



www.
halkoliiteri.com
polttopuut netistä



Polttopuun tehokas ja ympäristöystävällinen käyttö lämmityksessä

Pääasiallinen lähde: VTT, Alakangas

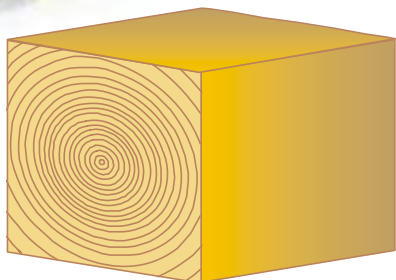


Puupolttoaineen käyttö lämmityksessä

- Puupolttoaineita käytetään pientaloissa 6,1 milj.m³ eli 9,1 milj. pino-m³ tai 15,3 milj. irto-m³
- Puun osuus on 13% rakennusten energiankulutuksesta
- Suurin osa käytetään pilkkeinä tulisijoissa, joita on yli 2 miljoonaa
- Uusiutuvan energian edistämishjelman tavoitteena on lisätä puun pienkäyttöä n. 50% vuoteen 2010 mennessä (23 milj. i-m³)

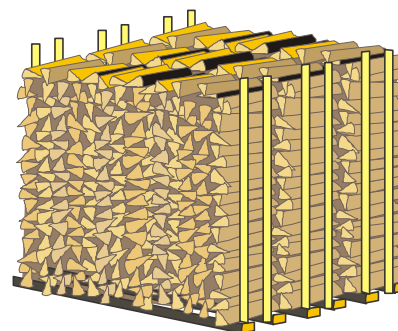


Mittayksikköjen vertailu

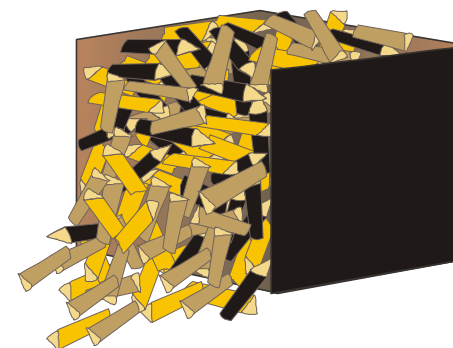


KIINTOKuutiometri

Käytetään tilastoissa



PINOKuutiometri



IRTOKuutiometri

Myyntiyksikkö

Mittayksikkö	Irto-m ³	Pino-m ³	Kiinto-m ³
Irtokuutiometri, pilke (330 mm)	1	0.6	0.4
Pinokuutiometri, pilke (330 mm)	1.68	1	0.67
Pinokuutiometri, halko (1000 mm)	1.55	1	0.62
Kiintokuutiometri	2.5	1.5	1

Pilkkeet myydään yleensä heitto- eli irtokuutioina.
Noin 3 irto-m³ koivupilkettä vastaa 2 pino-m³.

