



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

Koulutuksen moduulit:

- Uudet materiaalit ja biomateriaalit
- Ekologinen suunnittelu ja uudet valmistusprosessit
 - **Jätteen hallinta ja kierrätys**
- Kansalaisten ja kuluttajien osallistaminen



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

Kierrätysjärjestelmät & uudet businessmallit kierrätetyn materiaalin uusiokäytössä

- Muovin kierrätyksen optimointi
- Pakkausjätteen mekaaninen kierrätys
- Uusiomuovituotteet – esimerkkejä ja markkinatrendejä
- **Kemialliset kierrätyskeinot – liuotus, katalyyttinen ja lämpökemialliset teknologiat**



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

- **Lämpökemiallinen kierrätys**
 - Energian talteenotto



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.



Lämpökemiallinen kierrätys

Prosessi	Reaktio-olosuhteet	Tuotteet
Kaasutus	15–30 MPa, 800–1600 °C	Synteetikaasut (CO and H ₂) ja energia
Hydraus	20 MPa, 500 °C	Synteettinen öljy, bitumi
Pyrolyysi	400–900 °C	Vahat, öljyt, kaasu, energia
Pilkkominen masuunissa	2000 °C	Harkkorauta, polttokaasut



Lämpökemiallinen kierrätys

- Mielenkiintoiset teknologiat polymeerijätevirroille, joita on vaikea depolymerisoida ja jotka eivät ole tällä hetkellä (mekaanisesti) kierrätettyjä mutta joita poltetaan tai viedään kaatopaikalle, kuten PE/PP/PS-seokset, monikerrospakkaukset, kuitulujitetut komposiitit



Lämpökemiallinen kierrätys

Kaasutus

- Voidaan määritellä hiilivetyjen osittaiseksi hapettumiseksi alhaisempien happitasojen läsnä ollessa kuin mitä vaadittaisiin täydelliseen stoikiometriseen palamisreaktioon.
- Pitkälle kehitetty teollinen prosessi hiilen ja raskasöljyjen pilkkomiseen kaasuuntamalla, ja sitä voidaan muokata käytettäväksi muovijätteen kierrätyksessä
- Pääasiallinen lopputuote: synteetikaasu

hiilivedyt (polymeerijäte) + O₂ + lämpö → synteetikaasu



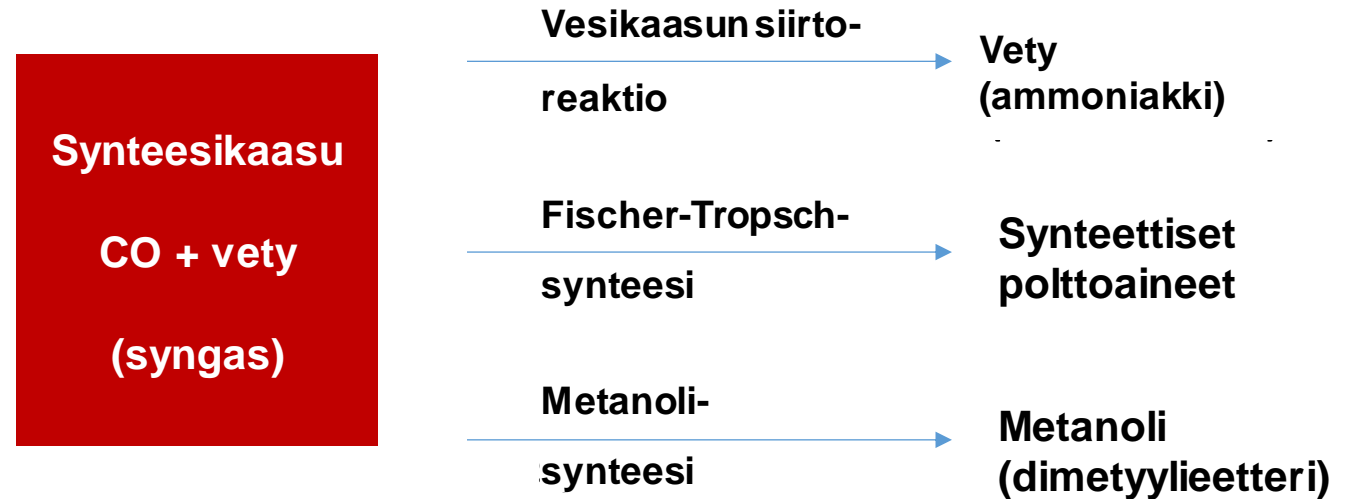
Lämpökemiallinen kierrätys

Kaasutus

Synteesikaasu: CO ja H₂ käytetään metanolin ja maakaasun synteesissä

Lämpötilat 800°C–1600°C, paine 15–30 MPa

Ilmaa, happea, höyryä, savukaasuja, CO₂, H₂ voidaan käyttää kaasutusaineina



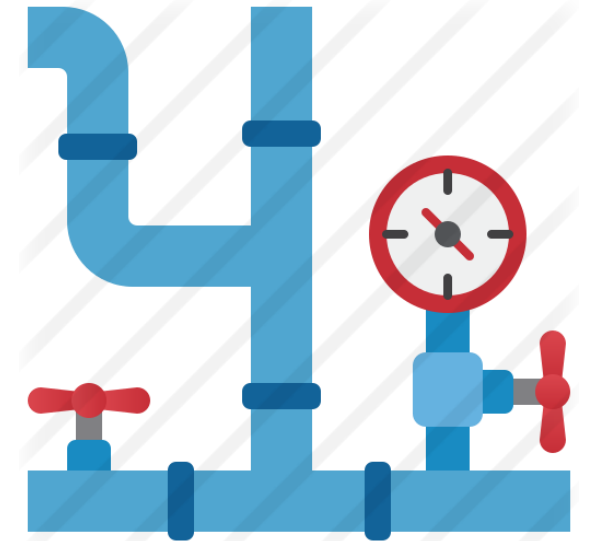
Kuva – Synteesikaasun käyttö



Lämpökemiallinen kierrätys

Kaasutus

- Kaasuuntumisteknologian perusmenetelmät:
 - kiinteä peti
 - leijupeti.



