

Hieskoivun biomassakasvatuksen kannattavuus

Paula Jylhä, Anssi Ahtikoski, Jyrki Hytönen & Lasse Aro



Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan elinkeino-,
liikenne ja ympäristökeskukset rahoittivat Fenix -
Suonpohjille uusi elämä -hanketta Euroopan
maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta
2014–2020.

Hieskoivun lyhytkiertokasvatus suonpohjilla

Suonpohjia vapautuu
n. 2 500 ha vuodessa

Luontainen
taimettuminen

Kasvatus ilman
harvennuksia

Tuhkalannoitus

Uusi puusukupolvi
vesottamalla,
ojitusmätästys
neljännen
kiertoajan jälkeen
joka kerta

Avohakkuu 15–30
vuoden iässä

KANNATTAVUUS

Tuotantoketjuun liittyvät oletukset

Puuntuotanto

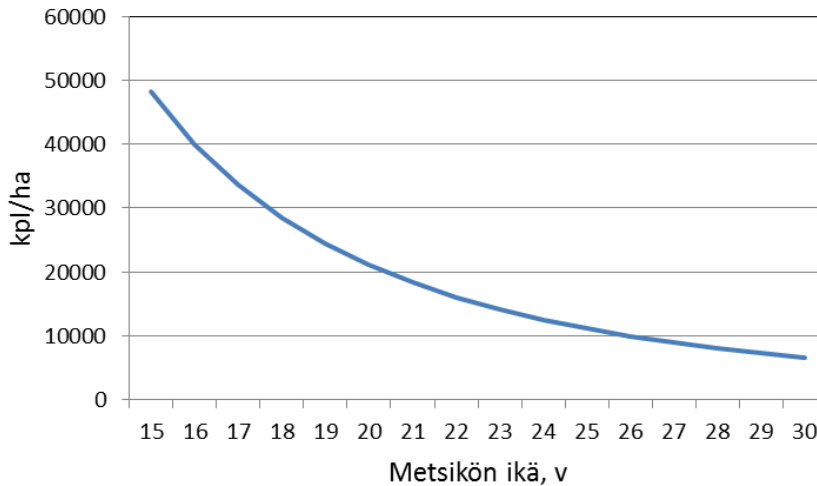
- Tuhkalannoitus (350 €/ha) syksyllä välittömästi viimeisen turpeennostokauden jälkeen (vuosi 0)
- Metsikkö syntyy luontaisesti suonpohjalle seuraavana kesänä kulkeutuvista hieskoivun siemenistä
- Ensimmäinen puusukupolvi korjataan 15–30 vuoden kuluttua (vuodet 16–31).
- Toinen ja kolmas puusukupolvi syntyvät vesoista. Olemassa olevan juuriston avulla sama biomassatuotos saavutetaan kahta vuotta lyhyemmällä kiertoaajalla kuin ensimmäisellä kerralla (13–28 vuodessa)
- Neljännestä kiertoaajasta ikuisuuteen jokaisen avohakkuun jälkeen tehdään ojitusmätästys (393 €/ha) ja hieskoivutiheikkö syntyy luontaisesti siemenistä. Kiertoaika on aina 15–30 vuotta.