Puun koostumus

TEKNINEN ANALYYSI

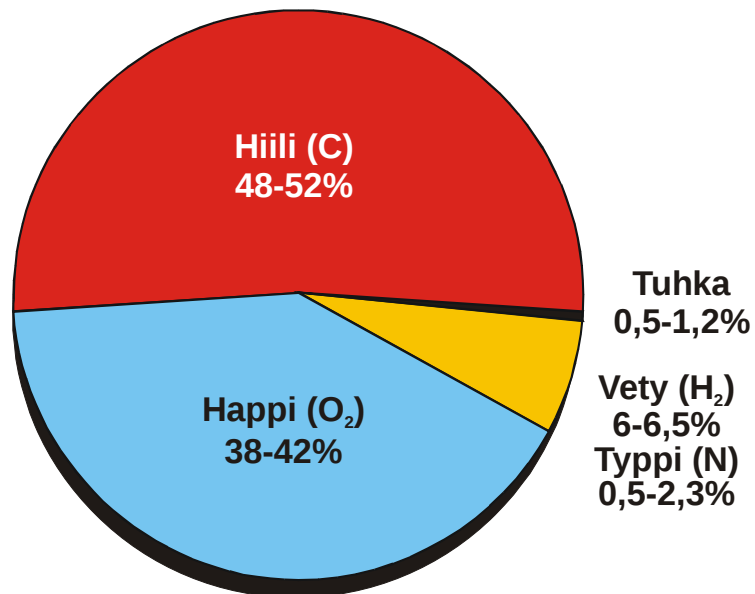
TUHKA
0.4 - 1.2 %

JÄÄNNÖSHIILI
11.4 - 15.6 %

HAIHTUVAT AINEET
84 - 88 %

KOSTEUS
15 - 25 %

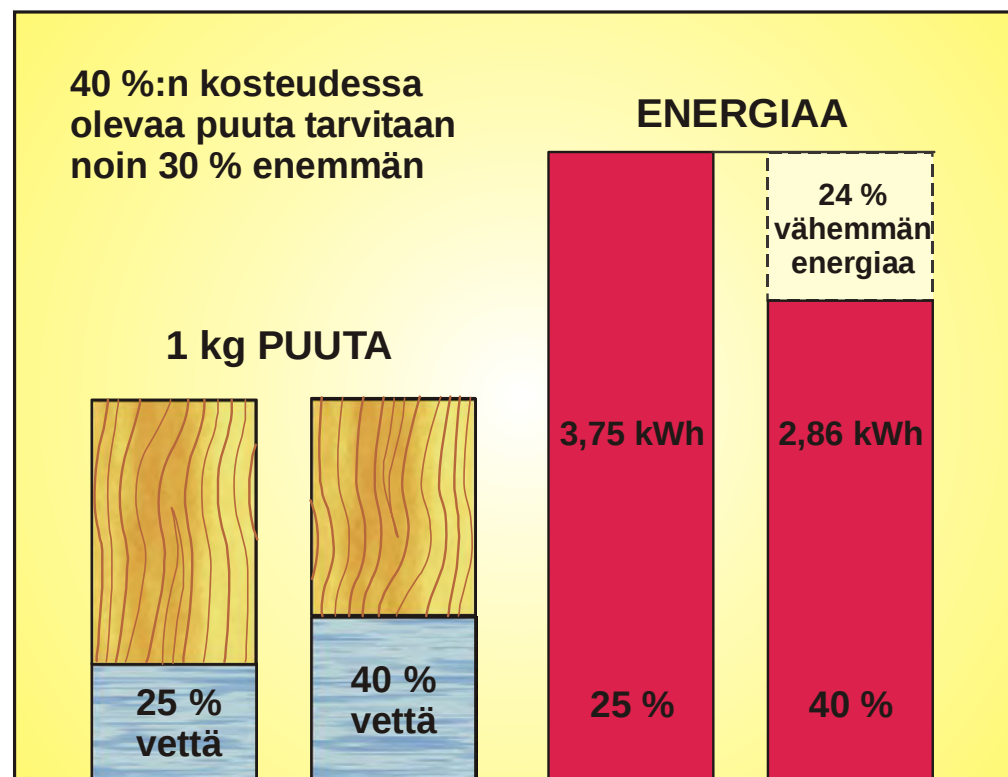
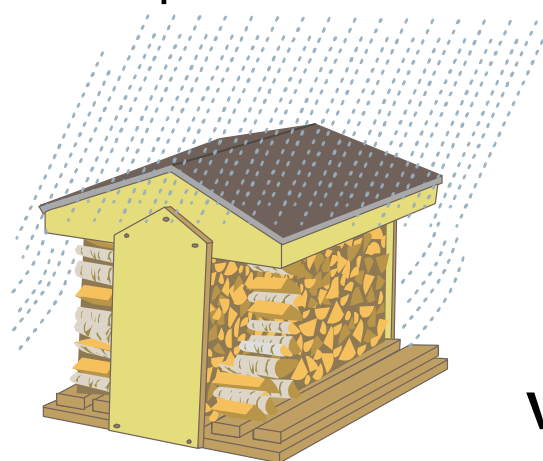
ALKUAINEANALYYSI



- Tekninen analyysi ilmoittaa haihtuvien aineiden, tuhkan sekä jäännöshiilen osuuden
- Puussa haihtuvia aineita on paljon, siksi se on pitkäliekkinen polttoaine
- Alkuaineanalyysi ilmoittaa eri alkuaineiden osuuden
- Puun typpi-, rikki- ja tuhkapitoisuus on pieni

Polttopuun on oltava kuivaa

- Palaminen on tehokkaampaa
- Päästöt ovat pienemmät
- Uunista saadaan parempi lämmitysteho, koska kuivan puun lämpöarvo on suurempi



Varastokatos suojaa

Eri puulajien lämpöarvoja

Puulaji	Kuiva- aineen tehollinen lämpöarvo	Tehollinen lämpöarvo, 20 %:n kosteus	Tehollinen lämpöarvo	
			kWh/irto-m ³	kWh/pino-m ³
Mänty	5,4	4,2	810	1 360
Kuusi	5,3	4,1	790	1 320
Koivu	5,3	4,1	1 010	1 700
Koivun tuohi	6,3	4.9		
Haapa	5,1	4.0	790	1 330
Leppä	5,2	4.1	740	1 230
Puubriketti	5,3	4.7*	3 120	

* 10 %:n kosteudessa

Lähde: Alakangas, Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT
 Tiedotteita 2045. Työtehoseura: Pilkeopas omakotitaloille.

