



SAVONIA

Aurinko- ja tuulienergian hyödyntäminen talliolosuhteissa

Anu Partanen ja Emmi Taskinen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Emmi Taskinen, Anu Partanen	
Työn nimi Aurinko- ja tuulienergian hyödyntäminen talliolosuhteissa	
Päiväys	22.5.2013
Sivumäärä/Liitteet	71 /9
Ohjaaja(t) Katriina Pylkkänen, Teija Rantala, Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ravitalli Einari Vidgren Oy ja Talli Taitavat Kaviot	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Sähkönhinnan kehitys on viime vuosina ollut nouseva, ja sen myötä kiinnostus kestävästä kehitystä ja uusiutuvia energianmuotoja kohtaan kasvaa. Työmme tavoitteena on selvittää aurinko- ja tuulienergian hyödyntäminen talliolosuhteissa kahden erilaisen case-tallin avulla. Selvitystä aurinko- ja tuulienergian hyödyntämisestä talleilla ei ole aiemmin tehty Suomessa, ja kyseisten energiamuotojen käyttö on ollut hyvin vähäistä hevostaloudessa.</p> <p>Nykyaikana sähkö on yksi tallien perustarpeista, jota kuluu valaistukseen, ilmastointiin ja lämmitykseen. Vaikka sähkö on suhteellisen suuriosa yrityksen kuluista, eivät talliyrittäjät ole siihen kiinnittäneet juurikaan huomiota. Energiankulutusta huomioimalla voidaan saada niin taloudellisia kuin ympäristöllisiä säästöjä, mutta myös yrityksen imago saa uuden merkityksen ympäristöystävällisenä yrityksenä.</p> <p>Case-talleiksi saimme vieremäläisen ravitalli Einari Vidgren Oy:n ja kiuruvetisen ratsutallin Talli Taitavat Kaviot. Yleisesti ravitalleilla energiaa kuluu enemmän pesuveden lämmittämiseen kun taas ratsutalleilla tilojen lämmitykseen. Case-talleilla tilanne oli yleiseen ajatukseen verrattuna erilainen tilojen lämmityksen suhteen. Hyödynsimme case-talleilta saamiemme energiankulutustietoja aurinko- ja tuulienergia laskuissa. Laskujen perusteella valitsimme case-talleille mielestämme parhaiten sopivimmat vaihtoehdot ja niiden tuomat säästöt verrattuna nykyiseen sähkönkulutukseen. Mielestämme aurinko- ja tuulienergia soveltuvat talliympäristöön siinä missä omakotitalo käyttökäytönkin.</p>	
Avainsanat uusiutuva energia, aurinkoenergia, tuulienergia, sähkönkulutus, talli, sähkönhinta	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries			
Author(s) Emmi Taskinen, Anu Partanen			
Title of Thesis Solar energy and wind power in stable environment			
Date	22.5.2013	Pages/Appendices	71/9
Supervisor(s) Katriina Pylkkänen, Teija Rantala, Pirjo Suhonen			
Client Organisation/Partners Einari Vidgren Oy, Talli Taitavat Kaviot			
<p>Abstract</p> <p>The price of electrical energy has been rising in recent years and with it the interest in sustainable development and renewable energy sources has grown also. The aim of the thesis is to determine how solar energy and wind power can be used in a horse stable environment with the help of two different case studies. This kind of report has not been made earlier in Finland. There has been very little use of solar energy and wind power in stables.</p> <p>Electrical energy is one of the basic needs of modern day stables. Horse stables use electrical energy in lightning systems, heating and in air conditioning. Although electrical energy is a relatively big part of the enterprise costs, equine entrepreneurs have paid little attention to it. By paying attention to the consumption of electrical energy big savings can be made both economically and environmentally and the image of the enterprise takes on a new meaning as an environmentally friendly enterprise.</p> <p>For the case studies two different kinds of stables were chosen, trotting stable Einari Vidgren Oy from Vieremä and riding stable Talli Taitavat Kaviot from Kiuruvesi. In general trotting stables use more energy in the heating of wash water whereas riding stables use more energy in the heating for the stable. The case stables situation was different compared to the general idea of the stable heating ratio. Knowledge of energy expenses of the case stables was made use of in the calculating of solar and wind energy costs. On the basis of the calculations the best and most appropriate options and savings created compared to current levels of consumption were chosen. Solar and wind energy are suitable as much for the horse stable environment as they are for domestic use.</p>			
<p>Keywords renewable energy, solar energy, wind power, consumption of electrical energy, stable, price of electrical energy</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	SÄHKÖN HINTA JA HINNAN KEHITYS	10
3	UUSIUTUVAN ENERGIAN TUET.....	12
4	AURINKOENERGIA	14
4.1	Aurinkosähkö.....	16
4.1.1	Aurinkosähkön käyttökohteet ja paneelien sijoittaminen yleisesti	18
4.2	Aurinkolämpö	19
4.2.1	Aurinkolämmön käyttökohteet	21
4.3	Aurinkoenergian ympäristövaikutus	21
5	TUULIENERGIA	23
5.1	Mitä tuuli on ja kuinka sitä hyödynnetään.....	23
5.2	Tuulivoimaloiden koko Suomessa	27
5.2.1	Pientuulivoimala	27
5.2.2	Tuotannon ajallinen vaihtelevuus ja tuotantopotentiaalin vaihtelu	28
5.2.3	Tuulivoimatuotannon ympäristövaikutukset.....	29
6	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	30
7	TALLIT JA TALLIEN ENERGIANKULUTUS SUOMESSA	32
7.1	Tallit Suomessa.....	32
7.2	Tallin energiankulutus ja energian säästökeinoja.....	33
7.3	Ravitallin toiminta ja energiankulutus.....	35
7.3.1	Ravitalli Einari Vidgren Oy	36
7.4	Ratsutallin toiminta ja energiankulutus.....	40
7.4.1	Ratsutalli Talli Taitavat Kaviot.....	40
7.5	Yhteenveto case-tallien tiedoista	43
8	AURINKO- JA TUULIENERGIA TALLEILLA	45
8.1	Aurinkoenergian rakennuskustannukset	46
8.1.1	Aurinkoenergian taloudellisuus.....	47
8.2	Tuulienergian rakennuskustannukset	51
8.2.1	Tuulivoimalan taloudellisuus	53
8.3	Rakennusluvut ja maisemointi	58
8.3.1	Tuulivoimalan tuottaman sähkön syöttäminen verkkoon.....	58
8.4	Sähkön myynti tallilta	59
9	PÄÄTELMÄT	61
	LÄHTEET	65

LIITTEET

Liite 1 Mitkä tilat/ laitteet kuluttavat energiaa tallissa

Liite 2 Saatekirje sähköpostikyselyyn

Liite 3 Sähköpostikysely

Liite 4 Case-talleille kohdistettu kysely

Liite 5 Aurinkoenergian kustannusarvio

Liite 6 Vuosituotannon vaihtelu ja takaisinmaksuaika 20 % ja 40 % nimellistehosta

Liite 7 Tuulivoiman kustannusarvio

Liite 8 Case-ravitalli Einari Vidgren Oy piirrokset

Liite 9 Case-ratsutalli Talli Taitavat Kaviot piirrokset

1 JOHDANTO

Sähkönhintana on menneinä vuosina ollut jatkuvasti nousussa ja sama hintakehitys jatkuu, jonka vuoksi kiinnostus uusiutuvia energiamuotoja kohti kasvaa. Uusiutuvan energia on osa kestävästä kehityksestä, mutta sen käyttö on vielä vähäistä Suomessa, vaikka sitä kehitetään koko ajan. Suomessa ei ole aiemmin tehty tutkimuksia uusiutuvan energian käytöstä talleilla, mutta maataloilla niiden käyttöä on testattu. Maataloustuotannon energiankulutus on suurempaa kuin talleilla, eivätkä ne ole suoraan verrannolliset keskenään. Nykyaikaisen tallin perustarpeisiin kuuluu sähkö, jota kuluu valaistukseen, lämmitykseen ja ilmastointiin. Talliyrittäjät eivät ole pahemmin kiinnittäneet huomiota sähkönkulutukseen, vaikka se on suhteellisen suuriosa yrityksen kuluista. Huomioimalla energiankulutusta voidaan saada niin taloudellisia kuin ympäristöllisiä säästöjä.

Uusiutuvista energiamuodoista tuulivoima on Ylä-Savon alueella hyvin ajankohtainen. Alue on osallisena suunnitteilla olevaan tuulivoimapuistoon Siikalatvan, Pyhännän, Kajaanin ja Vieremän raja-alueilla. Tavalliseen sähköntuotantoon verrattuna tuulivoimatuo- tuotanto eroaa tuotannon ajallisen vaihtelun vuoksi. Tuulisuuden takia tuotanto vaihtelee päivittäin ja jopa tunneittain. Tuulella tarkoitetaan maanpinnan suuntaisesti liikkuvaa ilmapirtausta ilmakehässä, johon vaikuttaa maapallon epätasainen lämpeneminen ja jäähtyminen. Auringosta saatavaa energiaa voidaan hyödyntää niin lämmitykseen kuin sähköntuotantoon. Säteilyenergian säteilyintensiteetin määrä Suomessa voi olla vuositasolla jopa enemmän kuin Keski-Euroopassa. Maapallon akselin kaltevuuskulma vaikuttaa auringonsäteilyn määrään jonka takia Suomessa on huomattavat vuodenaikavaihtelut. (Kaivosoja ym. 2011, 148; Energiateollisuus.)

Työmme tavoitteena on selvittää aurinko- ja tuulienergian hyödyntämismahdollisuudet talliolosuhteissa. Jaoimme työn tietopohjan keruun niin että Emmi Taskinen kirjoitti tuulienergiasta ja Anu Partanen aurinkoenergiasta. Työmme on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa käytettiin tapaustutkimus- eli case-menetelmää, jonka avulla tarkastelemme lähemmin kahta toimintatavaltaan erilaista tallia; ravi- ja ratsutalli. Alustavasti mietimme kyselytutkimuksen tekoa, mutta hylkäsimme kyselytutkimusvaihtoehdon koska, halusimme hyödyntää case-menetelmää, jolloin pääsimme syventymään paremmin kahden eri tallin energiankulutukseen. Kummankin tallin energiankulutus kohteet ovat erilaisia, esimerkiksi energiaa kuluu yleisesti ottaen ravitalleilla enemmän pesuveden lämmittämiseen, kun taas ratsutalleilla valaistukseen ja tilojen lämmitykseen. Mukaan yhteistyökumppaneiksi saimme vieremäläisen ravitallin Einari Vidgren Oy:n ja kiuruvetisen ratsutallin Talli Taitavat Kaviot. Molemmat case-tallit

olivat ennestään kiinnostuneita kestävästä kehityksestä sekä omien yrityksiensä sähkökustannuksista. Työssä pyrimme yleisesti selvittämään, minkälaiset järjestelmät olisivat mahdollisesti hyödynnettävissä talliolosuhteissa. Työssämme olemme laske-
neet case-talleille sopivan kokoiset aurinkosähköjärjestelmät ja pientuulivoimalat se-
kä niiden kannattavuudet verrattuna case-tallien nykyiseen sähkönkulutukseen. Pie-
nen otannan takia laskelmien tulokset eivät ole yleistettävissä.

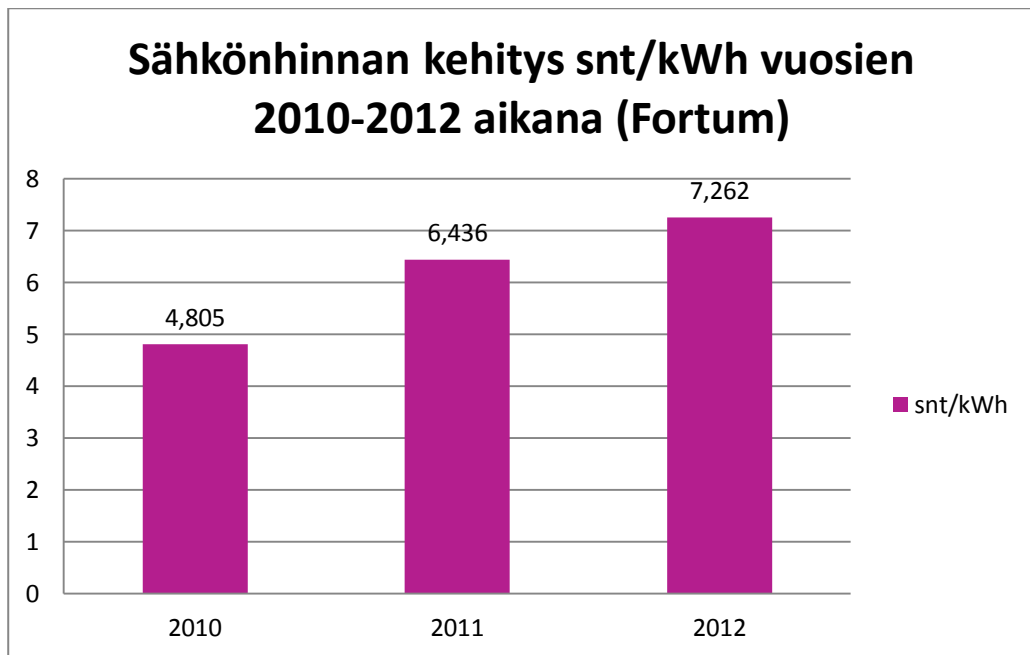
2 SÄHKÖN HINTA JA HINNAN KEHITYS

Sähkön hinta muodostuu sähköenergiasta ja siirtopalvelusta, joihin molempiin kuuluu veroja. Siirtopalvelun hinta muodostuu sähkönsiirrosta, eli sähkön tuonti sähköverkon kautta, kulutuksen mittauksesta ja taseselvityksestä. Taseselvityksessä selvitetään eri sähkönmyyjien myymän sähkön määrä. Siirtopalvelu on paikallisen jakeluverkonhaltijan yksinoikeus, jota ei voida kilpailuttaa. (Energiamarkkinavirasto, Mistä sähkön hinta muodostuu) Suomessa sähkön hinta on Euroopan alhaisin, mutta siitä maksetaan korkea siirtomaksu. Sähköntuottamisen lähtökohta on oma tarve, jolloin tuotannon arvo on suoraan sähköstä maksettava hinta. Lisäksi taloudellisuutta parantaa, jos tuotannosta syntyvä lämpö voidaan hyödyntää. (Kari 2009, 39.)

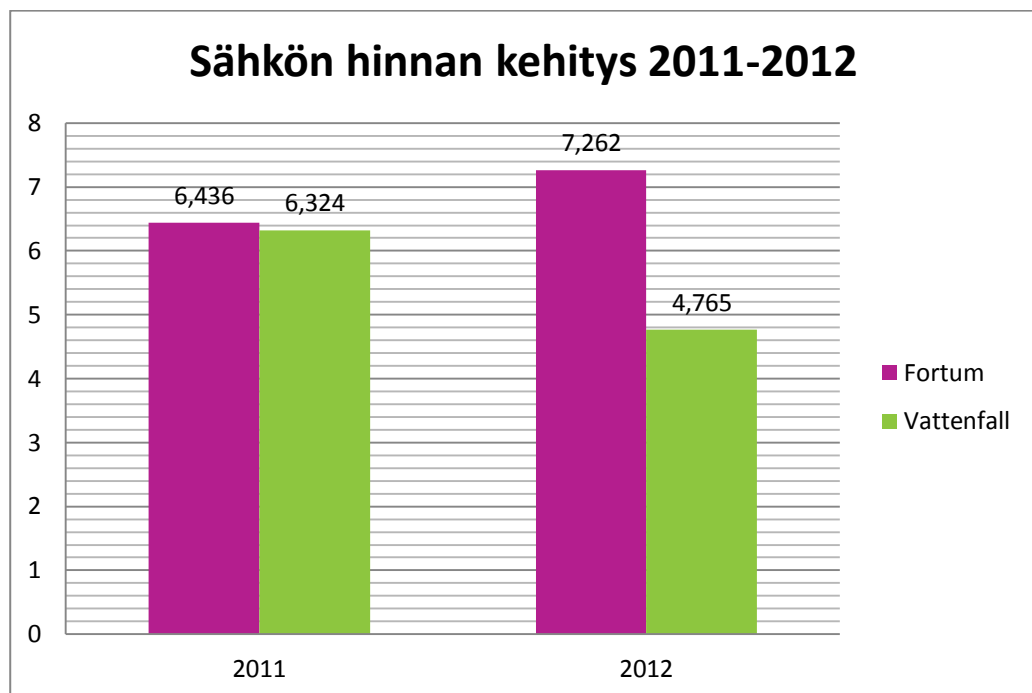
Sähköenergian hinta eli myyntihinta on vapaasti hinnoiteltua ja siihen vaikuttaa tuotantoon käytettävien polttoaineiden hinnat, päästöoikeuksien hinta ja sähkön kysynnän määrä. Sähköstä maksettava sähkön valmistevero on sähkövero ja huoltovarmuusmaksu. Sähkövero muodostuu kulutetusta energian määrästä ja siirtopalvelusta. Arvonlisävero maksetaan sähköenergiasta, siirtopalvelusta ja sähköverosta. Sähköenergian hintaa voidaan kilpailuttaa. (Energiamarkkinavirasto, Mistä sähkön hinta muodostuu.)

Niin siirtopalvelulle kuin sähköenergialle on saatavissa erilaisia tariffeja eli sähköenergian ja siirtopalvelun hintoja, jotka ovat vapaavalintaisia. Tariffit on määritelty eri käyttäjien ja kulutusmäärien mukaan, yleis-, aika- ja tehotariffeihin. Yleistariffi on yleissähkön maksu, joka koostuu kiinteästä perusmaksusta (€/kk) ja kulutusmaksusta (snt/kWh). Yleistariffi sopii asiakkaille joiden sähkön käyttö on vähäistä, alle 10 000 kWh. Aikatariffista yleisin on yö- ja kausisähkö, jolloin hinta muodostuu kiinteästä perusmaksusta (€/kk) ja kahdesta eri kulutusmaksusta (snt/kWh). Esimerkiksi yössä kulutusmaksu jaotellaan yö ja päivä osuuksiin. Tehotariffi soveltuu yhteisöille, joilla sähkön kulutus on suurta. Perusmaksun (€/kk) lisäksi hintaan lisätään kulutusmaksu (snt/kWh) ja tehomaksu (€/kW, kk). (Energiamarkkinavirasto, Mistä sähkön hinta muodostuu.)

Sähköhinnan kehitys on ollut noususuhdanteista viimeiset vuodet. Kuviossa (kuvio 9) käy ilmi Fortumin vuosien 2010–2012 sähkön myyntihinnan kehitys, jossa käy ilmi että sähkön hinta on noussut noin 3 snt/kWh.



KUVIO 9. Fortumin sähkön hinnan kehitys vuosina 2010–2012 Fortum.



KUVIO 10. Sähkön hinnan kehitys vuosina 2011–2012 Fortum ja Vattenfall.

Kuviossa (kuvio 10) kuvataan sähkön hinnan kehitys kahden vuoden aikana kahden eri sähkönmyyjän tiedoilla. Kuviossa on vain kahden vuoden tiedot, sillä vanhempia tietoja ei ollut saatavissa. Valitsimme vertailuun Vattenfallin ja Fortumin, koska ne ovat suurimpia sähkönmyyjiä Suomessa, eikä pienemmiltä yrityksiltä vastaavia tietoja löytynyt.

3 UUSIUTUVAN ENERGIAN TUET

Taloudellisten toimenpiteiden tärkein tavoite uusiutuvien energiamuotojen tukemisessa on alentaa ympäristöteknologioiden kustannuksia ja kannustaa kehittämään teknologiaa. Tällä tavalla varmistetaan tulevaisuudessa puhtaat ja edulliset energiamuodot, jotka ovat kilpailukykyisiä verrattuna perinteisiin ja saastuttaviin energiamuotoihin. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tukimuodot.)

Suomessa vuoden 2009 uusiutuvia energiamuotoja tuetaan harkinnanvaraisella energiatuella eli investointituella ja verotuella. Verotuen suuruutta ei enää kytketä sähköveroluokkiin ja sillä on kolme eri tasoa: metsähakkeella ja tuulivoimalla tuotetulle sähkölle maksetaan tukea 0,69 snt/kWh, kierrätyspolttoaineilla tuotetulle sähkölle 0,25 snt/kWh ja muille 0,42 snt/kWh. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuet Suomessa.)

Energiatuki on harkinnan varainen valtionavustus, jota voidaan myöntää hankkeisiin, jotka kehittävät energiataloutta ympäristömyönteisemmäksi, edistävät uuden teknologian käyttöönottoa ja lisäävät energihuollon varmuutta sekä monipuolisuutta. Energiatukea tuulivoimalle maksetaan enintään 40 % investointikustannuksista. Kuitenkin käytännössä se on vähemmän, noin 30–35 %. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuet Suomessa) Tukea tulee hakea ennen hankkeen aloittamista ja ELY- keskus toimittaa hakemukset työ- ja elinkeinoministeriön energiaosastolle käsiteltäväksi. (Energiatuki.)

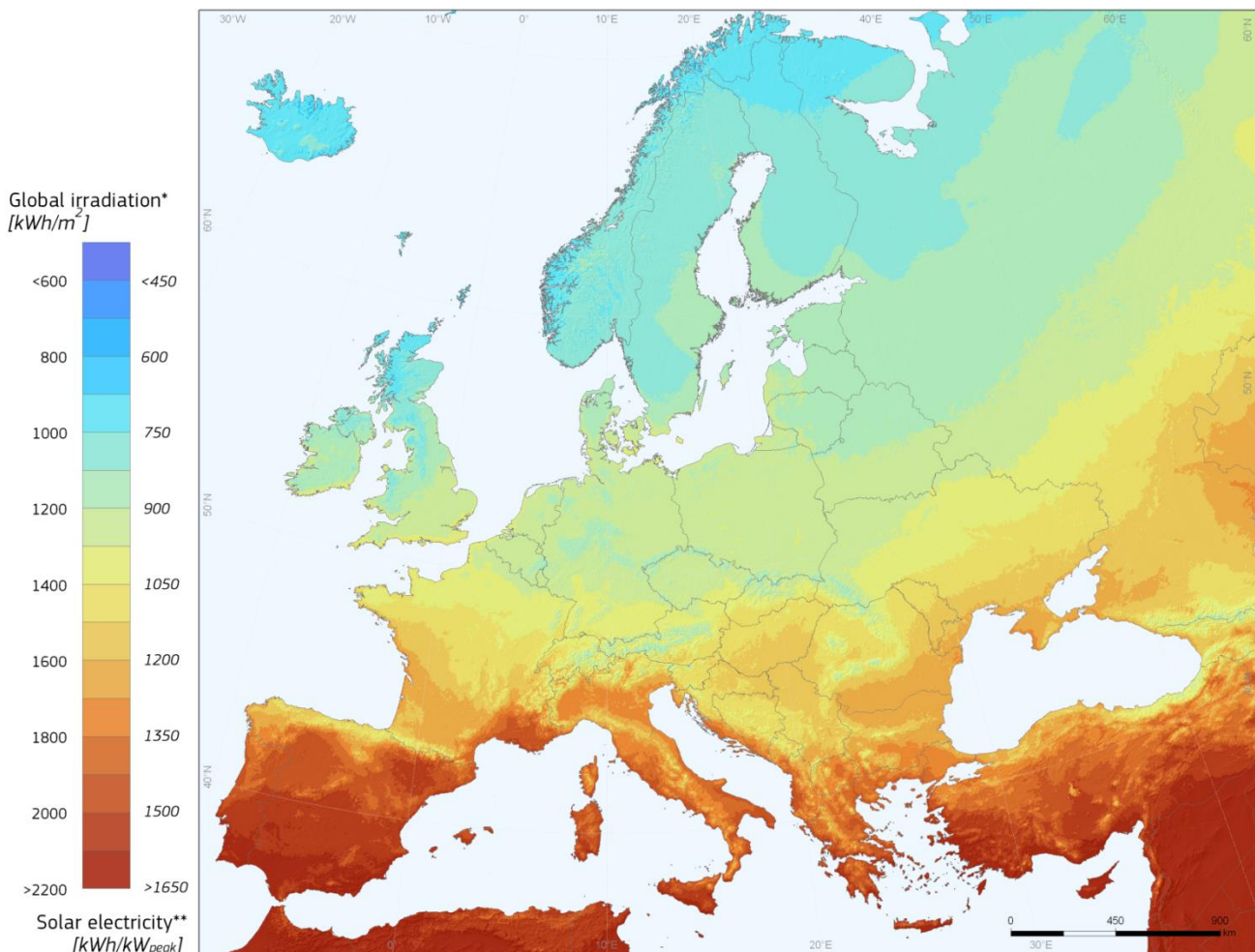
“Energiatukea voidaan myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille. Tukea ei myönnetä asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille, valtionosuutta saaville perustamishankkeille eikä maataloille tai niiden yhteyteen toteutettaville hankkeille. Jos hankkeen toteuttamiseen osallistuu useampi kuin yksi yritys, kunta tai muu yhteisö, tuki voidaan myöntää ja maksaa yritykselle, kunnalle tai muulle yhteisölle, joka on sitoutunut vastaamaan tuen käytöstä koko hankkeeseen (koordinaattori). Jos tuki myönnetään koordinaattorille, sen on tehtävä valtionavustuslain 7 §:n 2 momentissa tarkoitettu sopimus hankkeen toteuttavien tahojen kanssa.” (Valtioneuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista 2012/1063 §6.)

Tilastollisen maatilarekisterin mukaan maatila on aktiivitila, jos sillä on käytössä maatalousmaata vähintään yksi hehtaari ja tilalla harjoitetaan maataloustuotantoa. Myös tilat, joiden koko on alle yksi hehtaari, mutta niiden taloudellinen koko on vähintään yksi eurooppalainen kokoyksikkö (1 200 €) ovat maatiloja. Maatilatalouden tulo- ja verotilaston määritelmän mukaan maatila on tilastollisen maatilarekisterin yksikkö, jossa on viljelyksessä vähintään kaksi hehtaaria peltoa ja tila on luonnollisen henkilön hallinnassa (Tilastokeskus.)

