



www.biohousing.eu.com

Tulisijapolttoaineen valmistaminen

VTT-R-11020-08

Ari Erkkilä & Eija Alakangas, VTT



EIE-05/067/SI2.420197

Sisältö

Alkusanat	2
1. Polttopuun käyttö rakennusten lämmitykseen	3
2. Polttopuun laatu	7
3. Omatoiminen polttopuun valmistaminen.....	10
3.1 Rankojen hakkuu	10
3.2 Pilkonta.....	14
3.3 Pilkkeiden kuivaus.....	19
3.4 Varastointi	23
4. Polttopuun ostaminen.....	28
4.1 Tuotteet, ominaisuudet, laatu ja pakkaukset.....	28
4.2 Nettikauppa.....	31
Käytetyt yksiköt ja lyhenteet	32
Eri energiayksikköjen väliset muuntokertoimet.....	32
Etuliitteet	32
Lähdeluettelo	33

Alkusanat

Tämä julkaisu on osa Euroopan Unionin Älykäs Energiahuolto – ohjelman rahoittamaa projektia: BioHousing ”Sustainable, comfortable and competitive biomass based heating of private houses (EIE/05/067/SI2.420197, www.biohousing.eu.com). Tässä projektissa ovat VTT:n lisäksi mukana Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Honkarakenne Oyj, Finndomo Oy, Scandic Sunfi Oy, Vapo Oy, U-Cont Oy, työ- ja elinkeinoministeriö, Saarijärven seudun yrityspalvelu Oy, Keski-Suomen liitto, TT-Group Oy sekä Suomen Pellettienergiayhdistys ry. Projektia koordinoi Jyväskylä Innovation Oy.

Tämän julkaisun ovat kirjoittaneet VTT:ltä erikoistutkijat Ari Erkkilä ja Eija Alakangas. Piirtopalvelu PIPA ja Oddball Graphics ovat laatineet piirroksat Eija Alakankaan luonnosten ja ideoiden perusteella.

Julkaisu antaa tietoa polttopuun omatoimisesta valmistamisesta, kuivauksesta sekä varastoinnista ja on tarkoitettu kaikille polttopuun valmistajille, tulisijälämmittäjille, alan toimijoille ja kouluttajille. Julkaisuun on koottu polttopuun omatoimiseen valmistamiseen ja ostopolttopuun hankintaan sekä varastointiin liittyviä asioita. Julkaisussa esitetään myös uusimpia polttopuun kuivaukseen liittyviä tutkimustuloksia.

Julkaisussa käytetyt lähteet ja muu kirjallisuus on merkitty ainoastaan lähdeluetteloon eikä suorina viittauksina tekstiin lukemisen helpottamiseksi. Ainoastaan kuvat ja taulukot on varustettu lähdeviittauksin.

Tämän julkaisun lisäksi projektissa on tuotettu laajempi käsikirja ”Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijälämmitys – Polttopuun tuotanto ja käyttö”, internetpohjainen laitehakemisto sekä pientalon energiakustannusten ja hiilidioksidipäästöjen laskentaohjelma. Oppaita on laadittu polttopuun varastoinnista (Klapiä liiteriin) ja varaavien uunien lämmitysohjeet (Pökköä pesään) on päivitetty. Oppaat on julkaistu suomeksi, englanniksi ja ruotsiksi. Aurinkoenergian osalta on tuotettu DVD aurinkokeräimen rakentamisesta suomen- ja englanninkielisenä.

Kiitämme kaikki henkilöitä, jotka ovat myötävaikuttaneet julkaisun syntymiseen.

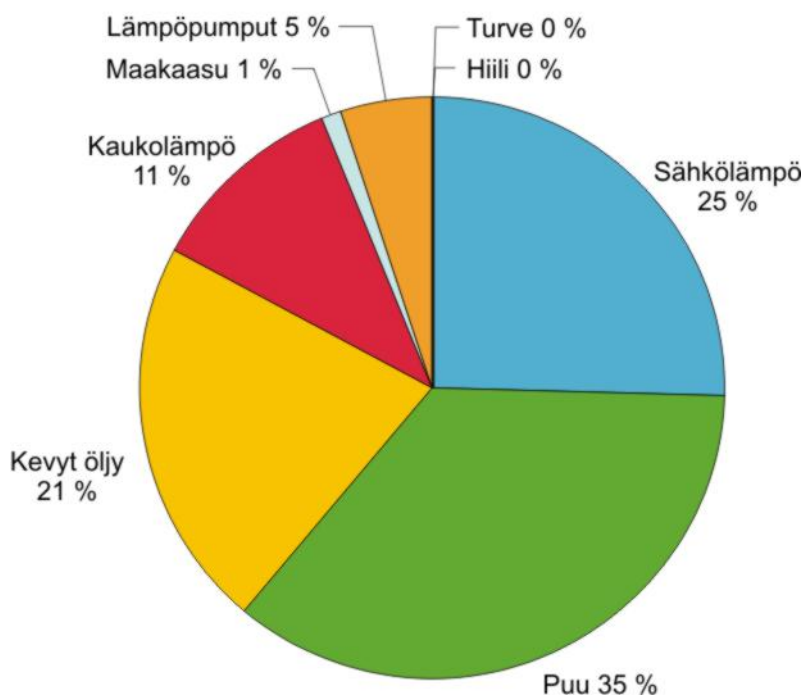
Jyväskylässä, joulukuussa 2008

Tekijät

1. Polttopuun käyttö rakennusten lämmitykseen

Suomessa rakennusten lämmitykseen käytetään noin 22 % energiankulutuksesta, ja lämmitys aiheuttaa kasvihuonepäästöistä noin 30 %. Vuonna 2006 pientaloissa lämmitysenergiaa kului 33,6 TWh ja puupolttoaineiden osuus oli 11,4 TWh. Kuvassa (Kuva 1) on esitetty pientalojen (erilliset pientalot, kytketyt pientalot ja vapaa-ajan asuinrakennukset) eri energialähteiden käyttö vuonna 2006. Vuonna 2006 pientaloja oli yhteensä 1 078 277 kappaletta, mikä on 40 % Suomen asuntokannasta. Vapaa-ajan asuntoja on lähes 460 000 kappaletta.

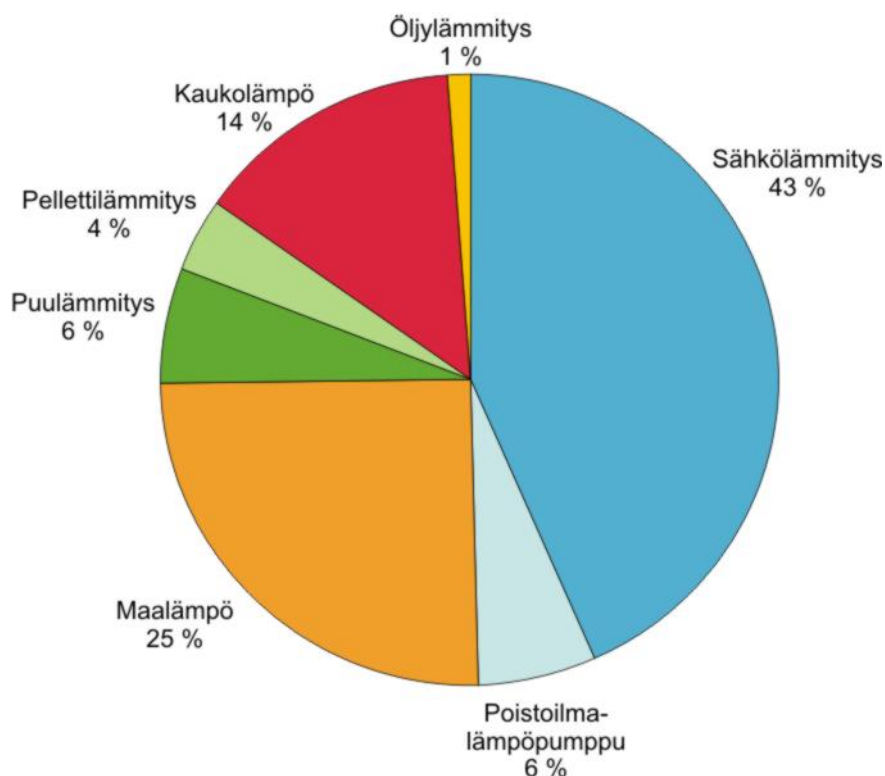
Pientalon energialähteet 2006



Kuva 1. Pientalojen lämmitykseen käytetyt energialähteet vuonna 2006. Lähde: Tilastokeskus

Tulisija on nykyisin harvoin ainoa lämmönlähde pientaloissa, mutta sen merkitys lisälämmönlähteenä on entistä tärkeämpi. Pilke tai pelletti on päälämmönlähde, jos käytetään kattilaan tai kattila-polttimeen perustuvaa järjestelmää. RTS Tutkimus Oy:n mukaan pientaloista noin 410 000 lämpiää puupolttoaineella. Puupelletteja käytetään noin 20 000 pientalossa. Lähes 95 % uudisrakentajista ilmoittaa hankkivansa taloonsa tulisijan. Suomessa on noin 2,9 miljoonaa tulisijaa ja tämän lisäksi puukiukaita noin 1,1 miljoonaa kappaletta. Vuosittain hankitaan 70 000 uutta tulisijaa. Kuvassa (Kuva 2) on esitetty vuoden 2007 lämmitystapavalinnat pientaloissa.

