nestekiertoiset jaetaan kahteen päätyyppiin, taso- ja tyhjiöputkikeräimiin. (Erat, Erkkilä, Nyman, Peippo, Peltola & Suokivi 2008, 72–73). Ilmakiertoisia keräimiä

käytetään ilman lämmittämiseen sekä tilojen kuivaamiseen. Vuorostaan nestekiertoisia keräimiä käytetään käyttöveden ja talon lämmittämiseen. (Lahikainen 2013, 6.) Tilalle suunnitellaan nestekiertoisen järjestelmän.

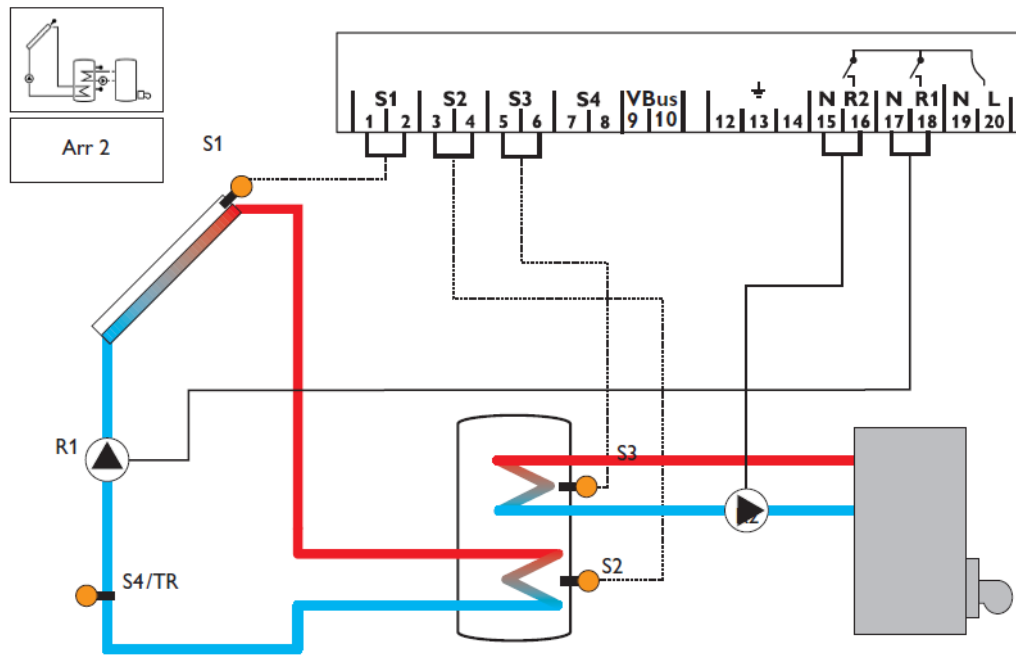
Kuviossa 5 on esitetty nestekiertoisen aurinkolämmitysjärjestelmä. Aurinkokeräimessä säteilyenergiaa muunnetaan lämmöksi, joka siirretään nesteen avulla varaajaan, jossa lämpö siirretään lämmönvaihtimen avulla varaajan veteen. Jäähdytynyt neste palaa pumpun avulla takaisin keräimelle.



Kuvio 5. Aurinkolämmitysjärjestelmä (Chen 2011, 242)

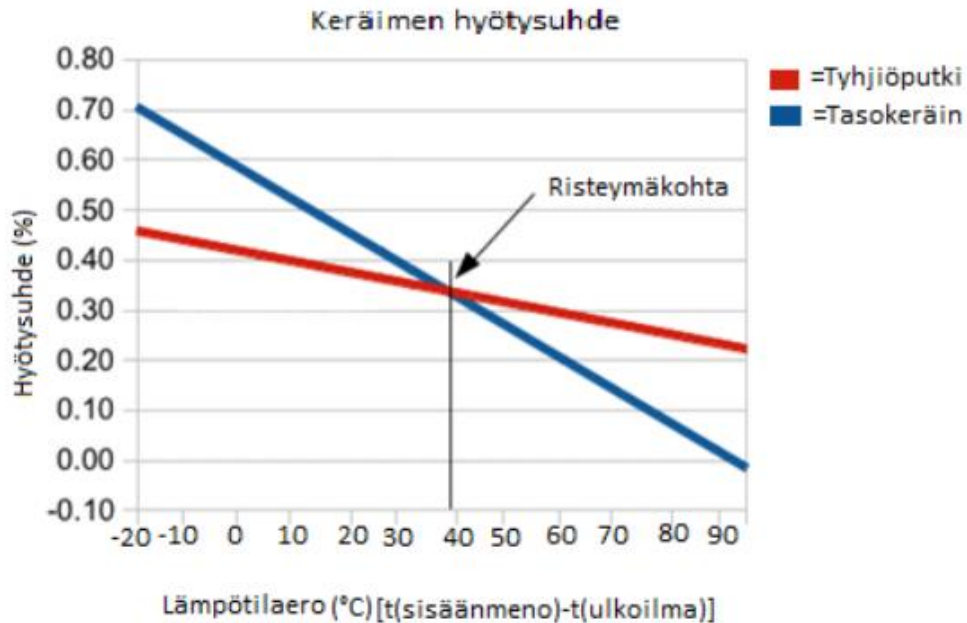
Tasokeräimellä voidaan lämmittää vesi 60–80 -asteiseksi (Chen 2011, 234). Hyvissä olosuhteissa ja vähällä käytöllä lämpötila voi nousta jopa lähelle sataa. Tyhjiöputkikeräimellä päästään suunnilleen samoihin lämpötiloihin. (Syrjälä 2014).

Kuviossa 6 kuvataan järjestelmä, joka on rakennettu kahdella varaajalla, jolloin ensimmäinen on pienempi, jolloin sen lämpötila voidaan nostaa korkeammaksi esimerkiksi 80 asteiseksi. Kun ensimmäinen varaaja saavuttaa asetetun lämpötilan, järjestelmä ryhtyy lämmittämään toista varaajaa. (Järjestelmäesimerkkejä n.d, 8). Tilalle valitaan kyseinen lämmitysjärjestelmä.