Edellisten maatilamääritelmien lisäksi tulee huomioida, että maatalouden rakennetukiin liittyen maataloudeksi määriteltävää hevostoimintaa on vain kasvatustoiminta (Holmèn & Laitinen 2012, 7). Hevostilat lukeutuvat maatilamääritelmiin, jonka vuoksi tukien saanti on mahdotonta. Uusiutuvan energian perustamista tuetaan, mutta kaikki hakemukset käsitellään tapauskohtaisesti. Yleisesti maatilojen ja tallien tukien saanti aurinko- ja tuulienergiaan on heikkoa, ellei yrityksen yhteydessä ole jotain muuta liiketoimintaa, joka ei ole kytköksissä maatalouteen.

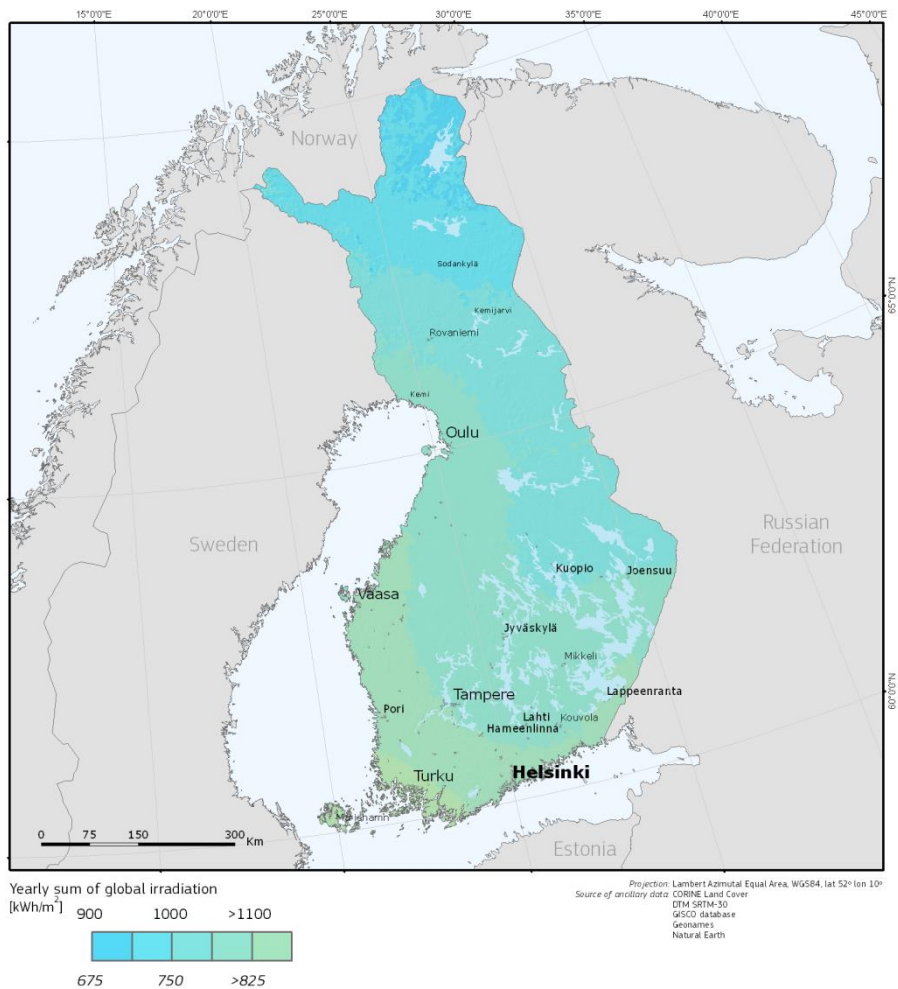
4 AURINKOENERGIA

Aurinkoenergia on auringonsäteilyenergiaa, jota voidaan hyödyntää joko suorasti tai epäsuorasti. Säteilyn hyödyntämismuodot ovat sähkö, lämpö ja valo. Tuulivoima, aaltoenergia ja vesivoima ovat lähtöisin auringosta ja ne ovat epäsuoraa aurinkoenergiaa. Aurinkoenergian lämpöenergiaa voidaan hyödyntää passiivisesti ja aktiivisesti. Passiivista hyödyntämistä tapahtuu ilman lisäenergian käyttöä eli esimerkiksi talo itsessään varastoi auringon tuottamaa lämpöenergiaa. Aktiivista hyödyntämistä on säteilyenergian hyödyntäminen aurinkopaneelien ja lämpökeräinten avulla. (Kai-voisoja ym. 2011, 147.) Vaikka erilaisia järjestelmiä aurinkoenergian käyttöön on saatavilla, ei niiden hyödyntäminen ole yleistynyt suurissa määrissä (Lindley & Whitaker, 1996, 368). Työssämme käsitellään suoraa aurinkoenergiaa.



KUVA 1. Auringonpotentiaalinen säteily Euroopassa. (European Commission.)

Maapallon muodon vuoksi auringonsäteilyn määrä vähenee napa-alueita lähestyttäessä, mutta määrään vaikuttaa myös maapallon akselin kaltevuuskulma, jonka ansiosta vuodenaikavaihtelut ovat huomattavat. Verratessa Keski-Euroopan ja Suomen säteilyenergiaa on Suomen säteilyintenssien määrä vuositasolla saman verran tai jopa enemmän kuin Keski-Euroopassa (kuva 1). Vuodenajat vaikuttavat säteilyintenssien määrään paljon ja Keski-Euroopassa saanti jakaantuu tasaisemmin kaikille vuodenaajoille, kun taas Suomessa suurin osa säteilystä saadaan kesällä. Kesällä saatu säteily määrä ylittääkin Keski-Euroopan saaman säteily määrän ja näin tasapainottaa vuoden aikana kertyvää säteilyä. (Kaivosoja ym. 2011, 148.)

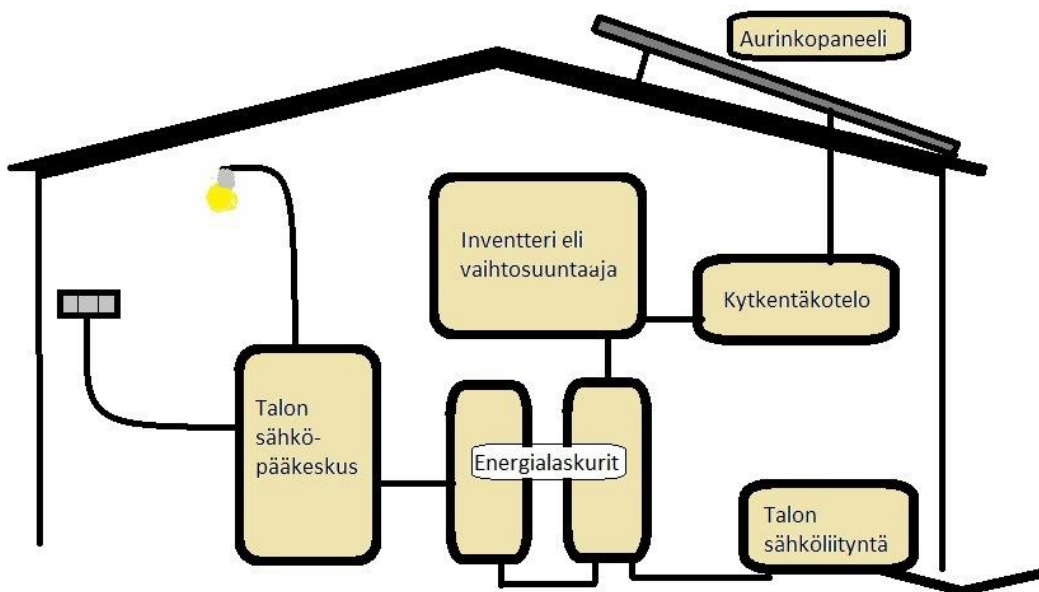


KUVA 2. Auringon vuosittainen säteily optimaalisessa kulmassa. (European Commission.)

Suomessa aurinkoenergian tuottomäärä on noin 1 MWh/m² (kuva 2), josta saatava teho ilmoitetaan yleensä 70 % hyötysuhteella eli noin 0,6–0,8 MWh/m². Maatiloilla ja talleilla tuotettu energia voidaan hyödyntää esimerkiksi veden lämmityksessä, muiden menetelmien rinnalla sekä heinän- ja viljan kuivaukseen kuivausilman esilämmittimenä. (Kari 2009, 29–30, 90.)

4.1 Aurinkosähkö

Auringon säteily muutetaan aurinkosähköjärjestelmässä sähköenergiaksi, jota voidaan hyödyntää sähkölaitteissa tai varastoida myöhempää tarvetta varten. Säteilyenergia muutetaan sähköenergiaksi aurinkopaneeleiden avulla (kuva 3). Aurinkopaneelit koostuvat aurinkokennoista, jotka hyödyntävät valosähköilmiötä irrottaakseen elektroneja paneelin pinnasta. Auringon säteilystä näkyvää valoa on ainoastaan puolet jota aurinkopaneelit hyödyntävät. Loput säteilystä on infrapunasäteilyä, jota ei havaita silmillä. (Kaivosoja ym. 2011, 152.)



KUVA 3. Aurinkosähkön toiminta. (Motiva, Auringosta lämpöä ja sähköä.)

Aurinkosähkön tuottamiseen tarvitaan aurinkokennoja, joita on markkinoilla muutamia erilaisia (kuva 4). Aurinkokennot ovat joko piipohjaisia tai ohutkalvoteknisiä, mutta jatkuvalla tuotekehittelyllä pyritään löytämään uusia materiaaleja ja keinoja luoda uusia kennoja. Markkinoiden tehokkain aurinkokenno on yksikiteisestä piistä tehty aurinkokenno. Yksikiteiset piikennot ovat arvokkaampia tehdä kuin monikiteisestä piistä tehdyt kennot. Piipohjaiset kennot ovat yleisimpiä käytössä olevia aurinkokennoja. (Kaivosoja ym. 2011, 153.)



KUVA 4. Aurinkokennoja: Ohutkalvo-, monikide- ja yksikidepaneeli. (Genertic.)

Ohutkalvoteknologiset aurinkokennot ovat yleensä tehty jostain muusta materiaalista kuin piistä, mutta piitäkin voidaan käyttää. Amorfinen materiaali on moni- ja yksikide-tekniikoita ohuempaa ja sitä tarvitaan vähemmän. Amorfinen materiaali on kiinteän aineen toinen esiintymismuoto kiteisen olomuodon lisäksi. Tunnetuimpia amorfisia aineita on muun muassa lasi. Ohutkalvokennot sietävät muita kennoja paremmin varjoa, mutta ne vaativat muutoin laajemman asennuspinta-alan. Ohutkalvopaneelissa on myös taipuisia ja läpinäkyviä materiaaleja, joita voi hyödyntää esimerkiksi ikkunoissa ja erilaisissa kangasyhdisteissä. Uusinta teknologiaa on väriaineherkistetty (Dye-sensitized Solar Cell, DSC) aurinkokenno. DSC-kennojen tuotantoon ei vaadita monimutkaisia laitteita ja niiden tuotantomateriaalina hyödynnetään edullisia materiaaleja. DSC-kennot ovat vielä varhaisessa kehitysvaiheessa. (Kaivosoja ym. 2011, 153.)

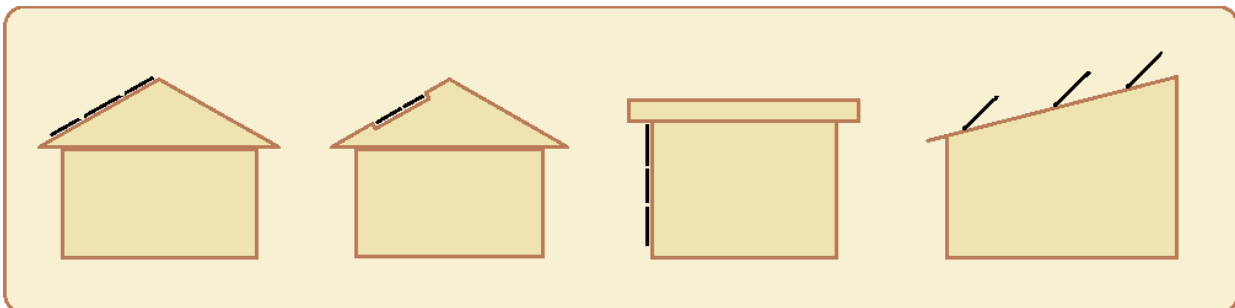
Yleisesti energiateollisuus ry:n mukaan kiinnostus pienimuotoista sähköntuotantoa kohti on lisääntynyt. Osittain vaikuttavana tekijänä pidetään EU:n uusiutuvan energian lisäys- ja ilmastotavoitteita, pientuotantolaitosten hintojen alenemista ja kuluttajien halua pienentää sähkölaskuaan sekä kuluttajien lisääntynyttä ympäristötietoisuus. (Energiateollisuus ry.)

Aurinkosähköä on hyödynnetty eräässä tamperelaisessa omakotitalossa vuodesta 2007 alkaen. Parhaimmillaan koko talon sähkön tarve on pystytty kattamaan aurinkosähköllä lukuun ottamatta saunaa. Vaikka talon kattokulma on loiva ja lumipeite välillä heikentää paneelien toimivuutta keräävät paneelit maaliskuussa sähköä tehokkaasti. Huhtikuun aurinkoisina päivinä sähköntuotto on noin 6–7 kWh. Talon asukkaat ovat olleet tyytyväisiä investointiinsa, sillä laitteet kestävät 20–30 vuotta eikä käytöstä synny käyttökustannuksia ja paneelit ovat melko huoltovapaita. Kuitenkin perheelle tärkeintä ei ollut taloudellisuus, vaan ympäristöasiat. (Hellström 2008.)

4.1.1 Aurinkosähkön käyttökohteet ja paneelien sijoittaminen yleisesti

Yleisimmillään aurinkosähköä käytetään paikoissa, jonne verkkovirtaa ei ole saatavilla tai sen tarve on vähäinen. Kohteita ovat muun muassa kesämökit, veneet, linkkimastot sekä saaristo- ja erämaa-alueilla sijaitsevat kohteet. Edellä mainituissa kohteissa aurinkosähkö hyödynnetään suoraan tai varastoidaan akkuihin myöhempää käyttöä varten, mutta nykyään on yleistymässä myös verkkoon kytkettävät järjestelmät. Verkkoon kytkettävät järjestelmät ovat helppoja yhdistää esimerkiksi kotitalouden yleiseen sähköjärjestelmään ja sillä voidaan kattaa huomattava osa talouden energiantarpeista. (Kaivosoja ym. 2011, 153.)

Erilaisia aurinkosähkömoduuleja voidaan myös integroida rakennuksien osiin tai rakenteisiin ja sillä voidaan korvata muita rakennusmateriaaleja esimerkiksi katto- tai julkisivumateriaaleja (kuva 5). Aurinkosähköjärjestelmillä ja – paneeleilla on edellä mainittujen hyötyjen lisäksi myös muita hyötyjä, mutta niitä voi olla vaikeampi arvioida kuten ajan myötä syntyvä taloudellinen hyöty. Erinäisiä hyötyjä ovat muun muassa energiaomavaraisuus, kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen, imago ja rakennuksen parempi terminen suorituskyky. (Kaivosoja ym. 2011, 153.)



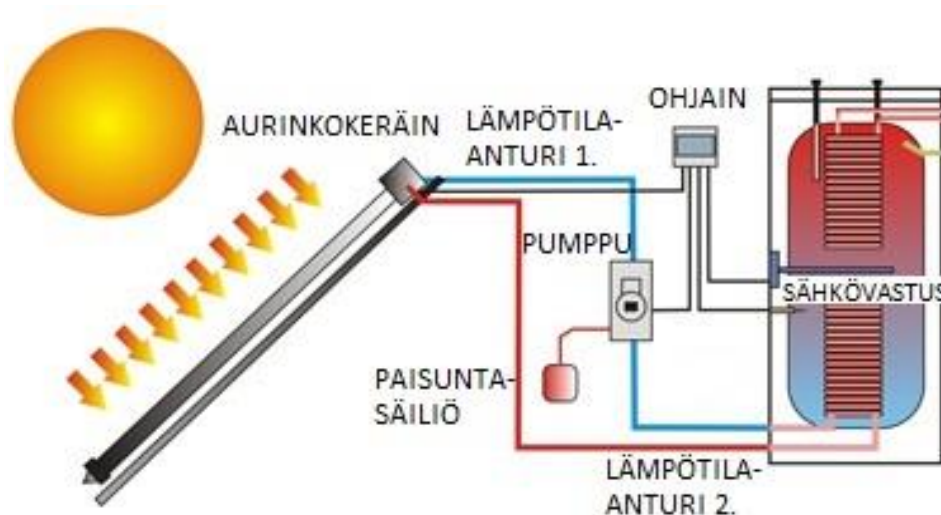
KUVA 5. Keräinten ja paneelien asennusvaihtoehtoja. (Motiva, Auringosta lämpöä ja sähköä.)

Aurinkopaneelien asennuspaikkaa valittaessa tulee huomioida, että auringon säteily pääsee paneelin pinnalle suoraan ja mahdollisimman vähillä varjoilla. Varjot ja mahdolliset liat vähentävät merkittävästi paneelien energiantuotantoa. Hyvä asennuspaikka on ranta, katto, seinä tai pelto. Jokaisessa kohteessa tulee muistaa suunnata paneeli oikein niin kallistuskulmansa kuin suuntakulmansakin vuoksi. Suuntakulma on melkein aina sama Suomen oloissa eli paneeli asetetaan mahdollisimman hyvin etelää kohti. Kallistuskulmaa tulisi vaihdella vuodenajan mukaan, jos haluaa hyödyntää säteilystä saaman tehon tehokkaimmin. Yleisesti ottaen kallistuskulma vaihtelee 30–90 asteen välillä. (Kaivosoja ym. 2011, 154.)

4.2 Aurinkolämpö

Aktiiviseen aurinkolämpöjärjestelmään kuuluvat aurinkokeräin, pumppu- ja ohjausyksikkö ja varaaja. Aurinkokeräimen pinta-ala on asuinrakennuksessa 2–3 m² ja sillä voidaan tuottaa 400–600 kWh/m² vuodessa, 25 °C lämpöistä vettä tai noin 150–350 kWh/m² vuodessa 50 °C asteista vettä. (Kaivosoja ym. 2011, 149.)

Aurinkolämmitys eli aurinkoenergian suora hyödyntäminen muuttamatta sitä sähköksi, perustuu selektiivisiin aurinkokeräimiin. Keräimen avulla lämpö otetaan talteen ja siirretään väliaineen avulla käyttökohteeseen ja varataan varaajaan myöhempää tarvetta varten (kuva 6). Selektiivisen aurinkokeräimen pinnoite päästää auringonsäteilyenergian tehokkaasti aurinkokeräimeen ja estää energian poispääsyn kerääjästä. (Kaivosoja ym. 2011, 149.)



KUVA 6. Aurinkokeräimen käyttö vedenlämmitykseen. (Groundenergy.)

Aurinkokeräintyyppejä on useita. Tasokeräin koostuu kuparisesta keruuputkistosta, joka on asennettu eristetyn kotelon sisään. Keräinputkistossa kiertää siirtoneste, jonka avulla lämpö siirretään varaajan. Tasokeräimen kotelon pinta on yleensä valmistettu vähärautaisesta ja strukturoidusta tai erikoispinnoitetusta lasista, joka läpäisee lämpösäteilyä tavallista lasia paremmin. Tasokeräimillä päästään noin 35–70 % hyötysuhteeseen. (Kaivosoja ym. 2011, 149.)



KUVA 7. Tyhjiöputkikeräimiä katolla. (Groundenergy.)

Tyhjiöputkikeräin (kuva 7) on hyötysuhteeltaan 30 % tehokkaampi kuin tasokeräin. Tyhjiöputkikeräin absorboi säteilyenergian tehokkaammin, sillä putken pinta on melkein aina kohtisuoraan aurinkoa kohti. Tyhjiöputkikeräin ottaa vastaan paremmin myös hajasäteilyä, jonka vuoksi hyötysuhde on parempi myös pilvisellä säällä. Ulkoilman lämpötila ei vaikuta keräinten tehoon olennaisesti, sillä putkien ympärillä oleva tyhjiö toimii eristeenä. Tyhjiöputkikeräimen avulla auringonsäteilyenergiasta saadaan talteen noin 60 %. (Kaivosoja ym. 2011, 150.)

Parabolinen keräin perustuu säteilyn keräämiseen mahdollisimman laajalta alueelta. Kerätty säteily keskitetään yhteen pisteeseen, jolla saavutetaan korkeampia lämpötiloja ja näin ollen hyötysuhde paranee. Lämmöntuotannon lisäksi parabolisella keräimellä pyritään aina myös sähköntuotantoon. Säteilyn keskittyessä pienelle alalle pystyy aurinkokeräimen putkisto saamaan enemmän säteilyä. Keskittävä keräin koostuu koverista peileistä, jotka heijastavat säteilyä polttopisteen kautta keräinputkistoon, jossa kiertoaineena on öljy ja se kuumenee noin 400 °C. (Kaivosoja ym. 2011, 149.)

Tasokeräin ja tyhjiökeräin ovat yleisimmin käytössä pientalojen lämmityksessä. Parabolista keräintä käytetään suuremmissa kohteissa, joissa pyritään tuottamaan myös sähköä lämpöprosessin avulla. (Kaivosoja ym. 2011, 149.) Talliolosuhteisiin voisi paremmin soveltua taso- tai tyhjiökeräin, sillä talleissa sähkönkulutus on suhteellisen vähäistä.

Aurinkolämmön avulla yritys voi helposti pienentää ympäristövaikutustaan ja säästää rahaa. Lämmitysjärjestelmien avulla saadaan pienennettyä energiankulutusta ja keräimien avulla yleisesti voidaan tuottaa jopa 50 % vuotuisesta lämpimän veden käyttötarpeesta. (Aurinkolämmitys) Aurinkokeräimelle sopivat lähes kaikki vesivaraajat ja se voidaan asentaa kattilakerukkaan, jolloin lämminkäyttövesi voidaan tuottaa joko aurinkolämmöllä tai lämmityskattilan avulla. (Solartukku.) Esimerkiksi 200 litran lämminvesivaraaja vaatii noin 5 m²:n aurinkokeräimen pinta-alan (Kari, 2009, 30).

4.2.1 Aurinkolämmön käyttökohteet

Aurinkolämmön pystyy kytkemään erilaisiin lämmönjakotapoihin ja sitä hyödynnetään muun muassa kiinteistöjen sekä vapaa-ajan kohteiden lämmönlähteenä. Myös erilaisissa maatalouden sovellutuksissa, kuten viljankuivauksessa, voidaan hyödyntää aurinkolämpöä. (Kaivosoja, ym. 2011, 150.)

Suomessa aurinkolämmöllä lämmitetään pääosin käyttövettä, mutta myös huoneilojen lämmitys on mahdollista kevättalvesta lähtien aina syksyyn saakka. Aurinkokeräinten avulla voidaan lämmittää jopa 60 % lämpimän käyttöveden tarpeesta ja 10–15 % huonelämmityksestä voidaan korvata aurinkolämmöllä. (Kaivosoja ym. 2011, 150.)

Aurinkolämpö soveltuu hyvin matalalämpöratkaisuna vesikiertoiseen lattialämmitykseen etenkin märkätiloissa. Aurinkolämmitysjärjestelmää voi hyödyntää päälämmitysjärjestelmänä kesä ajan, jolloin muita varsinaisia lämmityskeinoja ei tarvita. (Kaivosoja, ym. 2011, 150.)

4.3 Aurinkoenergian ympäristövaikutus

Aurinkoenergiajärjestelmistä ei suoranaisesti synny ympäristöön vaikuttavia päästöjä. Välillisesti päästöjä ja ympäristövaikutuksia aiheutuu tarvittavista materiaaleista, työstä ja mahdollisista käytön aikana tarvittavista välineistä, kuten esimerkiksi sähköä tarvitsevista pumpuista. (Kaivosoja ym. 2011, 155.)

Aurinkosähköjärjestelmien päästöt ovat keskittyneet paneelien tuotantovaiheen puolijohdevaiheeseen. Puolijohdevaiheessa käsitellään erilaisten prosessien yhteydessä myrkyllisiä ja terveydelle haitallisia aineita ja kaasuja. Turvallisuuskysymykset tulee

huomioida paneelien tuotannossa vaikkakin tuotantovaiheiden suorat terveysriskit ovat hyvin pienet ja helposti hallittavissa. (Kaivosoja ym. 2011, 155.)

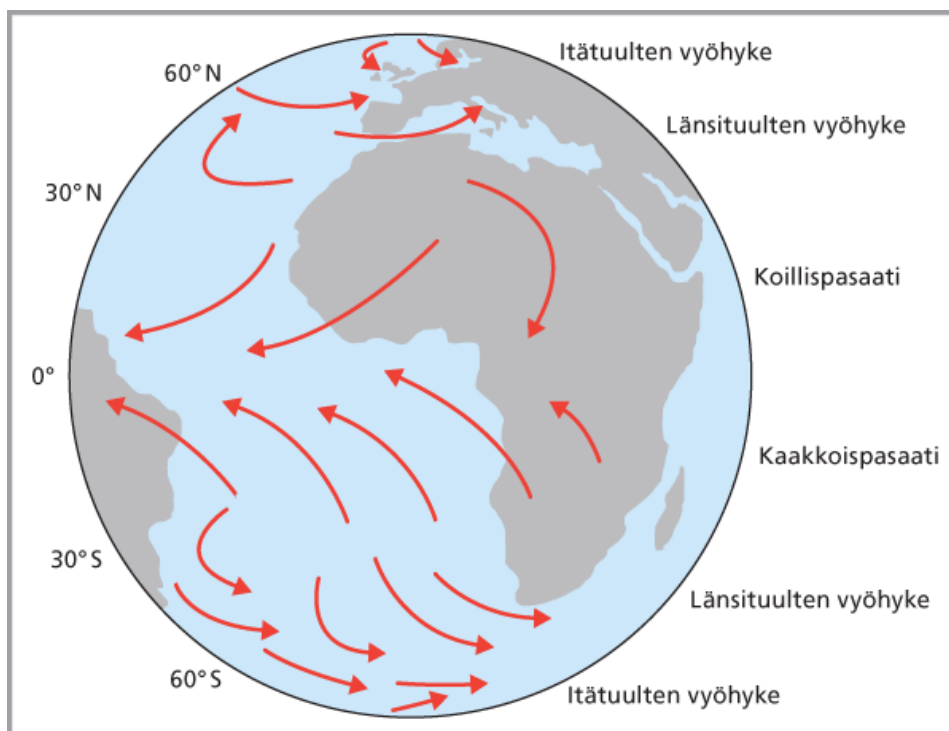
5 TUULIENERGIA

Tuulivoima on uusiutuva energialähde. Suurin osa uusiutuvista energialähteistä tulee viime kädessä auringosta. Noin puolet aurinkoenergiasta varastoituu lämpönä maanpintaan sekä meriin, joista se heijastuu takaisin avaruuteen pitkäaaltoisina lämpösäteilyinä. Aurinko lämmittää maan pintaa epätasaisesti, josta johtuu lämpötila- sekä ilmanpaineen erot. Auringosta tulevasta energiasta noin 2–3 prosenttia muuttuu liike-energiaksi eli tuuleksi. (Energiateollisuus; Kaivosoja ym. 2011, 131.)