Vuonna 2007 valmistuneiden omakotitalojen lämmitysmuoto



Kuva 2. Pientalojen lämmitystapavalinnat vuonna 2007. Lähde: RTS Tutkimus Oy

Metsäntutkimuslaitoksen tilastojen mukaan Suomessa käytetään puupolttoaineita pientaloissa yhteensä 6,1 miljoonaa kiinto-m³ eli reilut 9 miljoonaa pino-m³. Lehtipuun osuus oli 2,86 miljoonaa kiinto-m³ ja jätetuun 0,98 miljoonaa kiinto-m³. Työteho-seuran mukaan pientalojen polttopuusta yli puolet eli 3,3 miljoonaa kiinto-m³ hankittiin omasta metsästä. Muuten omatoimisesti hankittiin noin neljännes eli 1,7 miljoonaa kiinto-m³. Viimeksi mainittuun hankintatapa sisältää muun muassa hakkuu- ja metsänhoitokohteista ilmaiseksi saadun puuntähteen sekä rakennustähteen. Ostopolttopuuta käytettiin yhteensä 1,1 miljoonaa kiinto-m³. Asuintilojen lämmitykseen käytettiin valtaosa eli 4,4 miljoonaa kiinto-m³, saunan lämmitykseen 1,2 miljoonaa kiinto-m³ ja maatiloiden talousrakennusten lämmitykseen ja muuhun toimintaan kului yhteensä 0,5 miljoonaa kiinto-m³.

Maatiloilla ja vapaa-ajan asunnoilla puu on pääasiallinen lämmönlähde kahdella kolmasosalla. Päälämmitystapa perustui puuhun 38 %:lla kiinteistöistä. Viidennes omakotitaloista ei käytä puuta lainkaan. Maatilat, melko vähäisestä lukumääräosuudestaan huolimatta käyttivät runsaan kolmanneksen pientaloissa poltetuista puusta. Polttopuu on kuitenkin noin 60 %:lla omakotitaloissa tärkeä lisälämmönlähde. Niissa vuotuinen keski käyttö oli tyypillisesti alle 2 kiinto-m³ (1/3

kiinteistöistä) ja 2 – 4 kiinto-m³ (1/5 osa kiinteistöistä). Vapaa-ajan asunnoilla polttopuun käyttö oli alle 2 kiinto-m³. (Taulukko 1 ja Taulukko 2).

Taulukko 1. Polttopuun käyttöön liittyviä tunnuslukuja kiinteistötyypittäin. Lähde: Metsäntutkimuslaitos

Kiinteistötyyppi	Osuus kiinteistöistä %	Käyttö kiinto-m ³ /kiinteistö	Käyttö pino-m ³ /kiinteistö	Yhteensä, miljoona kiinto-m ³	Käyttö yhteensä, miljoona pino- m ³	%
Maatila	11	14,4	21,6	2,23	3,35	36
Omakotitalo	59	3,8	5,7	3,13	4,70	51
Vapaa-ajan asunto	27	1,8	2,7	0,69	1,04	11
Muu (maatalousrakennukset tai muu talousrakennus)	3	2,0	3,0	0,07	0,10	1
Yhteensä	100	4,4	6,6	6,13	9,20	100

Yksi kiinto-m³ vastaa energiana noin 2 500 kWh ja yksi kiinto-m³ vastaa noin 1,5 pino-m³

Taulukko 2. Polttopuun kesikäyttö päälämmitystavan ja kiinteistötyypin mukaan (pino-m³). Lähde: Metsäntutkimuslaitos

Päälämmitystapa	Maatila pino-m ³ /kiinteistö	Omakotitalo pino-m ³ /kiinteistö	Vapaa-ajan asunto pino-m ³ /kiinteistö	Kaikki pino-m ³ /kiinteistö *	% kiinteistöistä
Uunilämmitys	15,0	10,7	3,0	6,6	29
Keskuslämmitys					
- puu	38,4	20,6	27,6	12,0	
- öljy	12,3	2,7	-	3,5	19
Sähkölämmitys	10,1	4,2	2,6	4,1	38
Kauko- tai aluelämpö		1,7		1,8	3
Yhteensä**	21,6	5,7	2,7	6,6	100

* sisältää pienen määrän muita lämmitysmuotoja, ** sisältää kiinteistöryhmän muu. Tilastojen kiinto-m³ on muutettu pino-m³ kertoimella 1,5 (Taulukko 4).

Vuotuinen polttopuun tarve riippuu käytöstavasta. Polttopuuta käytetään omakotitaloissa tyypillisesti tulisijoissa lisälämmön lähteenä ja viihtyisyyden lisäämiseen tai saunan lämmitykseen. Tällöin polttopuun määrä riippuu käyttökerroista. Jos polttopuun käyttö on ainoa lämmitysmuoto, polttopuun vuotuinen määrä riippuu useista tekijöistä kuten lämmitettävästä tilavuudesta, sääolosuhteista ja rakennuksen lämmön eristeistä. Myös

tulisijan hyötysuhde vaikuttaa polttopuun tarpeeseen. Uusimpien varaavien tulisijojen hyötysuhde on 80 – 85 %.

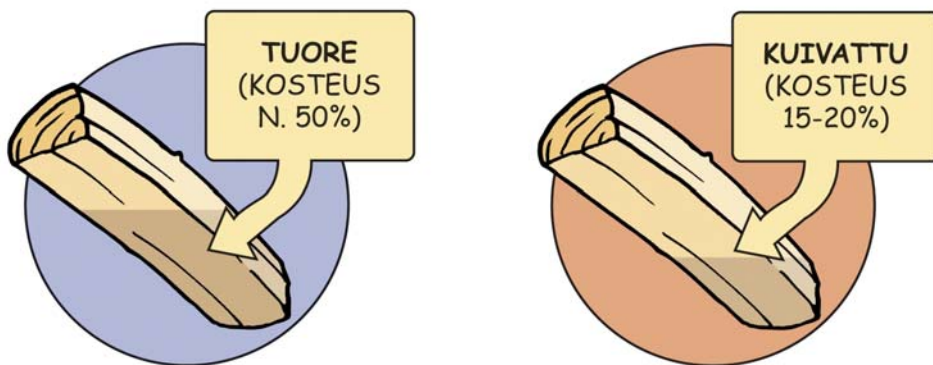
Jos puuta poltetaan ainoana lämmitysmuotona ja vuotuinen lämmitysenergian kulutus on esimerkiksi 20 000 kWh ja varaavan tulisijan hyötysuhde 80 %, tarvitaan lämmitysenergian tuottamiseen 25 irtokuutiota eli noin 15 pinokuutiota kuivaa koivupilkettä. Jos tulisija on lisälämmönlähde tai saunaa lämmitetään keskimäärin kaksi kertaa viikossa ympäri vuoden ja hyötysuhde on 75 %, tarvitaan noin 7 irtokuutiota eli noin 4 pinokuutiota kuivaa koivupilkettä. Jos lämmitykseen käytetään leppää, tarvitaan noin 1,4-kertainen puumäärä koivuun verrattuna.

Sopiva puumäärä käytettäväksi varaavissa tulijoissa yhtä lämmityskertaa varten on yleensä noin 1 kg puuta sataa tulisijan painokiloa kohden. Tyypillinen varaavan uunin massa on 1 500 kg, jolloin tarvitaan puuta noin 15 kg. Tarvittava puumäärä jaetaan useampaan pesälliseen (3 – 5 kg/pesällinen). Yksi kilo mitä tahansa kotimaista puulajia sisältää suunnilleen saman määrän energiaa eli noin 4,1 kWh/kg, kun puun kosteus on 20 %.

2. Polttopuun laatu

Lähes kaikki Suomessa kasvavat puulajit soveltuvat polttopuiksi. Puulajien ominaisuuksissa on eroja, jotka käyttömukavuuden vuoksi on hyvä ottaa huomioon. Havupuut, kuusi ja mänty, voivat räiskyä kipinöitä eivätkä siten ole kovin miellyttäviä poltettavaksi avotakassa, mutta sopivat luukullisiin uuneihin ja jatkuvalämmitteisiin saunankiukaisiin. Koivun lämpöarvo on korkea suuren tiheydensä vuoksi. Koivu sopii hyvin leivinuunien, varaavien takkojen ja avotakkojen lämmitykseen. Leppä sopii erityisen hyvin jatkuvalämmitteisen saunan ja savusaunan lämmitykseen sekä helloihin ja avotakkoihin.

Polttopuun laadun tärkein tekijä on polttopuun kuivuus. Puun kosteus vaikuttaa siihen paljonko sen sisältämästä energiasta saadaan hyödyksi. Sopivin polttopuun kosteus on 15 – 20 %. Kaatotuoreen puun kosteus on yleensä 45 – 55 %.



Kuva 3. Tuoreen ja kuivan polttopuun kosteus.

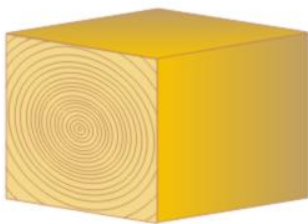
Kuiva, sopivaan kokoon pilkottu puu syttyy kosteaa helpommin. Kuivan puun palaminen on tehokkaampaa, päästöt ovat pienemmät ja saadaan parempi lämmitysteho kuin kosteaa puuta polttamalla. Mitä kuivempaa puu on, sitä suurempi on sen lämpöarvo. Jos poltetaan 10 kg koivua, jonka kosteus on 20 %, joudutaan höyrystämään vettä 2,0 kg, mutta 4,0 kg, jos puiden kosteus on 40 %. Tässä tapauksessa kuivemman puuerän energiasisältö on noin 30 % korkeampi.

Kotimaisten puulajien lämpöarvolla ei ole juurikaan eroa kuiva-aineen painoyksikköä kohden. Koivun lämpöarvo on tilavuusyksikköä kohden suurin, koska koivun tiheys on suurin (Taulukko 3).