Kuvio 6. Aurinkolämpöjärjestelmä kahdella varaajalla (Järjestelmäesimerkkejä n.d)

Kuvio 7 kuvaa taso- ja tyhjiöputkikeräimen hyötysuhteen muutosta keräimeen menevän nesteen ja ulkoilman välisen lämpötilaeron muuttuessa. Kuvioista nähdään, että lämpötilaeron ollessa 40 astetta keräimien hyötysuhde on yhtä hyvä. Lämpötilaeron kasvaessa tyhjiöputkikeräin toimii paremmalla hyötysuhteella, toisaalta eron pienentyessä tasokeräin toimii paremmalla hyötysuhteella. Näin ollen tyhjiöputki toimii myös kylmempinä päivinä. Tasokeräin tuottaa lämpöenergiaa suunnilleen 6 kuukautta ja tyhjiöputkikeräin suunnilleen 8 kuukautta (Syrjälä 2014).



Kuvio 7. Keräimien hyötysuhde (Lahikainen 2013, 11)

Aurinkosähkö

Auringonsäteily saa kennojen elektronit liikkumaan, mikä muodostaa sähkövirran. Sähkövirta voidaan käyttää suoraan laitteissa tai sillä voidaan ladata akkuja. (Auringosta sähköä 2014.) Ylituotettu sähkö voidaan myydä sähköverkkoon, jolloin sähköyhtiö maksaa noin 4,5 snt/ kWh. Jos aurinkosähköjärjestelmä kytketään verkkoon, tuottajan pitää tehdä sähköyhtiön kanssa pientuottajasopimus, vaikkei ylituotettua sähköä tulisikaan. (Piivok 2014.)

Tilalle valitaan järjestelmä, joka kytketään verkkoon ja sähkö pyritään käyttämään tilalla. Järjestelmä mitoitetaan niin, että ylituotettua sähköä ei tulisi, koska myytävää sähköä saa huonomman hinnan kuin tilalla käytettäessä. Sähkön ostohinta kaikine kuluineen 12/2014 oli 8,57 snt/ kWh (Kekkonen 2014). Ostohinta on melkein kaksi kertaa kalliimpaa kuin myyntihinta.

Kuviossa 8 nähdään verkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän laitevaatimukset. Invertterillä muutetaan tasavirta vaihtovirraksi ja optimoidaan paneelien napajänni-

te, jotta niillä tuotetaan maksimiteho (Auringosta sähköä 2014). Sähköpääkeskus ohjaa virran kulkua, joko verkkoon tai kulutukseen.



Kuvio 8. Verkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä (Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä 2014)

3.2.2 Kustannukset ja tuet

Aurinkojärjestelmiin on mahdollista hakea tukea ELY-keskukselta. Tuki maksetaan toteutuneiden kustannusten perusteella. Lämmöntuotantoon tukea maksetaan 20 % ja sähköntuotantoon 30 %. (Piivok 2014.) Laskelmissa ei ole otettu huomioon tuotannosta syntyviä kuluja.

Lämpö

Tasokeräimen kustannus on laskettu 16 m²:n keräinalalla, jolla voidaan tuottaa suunnilleen puolet energiantarpeesta (Syrjälä 2014). Vuorostaan tyhjiöputkikeräimen kustannus on laskettu 26,2 m²:n keräinalalla, jonka tuotosarvio on 13 400 kWh (Järvinen 2014). Taulukossa 2 on laskettu taso- ja tyhjiöputkikeräimen kustannuksia verraten niitä nykytilanteeseen, jossa lämpö tuotetaan sähkövastuksilla. Tasokeräimen kustannukset saatiin Tulituote Oy:ltä ja tyhjiöputkikeräimen Solartukku Oy:ltä. Järjestelmien kustannukset ovat suunnilleen samoissa, mutta tyhjiöputkikeräimellä pystytään arvion mukaan tuottamaan suurempi osa lämpöenergian tarpeesta. Laskelmissa on käytetty kahta sähkön hintaa, jotta havaitaan paremmin sen vaikutus takaisinmaksuaikoihin.

Taulukko 2. Aurinkolämmön kustannuslaskelmat

	Tasokeräin	Tyhjiöputkikeräin	Nykytila
Tuotto kWh/v	8 000	13 400	16 000
Investointi kust.	8 360 €	8 226 €	
Tuki	20 %	20 %	
Kust. tuen jälkeen	6 688 €	6 581 €	
Lisälämmitys kWh/v	8 000	2 600	
Lämmitys €/v	686 €	223 €	1 371 €
Säästö €/v	<u>686 €</u>	<u>1 148 €</u>	
Takaisinmaksuaika	<u>9,8</u>	<u>5,7</u>	
Kesäkuun hinta			
Lämmitys €/v	1 206 €	392 €	2 411 €
Säästö €/v	1 206 €	2 019 €	
Takaisinmaksuaika	<u>5,5</u>	<u>3,3</u>	
Tarve kWh/v	16 000		
Hinnat sis. alv			
Sähkön hinta	0,0857 €/kWh		
12/2014 (Kekkonen 2014)			
Kesäkuu 2014 (stat.fi)	0,1507 €/kWh		

Sähkö

Tilalle valitaan korkeintaan 50 kW:n järjestelmä, koska suuremmat järjestelmät ovat sähköverovelvollisia. Verovelvollinen joutuu maksamaan veroa sähköstä, joka käytetään kyseisellä käyttöpaikalla muuhun kuin energiantuotantoon eli sähköstä, jota käytetään omissa laitteissa (Opas sähkön pientuottajalle 2012).

Aurinkopaneelien sähköntuotto on suunnilleen 10 kW → 10 000 kWh/v. Näin ollen 50 kW:n järjestelmällä tuotetaan noin 50 000 kWh. (Piivok 2014). Yksi 1,7 m² paneeli tuottaa 250 W. Tällöin 50 kW:n järjestelmä tarvitsee 200 paneelia, mikä tekee 340 m². Vuorostaan 30 kW:n järjestelmä tarvitsee 120 paneelia, joka tekee 204 m². Laitteiden hinnat saatiin Turun konekeskukselta.

Taulukossa 3 on laskettu järjestelmien takaisinmaksuaika syyskuun 2014 sekä kesäkuun 2014 hinnalla. Kesäkuun hinta oli lähes kaksi kertaa suurempi kuin tämänhetkinen. Syyskuun 2014 hinnalla 50 kW:n järjestelmän takaisinmaksuaika on 9 vuotta ja 30 kW:n reilu 10 vuotta. Kesäkuun hinnalla takaisinmaksuajat putosivat lähes puolelta. Laskelmien perusteella 50 kW:n järjestelmällä on pienempi takaisinmaksuaika, koska investointikustannus on suhteessa edullisempi kuin 30 kW:n järjestelmässä.