Puulajien vertailu energian kannalta

- Koivu on tiheää puuta, joten sen lämpöarvo tilavuusyksikössä on korkein
- Hyödyksi saat noin 80 – 85 % eli 1 irto-m³ koivupilkettä tuottaa noin 800 – 850 kWh lämpöä
- Koivussa on n. 15 %:a enemmän energiaa samassa tilavuudessa
- Tiheä puu kaasuuntuu hitaammin ja päästöt ovat pienemmät

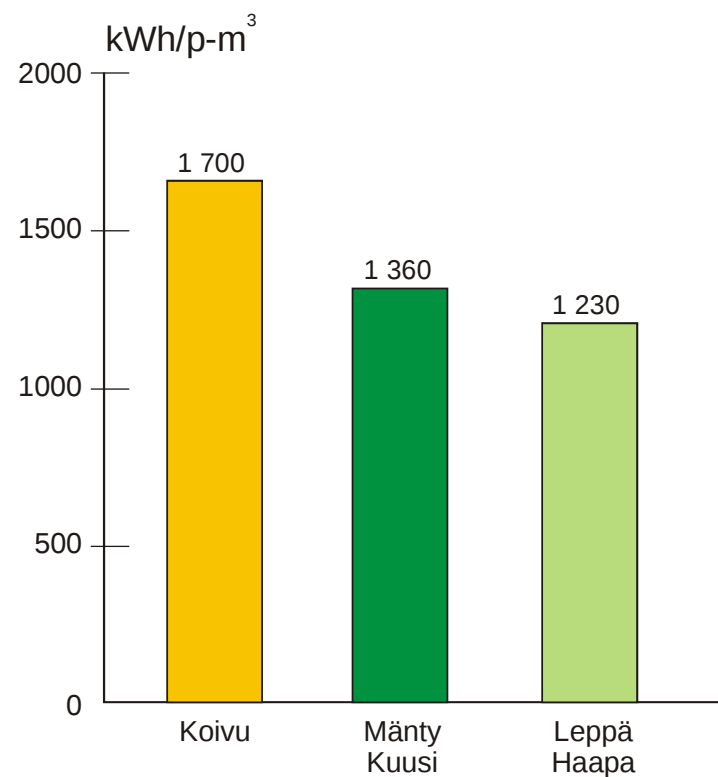
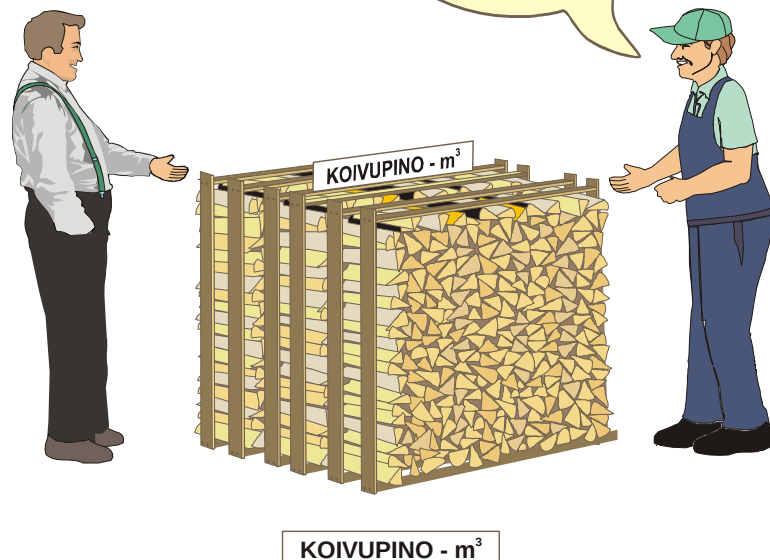


452 kg
CO₂ päästöjä
kevyestä
öljystä ja 0
puusta

Kevyt öljy



Puu vs. kevyt polttoöljy



100 litrassa kevyttä polttoöljyä on energiaa 1 000 kWh ja se tuottaa 266 kg hiilidioksidipäästöjä (CO₂).

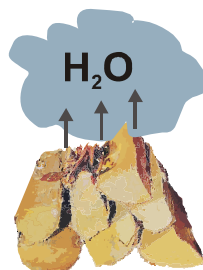
Energia- ja hintavertailuja

Alla olevat polttoainemäärät ovat energiasisällöltään yhtä suuret.

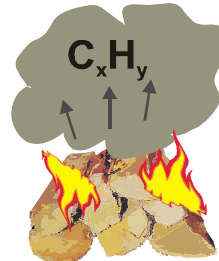
kuiva koivupilke	1,0 irtto-m ³	3,9 snt/kWh
kuiva koivupilke	0,6 pino-m ³	3,9 snt/kWh
hake	1,3 irtto-m ³	2,1 snt/kWh
pelletti	0,3 irtto-m ³	3,1 snt/kWh
kevyt polttoöljy	0,1 m ³ (=100 l)	6,5 snt/kWh

Miten palaminen tapahtuu

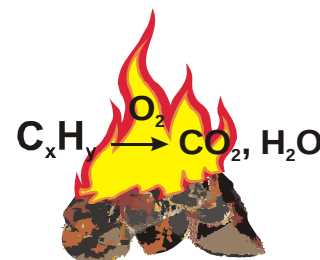
1. Puu kuivuu.
Vesihöyry
vapautuu.



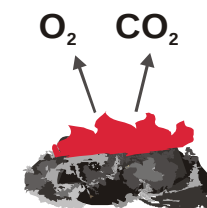
2. Kaasumaiset palavat
ainekset vapautuvat
kuivasta puusta.