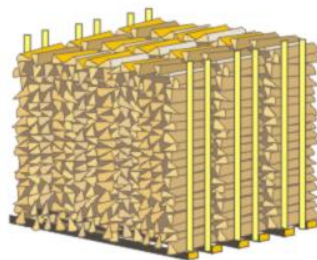
Taulukko 3. Pilkkeen lämpöarvoja 20 %:n kosteudessa ja puupelletin ja briketin lämpöarvoja. Lähde: Alakangas 2000

Puulaji	Lämpöarvo (kWh/kg)	Lämpömäärä (kWh/irto-m ³)	Lämpömäärä (kWh/pino-m ³)
Mänty	4,15	810	1 360
Kuusi	4,10	790	1 320
Koivu	4,15	1010	1 700
Leppä	4,05	740	1 230
Haapa	4,00	790	1 330
Puupelletti (kosteus < 10 p-%)	4,8	3,1	-
Puubriketti (kosteus < 10 p-%)	4,8	-	-

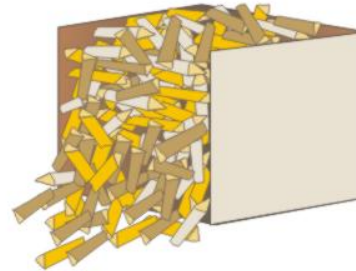
Pilkkeiden määrän mittayksiköt



KIINTOKuutiometri



PINOKuutiometri



IRTOKuutiometri

Kuva 4. Polttopuumäärät ilmoitetaan erilaisina kuutiometreinä.

Taulukko 4. Pilkkeiden mittayksiköiden väliset muuntokertoimet. Lähde: Työtehoseura

Mittayksikkö	Irto-m ³	Pino-m ³	Kiinto-m ³
Irtokuutiometri, pilke (33 cm)	1	0,60	0,40
Pinokuutiometri, pilke (33 cm)	1,68	1	0,67
Pinokuutiometri, halko (100 cm)	1,55	1	0,62
Kiintokuutiometri	2,50	1,50	1

Esim. Yksi irtokuutiometri pilkettä sisältää 0,40 kiintokuutiometriä eli 400 litraa puuta.

Kiintokuutio on kuutio, joka on kokonaan puuta. Kiintokuutiometriä käytetään puutilastoissa. Pinokuutiometri tarkoittaa puupinoa, joka on ulkomitoiltaan kuutiometrin kokoinen. Irtokuutio on kuutiometrin kokoinen laatikko, jonne puut on "heitetty". Irtokuutiometrissä käytetään myös nimeä "heittokuutiometri". Pilkkeiden mitat ja pakkaustavat vaikuttavat edellä mainittujen tilavuusmittojen välisiin muuntokertoimiin.

Polttopuita myydään yleisimmin irt- tai pinokuutiometreinä. Yksi irtokuutiometri koivupilkettä 20 %:n kosteudessa vastaa lämpömäärältään 100 litraa kevyttä polttoöljyä.

Esimerkki

Polttoaineiden tehollinen lämpöarvo käyttökosteudessa (saapumistilassa) lasketaan polttoaineen kosteuden ja kuiva-aineen tehollisen lämpöarvon perusteella. Kun tiedetään polttoaineen paino, voidaan energiasisältö laskea. Lasketaan energiasisältö 12 kilon koivupilke-erälle.

Kostean polttoaineen lämpöarvon laskenta standardin prEN 14961-1 mukaan

$$q_{\text{net, ar}} = q_{\text{net, d}} \times \frac{100 - M_{\text{ar}}}{100} - 0,02443 \times M_{\text{ar}} \quad (4)$$

$q_{\text{net, ar}}$ käyttökostean (saapumistilaisen) polttoaineen tehollinen lämpöarvo (MJ/kg)

$q_{\text{net, d}}$ kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo (MJ/kg)

M_{ar} vastaavan polttoaine-erän kokonaiskosteus saapumistilassa (paino-%)

0,02443 = veden höyrystymislämpö vakiopaineessa +25°C:n lämpötilassa [MJ/kg /1 paino-% kosteutta kohti]

Pilkkeen kosteus on 20 paino-%, ja se on valmistettu kuorellisesta koivurunkopuusta, jolloin kuiva-aineen lämpöarvo $q_{\text{net, d}}$ on 19,3 MJ/kg. (Alakangas 2000)

Kostean polttoaineen (20 paino-%) lämpöarvo on

$$q_{\text{net, ar}} = 19,3 \times (100 - 20/100) - 0,02443 \times 20 = 14,95 \text{ MJ/kg}$$

$$\text{Huom. } 1 \text{ MJ/kg} = 1/3,6 \text{ kWh} = 0,2778 \text{ kWh}$$

Jos lämmityskerralla käytetään puuta 12 kg on siinä energiaa

$$= 12 \text{ kg} \times 14,95 \text{ MJ/kg} / 3,6 = 12 \text{ kg} \times 4,15 \text{ kWh/kg} = 49,83 \text{ kWh}$$

Hyödyksi saatu lämpö = 0,8 * 4,15 * 12 kWh = 40 kWh.

3. Omatoiminen polttopuun valmistaminen

Polttopuun hankintaan on monia tapoja ja erilaisia mahdollisuuksia alkaen omatoimisesta korjuusta aina kotiin tuotuun kuivattuun ostopilkkeeseen saakka. Omatoimisessa polttopuun valmistamisessa voi yhdistää metsänhoidon, kuntoilun ja polttoaineen hankinnan. Jos omatoiminen polttopuun korjuu kiinnostaa eikä omia metsiä ole, sopivista korjuukohteista voi kysyä tietoa paikallisista metsänhoitoyhdistyksistä. Polttopuun korjuussa, pilkonnassa ja kuivauksessa sekä kuljettamisessa tarvitaan erilaisia välineitä ja laitteita. Itse tehty pilke ei välttämättä tule edullisemmaksi kuin valmis ostopilke kotiin kuljetettuna, jos ottaa huomioon laite-, tarvikke- ja kuljetuskulut. Monet polttopuukauppiat myyvät myös tuoretta polttorankaa, jolloin pilkonnassa ja kuivauksessa voi tehdä itse.

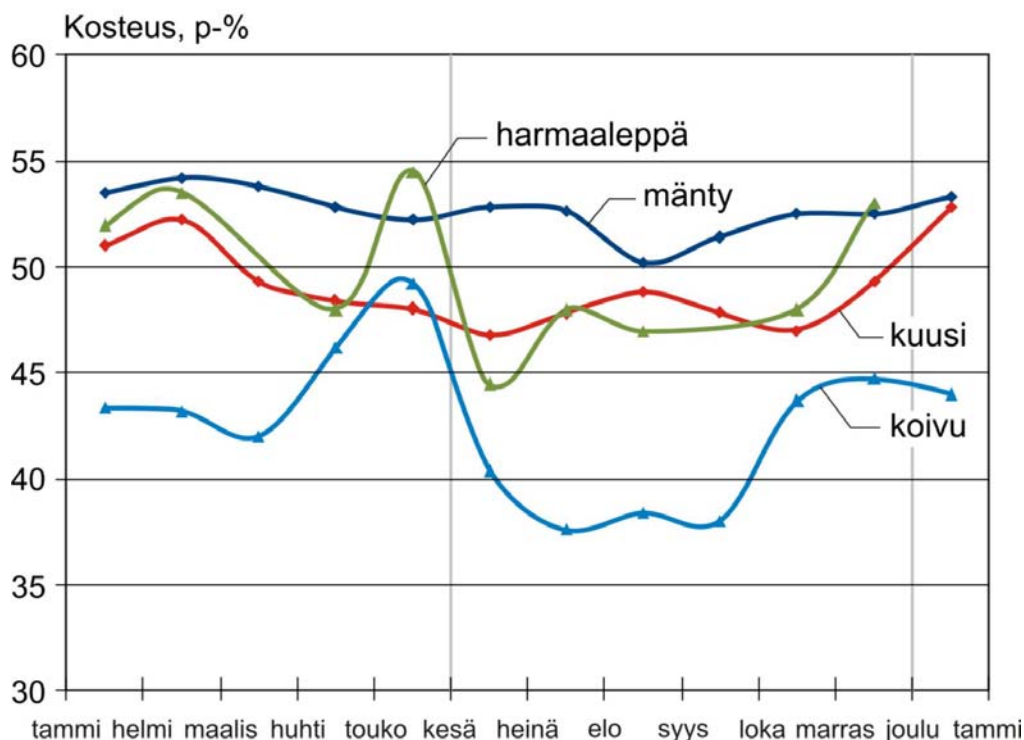
3.1 Rankojen hakkuu

Kasvavan puun kosteus vaihtelee eri vuoden aikoina (Kuva 5). Huhti-toukokuussa lehtipuiden kosteus on korkeimmillaan. Koska parhaat pilkkeiden kuivaussäät ovat huhtikuusta heinäkuuhun, puut kaadetaan ja karsitaan rangoiksi talvikuukausina ja pilkkotaan kuivumaan varhaiskevällä. Tällöin myös polttopuun ulkonäkö muodostuu hyväksi, etenkin jos kuivuvat pilkkeet suojataan sateelta.

Hyvänä kesänä hyvällä kuivauspaikalla talvella kaadettu polttopuu on mahdollista kuivata yhtenä kesänä polttokuivaksi, mutta kuivattavat puut on oltava viimeistään toukokuun lopussa pilkottuna. Jos ei ole mahdollista tehdä rankoja pilkkeiksi hakkuun jälkeen samana keväänä, rangat aisataan eli poistetaan tai rikotaan kuori osittain. Kuoren rikkominen onnistuu esimerkiksi moottorisahan teräketjun avulla karsinnan yhteydessä. Aisatut rangat alkavat kuivua hyvin kevään aikana.

Polttopuun raaka-ainetta on tehty myös kaatamalla puut rasiin. Rasikuivatuksella tarkoitetaan korjuutapaa, jossa puut jätetään kaadon jälkeen karsimattomina levälleen, jolloin ne haihduttavat kosteutta elävän latvuksen kautta. Rasikuivatuksella puun kosteus laskee parhaimmillaan solujen kyllästymispistettä vastaavaan kosteuteen, jolloin lehdet ja neulaset kuihtuvat ja varisevat. Suomalaisilla puulajeilla solujen kyllästymispiste vastaa 27 – 30 %:n kosteutta. Mikäli on mahdollista kaataa rangat jo kevättalvella ja tehdä heti pilkkeiksi, ei kannata odottaa rasiinkaadon ajankohtaa ja kuivumista rasissa. Puut kuivuvat nopeammin pilkkeinä. Rasiinkaatoa voi käyttää, kun on tarkoitus saada kuivia polttopuita vasta vuoden kuluttua.