Taulukko 3. Aurinkosähkön kustannuslaskelmat

	Aurinkopaneeli	Aurinkopaneeli	Nykytila
	50kW	30kW	
Tuotto kWh/v	50 000	30 000	
Investointi kust.	55 000 €	39 000 €	
Tuki	30 %	30 %	
Kust. tuen jälkeen	38 500 €	27 300 €	
Lisätarve kWh/v	56 500	76 500	
Kustannus €/v	4 842 €	6 556 €	9 127 €
Säästö €/v	4 285 €	2 571 €	
Takaisinmaksuaika	<u>9,0</u>	<u>10,6</u>	
Kesäkuun hinta			
Kustanus €/v	8 515 €	11 529 €	16 050 €
Säästö €/v	7 535 €	4 521 €	
Takaisinmaksuaika	<u>5,1</u>	<u>6,0</u>	
Tarve	106 500 kWh		
Hinnat sis. alv			
Sähkön hinta 12/2014 (Kekkonen 2014)	0,0857 €/kWh		

3.3 Maalämpö

3.3.1 Yleistä

”Tutkimuksen mukaan noin 3 %:n osuus vuosittaisesta auringon maahan varastoituvasta energiasta riittää vuotuisen lämmöntarpeemme kattamiseen maalämmöllä”

(Maatilojen energiankäyttö 2013, 118). Lämpöenergiaa voidaan kerätä joko vaakaputkistolla pintamaasta tai pystysuoralla kalliosta (Maatilojen energiankäyttö 2013, 118–119). Tilalla ei voida asentaa vaakaputkistoa, koska kallio on lähellä pintaa. Näin ollen tilalla joudutaan poraamaan kaivo.

Maalämmöllä vesi voidaan lämmittää jatkuvasti noin 65 asteeseen, mutta lisälaitteilla lämpötila voidaan nostaa 72 asteeseen. Maalämmön lämmöntuotto on melko tasaista ympäri vuoden. Tilan tapauksessa tarvitaan 80 -metrinen kaivo, jotta tarvittava lämpö saadaan kerättyä. Järjestelmä käyttää sähköä kolmanneksen tuotetusta energiasta. Järjestelmä koostuu keruuputkesta, lämpöpumpusta sekä tarvittavista ohjaimista. (Ylikulju 2014.) Tilalle valitaan järjestelmä, jolla voidaan tuottaa 72-asteista vettä, koska silloin lisälämmityksen määrä putoaa enemmän.

3.3.2 Kustannukset ja tuet

Maalämpöjärjestelmässä joudutaan poraamaan kaivo, jonka kustannukset ovat 30 €/metri. Maalämmön kustannus kattaa järjestelmän ja kaivon. Järjestelmällä voidaan kattaa lähes kokonaan lämmöntarve.

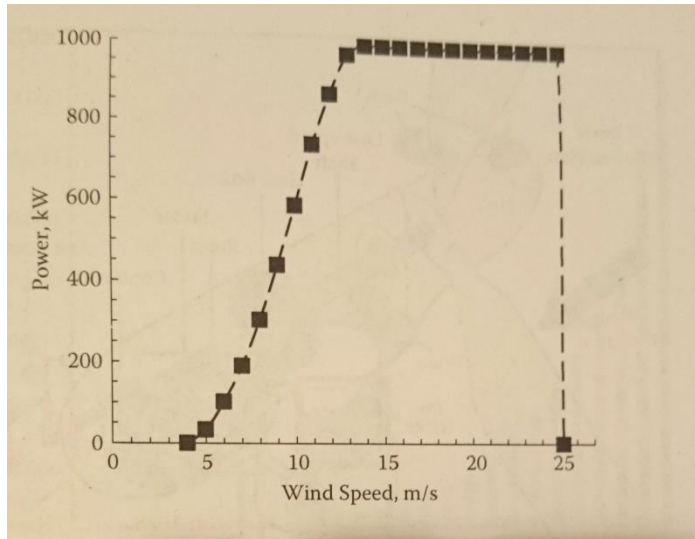
Taulukossa 4 on laskettu järjestelmän takaisinmaksuaika, joka olisi joulukuun 2014 hinnalla lähes 13 vuotta. Laskelmassa huomioitiin järjestelmä sähkökulutus, joka on kolmannes lämmöntuotannosta. Muita kuluja ei huomioitu. Investointiin laskettiin 20 %:n tuki, joka lasketaan toteutuneista kuluista.

Taulukko 4. Maalämpöjärjestelmä kustannuslaskelma

	Maalämpö	Nykytila			
Tuotto kWh/v	14 000		Tarve kWh/v	16 000	
Laitte kustannus	10 600 €		Hinnat sis. alv		
Poraus kustannus	2 400 €		Sähkön hinta	0,0857 €/kWh	
Tuki	20 %		12/2014		
Kust. tuen jälkeen	10 400 €		(Hiirenmaan		
			Kesäkuu 2014		
Lisälämmitys kWh/v	2 000		(stat.fi)	0,1507 €/kWh	
Lämmitys €/v	567 €	1 371 €			
Säästö €/v	804 €				
Takaisinmaksuaika	<u>12,9</u>				
Kesäkuun hinta					
Lämmitys €/v	998 €	2 411 €			
Säästö €/v	1 414 €				
Takaisinmaksuaika	<u>7,4</u>				

