



Kaasutukseen tarkoitetun metsähakkeen jälkikuivaus

Biomassan kaasutus voidaan suorittaa useilla erityyppisillä kaasuttimilla tai reaktoreilla. Pienimuotoiseen kaasutukseen käytetään usein jonkin tyyppistä kiinteää arina kaasutinta. Kaksi tyypillisintä ovat niin kutsutut myötävirtakaasutin (*Downdraft gasifier*) sekä vastavirtakaasutin (*Updraft gasifier*).

Biomassan kaasutuksessa vaaditaan useimpien kaasutinten yhteydessä jonkin muotoista kuivausta kosteuspitoisuuden saamiseksi alle 20-25%. Kehitteillä on kuitenkin kaasutinreaktoreita, joissa kaasuttimeen syötettävän puuhakkeen tai biomassan voi olla jopa 45% kosteuspitoisuus.

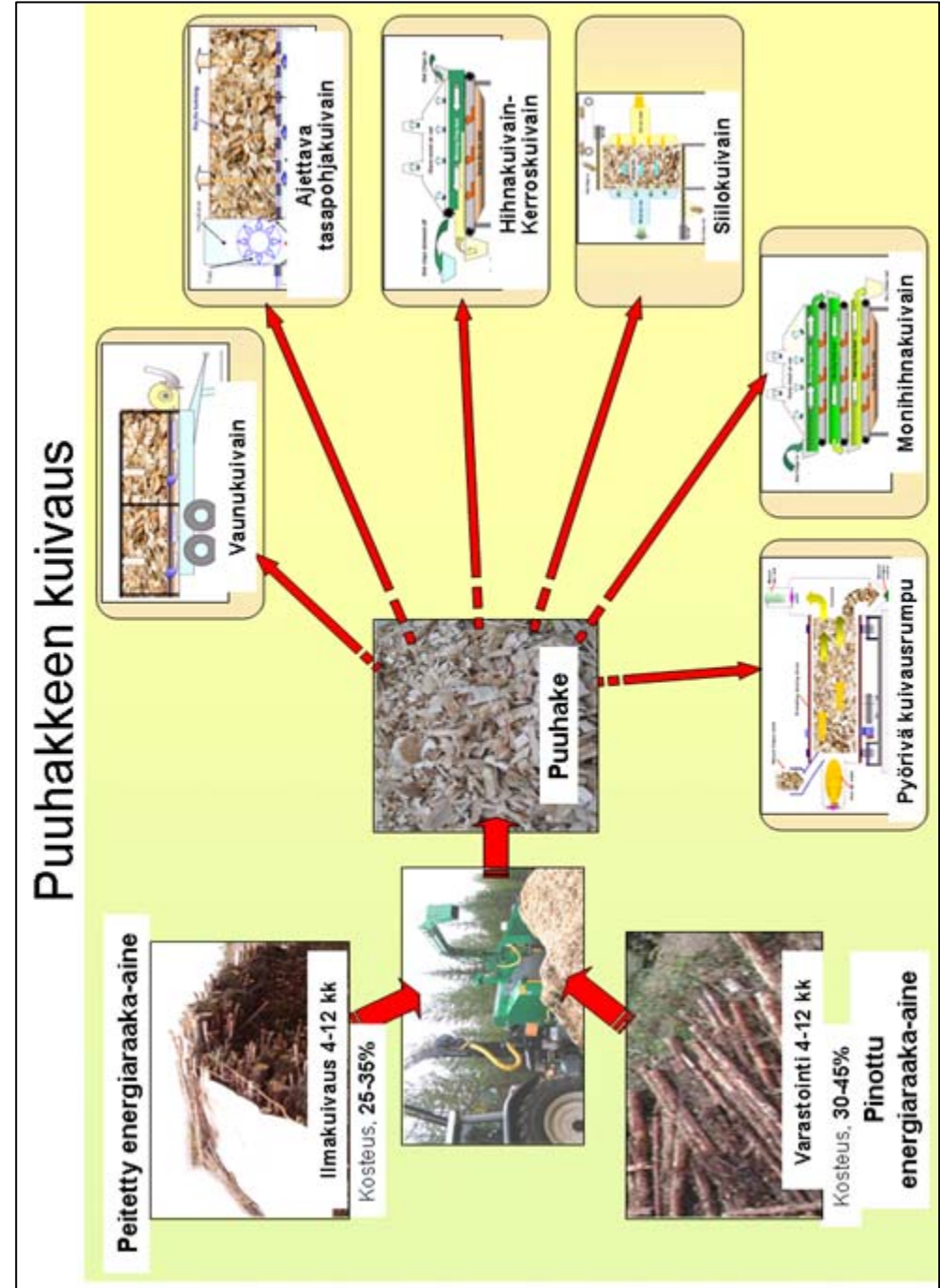
Luonnollisen kuivauksen hyödyntäminen

Energjaraaka-aineen laadun ylläpitämiseksi tulee hyödyntää luonnollista kuivausta. Paras kuivauskausi on tietenkin kesäkuukaudet, jolloin lämpötilat ovat korkeita ja ilmankosteus alhainen.