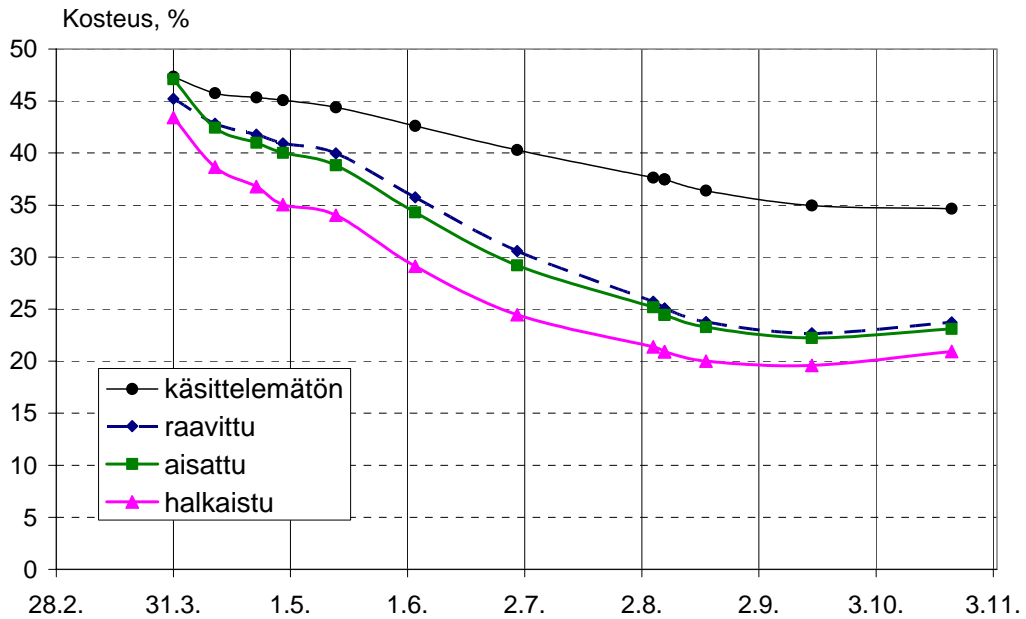
Pienpuun vuotuinen kosteusvaihtelu



Kuva 5. Kasvavan puun kosteus eri vuoden aikoina. Lähde: Hillebrand 2005

Omatoimisessa rankojen hakkuussa käytetään useimmin moottorisahaa. Isoja rankaeriä korjataan muussa puunkorjuussa yleisesti käytettävillä harvestereilla. Koneellisessa korjuussa rangat kuoriutuvat osittain, mikä parantaa kuivumista ja vähentää puun lahoamista. Kuorellinen puu pilaantuu jo toisena varastoimiskesänä erittäin paljon. Mikäli rankoja jätetään ylivuotiseksi, niiden kuorta kannattaa rikkoa. Sateelta suojatut rangat, joiden kuori on rikottu, kuivuvat hyvin.

Kuva (Kuva 6) esittää tutkimuksen tulosta eri tavoin käsiteltyjen koivurankojen kuivumisesta varastokasassa kuivausolosuhteiltaan huonona kesänä 2007. Kuivumisajan haihduntasumma oli 410 mm ja sademäärä 423 mm. Tutkimuksessa verrattiin osittain kuorittujen rankojen (kuorta aisattu tai raavittu) ja halkaistujen rankojen kuivumista käsittelemättömien rankojen kuivumiseen. Aisauksessa kuorta poistettiin keskimäärin 26 %. Raapimalla kuorta rikottiin keskimäärin 5 % kuoren pinta-alasta poistamatta sitä. Halkaistuissa rangoissa puuainesta oli näkyvissä keskimäärin 44 % rangan pinta-alasta.



Kuva 6. Kuoren rikkomisen vaikutus koivurankanippujen kuivumiseen peitettyssä varastokasassa vuonna 2007. Lähde: Sikanen ym. 2008

Rangat kuljetetaan metsästä pilkontapaikalle yleensä maataloustraktorilla, mönkijällä tai moottorikelkalla, jotka vetävät perävaunua tai rekeä. Rangat varastoidaan aluspuiden päälle, mikä vähentää maakosteuden nousemista rankakasaan. Jos rankakasoja jätetään ylivuotiseksi, olisi laadun säilymisen kannalta hyvä peittää kasat sateelta. Katteen ja kasan väliin on jätettävä reilu ilmarako. Jos ilma ei pääse vaihtumaan, rangat homehtuvat.



Kuva 7. Aisattuja koivurankoja. Kuva: Heikki Kaipainen, VTT



Kuva 8. Rankanippukasa on peitetty peittopaperilla. Kuva: Ari Erkkilä, VTT

3.2 Pilkonta

Polttopuurankojen katkaisemista ja halkaisemista kutsutaan pilkonnaksi. Pilkkominen nopeuttaa puun kuivumista. Halkaisemalla ja kuorta rikkomalla lisätään pintaa, josta vesi voi haihtua. Puun kuori läpäisee vettä huonosti ja hidastaa kuivumista. Ohuita rankoja ei tarvitse halkaista, mutta kuori kannattaa rikkoa.

Pilkkomisella puut saadaan nopeamman kuivumisen ohella polttamista varten sopivaan kokoon. Pilkkeen pituus määräytyy käytettävän tulisijan mukaan. Sytytykseen käytetään tuolta ja pilkonnassa syntyviä säleitä ja tikkuja. Ensimmäisessä pesällisessä käytetään läpimitaltaan pieniä puita (alle 5 cm), jotka syttyvät hyvin ja lämmittävät uunin nopeasti. Seuraaviin pesällisiin käytetään isompia pilkkeitä palamisnopeuden hillitsemiseksi (8 - 10 cm). Hellapuista tehdään läpimitaltaan pieniä (alle 5 cm), koska niillä säädetään hellan tehoa.

Pilkontaan on erilaisia välineitä alkaen sahasta ja halkaisukirveestä aina ammattimaiseen käyttöön tarkoitettuihin automaattisiin pilkekoneisiin asti (www.biohousing.eu.com). Sopivia laitehankintoja miettiessä on hyvä arvioida omaa polttopuun hankinta- ja käyttötapaa, ajankäyttöä ja hankintojen taloudellisuutta.

Moottori- eli ketjusahaa käytetään yleisesti rankojen katkontaan. Moottorisahan käytöstä aiheutuu melua ja tärinää sekä myös suuri tapaturmavaara. Moottorisahan aiheuttamat vahingot kohdistuvat pääasiassa raajoihin. Teräketjun mahdollista takapotkua tulee varoa. Teräketjun potkaiseminen takaisin tapahtuu tilanteessa, jolloin teräketjun yläosa koskettaa sahattavaa kohdetta tai teräketju osuu naulaan tai muuhun kovaan kohtaan sahattavassa kappaleessa. Teräketjun kärkiosan kulkua on hyvä seurata. Sahaus tulee suorittaa alusta asti täydellä kaasulla. Sahattavat rangat tulee laittaa telineeseen, joka varmistaa ettei sahattava kappale pääse liikkumaan sahattaessa. Moottorisahan käyttäjällä on oltava asianmukaiset turvavarusteet.



Kuva 9. Moottorisahan käyttäjän turvavarusteita ovat kypärä, jossa kuulosuojaimet ja silmäsuoja, teräsvahvisteiset turvajalkineet, kuituvahvisteinen työpuku, jonka valmistusmateriaalin kuidut pysäyttävät teräketjun mahdollisen vahingon sattuesssa, sekä käsineet.

Moottorisahalla katkotut pölkkyt on tarpeen halkaista sopivaan kokoon. Perinteinen väline tähän työhön on kirves. Lihasvoimalla toimivat välineet säästävät ympäristöä kuormittavaa energian tuotantoa ja soveltuvat pienten pilkemmäärien valmistamiseen. Puiden pilkkomiseen on saatavissa erityisiä halkaisukirveitä ja kirveen korvaavia välineitä, esimerkiksi Helppohalkoja (Smart-splitter), Logmatic-kiilakirves ja Heikki-vipukirves. Näillä pyritään perinteistä kirvestä turvallisempaan, ergonomisempaan ja tehokkaampaan käytettävyyteen.

Helppohalkojan ohjaustangossa liukuva halkaisukiila ei voi vahingossakaan osua jalkaan (Kuva 10). Halkaisuvoima saadaan vauhdittamalla molemmiin käsiin ohjaimessa liukuvaa iskupainoa alaspäin. Ote irrotetaan ennen kuin puntti iskeytyy kiilan yläosaan ja kiila halkaisee puun.