Metsähakkeen tuotanto

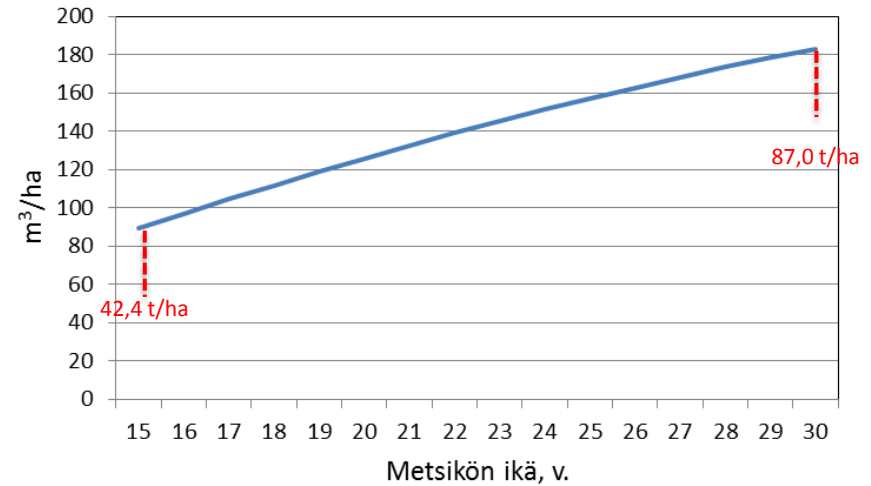
- Avohakkuu kokopuukorjuuna (lähikuljetusmatka 300 m)
- Kasojen varastointi tienvarressa peitettynä vuoden ajan (2,60 €/m³), kuivamassahävikki 3,2 %.
- Tienvarsihaketus ja kuljetus käyttöpaikalle 60 kilometrin päähän, hakkeen toimituskosteus 40 %.