Huonoin kausi on sateinen syksy jolloin ilmankosteus on suuri, jolloin tapahtuu usein kostumista. Erityisesti, mikäli energjaraaka-ainekasa on jätetty peittämättä, menetetään korkeissa kosteuspitoisuuksissa helposti useita prosenttiyksiköjä.

Peittelyyn käytetään eri tyyppisiä materiaaleja, useiden vuosien ajan käytettävistä pressuista voimapaperiin, joka on luonteeltaan kertakäyttöinen ja joka lisäksi voidaan syöttää hakkuriin haketuksessa.

Oik. Yleiskatsaus pienimuotoisessa kuivauksessa käytettäviin eri tyyppisiin kuivaimiin pienurakoitsijoille tai energiaosuuskunnille.



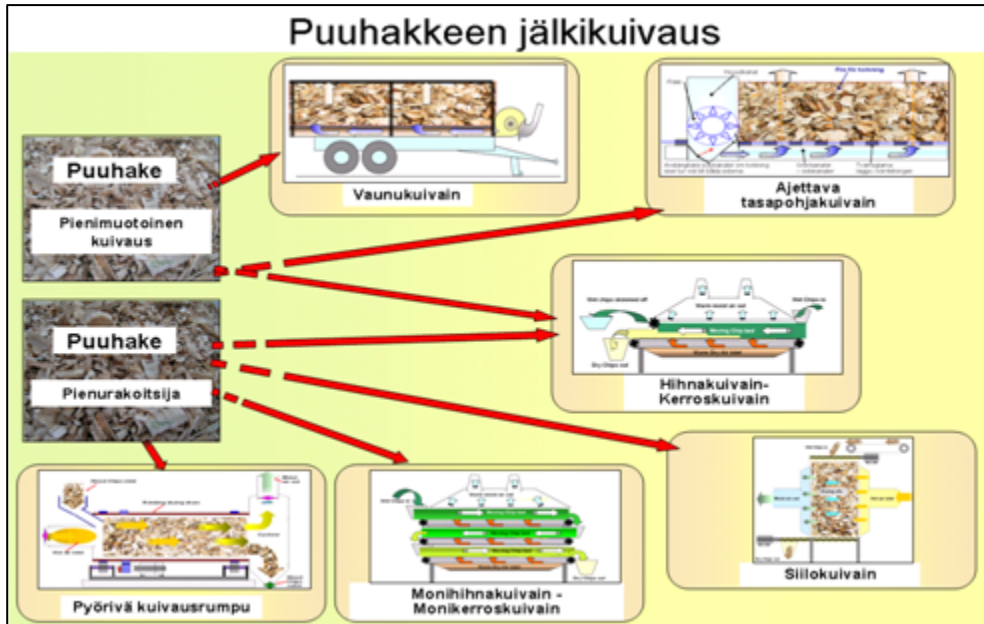
Tutkimuksen mukaan hyvin peitetyn energiaraaka-aineen kosteuspitoisuus voi olla 5-10 prosenttiyksikköä alhaisempi kuin peittelemättömän materiaalin. Peittelemättömän energiaraaka-aineen kosteuspitoisuus kuivauksen jälkeen voi olla 35-45 %, kun taas peitetyn raaka-aineen kosteuspitoisuus saman kuivausjakson jälkeen on 30-35 %. Optimaalisilla varastointi- sekä peittelyolosuhteilla voidaan energiaraaka-aineen kosteuspitoisuus saada alle 30 %.