3. Kaasut syttyvät
ja palavat.

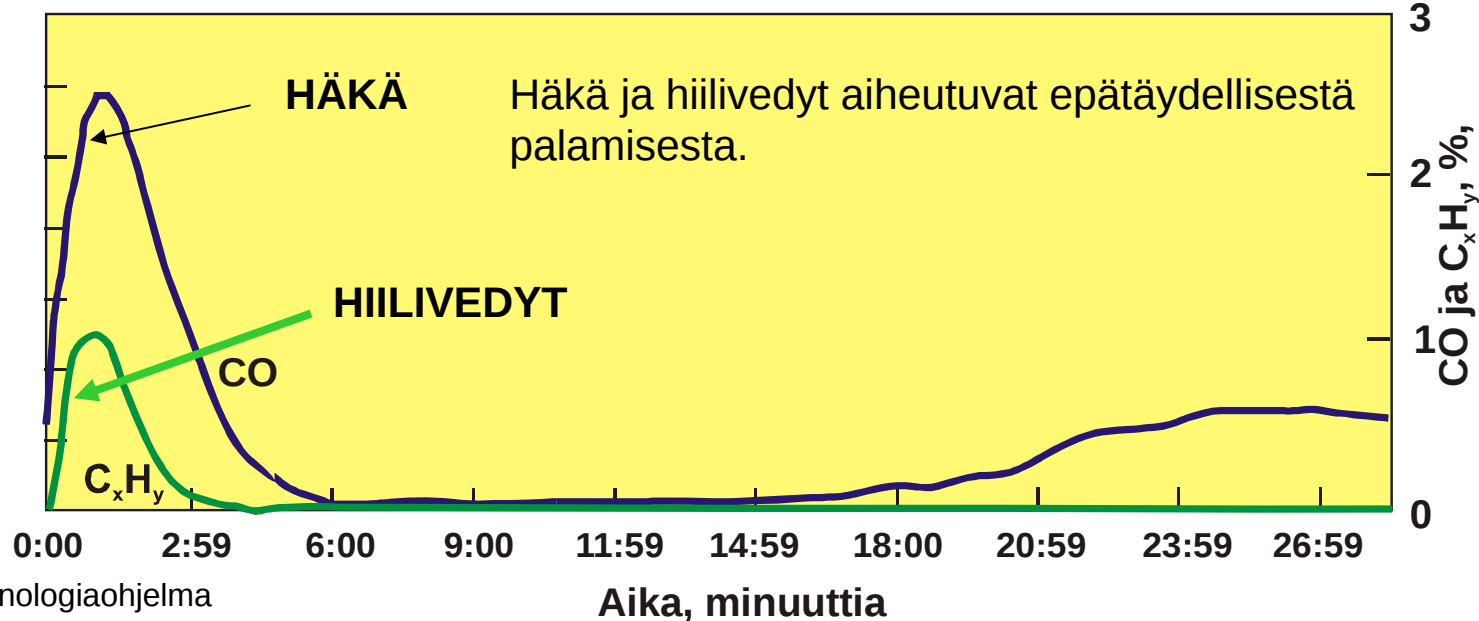


4. Jäännöshiili
pala ja jäljelle
jää tuhka



Haihtuvien aineiden
palaminen

Jäännöshiilen palaminen



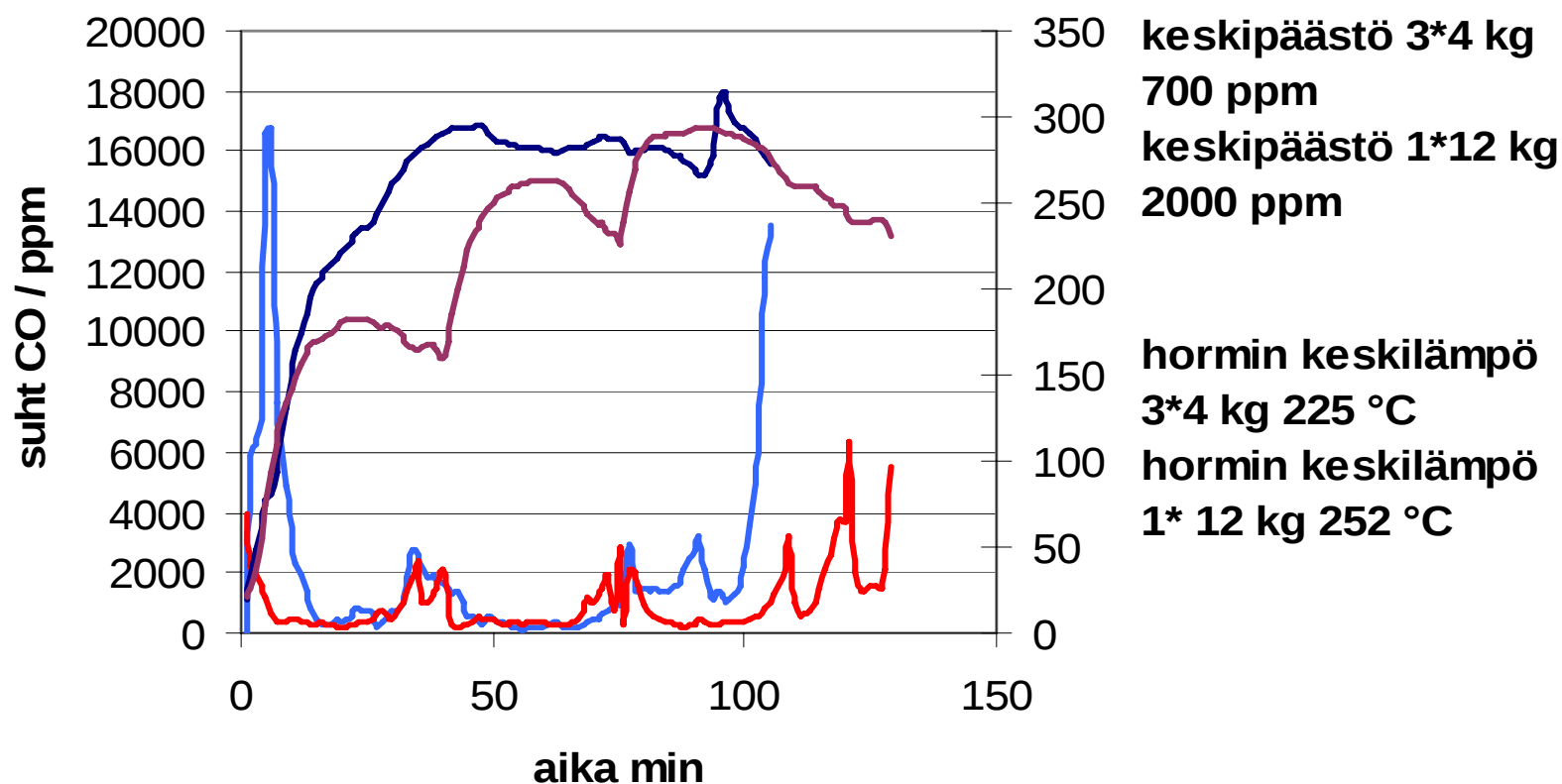
Tulisijalämmityksen haasteita

- Polton onnistuminen riippuu suuresti käyttäjästä ja polttoaineen laadusta, myös tulisija vaikuttaa
- Polttotapa on panospoltto
 - koko polttoaine-erä laitetaan samalla kertaa palamaan
 - palamisvaiheiden säätö on vaikeaa
- Ei mittauksia ja säätöjärjestelmiä
- Tärkeimmät kehittämiskohteet
 - häkä- (CO) ja hiilivetypäästöjen (C_xH_y) vähentäminen laitteita kehittämällä
 - pienhiukkasten määrän selvittäminen ja vähentäminen
 - palamisprosessin kehittäminen (ilman syöttö, hiilipalovaiheen hallinta)
- Eniten päästöjä syntyy sytytysvaiheessa ja puiden lisäyksessä, häkää hiillosvaiheessa



Liian suuri panos

panosvertailu



Lähde: Kerman Savi Oy

1 ppm = 1/1 000 000

Onnistuneen polton edellytykset

Polttoaine

- Kuiva polttopuu (kosteus-% 15-25)
 - varastoinnissa on estettävä maakosteuden ja sateen pääsy puihin
 - puut sisälle vähintään vuorokausi ennen käyttöä
- Oikea palakoko
 - puut samankokoisia polton eri vaiheissa, jotta palaminen on tasaista
 - sytytyspuut pienempiä (saavutetaan nopeammin optimi palamislämpötila 800 °C)
- Määrä
 - 1kg/100 uunikiloa eli 10-15 kg, panoksen koko 3-5 kg
 - jos uuni on ollut pitkään lämmittämättä, ensimmäinen panos pienempi (2-3 kg) ja vain yksi panos, leivinuunia on hyvä ”esilämmittää”
 - jatkuvassa lämmityksessä 1 panos päivässä

Lämmityksen aloittaminen



AVAA ENSIN
PELTI...

...JA TARKISTA
SITTEN TUHKA-
LUUKKU. SE EI SAA
OLLA TÄYNNÄ.