Metsiköiden kehitys

Runkoluku



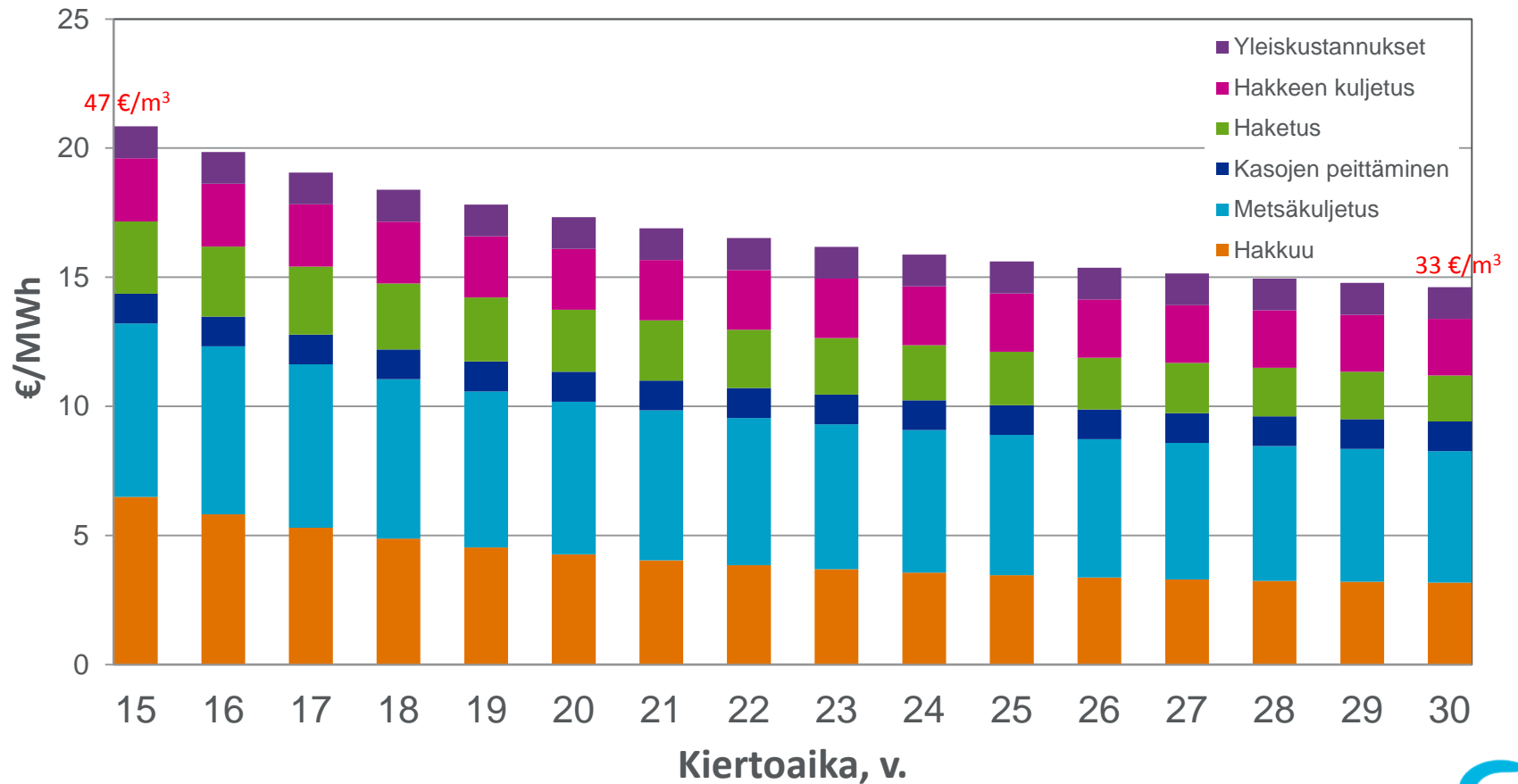
Lehdetön kokopuukertymä*



*korjuuhävikki 7 %

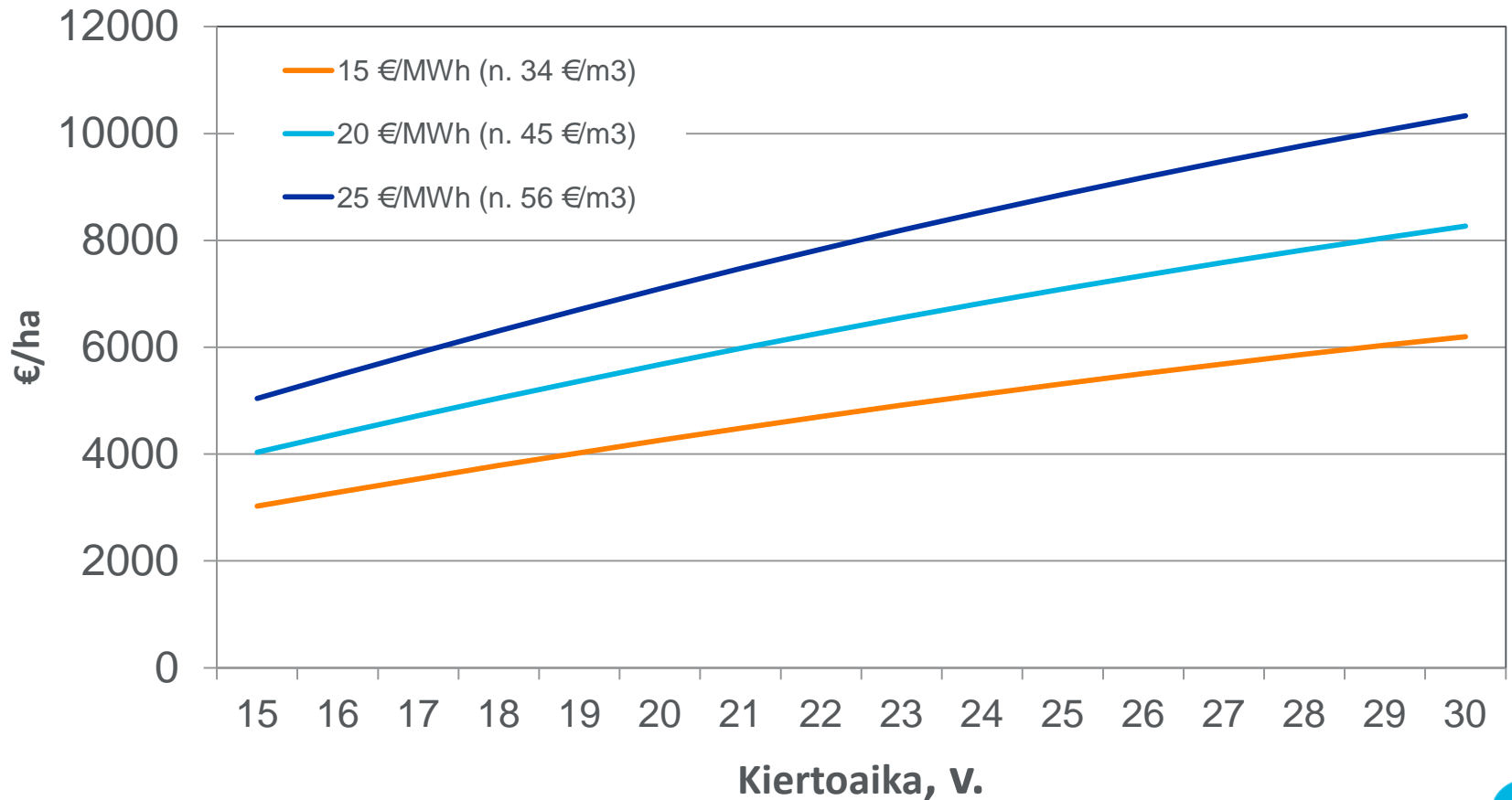
Mallit perustuvat 25:n luontaisesti suonpohjille syntyneen 10–30 vuotiaan hieskoivikon mittaustuloksiin. Korjuuhävikki selvitetään seitsemältä kohteelta.