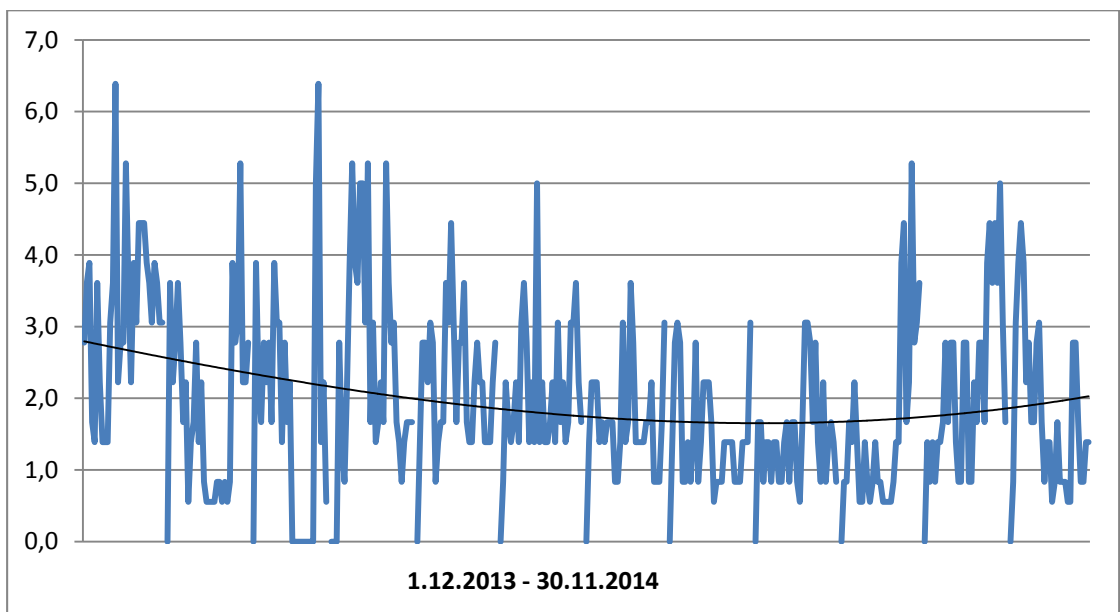
3.4 Tuulivoima

Tuulella voidaan tuottaa sähköä, kun tuulennopeus on vähintään kolme metriä sekunnissa (Maatilojen energiankäyttö 2013, 113). Tällöin kone lähtee käyntiin, mutta ei juuri tuota energiaa. Tuulivoimalan teho kasvaa kolmannessa potenssissa (Kantonen 2014). Kuviosta 9 nähdään tehon kasvu suhteessa tuulen nopeuteen. Kuvion perustella nähdään, että nimellisteho saavutetaan noin 13 m/s tuulella. Vuorostaan yli 25 m/s tuulella järjestelmä suljetaan rikkoutumisvaaran takia.



Kuvio 9. Tuulivoimalan (1 MW) teho (Nelson 2011, 177)

Kuviosta 10 nähdään keskituulennopeus 1.12.2013 – 30.11.2014 Mikkelin lentokentällä, joka sijaitsee noin 30 km:n päässä. Keskituulennopeus on vaihdellut 1,8 – 2,9 m/s, joten se on pienempi kuin mitä tuulivoimala vaatii, joten siihen ei ole järkevää investoida, koska voimala ei tuottaisi riittävästi. Yhden 4 kW:n tuulivoimalan investointikustannus on noin 15 000 € (Kantonen 2014), joten takaisinmaksuaika venyisi pitkäksi.



Kuvio 10. Tuulen nopeus m/s (Mikkelin lentokenttä 2014)

3.5 Biokaasu

Maatilamittakaavassa biokaasusta tuotetaan yleensä lämpöä sekä sähköä. Biokaasusta voidaan myös jatkojalostaa liikennepolttoainetta. Tuotettaessa lämpöä sekä sähköä suunnilleen kolmannes tuotetusta energiasta on sähköä ja loput lämpöä. Biokaasua voidaan tuottaa lietteestä ja biomassasta. Pilaantuneen rehun käyttäminen biokaasun tuotantoon ei ole paras mahdollinen, koska pilaantuminen on jo kuluttanut rehun energian. Reaktoriin voidaan tuottaa biomassaa suoraan pellolta, mutta tilalla peltojen biomassaa tarvitaan eläinten ruokintaan.

Yleensä tuotetun lämmön hyödyntäminen on ongelmallista, koska lämpöä tulee ympäri vuoden, etenkin kesällä lämmön hyödyntäminen on haastavaa. Lämmön käyttöpaikka tulisi olla lähellä, sillä lämpöä ei kannata siirtää kovin kauas siirtohävikin takia.

Tila on tehnyt lietteenluovutus sopimuksen Haukivuorelle rakennettavan biokaasulaitoksen kanssa. Tämän takia tilan omaan biokaasulaitokseen ei ole riittävästi raakaainetta, koska liete on reaktorin pääraaka-aine. Näin ollen biokaasuun investoiminen ei ole mahdollista.

3.6 Biodiesel

3.6.1 Yleistä

Maatilamittakaavassa voidaan tuottaa rypsin siemenistä puristetusta rypsiöljystä rypsimetyyliesteriä (RME) eli rypsibiodieseliä, joka on ensimmäisen sukupolven biopolttoainetta. Sitä voidaan käyttää maatalan työkoneissa, kuivurissa sekä rakennusten lämmityksessä. Puristuksen sivutuotteena syntyy puristetta, jonka öljypitoisuus on suunnilleen 15 %, jota voidaan käyttää eläinten ruokinnassa. (Iivonen ym. 2013, 75–76). Puristeen korkea öljypitoisuus voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia lehmien ruokinnassa, jos käyttömäärät ovat korkeita, koska tällöin ruokinta on liian öljyistä hankaloittaen pötsin toimintaa.

”Biodieselin raaka-aineeksi Suomessa soveltuvat lähinnä rypsin ja rapsin siemenet sekä ruuan valmistuksessa käytetyt kasviöljyt” (Iivonen ym. 2013, 76). Rypsi soveltuu paremmin Suomen kesään lyhyemmän kasvukautensa puolesta, mutta rapsin etuna on suurempi sato. Rypsiä voidaan viljellä samalla peltolohkolla neljän - viiden vuoden sykleissä, kasvitautilta vuoksi. Satotasot voivat vaihdella 1000–2000 kg/ha. Siemenen öljypitoisuus on 40 % luokkaa. Mekaaninen puristus voidaan tehdä joko kylmänä tai kuumana, jolloin kasviöljyn saanti on noin 30–35 %. (Iivonen ym. 2013, 76.)

Kaasisen (2014) mukaan common rail – moottoreissa ei suositella käytettävän biodieseliä, koska maatilamittakaavan tuotannolla ei päästä EN 590 standardin mukaiseen laatuun. Näin ollen biodiesel ei voitelisi korkeapainepumppua kunnolla ja se voisi tukkia suodattimet sekä polttoainejärjestelmän. Mekaanisella jakopumpulla varustetulla moottorilla voidaan käyttää biodieseliä, koska se ei vaadi niin korkealaatuisia polttoainetta. (Kaasinen 2014.) Tämän takia tilalla biodieseliä voitaisiin käyttää vain vanhimmassa koneessa, jossa on mekaaninen jakopumppu.