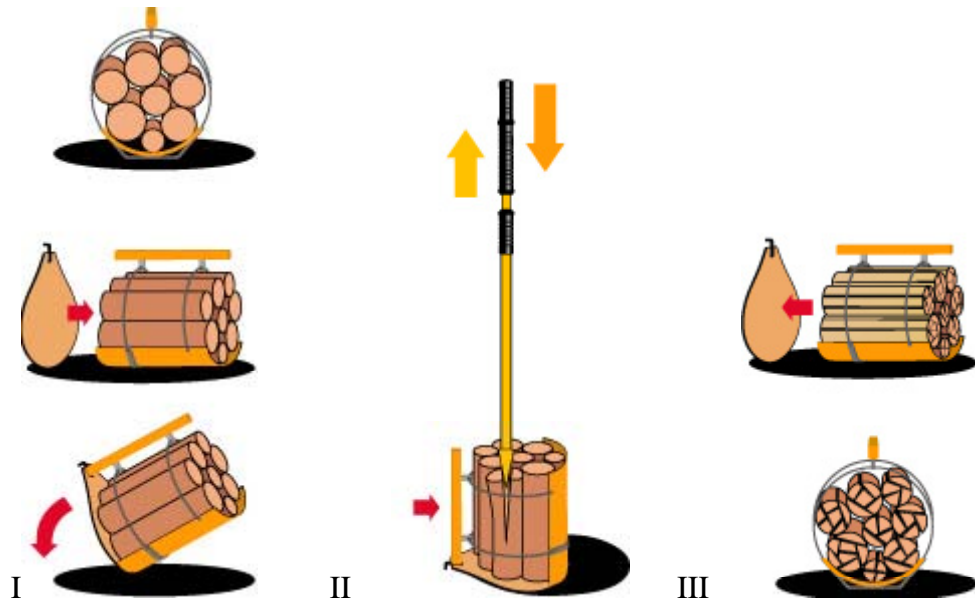
Kiilakirves toimii halkomakiilan ja lekan toimintaperiaatteella (Kuva 11). Kiilakirveen kiilan jatkon muodostaa ohjausputki, jonka sisällä nostetaan noin metrin korkuista iskutankoa ylös ja paiskataan alas. Jokainen isku osuu turvallisesti kiilaan ja pölkky halkeaa iskutangon painon, lihasvoiman ja jatkuvuuden lain ansiosta.

Vipukirves irrottaa pilkkeet puupölkystä käyttämällä vipuavaa vääntövoimaa (Kuva 12). Iskettäessä vipukirves pölkkyyn se muotoilunsa ansiosta kääntyy automaattisesti ja vääntää pilkkeet irti. Vipukirvestä käytetään kuten tavallista kirvestä, mutta varren

otetta löysätään terän osuessa puuhun. Pilkkeet irtoavat kertalyönillä, eikä terä juutu pölkkyyn vaan pitää sen paikallaan uutta lyöntiä varten.



Kuva 10. Helppohalkojassa iskuvoima ohjataan halkaisukiilalle hallitusti. Kuva: Oscar trade



Kuva 11. Kiilakirves Logmatic LM-250. Toimintaperiaate. Kuva: Logmatic



Kuva 12. Vipukirveellä lyötäessä kirveen liike-energia muuttuu vipuavaksi voimaksi, joka vääntää pilkkeen irti pölkystä. Kuva: Vipukirves Heikki Oy

Hydraulihalkojat ovat yksinkertaisimpia koneellisia halkaisuvälineitä. Käyttövoima syntyy yleensä sähkömoottorin käyttämästä hydraulipumpusta, joka välittää paineen hydarulisyliinteriin. Sylinteri työntää halkaistavan pölkyn vastaterän läpi, jolloin pölkky

halkeaa. Hydraulihalkoja on saatavissa monia eri tyyppisiä. Traktorikäyttöiset hydraulihalkojat saavat käyttövoiman traktorin hydraulikasta (Kuva 13).

Sahaavat ja halkaisevat pilkekoneet tekevät kaksi työvaihetta (Kuva 14). Ranka katkaistaan joko ketjusahalla tai sirkkelisahalla ja katkaistu pölkky halkaistaan hydraulitoimisesti samaan tapaan kuin hydraulihalkojalla. Kehittyneissä pilkekoneissa on pilkontatehokkuutta lisätty nopeuttamalla hydraulisylinterin paluuliike tai asennettu kaksi vuorottain toimivaa hydraulisylinteriä. Edullisimmissa pilkekoneissa halkaisu tapahtuu kartioruuvien avulla.

Viiltävällä terällä rangan katkaisevat koneet myös halkaisevat pilkkeen samalla kun leikkaavat rangan poikki. Nämä koneet soveltuvat alle 15 cm:n läpimittaisille rangoille.



Kuva 13. Traktorikäyttöinen hydraulihalkoja. Kuva: Terästäkomo Oy



Kuva 14. Sahaava ja halkaiseva pilkekone. Kuva: Ari Erkkilä, VTT

3.3 Pilkkeiden kuivaus

Polttopuun kuivumiseen vaikuttavat useat tekijät kuten puulaji, puun läpimitta, valmistustapa, kuivauspaikan olosuhteet, kuivattavan puun asettelu ja säätila. Kuivauspaikan on oltava aukea, aurinkoinen paikka. Ympäristöään korkeammalla oleva varastopaikka pysyy kuivana virtaavilta vesiltä.

Pilkkeet voi kuivata pinottuna tai irtokasassa. Irtopilkkeinä kuivattaessa selvittää pienemmällä työmäärällä kuin pinoamalla. Aluspuiden, kuormalavojen ja erilaisten kehikoiden avulla kuivattavat pilkkeet saadaan irti maasta ja edulliseen muotoon kuivausta varten (Kuva 15ja Kuva 16). Oleellista on estää maakosteuden nouseminen pilkekasaan, varmistaa ilman vaihtuvuus pilkkeiden ympärillä ja estää sadeveden pääsy pilkekasaan. Pilkekasan suojaaminen sateelta katteen avulla voidaan tehdä jo alkukesästä. Katemateriaalin ja pilkkeiden väliin on jätettävä väli, jotta ilma pääsee liikkumaan. Pilkekasan päälle asetettava kate ei olennaisesti hidasta kasan kuivumista, mutta estää sadeveden pääsyn kasan sisään. Pilkkeet säilyvät vähäisemmin värimuutoksin ja homehtumatta. Katteeksi käy esimerkiksi maataloudessa käytettävä aumamuovi, kevytpressut tai esim. käytöstä poistetut kattopellit. Kate on kiinnitettävä siten, että tuuli ei irrota sitä.



Kuva 15. Pilkkeet on tehty verkkosäkkeihin, joissa ne voi kuivata. Siirtelyyn tarvitaan konevoimaa. Oikella on noin 15 irtokuutiometriä pilkkeitä kuivumassa kuormalavojen päällä verkkokehikon tukemana. Kuvat: Isto Mäkelä



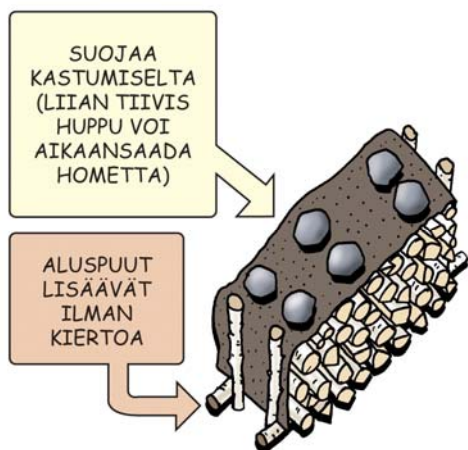
Kuva 16. Pilkkeitä kuivumassa 3,5 irtokuutiometrin verkkokehikoissa kuormalavojen päällä. Kate suojaa sateelta. Kuva: Kari Hillebrand, VTT

Kuivattamalla pilkkeet pinossa voidaan vähentää tilan tarvetta. Pinon alle tarvitaan aluspuut, joilla estetään maakosteuden nouseminen puihin ja edistetään ilman kiertämistä myös pinon alitse. Aluspuiksi valitaan tukevia rankoja, kuormalavoja tai muita aluspuita. Alimmat polttopuut olisi hyvä saada vähintään 10 cm:n korkeuteen maanpinnasta. Aluspuita voi korottaa ja estää uppoamasta maahan sijoittamalla niiden alle 50 – 100 cm:n välein kuivattavien puiden suuntaisesti ladottuja puita. Pinojen ympäriltä on muistettava niittää ruohot.

Pinojen päät tuetaan maahan pareittain lyötävillä pystypuilla. Kuorimalla pääpuut ne kuivuvat ja kestävät pidempään lahoamatta. Pääpuiden taipuminen ja kaatuminen ehkäistään tukemalla vierekkäiset pääpuut toisiinsa vinotukien avulla ja virittämällä vastakkaisten pääpuiden välille ns. orsipuu tai naru.

Pinon pääpuut voi korvata ns. ristikkopäillä. Ristikkopää rakennetaan pinoamalla tasapaksuja polttopuita vuorotellen pitkittäin ja poikittain ladotuiksi kerroksiksi. Ristikkopää kallistetaan lievästi pinon suuntaan. Eläviin puihin pinoa ei kannata tukea, koska pino ei pysy pystyssä kasvavien puiden huojumisen vuoksi.

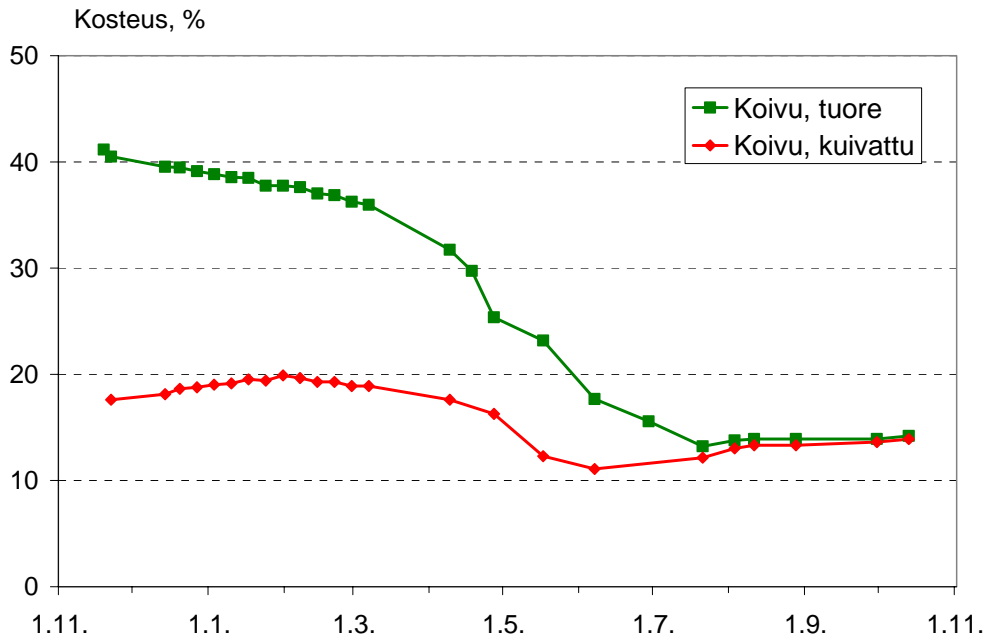
Pinoja ei tehdä toisiinsa kiinni, sillä ilman on päästävä kiertämään pinojen ympärillä. Pinojen pystyssä pysymisen kannalta voi olla syytä tehdä pinot pareittain, jolloin pinoparin ympärille jätetään vapaata tilaa noin metrin verran. Vierekkäisten pinojen väliin jätetään parinkymmenen sentin väli ja pinot sidotaan toisiinsa sidepuilla. Sidepuut ovat ohuita puita, jotka yltävät molempien pinojen sisään. Niitä tarvitaan parin metrin välein. Pino suojataan sateelta kuten irtokasakin.