Useita eri tyyppisiä kuivaimia

Hakkeen kuivaukseen on useita ajateltavissa olevia kuivaimia, joiden valinta usein riippuu siitä miten laajaa toimintaa suoritetaan, mitä on olemassa ennestään, millaiset ovat valmiudet kehittämiseen sekä investointien suuruudesta.

Tavallisimpia hakekuivaukseen käytettyjä kuivaimia ovat,

- **Tasapohjakuivain** (ajettavalla alustalla)
- **Siilokuivain**
- **Rumpukuivain**
- **Hihnakuivain**
- **Monihihnakuivain**

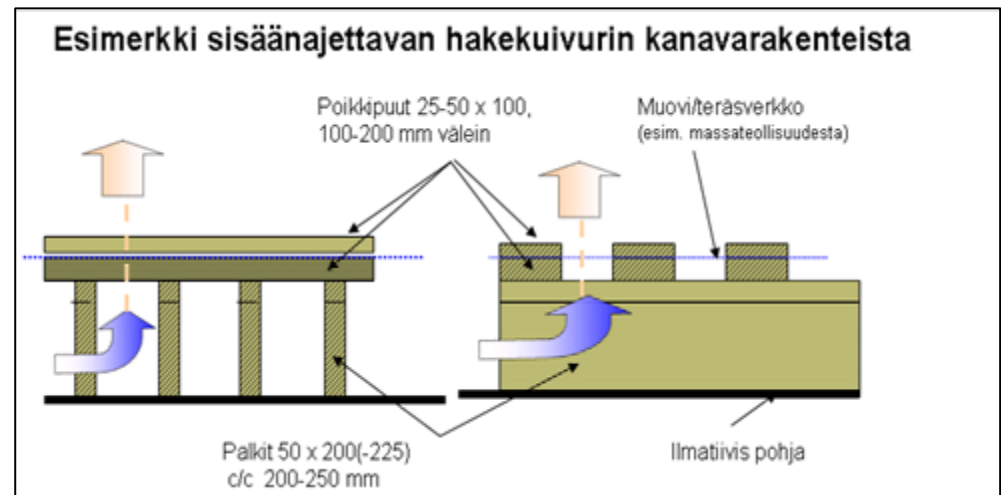
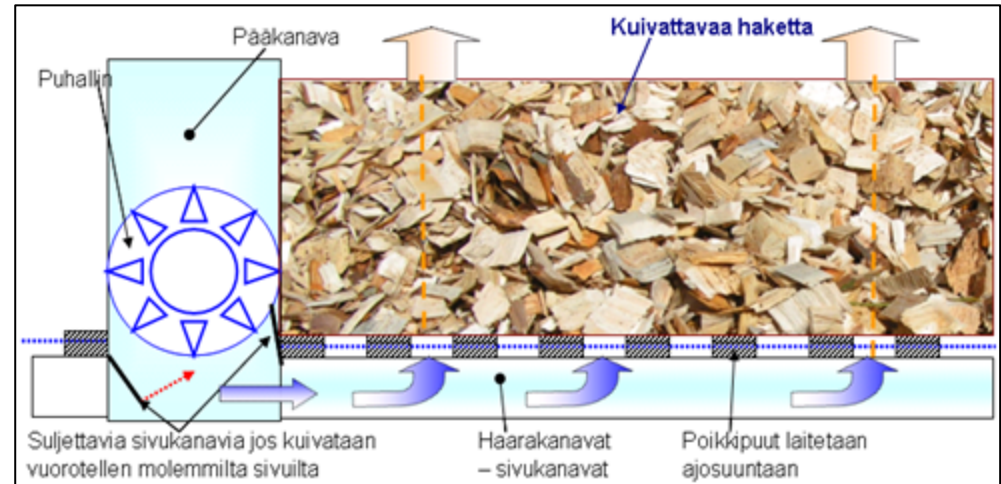


Yleiskatsaus pienimuotoisessa kuivauksessa käytettäviin eri tyyppisiin kuivaimiin pienurakoitsijoille sekä energiaosuuskunnille.

Lisäksi on olemassa vaunukuivaimia pienempään kuivaustarpeeseen. Erityisesti kesällä voidaan hake kuivata nopeasti vaunukuivaimessa, jota voidaan samanaikaisesti hyödyntää hakkeen siirtämiseksi hakevarastoon.