3.6.2 Kustannukset ja tuet

Rypsin viljelyyn on mahdollista saada valtiolta tukea. Öljykasvipalkkio on 85 €/ha, mutta se voi vaihdella vuosittain haetun viljelyalan mukaan (Hakuopas 2014). Biodieselin kustannuslaskelmissa taulukossa 5 on käytetty markkinahintoja, jotka ovat verottomia.

Biodieselille on mahdollista saada saman verran tukea kuin normaalille lämpökeskuskelle. Tuki riippuu laitoksen koosta ja vaihtelee 250–800 €/kW. (Brannas 2014.) Puristimien kustannukset lähtevät 2 000 eurosta nousten suunnilleen 12 000 euroon, mutta samalla puristimien tehot nousevat (Manelius 2014). Kustannuksia nostavat mahdolliset lisälaitteet, jotka valitaan tilan tarpeiden mukaan.

Laskelmissa ei ole huomioitu mitään tuotantokustannuksia. Puristuksen sivutuotteenä syntyvälle puristeelle laskettiin markkinahinta. Maatilakokoluokan puristimilla päästään 30–35 %:n öljynsaantiin. Kustannukset laskettiin 32 %:n öljynsaannilla. Bio-

dieseliä käytettäessä polttoaineen kulutus nousee 5-10 % alhaisemman lämpöarvon takia verrattuna normaaliin dieseliin (Iivonen ym. 2013, 77), mikä on huomioitu laskeissa.

Nykyisillä markkinahinnoilla biodieselin puristaminen toisi 208 € säästön, jos vastaavat määrät ostettaisiin valmiina tuotteina. Tilalla voidaan viljellä rypsiä 20 ha alalla, joka nykyisin on kauralla. Alalta voidaan saada 1 500 kg/ha keskisadolla noin 6 300 € säästö. Syntyneellä säästöllä pitää hankkia tarvittava vilja sekä kuolettaa biodieselin tuotantokustannukset. Tarvittavan viljan hankintaan kuluisi vuosittain noin 8 100 €, joka on suurempi kuin saatu säästö eikä tuotantokustannuksia ole vielä huomioitu.

Taulukko 5. Biodieselin kustannuslaskelmia

	Biodiesel		Moottoripolttoöljy	
Rypsin hinta(avena)	326,6 €/tn			
	0,3266 €/kg			
Rouheen osuus	680 kg			
Hinta (680 kg)	222 €			
Ostorehu	290 €/tn			
Ostorehu (680 kg)	197 €			
Säästö	-25 €			
Rypsiöljyn osuus	320 kg			
	364 ltr			
	0,105 €/kg			
	0,092 €/ltr			
Kulutuksen nousu	7 %			
	0,098 €/ltr		0,74 €/ltr	
Hinta (364 ltr)	35,8 €		269,1 €	
Säästö	0,642 €/ltr			
Säästö (364 ltr)	233,3 €			
Yhteissäästö	208 €			
Mahdollinen viljelyala	20 ha			
keskisato	1500 kg/ha			
Säästö	312,4 €/ha			
	6 249 €/vuosi			
Kauran hinta(avena)	116 €/tn			
Mahdollinen viljelyala	20 ha			
Keskisato	3500 kg/ha			
Sato	70 000 kg			
Kulu	8 120 €/vuosi			
Hinnat alv 0 %				
Öljynsaanti	32 %			
Öljyntiheys	880 kg/m ³			

4 Energian säästäminen

Tilan energiaomavaraisuutta voidaan kohottaa myös säästämällä ostoenergiaa, jolloin oman energian osuus nousee. Vajaa puolet tilan energiasta kuluu sähkönä navetassa ja noin 39 % kuluu polttoöljynä. Loput energiasta kuluu yksityistaloudessa.

Sähköä kuluu veden lämmittämiseen, valaistukseen, ruokinta-, ilmanvaihto- ja lannoituslaitteisiin sekä lypsyröbottiin. Vaihtamalla nykyiset loisteputkivalaisimet led-valaisimiin voidaan vähentää sähkön kulutusta, mutta samalla valoteholla olevat led-valot maksavat 2,5 – 3 kertaa enemmän verrattuna perinteisiin. Lisäksi on huomioitava korkeammat asennuskulut, jotka ovat suunnilleen tuplaten perinteiseen verrattuna. (Komonen 2014.) Tällä hetkellä valaistuksen vaihtaminen ei ole kannattavaa, koska hankintakulut ovat korkeat sekä led-valaisimet kehittyvät jatkuvasti eteenpäin ja näin ollen niiden hankintahinta pienenee. Valaistukseen kuluvaa energiaa voidaan vähentää myös viisaammalla valojen käytöllä, ettei suotta polteta valoja sekä käyttämällä liiketunnistimia mahdollisuuksien mukaan.

Polttoöljyä käytetään tilan traktoreissa. Suunnittelemalla logistiikkaa saadaan säästettyä polttoainetta sekä samalla turhat ajot jäävät pois ja työaikaa säästyy. Logistiikan suunnittelussa pyritään, että tyhjää ajoa olisi mahdollisimman vähän eli palataan tilalle hakemaan jotain sekä pyritään ajamaan täysiä kuormia. Lannoituksessa vietään säkit ensiksi pellolle, jotta ei tarvitse ajella pellon ja tilan väliä edestakaisin.

Tärkeää on huomioida traktorin ja työkoneen oikea mitoitus, ei valita isointa traktoria ja pienintä konetta. Pyritään mitoittamaan koneet työtä vastaavaksi, jolloin ei kulu ylimääräistä polttoainetta sekä peltoajossa maa ei tiivisty liian ison koneen takia.

5 Johtopäätökset

Laskelmissa käytetyt järjestelmien hinnat ovat suuntaa antavia, ja kaupanteossa hinna voivat olla erilaisia. Hinnoissa on huomioitu vain laitteet. Laskelmien lopputulokseen vaikuttaa merkittävästi sähkön hinta, sillä se on korvattava energianmuoto. Osassa laskelmissa on käytetty kahta sähkön hintaa havainnollistamaan, sen vaikutusta takaisinmaksu-aikaan.