Kemiallinen kierrätys

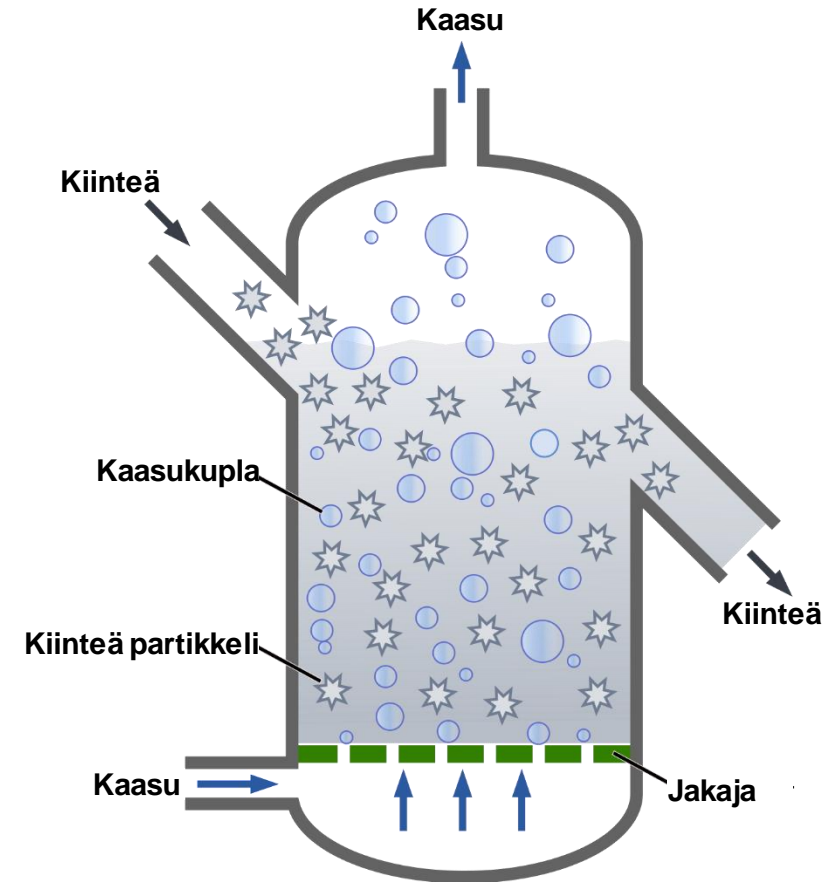
Kaasutus

Leijupetiteknologia

Jos kaasu kulkee ylöspäin pedin kiinteän aineen läpi tarpeeksi suurella nopeudella erottaakseen partikkelit ja tullakseen vapaasti tuetuksi, pedin sanotaan olevan leijuva.

Edut verrattuna kiinteään petiin:

- huomattavasti läheisempi kontakti kiinteän aineen ja kaasun välillä
- korkeampi lämmönsiirtymisaste
- tasainen lämpötila pedissä.



Kuva 3 – Kaasutusreaktori.
Lähde: Wikipedia



Kemiallinen kierrätys

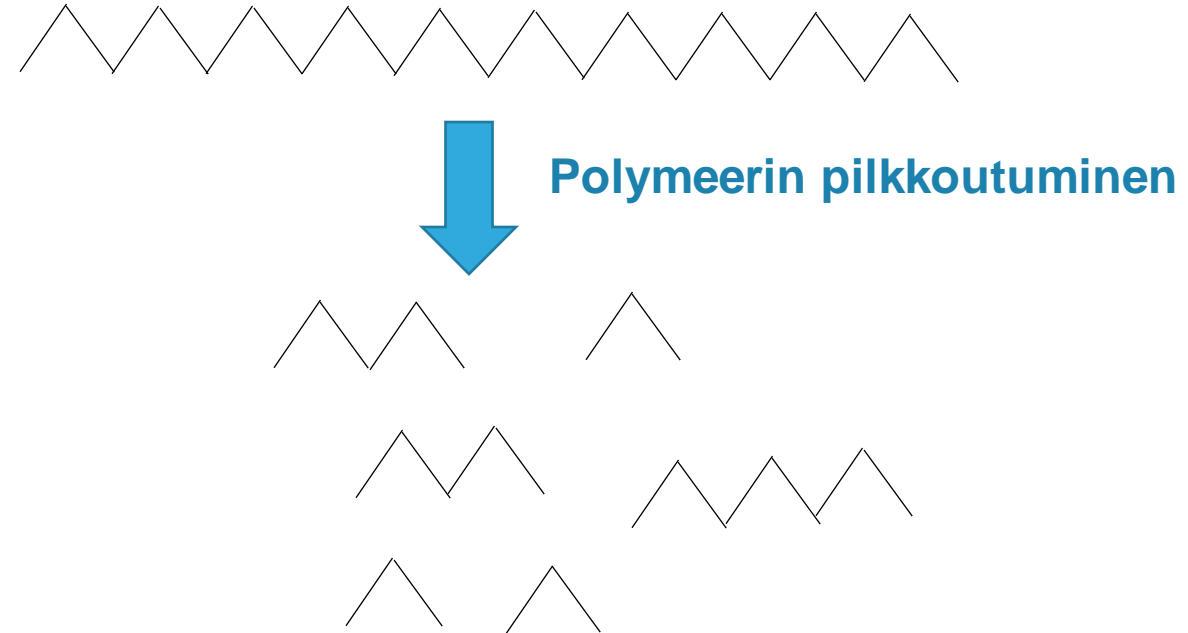
Kaasutus

Leijupetiteknologia

Muovipartikkelit sulavat nopeasti ja hiekkapartikkelit päällystyvät niillä.