Tuulivoimatuotanto eroaa tavallisesta sähköntuotannosta sen tuotannon ajallisen vaihtelun vuoksi. Tuulisuuden takia tuulisähköntuotanto vaihtelee päivittäin ja jopa tunneittain. Tuulivoiman osuutta voidaan tulevaisuudessa kasvattaa älykkäiden sähköverkkojen avulla. (Energiateollisuus.)

5.1 Mitä tuuli on ja kuinka sitä hyödynnetään

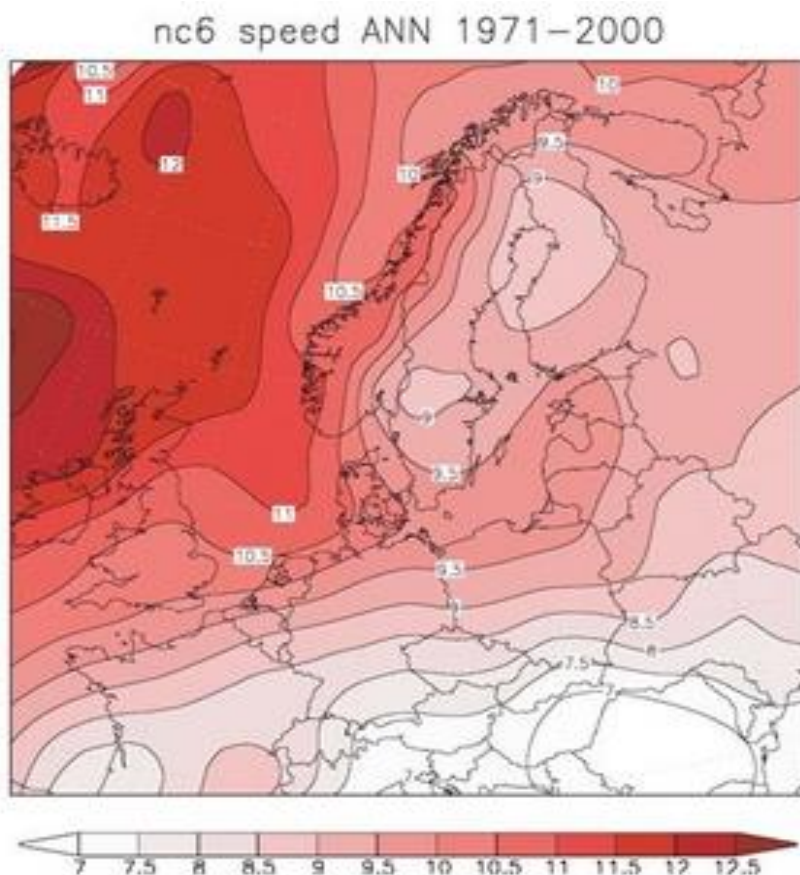
Tuulella tarkoitetaan maanpinnan suuntaisesti liikkuvaa ilmvirtausta ilmakehässä (kuva 8). Maapallon epätasainen lämpeneminen ja jäähtyminen vaikuttavat tuulen syntyyn samoin kuin monet eri tekijät, kuten suuret säähäiriöt, esimerkiksi meren ja maan lämpötilavaihtelut ja matalapaineet. (Suomen tuulivoimayhdistys ry; Mitä tuuli on.)



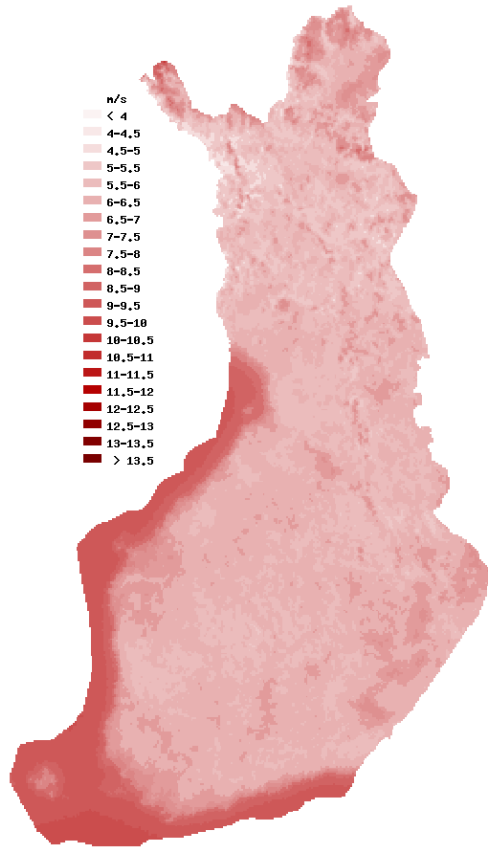
KUVA 8. Planetaarinen tuulijärjestelmä. Tuuliatlas.

Auringon säteily vaimenee ilmakehään tultaessa ja väheneminen on havaittavissa selvemmin lähellä napa-alueita kuin päiväntasaajan seudulla, koska napa-alueilla säteily liikkuu huomattavasti enemmän ilmakehässä. Eri leveysasteilla maanpinta myös lämpenee eri tavalla, sillä maapallon ja auringon keskinäiset sijainnit ja maapallon muoto vaikuttavat säteilyyn. Epätasainen lämpeneminen aiheuttaa sen, että maapallo toimii kuin lämpöpumppu, se siirtää kylmempää ilmaa päiväntasaajan seudulle ja lämpimämpää ilmaa napa-seudulle. (Suomen tuulivoimayhdistys ry; Mitä tuuli on)

Tuulivoimalan nimellisteho ilmoitetaan yleensä kilowatteina (kW). Tämä ei kuitenkaan suoraan kerro energiatuotoksesta, sillä tuotanto riippuu voimalan ominaisuuksista, maanpinnan laadusta ja muodoista sekä maston korkeudesta ja tuuliolosuhteista, kuten tuulen nopeus ja nopeuden jakautuma lapojen alueella. Tämän lisäksi tuulen nopeuteen vaikuttavat maantieteelliset erot ja vuoden ajat (kuva 9). Sisämaassa keskituulen nopeus vaihtelee huomattavasti vähemmän kuin rannikkoseudulla tai tuntureilla ja talvisin tuulee enemmän kuin kesäisin (kuva 10); (Suomen tuulivoimayhdistys ry; Mitä tuuli on; Kaivosoja ym. 2011, 132–133.)



KUVA 9. Keskimääräisen tuulennopeuden jakauma Euroopassa. (Tuuliatlas.)



KUVA 10. Tuulen keskinopeus. (Tuuliatlas.)

Rakennettaessa tuulivoimalaa on keskeistä valita riittävän tuulinen paikka, sillä mitä korkeammalle merenpinnasta mennään tuulen nopeus kasvaa ja maanpinnan muotojen merkitys vähenee. Parhaita paikkoja tuulivoimaloille ovat avoimet ja ympäristöstään ylempänä olevat paikat. Tällaisia paikkoja ovat mm. rannikkoseudut, peltoaukiot ja mäkien laet sekä tunturit. (Kaivosoja ym. 2011, 133.)

Arvioitaessa tuulivoimalan tuottoa käytetään arviointiperusteena tuulen nopeutta napakorkeudella eli konehuonekorkeudella. Käynnistyäkseen pientuulivoimalat tarvitsevat tuulta noin 2 m/s ja suuret tuulivoimalat toimivat tuulen nopeuden ollessa 5–25 m/s. Pienikin lisäys keskituulen nopeudessa parantaa jo huomattavasti tuulivoimalan tuotantoa. Nykyiset tuulivoimalat on suunniteltu kestäämään alle 25 m/s tuulen nopeutta, koska silloin voimalan rakenteisiin kohdistuu niin suuria rasituksia, että laiterikkojen vaara kasvaa. (Kaivosoja ym. 2011, 133; Suomen tuulivoimayhdistys ry; Mitä tuuli on.)

Tuulen eli ilmapirran liike-energia muutetaan tuuliturbiinien avulla pyörimisenergiaksi, jonka sähkögeneraattori muuttaa sähköksi. Tuuliturbiineilla eli tuulivoimaloilla tarkoitetaan koko tuulivoimalaitosta, johon sisältyy konehuone, masto ja perustukset ja roottori sisältäen navan ja siivet/lavat. (Tuulivoimatieto.) Näiden lisäksi tarvitaan sää-

töjärjestelmä, jonka avulla tuulennopeuden mukana vaihteleva sähköntuotanto voidaan muuntaa käytettäväksi sähköverkossa tai varastoitavaksi akkuihin. (Kaivosoja ym. 2011, 131; Suomen tuuliatlas.)



KUVA 11. Millainen on tuuliturbiini. (Tuulivoimatieto, Suomen tuulivoimayhdistys ry.)

Tuuliturbiineita on käytössä hyvin erilaisia, vaaka- ja pystyakseloituja, 1-, 2-, 3- ja monilapaisia (kuva 11). Isoimmissa tuulivoimaloissa käytetyt turbiinit ovat yleisemmin 3-lapaisia ja vaaka-akseloituja. Pienemmissä tai yksityiskäytössä olevissa voimaloissa käytetään lähinnä 2 tai 3 lapaista turbiinia. (Suomen tuuliatlas.)

Tuulivoimalalla tarkoitetaan aluetta, jossa on yhteen liitettyjä tuulivoimaloita, jotka ovat kytkettyinä kokonaisuudessa sähköverkkoon. Tärkeää on huomioida turbiinien riittävä välimatka toisistaan, jottei niiden teho heikkene. Välimatka on vähintään viisi kertaa roottorin halkaisijan mitta (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuulivoimatekniikka.)

Entisaikaan käytettyjen tuulimyllyjen toiminta perustui tuulen painovoimaan, kun taas nykyaikaiset tuulivoimaloiden roottorien lavat ovat aerodynaamisesti muotoiltuja eli roottori liikkuu tuulen aiheuttaman nostovoiman avulla. (Suomen tuuliatlas.)

5.2 Tuulivoimaloiden koko Suomessa

Tuulivoimaloiden kokoa voidaan kuvata pyyhkimispinta-alalla, nimellisteholla, vuosituotolla, potkurin halkaisijalla, painolla tai napakorkeudella. Usein kuitenkin tuulivoimaloista puhuttaessa käytetään termiä nimellisteho, joka on voimaloille määritelty suurin teho. Tuulivoiman tuottoa voidaan kuitenkin suoraan verrata pyyhkäisyypinta-alan laajuuteen ja napakorkeuteen, joiden kasvaessa myös tuotto paranee. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuulivoimatekniikka.)

5.2.1 Pientuulivoimala

Pientuulivoimaloiden toimintaperiaate on sama kuin isoissa ja niiden teho jää vähäiseksi (0,5–10 kWh). Pientuulivoimaloiden tuottamaa sähköä hyödynnetään pääasiassa maataloudessa, laitoksissa, vapaa-ajanasunnoissa ja purjeveneissä. (Parkkari & Perkiö 2011. 4–5.)

Pientuulivoimala toimii niin sähkөөn kuulumattomissa kohteissa kuin myös sähköjatkelyn piirissä olevissa taloissa, joissa omavaraisuutta halutaan lisätä ja samalla sähkölaskua pienentää. IEC 61400–2–normin mukaan pientuulivoimalan pyyhkäisyypinta-alan tulee olla alle 250 m² ja korkeuden alle 50 m sekä lapojen pituuden alle yhdeksän metriä. Mikroituulivoimala on voimala, joka tuottaa alle 10 kW ja on yhden talouden laitos. (Parkkari & Perkiö, 2011. 4–5.)

Pientuulivoimalan maston korkeus vaihtelee 5–30 metriin. Teho on tyypillisesti 2 kW ja lapojen halkaisija 4 metristä ylöspäin. Pientuulivoimalaa hyödynnetään yleisimmin akkujen lataukseen, lämmitysenergian tuottamiseen ja suoraan sähköntuotantoon esimerkiksi omakotitalon sähköverkkoon. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry.)

Pientuulivoimaloiden tilanne on tällä hetkellä huono niiden vähäisen määrän vuoksi, sillä pientuulivoimaloita ei ole rakennettu yksityistalouksiin paljoa eikä pientuulivoimaloiden rakentamista erityisesti tueta. Energia-avustusta voimalan rakentamiseen saa, jos rakennelma on yhdistelmälämmitysjärjestelmä, mutta tuen saatavuus ja määrä vaihtelee. Voimalan rakennuskustannukset voi vähentää verotuksessa kotitalousvähennyksenä, jos voimala rakennetaan valmiiseen asumukseen. (Parkkari & Perkiö 2011, 4–5.) Kotitalousvähennyksen enimmäismäärä vuonna 2012 oli 2 000 €, jolloin

pariskunta voi saada kotitalousvähennystä yhteensä 4 000 €. Kotitalousvähennyksen omavastuuosuus on 100 €. (Verohallinto)

5.2.2 Tuotannon ajallinen vaihtelevuus ja tuotantopotentiaalin vaihtelu

Päivien, kuukausien, vuosien ja vuosikymmenien avulla voidaan tarkastella tuulivoimatuotannon vaihteluja. Tuulivoimatuotantoa voidaan ennustaa entisten havaintojen perusteella eteenpäin 10–20 vuotta. Suomen sisämaassa tuulivoimapotentialin vuotuinen vaihtelu on hyvin vähäistä verrattuna tuntureihin, rannikoihin, saaristo- sekä merialueisiin (kuva 12). Kuitenkin merialueilla on tuulivoimapotentialin eroja vuodenaikavaihteluiden ja pitkäaikaisvaihtelujen kesken. Vuodesta 1995 lähtien Ahvenanmaan alueen tuulivoimatuotannon vuotuinen tuotantopotentiaali on ollut selvästi laskussa, kun taas Perämerellä Hailuodossa vuodenaikavaihtelu on varsin suurta ja vuotuinen tuotantopotentiaali on ollut nousussa 1990-luvun aikana. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuotannon ajallinen vaihtelevuus.)



KUVA 12. Tuulen nopeuden kuukausikeskiarvon vaihtelu. (Tuuliatlas.)

5.2.3 Tuulivoimatuotannon ympäristövaikutukset

Energiantuotantomuodoista tuulivoima on melkein päästötöntä. Kuuden kuukauden aikana se tuottaa oman hiilijalanjälkensä verran energiaa, jonka jälkeen tuulivoima muuttuu päästöttömäksi energiantuotannoksi ja tämän vuoksi tuulivoimatuotantoa on pyritty edistämään. Tuulivoimalan suurimmat päästöt syntyvät niiden rakentamisesta ja käytössä päästöjä syntyy voimalan huoltotoimista, muuten sen sähköntuotanto on käytännössä katsoen päästötöntä. (Kaivosoja ym. 2011, 145.)

Tuulivoimaloiden suurin ympäristöhaittavaikutus on maisemaan, koska ne ovat erittäin korkeita ja erottuvat hyvin maisemasta. Pientuulivoimaloiden korkeus vaihtelee 5–30 metrin välillä. Maiseman haittavaikutuksia voidaan vähentää sijoittamalla tuulivoimalat mm. merelle tai paikkaan, jossa on jo entuudestaan samaa kokoluokkaa olevia rakennuksia kuten tehdasrakennelmia tai ne voidaan sijoittaa vähän näkyville paikoille. Rakennusmateriaalina suositetaan mattapintaisia materiaaleja, sillä ne näkyvät huomattavasti huonommin kuin kiiltäväpintainen materiaali. (Tuulivoima-alan toimittajat – toimialaryhmät.)

Tuulivoimala tulee sijoittaa riittävän kauas asuinrakennuksista niiden mahdollisen haitan takia. Yksittäinen voimalaitos ylittää taajamien meluarvon, 40 desibeliä, kun etäisyys on rakennuksen ja voimalan välillä 200–300 metriä ja tuulen nopeus saavuttaa 8 m/s. (Tuulivoima-alan toimittajat – toimialaryhmät.)

Tuulivoimalaitoksen on todettu vaikuttavan myös lintujen käytökseen. On arvioitu, että vuosittain ainakin yksi lintu kuolee voimalaitoksen roottorin lapoihin. Ensisijaisesti lintujen törmäysriskiin vaikuttaa voimalan sijoituspaikka. Linnut voivat myös vaihtaa luontaista käyttäytymistään pystytettyjen tuulivoimaloiden takia. Kuitenkin merituulivoimalaitosten vaikutukset lintukantaan on todettu varsin vähäisiksi. (Tuulivoima-alan toimittajat – toimialaryhmät.)

6 TUTKIMUSMENETELMÄ

Opinnäytetyössä käytetään kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Kvalitatiivisella tutkimuksella pyritään kuvaamaan todellista elämää ja tutkittava kohde tutkitaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara. 2007. 157.) Suomessa ei ole aiemmin tehty tutkimuksia uusiutuvan energian käytöstä talleilla. Maatiloilla uusiutuvan energian käyttöä on testattu, mutta koska maataloustuotannon energiankulutus on suurempaa kuin talleilla, ne eivät ole suoraan verrannolliset toisiinsa.

Kvalitatiiviselle tutkimukselle tyypillisiä piirteitä on käyttää induktiivista analyysia, jolloin tärkeintä ei ole teorian tai hypoteesin testaaminen vaan monitahoinen ja yksityiskohtainen aineiston tarkastelu. Tutkimus yleisesti on kokonaisvaltaista tiedonhankintaa ja aineisto kootaan todellisista tilanteista. Kvalitatiiviseen tutkimukseen kohdejoukko valitaan tarkoituksenmukaisesti ja tutkimusmuoto muotoutuu tutkimuksen edistyessä. Saatua aineistoa käsitellään ainutlaatuisena tuotoksena. (Hirsjärvi ym. 2007, 160.)

Tyypillisen kvalitatiivisen tutkimuksen piirre on käyttää ihmistä tiedonlähteenä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineiston laajuus voi olla ongelmallista, mutta koska kvalitatiivisella tutkimuksella ei ole tarkoituksena löytää keskimääräisiä yhtenäisyyksiä tai tilastollisia säännönmukaisuuksia, aineiston koko ei määräydy niihin ohjeisiin perustuen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään tutkimuskohdetta. (Hirsjärvi ym. 2007. 176–177.)

Opinnäytetyössämme olemme käyttäneet tutkimusstrategiana tapaustutkimusmenetelmää eli case-tutkimusta. Tapaustutkimus on yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa esimerkiksi yksittäisestä tapauksesta tai pienestä joukosta. Tyypillisiä piirteitä ovat luonnolliset tilanteet, joista kerätään tietoa eri metodeilla kuten haastatteluilla, havainnoimalla ja dokumenttien avulla. (Hirsjärvi ym. 2007. 130–131.)

Työn tarkoituksena on selvittää tallien energiankulutusta ja esitellä ratkaisuvaihtoehtoja, jotka perustuvat uusiutuvaan energiaan. Aloittaessamme tekemään tapaustutkimusta olimme yhteydessä 17 talliyrittäjään lähettämällä sähköpostilla saatekirjeen (liite 2) kera alustavasti yksinkertaisen kyselylomakkeen (liite 3). Kyselylomakkeella tiedustelimme tallin kokoa, lämmityskustannuksia ja vuosittaista sähkönkulutusta sekä veden käyttöä. Tällä kyselyllä pyrimme saamaan mahdollisimman monta esimerkkiä tallin energiankulutuksesta ja pitämään kyselyn helposti lähestyttävänä saadak-

semme vastaukset mahdollisimman monelta. Samassa viestissä tiedustelimme myös kiinnostusta lähteä yhteistyötalliksemme toimimaan case-esimerkkinä.

Viestiin vastanneista yrittäjistä muutamat kieltäytyivät ajanpuutteen vuoksi ja osa ilmoitti osallistuvansa ainakin kyselyyn, mutta vastauksia emme kuitenkaan saaneet. Talleilla, jotka lähtivät mukaan case-tapauksiksi, kävimme tekemässä tarkemman haastattelun energiankulutuksesta ja tallin toiminnasta (liite 4). Tarkentavassa haastattelussa pyrittiin selvittämään tallin lähtötiedot, vuosittainen energiankulutus, toimintaympäristö sekä merkittävimmät sähkölaitteet.

Opinnäytetyössämme meillä on käytössä kaksi toimintatavaltaan erilaista tallia; ravi- ja ratsutalli. Tallien toimintamuodot eroavat toisistaan; esimerkiksi yleensä ravitallilla energiaa kuluu enemmän pesuveden lämmittämiseen kun taas ratsutallilla valaistukseen ja tilojen lämmitykseen.

7 TALLIT JA TALLIEN ENERGIANKULUTUS SUOMESSA

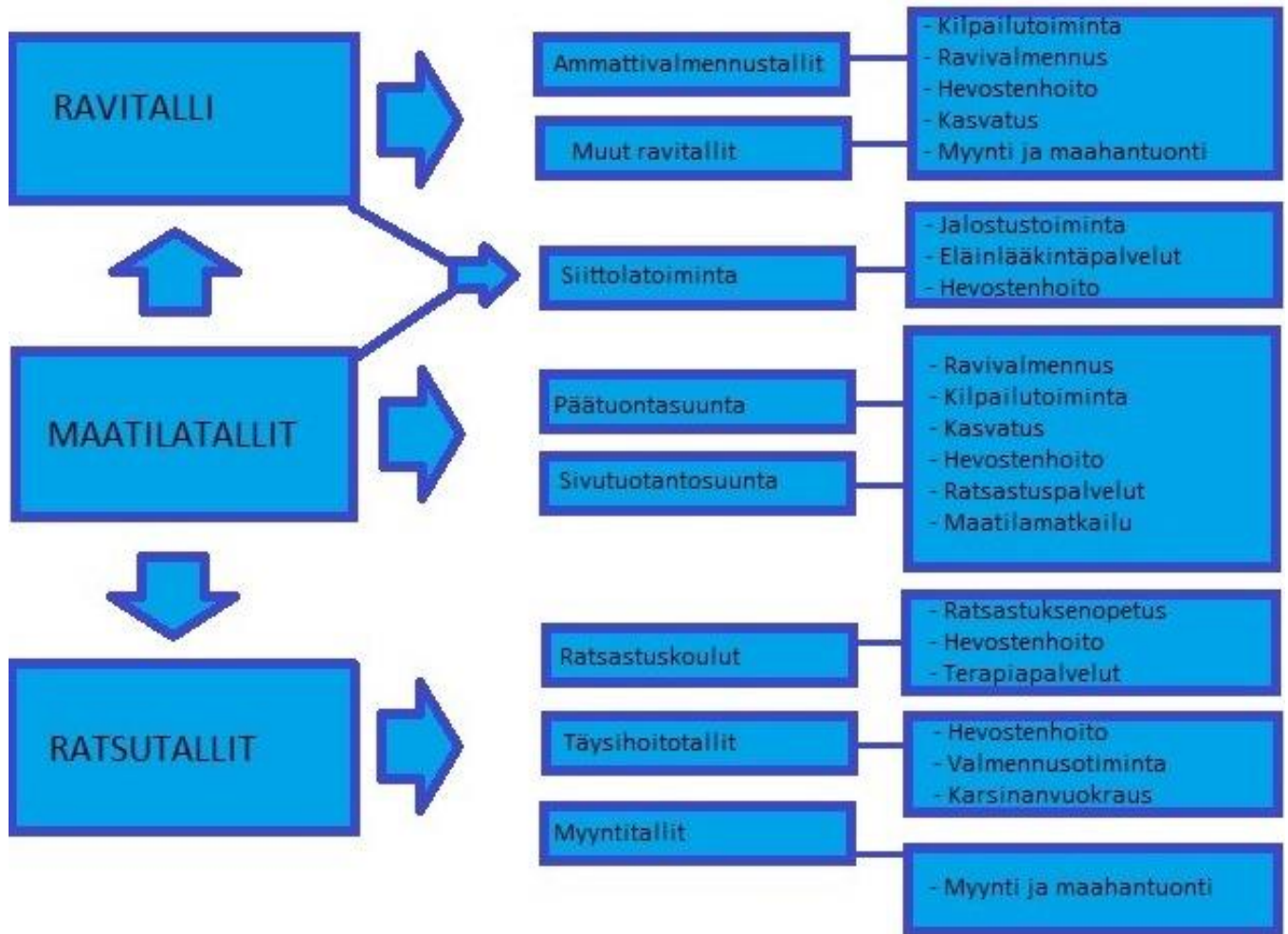
Hevostalous on kasvava-ala kaikkialla Suomessa. Tällä hetkellä Suomessa on noin 75 500 hevosta, jotka ovat jakautuneet niin harraste- kuin kilpahevosiin eri lajeissa. Suomessa talleja on 16 000 kappaletta. (Suomen Hippos ry, Hevosalan tunnusluvut) Tallit on jaoteltu kolmeen eri ryhmään; maatila-, ravi- ja ratsutallit. Tallien erottajina toimivat tuotantosuunnat ja toiminnan kokoluokka. (Heiskanen, Klemola, Kumpulainen & Kauppinen 2002, s. 19.)

Sähkö kuuluu nykyaikaisen tallin perustarpeisiin ja sitä tarvitaan valaistukseen, ilmanvaihtoon sekä mahdolliseen tilojen ja veden lämmitykseen. Näillä pyritään luomaan mukava työskentely- ja oleilu ympäristö talleilla. (Pesonen, Virtanen & Jansson 2008, s. 60.) Huomioimalla energiankulutusta voidaan säästää ympäristöä, energiaa ja rahaa, joten yritys voi panostaa näin talouteen sekä markkinointiin ympäristöystävällisenä tallina. (Louhelainen, 2010, s.15–16.)