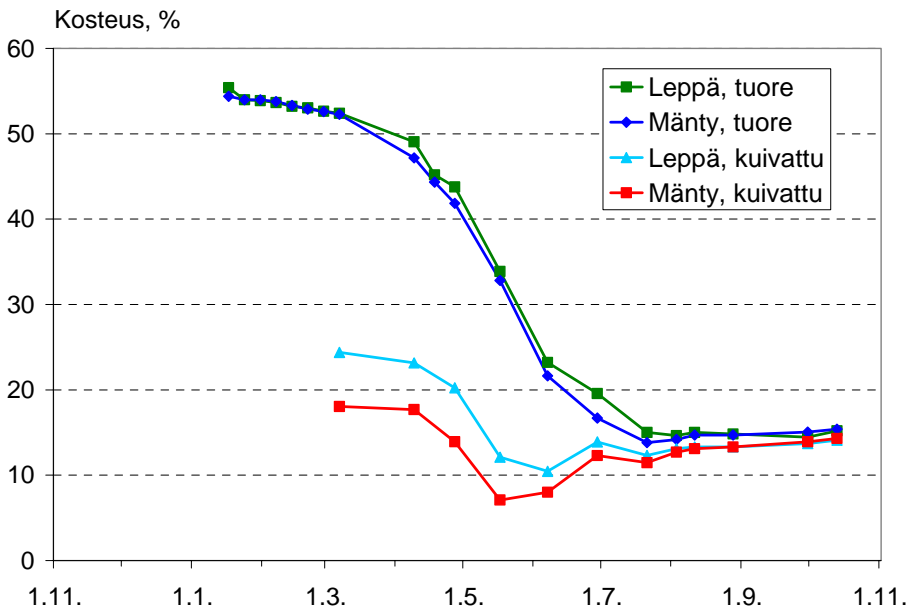
Kuva 17. Suojaa puuvarasto ulkona sateelta ja estä maakosteuden pääsy puupinoon.

Keväällä toukokuun loppuun mennessä tehdyt pilkkeet kuivuvat hyvissä olosuhteissa kesän aikana polttokuiviksi. Koivu kuivuu hitaammin kuin muut suomalaiset puulajit tiiviin kuorensa vuoksi. Kun kuorta rikkoo riittävästi, myös koivupilkkeet kuivuvat kevään ja kesän aikana polttokuiviksi. Ennen syysateita pilkekasat kannattaa suojata ympäriltäkin jättäen kuitenkin ilmavälit peitteen ja kasojen väliin tuulettumisen varmistamiseksi. Parempi on, jos pilkkeet voidaan siirtää lähelle käyttöpaikkaa ilmavaan varastoon, jossa pilkkeet säilyvät kuivina sateilta ja voivat jopa jatkaa kuivumista syyskuulle saakka.

Kuvat (Kuva 18 ja Kuva 19) esittävät mittaustuloksia pilkkeiden kuivumisesta hyvin tuulettuvassa varastokatoksessa, jossa pilkkeet ovat suojassa sateelta ja suoralta auringon säteilyltä.



Kuva 18. Tuoreiden ja kuivattujen koivupilkkeiden kosteus varastokatoksessa vuonna 2005. Lähde: Hillebran & Kouki 2006

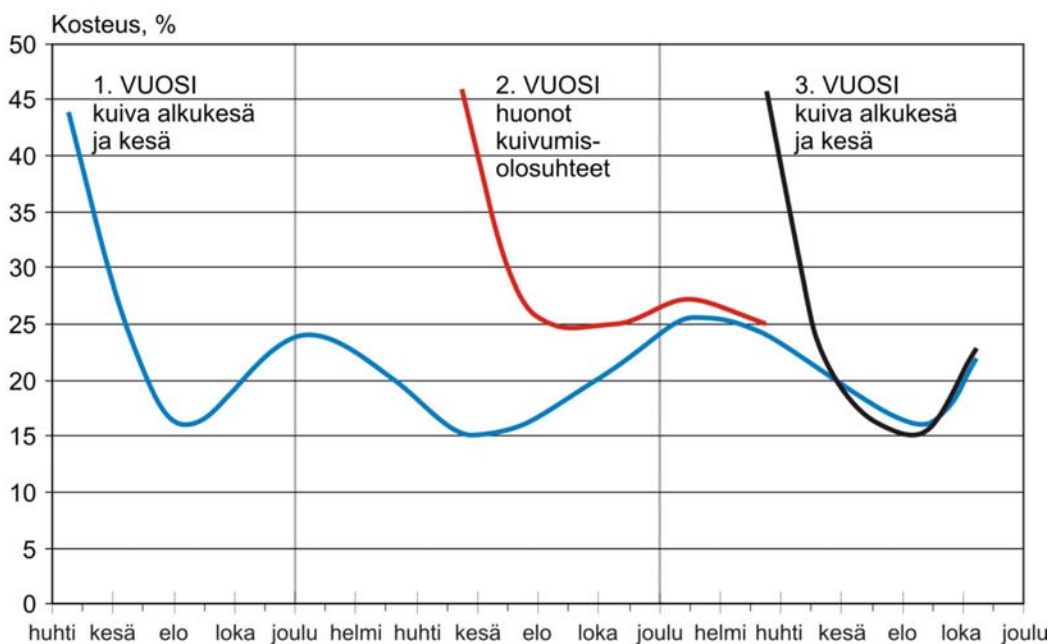


Kuva 19. Tuoreiden ja kuivattujen leppä- ja mäntypilkkeiden kosteus varastokatoksessa vuonna 2005. Lähde: Hillebrand & Kouki 2006

3.4 Varastointi

Kuivankin puun kosteus vaihtelee ympäristön lämpötilan ja kosteuden mukaan. Katetussa ulkovarastossa puun tasapainokosteus on vuodenajan mukaan 15 – 25 %. Oikeanlainen säilytys estää home- ja sienikasvuston syntymisen polttopuuhun. Siksi polttopuun varastoinnissa on tärkeää säilyttää kuivat puut kuivina. Verkkokehikossa (Kuva 16) kuivattujen ja varastoitujen pilkkeiden kosteuden muutokset kolmen vuoden aikana on esitetty kuvassa (Kuva 20).

Pilkkeen kuivuminen ulkona katetussa verkkokehikossa ja kosteuden vuodenaikainen vaihtelu



Kuva 20. Pilkkeiden kosteus vaihtelee vuodenajan mukaan. Kuvan pilke-erät ovat sateelta suojattuna verkkokehikossa 3,5 irtokuutiometrin erissä. Vuonna 2004 kuivumisolot olivat huonot. Lähde: Hillebrand & Kouki 2006

Puolikuivien pilkkeiden kuivaus ja varastointi

Hyvä polttopuuvarasto, puuliiteri, on tilava, hyvin tuulettuva, kosteudelta ja sateelta suojattu tila. Jos tarkoitus on jatkaa puiden kuivaamista ulkovarastossa, puuliiterin alus- ja seinärakenne tulee olla harva. Mitä tiiviimpi ja ahtaampi liiteri on, sitä kuivempia puiden tulisi olla sinne tuotaessa. Ilman tulee päästä kiertämään esteettä pinojen alla, ympärillä ja välissä. Ilman kiertäminen myös polttopuiden alta varmistetaan lattiarakenteiden tai aluspuiden avulla. Tasaisella betonilattialla raon ei tarvitse olla suuri, aluspuiksi kelpaavat esimerkiksi perätysten ladottavat pilkkeet tai tyhjät tiililavat. Jos seinäpinta on tasainen, varmistetaan ilman kierto sijoittamalla seinän ja pinon väliin

esim. ohuet pystyrangat tai rimat. Maapohjaisissa ulkoliitereissä ilman kiertäminen varmistetaan samaan tapaan kuin ulkopinojen rakentamisessa.

Pinojen väliin jätetään rakoja aina kun se on mahdollista. Ilman kierto on sitä tehokkaampaa, mitä tasaisemmat pinon sivut ovat. Riittävästä tuuleuksesta liiterin ja ulkoilman välillä tulee huolehtia, jottei seurauksena ole homeongelmaa.

Kooltaan pilkevaraston tulisi olla sellainen, että sinne mahtuisi vuoden tai puolen vuoden polttopuut kerralla. Pientaloissa polttopuuta käytetään vuodessa keskimäärin noin kuusi pinokuutiometriä. Tällainen polttopuumäärä mahtuu pinta-alaltaan noin viiden neliömetrin kokoiseen tilaan. On järkevää tehdä varastosta sen kokoinen, että puut saa pinottua sopivan väljästi, jolloin varastossa mahtuu liikkumaan hyvin ja sieltä on turvallista ja helppoa hakea puita.