Metsähakkeen tuotantokustannukset



Metsähakkeen myyntitulot kiertoaikaa kohti

(hinta käyttöpaikalla, korko 0 %)



Kannattavuuslaskelmat

Kannattavuuden mittarina käytettiin paljaan maan arvoa (BLV), joka laskettiin kolmella vaihtoehdoisella metsähakkeen hinnalla (15–25 €/MWh; 33,8–56,4 €/m³) ja korkokannoilla. BLV saatiin diskonttaamalla nettotulojen nykyarvo. Laskelmat tehtiin seuraavan kaavan mukaisesti:

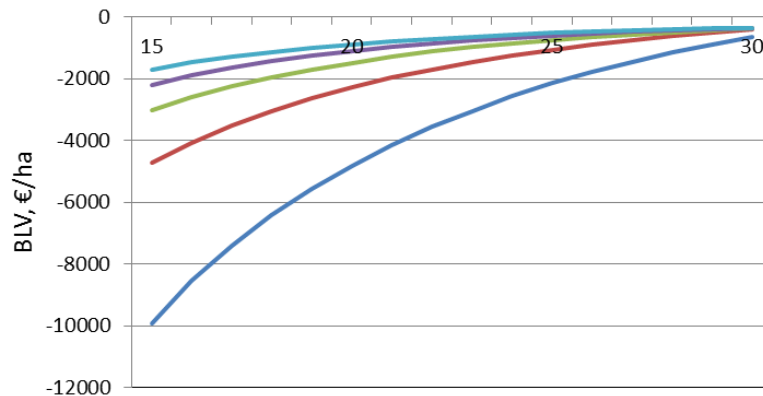
$$NNA_r = \left[R_S b^S - \sum_{s=0}^S b^s \sum_{i=1}^I c_{si} \right] + \left[R_K b^{K+S} - \sum_{k>0}^K b^{(k+S)} \sum_{e=1}^E c_{ek} \right] + \left[R_L b^{L+K+S} - \sum_{l>0}^L b^{(l+K+S)} \sum_{a=1}^A c_{al} \right] + F$$