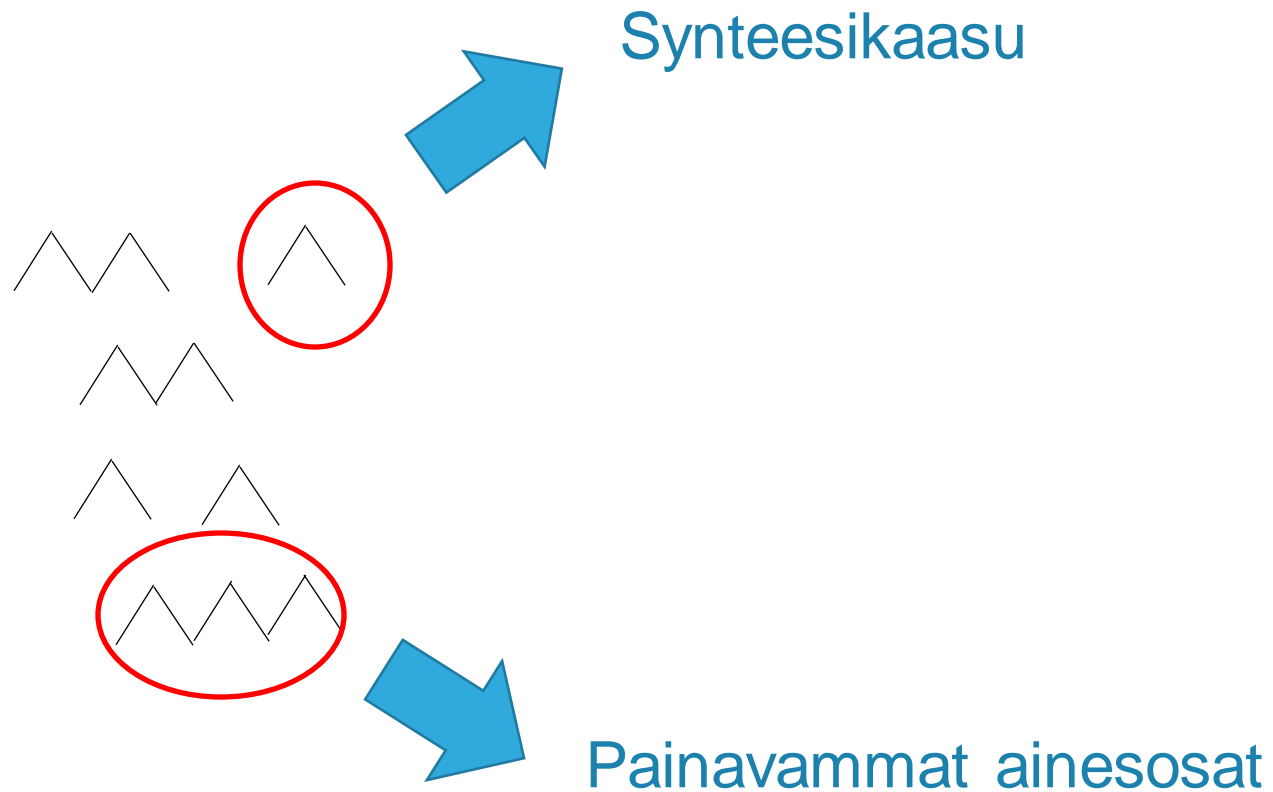
Alemman molekyylipainon muovimateriaalit pilkkoutuvat leijupetiteknologian korkeissa lämpötiloissa.

Korkeamman haihtumisen komponentit muuttuvat synteettiseksi kaasuksi, jättäen painavimmat, metalliset ja mineraalijäämät pohjalle kerättäväksi.



Kemiallinen kierrätys

Kaasutus



Kemiallinen kierrätys

Kaasutus

Leijupetiteknologia

Tyypillisesti 80–90 % syötetystä muovijätteestä voidaan käyttää uudelleen.

Jos PVC:tä kaasutetaan, voi muodostua suolahappoa HCl. Se voidaan poistaa tehokkaasti ja kustannustehokkaasti lisäämällä petiin kalsiumoksidia.

- Tämä tekee myös leijupedistä houkuttelevamman kuin kiinteästä pedistä, jossa kaasun puhdistus pitää tehdä erikseen.