Ajettava tasapohjakuivain

Tasapohjakuivainta voidaan käyttää erityisesti pienessä kuivaustarpeessa sekä lisäkuivaimena. Valitettavasti kuivuminen tapahtuu epätasaisesti alhaalta päin. Osalla tiloista on ennestään esim. viljalle käytettyjä ajettavia tasapohjakuivaimia, joten niiden käyttäminen luonnollisesti on etusijalla.



Kuivaimessa voi olla lämmin ilma jota puhalletaan hakekerroksen läpi. Erityisissä monivaihe- tai monihihnakuivaimissa voi olla myös kuumaa vettä tai kuumaa öljyä jota kierrätetään kuivaimessa.

Aurinkokerääjä

Mikäli mahdollista, niin tasapohjakuivain varustetaan yksinkertaisella aurinkokerääjällä. Yksinkertainen mustasta muovista oleva aurinkokerääjä, muutamalla salvalla kiinnitettynä, voi olla yksinkertaisin lämmönkerääjä kuivumisen nopeuttamiseen. Aurinkokerääjä rakennetaan sille seinälle jossa tuloilmakanava sijaitsee. Täten tuulettimeen saadaan esilämmitettyä ilmaa, jonka lämpötilan nousu voi usein olla 2-5 °C ajankohdasta sekä aurinkokerääjän koosta riippuen.

Mustasta muovista on tehty aurinkokerääjä, joka toimii esilämmitetyn ilman tuloilmakanavana puhaltimelle.

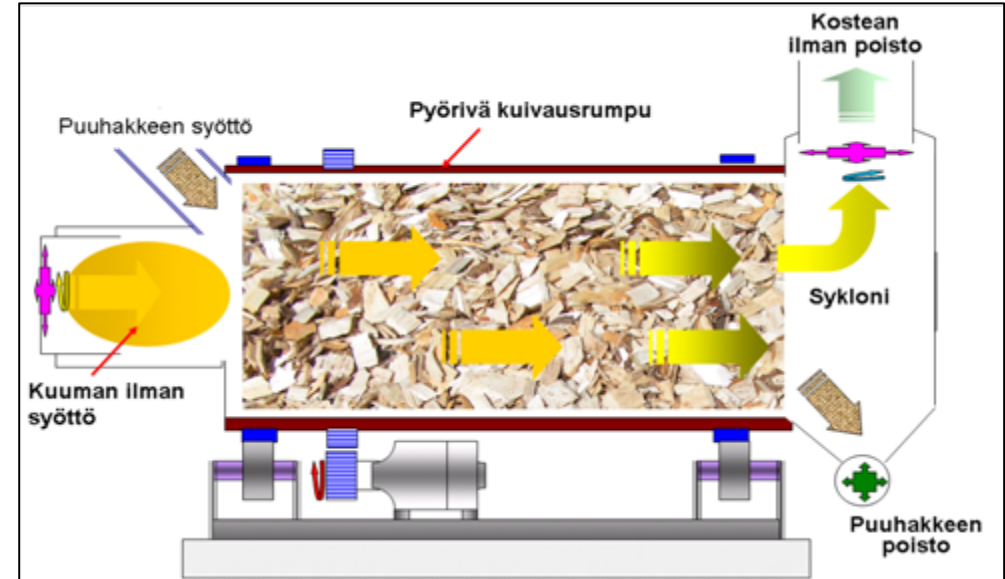


Kuivuri, jossa on yksinkertainen aurinkokerääjä ja ajonkestävä lattia

Jatkuvatoiminen kuivausrumpu

Teollisuudessa sekä laajamittaisessa toiminnassa, esim. pellettituotannossa, ovat kuivausrummut hyvin yleisiä. Kuivausrummussa oleva puuhake tai sahanpuru siirtyy hitaasti eteenpäin kuivauksen aikana rummun pyöriessä, sisääntulosta ulosviennin suuntaan. Pyörimisen seurauksena hake sekoittuu mikä johtaa tasaiseen kuivumiseen. Kuivausrumpu on kallistettu ulosviennin suuntaan. Pyörimisnopeus ohjaa hakkeen liikettä poistumissuuntaan ja sitä ohjataan kosteuspitoisuuden mittauksella ulostulon yhteydessä.

Kuivausrummuille on erilaisia ratkaisuja, joko manttelilla tai ilman. Kuivausilma voi liikkua myötä- tai vastavirtaan tai vaihtoehtoisesti rummun manttelissa voi kierrättää kuumaa öljyä tai vettä.