, missä NNA_r = nettotulojen nykyarvo laskentakorolla r , b = diskonttaustekijä s.e. $b = 1/(1+r)$, missä r on laskentakorko (%), R = metsähakkeesta saadut tulot (€/ha), c = tuotantokustannukset s.e. c_i { s,S }, c_e { k,K } ja c_a { l,L }, €/ha, S = ensimmäisen puusukupolven kiertoaika (vuosia), K = toisen puusukupolven kiertoaika ja L = kolmannen puusukupolven kiertoaika. Yhtälön oikean puolen hakasuluissa oleva ensimmäinen termi kuvaa ensimmäisen, toinen toisen ja kolmas kolmannen puusukupolven nettotulojen nykyarvoa. Diskontattu paljaan maan arvo (F) laskettiin neliännestä kiertoajasta ikuisuuteen päättymättömän sarjan summana:

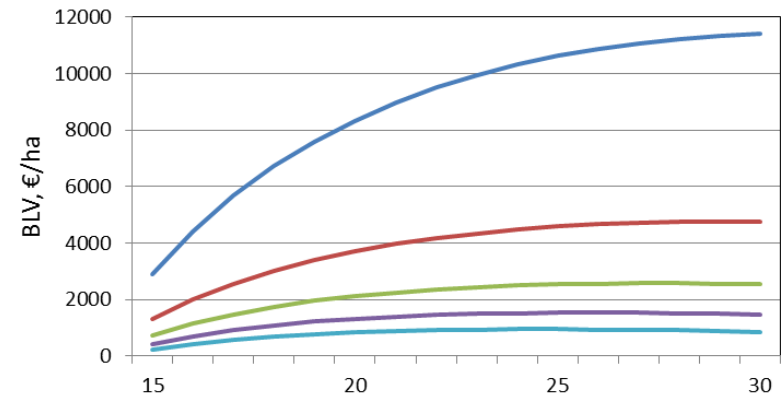
$$F = \left[\frac{R_T b^T - \sum_{t=0}^T b^t \sum_{u=1}^U c_{ut}}{1 - b^T} \right] * b^{(S+K+L)}$$