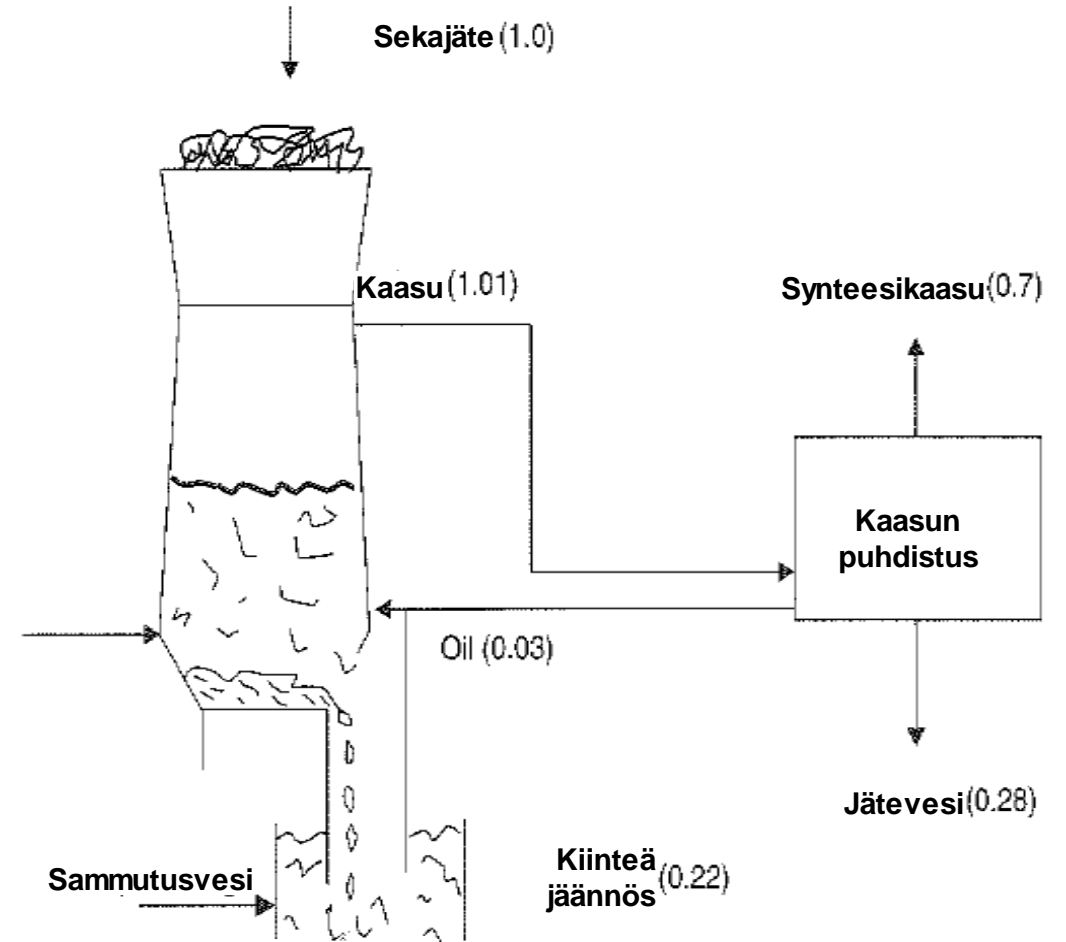
Kemiallinen kierrätys

Kaasutus

Kiinteän pedin teknologia

Purox-systeemi

- Happi kaasuuntumisaineena
- Reaktorin lämpötila 1700 °C
- Muodostuu savukaasuja: CO, CO₂ ja vesihöyryä.
- Kaasut sisältävät 80 % muovijätteen energiasta, mutta ne pitää puhdistaa.
- Puhdistus ja puhdas happi tekevät systeemistä kalliin.