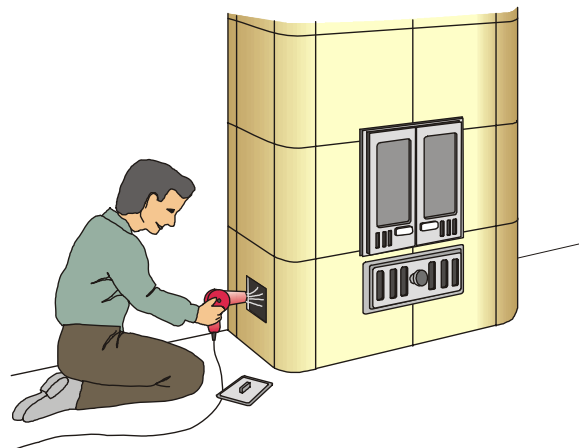
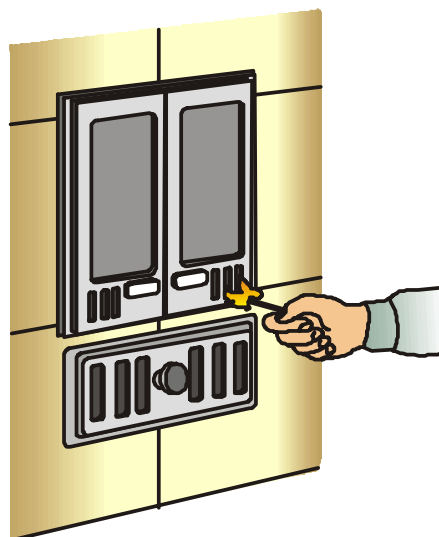
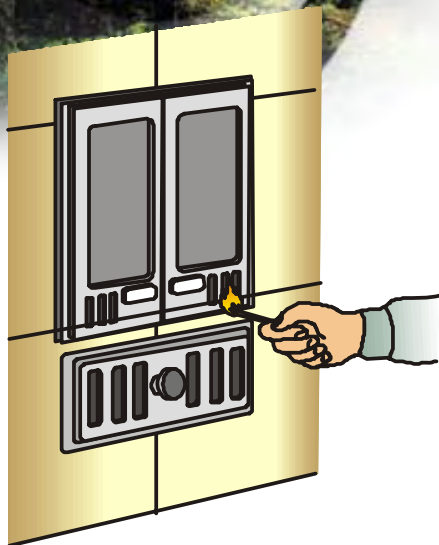


- Tuhka ei saa yltää arinarautoihin.
- Poista tuhkat palamattomasta materiaalista tehtyyn jalalliseen ja kannelliseen astiaan.
- Älä laita tuhkaa kompostiin, estää pieneliöiden toiminnan!
- Tuhka säilyy kuumana pitkään, älä laita tuhka-astiaa puupinnalle.



Tarkista veto

- Jos tulisija on ollut käyttämättä pitemmän aikaa, tarkista veto.
- Vedon voi tarkistaa pitämällä tulitikkua suuluukun aukossa.
- Turvaa palamisilman saanti ilmastoinnilla varustetussa talossa.
- Jos liekki ei taivu uuniin päin, polta savuhormissa rutistettua paperia tai puhalla lämmintä ilmaa hiustenkuivaajalla tai lämpöpuhaltimella.



Sytyttäminen päältä



Polttotekniikka

- Puita lisätään panoksina
 - lisää vasta, kun entiset ovat palaneet
 - ladotaan vaakatasoon, mielellään kuoripuoli alaspäin
 - lisäykseen voi käyttää suurempia puita
- Vapaata tilaa pitää olla vähintään 1/3 tulipesän korkeudesta
 - liekkiä aikana tarvitaan paljon palamisilmaa
- Vältä turhaa kohentelua



KUN LOPETAT LÄMMITTÄMISEN,
ÄLÄ SULJE PELTIÄ LIIAN
AIKAISIN, ETTEI SYNNY HÄKÄÄ!



LIIAN
AIKAISTA...



...ODOTA,
ETTÄ
HIILLOS ON
PALANUT.

Hiillos antaa runsaasti lämpöä

- Punaisena hehkuva hiillos luovuttaa paljon lämpöä, 25 – 40 % puun energiasisällöstä.
- Vähennä uunin luukusta virtaavan ilman määrää.
- Kokoa hiillos yhteen ja kohenna tummuneita kekäleitä.
- Pidä arinailma täysin auki, jotta hiillos palaa mahdollisimman nopeasti loppuun.

Harkiten muovien ja pakkausten polttoa



- **Jätteiden polttamista tulisijoissa ei suositella!**
- Jos haluat polttaa, polta vain pieni määrä kerrallaan; maitopurkillinen pesässä.
- Suuret määrät aiheuttavat päästöjä, tuhkamäärä kasvaa sekä ne saattavat vahingoittaa tulipintoja ja hormia.
- Muovien lämpöarvo on yli 3-kertainen kuivaan puuhun verrattuna (yli 12 kWh/kg)
- Polta vain PE, PP- ja PET-muovipakkauksia.
- Älä polta missään tapauksessa PVC-muovia (03), maalattua tai kyllästettyä puuta.