Hyvässä pilkevarastossa on riittävän suuret oviaukot ja mahdollisimman matalat kynnykset. Matalat kynnykset helpottavat polttopuun varastoon laittamista. Ihanteellista olisi, jos oviaukosta sopisi polttopuut sisään esimerkiksi kuormalavan päällä (Kuva 21). Varaston oviaukon olisi hyvä olla sitä asuinrakennuksen ovea kohti, josta polttopuut viedään sisälle tulisijan luokse.

Oikeanlainen sijoitus tontille varmistaa varaston vaivattoman käytön. Pilkevaraston tulisi sijaita mahdollisimman lähellä tieliittymää ja sen ympärillä tulisi olla riittävästi tilaa puiden tuomista varten. Kuorma-auto ja nosturi tai peräkärry tarvitsee tilaa liikkumiseen ja kuormaa kestävästä kulkuväylän. Varastolta tulisi olla mahdollisimman lyhyt matka käyttöpaikalle. Polttopuiden käyttö painottuu usein pimeään vuodenaikaan. Pilkevaraston ja kulkuväylien valaistus on oltava riittävä turvallisuuden vuoksi.



Kuva 21. Esimerkki pilkkeiden ulkovarastosta. Varastossa on tuulettuva rossipohjalattia, jossa 50x100 mm:n parrua yhden senttimetrin raoin. Takaovena on 1,5 metriä leveä liukuovi. Etuovi johtaa suoraan kohti taloa. Lähde: Sikanen 2005

Kuivien pilkkeiden varastointi

Polttkuivia pilkkeitä voi varastoida myös sisätiloissa. Polttopuiden säilytyksessä on otettava huomioon palomääräykset, työturvallisuus ja käyttömukavuus.

Tulisijan vaivattoman käytön kannalta olisi hyvä, jos tulisijan lähellä olisi vähintään ensimmäistä pesällistä vastaava puumäärä tuotu sisälle lämpiämään vuorokautta ennen polttamista. Kylmän puun pinnalle tiivistyy huoneilmassa olevaa kosteutta, mikä vaikeuttaa puun syttymistä. Polttopuut on säilytettävä tulisijan läheisyydessä siten, että palovaaraa ei aiheudu. Erilaisille tulisijoille on suojaetäisyydet, joita on noudatettava.

Asuinrakennuksessa suositellaan säilytettävän polttopuuta enintään 0,5 m³, ellei sitä säilytetä erillisessä osastoidussa tilassa.



Kuva 22. Tulisijojen läheisyydessä suositellaan säilytettävän yhden päivän lämmitystarvetta vastaava määrä polttopuuta.

Osastoituja tiloja pientaloissa ovat yleensä autotalli ja polttoainevarasto. Vaikka autotalli tai muu moottoriajoneuvosuoja on osastoitu, siellä ei saa kuitenkaan samaan aikaan säilyttää moottoriajoneuvoa ja polttopuuta.

Polttoainevarasto osastoidaan omaksi palo-osastoksi. Osastoivien rakennusosien luokka pientaloissa on EI30. Varaston sisäpuolisten seinien ja kattojen pintamateriaaleille on omat vaatimukset. Lattiamateriaaleille ei ole erityisiä paloteknisiä vaatimuksia. Jos polttoainevarasto sijaitsee rakennuksen kellarissa, ovat rakennustarvikevaatimukset tiukemmat.

Polttopuun ulkovarastolle on myös turvallisuusmääräyksensä. Polttopuuvaraston etäisyys muihin rakennuksiin vaikuttaa vaatimuksiin. Jos rakennusten välinen etäisyys on yli kahdeksan metriä, ei rakennuksia tarvitse suojata paloteknisellä toimenpiteellä toisistaan. Jos etäisyys on tätä lyhyempi, joudutaan mahdollisen palon leviämistä rajoittamaan rakenteellisin keinoin, yleensä osastoimalla. Polttopuuvaraston sijainti tontin rajasta asettaa paloteknisiä vaatimuksia. Näissä vaatimuksissa voi olla paikkakuntakohtaisia ja korttelikohtaisia eroja.

Polttopuun väliaikaisessakin säilytyksessä on otettava huomioon mahdolliset paloturvallisuusriskit. Rakennusten seinustoilla ei saa säilyttää polttopuuta (Kuva 23). Jos seinustalla oleva polttopuuvarasto syttyy tai sytytetään, on vaarana koko rakennuksen palaminen. Seinustalla olevista kasoista voi olla haittaa myös seinän rakenteille.

Paikalliset palo- ja rakennusviranomaiset antavat neuvoja paloturvallisuuteen, polttoainevaraston osastointiin ja sijoitteluun liittyvissä asioissa.



Kuva 23. Älä varastoi polttopuuta talon seinustalla. Kuva: Matti Alakangas

Älä varastoi polttopuuta

- Älä varastoi asuinrakennuksen vierustalla räystääiden alla, koska se aiheuttaa suuremman tulipaloriskin ja voi vaurioittaa seinän rakenteita
- Autotalli tai muu moottoriajoneuvosuoja ei ole polttopuuvarasto.
- Asuinrakennuksessa ei tulisi säilyttää kiinteää polttoainetta enempää kuin 0,5 m³, ellei sitä säilytetä erillisessä osastoidussa tilassa.
- Työhuoneissa, ullakoilla, kellareissa, rakennusten alla tai piholla ei saa säilyttää tarpeetonta syttyvää tavaraa.
- Poistumisteillä (uloskäytävissä) ja ullakoiden, kellareiden tai varastojen käytävillä ei saa säilyttää mitään tavaraa.
- Polttopuita ei kannata säilyttää suoraan maata vasten ilman aluspuita eikä liian tiiviisti peitettynä kosteuden tiivistymisen ja puiden homehtumisen vuoksi.

4. Polttopuun ostaminen

4.1 Tuotteet, ominaisuudet, laatu ja pakkaukset

Omatoimisen polttopuun valmistamisen sijaan on mahdollista ostaa puuperäisiä käyttövalmiita polttoaineita. Yleisimmät ovat polttopuu, puupelletit ja briketit.

Polttopuuta on myytävänä eri mittoihin pilkottuina ja eri puulajeista valmistettuna. Ammattimaiset pilkeyrittäjät valmistavat myyntipilkkeensä laatusuosituksen mukaan, jolloin pilkkeiden laatu on yleensä parempi kuin omatoimisesti hankitun polttopuun. Polttopuun laatua määrittelevä eurooppalainen EN-standardi 14961 on valmisteilla, mutta yhtenevää laatuluokitusta ei vielä ole käytössä.

Polttopuun hankinnassa on hyvä muistaa käyttötarkoitus. Lämmönlähteenä käytettäessä pilkkeiden tärkein ominaisuus on riittävä kuivuus. Tarkoitukseen sopiva pilkkeiden koko on myös tärkeä. Mahdolliset sieni- ja homekasvustot eivät vaikuta palamiseen, mutta voivat aiheuttaa käytön ja varastoinnin yhteydessä käyttäjälle erilaisia silmien ja hengitysteiden ärsytysoireita ja yleisoireita. Pilkkeiden katkaisupintojen tasaisuudella ja muilla ulkonäkötekijöillä ei ole suurta merkitystä polttamiseen, mutta käsittelymukavuuteen ja viihtyisyyteen kyllä.

Pilkkeitä myydään irtopilkkeinä ja pakkauksissa. Irtopilkkeet toimitetaan asiakkaalle useimmin auton tai traktorin perävaunussa (Kuva 24). Tällöin asiakkaan tehtävänä on siirtää purettu pilkekuorma varastoon.

Pilkkeitä on saatavissa myös erilaisissa pakkauksissa. Yleisimmät pakkausmateriaalit ovat verkkosäkit, verkkopussit, rei'itetyt muovipussit ja muovikääreet sekä pahvilaatikot. Pakkauskoot ovat yleisimmin kuormalavalla oleva tilavuudeltaan noin 1 irtokuutiometrin kuormalavapakkaus tai suursäkki. Verkkopussit, rei'itetyt muovipussit, muovikääreet ja pahvilaatikot ovat tilavuudeltaan yleensä 30 tai 40 litraa, jolloin pilkepakkauksen massa on 10 – 15 kg. Helppokäyttöisimmissä pakkauksissa on yhden polttokerran puut sytykkeineen. Pakatun pilkkeen vähittäismyynti tapahtuu usein huoltoasemien ja rauta- ja maatalouskauppojen kautta, mutta myös pilkeyrittäjiltä suoraan.



Kuva 24. Pilkkeiden jakelu auton perävaunulla on yleinen tapa. Kuva: Ari Erkkilä, VTT

Tarjolla on paikoin myös polttopuupalvelua, jossa puun toimittaja tuo tarpeen mukaan käyttövalmista pilkettä asiakkaan tiloihin esimerkiksi rullakolla, jossa puut voi myös säilyttää. Käytön jälkeen polttopuun toimittaja tuo täyden puurullakon ja vie tyhjän pois. Ratkaisu sopii hyvin, jos ei ole omia varastotiloja kuiville puille. Toimitus edellyttää jakeluauton pääsyä säilytystilan lähelle.

Puupelletit ovat kuivaa, tiiviiksi puristettua ja tasalaatuista biopolttoainetta, jota valmistetaan puunjalostusteollisuuden sivutuotteista eli höylän- ja kutterinlastuista, sahanpurusta sekä myös puuhakkeesta. Puupellettien halkaisija on Suomessa yleisimmin 8 mm ja pituus on 5 – 40 mm. Puupellettien energiasisältö on 4,8 kWh/kg, ja kosteus alle 10 %. Puupellettejä käytetään pellettien polttoon tarkoitetuissa pellettikattiloissa pellettipolttimen avulla sekä pellettitakoissa. Pellettien käyttö tavanomaisissa tulisijoissa edellyttää tulisijaan sopivan lisälaitteen käyttöä.