Metsähakkeen hinnan ja laskentakoron vaikutus kannattavuuteen I

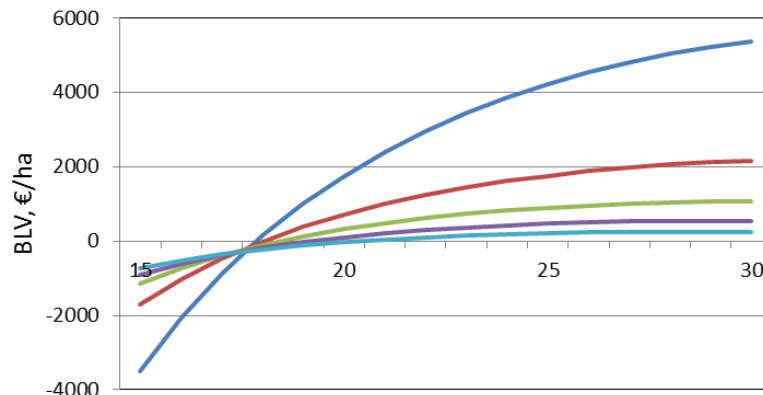
15 €/MWh



25 €/MWh



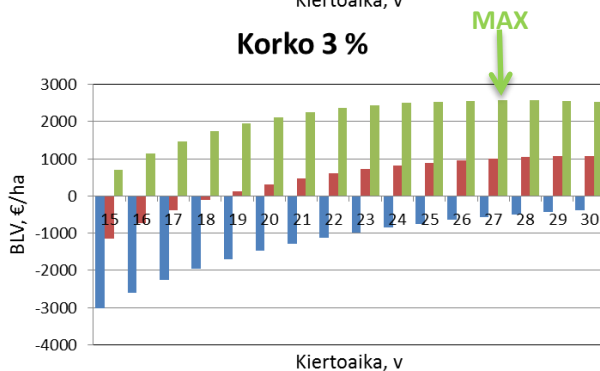
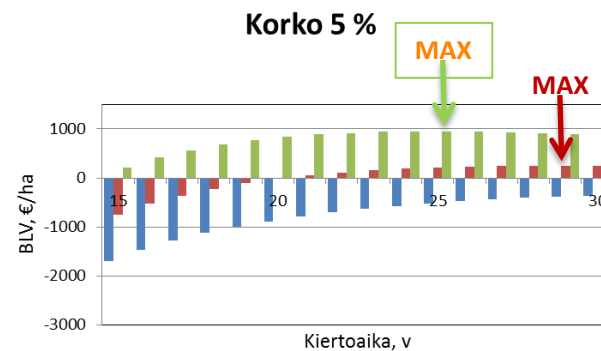
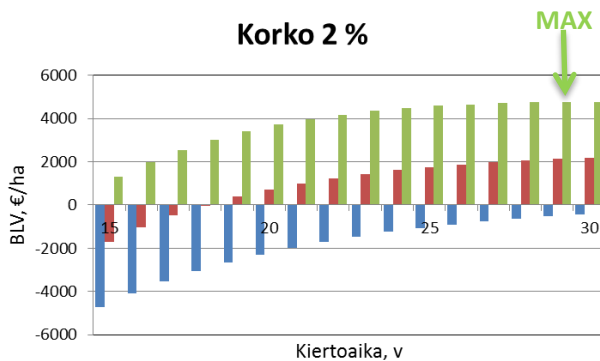
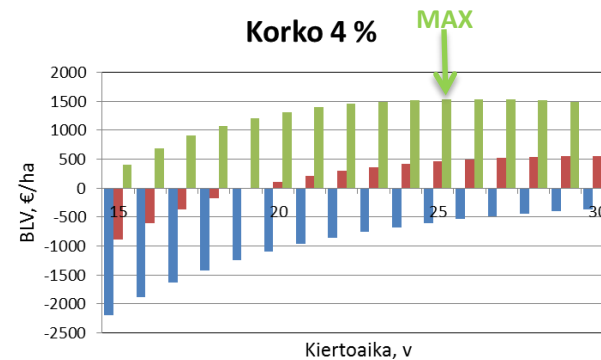
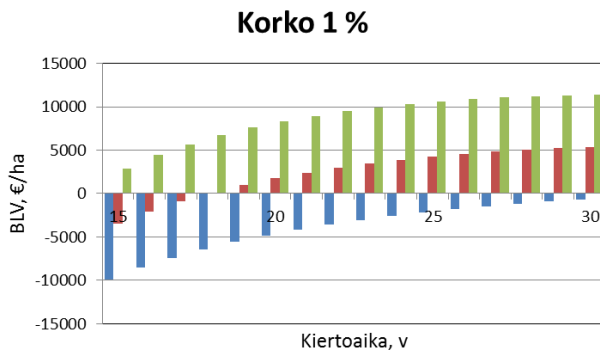
20 €/MWh



Laskentakorkokanta:

- 1%
- 2%
- 3%
- 4%
- 5%

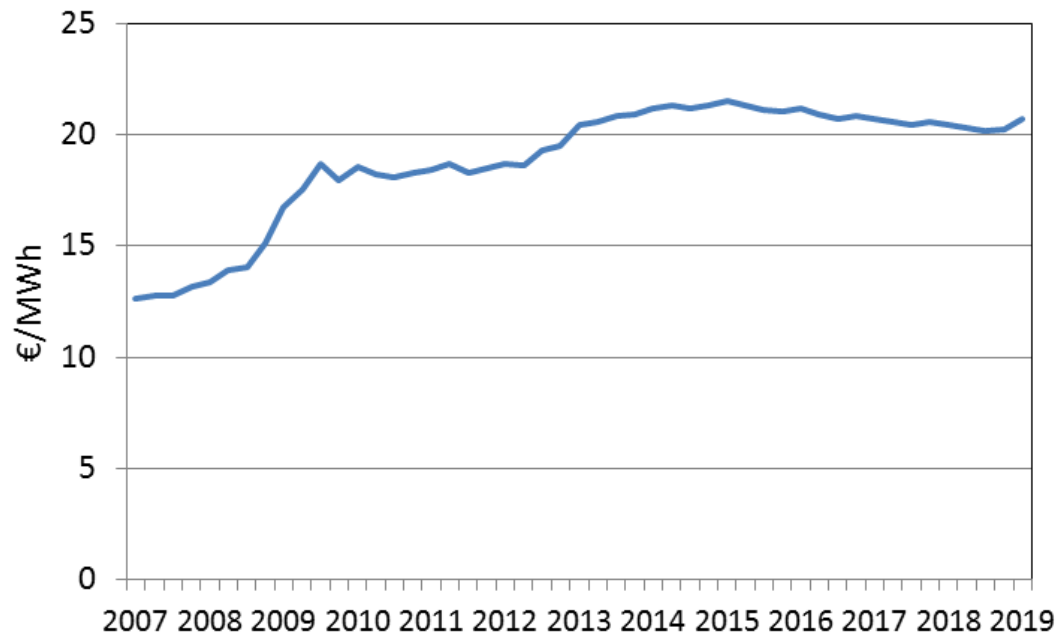
Metsähakkeen hinnan ja laskentakoron vaikutus kannattavuuteen II



Metsähakkeen hinta:

- 15 €/MWh
- 20 €/MWh
- 25 €/MWh

Metsähakkeen hintakehitys



Tilasto: Energian hinnat [verkkajulkaisu].

ISSN=1799-7984. 1. Vuosineljännes 2019. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 19.6.2019].

Saantitapa: http://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_tie_001_fi.html

Päätelmät

- Puunkorjuu on suurin metsähakkeen tuotannon kustannuserä
 - Kustannus riippuu voimakkaasti puun koosta (metsikön iästä) korjuuhetkellä
- Jos metsähakkeen hinta pysyy vähintään nykyisellä tasolla (noin 20 €/MWh käyttöpaikalla), hieskoivun intensiivituotanto on kannattavaa laskelmissa käytetyillä oletuksilla
 - Kiertoajan oltava tällöin vähintään 20 vuotta
- Kun metsähakkeen hinta käyttöpaikalla oli 25 €/MWh, biomassakasvatus oli kannattavaa jo 15 vuoden kiertoajasta alkaen, kun korkokanta oli suurempi kuin 1 %.
 - paljaan maan arvon maksimi saavutettiin 25–29 vuoden iässä (1 %:n korkokannalla kiertoaika yli 30 vuotta).
 - mitä korkeampi korkokanta, sitä lyhyempi kiertoaika