Selvittäessämme tallien energiankulutusta saimme yhteistyötallemme Pohjois-Savossa sijaitsevat ravi- ja ratsupuolen tallit. Ravipuolelta mukaan saimme vieremäläisen ravitalli Einari Vidgren Oy:n ja ratsupuolelta kiuruvetisen harrastetallin Talli Taitavat Kaviot.

7.1 Tallit Suomessa

Suomen Hippoksen tekemän tutkimuksen mukaan Suomessa oli 75 500 hevosta ja 16 000 hevostallia vuonna 2011. Hevosmäärä on jakautunut pääsääntöisesti lämminverisiin (34 %), ratsuihin ja suomenhevosiin (26 %) ja poneihin (14 %). Hevosyrityksen toimintamuotoja ovat hevoskasvatus, ratsastuskoulutoiminta, ravivalmennus, hevosten hoitopalvelut, siittolapalvelut ja hevosmatkailupalvelut. (Suomen Hippos ry, Hevosalan tunnusluvut.) Tallityypit jakaantuvat kolmeen eri ryhmään; maatila-, ravi- ja ratsastustallit (kuvio 1). Maatilatallit yhdistävät ravi- ja ratsutallien toimintaa toimimalla hieman joka sektorilla, kuitenkin niin että tallitoiminta on joko päätuotantosuunta tai sivutuotantosuunta. Ratsastustallit ovat pääsääntöisesti ratsastuskouluja, täyshoitotalleja ja myyntitalleja, kun taas ravitallit panostavat ammattivalmennukseen ja muihin ravitallitoimintoihin. (Heiskanen ym. 2002, s. 19.)



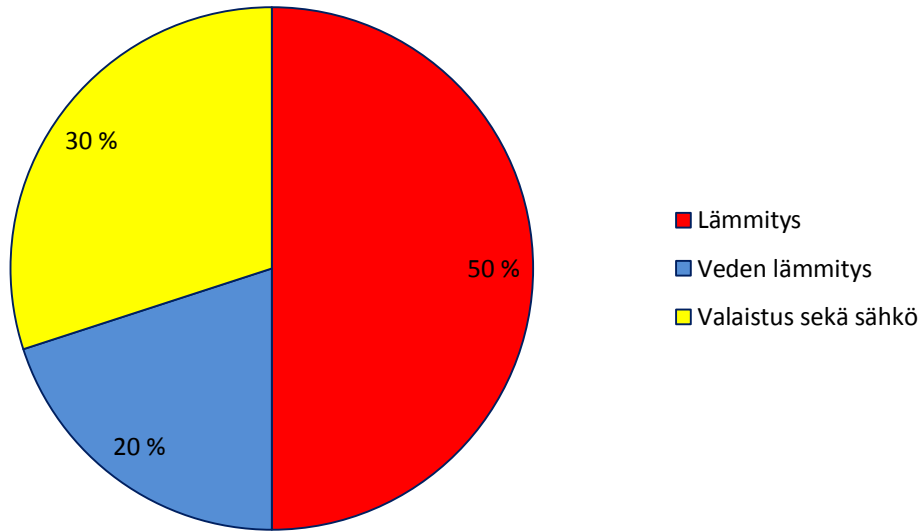
KUVIO 1. Tallien yleisimmät toimintamuodot (Suomenratsastajainliitto, 2005. s.19)

7.2 Tallin energiankulutus ja energian säästökeinoja

Jokaisen tallin perustarpeita ovat valaistus, ilmanvaihto ja mahdollinen lämmitys, jotka kuluttavat energiaa. Kyseisillä tarpeilla pyritään luomaan sisäilma, jossa eläin ja hoitaja voivat hyvin. Energia ja lämpö tuotetaan yleensä sähköllä ja polttoöljyllä. Mikäli tallinpitäjä haluaa huomioida tallin ympäristövaikutuksia, olisi sen syytä tarkastella energiansäästöä sekä uusiutuvan energian käyttöä. (Pesonen ym. 2008, s. 60.)

Jotta aurinko- ja tuulienergiasta saisi mahdollisimman paljon irti, olisi yrittäjien hyvä tarkastella ja seurata sähkönkulutusta. Vaikka uusiutuvan energian avulla yrittäjä saisi taloudellista hyötyä, niin seurannan myötä taloudellisuus kasvaa. Energiaa järkevästi käyttämällä voidaan säästää ympäristöä, energiaa ja rahaa. Hevosyrityksissä käytetystä energiasta noin puolet menee lämmitykseen, viidesosa veden lämmitykseen ja loput valaistukseen sekä sähkölaitteisiin (kuvio 2); (Louhelainen, 2010, s.15–16.)

Hevosyrityksissä käytetyn energian jakautuminen



KUVIO 2. Hevosyrityksissä käytetyn energian jakautuminen. (Louhelainen, 2010)

Omat tottumukset vaikuttavat kustannuksiin ja energian kulutukseen. Talliyrittäjän on hyvä tietää mihin energiaa kuluu, jotta sitä voi säästää (liite 1). Jos yrittäjä haluaa säästää tallin energian kulutusta, sitä tulee seurata ja mitata esimerkiksi vuositasolla. Liiketoiminta on sitä kestävämpää ekologisesti ja taloudellisesti, jos yritys hyödyntää materiaali ja energiavirtoja vähemmän suhteessa tuloksiinsa. Ympäristöasioiden lisäksi kannattaa huomioida säästön vaikutus talouteen.

Tallissa tulisi huomioida sosiaalityötilojen ja tallityötilojen lämpötilaerot. Sosiaalityötilojen, kuten toimiston, lämpötilan olisi hyvä olla noin 20 °C ja tallin sopiva lämpötila on noin 8–12 °C tai viileämpi. Laskemalla lämpötilaa jo yhdellä Celsius-asteella voidaan säästää lämmityskustannuksissa 5 %. (Louhelainen, 2010, s.16.)

Varsinaista lämpöä ei eläimien takia tarvitse tuottaa, mutta turvatakseen sulan juomaveden ja kohtuulliset työskentelyolosuhteet ihmiselle, lämpötila ei saisi olla alle viiden Celsius-asteen. Kylmissä tiloissa tulee kiinnittää huomioita vetoisuuteen ja ilman kosteuteen. Lämmönkulutus ja sisäilman lämpötila ovat riippuvaisia rakenteiden lämmönläpäisykyvystä, ilmanvaihtotarpeesta sekä rakennuksen koosta ja muodosta. (Pesonen ym. 2008, s. 60.) Hevosien lämmöntuotto kyky on erinomainen, 500–600 W/h, joten talvipakkasilla hevoset kannattaa ulkoiluttaa pienissä ryhmissä, jottei tallin sisäilma pääse jäähtymään liikaa. (Louhelainen, 2010, s.16.)

Energiaa voi kulua runsaasti ilmastointiin ja valaistukseen. Ilmastoinnin käyttö kuluttaa energiaa, joten sitä kannattaa käyttää vain tarvittaessa. Sopiva tallin ilmankosteus on 60–70 %. Energiatohokkuus parantuu kun ilmastointilaitteessa käytetään lämmönalteenottoa. Ilmastointilaitteet tulee muistaa puhdistaa ja huoltaa, sillä vajailla tehoilla toimiva laite kuluttaa energiaa enemmän. Valaistuksesta aiheutuvat kustannukset on helppo pitää pienenä, kun muistaa sammuttaa turhaan palavat valot. Säästöä tuovat myös energiatohokkaat ja käyttötarkoitukseen sopivat lamput. Kenttien, ajoreittien ja pihojen valaistukseen käytetään paljon energiaa. Valaistuksessa voidaan hyödyntää liiketunnistinvalaisimia, ajastimia sekä automaatti- että kellokytkimiä. (Louhelainen, 2010, s.16–17.) Tallin yhteydessä on yleensä muuta valaistusta tai lämmitettäviä tiloja kuten maneesi. Energian käytön vähentämisen tulisi aina olla tallien yhtenä tavoitteena, sillä se hyödyntää ympäristöä ja yrittäjälle syntyviä kustannuksia. (Pesonen ym. 2008, s. 58–59.)

Vettä kuluu niin hevosten kuin tilojen pesuvesiin sekä ihmisten pesu- ja käymälävesiin. Hevosten jalkojen jäähdyttämiseen ja hevosten pesuun kuluu runsaasti vettä. Hevosten jalkojen kylmämiseen voidaan käyttää tihkuletkuja tai kylmätyynyjä juoksevan veden sijasta, sillä veden lämmitys kuluttaa energiaa. Talleilla joilla vesi tulee omasta kaivosta, on opittu varautumaan veden käytössä myös mahdollisiin tuleviin kuiviin kausiin, sillä viimeaikaiset kuivat kesät ovat osoittaneet pohjavesien ehtyvän. Vesihuoltoverkkoon kuuluvat tallit voivat säästää selkeästi myös jätevesimaksuissa huomioidessaan veden kulutusta. (Pesonen ym. 2008, s. 59.)

7.3 Ravitallin toiminta ja energiankulutus

Ravitallit ovat joko ammatti- tai harrastetalleja, joiden toimintaan kuuluu ravivalmennus, hevostenhoito, kilpailutoiminta, myynti ja maahantuonti sekä kasvatustoiminta. (Heiskanen ym. 2002, s. 19.) Ammattivalmennus- ja hoitopalvelua tarjoavilla ravitalleilla on keskimäärin noin 20 karsinapaikkaa, pienimmillä talleilla alle 10 karsinapaikkaa ja suurimmilla jopa 100 karsinaa. Ravivalmennuspalveluita tarjoavalla yrittäjällä ei välttämättä ole lainkaan omassa omistuksessa olevia hevosia. (Pussinen, Korhonen, Pölönen & Varkia 2007, s.36–39.)

Ravitalleilla energiankulutus aiheutuu ensisijaisesti valaistuksesta sekä tilojen ja veden lämmityksestä. Ravitallin lämpimiä tiloja ovat yleensä pienet sosiaalityilat sekä loimienkuivaus- ja varustehuoneet. Yleisesti pesukarsinoiden lattiassa on lattialämmitys, jolloin tila saadaan pidettyä sulana ja kuivana paremmin.

7.3.1 Ravitalli Einari Vidgren Oy

Case-ravitallimme on ravitalli Einari Vidgren Oy, Vieremältä (kuva 13). Tallin historia on saanut alkunsa jo 1950-luvulla, mutta ammattimaiseksi toiminta on kehittynyt vuosien myötä. Nykyään Vidgrenin tallin toiminnasta voidaan puhua ammattimaisena niin valmentamisen, kilpailemisen sekä kasvattamisen osalta. Tallin toiminta on kansainvälistä, sillä Ruotsissa, USA:ssa sekä Italiassa on Einari Vidgren Oy:n omistamia hevosia. (Einari Vidgren Oy.)



KUVA 13. Ravitalli Einari Vidgren Oy. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

Nykyinen talli on rakennettu vuonna 2009. Tallissa on karsinapaikat 16 hevoselle, kaksi pesukarsinaa, lämpimät sosiaalityilat, valjashuone ja kuivaushuone sekä kylmät varastotilat esim. lantala ja rehuvarasto. Kokonaispinta-ala 720,5 m², josta lämpimiä tiloja on noin 44 m². Tämän lisäksi lattialämmitys on käytössä kahdessa eri pesukarsinassa, joiden pinta-ala on yhteensä noin 18 m². Ravitallin eläintila on noin 346 m². Eläintilaan sisältyy pesupaikat, mutta ei lämmitettyjä tiloja.

Tallilla on työntekijöitä ja vieraita varten hyvät sosiaalityilat, joiden varustelu oli monipuolinen. Kahvihuoneesta löytyy nykyaikainen pieni keittiökalusto, kuten mikro, jääkaappipakastin sekä kahvin- ja teenkeitin (kuva 14). Kahvihuoneen lisäksi tallin sosiaalityiloista löytyy pukuhuone ja wc tilat.



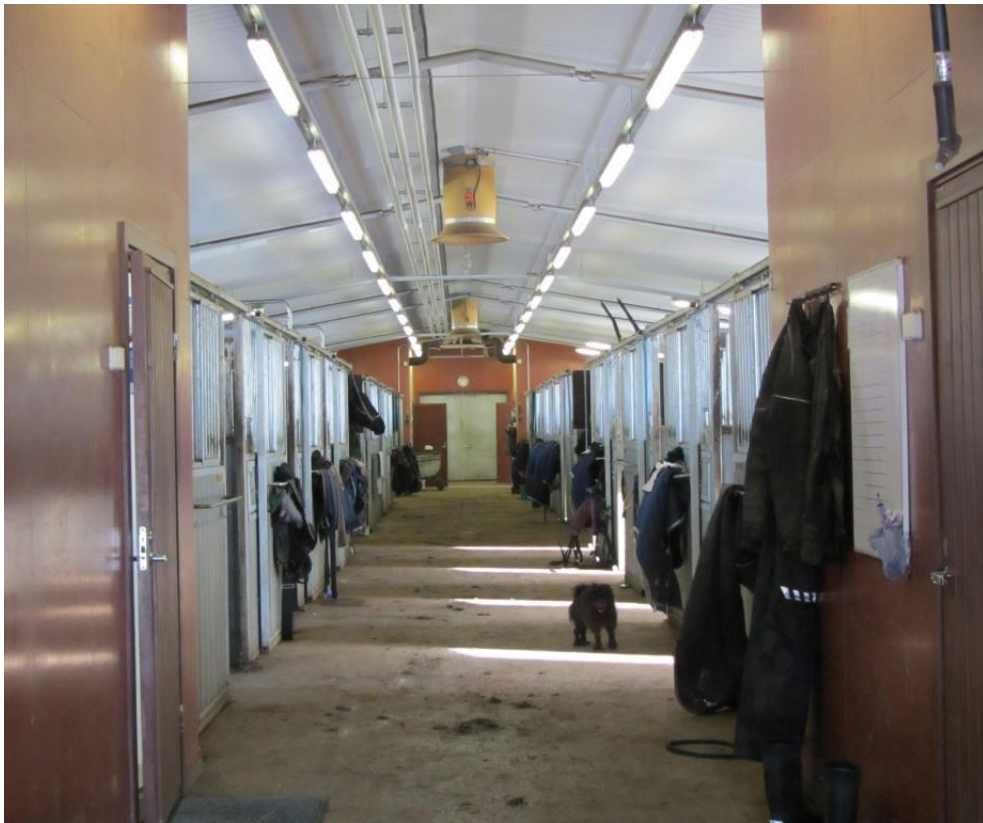
KUVA 14. Kahvihuone. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

Itse yrittäjäkin on pohtinut tallin sähkönkulutuksen määrää. Tallin sähkönkulutus oli vuoden 2012 marras-joulukuussa 13 375 kWh joka on kokonaiskustannuksena 3 847 € kahden kuukauden ajalta. Kuitenkin koko vuoden 2012 sähkönkokonaiskustannus on ollut 14 183 €. Käytimme laskuissamme tilastokeskuksen sivuilta löytynyttä keskiarvoa sähkönhinnasta vuodelta 2012, joka oli ollut noin 0,09 €/kWh yrittäjille (Tilastokeskus 2013). Lisäksi huomioimme Savon Voiman siirtomaksun, joka oli 0,0624 €/kWh (Savon Voima Oyj 2013). Näiden hintojen perusteella saimme sähkön kilowattihinnaksi noin 0,15 €/kWh, jota käytimme laskiessamme tallin vuosikulutuksen ja muissa talliin liittyvissä laskelmissa. Vuosikulutukseksi saimme noin 94 500 kWh. Edellä mainittuun lukemaan kuuluvat tallin sähkönkulutus sekä yhden saunallisen asuinhuoneiston sähkönkulutus (kuva 14). Sähkönkulutus on tavanomaista isompi johtuen vielä tuntemattomasta viasta ja tämän vuoksi emme voineet erotella asuinrakennuksen ja tallin sähkönkulutusta toisistaan. Kuitenkin yleisesti ottaen vastaavanlaisen asuinhuoneiston sähkönkulutus on arviolta 7 000 kWh:sta ylöspäin.



KUVA 15. Vanhan tallin yhteydessä oleva asuinhuoneisto. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

Tallilla kuluu eniten energiaa valaistukseen, ilmastointiin ja lämpimien tilojen lämmitykseen sekä pesukarsinoiden lattialämmitykseen. Erillistä lämmitystä tallissa ei käytetä vaan hevoset ylläpitävät tallin lämpöä kovillakin pakkasilla (kuva 16).



KUVA 16. Tallikäytävä, ilmastointihormi ja valaistus. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

Valaistuksessa tallilla käytetään uusia ja tehokkaita valaisimia, joissa on erilliset hämälävalot. Tarhat sijaitsevat tallin välittömässä läheisyydessä ja tästä syystä erillisiä pihavalvoja ei tarvita (kuva 17). Pihavalvoja on ainoastaan ovien yläpuolella sekä tallilta asuinrakennuksille johtavan tien varressa.



KUVA 17. Tallin ulkovalaistus tarhoille. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

7.4 Ratsutallin toiminta ja energiankulutus

Ratsastustallien toiminta perustuu kolmen eri tallimuodon ympärille. Ratsastuksenopetukseen, hevostenhoitoon ja terapiaratsastukseen panostavat ratsastuskoulut, kun taas täyshoitotallit panostavat enemmän hevostenhoitoon, valmennustoimintaan ja karsinanvuokraukseen. Kolmas ja muista selvimmin eroava tallimuoto on myyntitalit, joiden päätarkoitus on hevosten maahantuonti ja myynti. (Heiskanen ym. 2002, s. 19.)

Ratsutallit voidaan luokitella myös koon perusteella, jolloin yleensä puhutaan ratsastuskeskuksista. Ratsastuskoulut tarjoavat tilat yleensä 5–20 hevoselle ja tarkoituksena on luoda asiakkaille mahdollisuudet niin ratsastuksen alkeis- kuin jatkoopetukseenkin. Ratsastuskoulut, joiden yhteydessä toimii myös valmennuskeskus, ovat tavanomaisia ratsastuskouluja suurempia ja niiden hevosmäärä on noin 20–40 hevosta. Opetustuntien lisäksi kyseinen talli tarjoaa mahdollisuudet kilpavalmentautumiseen ja ratsastuskilpailuihin. Kilpavalmennus- ja koulutuskeskukset ovat kooltaan suurimpia, joiden hevosmäärä on 40–100 hevosta. Kyseiset keskukset tarjoavat korkeatasoista opetusta ja kilpavalmennusta sekä kilpailuja. (Harju & Halonen, 2005 s. 16.) Yleisesti ratsastustalleilla kuluu energiaa valaistukseen, ilmastointiin sekä tilojen ja veden lämmitykseen. Lämmitettäviä tiloja voi löytyä niin tallista kuin maneesistakin. Tallissa on yleensä suuret sosiaalitilat sekä lämpimät loimien kuivaus- ja varustehuoneet.

7.4.1 Ratsutalli Talli Taitavat Kaviot

Case-talli Talli Taitavat Kaviot tarjoaa pienimuotoista ja laadukasta tallitoimintaa Pohjois-Savossa Kiuruvedellä. Matkaa Kiuruveden keskustaan tulee noin 10 km. Tallilla painotetaan hevosten hyvinvointia ja talli on ollut mukana hevosalan hanketoiminnassa sekä kehittämässä hevostoimintaa. Tallin toiminnasta vastaa hevosalan ammattilainen Tiina Dahlgren ja talli on Suomen Ratsastajain Liiton hyväksymä sekä valvoma harrastetalli. Tallilla on käytössä valaistu 20 x 40 m hiekkapohjainen ratsastuskenttä sekä 22 x 50 m puumaneesi, jonka koko pinta-ala on 1 100 m² (kuva 18).

Talli on tehty vanhasta navetasta, joka on rakennettu 1900-luvun alkupuolella (kuva 19). Talli peruskorjattiin vuonna 2009, jolloin talliosaan tuli kaksi hevoskarsinaa ja yksi ponikarsina vanhojen karsinoiden lisäksi. Tallissa on 11 karsinapaikkaa, kolme

siirtotallipaikkaa ja viisi pihattoa. Yhteensä hevospaikkoja on 19 ja kokonaispinta-ala tallissa on 237 m².



KUVA 18. Maneesi. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)



KUVA 19. Talli Taitavat Kaviot. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

Tallilla kuluu sähköä 26 300 kWh vuodessa. Sähkön hinta on vuonna 2011 ollut 0,12 €/kWh ja kokonaiskustannukseksi vuodessa on tullut noin 3 100 €. Veden kokonaiskulutus on noin 700 m³ vuodessa, jonka kustannukseksi tulee 1 000 € vuodessa. Vesi lämmitetään sähköllä, mutta lämpimän veden kulutuksen osuutta ei voitu määrittää.

Suurimmat sähkönkulutuskohteet ovat valaistus ja lämmitys. Valaistuksessa käytetään loisteputkia ja energiansäästölamppuja. Pienemmät lamput vaihdetaan 2–3 vuoden välein ja loisteputket kerran vuodessa. Tallin sisällä on käytössä päivä- ja yövalo, joiden lisäksi ulkona on erillinen ulkovalaistus. Tallin päivävalo on käytössä työskentely aikana, mutta kesällä valaistuksen käyttö on vähäisempää runsaan luonnonvalon takia.



KUVA 20. Kuivaushuone. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

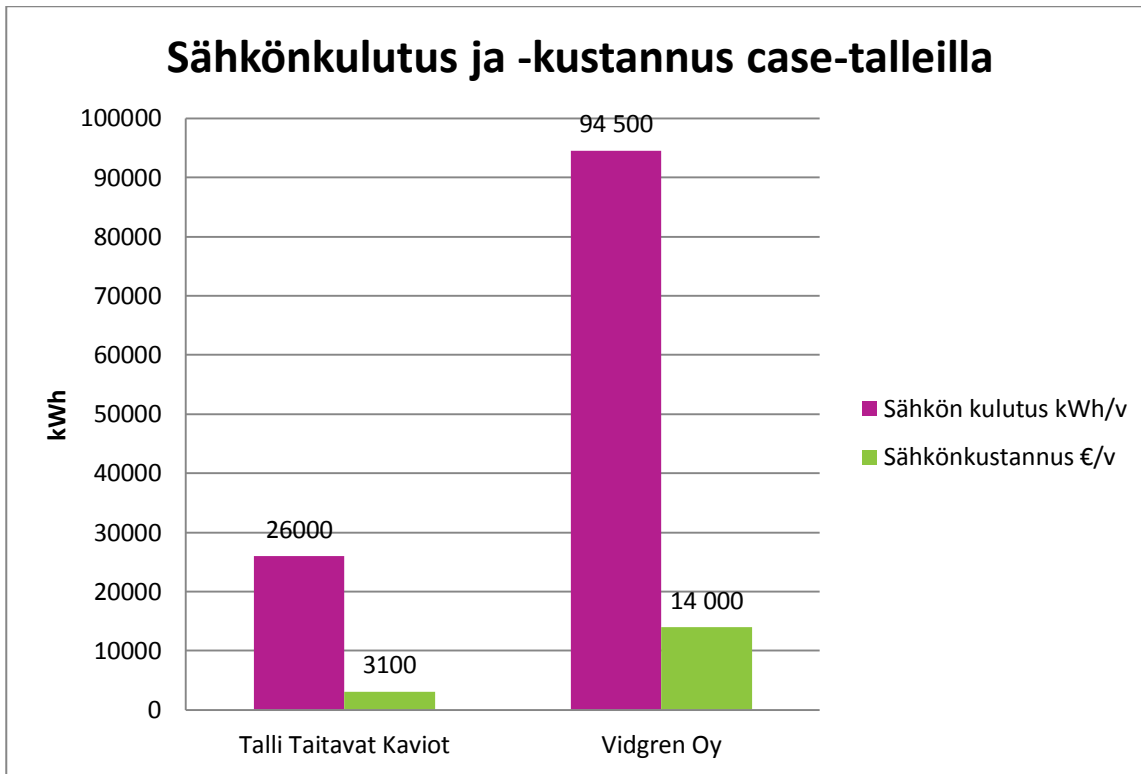
Lämmitys tapahtuu kokonaan sähköllä. Eniten lämmitystä tarvitaan kuivaushuoneessa ja varustehuoneessa, joiden lämpötilat ovat yli 10 °C (kuva 20). Itse tallia lämmitetään tarvittaessa kovilla pakkasilla päiväsaikaan voimavirta puhaltimen avulla, mutta muutoin lämpöä ylläpidetään hevosten omalla lämmöntuotannolla (kuva 21).



KUVA 21. Tallin käytävä. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

7.5 Yhteenveto case-tallien tiedoista

Tallien sähkön kulutusta ei ole aikaisemmin tarkasteltu tutkimusmielessä. Opinnäytetyömme pohjautuu kahden erilaisen tallin energiankulutustietoihin eikä ole siksi yleistettävissä. Ratsutallin energiankulutus oli 26 300 kWh ja ravitallilla 94 500 kWh (kuvio 3). Ravitallin sähkökulutukseen sisältyi pieni asuinhuoneisto.



KUVIO 3. Sähkönkulutus ja – kustannukset case-talleilla

Tallien erilaisuus on havaittavissa taulukosta (taulukko 1), josta ne ovat helposti verrattavissa keskenään. Ravitallilla energiankulutus on huomattavasti suurempi kuin ratsutallilla, ja syynä tähän on vielä piilevä vika, jota selvitetään parhaillaan.

TAULUKKO 1. Tietoa case-talleista.

	<i>Talli Taitavat Kaviot</i>	<i>Einari Vidgren Oy</i>
Karsinapaikat kpl	11	16
Tallin pinta-ala m ²	237	720
Tallin pinta-ala /hevonen m ²	21,55	45
Lämpimientilojen pinta-ala m ²	20	44
Lämpimät tilat/ hevonen m ²	1,8	2,75
Energiankulutus kWh/vuosi	26 300	94 500
Energiankulutus/hevospaikka	2 390	5 906

8 AURINKO- JA TUULIENERGIA TALLEILLA

Vaihtoehtoisia energianlähteitä on pohdittu yleisesti hyödynnettäväksi maataloudessa. Pienimuotoiseen energiantuotantoon ei kannusteta vaikka uusiutuvien energialähteiden käyttö olisikin toivottavaa sillä pientuotannon energian lisääntyminen vähentäisi Suomen energiariippuvaisuutta. Haasteen pienimuotoiselle energiantuotannolle tuo hajautettu, pienimuotoinen sähköntuotanto, sillä sähköä on vaikea varastoida ja se pitäisi saada syötettyä verkkoihin naapurien hyödynnettäväksi. Pienimuotoinen yhteistuotanto tilojen kesken voisi hyvinkin toimia tiiviissä kyläyhteisössä. (Rikkonen ym. 2006, 23–28.)