Kuva 5 - Kaasutusreaktori

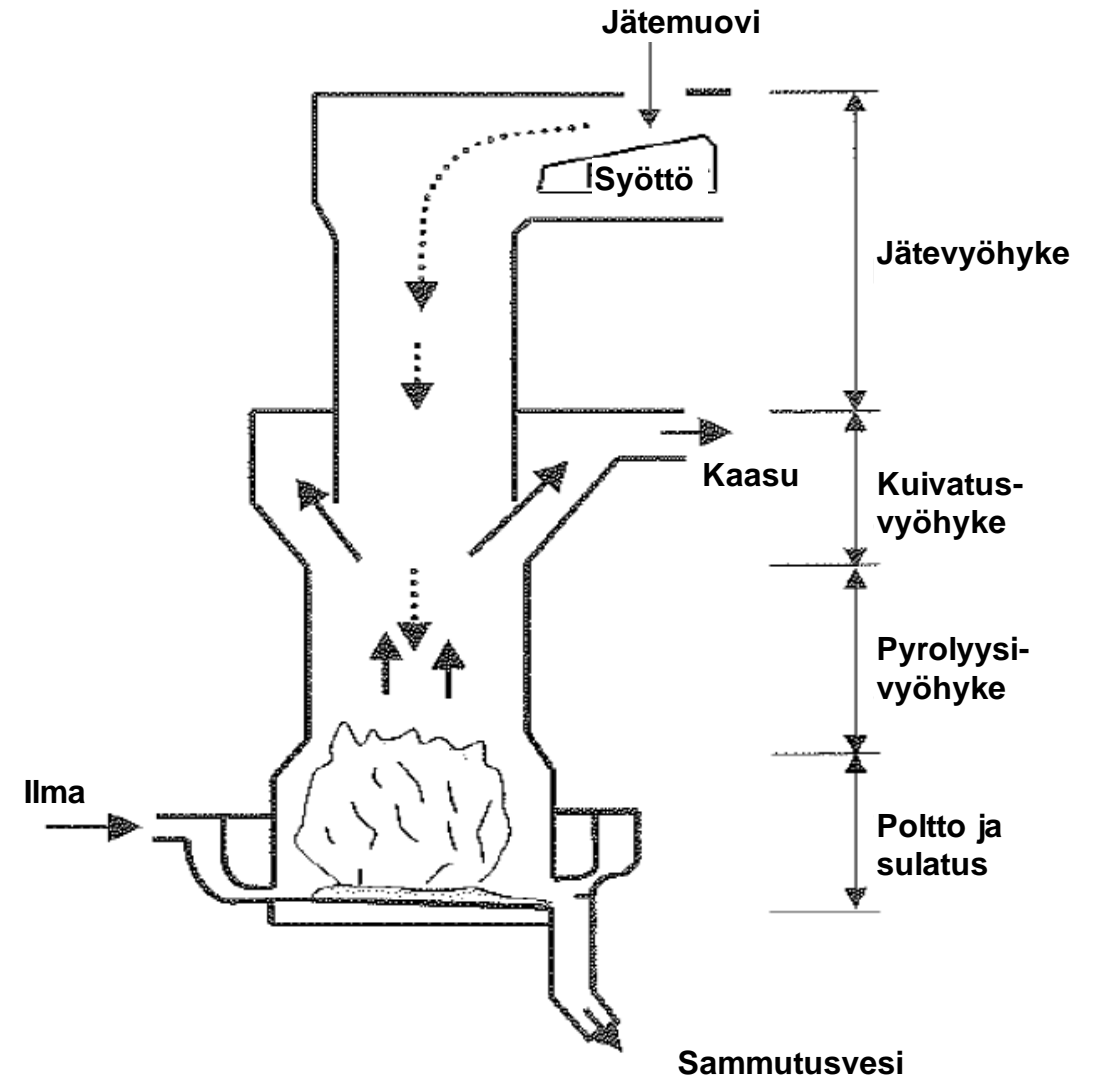
Kemiallinen kierrätys

Kaasutus

Kiinteän pedin teknologia

Andco-Torrax-systeemi

- Muovijäte syötetään sisään pystysuuntaisen reaktorin päältä.
- Ilma kaasuntumisaineena
- Kaasut ovat puhtaita, mutta niillä on alhaisempi hyötysuhde. Ulostulolämpö on 400–500 °C. Kaasut ovat täydellisiä kuuman veden ja höyryn tuottamiseen.



Kemiallinen kierrätys

Kaasutus

Tiivistelmä:

- Kaasuntuotannossa synteesikaasu on parempi kuin savukaasu.
- Kaasutuksella on useita etuja verrattuna muihin kemiallisen kierrätyksen menetelmiin (alhaiset pääomakustannukset ja korkea tuotteen arvo), mutta se vaatii muovijätteen esikäsittelyprosesseja, mikä lisää tuotantokustannuksia.





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

- **Lämpökemiallinen kierrätys**
 - Energian talteenotto



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.



Kemiallinen kierrätys

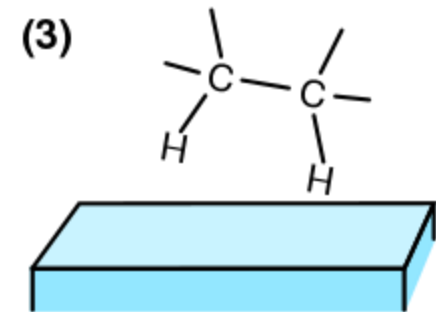
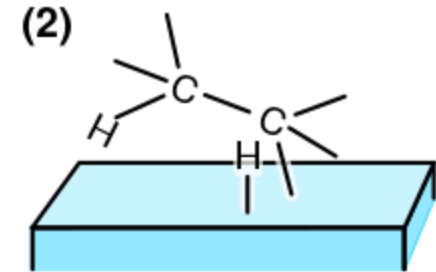
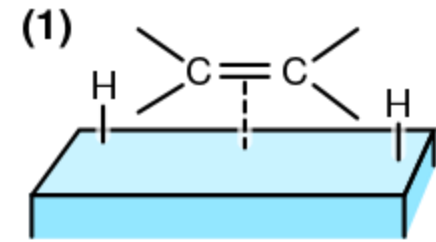
Prosessi	Reaktio-olosuhteet	Tuotteet
Kaasutus	15–30 MPa, 800–1600 °C	Synteetikaasut (CO and H ₂) ja energia
Hydraus	20 MPa, 500 °C	Synteettinen öljy, bitumi
Pyrolyysi	400–900 °C	Vahat, öljyt, kaasu, energia
Pilkkominen masuunissa	2000 °C	Harkkorauta, polttokaasut



Kemiallinen kierrätys

Hydraus

Hydraus on kemiallinen reaktion vedyn (H_2) ja toisen komponentin tai alkuaineen kesken, yleensä katalyytin, kuten nikkelin, läsnä ollessa.



Kuva – Hydrauksen vaiheet. Lähde: Wikipedia



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

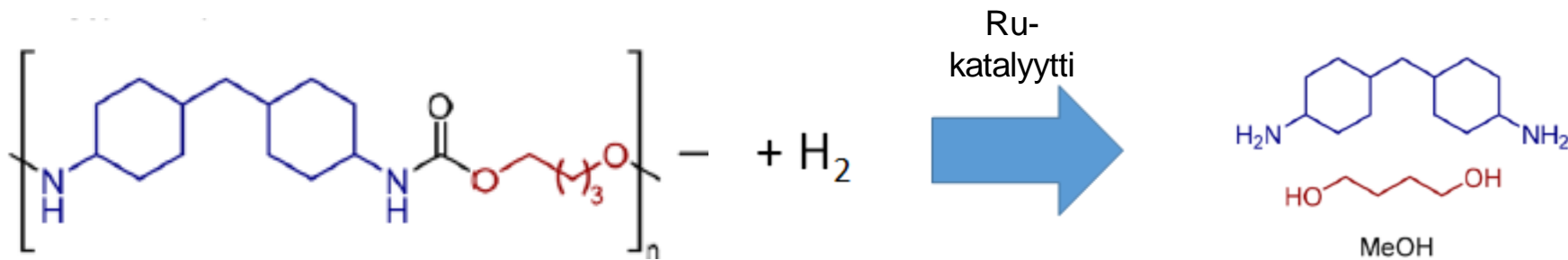
Kemiallinen kierrätys

Hydraus

jätemuovi + vety + lämpö + katalyytti → synteettinen öljy

Esimerkkejä tieteellisestä tutkimuksesta: jätemuovien hydraus (PU)