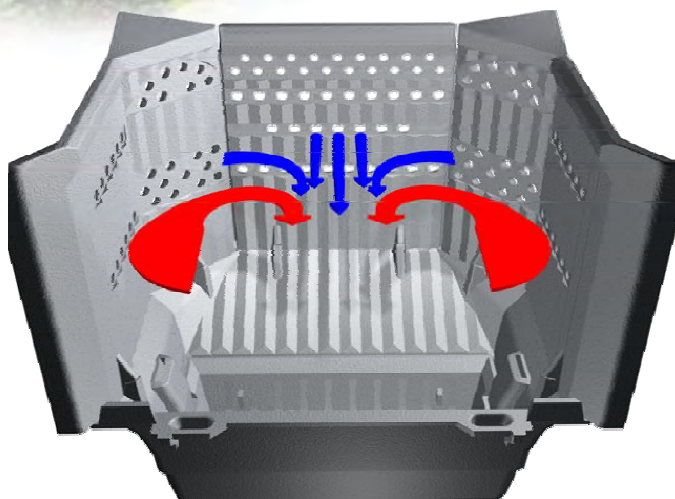
Peltien sulkeminen



...NO NIIN,
NYT VOIT
SULKEA
PELLIN...

- Kun hiillos on tummunut ja palanut loppuun sulje pelti.
- Jos suljet pellin liian aikaisin, huoneeseen saattaa tulla häkää.
- Häkävaroitin on hyvä turva.
- Palaminen on onnistunut hyvin, kun tulipinnat ovat vaaleita eikä niissä näy tummaa nokea.

Uusia arinaratkaisuja uuneihin



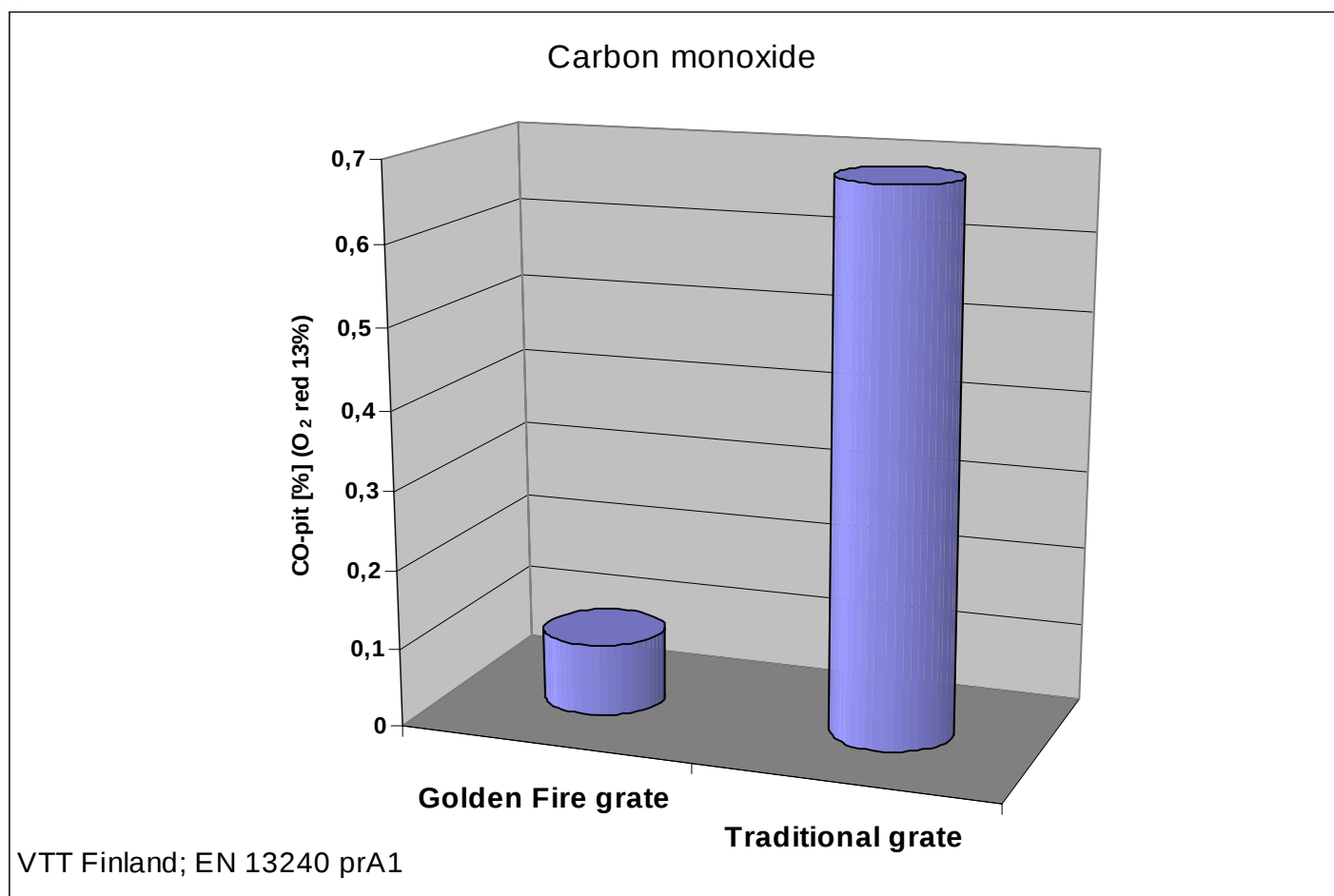
- Uusissa uuneissa polttotekniikkaa on muutettu perinteisestä
 - Sytytysvaiheessa ilma ohjataan arinan läpi, mutta sen jälkeen kaasujen palotilaan
 - Puumassa poltetaan pienemmissä erissä 2,5 - 3 kg:n panoksina
 - Palamiskaasut viipyvät tulipesässä pitempään ⇒ palaminen puhtaampaa.
- Hiillos kootaan pienelle alueelle nopeaa polttoa varten

Huom! Uusissa uuneissa tulipesä on pienempi ja tarvitaan yleensä 25 cm pilke.