Mielestämme aurinko- ja tuulienergia soveltuisivat talleille yhtä hyvin kuin omakotitaloihin. Verrattaessa tallien energiankulutusta omakotitalojen energiankulutukseen ei tallien energian kulutus poikkeakaan kovin paljon niistä. Isossa omakotitalossa kulutus voi olla yli 30 000 kWh vuodessa. Tällä hetkellä markkinoilta löytyy aurinkoenergialla latautuvia akkukäyttöisiä paimenpoikia, joilla voidaan taata kauempanakin olevien laitumien sähkövirta. Kuvassa (kuva 22) oleva paimenpoika toimii vielä tavallisella verkkovirralla.



KUVA 22. Verkkovirrassa oleva paimenpoika. (Valokuva: Emmi Taskinen, 2013.)

8.1 Aurinkoenergian rakennuskustannukset

Aurinkoenergiaa harkitessa tulee huomioida mistä kustannukset tulevat ja mille ajalle kustannukset jakautuvat. Kertahankintana kustannus tuntuu suurelta, mutta kun ajatellaan laitteiden ikää ja vuosittaista säästöä sähkölaskussa, voi investoinnille tulla taloudellisiakin etuja eikä ainoastaan ympäristön kannalta huomioitavia etuja. Aurinkoenergian tuotantokustannukset pysyvät samana jopa kymmeniä vuosia, jolloin kulut ovat helpommin ennakoitavissa vuosittain kuin muissa tuotantomuodoissa. Aurinkoenergian hyödyntäminen voisi Suomessakin lisääntyä, jos tuotantoa tuettaisiin syöttötariffien avulla kuten monet muut Euroopan maat tekevät. Aurinkoenergian lisääminen auttaisi myös pienentämään Suomen hiilidioksidipäästöjä. (Aurinkosähkö.)

Aurinkosähköjärjestelmän hinta koostuu pääasiallisesti aurinkopaneeleista ja akuista, sillä muiden tarvikkeiden hinnat eivät ole niin merkittävät. Sähköverkkoon syötetty aurinkosähkö ei välttämättä tarvitse akkuja, mutta sähkökatkon aikana akkuihin ladattu sähkö mahdollistaa sähkön käytön katkon aikana. (Aurinkosähkö.) Lisäksi kustannuksissa on hyvä huomioida suunnittelusta aiheutuvat kustannukset, sillä suunnittelun kustannukset tulevat usein asennus- ja huoltokustannuksissa takaisin (Erat, Erkkilä, Nyman, Peippo, Peltola & Suokivi 2008, 164).

Aurinkosähköjärjestelmien hinnat vaihtelevat jälleenmyyjän ja laitteiston suuruuden mukaan. Hintaan vaikuttaa myös se, onko järjestelmä kytketty verkkoon. Erään järjestelmämyyjän mukaan verkkoon kytkettävien aurinkosähköjärjestelmien koko ja hintaluokka ilmenevät taulukosta 2.

TAULUKKO 2. Verkkoon kytkettävien aurinkosähköjärjestelmien teho- ja hintatiedot. (Satmatic.)

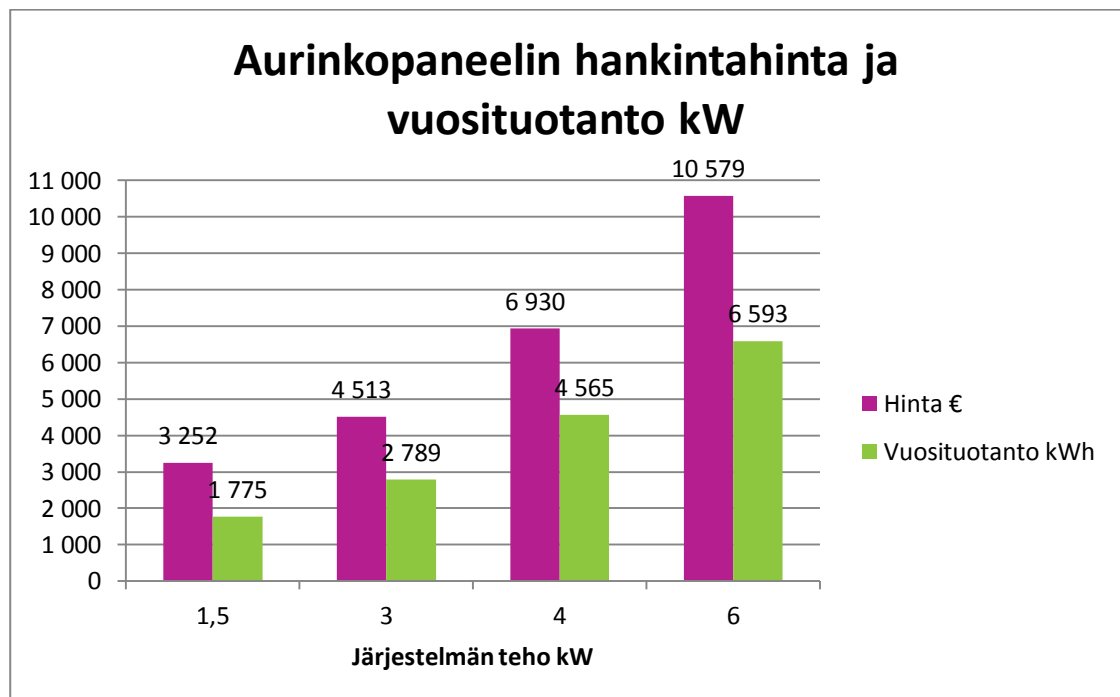
<i>Järjestelmän teho kW</i>	<i>Järjestelmän hinta €</i>
1,5	3 252
3	4 513
4	6 930
6	10 579

Aurinkolämmön rakennuskustannuksiin vaikuttaa paljon oman työn osuus, onko järjestelmä itse rakennettu vai kaupallinen ja sen takaisinmaksuaika vaihtelee valmistajan ja laitteen tehon mukaan. (Solartukku.) Lämpöenergiajärjestelmien energian takaisinmaksuaika kaupallisilla järjestelmillä on yleensä noin 2–4 vuotta. (Kaivosoja ym. 2011, 155.)

Talliolosuhteissa paneelit sijoitettaisiin tallin tai mahdollisen maneesin katolle. Suotuisin paikka paneeleille olisi itä-länsisuunnassa olevan rakennuksen katolla, jolloin toinen kattopuolisko on suoraan etelään. Oikein suunnattujen paneelien avulla talli saa parhaimman mahdollisen hyödyn. Kustannuksista riippuen voidaan valita edullisempi kiinteä teline tai aurinkoa seuraava kalliimpi teline.

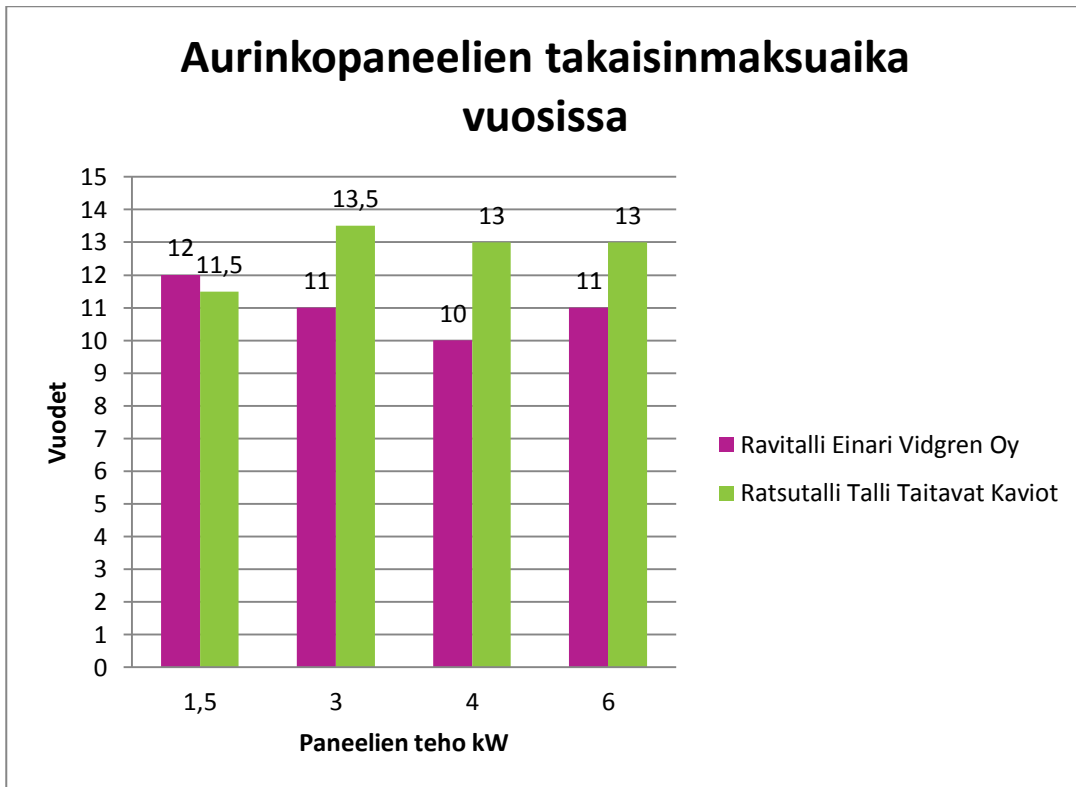
8.1.1 Aurinkoenergian taloudellisuus

Paneelien kiteisyys vaikuttaa paneelin takaisinmaksuaikaan. Yksikiteisen kennon energian takaisinmaksuaika on noin 5 vuotta, koska sen valmistus vaatii enemmän energiaa kuin monikiteisen tai ohutkalvokennon valmistus. Ohutkalvokennon takaisinmaksuaika tulee olemaan tulevaisuudessa mitä luultavimmin vielä nykyistään nopeampaa. Nykyisin ohutkalvokennon takaisinmaksuaika on noin 1,5 vuotta. (Kai-vojoja ym. 2011, 155.)



KUVIO 4. Aurinkopaneelien hankintahinta ja vuosituotanto (Liite 5)

Aurinkopaneelien hankintahinta vaihtelee lähteen mukaan. Käytimme työssä yhden paneelien jälleenmyyjän sivuilta löytyviä hintatietoja ja laitetietoja (kuviokuva 4). Aurinkosähköjärjestelmät olivat verkkoon kytkettäviä järjestelmiä, jotka sopivat tavallisen sähköjärjestelmän rinnalle. (Satmatic Oy.) Yleisesti ottaen auringonsäteilystä noin 15 % muutetaan sähköksi (Motiva).



KUVIO 5. Aurinkopaneelien takaisinmaksuaika case-talleilla (Liite 5)

Laskiessamme aurinkopaneelien hintaa emme huomioineet mahdollisia asennuskuluja tai mahdollisten telineiden hintaa. Kaaviossa käy ilmi että aurinkopaneelien takaisinmaksuaika pysyi suhteellisen samana tehosta riippumatta. Ravitalli Einari Vidgren Oy:llä takaisinmaksuaika pysyi alle 13 vuodessa. Ratsutalli Talli Taitavien Kavioiden takaisinmaksuaika oli korkeimmillaan reilut 13 vuotta (kuvio 5).

TAULUKKO 3. Aurinkosähköjärjestelmien 1,5 kW ja 3 kW vertailua case-talleilla (Liite 5)

	1,5 kW järjestelmä				3 kW järjestelmä			
	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.
Einari Vidgren Oy	3 252	1 775	266,27	12	4 513	2 789	418,42	11
Talli Taitavat Kaviot	3 252	1 775	213	11	4 513	2 789	334,74	13,5

Aurinkosähköjärjestelmästä syntyvä säästö vaihtelee case-tallien välillä 200 eurosta 400 euroon (taulukko 3). Ravitali Einari Vidgren Oy:llä takaisinmaksuaika pysyy suunnilleen samana vaikka järjestelmän koko kasvaisi 1,5 kW:n järjestelmästä 3 kW:n järjestelmään. Ratsutalli Talli Taitavilla Kaviolla takaisinmaksuajassa on havaittavissa pieni kasvu 11 vuodesta noin 14 vuoteen.

TAULUKKO 4. Aurinkosähköjärjestelmien 4 kW ja 3 kW vertailua case-talleilla (Liite 5)

	4 kW järjestelmä				6 kW järjestelmä			
	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.
Einari Vidgren Oy	6 930	4 565	684,69	10	10 579	6 593	989,00	11
Talli Taitavat Kaviot	6 930	4 565	547,75	13	10 579	6 593	791,2	13

Taulukossa (taulukko 4) käy ilmi että säästö vaihtelee 500 eurosta noin 1 000 euroon saakka. Takaisinmaksuaika pysyy ravitalli Einari Vidgren Oy:llä hieman lyhyempänä kuin Talli Taitavilla Kavioilla.

Valitsimme case-talleille vain yhden järjestelmävaihtoehdot esiteltäviksi. Mielestämme muissa järjestelmissä ei ole huomattavaa eroa esimerkiksi takaisinmaksuajassa, toisin kuin mielestämme sopivimmissa järjestelmissä. Ravitalli Einari Vidgren Oy:lle valitsimme 4 kW:n järjestelmän, joka eroaa muista lyhyimmällä takaisinmaksuajallaan (taulukko 5). Vuosituotannon määrä suhteessa hankintahintaan on 4 kW:n järjestelmässä kasvanut tasaisemmin. Verrattaessa esimerkiksi 6 kW:n järjestelmän hinnan nousua suhteessa vuosituotannon kasvuun, hinnan nousu on suurempi. Taulukossa on havainnollistettuna 4 kW:n järjestelmän tuomat säästöt.

TAULUKKO 5. Ravitalli Einari Vidgren Oy:n sopiva järjestelmä (Liite 5)

<i>Ravitalli Einari Vidgren Oy</i>	<i>4 kW</i>
Tallin sähkönkulutus kWh/ vuodessa	94 553 kWh
Voimalan vuosituotanto kWh	4 565 kWh
Ostettava sähkö kWh	89 988 kWh
Sähkön kokonaiskustannus €	14 000 €
Säästö €	684 €
Ostettava sähkö €	13 315 €

Talli Taitaville Kavioille sopivin vaihtoehto olisi 1,5 kW:n järjestelmä, jonka takaisinmaksuaika on lyhyin (taulukko 6). Tallin energiankulutus on pienempi kuin case-ravitallin mikä vaikuttaa pienemmän järjestelmän riittävyteen.

TAULUKKO 6. Ratsutalli Talli Taitavien Kavioiden sopiva järjestelmä (Liite 5)

<i>Ratsutalli Talli Taitavat Kaviot</i>	<i>1,5 kW</i>
Tallin sähkönkulutus kWh/ vuodessa	26 300 kWh
Voimalan vuosituotanto kWh	1 775 kWh
Ostettava sähkö kWh	24 524 kWh
Sähkön kokonaiskustannus €	3 100 €
Säästö €	213 €
Ostettava sähkö €	2 887 €

Koska ravitallilla on ollut suurempi sähkönkulutus kuin ratsutallilla, on paneelien takaisinmaksuaika heillä lyhyempi kuin ratsutallilla. Täytyy kuitenkin muistaa huomioida ravitalli Einari Vidgren Oy:n sähkönkulutuksessa oleva piilevä vika, jonka vuoksi kulu on korkea ja laskelmat ovat sen vuoksi vain suuntaa antavia. Mukana on vain kaksi tallia ja toisen sähkönkulutus on normaalista poikkeava eikä laskelmissa ole huomioitu kuin aurinkosähköjärjestelmän hankintakustannukset.

8.2 Tuulienergian rakennuskustannukset

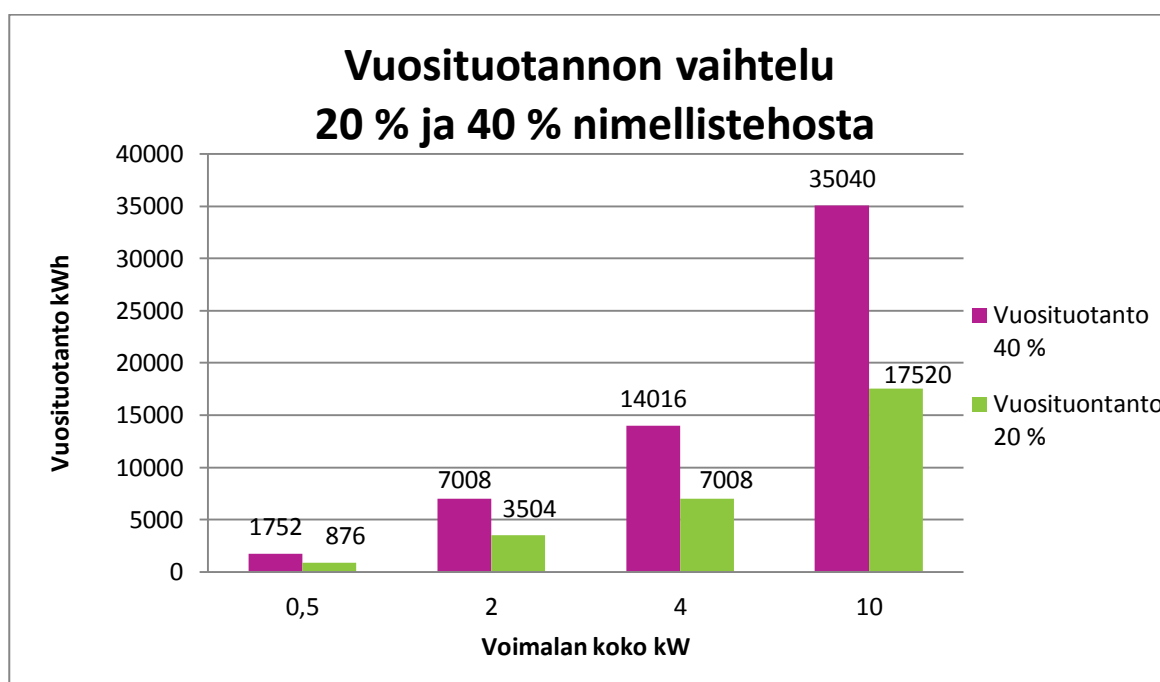
Tuulivoiman tuotantokustannukset muodostuvat käyttö- ja investointikustannuksista. Tuulivoimalla ei juuri ole muuttuvia kustannuksia, sillä vuotuiset ylläpito- ja käyttökustannukset pysyvät suunnilleen samoina ja ovat lähes riippumattomia tuotannosta. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuulivoimatuotanto.) Kun Suomessa puhutaan tuotantokustannuksista, esitetään samalla omakustannushinta, joka perustuu 4–6 % reaalkorkoon ja 20 vuoden takaisinmaksuajkaan. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotantokustannus olisi välillä 0,03–0,05 €/kWh tuulisuudesta ja muista tekijöistä riippuen. ”Kaupallinen” investointiekonominen arviointi perustuu yleensä noin 10 %:n keskiporkoon ja 10–15 vuoden takaisinmaksuajkaan, mikä nostaa ”hinnan” noin kaksinkertaiseksi. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuulivoiman taloudellisuus.)

Tarkkaa vastausta tuulivoiman kustannuksiin ei voida sanoa, sillä se riippuu taloudellisista ja teknisistä reunaehdoista. Teknisillä reunaehdoilla tarkoitetaan mm. säätetekijöitä, sijoituskohteen tuuli- ja rakennusolosuhteita, hankkeen kokoluokkaa sekä ylläpidon että huollon edellytyksiä. Taloudellisia reunaehtoja ovat laina- ja oman pääoman suhde, hankkeen rahoitustapa ja lainaehdot. (Suomen tuulivoimayhdistys ry, tuulivoiman taloudellisuus.)

Pientuulivoimalan hinta koostuu voimalan hankintahinnasta, perustusten teosta ja vaihtelevista asennus- ja sähkötyöhinnoina. Lisäksi tulee huomioida huolto- ja ylläpidokustannukset, jotka jäävät suhteellisen pieneksi, sillä ne voidaan suorittaa itse opaskirjan avulla. Suurempi huoltotarkastus tehdään noin viiden vuoden välein. Kokonaiskustannukset 2 kW:n voimalalle koostuvat maston pituudesta, perustuksista ja muista osatekijöistä ja voimaloiden hinta vaihtelee 10 000–20 000 euroon. 10 kW:n voimalan kustannukset nousevat noin 35 000–60 000 euroon, kun taas pienen 1 kW:n voimalan voi saada jo 10 000 eurolla. 100 kW:n voimalan hinta voi nousta yli 200 000 euron. (Parkkari & Perkkiö, 2011. 7.) Laskelmissa olemme käyttäneet hinta-

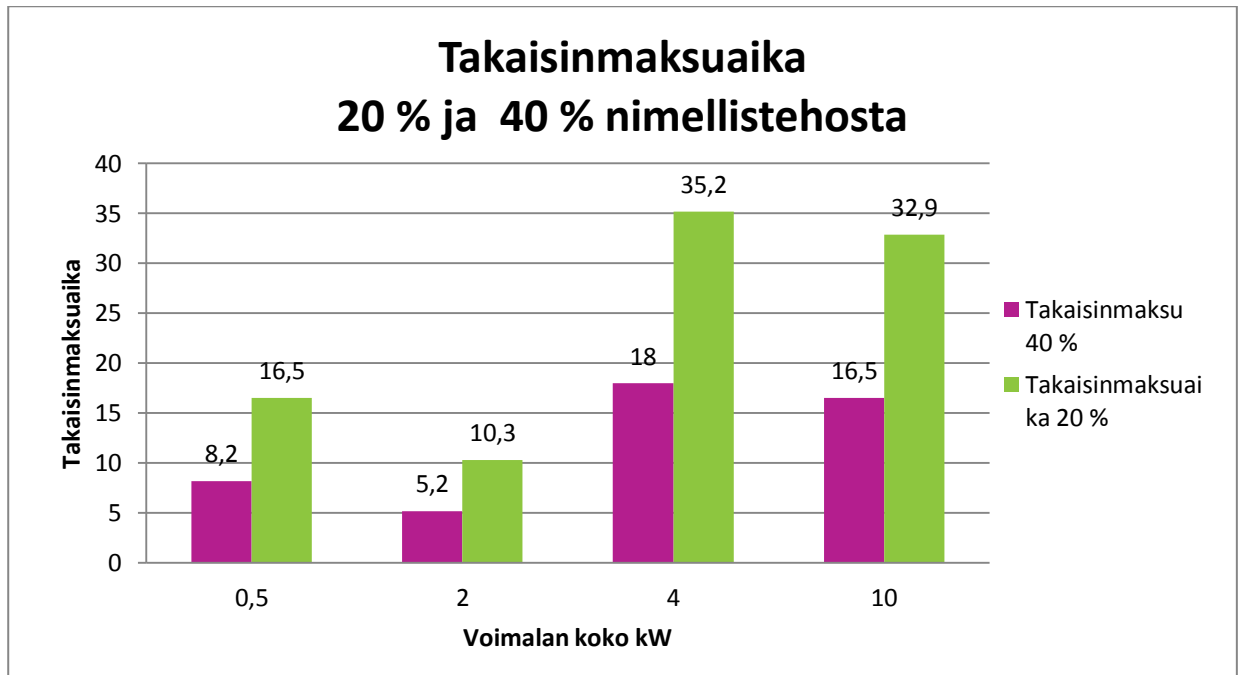
tietoja, joissa ei ole huomioitu perustus- ja asennuskuluja. Tästä syystä laskelmissa käytetyt hinnat ovat pienemmät.

Suomessa tuulivoima tuottaa noin 20 % nimellistehosta, kun tuuliolosuhteet ovat kohdallaiset ja noin 40 % hyvissä tuuliolosuhteissa (Medvind). Kuvio 6 kuvaa vuosituotannon vaihtelua voimalan sijainnin tuulisuuden sekä eri voimaloiden kokojen mukaan. Laskentakaavoissa on hyödynnetty Hindermanin vuonna 2011 tekemää opinnäyte-työtä Tuulivoiman soveltuvuus kotitalouksien energiantuotantoon ja siellä olevia laskentakaavoja. Vuosituotannon vaihtelu on suhteellisen pientä, kun voimalan koko on 0,5 kW, kun taas voimalan koon kasvaessa 10 kW:n vuosituotannonkin ero kasvaa huomasti.



KUVIO 6. Vuosituotannon vaihtelu 20 % ja 40 % nimellistehosta (Liite 6)

Kuvio 7 kuvaa pientuulivoimalan takaisinmaksuaikaa vuosina voimalan koon mukaan. Voimaloista 2 kW:n voimala maksaa itsensä takaisin nopeimmin, 20 % nimellistehosta kestää noin 10 vuotta ja 40 % nimellistehosta vain reilut viisi vuotta. Voimalakoon ollessa 10 kW takaisinmaksuaika kestää melkein 33 vuotta, mutta pienemmällä 4 kW voimalalla samalla teholla toimiessa takaisinmaksussa kestää yli 35 vuotta.