Polyuretaanin hydraus



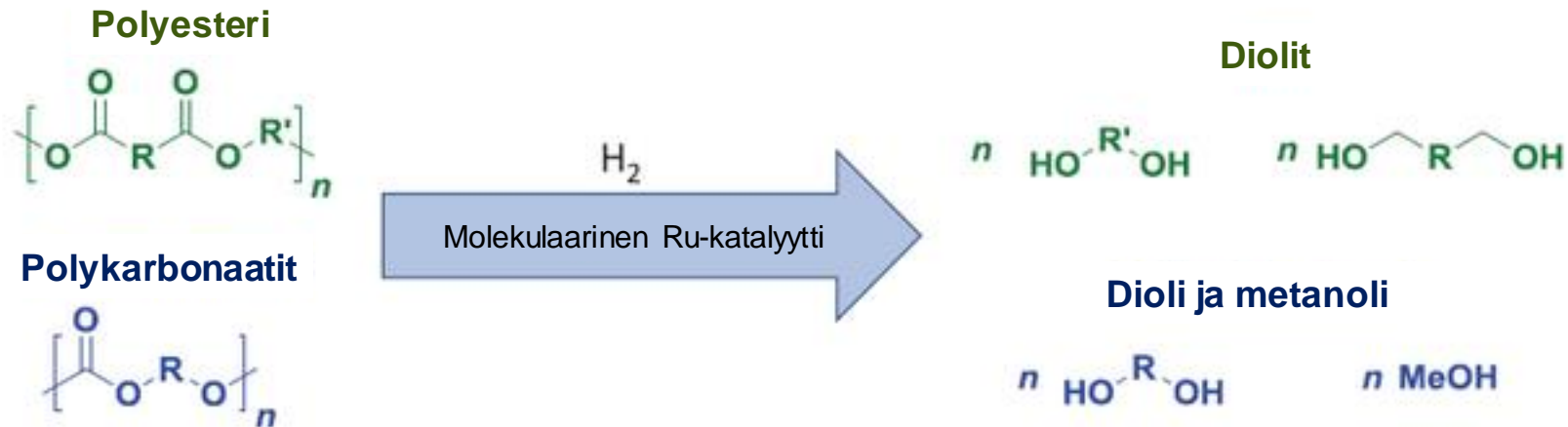
PU-hartsii



Kemiallinen kierrätys

Hydraus

Esimerkkejä tieteellisestä tutkimuksesta: jätemuovien hydraus (polyesteri ja polykarbonaatti)