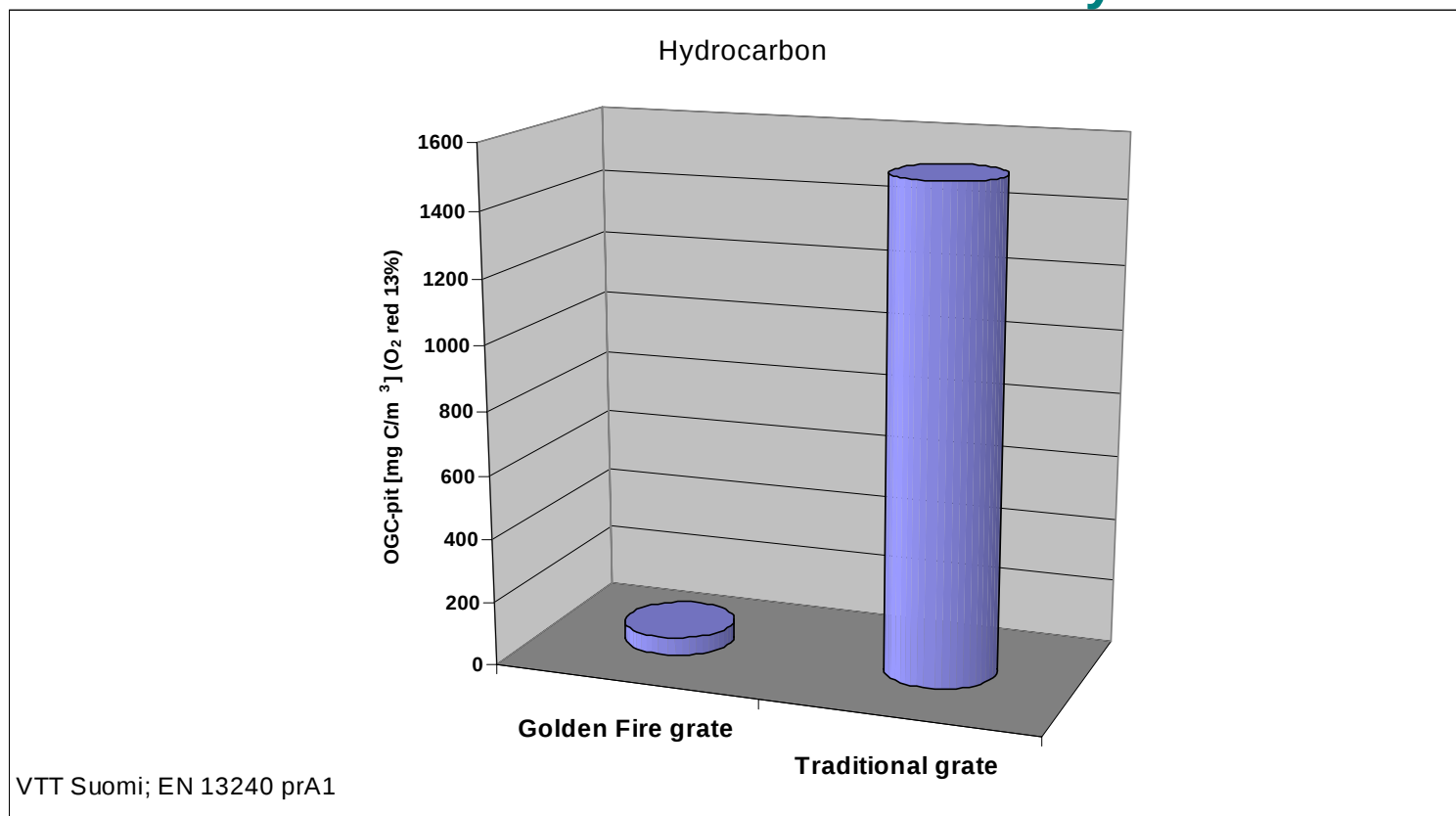


Kuvat: Tulikivi Oyj ja Nunnanlahden Uuni

Vertailu uusien uunien päästöistä perinteisiin uuneihin – häkä (CO)



Vertailu uusien uunien päästöistä perinteisiin uuneihin – hiilivedyt (C_xH_y)



Vertailu uusien uunien päästöistä perinteisiin uuneihin – hiukkaset (kokonaismäärä)