Periaatekuva pyöritettävästä kuivausrummusta, jossa kuumennettua ilmaa puhalletaan ja imetään kuivausrummussa olevan hakkeen läpi. Hakkeen siirtymisnopeus ulosviennin suuntaan määrää kosteuspitoisuus.

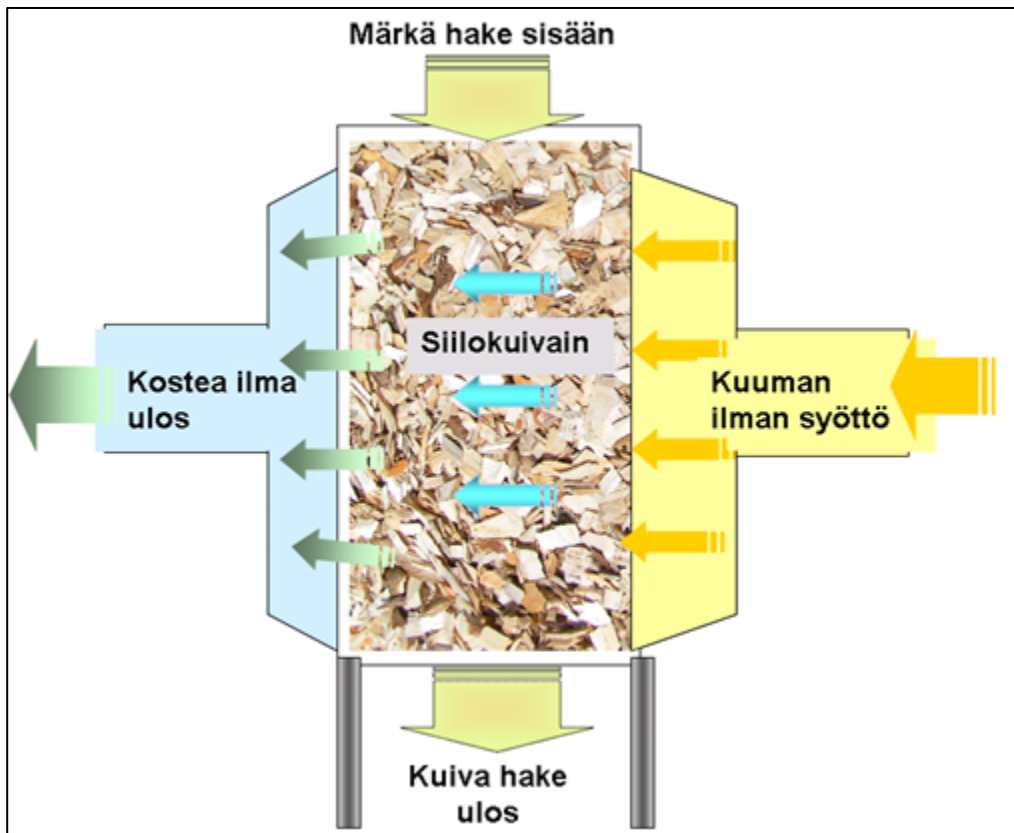
Alla, keskimmaisessä osassa ylhäällä on hakkeen syöttö, taempi eristetty osa on pyörivä kuivausrumpu joka ohjaa materiaalia kuivauksessa ulosviennin suuntaan.



Siilokuivain

Hyvin rakennettua siilokuivainta voidaan käyttää puuhakkeen kuivaukseen. Edellytyksenä on että siilo, ulostulo sekä kuljettimet mitoitetaan siten että hakkeen holvaantuminen sekä takertuminen voidaan välttää.

Mikäli ajatellaan käytettävän vanhaa viljankuivainta, asettaa sen käyttö suuria vaatimuksia sen kunnostamiseksi oikealla tavoin hyvän läpäisevyyden varmistamiseksi. Muuten on odotettavissa suuria toimintahäiriöitä. Myös kuljettimet tulee mitoittaa puuhakkeen ja seassa olevien tikkujen mukaan tai muuten seurauksena on helposti pysähdyksiä.