5.1 Hake

Hakejärjestelmien laitekustannuksia selvitettiin kahdelta yritykseltä. Hinta-arviot sisälsivät koko järjestelmän, joka on automatisoitu. Tämän takia hinnat voivat olla keskimääräisiä korkeampia. Hakelämmitys ei ole tilalla taloudellisesti kannattava ratkaisu, koska takaisinmaksuaika venyi pitkäksi. Hakelämmityksen etuna on, että silloin kaikki lämpiyä samalla järjestelmässä eli kokonaisuus on yksinkertainen.

Hakelämmitysjärjestelmä voisi tulla kyseeseen, jos lämpöenergian tarve nousisi merkittävästi. Lämmön kulutusta voisi lisätä esimerkiksi lämmitettävä konehalli tai maatalouden tuotanto kasvaa. Hakejärjestelmän investointikustannusten laskiessa tila voisi kiinnostua hakelämmityksestä. Järjestelmän etuna olisi, että haketta voitaisiin tuottaa tilan omista metsistä.

5.2 Aurinkoenergia

Aurinkoenergia lähes huoltovapaata energiaa sekä paneelien laskettu käyttöikä on hyvin pitkä, yli 20 vuotta. Aurinkovoimajärjestelmien energiantuotot ovat keskimääräisiä, joten todellisuudessa energiantuotto voi vaihdella suuntaan tai toiseen. Tällöin myös taloudellinen kannattavuus muuttuu.

Aurinkolämpö

Aurinkolämpöratkaisuihin tilalle valitaan tyhjiöputkikeräin, koska sen taloudellinen kannattavuus on pidemmän tuottokauden vuoksi parempi kuin tasokeräimen. Lisäksi tyhjiöputkikeräimellä on mahdollista tuottaa lämpöä pitempään kuin tasokeräimellä. Järjestelmä on mitoitettu navetan lämpöenergian tarpeen mukaan, koska sillä voidaan leikata sähkön kulutusta ja lisätä energiaomavaraisuutta.

Aurinkosähkö

Aurinkosähköjärjestelmän kooksi valitsen 50 kW, koska sillä voidaan tuottaa enemmän sähköä, ja se on suhteessa edullisempi kuin 30 kW. Lisäksi sen taloudellinen kannattavuus on parempi.

Järjestelmän huono puoli on paneelien tilan tarve. Paneelit asennettaisiin pellolle, jotta paneelit voidaan asentaa etelään päin, jolloin paneelien hyötysuhde on paras. Valitussa järjestelmässä paneeliala on 340 m².

5.3 Maalämpö

Tilan tapauksessa lämpö otetaan kaivosta, koska kallio on lähellä maanpintaa, jolloin putkiverkoston asentaminen olisi haasteellista. Järjestelmä mitoitettiin siten, että tuotto riittäisi navetan tarpeisiin, koska nykyisin lämpö tuotetaan sähköllä. Päärakennukseen ei oteta maalämpöä samasta kaivosta, koska tällöin jouduttaisiin asentamaan lämpökanaalia lähes 100 metriä, jolloin hukkalämpö olisi merkittävää.

Maalämmön heikkoutena on, että kaivon syvyys on mitoitettu tämän hetkisellem tarpeelle. Kulutuksen kasvaessa pitäisi porata syvempi kaivo. Lisäksi heikkoutena on, että maalämpö kuluttaa kolmanneksen sähköä tuotetusta energiasta. Toisaalta hyvänä puolena on, että maalämpö ei lopu sekä sitä saadaan ympäri vuoden melko tasaisesti.

Tilan tapauksessa maalämpö ei ole paras ratkaisu vaihtoehtoiseksi energiantuottomenetelmäksi, koska tulevaisuudessa energiantarve todennäköisesti kasvaa, sillä tuotannon laajentaminen on todennäköistä. Laitteisto voitaisiin ylimitoittaa, jolloin kulutuksen kasvu olisi mahdollista, mutta silloin kustannukset nousisivat ja taloudellinen kannattavuus heikkenisi.

5.4 Tuulivoima

Tuulivoima on hyvä energiantuottomenetelmä, jos olosuhteet ovat suotuisat eli tuulee riittävästi. Tilan tapauksessa keskituulennopeus jää liian alhaiseksi, jotta tuotannosta saataisiin taloudellisesti kannattavaa, joten tuulivoimaan ei kannata investoida.

Tulevaisuudessa tuulimyllyjen kehittyessä sekä hintojen laskettua, tilanne voi käännyä kannattavaksi. Lisäksi ilmasto voi muuttua tuulisemmaksi, jolloin keskituulennopeus olisi riittävä tuulivoiman tuottamiseen.

5.5 Biokaasu

Biokaasun tuotanto ei ole tilalla mahdollista, koska tila on tehnyt lietteen luovutus-sopimuksen Haukivuorelle rakennettavan biokaasulaitoksen kanssa. Tämän takia omaan laitokseen ei olisi riittävästi raaka-ainetta. Lisäksi ongelmia tuottaisi lämmön tehokas hyödyntäminen, koska kesällä lämpöä tarvitaan vain veden lämmittämiseen.

Jos tilalla ei olisi lietteen luovutussopimusta, biokaasu voisi olla potentiaalinen energiantuottomenetelmä. Biokaasusta voidaan tuottaa liikennepolttoainetta, mikä voi tulevaisuudessa olla kannattavaa, jos öljynhintaa nousee merkittävästi.