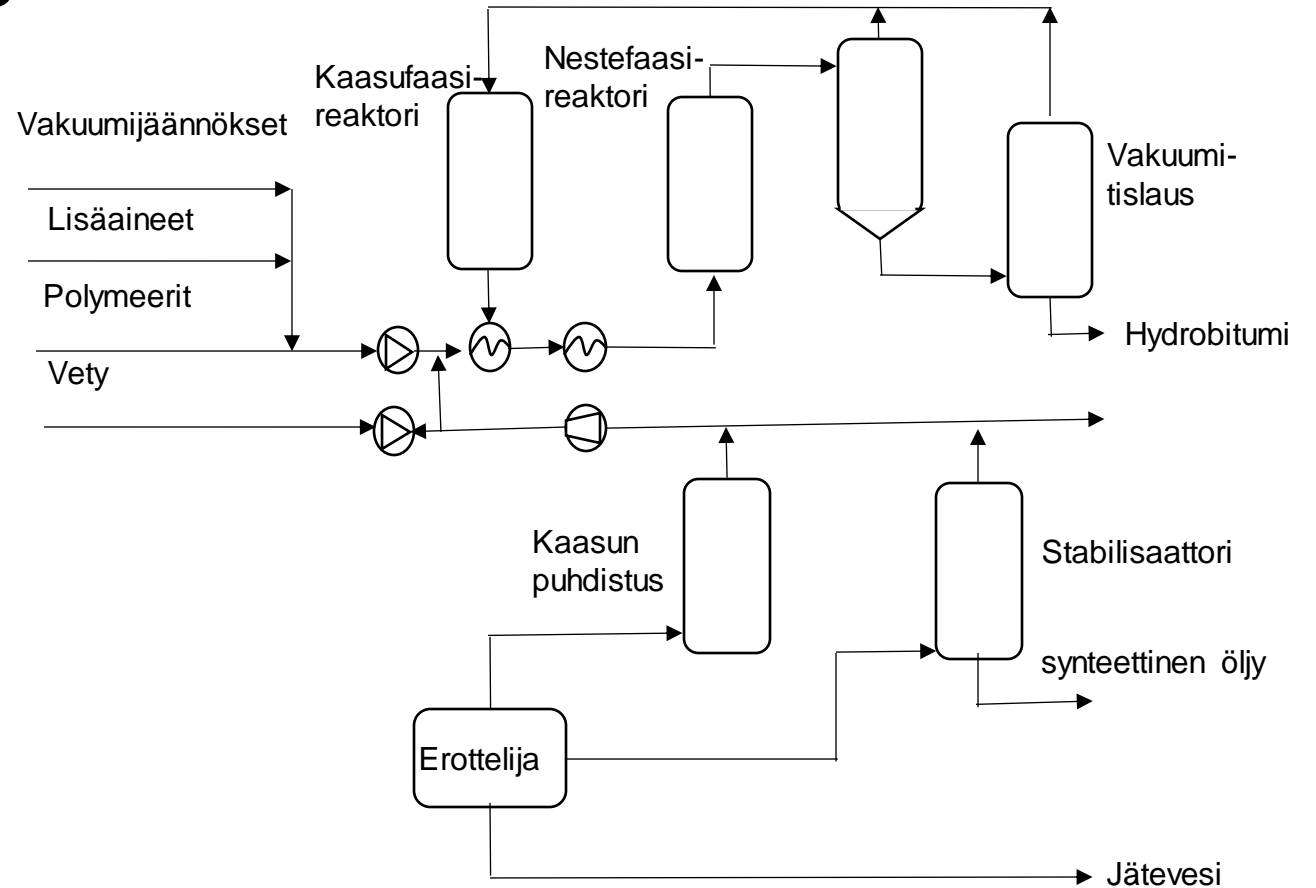


Kemiallinen kierrätys

Hydraus

Bottrop-prosessi

- Depolymerisaatio tapahtuu 420 °C:ssa.
- Vedyn pilkkoutumisprosessi tapahtuu kuplakolonnassa olosuhteissa 480 °C ja 20 MPa.
- Pääasialliset kaasuuntuneet tuotteet ovat hiilivedyt ja ammoniakki.
- Kiinteät tuotteet ovat bitumi ja raakaöljy.
- Prosessi on herkkä yksittäisille heterogeenisille atomeille (esim. S, Cl, N,...) polymeerissä.



Kemiallinen kierrätys

Prosessi	Reaktio-olosuhteet	Tuotteet
Kaasutus	15–30 MPa, 800–1600 °C	Synteetikaasut (CO and H ₂) ja energia
Hydraus	20 MPa, 500 °C	Synteettinen öljy, bitumi
Pyrolyysi	400–900 °C	Vahat, öljyt, kaasu, energia
Pilkkominen masuunissa	2000 °C	Harkkorauta, polttokaasut



Kemiallinen kierrätys

Masuunipelkistys

Rautamalmi pelkistetään masuunissa käyttäen apuna apuaineita kuten hiiltä, hiilimonoksidia tai vetyä. Muovijätettä voidaan käyttää raakaöljyn sijaan.

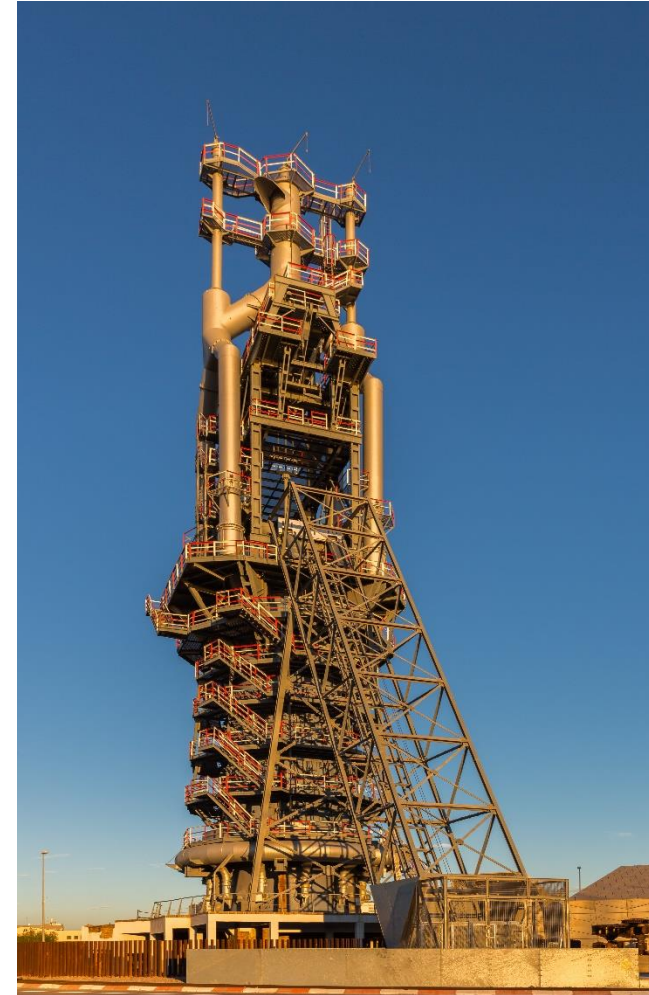
Polymeerimateriaali puhalletaan masuunin pohjalle 2000 °C:een lämpötilassa.



Kemiallinen kierrätys

Polymeerimateriaalin pyrolyysissa muodostuu kaasuja, ja samalla se tarjoaa lämmönlähteen.

Polymeeri korvaa raskasöljyn energian lähteenä, ja melkein 80 % muodostuneista kaasuista käytetään pitkän puhallusuunin liikkuvassa pedissä.



Kuva – Masuuni. Lähde: Wikipedia





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

- **Lämpökemiallinen kierrätys**
 - Energian talteenotto



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.