KUVIO 7. Takaisinmaksuaika 20 % ja 40 % nimellistehosta (Liite 6)

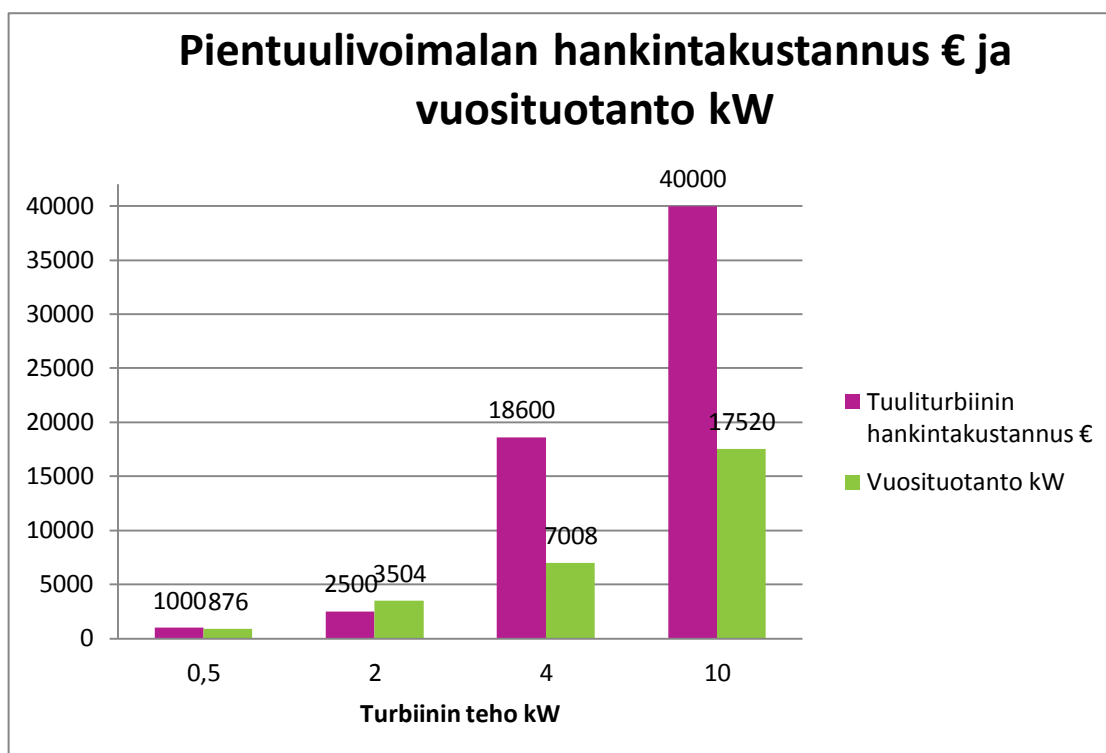
Voimalan sijaitessa hyvällä, tuulisella alueella voi 10 kW voimala maksaa itsensä takaisin jo 10 vuodessa. Sisämaassa sijaitseva vastaavan voimalan takaisinmaksu voi kestää 20 vuotta. Sähköverkkoon kuuluvissa kohteissa tuulivoimalan kannattavuus kasvaa sähkön hinnan noustessa. (Parkkari & Perkkiö, 2011. 7–8.)

8.2.1 Tuulivoimalan taloudellisuus

Tuulivoimatuotanto on vielä kehittyvä tuotantosuunta, ei sen käyttö ole vielä kannattava ilman tukitoimia. Voimaloiden kustannukset painottuvat lähinnä rakentamiselle, sillä käytön aikaiset kustannukset ovat pienet. Tuulivoimaloita on hyvä käyttää kun tuuliolosuhteet ovat sopivat. Vaikka merellä tuulee enemmän kuin mannermaalla, asettaa se silti omat haasteensa tuulivoimaloille sillä jäiset ja kylmät olosuhteet tuottavat omat haasteensa tuottaa tuulivoimaa. (Energiateollisuus.)

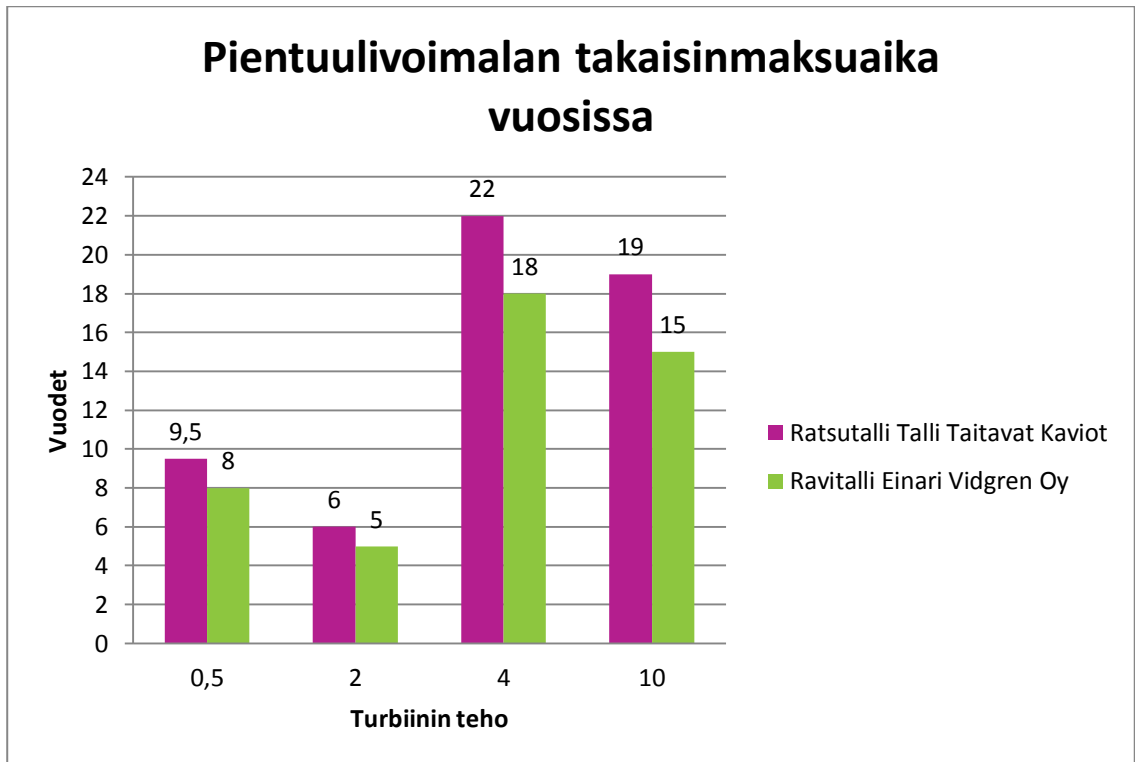
Tuulivoimatuotannon avulla saadaan maaseudulle uusia elinkeinomahdollisuuksia, sillä tuulivoimalat tarjoavat työpaikkoja asennus-, huolto- sekä ylläpidon kautta. Tämän lisäksi paikallinen sähköntuotanto vähentää tarvetta käyttää ulkopuolisia energianlähteitä. Tosin tuulivoimatuotannon myötä säätövoiman tarve lisääntyy. Tuulivoimalan takaisinmaksuaika riippuu monesta eri tekijästä kuten: tuotetun sähkön määrästä, tuuliolosuhteista sekä sähköenergian kokonaishinnasta, joka sisältää verot, sähkön osto- ja siirtohinnan. (Kaivosoja ym. 2011, 145.)

Case-tallien energiankulutus oli ratsutallilla noin 26 300 kWh ja ravitallilla 94 500 kWh. Ravitallin sähkönkulutukseen kuului pieni asuinhuoneisto. Suurehkon omakotitalon energiankulutus on noin 30 000 kWh vuodessa. Esimerkiksi verrattaessa pientuulivoimalan tuottoa omakotiolosuhteista talliolosuhteisiin, niin 5 kW:n pienvoimalalla saataisiin vuodessa 5 000 kWh:n säästö ostosähköstä. Tällaisen pientuulivoimalan rakennuskustannukseksi tulisi noin 25 000 €. Kyseisellä pientuulivoimalalla on ollut tuotantotavoitteena 10–20 kWh päivässä, mutta parhaimmillaan se on tuottanut 40 kWh. Laitos alkaa tuottaa virtaa tuulen ollessa 2 m/s ja jotta laite tavoittaa nimellistehon tulee tuulen olla 9 m/s. (Jalonen, 2010, 19.)



KUVIO 8. Pientuulivoimalan hankintakustannus ja vuosituotanto (Liite 6)

Pientuulivoimaloiden hankintakustannus sekä vuosituotanto vaihtelevat voimalan koon mukaan (kuvi 8). Hankintakustannus vaihtelee 1 000 eurosta ylöspäin. Vuosituotanto nousee koon kasvaessa, mutta selkeimmin sen nousu on havaittavissa voimalan koon kasvaessa 4 kW:n voimalasta 10 kW:n voimalaan.



KUVIO 9. Pientuulivoimalan takaisinmaksuaika case-talleilla (Liite 7)

Sivun 47 kuvioista 6 ja 7 voi tehdä johtopäätöksen, että 2 kW:n voimala on tehoiltaan ja takaisinmaksuajaltaan järkevin vaihtoehto taloudellisesti, mutta kuvio 9 osoittaa voimaloiden sopivuuden case-talleille. Ratsutalli Talli Taitavat Kaviolla 2 kW:n pientuulivoimala maksaa itsensä nopeinten takaisin verrattuna muiden kokoluokkien edustajiin, kun taas ravitalli Einari Vidgren Oy:llä 10 kW:n voimala on tehoiltaan ja säästöiltään taloudellisin vaihtoehto.

TAULUKKO 7. Tuulivoimaloiden 0,5 kW ja 2 kW vertailua case-talleilla (Liite 7)

	0,5 kW voimala				2 kW voimala			
	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.
Einari Vidgren Oy	1 000	876	131,4	8	2 500	3 504	525,6	5
Talli Taitavat Kaviot	1 000	876	105,12	9,5	2 500	3 504	420,48	6

Pientuulivoimalasta syntyvä säästö vaihtelee case-tallien välillä 100 eurosta aina 500 euroon saakka (taulukko 7). Seuraavasta taulukosta (taulukko 8) voi huomata kuinka Einari Vidgren Oy:n osalta 4 kW:n voimalan osalta säästöä syntyy 1 000 €, joka huomioidaan sähkölaskun pienenemisenä. Talli Taitavilla Kaviolla säästöä syntyy vähemmän, mutta yhtäläillä säästön vaikutus on havaittavissa. Einari Vidgren Oy:n voimaloiden takaisinmaksuaika on kaikissa kokoluokissa alle 20 vuoden, kun taas Talli Taitavilla Kaviolla takaisinmaksuaika on jopa yli 20 vuotta.

TAULUKKO 8. Tuulivoimaloiden 4 kW ja 10 kW vertailua case-talleilla (Liite 7)

	4 kW voimala				10 kW voimala			
	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.	Hankintahinta €	Vuosituotanto kWh	Säästö €	Takaisinmaksuaika v.
Einari Vidgren Oy	18 600	7 008	1 051,2	18	40 000	17 520	2 628	15
Talli Taitavat Kaviot	18 600	7 008	840,96	22	40 000	17 520	2 102,4	19

Mielestämme Einari Vidgren Oy:lle sopivin vaihtoehto olisi tämänhetkisten tietojen perusteella 10 kW:n tuulivoimalaitos, sillä verrattaessa vuosituotantoa ja hankintahintaa, sillä saataisiin aikaan suurin säästö. Toisena mahdollisena vaihtoehtona pitäisimme 2 kW:n voimalaa, sillä sen takaisinmaksuaika suhteutettuna hankintahintaan on realistisempi verrattuna toisen kokoluokan voimalaitoksiin (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Ravitalli Einari Vidgren Oy:n sopivimmat voimalaitokset (Liite 7)

<i>Ravitalli Einari Vidgren Oy</i>	<i>10 kW</i>	<i>2 kW</i>
Tallin sähkönkulutus kWh/ vuodessa	94 500 kWh	94 500 kWh
Voimalan vuosituotanto kWh	17 520 kWh	3 504 kWh
Ostettava sähkö kWh	77 033 kWh	91 049 kWh
Sähkön kokonaiskustannus €	14 000 €	14 000 €
Säästö €	2 628 €	525 €
Ostettava sähkö €	11 372 €	13 474 €

Talli Taitaville Kavioille sopivin vaihtoehto olisi 2 kW:n voimalaitos. Tallin energiankulutus on huomattavasti pienempi verrattaessa Einari Vidgren Oy:n energiankulutukseen ja siten oman energiantuotannon tarve on pienempi. Tarkastellessamme voimaloiden kannattavuutta totesimme, että tallin ei ole järkevää sijoittaa liian isoon tai vastaavasti turhan pieneen tuulivoimalaan. Taulukossa (taulukko 10) on eriteltynä 2 kW:n voimalan vaikutus tallin sähkönkulutukseen.

TAULUKKO 10. Ratsutalli Talli Taitavan Kavion sopivin voimalaitos (Liite 7)

<i>Ratsutalli Talli Taitavat Kaviot</i>	<i>2 kW</i>
Tallin sähkönkulutus kWh/ vuodessa	26 300 kWh
Voimalan vuosituotanto kWh	3 504 kWh
Ostettava sähkö kWh	22 796 kWh
Sähkön kokonaiskustannus €	3 100 €
Säästö €	420 €
Ostettava sähkö €	2 679 €

8.3 Rakennusluvut ja maisemointi

Yrittäjän alkaessa suunnitella hyödyntävänsä uusiutuvaa energiaa, tulee hänen muistaa ottaa selville oman kunnan rakennuslupamenettely sekä laitteiden vaikutus maisemaan. Tavanomainen lupamenettely pientuulivoimalan suhteen on perusrakennuslupa tai toimenpidelupa, jota tarvitaan korkeampien mastojen yhteydessä. Kaavaalueen ulkopuolella tarvitaan toimenpidelupa. Luvan lisäksi tarvitaan karttaote tai asemapiirustus, johon voimalan sijoituspaikka on merkitty. Lisäksi liitteistä tulee löytyä voimalan julkisivupiirros. Vaikka lupamenettely ei edellytäkään naapureiden kuulemista, on heidän mielipidettä voimalan rakentamisesta kuitenkin hyvä kysyä. (Finnwind.)

Merkittävän osan omakotitalon lämmityksestä, valaistuksesta ja sähkölaitteista pystytään kattamaan hyvin sijoitetulla 4–10 kW:n tuulivoimalalla. Sijoituspaikka vaikuttaa yleisesti pientuulivoimalatyyppin valintaan. Pysty-akselisen pientuulivoimalan voi asentaa rakennuksen katolle tai pihaan, jossa ilma on usein pyörteistä. Vaaka-akselinen tuulivoimala on toiminnaltaan vakaampi, sillä se pyörii kaikissa tuuliolosuhteissa tasanaisesti. (Parkkari & Perkkiö, 2011. 7–9.)

Maisemoinnin suhteen tuulivoimala on merkityksellisempi kuin aurinkoenergia, johtuen tuulivoimalan maston korkeudesta. Aurinkopaneelit on yleensä sijoitettu kattorakenteille, jolloin ne eivät ole niin huomiota kiinnittäviä. Vanhaan maaseutumiljööseen uudet tekniset laitteet istuvat huonommin, mutta huolellisen suunnittelun myötä paneelit on saatu sijoitettua huomaamattomasti. Hyvän sijoittelun avulla paneelit ovat helposti puhdistettavissa eikä talvella lumi tuota ongelmia kertymällä paneelien pinnalle. Putoavan lumen ja jään vaikutuksesta tuulivoimaloista syntyy hieman enemmän ääntä kuin lumettomina aikoina. Kuitenkaan tuulivoimalan vaikutus on havaittavissa vain rakennuspaikan lähimaisemissa, koska pientuulivoimaloiden mastojen pituus jää alle 30 metrin. Panostaessa hyvään suunnitteluun tuulivoimalan saa hyvin sulautumaan maastoon. (Weckman 2006, 10.)

8.3.1 Tuulivoimalan tuottaman sähkön syöttäminen verkkoon

Tuulivoimalla tuotettu sähkö muunnetaan sähkövirraksi eli yksivaihteiseksi 230 V:n verkkojännitteeksi, vaihtosuuntaajan tai verkkoinvertterin avulla. Verkkoinvertteri tunnistaa sähköyhtiöltä tulevan sähkön taajuuden sekä jännitteen ja syöttää sen yhteyteen tuulivoimalalta tulevan sähkön. Verkkoinvertteri syöttää sähköä kiinteistöihin

sulaketaulun kautta, jolloin tuulivoiman tuottama sähkö näkyy heti sähkölaskussa. (Eklund 2011, 13.)

Sähköverkkoa käytetään, jos tuulivoimalla tuotettu sähkö ei riitä koko kulutukseen. Jos kuitenkin tilanne on toisinpäin, että tuulivoimala tuottaa enemmän sähköä kuin sitä kuluu, siinä tapauksessa ylijäämä menee verkon puolelle yleiseen käyttöön. Kuitenkaan Suomessa sähköyhtiö ei maksa korvausta ylijäämästä. Monissa muissa maissa on käytössä netotus menettely. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi yöllä tuotetusta ylijäämästä saadaan hyvitystä sähkölaskun kautta. Suomessa lainsäädäntö ei tätä vaadi, vaikkakin tämä on jo kokeilussa muutaman sähköyhtiön kanssa. (Eklund 2011, 13.) Samaa menetelmää voitaisiin hyödyntää myös talleilla, jos sähköä tuotetaan yli oman tarpeen.

Sähköverkkojen turvallisuusvaatimus vaatii, että vian sattuessa verkkoinverteri lopettaa sähkön tuotannon automaattisesti. Verkkoinverteri tarvitsee myös akut, jotta se voi toimia varavirtajärjestelmänä. Verkkoinverterin asentamiseen tarvitaan sähköyhtiön lupa ja ennen käyttöönottoa sähköasentajan tulee suorittaa käyttöönottotarkastus. Lisäksi ennen verkkoinverterin asentamista tulee huomioida paikallisen sähköverkkoyhtiön vaatimukset. Suomen Energiateollisuus ry:n suosituksen mukaan verkkoon syötetty yksivaihteinen sähkön teho saa olla korkeintaan 3,7 kW. Jos tämä kuitenkin ylittyy, tulee tuulivoimaloiden syöttää kolmivaihevirtaa. (Eklund 2011, 13.)

8.4 Sähkön myynti talleilta

Sähkönmyynti talleilta tulee ajankohtaisesti, kun sähköä tuotetaan yli oman tarpeen. Erilaisten sopimusten myötä yrittäjä saa oikeuden syöttää tuottamansa sähkön verkkoon. Riippuen sähköverkkopalvelun ylläpitäjästä, sähköntuottaja voi saada korvauksen tuottamastaan sähköstä, esimerkiksi tasauksena sähkölaskussa, jossa näkyy niin tuotettu kuin ostettu sähkö.

Sähkön vähittäismyyjät ovat pääasiallisesti paikallisia jakeluyhtiöitä, jotka myyvät itse tuottamaansa tai tukkumarkkinoilta ostettua sähköä. Etenkin viime aikoina suuret yhtiöt ovat kiinnostuneet sähkön vähittäismyynnistä. Pienvoimalan omistajan tulee tehdä sopimus verkonhaltijan, eli verkkoyhtiön kanssa tuotannon liittämistä ja tarvittavasta verkkopalvelusta, jos hän haluaa liittää pientuotannon verkkoon. Pientuottajan tulee myös löytää käyttäjä/ ostaja tuottamallensa sähköenergialle. Pientuottajan tulee maksaa verkonhaltijalle mittauskustannukset. Verkonhaltijan perimän korvauk-

sen on oltava kohtuullinen ja mittauksen on tapahduttava asianmukaisella tavalla. (Energiamarkkinavirasto, Sähkön myyjät.) Sähköverkkopalveluiden, niin verkkoon liittyminen, sähkösiirto ja mittaus, tulee olla tasapuolista ja hintojen on oltava julkisia ja kohtuullisia. Oli asiakas käyttäjä tai tuottaja on asiakkaan voitava sopia verkonhaltijan kanssa tarvitsemistaan verkkopalveluista. (Energiamarkkinavirasto, Sähköverkkotoiminta.)

Vaihtoehtoisia energianlähteitä on pohdittu yleisesti hyödynnettäväksi maataloudessa. Pienimuotoiseen energiantuotantoon ei kannusteta, vaikka uusiutuvien energialähteiden käyttö olisikin toivottavaa ja samalla, kun pientuotanto lisääntyisi, Suomen energiariippuvaisuus vähenisi. (Energiaa uusiutuvasti, Miksi uusiutuvaa energiaa 2009)

9 PÄÄTELMÄT

Aurinko- ja tuulienergia on osa kestävästä kehityksestä, mutta Suomessa niiden käyttö on silti vähäistä. Vapaa-ajan asutuksilla aurinko- ja tuulienergiaa on hyödynnetty, mutta talliympäristössä asia on vielä uutta. Maataloustuotannossa näitä uusiutuvan energian muotoja on kokeiltu, mutta maataloustuotannon energiankulutus on suurempaa kuin hevostalouslyrityksissä. Energiankulutusta on talleilla huomioitu vähän, mutta sähkönhinnan noustessa yrittäjät ovat alkaneet kiinnittämään siihen enemmän huomiota ja pohtimaan mahdollisia säästökeinoja. Yksi mahdollinen säästökeino on aurinko- ja tuulienergian hyödyntäminen.

Tuulivoimapuistot ovat Ylä-Savon alueella ajankohtaisia, mutta työssämme olemme painottaneet yksityiskäyttöön sopivia pientuulivoimaloita. Tavalliseen sähköntuotantoon verrattuna tuulivoimatuotanto eroaa tuotannon ajallisen vaihtelun vuoksi, jopa tunneittain. Vuodenaikojen välillä on havaittavissa pientä vaihtelua tuulen suhteen, mutta aurinkoenergian suhteen vuodenaikat ja niistä johtuvan säteilymäärän vaihtelu ovat suurempi ongelma. Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää niin lämmitykseen kuin sähköntuotantoon. Vuositasolla Suomessa saadaan aurinkoenergiaa yhtä paljon, ellei jopa enemmän kuin Keski-Euroopassa.

Työmme tavoitteena oli selvittää, soveltuvatko aurinko- ja tuulienergian hyödyntäminen talliolosuhteisiin. Mielestämme näitä uusiutuvan energian tuotantomuotoja voitaisiin hyvin hyödyntää talliolosuhteissa. Tallien energiankulutus ei ole kovinkaan suurta, verrattavissa suuren omakotitalon energiankulutukseen, minkä vuoksi hyödyntämismahdollisuudet olisivat hyvät. Kuitenkin hyvä suunnittelu harkittaessa aurinko- ja tuulienergian käyttöönottoa on tärkeää, jotta saataisiin paras mahdollinen tuotto. Selvittäessämme uusiutuvan energian soveltuvuutta talleille käytimme case-menetelmää. Tämän menetelmän avulla pystyimme havainnollistamaan kahden erilaisen tallin toimintaa ja niiden energiankulutusta. Yhteistyötallemme saimme vieremäläisen ravitalli Einari Vidgren Oy:n ja kiuruvetisen ratsutalli Talli Taitavat Kaviot. Ravitallilla energiaa kuluu yleisesti ajatellen enemmän pesuveden lämmittämiseen, kun ratsutallilla valaistus ja lämmitys ovat pääsääntöisemmät energiankulutuskohteet.

Jokaisen nykyaikaisen tallin perustarpeisiin kuuluu sähkö, jota pääsääntöisesti hyödynnetään valaistukseen, ilmanvaihtoon ja mahdolliseen lämmitykseen. Näillä tarpeilla halutaan luoda hyvä sisäilma ja mukavat työskentelyolosuhteet. Tallia ei varsinaisesti tarvitse lämmittää hevosten takia, sillä hevosilla on erinomainen lämmöntuotto

itsessään. Vähentäessään tallin lämmitystä yrittäjä pienentää tallilla syntyviä energia-
virtoja ja muodostaa sitä kautta ekologisemman sekä taloudellisemman kestävä
liiketoiminnan.

Tallien energiankulutusmuotoon vaikuttaa tallilla harjoitettava toiminta. Yleisesti aja-
tellen ratsutalleissa on enemmän lämmitettäviä tiloja asiakkaita varten. Työssämme
käytetyillä case-talleilla tilanne oli päinvastainen: ravitallilla oli huomioitu sosiaalitilat
mahdollisesti muita ravitalleja paremmin ja case-ratsutallilla oli poikkeuksellisen pie-
net sosiaalitilat. Ravitallilla energiankulutus kuluu valaistukseen, tilojen ja veden
lämmitykseen. Ravitallilla lämmitettävät tilat ovat yleisesti pienemmät kuin ratsutalleil-
la. Yleisesti talleilla on lämmitetyt kuivaus- ja varustehuoneet, kuten oli myös case-
talleillamme. Lämmitettyjen tilojen lisäksi case-ravitallilla oli asennettu lattialämmitys
pesupaikoille. Ratsutallilla energiaa kuluu edellä mainittujen kohteiden lisäksi myös
kenttien ja mahdollisen maneesin valaistukseen.

Case-talliemme erilaisuudet olivat selvästi havaittavissa. Ravitalli Einari Vidgren Oy:n
tallin pinta-ala on 720 m² ja tallissa on karsinapaikat 16 hevoselle. Sähkönkulutus
tallilla on 94 500 kWh vuodessa, joka on hevospaikoille jaettuna 5 906 kWh. Tallin
sähkönkulutukseen sisältyi saunallinen asuinhuoneisto, joka vaikuttaa tallin sähkön-
kulutukseen. Lisäksi tallin sähkönkulutukseen vaikuttaa mahdollinen vika, joka on
vielä epäselvä. Ratsutalli Talli Taitavilla Kavioilla tallin pinta-ala on 237 m² ja kar-
sinapaikkoja on 11 hevoselle. Tallirakennuksen lisäksi hevospaikkoja löytyy sekä
pihatosta viisi paikkaa ja siirtotallista kolme paikkaa. Pihatto ja siirtotalli eivät vaikuta
tallin sähkönkulutukseen. Tallin sähkönkulutus on 26 300 kWh vuodessa, joka on
hevospaikoille jaettuna 2 390 kWh. Näitä hevoskohtaisia sähkönkulutusarvioita ei voi
yleistää, sillä otanta koostuu kahdesta erilaisesta tallista.

Vaikka vaihtoehtoisia energianlähteitä on pohdittu yleisesti hyödynnettäviksi maata-
loudessa, ei pienimuotoiseen energiantuotantoon kuitenkaan kannusteta. Uusiutuvien
energiälähteiden käyttö olisikin toivottavaa sillä pientuotannon lisääntyminen vähen-
täisi Suomen energiariippuvaisuutta. Aurinko- ja tuulienergiaa on jo käytetty maata-
loudessa sekä yksityistaloudessa, mutta hevestalouksiin kyseisiä energiamuotoja ei
ole juurikaan kokeiltu. Kesäaikaan aurinkoenergialla ladattavia akkukäyttöisiä pai-
menpoikajärjestelmiä on ollut markkinoilla muutaman vuoden ajan. Muutoin aurinko-
ja tuulienergiaa ei ole sähköntuotannossa huomioitu vaikka niiden käyttöön olisi hyvät
edellytykset. Verrattaessa ison omakotitalon energiankulutusta case-ratsutallin ener-
giankulutukseen, ei niiden energiankulutus vaihtele suuresti.