5.6 Biodiesel

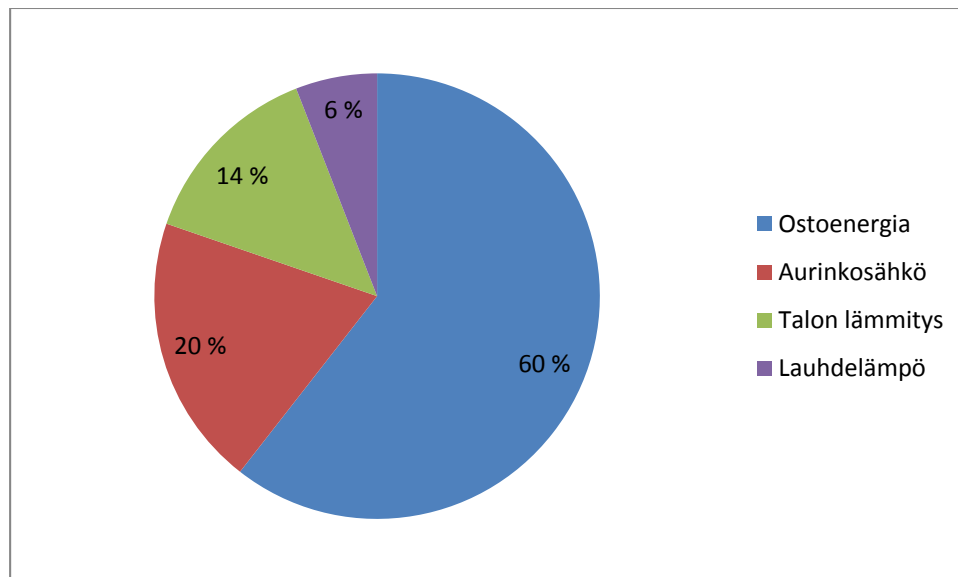
Biodieselin tuotanto ei näillä markkinahinnoilla ole kannattavaa, mutta moottoripolttoöljyn hinnan ollessa 0,92 € verottomana, erotus jäisi plussalle. Tällä hetkellä raakaöljyn hinta on laskelmien hintaa halvempi, joten se heikentää biodieselin kannattavuutta entistään. Raakaöljyn hinta on laskenut paljon aikaisempaan verrattuna, mutta hinnan kääntyessä nousuun, kannattavuus paranee sitä mukaan. Vastaavasti jos keskisato saadaan nostettua 2 000 kg/ha, niin silloinkin erotus jää plussalle tai käyttämällä toista lajiketta, joka tuottaa enemmän satoa.

Uskon biodieselin tuotannon yleistyvän tulevaisuudessa, kun tuotantokustannukset alenevat sekä biodieselin laatu saadaan paremmaksi, jotta sitä voidaan käyttää tavallisen dieselin tapaan.

Tällä hetkellä tilalla ei voida käyttää biodieseliä kuin vanhimmassa traktorissa, jota käytetään vain kevyimmissä töissä. Tämän takia kaikkea biodieseliä ei voitaisi hyödyntää tilalla. Biodieseliä voidaan käyttää lämmitykseen, mutta se vaatisi tilalta investointeja lämmityslaitteisiin.

5.7 Jatkotoimet

Selvityksen pohjalta tilalle ehdotetaan aurinkosähköjärjestelmää. Valintaan päädyttiin yhteisymmärryksessä tilan isännän kanssa. Päätökseen vaikutti aurinkosähkön hyvä kannattavuus. Lisäksi koemme valinnan tulevaisuuden kannalta hyväksi ratkaisuksi. Todennäköisesti tulevaisuudessa aurinkojärjestelmät yleistyvät ja kehittyvät. Lisäksi sähkön hinta todennäköisesti nousee, jolloin taloudellinen kannattavuus paranee. Aurinkosähköllä pystytään parantamaan huomattavasti tilan energiaomavaraisuutta. Kuvioista 11 nähdään energiaomavaraisuuden tilanne jatkotoimien jälkeen. Tällöin tilan energiaomavaraisuus nousee 39 %:iin lähtötilanteen 19 %:sta.



Kuvio 11. Energiaomavaraisuus jatkotoimien jälkeen

Lisäksi tilalla pyritään parantamaan pellon ja tilakeskuksen välistä logistiikkaa. Käytännössä suunnitellaan ajoja paremmin sekä pyritään ajamaan täysiä kuormia. Myös sähkön kulutukseen kiinnitetään huomiota, ettei kuluteta suotta sähköä.

Tilalla kuluu rehun irrotukseen vuosittain 350 – 450 h. Tätä aikaa pienentämällä voidaan vähentää polttoöljyn kulutusta sekä työaikaa. Rehun irrotusta voidaan tehostaa hankkimalla isompi rehuleikkuri mutta huomioiden traktorin koko, ettei hankita liian isoa leikkuria, jolloin traktori joutuu liian koville. Tilalla pitäisi investoida uuteen laakasiilon, koska kaikki rehut eivät mahdu nykyisiin. Tämän takia joudutaan tekemään

aumoja, jolloin rehun irrotusaika pitenee vaikka auma olisi vain navetan toisessa päässä. Tällöin aika voi tuplaantua, joka lisää myös työajan ja polttoaineen kulutusta.

Lisäksi tilalla voidaan kehittää taloudellista ajoa, jolloin säästö voi syntyä pienellä vaivalla. Töissä pyritään käyttämään isoa vaihdetta ja matalia kierroksia, sillä nykyaikaiset traktorit vääntävät pienillä kierroksilla. Kiinnittämällä huomiota ennakoivaan ajoon voidaan säästää polttoainetta sekä traktoria. Ennakoimalla vauhtia voidaan hidastaa rullaamalla, jolloin jarrujen käyttäminen vähenee. Edellä mainituin keinoin voidaan vähentää ostoenergian määrää, jolloin tilan energiaomavaraisuus paranee entisestään.

Laitteiden hintatiedustelua hankaloitti yritysten haluttomuus vastata hintoihin. Tilannetta olisi voinut parantaa lähettämällä yrityksillä tarjouspyynnöt, jossa olisi kuvailtu tilan tiedot. Puhelimitse tehtyjen selvitysten ja hintatiedusteluiden dokumentointi osoittautui haasteelliseksi muistamisen ja ymmärtämisen kannalta. Haastattelussa ilmeni, että parhaan ratkaisun selvittämiseksi tarvittaisiin edustajan tilavierailu, jolloin saadaan edustajan näkemys kohteesta.

Kokonaisuudessaan onnistuin tiedonhankinnassa hyvin, sillä sain hyvän katsauksen vaihtoehtoisista energiantuottomenetelmistä sekä energiansäättämisestä. Tulevaisuudessa työn tuloksista on luultavasti hyötyä oman tilan kohdalla, jolloin voin käyttää opittua tietopohjaa tilan energiaomavaraisuuden kehittämiseen.

Lähteet

Ariterm Biolämpöopas. 2011. Ariterm Oy: opas.