Kannattavuuslaskelmien laadinnassa käytetyt tietolähteet

- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258. 229 s. + liitteet.
<https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>
- Chang, S.J. 2014. Forest valuation under the generalized Faustmann formula. Can. J. For. Res. 44(1):56-63. doi:10.1139/cjfr-2013-0298.
- Puutavaranmittauksen neuvottelukunta. 2014. Energiapuun mittaussopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 27 s.
- Hakkila, P. 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Folia Forestalia 342. 38 s. Metsäntutkimuslaitos.
- Hassinen, U. 2019. Asiantuntija, bioenergia ja biotalous, Suomen metsäkeskus. Suullinen tiedonanto 18.3.2019.
- Hytönen, J. Aro, L. & Jylhä, P. 2018. Biomass production and carbon sequestration of dense downy birch stands on cutaway peatlands. Scandinavian Journal of Forest Research 33(8): 764-771. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1500636>
- Jylhä, P., Bergström, D. 2016. Productivity of harvesting dense birch stands for bioenergy. Biomass and Bioenergy (2016):142–151.
- Jylhä, P., Hytönen, J. & Ahtikoski, A. 2015. Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cut-away peatlands in northern Finland. Biomass and Bioenergy 75(2015):272–281.
- Jylhä, P. 2015. Hieskoivukokopuun haketusko. Luonnonvarakeskus, julkaisematon aineisto.
- Kärhä, K., Laitila, J., Jylhä, P., Nuutinen, Y. & Keskinen, S. 2009. Kokopuun paalaus - tuotantoketjun tuottavuus ja kustannukset. Metsätehon raportti 211. 68 s.
http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_211_Kokopuun_paalaus_tuotantoketjun_tuottavuus_ja_kustannukset_kk.pdf
- Kärhä, K., Hautala, A. & Mutikainen, A. Heinola 1310 ES hakkuutähteiden ja pienpuun tienvarsihaketuksessa. Metsätehon tulosalvosarja 9/2011. 33 s.
http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja_2011_09_HEINOLA-1310-ES_hakkuut%C3%A4hteiden_kk.pdf
- Laitila, J. & Väätäinen, K. 2011. Kokopuun ja rangan autokuljetus ja haketusuottavuus. Metsätieteen aikakauskirja 2/2011:107–126.
<https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/article6635.pdf>
- [Laitila J., Ranta T., Asikainen A., Jäppinen E. & Korpinen O.-J.](#) 2015. The cost competitiveness of conifer stumps in the procurement of forest chips for fuel in Southern and Northern Finland. *Silva Fennica* vol. 49 no. 2 article id 1280. <https://doi.org/10.14214/sf.1280>
- Laitila, J., Asikainen, A. & Ranta, T. 2016. Cost analysis of transporting forest chips and forest industry by-products with large truck-trailers in Finland. Biomass and Bioenergy 90(2016):252–261.
- Lepistö, T. (toim.). 2010. Laatuhaakkeen tuotanto-opas. Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa. 45 s.
- Lindblad, J., Jahkonen, M., Laitila, J., Kilpeläinen, H., Sirkiä, S. & Repola, J. 2014. 20 Metsäbiomassan määrän ja laadun mittaust. Teoksessa: Asikainen, A., Ilvesniemi, H. & Muhonen, T. 2014. Bioenergiä metsistä – Tutkimus- ja kehittämisohjelman keskeisen tulokset. Metlan työraportteja 289:170–179.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289-20.pdf>
- Nurmi, J. 1993. Pienkokoisten puiden maanpäällisen biomassan lämpöarvo. Acta Forestalia Fennica 236. 30 s.
- Nurminen, T. & Heinonen, J. 2007. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. *Silva Fennica* 41(3):471–487.
- Raitila, J., Virkkunen, M. & Heiskanen, V.-P. 2014. Metsäpolttoaineiden varastoitavuus runkoina ja hakkeena sekä lämmöntuotantoon integroitu metsäpolttoaineen kuivaus. Tutkimusraportti VTT-R-04524-14. VTT. 64 s.
- Routa, J., Kolström, M. and Sikanen, L. 2018. Dry matter losses and their economic significance in forest energy procurement. International Journal of Forest Engineering 29: 53-62.
- Strandström, M. 2018. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2017. Metsätehon tulosalvosarja 8a/2018. 32 s. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2018_08a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2017.pdf
- Tilastokeskus. 2019. Metsäalan kone- ja autokustannusindeksit. 25.2.2019.
- Tilastokeskus. 2019. Energian hinnat. 1. Vuosineljännes 2019. Verkkojulkaisu. http://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_tie_001_fi.html
- Väätäinen, Kari; Prinz, Robert; Malinen, Jukka; Laitila, Juha & Sikanen, Lauri. 2017. Alternative operation models for using a feed-in terminal as a part of the forest chip supply system for a CHP plant. Global change biology. Bioenergy, GCB Bioenergy 9 11: 1657-1673