Uusiutuvan energian rakennuskustannukset ovat kertahankintana suhteellisen suuret, mutta vuosittaisella säästöllä sähkölaskussa ja huomioidessa laitteiden käyttöiän järjestelmät maksavat itsensä takaisin suhteellisen nopeasti. Aurinkoenergian tuotokustannukset säilyvät samana kymmeniä vuosina ja ne ovat helposti ennakoitavissa vuosittain. Aurinkosähköjärjestelmän hinnat koostuvat aurinkopaneeleista ja akuisista sekä muista tarvikkeista. Talliolosuhteissa paneelit tulisi sijoittaa tallin tai maneesin katolle kuitenkin mielellään eteläiselle kattopuoliskolle. Laskiessamme hintaa aurinkopaneeleille emme huomioineet asennuskuluja tai muita mahdollisia lisäkustannuksia. Käytimme laskelmissa 1,5–6 kW:n verkkoon kytkettäviä aurinkosähköjärjestelmiä. Case-ravitallille laskemamme aurinkosähköjärjestelmät maksoivat itsensä takaisin keskimäärin 11 vuodessa. Case-ratsutallin aurinkosähköjärjestelmät maksoivat itseänsä keskimäärin 13 vuodessa. Mielestämme aurinkosähkö sopisi talleille täydentäväksi energiantuotantomuodoksi.

Tarkasteltaessa pientuulivoiman rakennuskustannuksia tarkkaa vastausta ei voida sanoa, sillä kustannukset riippuvat taloudellisista ja teknisistä reunaehdoista. Puhuttaessa teknisistä reunaehdoista tarkoitetaan mm. säätekijöitä ja rakennusolosuhteita. Taloudellisia reunaehtoja ovat hankkeen rahoitustapa ja lainaehdot. Yleisesti pientuulivoimalan hinta koostuu voimalan hankintahinnasta, perustustenteosta ja asennus- ja sähkötyöhinnasta, myös maston pituus vaikuttaa voimalanhintaan. Laskelmissa olemme huomioineet vain voimalan hankintahinnan. Käytimme laskelmissa 0,5–10 kW:n pientuulivoimaloita. Case-ravitallille pientuulivoimalat maksavat itsensä takaisin alle 20 vuodessa kun taas case-ratsutallilla takaisinmaksuaika vaihteli 6–22 vuoden välillä.

Mielestämme pientuulivoima sopisi käytettäväksi talleille täydentävänä energiamuotona kunhan suunnittelu, voimalan koko sekä paikka valitaan huolella, jolloin voimaloista pyritään saamaan paras mahdollinen hyöty. Pientuulivoimalan voi asentaa tarvittaessa myös rakennuksen katolle. Kun talli alkaa suunnitella esimerkiksi pientuulivoimalan rakentamista, tulee yrittäjän huomioida oman kunnan lupamenettely, joihin tavanomaisesti kuuluvat perusrakennuslupa tai toimenpidelupa mahdollisten liitteiden kera. Rakennuslupien lisäksi tulee huomioida mahdolliset sähkönmyyntisopimukset. Pientuulivoimalan tai aurinkosähköjärjestelmän tuottaessa sähköä yli omantarpeen, tulee sähkönmyynti ajankohtaiseksi. Erilaisten sopimusten avulla yrittäjä saa oikeuden syöttää tuottamansa sähkön verkkoon, josta sähköntuottaja voi saada korvauksen. Korvaus voi olla esimerkiksi tasaus sähkölaskussa, jossa näkyy niin tuotettu kuin ostettu sähkö, mutta menettely riippuu sähköverkkopalvelun ylläpitäjästä. Uusiutuvia energiamuotoja tukemalla pyritään turvaamaan tulevaisuuden puhtaat ja edulliset

energiamuodot. Vaikka uusiutuvien energiamuotojen käytön toivotaan lisääntyvän, ei pienimuotoiseen energiatuotantoon juurikaan kannusteta. Yleisesti maatalouden ja tallien tukien saanti uusiutuvan energiantuotantoon on heikkoa, sillä energiatuki on harkinnanvarainen valtionavustus.

Työtä tehdessä olemme tulleet siihen tulokseen, että oma aikaansaannoksemme on vain hyvin pintapuolinen selvitys tallien energiankulutuksesta ja aurinko- ja tuulienergian hyödyntämismahdollisuuksista. Opinnäytetyöhön tehdyt laskelmat ovat vain suuntaa antavia, sillä laskelmiin tarvittavien tietojen, sähkönkulutus ja sähkönhinta, saanti osoittautui hankalaksi yrittäjien kiireiden ja vieraan aihealueen takia. Alustavasti mietimme kyselytutkimuksen hyödyntämistä tietojen keräyksessä, jolloin vastauksia olisi voinut tulla laajemmalta alueelta. Hylkäsimme kyselytutkimusvaihtoehdon koska, halusimme hyödyntää case-menetelmää, jolloin pääsimme syventymään paremmin kahden eri tallin energiankulutus tietoihin. Vaikka pystyimmekin hyödyntämään laskelmissa tarkempia tietoja, eivät tulokset ole yleistettävissä, sillä otanta ei ole riittävän laaja.

Työtä tehdessämme kohtasimme yllättäviäkin haasteita. Yrittäjien epätietoisuus energiankulutusta kohtaan oli huomattavaa, sillä esimerkiksi lämpimän vedenkulutusta ei osattu arvioida. Tästä syystä aurinkolämpö-osio on vain hyvin teoriapohjainen, eikä sen osalta ole laskelmia. Molemmilla case-talleilla on ollut kiinnostusta kestävästä kehitystä kohden ja sitä myöten sähkölaskun suuruus oli kiinnittänyt huomiota. Tästä syystä molempien tallien yrittäjät olivat alkaneet pohtia muita energiaratkaisuja. Sähkönkulutusta kokonaisuutena ei varsinaisesti ollut aiemmin seurattu case-talleilla. Yleisesti tallien energiankulutusta sähkön osalta ei ole laajemmin kirjallisuudessa selvitetty, eikä sähkönkulutuksen viitearvoja, esimerkiksi kWh/hevonen, ole määritetty.

Työssämme käsittelemme hyvin uutta osa-aluetta Suomen ja hevostalouden kannalta. Jatkossa voitaisiinkin esimerkiksi selvittää tarkemmin tallien energiankulutusta, tehdä tarkemmat ja syvällisemmät laskelmat, miettiä muiden uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämistä ja pohtia sijoituspaikkoja mahdollisille laitteille.

LÄHTEET

Aarnio, P. Minne aurinkoenergia soveltuu? [verkkajulkaisu] Helsinki University of technology. [viitattu 30.11.2012]. Saatavissa: <http://tfy.tkk.fi/aes/AES/projects/renew/pv/pv-minne.html>

Airaksinen, S. Tallin vedenkulutus. Hevostietokeskus. [viitattu 23.1.2013]. Saatavissa: <http://hevostietokeskus.fi/index.php?id=874&kieli=3>

Aurinkolämmitys. JN-Solar. [viitattu 3.11.2011] Saatavissa: http://www.jn-solar.fi/index.php?main_page=index&cPath=24

Aurinkolämmön itserakennus opas. [viitattu 21.3.2013] Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/SolarGuide.PDF>

Dahlgren, Tiina. 2013. Yrittäjä. Talli Taitavat Kaviot. Kiuruvesi 22.2.2013. Haastattelu.

Eklund, E. 2011. Jokamiehen opas pientuulivoimalan käyttöön- Tampereella tuulee – projekti. [verkkajulkaisu] Kodin vihreä energia Oy. [viitattu 5.2.2013]. Saatavissa: http://www.eco2.fi/uploads/hankkeet/Jokamiehen%20opas_verkkoversio%20%28ES%2015-06-12%29.pdf

Energiatehokas koti. 2012. Primäärienergia. [verkkajulkaisu] Energiatehokas koti [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/maaritelmiä_ja_termejä/

Energiateollisuus. Tuulivoima. [verkkajulkaisu] Energiateollisuus ry [viitattu 5.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/tuulivoima>

Energiatuki. Työ- ja Elinkeinoministeriö. [viitattu 17.1.2013] Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3091>

Erat, B., Erkkilä, V., Nyman, C., Peippo, K., Peltola, S. & Suokivi, H. 2008. Aurinko-opas, aurinkoenergiaa rakennuksiin. Aurinkoteknillinen Yhdistys ry. Porvoo; Painoyhtymä Oy.

Finnwind. Tarvitseeko jotain lupia tuulivoimalan asentamiseen? [verkkajulkaisu] Finnwind Oy [viitattu 5.2.2013]. Saatavissa: www.finnwind.fi/tuulienergia

Fortum Oyj. 2010. Espoon kaupunki ja Fortum asentavat aurinkovoimalan Espoon autovarikolle. [lehdistötiedote] Fortum Oyj. [viitattu 5.11.2012] Saatavissa: <http://www.fortum.fi/fi/media/pages/espoon-kaupunki-ja-fortum-asentavat-aurinkovoimalan-espoon-autovarikolle.aspx>

Fortum Oyj. 2010. Fortum tuo markkinoille kuluttajille suunnatun aurinkopaneelipaketin. [lehdistötiedote] Fortum Oyj. [viitattu 3.11.2012]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/media/pages/fortum-tuo-markkinoille-kuluttajille-suunnatun-aurinkopaneelipaketin.aspx>

Genertic. KUVA 4. Aurinkokennoja. Saatavissa: <http://www.genergia.fi/aurinkopaneeli/>

Harju, K. & Halonen, T. 2005. Ratsastuskeskusten suunnittelu- ja rakentamisopas. Tampere: Tammer-paino Oy.

Heiskanen, M-L., Klemola, I., Kumpulainen, M. & Kauppinen, P. 2.painos. 2002. Hevostalous- merkitys ja tulevaisuus Suomessa. Hevostietokeskus ja Ylä-Savon ammattiopisto. Kuopio: Hevostietokeskus.

Hellström, H. 2008. Oman aurinkosähköjärjestelmän saa kymmenellä tuhannella eurolla. Rakennuslehti. Lehtiarkisto. [viitattu 21.3.2013] Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/uutiset/14048.html>

Hinderman, T. 2011. Tuulivoiman soveltuvuus kotitalouksien energiantuotantoon. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Automaatiotekniikka. Opinnäytetyö. [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32620/Tuulivoiman%20soveltuvuus%20kotitalouksien%20energiantuotantoon.pdf?sequence=1>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Holmén, M. & Laitinen, A. 2012. Mahdollisuuksien hevonen - hevosalan kehitysohjelma [verkkojulkaisu]. Hippolis. [viitattu 21.1.2013]. Saatavissa: http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/Mahdollisuuksien_hevonen/Mahdollisuuksien%20hevonen_2012.PDF

Jalonen, P. 2010. Pientuulivoimalla ei tavoitella voittoa, tärkeintä tuottaa osa sähköstä itse. *Koneviesti*. 9/2010

Kaivosoja, L., Kivikko, J. & Peltola, A. 2011. Kanta-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienenergiaa -kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistäen. Kestävää energiaa Hämeestä -hanke. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna

Kallio, M. 2010. Aurinkolämmöllä mukavuutta kesäkauden lämmitykseen. *Käytännön maamies* 4/2010.

Kari, M. 2009. Maatilayrityksen energiaopas, Tieto Tuottamaan. ProAgria. Otavan kirjapaino, Keuruu.

Kodin rakennustieto 2004. Kotimaiset energianlähteet tuovat energiahuoltoon varmuutta. [verkkojulkaisu] Kodin rakennustieto [viitattu 17.10.2012] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5eKifMc2l/5eKiJYQ5X/Files/CURRENTFile/Energiamuodot.pdf>

Lindley, J. & Whitaker, H. 1996. Agricultural Buildings and structures. Information Publishing Group, United States of America.

Louhelainen, S. 2010. Hevosyritys huippukuntoon (2010–2013) Hevosyrityksen ympäristöosaaminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Medvind, Tuulivoimaportaali. Pientuulivoimalat.[verkkojulkaisu] Medvind, Tuulivoimaportaali. [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: http://wind.vei.fi/public/index.php?cmd=smarty&id=20_lfi

Motiva 2009. Energiaa uusiutuvasti, Miksi uusiutuvaa energiaa? Lönnberg Print, Helsinki.

Parkkari, M. & Perkiö, T. 2011. Opas oman pientuulivoimalan hankintaan. [verkkojulkaisu] Suomen Tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 11.2.2013]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/files/Opas%20oman%20pientuulivoimalan%20hankintaan%20-%20Parkkari,%20Perkki%C3%B6.pdf>

Pesonen, I., Virtanen, H. & Jansson, H. 2008. Hyvinvoinva, turvallinen ja ympäristöystävällinen talli- opas vastuulliseen tallitoimintaan. Agropolis Oy. Forssa: Painotalo Auranen Oy.

Pussinen, S., Korhonen, J., Pölönen, I. & Varkia, R. 2007. Kasvava hevosala. Laurea- ammattikorkeakoulun julkaisusarja. Helsinki: Edita Prime Oy.

Rikkonen, P., Aakkula, J., Grönroos, J., Haapala, H., Manni, J., Pyykkönen, S. & Tapio, P. 2006. Ennakoiden kohti kestävää maataloutta- ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025, Loppuraportti. MTT- Taloustutkimus. Vantaa: Strålfors Information Logistics Oy.

Savon Voima Oyj 2013. Sähkönsiirtohinnoitus. [verkkajulkaisu] Savon Voima Oyj. [viitattu 8.5.2013] Saatavissa: http://www.savonvoima.fi/SiteCollectionDocuments/yksityisasiakkaat/Sahkonsiirtohinna_01012013.pdf

Solartukku. Solartukku aurinkoenergiajärjestelmät. [verkkajulkaisu] Solartukku [viitattu 16.10.2012]. Saatavissa: <http://solartukku.fi/images/download/solartukku.pdf>

Suomen Hippos ry 2011. Hevosalan tunnusluvut. [verkkajulkaisu] Suomen Hippos ry. [viitattu 21.1.2013]. Saatavissa: http://www.hippos.fi/suomen_hippos_ry/hevosalan_tunnusluvut/kasvava_hevosala

Suomen tuuliatlas. Tuulivoima. [verkkajulkaisu] Suomen tuuliatlas. [viitattu 20.10.2012]. Saatavissa: <http://tuuliatlas.fi/tuulivoima/index.html>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Miksi tuulivoimaa? [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 17.10.2012] Saatavissa: http://www.tuulivoimatieto.fi/miksi_tuulivoimaa

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Missä tuulee? [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: http://www.tuulivoimatieto.fi/missa_tuulee?

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Mitä tuuli on? [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 17.10.2012] Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/tuuli>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Pientuulivoima. [verkkajulkaisu] Suomen Tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 11.2.2013]. Saatavissa: www.tuulivoimatieto.fi/pientuulivoima

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuet Suomessa. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 19.10.2012]. Saatavissa: http://www.tuulivoimatieto.fi/tuet_suomessa

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tukimuodot. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 19.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/tukimuodot>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuotannon ajallinen vaihtelevuus. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 18.10.2012]. Saatavissa: http://www.tuulivoimatieto.fi/ajallinen_vaihtelevuus

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuotantokustannukset. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 19.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/tuotantokustannus>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoimaloiden tuotantopotentiaalin vaihtelu. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 18.10.2012]. Saatavissa: http://www.tuulivoimatieto.fi/tuotantopotentiaalin_vaihtelu

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoiman historiaa. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/historia>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoiman taloudellisuus. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 19.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/taloudellisuus>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoimatekniikka. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 18.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulivoimatekniikka>

Suomen tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoimatuotanto. [verkkajulkaisu] Suomen tuulivoimayhdistys ry. [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulivoimatuotanto>

Teknologioteollisuus ry 2012. Tuulivoima-alan toimittajat – toimialaryhmä. [verkkoyhteisö.] Teknologioteollisuus ry [viitattu 20.10.2012] Saatavissa: <http://teknologioteollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tuulivoima-alan-toimittajat.html>

Tilastokeskus 2013. Sähkönhinta kuluttaja tyypeittäin. [verkkoyhteisö.] Tilastokeskus. [viitattu 8.5.2013] Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2012/04/ehi_2012_04_2013-03-20_kuv_005_fi.html

Tilastokeskus. Maatila. [verkkoyhteisö.] Tilastokeskus. [viitattu 17.1.2013]. Saatavissa: <http://www.stat.fi/meta/kas/maatila.html>

Toivanen, V. & Vainionpää, J. 1998. Jännite. [verkkoyhteisö.] Tampereen yliopisto. [viitattu 5.11.2012] Saatavissa: <http://www.uta.fi/~jv46809/magne/jannite.htm>

Toivanen, V. & Vainionpää, J. 1998. Lisätietoa jännitteestä. [verkkoyhteisö.] Tampereen yliopisto. [viitattu 5.11.2012] Saatavissa: <http://www.uta.fi/~jv46809/magne/kerroja.htm>

Toivanen, V. & Vainionpää, J. 1998. Sähkövirta. [verkkoyhteisö.] Tampereen yliopisto. [viitattu 5.11.2012] Saatavissa: <http://www.uta.fi/~jv46809/magne/virta.htm>

Turkia, V. Suomen tuulivoimatilastot. [verkkoyhteisö.] Teknologia- ja liiketoimintaa [viitattu 15.10.2012]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/index.jsp>

Valtioneuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista. L 27.12.2012/1063. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 17.1.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20121063>

Verohallinto 2012. Kotitalousvähennys. [viitattu 3.4.2013] Saatavissa: <http://www.vero.fi/fi-FI/Henkiloasiakkaat/Kotitalousvahennys>

Weckman, E. 2006. Tuulivoimalat ja maisema, Tuulivoimalarakentamisen maisemavaikutukset. [verkkoyhteisö.] Ympäristöministeriö [viitattu 18.4.2013] Saatavissa: www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49861&lan=fi

Yleistä aurinkosähköstä. Aurinkosähkö.fi. [viitattu 30.11.2012] Saatavissa: www.aurinkosahko.fi

Ylinen, T. 2011. Sähkötermit tutuiksi. [verkkajulkaisu] Sähköinfo Oy [viitattu 5.11.2012]

Saatavissa:

http://www.sahkoala.fi/koti/lehti/2011/tietoa_sahkosta/fi_FI/sahkotermi_tutuiksi/

MITKÄ TILAT KULUTTAVAT ENERGIAA TALLISSA

Sisätilat:

- *Toimisto*
 - o *valaistus*
 - o *lämmitys*
 - o *mahdollinen atk- laitteisto*
- Karsina osasto
 - o valaistus
 - o tarvittaessa lämmitys
- Kuivaushuone
 - o Pesukone
 - o valaistus
 - o lämmitys
- *Sosiaalitilat (mahdolliset)*
 - o Radio
 - o *Kahvinkeitin*
 - o *wc*
 - o *Suihku*
 - o *jääkaappi*
- Varustehuone
 - o valaistus
 - o lämmitys
- Hevosen hoitotilat
 - o Pesutilat
 - valaistus
 - lämminvesi
 - o *Solarium*
- Ruokintahuone
 - o mahdollinen lämmitys
 - o valaistus
- Rehuvarasto
 - o valaistus
- ilmastointi

Ulkotilat:

- Ulkokenttä
 - o valaistus
- *Maneesi*
 - o *valaistus*
 - o *lämmitys (koko maneesi tai joku tiettytila esim. tuomaritorni)*
- Ulkovalaistus (kulkureitit tarhoille, pihavalot jne..)
- Sähköaidat
- *Kävelytyskone*
- mahdolliset auton lämmitystolpat

SAATEKIRJA SÄHKÖPOSTIKYSELYLLE

Hei!

Olemme Savonian ammattikorkeakoulun viimeisen vuoden agrologi opiskelijoita, ja teemme opinnäytetyötä Aurinko- ja tuulienergian hyödyntämisestä talliolosuhteissa. Työllämme haluamme selvittää uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksia talleilla ja kuinka ne yleisesti sopisivat talliympäristöön, sekä sen tuomista säästömahdollisuuksista.

Tarvitsisimme työtämme varten yhteistyötalleja, joilta saisimme tietoa toimivien tallien energiankulutuksesta ja veden käytöstä. Olisitko sinä kiinnostunut toimimaan yhteistyökumppaninamme? Teidän ei tarvitse tehdä itse laskelmia, vaan me suoritamme laskelmat, kunhan vain saamme tarvitsemamme tiedot. Viestissä mukana olevasta liitteestä löytyy kyselylomake, josta selviää tarvitsemamme tiedot.

Jos kiinnostuit asiasta, vastaisitko liitteessä esitettyihin kysymyksiin, sekä kertoisitko mahdollisesta halukkuudesta toimia jatkossakin yhteistyökumppanina.

Jos et kiinnostunut asiasta vastaisitko silti, ettemme enää vaivaisi teitä.

Kiitoksia paljon jo etukäteen!

Ystävällisin Terveisin

Anu Partanen ja Emmi Taskinen
Savonia-amk

SÄHKÖPOSTI KYSELY

Tallin energian käyttö, Ravi-/ Ratsutalli

Tallin nimi ja toimintamuoto:

Karsinapaikat:

Hevosten määrä, jos ei sama kuin karsinat:

Tallin koko m²:

Tallin lämmitysjärjestelmä:

Lämmitystä tarvitsevat tilat:

Lämmityskustannukset per vuosi:

Sähkön kokonaiskulutus

Sähkön kokonaiskustannukset per vuosi

Minkä tyyppisiä lamppuja tallilla käytetään ja käyttöaika vuorokaudessa/ lamppu:

Veden käyttö vuodessa:

Lämpimän veden osuus käyttövedestä:

Kuinka vesi lämmitetään:

Mihin energiaa kuluu eniten?

CASE-TALLEILLE KOHDISTETTU KYSELY

KOHDETIEDOT

Tilan nimi	
Lähiosoite	
Postinumero- ja toimipaikka	
Kunta	
Tilan yhteyshenkilö energia-asioissa	
Sähköposti	
Puhelin	
Päätuotantosuunta	

	Mittayksikkö	Kulutus	Josta omaa tuotantoa	Josta ostettua	Energiakustannukset €/v alv 0 %
Sähkö	kWh				
Kaukolämpö	MWh				
Kevyt polttoöljy	litraa				
Raskas polttoöljy	kg				
Bensiini	litraa				
Dieselöljy	litraa				
Kivihiili ja antrasiitti	kg				
Maakaasu	m ³				
Nestekaasu	kg				
Puu	irto-m ³ vai pino m ³ (merkitse oikea yksikkö)				
Polttohake	irto- m ³				
Puupelletti	tonni				
Jyrsinturve	irto-m ³				
Palaturve	m ³ vai tonni (merkitse oikea yksikkö)				
Turvepelletti	tonni				
Lanta	m ³				
Biojäteöljy					
Peltoenergia: olki, viljankuoret, vilja, ruokohelpi, paju ym.	Irto-m ³ vai kWh				
Muu, mikä? Kg, kWh vai m ³					

Mistä energijakeista (sähkö, polttoaineet) on pitkäaikaisia sopimuksia, onko niitä kilpailutettu ja mikä on hankintahinta?

Suunnitteilla tai valmisteilla olevat energian kulutukseen vaikuttavat investoinnit tai muutokset (kuivuri, lämmitysjärjestelmä, peruskorjaus tms.)

Vuoden 2005 jälkeen toteutetut energian kulutukseen vaikuttavat investoinnit tai muutokset (mahdolliset rajoitteet energiainvestoinneille, kaava-alue, rakennusten suojelupäätös, maaston rajoitteet, viljelykasvit tms.)