Auringosta sähköä. 2014. Motiva Oy:n internetsivusto. Viitattu 14.12.2014.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa

Brannas,K. 2014. Maa- ja metsätalousministeriö. Suunnittelija. Sähköpostikeskustelu 16.12.2014.

Chen, C. Julian. 2011. Physics of Solar Energy. Viitattu 10.12.2014.

<http://site.ebrary.com.ezproxy.jamk.fi:2048/lib/jypoly/reader.action?docID=10494662>

Energian hinnat. 2014. Energian hintoja lämmöntuotannossa syyskuussa 2014. Tilastokeskus. viitattu 15.1.2015. http://www.stat.fi/til/ehi/2014/03/ehi_2014_03_2014-12-17_tau_002_fi.html

Energiatehokkuustoimikunta. 2009. Ehdotus energiansäästön ja energiatehokkuuden toimenpiteiksi. Työ- ja elinkeinoministeriö julkaisuja 52/2009. Edita Publishing Oy, 96-98.

Energy use. 2012. Agri-environmental indicator. Eurostat information. Viitattu 18.12.2014. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_energy_use

Erat, B., Erkkilä, V., Nyman, C., Peippo, K., Peltola, S. & Suokivi, H. 2008. Aurinko-opas Aurinkoenergiaa rakennuksiin. Porvoo: Painoyhtymä Oy.

Greenhouse gas emissions. 2012. Agri-environmental indicator. Eurostat information. Viitattu 18.12.2014. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_greenhouse_gas_emissions

Hakuopas. 2014. Valkuais- ja öljykasvipalkkio. Viitattu 27.11.2014.

<http://www.mavi.fi/fi/opaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Hakuopas/Sivut/10-1-Valkuais-ja-oljykasvipalkkio.aspx>

Heikkilä, P. 2014. Bio-Expert Oy. Myyjä. Haastattelu. 11.10.2014.

Iivonen, S., Jäppinen, E., Laihanen, M., Luste, S., Nykänen, A., Ranta-Korhonen, T., Seppäläinen, S., Seuri, P., Soininen, H., Tontti, T. & Väisänen, H-M. 2013. Energiaomavarainen maatila. Helsinki: Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti. Julkaisuja 29, 75-78

Jokiniemi, T. 2014. Kasvinviljelyn energiankulutus. PowerPoint –esitys. Helsingin yliopisto. Viitattu 20.12.2014. <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja->

[palve-lut/neuvoja/Documents/Energia_141210_Jokiniemi_Peltoviljelyn%20energiatehokkuus.pdf](#)

Järjestelmäesimerkkejä. n.d. Tulituote Oy asennusohje ja ohjainyksikkö esite.

Järvinen, J. 2014. Solartukku. Edustaja. Sähköpostikeskustelu 1.12.2014.

Kaasinen, V. 2014. Valtra. Huoltopäällikkö. Puhelinhaastelu 27.11.2014.

Kantonen, I. 2014. Finnwind. Toimitusjohtaja. Puhelinhaastattelu 1.12.2014.

Kekkonen, R. 2014. Hiirenmaan tila. Emäntä. Haastattelu

Komonen, T. 2014. NHK-keskus. Edustaja. Sähköpostikeskustelu 5.11.2014.

Lahikainen, T. 2013. Aurinkolämmön hyödyntäminen LVI-järjestelmissä. Opinnäyetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Talotekniikan koulutusohjelma.

Maapallo elää keskiviikosta lähtien velaksi. 2013. WWF:n tiedote. Viitattu 17.2.2015. <http://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Maapallo-elaa-keskiviikosta-lahtien-velaksi-1826.a>

Maatilojen energiankäyttö. 2013. Enpos-hankkeen tulokset. Toim. J. Ahokas. Helsinki: University of Helsinki.

Manelius, S. 2014. Manelius Management Oy Ab. Edustaja. Sähköpostikeskustelu 17.12.2014.

Mikkelin lentokenttä. 2014. Säasema. Viitattu 3.12.2014. http://www.wunderground.com/history/airport/EFMI/2013/11/30/CustomHistory.html?dayend=30&monthend=11&yearend=2014&req_city=NA&req_state=NA&req_stationname=NA

Moottoripolttoöljyn hinta. n.d. Neste Oil. Viitattu 24.11.2014. https://www.neste.fi/temperatilaus_yritys.aspx?path=2589%3b2611%3b2629&cktest=true

Nelson, V. 2011. Introduction to renewable energy. New Mexico: CRC Press.

Opas sähkön pientuottajalle. 2012. Motiva Oy. Viitattu 15.12.2014. http://www.motiva.fi/files/5724/Opas_sahkon_pientuottajalle_2012.pdf, 14.

Piivok, T. 2014. Turun konekeskus. Pientuulivoimalat ja aurinkosähkö –myyjä. Puhelinhaastattelu 1.12.2014.

Pirilä, P., Anttila, M. & Helynen, S. 2004. Maailman energiavarat. Teoksessa Energia Suomessa. Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset. 3. uud. p. Toim. M. Kara, S. He-

lynen, L. Mattila, S. Viinikainen, M. Ohlström & M. Lahnalampi. 3. uud. p. Helsinki: Edita Prima Oy, 127.

Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J-P., Karlson, P. & Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/35880/Tilastoja_Suomen_ilmastosta_1981_2010.pdf?sequence=4

Rautiainen, P. 2014. Säättötuli Oy. Myyntipäällikkö. Puhelinkeskustelu 2.12.2014.

Syrjälä, H. 2014. Tulituote Oy. Myyjä. Sähköpostikeskustelu 10.12.2014.

Taavitsainen, T. 2012. Energiaa viisaasti maataloilla –hanke. Asiantuntija.

Vapaavuori, J. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. tiedotustilaisuus. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 18.12.2014. <http://www.tem.fi/index.phtml?s=5039>

Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. 2014. Motiva Oy:n internetsivusto. Viitattu 14.12.2014.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma

Viljan hinta. 2014. Avena Nordic Grain. Viitattu 24.11.2014.

<https://www.avenakauppa.fi/Forms/Ostohinnat.aspx>.

Woods, J., Williams, A., Hughes, J,K., Black, M. & Murphy, R. 2010. Energy and the food system. Viitattu 18.12.2014.

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554/2991>

Ylikulju, H. 2014. Lämpöykkönen Oy edustaja. Puhelinhaastattelu 15.12.2014.