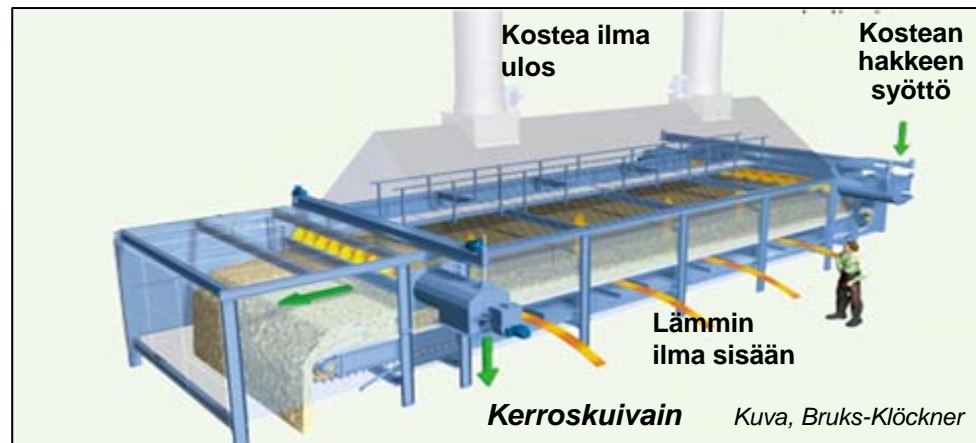
Siilokuivaimen periaatekuva. Syöttö voidaan suorittaa kuljettimella joka ohjaa hakkeen kuivaimen yläosaan. Täällä esim. ruuveilla hake jaetaan koko siilon leveydelle. Kuivattu hake poistetaan siilokuivaimen pohjalta. Kuumaa kuivausilmaa puhalletaan hakkeen läpi ja kostunut ilma imetään ulos. Hakkeen poistonopeus riippuu hakkeen kosteuspitoisuudesta ulosviennin yhteydessä.



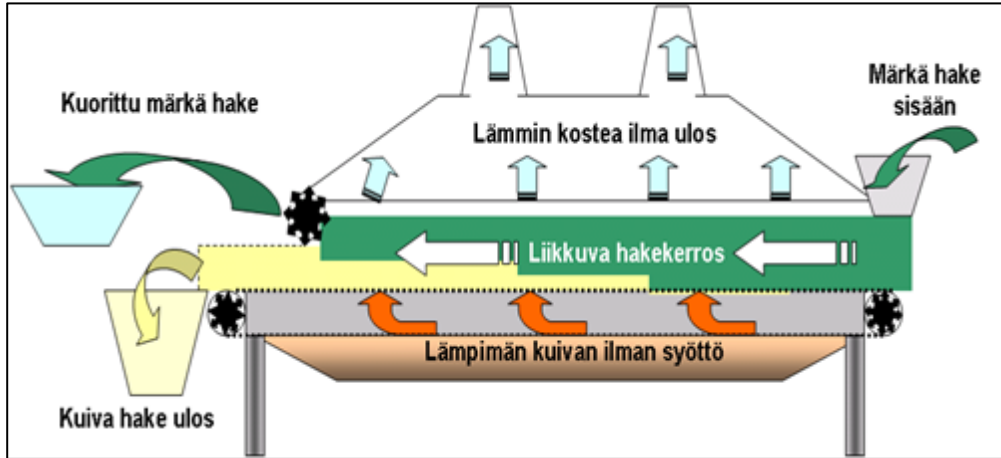
Kuva jatkuvatoimisesta siilokuivaimesta. Kuivain sijaitsee CHP- laitoksessa Lestijärvellä, Keski-Pohjanmaalla.

Jatkuvatoiminen hihnakuivain (Kerroskuivain)

Hihnakuivaimessa voidaan kuivata sahanpurua sekä puuhaketta. Hihnakuivainta kutsutaan myös kerroskuivaimeksi. Kuivainyksikkö voi olla yksi- tai monikerroksinen.