EINARI VIDGREN OY**AURINKOVOIMAN KUSTANNUSARVIOINTI**

Tallin sähkönkulutus kWh/v	94 553 kWh/v
Sähkön kokonaiskustannus €	14 000 €
Sähkön hinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säteilystä 15 % muutetaan sähköksi	

1,5 kW laitos 15% hyötysuhteella

Hinta €	3 252 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	7 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 7 = 11,06 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähköhinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 11,06 m ²) x 0,15€/kWh = 266,27 €/v
Takaisinmaksuaika	3 252 € / 266,27 = 12,21= 12 vuotta

ostettavaksi jää:

94 553 - (1 070 x 11,06 x 0,15) = 95 778,87 kWh/v
 14 000 € - 266,27 € = 13 733,73 €

3 kW laitos 15 % hyötysuhteella

Hinta €	4 513 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	11 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 11 = 17,38 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähköhinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 17,38 m ²) x 0,15 €/kWh = 418,42 €/v
Takaisinmaksuaika	4 513 € / 418,42 = 10,79 = 11 vuotta

ostettavaksi jää:

94 553 - (1 070 x 17,38 x 0,15) = 91 763,51 kWh/v
 14 000 € - 418,42 € = 13 581,58 €

4 kW laitos 15% hyötysuhteella

Hinta €	6 930 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	18 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 18 = 28,44 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhintaa €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 28,44 m ²) x 0,15 €/kWh = 684,69 €/v
Takaisinmaksuaika	6 930 € / 684,69 = 10,12 = 10 vuotta

ostettavaksi jää:

94 553 - (1 070 x 28,44 x 0,15) = 89 988,38 kWh/v
 14 000 € - 684,69 € = 13 315,31 €

6 kW laitos 15 % hyötysuhteella

Hinta €	10 579 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	26 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 26 = 41,08 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhintaa €/kWh	0,15 €
Säästö €/v	(160,5 kWh x 41,08 m ²) x 0,15 €/kWh = 989,00 €/v
Takaisinmaksuaika	10 579 € / 989,00 = 10,69 = 11 vuotta

ostettavaksi jää:

94 553 - (1 070 x 41,08 x 0,15) = 87 959,66 kWh/v
 14 000 € - 989 € = 13 011,00 €

TALLI TAITAVAT KAVIOT

Tallin sähkönkulutus kWh/v	26 300 kWh/v
Sähkön kokonaiskustannus €	3 100 €
Sähkön hinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säteilystä 15 % muutetaan sähköksi	

1,5 kW laitos 15% hyötysuhteella

Hinta €	3 252 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	7 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 7 = 11,06 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 11,06 m ²) x 0,12 €/kWh = 213 €/v
Takaisinmaksuaika	3 252€ / 213 = 10,57 = 11 vuotta

ostettavaksi jää:

26 300 - (1 070 x 11,06 x 0,15) = 24 524,87 kWh/v
 3 100 - 213 = 2 887 €

3 kW laitos 15 % hyötysuhteella

Hinta €	4 513 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	11 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 11 = 17,38 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhinta €/kWh	0,12
Säästö €/v	(160,5 kWh x 17,38 m ²) x 0,12 €/kWh = 334,74 €/v
Takaisinmaksuaika	4 513€ / 334,74 = 13,48 = 13,5 vuotta

Ostettavaksi jää:

26 300 - (1 070 x 17,38 x 0,15) = 23 510,51 kWh/v
 3 100 - 334,74 = 2 765,26 €

4 kW laitos 15% hyötysuhteella

Hinta €	6 930 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	18 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 18 = 28,44 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhintaa €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 28,44 m ²) x 0,12 €/kWh=547,75 €/v
Takaisinmaksuaika	6 930€ /547,75= 12,65 = 13 vuotta

ostettavaksi jää:

26 300 - (1 070 x 28,44 x 0,15) = 21 735,38 kWh/v
 3 100 - 547,75 = 2 552,52 €

6 kW laitos 15 % hyötysuhteella

Hinta €	10 579 €
Teho kW	0,25 kW
Paneelien määrä kpl	26 kpl
Paneelien koko m ²	1,58 m ² x 26 = 41,08 m ²
Talteen saatava sähköenergianmäärä Jyväskylän korkeudella kW/m ² /v	1 070 x 0,15 = 160,5 kW/m ² /v
Sähkönhintaa €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	(160,5 kWh x 41,08 m ²) x 0,12 €/kWh= 791,2 €/v
Takaisinmaksuaika	10 579€ / 791,2= 13,37= 13 vuotta

ostettavaksi jää:

26 300 - (1 070 x 41,08 x 0,15) = 19 706,66 kWh/v
 3 100 - 791,2 = 2 308,8 €

VUOSITUOTANNON VAIHTELU JA TAKAISINMAKSUAIKA 20 % JA 40 % NIMELLISTEHOSTA

Tekniset tiedot	
Nimellisteho kW	0,5 kW (8 m/s)
Käynnistystuulen nopeus m/s	2,5 m/s
Roottorin halkaisija m	2,5 m
Lapojen määrä kpl	3 kpl
Maston korkeus m	6 m
Hinta €	1 000 €

Nimellistehosta 20 % teholla

Teho kW	$0,2 \times 0,5 \text{ kW} = 0,1 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,1 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 876 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	$876 \text{ kWh} \times 0,0693 \text{ €/kWh}$ $= 60,71 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$1\,000 \text{ €} / 60,71 \text{ €} = 16,5 \text{ vuotta}$

Nimellistehosta 40 % teholla

Teho kW	$0,4 \times 0,5 \text{ kW} = 0,2 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,2 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 1\,752 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	$1\,752 \text{ kWh} \times 0,0693 \text{ €/kWh}$ $= 121,41 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$1\,000 \text{ €} / 121,41 \text{ €/v} = 8,2 \text{ vuotta}$

Tekniset tiedot	
Nimellisteho kW	2 kW 9 m/s
Käynnistystuulen nopeus m/s	2 m/s
Roottorin halkaisija m	3,2 m
Lapojen määrä kpl	3 kpl
Maston korkeus m	12-36m
Hinta €	2 500 €

Nimellistehosta 20 % teholla

Teho kW	$0,2 \times 2 \text{ kW} = 0,4\text{kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,4\text{kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 3504 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	$3504\text{kWh} \times 0,0693 \text{ €/kWh}$ $= 242,83 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$2\,500 \text{ €} / 242,83 \text{ €} = 10,3 \text{ vuotta}$

Nimellistehosta 40 % teholla

Teho kW	$0,4 \times 2 \text{ kW} = 0,8 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,8 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 7\,008 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	$7008 \text{ kWh} \times 0,0693 \text{ €/kWh}$ $= 485,66 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$2\,500 \text{ €} / 485,66 \text{ €/v} = 5,2 \text{ vuotta}$

Tekniset tiedot	
Nimellisteho kW	4 kW (10m/s)
Käynnistystuulen nopeus m/s	2 m/s
Roottorin halkaisija m	5 m
Lapojen määrä kpl	3 kpl
Maston korkeus m	18 m tai 27 m
Hinta €	18 m = 16 700 € 27 m = 18 600 €

Nimellistehosta 20 % teholla

Teho kW	$0,2 \times 4 \text{ kW} = 0,8 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,8 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 7\,008 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,78 snt/kWh
Säästö €/v	$7\,008 \text{ kWh} \times 0,0678 \text{ €/kWh}$ $= 475,14 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$16\,700 \text{ €} / 475,14 \text{ €/v} = 35,2 \text{ vuotta}$

Nimellistehosta 40 % teholla

Teho kW	$0,4 \times 4 \text{ kW} = 1,6 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$1,6 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 14\,016 \text{ kWh}$
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,78 snt/kWh
Säästö €/v	$14\,016 \text{ kWh} \times 0,0678 \text{ €/kWh}$ $= 950,3 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$16\,700 \text{ €} / 950,3 \text{ €/v} = 18 \text{ vuotta}$

Tekniset tiedot	
Nimellisteho kW	10 kW 9 m/s
Käynnistystuulen nopeus m/s	2 m/s
Roottorin halkaisija m	9,7 m
Lapojen määrä kpl	3 kpl
Maston korkeus m	14-42 m
Hinta €	40 000 €

Nimellistehosta 20 % teholla

Teho kW	0,2 x 10 kW = 2 kW
Vuosituotanto kWh	2kW x 365 x 24 h = 17 520 kWh
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	17 520 kWh x 0,0693 €/kWh = 1 214,14 €/v
Takaisinmaksuaika v	40 000 € / 1 214,14 € = 32,9 vuotta

Nimellistehosta 40 % teholla

Teho kW	0,4 x 10 kW = 4 kW
Vuosituotanto kWh	4 kW x 365 x 24 h = 35 040 kWh
Sähköhinta 2011 snt/kWh	6,93 snt/kWh
Säästö €/v	35 040 kWh x 0,0693 €/kWh = 2 428,27 €/v
Takaisinmaksuaika v	40 000 € / 2 424,27 €/v = 16,5 vuotta

TUULIVOIMAKUSTANNUKSEN ARVIOINTI**EINARI VIDGREN OY**

Tallin sähkönkulutus kWh/v	94 533 kWh/v
Sähkön kokonaiskustannus €	14 000 €
Sähkön hinta €/kWh	0,15 €/kWh

0,5 kWh laitos 20 % nimellisteho

Hinta €	1 000 €
Teho kW	$0,2 \times 0,5 \text{ kW} = 0,1 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,1 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 876 \text{ kWh}$
Sähkön hinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	$876 \text{ kWh} \times 0,15 \text{ €/kWh} = 131,4 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$1\,000 \text{ €} / 131,4 \text{ €/v} = 7,61 = 8 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$94\,533 - 876 = 93\,677 \text{ kWh/v}$
 $14\,000 - 131,4 = 13\,868,6 \text{ €}$

2 kW laitos 20 % nimellisteholla

Hinta €	2 500 €
Teho kW	$0,2 \times 2 \text{ kW} = 0,4 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,4 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 3\,504 \text{ kWh}$
Sähkön hinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	$3\,504 \text{ kWh} \times 0,15 \text{ €/kWh} = 525,6 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$2\,500 \text{ €} / 525,6 = 4,76 = 5 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$94\,533 - 3\,504 = 91\,049 \text{ kWh/v}$
 $14\,000 - 525,6 = 13\,474,4 \text{ €}$

4 kWh laitos 20 % nimellisteho

Hinta €	18 600 €
Teho kW	$0,2 \times 4 \text{ kW} = 0,8 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,8 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 7\,008 \text{ kWh}$
Sähkön hinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	$7\,008 \text{ kWh} \times 0,15 \text{ €/kWh} = 1\,051,2 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$18\,600 \text{ €} / 1\,051,2 \text{ €/v} = 17,69 = 18 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$94\,533 - 7\,008 = 87\,545 \text{ kWh/v}$
 $14\,000 - 1\,051,2 = 12\,948,8 \text{ €}$

10 kWh laitos 20 % nimellisteho

Hinta €	40 000 €
Teho kW	$0,2 \times 10 \text{ kW} = 2 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$2 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 17\,520 \text{ kWh}$
Sähkönhinta €/kWh	0,15 €/kWh
Säästö €/v	$17\,520 \text{ kWh} \times 0,15 \text{ €/kWh} = 2\,628,00 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$40\,000 \text{ €} / 2\,628 \text{ €/v} = 15,22 = 15 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$94\,553 - 17\,520 = 77\,033 \text{ kWh/v}$

$14\,000 - 2\,628 = 11\,372 \text{ €}$

TALLI TAITAVAT KAVIOT

Tallin sähkönkulutus kWh/v	26 300 kWh/v
Sähkön kokonaiskustannus €	3 100 €
Sähkön hinta €/kWh	0,12 €/kWh

0,5 kWh laitos 20 % nimellisteho

Hinta €	1 000 €
Teho kW	$0,2 \times 0,5 \text{ kW} = 0,1 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,1 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 876 \text{ kWh}$
Sähköhinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	$876 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 105,12 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$1 000 \text{ €} / 105,12 \text{ €/v} = 9,5 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$26 300 - 876 = 25 424 \text{ kWh/v}$
$3 100 - 105,12 = 2 994,88 \text{ €}$

2 kW laitos 20 % nimellisteholla

Hinta €	2 500 €
Teho kW	$0,2 \times 2 \text{ kW} = 0,4 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,4 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 3 504 \text{ kWh}$
Sähköhinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	$3 504 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 420,48 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$2 500 \text{ €} / 420,48 = 5,95 = 6 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$26 300 - 3 504 = 22 796 \text{ kWh/v}$
$3 100 - 420,48 = 2 679,52 \text{ €}$

4 kWh laitos 20 % nimellisteho

Hinta €	18 600 €
Teho kW	$0,2 \times 4 \text{ kW} = 0,8 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$0,8 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 7 008 \text{ kWh}$
Sähköhinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	$7 008 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 840,96 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$18 600 \text{ €} / 840,96 \text{ €/v} = 22,12 = 22 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

$26 300 - 7 008 = 19 292 \text{ kWh/v}$
$3 100 - 840,96 = 2 259,04 \text{ €}$

10 kWh laitos 20 % nimellisteho

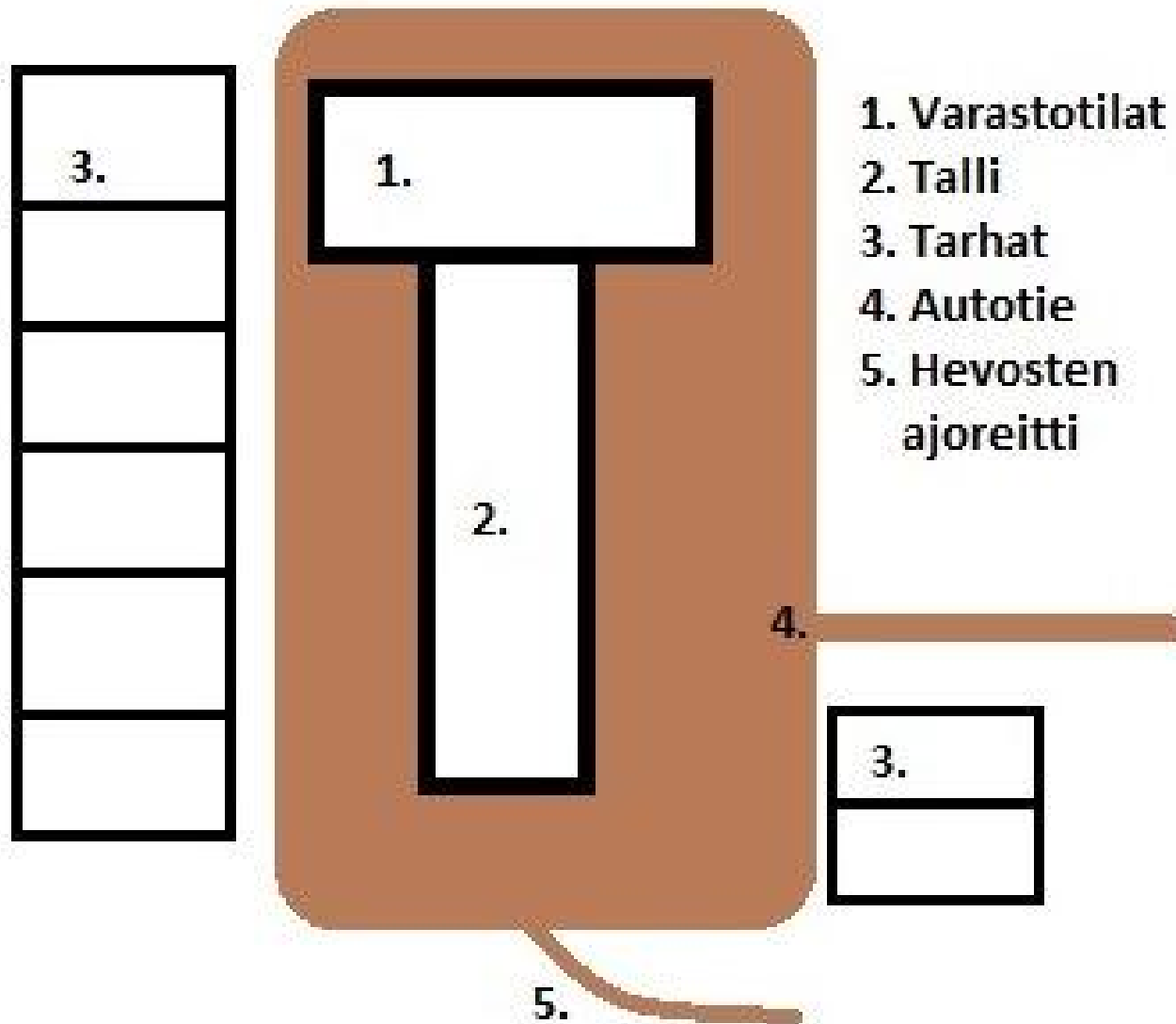
Hinta €	40 000 €
Teho kW	$0,2 \times 10 \text{ kW} = 2 \text{ kW}$
Vuosituotanto kWh	$2 \text{ kW} \times 365 \times 24 \text{ h} = 17\,520 \text{ kWh}$
Sähköhinta €/kWh	0,12 €/kWh
Säästö €/v	$17\,520 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 2\,102,4 \text{ €/v}$
Takaisinmaksuaika v	$40\,000 \text{ €} / 2\,102,4 \text{ €/v} = 19 \text{ vuotta}$

ostettavaksi jää

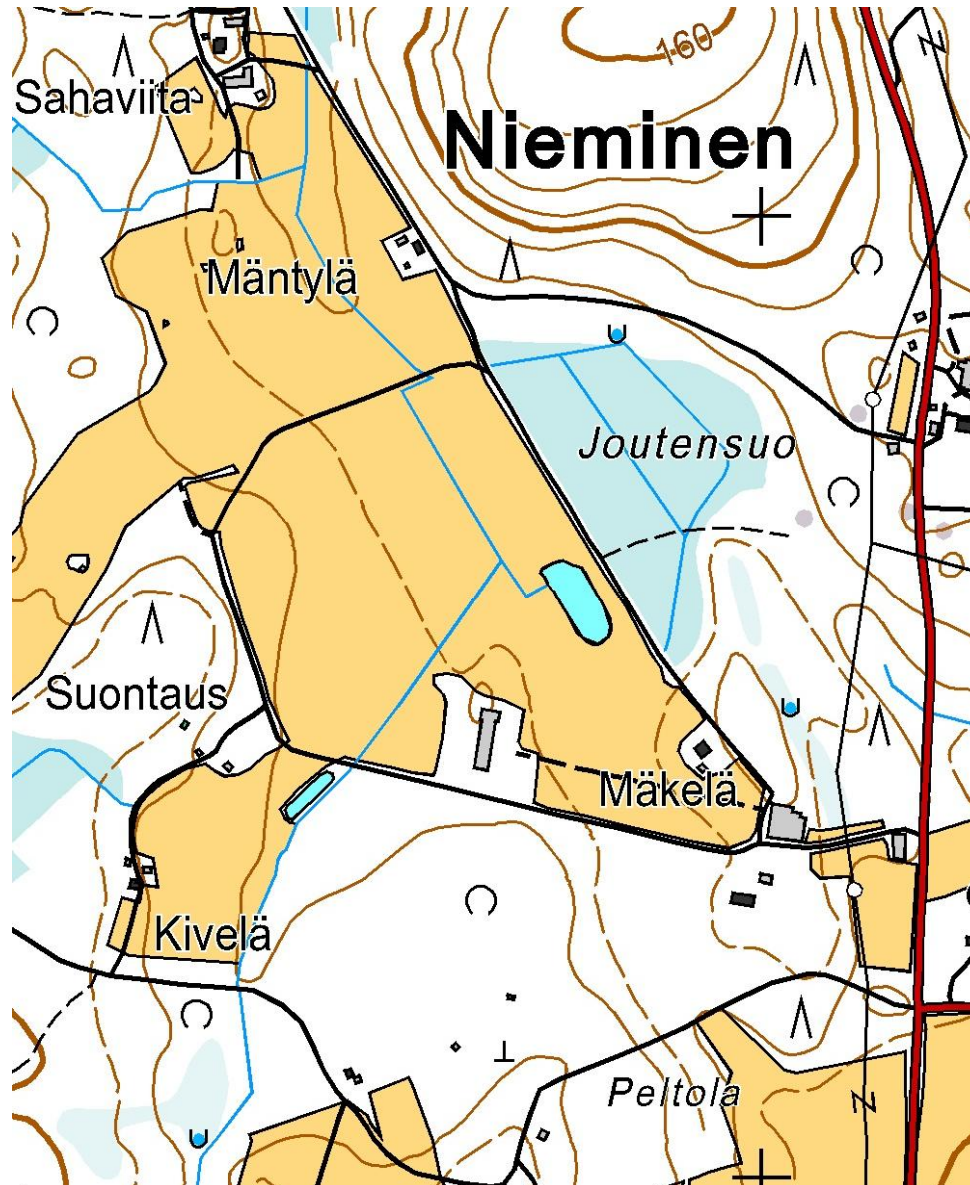
$26\,300 - 17\,520 = 8\,780 \text{ kWh/v}$

$3\,100 - 2\,102,4 = 997,6 \text{ €}$

Asemakaava

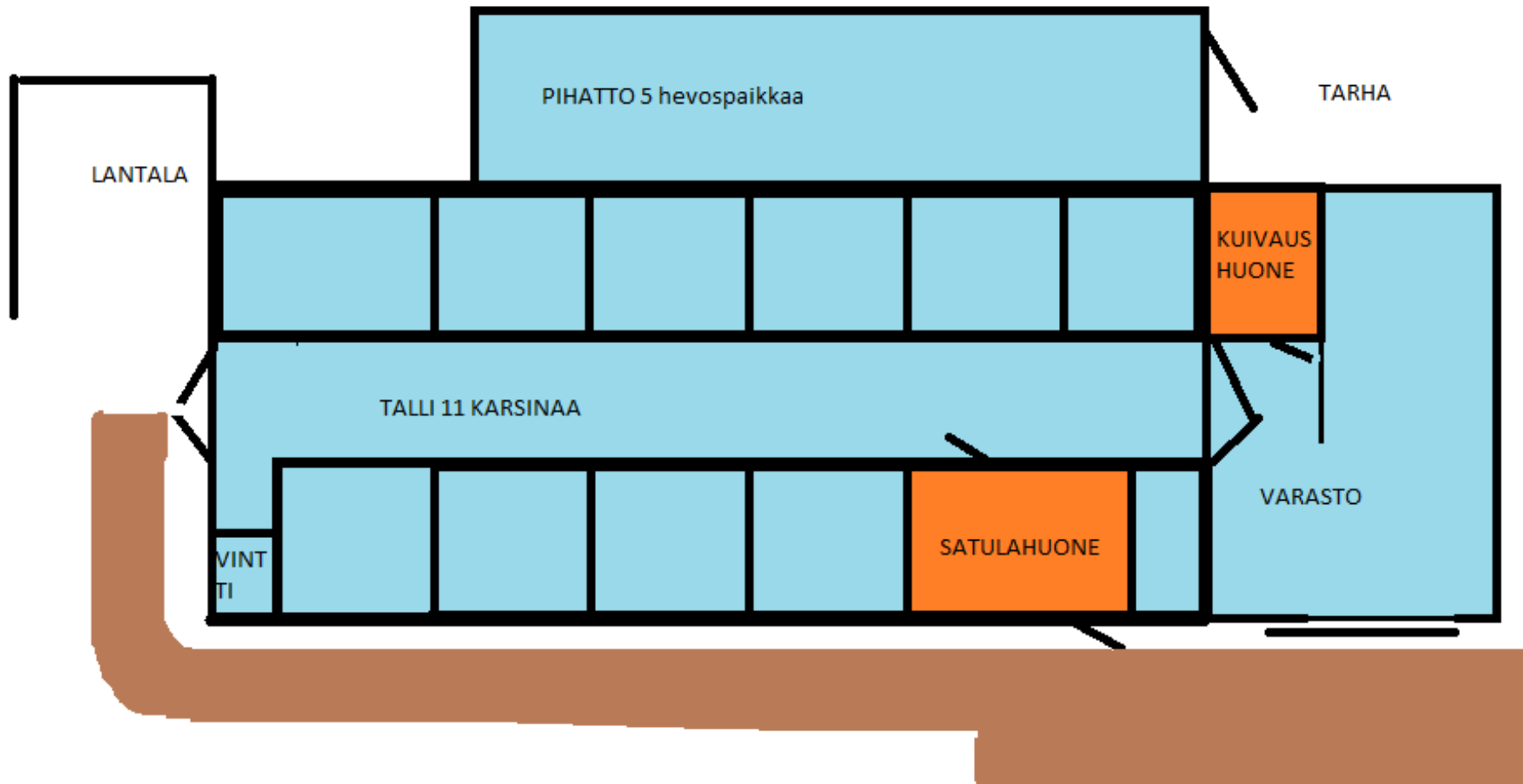


Maastokartta

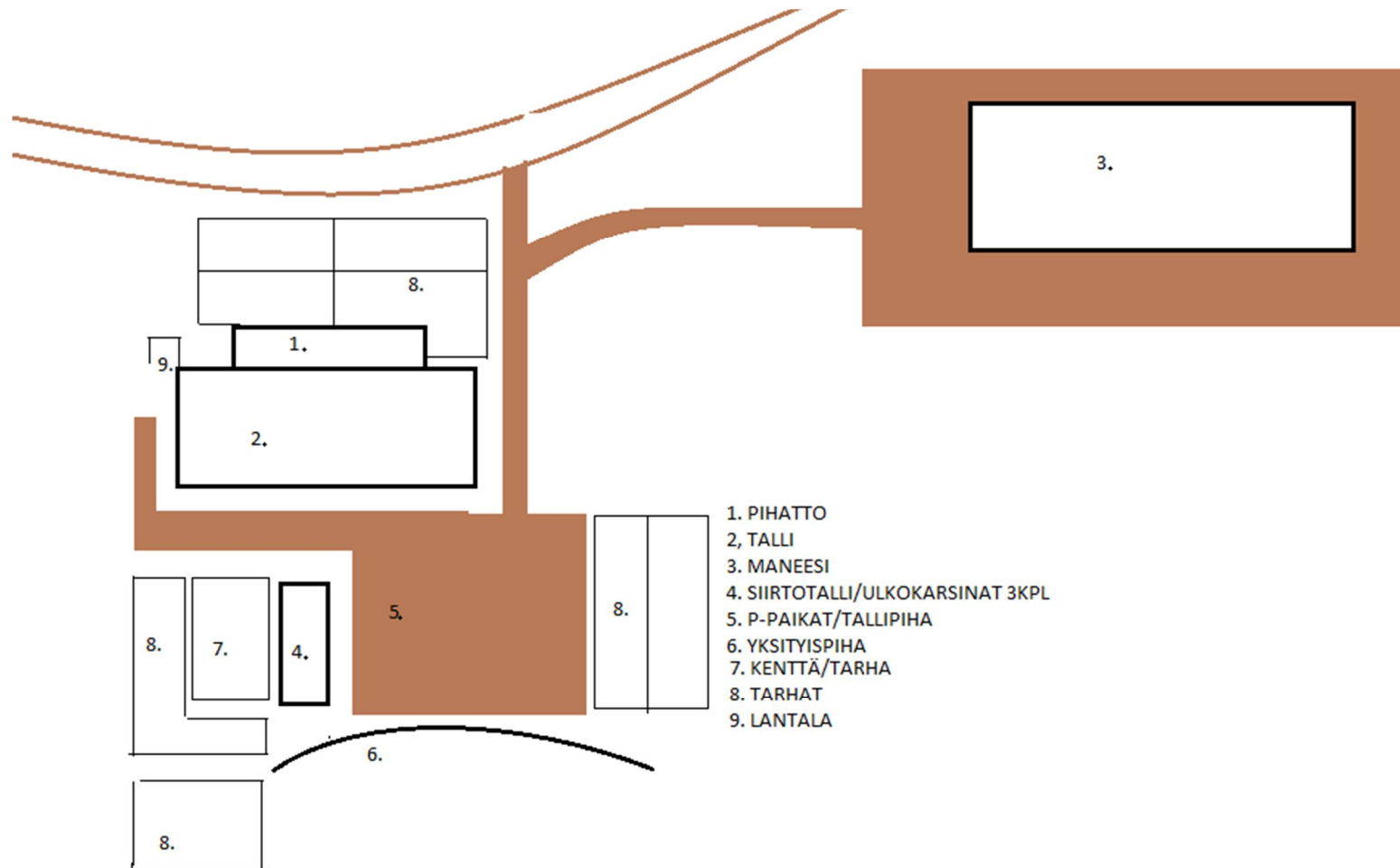


RATSUTALLI TALLI TAITAVAT KAVIOT

Pohjapiirros



Asemakaava



Maastokartta