Pelletit toimitetaan joko irtotavarana, 500 kg:n suursäkeissä tai 20 kg:n säkeissä (Kuva 25). Irtopelletit voi tilata suoraan pellettien valmistajilta. Säkkejä voi myös noutaa itse rauta- ja maatalouskaupoista.



Kuva 25. Pellettien pakkauksia. Kuva Vapo Oy

Myös puubriketit valmistetaan puunjalostusteollisuuden kuivista sivutuotteista. Brikettien koko on suurempi kuin pellettien, pienin mitta yleensä 50 – 75 mm. Briketit valmistetaan puristamalla lieriömäiseen tai tiiliskiven muotoon (Kuva 26). Brikettien energiasisältö massayksikköä kohti on sama suuruusluokkaa kuin puupellettien. Brikettejä toimitetaan myös irtotavarana ja pakattuna.

Suomessa brikettejä on käytetty pääasiassa lämpölaitosten arinakattiloissa. Tulisijoissa brikettejä on mahdollista käyttää. Lämmityksessä on otettava huomioon brikettien yli kaksinkertainen energiasisältö tilavuusyksikköä kohti verrattuna koivupilkkeisiin.



Kuva 26. Puubriketti. Kuvat: Karelia-Upofloor Oy

4.2 Nettikauppa

Nettikauppa on lisääntynyt myös puupolttoaineiden kauppatapana. Netistä löytyy pilkeyrittäjien yhteisiä palvelusivuja sekä yksittäisten pilkeyritysten kauppasivuja sekä pellettien myyjiä. Yhteisten pilkkeiden palvelusivujen ylläpitäjiä Suomessa ovat mm. Metsäkeskukset ja jotkut sähköyhtiöt (ks. Lähdeluettelo).

Nettikauppasivujen hakupalvelua käyttämällä löytyvät tiedot polttopuun myyjistä paikkakunnittain ja puulajeittain. Polttopuun hintoja ja laatua voi vertailla rauhassa ja tehdä tilauksen tilauslomakkeella, sähköpostilla, kirjeellä tai puhelimella. Yhteisillä kauppapaikoilla on toimitus- ja myyntiehdot, joita kauppapaikkaa käyttävän polttopuumyyjän täytyy noudattaa. Myyjä vastaa siitä, että hänen ilmoittamansa puuerä täyttää käyttöehtojen laatuluokituksen vaatimukset. Puuerän laskutus tapahtuu suoraan puun ostajan ja myyjän välillä. Kaupan osapuolet sopivat keskenään erikseen kotiinkuljetuksen ja toimitusajat sekä mahdolliset muut kauppaan liittyvät palvelut.

Käytetyt yksiköt ja lyhenteet

Eri energiayksikköjen väliset muuntokertoimet

	kWh	MJ	Mcal
kWh	1	3,6	0,86
MJ	0,2778	1	0,2388
Mcal	1,1630	4,1868	1

Esimerkki: 1 MJ = 1 000 kJ = 0,2778 kWh

Etuliitteet

k	= kilo	10^3	1 000
M	= mega	10^6	1 000 000
G	= giga	10^9	1 000 000 000
T	= tera	10^{12}	1 000 000 000 000
P	= peta	10^{15}	1 000 000 000 000 000

Lämpöarvojen vertailu (polttoaineet käyttökosteudessa)

Turvebriketti	5 100 kWh/tonni
Palaturve	1 300 kWh/m ³
Jyrsinturve	900 kWh/m ³
Koivupilke	1 700 kWh/pino-m ³
Havupuupilke	1 350 kWh/pino-m ³
Leppä- ja haapapilke	1 250 kWh/pino-m ³
Polttohake	850 kWh/irto-m ³
Puupelletti	4 800 kWh/tonni
Puubriketti	4 800 kWh/tonni
Kivihili	7 110 kWh/tonni
Raskasöljy	11 140 kWh/tonni
Kevytöljy	10 000 kWh/m ³ (1 m ³ = 1 000 litraa)

Lähdeluettelo

- Alakangas, E.(toim.)* 2007. Puupolttoaineiden pientuotannon ja –käytön panostusalue. Vuosikatsaus 2007. Tekes, Teknologia katsaus 208/2007. 230 s. (www.tekes.fi)
- Alakangas, E.* 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 2045. 172 s. + liitt. 17 s. (www.inf.vtt.fi/pdf/tiedotteet/T2045.pdf)
- Alhojärvi, P.* 1981. Polttopuiden rasikuivatus. Työtehoseuran metsätiedote. 4 s.
- Erkkilä, A. & Alakangas, E.* Klapia liiteriin. Biohousing tiedote, 4 s. (www.biohousing.eu.com)
- Hillebrand, K. & Frilander, P.* 2005. Pilkkeen kuivaus ja laadun hallinta, Projektiraportti PRO2/P2068/05, 41 s. +liitt. 6 s.
- Hillebrand, K & Kouki, J.* 2006. Pilkkeen kuivaus – luonnonkuivaus, keinokuivaus ja laadun hallinta. Työtehoseuran julkaisuja 398. 62 s.
- Lappalainen, I. (toim.),* 2007. Puupolttoaineiden pienkäyttö – Tekes, 87 s. (www.tekes.fi)
- Metsänomistajan puunkorjuu,* 1989, Helsinki. Työtehoseuran julkaisuja 307. 125 s.
- Pirinen, H.*1997. Pilkeopas omakotitaloille. Työtehoseuran julkaisuja 357.
- Rakennusten paloturvallisuus,* Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. RakMK E1. Ympäristöministeriö. (www.ymparisto.fi)
- Sappinen, M.* 2007, Pilkkeen ominaisuudet, käyttö ja varastointi, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. 77 s. (www.biohousing.eu.com)
- Sevola, Y., Peltola, A. & Moilanen, J.* Pientalojen polttopuun käyttö 6,1 miljoonaa m³. PuuEnergia 3/02. s. 26 – 27.
- Sikanen, L., Röser, D., Prinz, R., Nuutinen, Y., Emer, B, Asikainen, A., Erkkilä, A., Heikkinen, A, Hillebrand, K., Kaipainen, H. & Oravainen, H.* 2008. Runkopuun osittainen kuorinta ja luonnonkuivaus metsähakkeen ja pilkkeiden tuotantoketjussa, Metlan työraportteja, luonnos.
- Sikanen, L.* 2005. Kehittyvä pilkebisnes. Joensuu. Ympäristötekniikan teemapäivä. 1.12.2005, Joensuun Tiedepuisto. Power Point kalvot 33 p.
- Tuomi, S.* 2003, Polttopuun käyttöä lisätään pientaloissa. Teho 1/2008, s. 24 – 26.
- Tuomi, S. & Peltola, A.* 2002. Polttopuun käytön nykytila pientaloissa. Työtehoseuran metsätiedote 15/2002. 4 s.
- Valintaopas 2006 – 2007, Pienrakentamisen työohjeet. Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy, 212 s. (www.suomirakentaa.fi).
- Valintaopas 2007 – 2008, Pienrakentamisen työohjeet. Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy, 178 s. (www.suomirakentaa.fi)
- Standardeja**
- prEN 14961-1,* Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineen laatuluokittelu – Osa 1 - Yleiset vaatimukset [Solid biofuels – Fuel specification and classes, Part 1 – General requirements], 48 s. (valmisteilla).
- Tuotestandardit kotitalouden puupolttoaineille*
- prEN 14961-2,* Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineen laatuluokittelu – Osa 2 – Puupelletit ei-teollisuuskäyttöön [Solid biofuels – Fuel specification and classes, Part 2 – Non-industrial wood pellets] (valmisteilla)
- prEN 14961-3,* Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineen laatuluokittelu – Osa 3 – Puubriketit ei-teollisuuskäyttöön [Solid biofuels – Fuel specification and classes, Part 3 – Non-industrial wood briquettes](valmisteilla)

prEN 14961-5, Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineen laatuluokittelu – Osa 5 – Pilke ei-teollisuuskäyttöön [Solid biofuels – Fuel specification and classes, Part 2 – Non-industrial firewood](valmisteilla)

Tietoa internetistä:

Puupolttoaineiden hankinta – pilkkeet, briketit

www.mottinetti.fi

www.halkoliiteri.com

www.pilkepalvelu.com

www.polttopuuta.net

www.klapitehdas.fi

www.klapinetti.fi

www.klapi.fi

www.klapikauppias.fi

www.polttopuu.net

www.polttopuuporssi.fi

www.kotkanpolttopuu.fi

www.akaanpolttopuu.com

www.takkapuu.info

www.etela-suomenpolttopuu.fi

www.mil-pilke.fi

www.lumobriketti.fi

Pellettejä

www.vapo.fi (800 jälleenmyyjää: Agrimarket, K-Maatalous, K-Rauta, Rautia, Starkki, Rautanet, Seo, Puukeskus, Carlson, Kodin Terra, Prisma, Y-Maatalous, Bauhaus)

www.m-pelletti.com

www.pellettimyynti.fi

www.pel-tuote.fi

www.parkanonpellet.net

www.peltsiproducts.fi

www.kareliaupofloor.fi/verkkokauppa

Pilkkojia ja kirveitä:

BioHousing -projektin laiteluettelo
www.biohousing.eu.com/catalogue

www.fiskars.fi

www.oscartrade.fi/splitter.php

www.logmatic.com/index_fin.php

www.vipukirves.fi/etusivu.htm

Palo- ja työturvallisuus ja terveysvaikutukset

Turvatekniikan keskus - www.tukes.fi

Palotarkastajat yms.- www.pelastustoimi.fi

Työterveyslaitos - www.ttl.fi/

Finanssialan Keskusliitto - www.fkl.fi

Suomen pelastusalan keskusjärjestö -
www.spek.fi

Hengitysliitto ry – Polta puuta puhtaasti,
www.heli.fi/poltapuuta puhtaasti