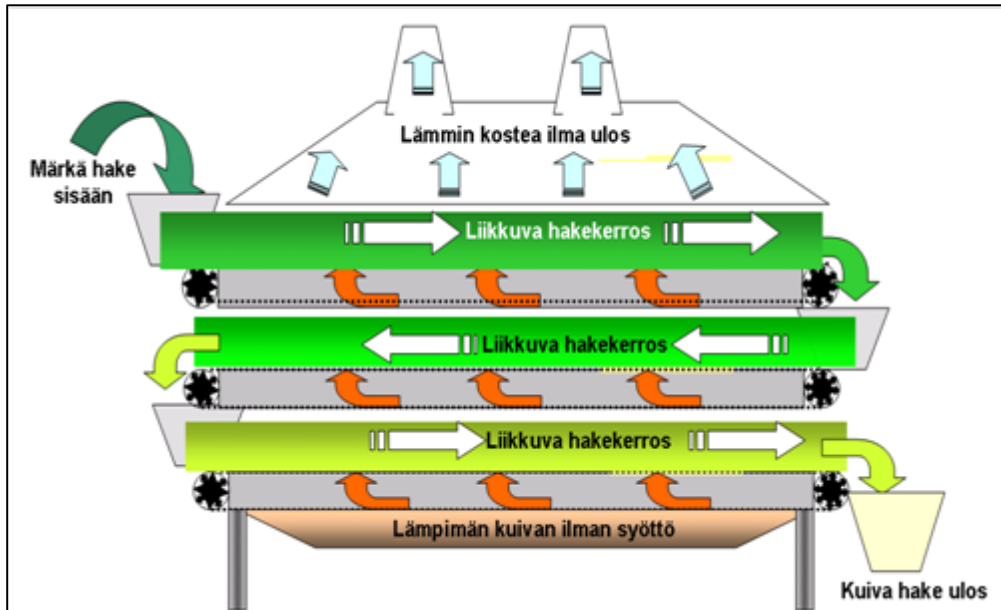


Kuva, Bruks-Klöckner



Hihnakuvaimen (kerroskuivaimen) periaatekuva.

Kuivaimessa on ketjuohjattu tasapohja jolla materiaalia vedetään kuivauksen aikana eteenpäin ulosviennin suuntaan. Hakkeen liikkuessa hitaasti eteenpäin puhalletaan kuumaa kuivausilmaa hakekerroksen läpi.



Monihihnakuvaimen (Monikerroskuivaimen) periaatekuva. Tässä kuivaimessa kuivaus suoritetaan useissa kuivainkerrosten tasoissa, haketta liikutetaan eteenpäin ja alaspäin samalla kun kuumaa ilmaa johdetaan kerrosten läpi alkaen alhaalta ensimmäisen hakekerroksen läpi ja jatkuen ylöspäin seuraavaan kerrokseen.

Hihnakuvaimen (kerroskuivaimen) toimintaperiaate

Märän hakkeen syötössä kuivaimen levitetään hake koko kuivaimen leveydelle syöttöruuvin avulla. Kuivauksessa hakekerros liikkuu hitaasti eteenpäin. Kuumaa kuivausilmaa, 80-120 astetta, puhalletaan hakekerroksen alapuolelta ja se johdetaan hakekerroksen läpi jossa kuivuminen tapahtuu. Kuivuminen tapahtuu alhaalta päin, jolloin ylimmät kerrokset ovat enemmän tai vähemmän kosteita. Ulostulon yhteydessä kuoritaan ylin kostea hakekerros pois ja se johdetaan uuteen kuivaukseen. Ruuvi kuorii kostean hakkeen pois sopivalta korkeudelta riippuen hakekerroksen kosteuspitoisuudesta.

Poistuvaa lämmintä ja kostea ilmaa voidaan myös käyttää uudelleen ja johtaa se kuivainkerroksen alkuun hakkeen esilämmittämiseksi, ja tällä tavoin nopeuttaa kuivausta. Kuivauslämpötila on usein 80-110°C.

On olemassa myös monihihnakuvaimia, joissa käytetään kuivausväliaineena kuumaa öljyä. Öljyä kierrätetään hakekerroksen alla putkissa, tuuletin voidaan liittää kuivausilman ohjaamiseksi kuivauskerroksen läpi.

Hakkeen tasainen koko helpottaa mahdollisuutta saada nopeasti tasainen loppukosteuspitoisuus.



On olemassa monia eri tyyppisiä sekä mallisia kuivaimia

Nykyisissä suurissa pellettitehtaissa on monia erityyppisiä hakkeen sekä sahanpurun kuivaimia. Nopeaan kuivaukseen käytetään kehittyneemmissä kuivaimissa väliaineena ns. tulistettua höyryä (SSD, Superheated Steam Dryer). Se on korkeassa paineessa sekä lämpötilassa, 120 - 220 °C (tai korkeammassa) olevaa kuivaukseen käytettävää höyryä.



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
KOKKOLAN YLIOPISTOKESKUS
CHYDENIUS

Ulf-Peter Granö

Puh.: 00-358-6-8294239