Kemiallinen kierrätys

Prosessi	Reaktio-olosuhteet	Tuotteet
Kaasutus	15–30 MPa, 800–1600 °C	Synteetikaasut (CO and H ₂) ja energia
Hydraus	20 MPa, 500 °C	Synteettinen öljy, bitumi
Pyrolyysi	400–900 °C	Vahat, öljyt, kaasu, energia
Pilkkominen masuunissa	2000 °C	Harkkorauta, polttokaasut



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Pyrolyysi on terminen hajoaminen 350–700 °C:n lämpötiloissa ilman happea ja muita kaasuuntumisaineita.

Polymeerit hajoavat monomeereiksi, oligomeereiksi ja muiksi orgaanisiksi aineiksi, jotka voidaan kerätä erikseen ja käyttää energiatuotannon raaka-aineena.

Korkeat PVC-pitoisuudet rajoittavat sovelluksen käyttöä.

jätemuovi + lämpö → neste + kaasu + kiinteät hiilivedyt



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Voidaan jakaa kahteen tyyppiin:

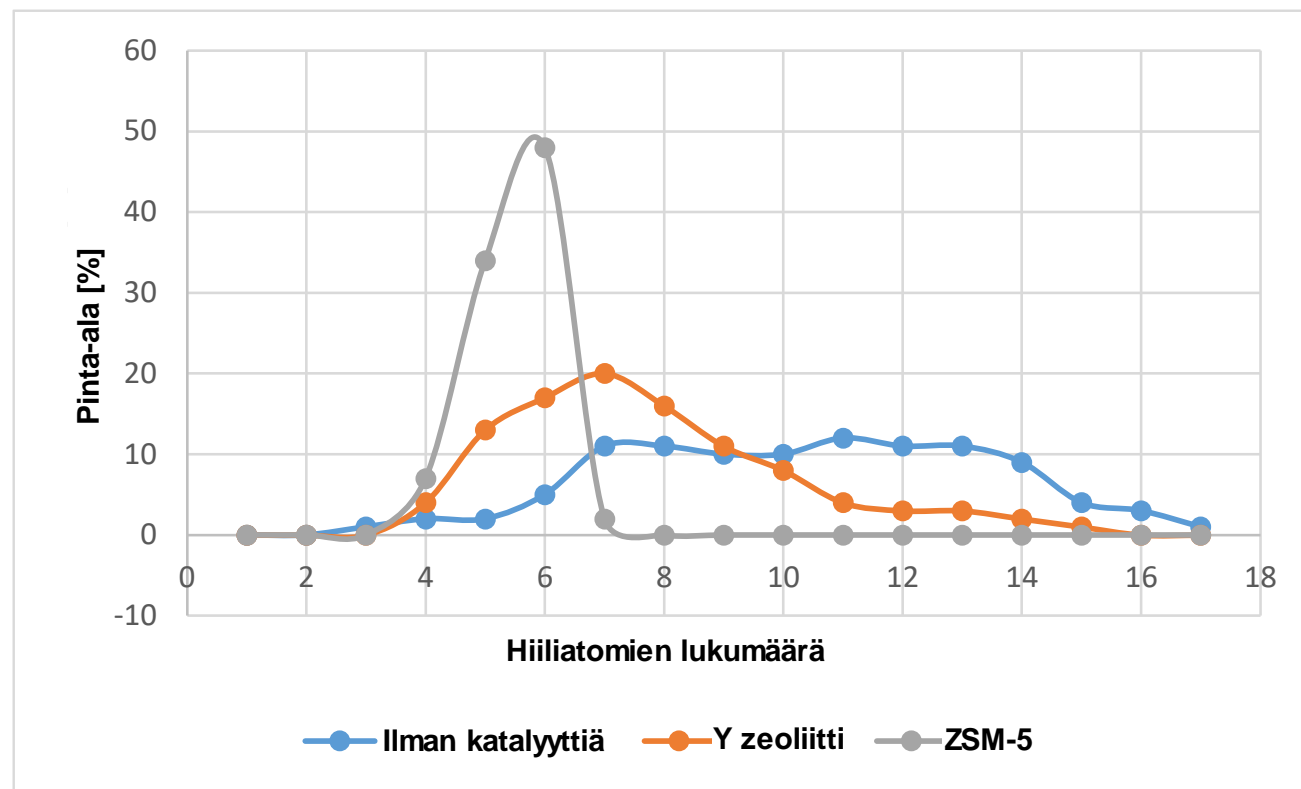
- Terminen (ilman katalyytin läsnäoloa): tuottaa alhaisen oktaaniasteen nestemäisiä tuotteita ja kaasut vaativat jalostusta, jotta niitä voidaan käyttää polttoaineena.
- Katalyyttinen pyrolyysi: laskee lämpöä ja nostaa nestemäisten ja kaasumaisten tuotteiden arvoa.



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

- Tuotespektriä voidaan kaventaa katalyysilla.
- Lämpötilat laskevat (300–350 °C).
- Pääasialliset heikkoudet: katalyytin kontaminaatio



Kuva – Nestemäisten tuotteiden tuotejakauma pyrolyysissä



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Pyrolyysireaktorissa tapahtuvat reaktiot:

- hajoaminen monomeereiksi
- orgaanisten komponenttien erottuminen perusketjuiksi
- monomeerien/oligomeerien samanaikainen hajoaminen ja erottuminen
- yksinkertaisten orgaanisten komponenttien eliminaatio
- sivuketjujen, monimutkaisten tuotteiden ja ristosilloittuneiden tuotteiden eliminointi.



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Plastic energy

<https://plasticenergy.com/>

Plastic Energy Co. on patentoinut termisen anaerobisen teknologian, joka tähtää PSW:n (muovijätteen) jalostamiseen takaisin muovituotannon raaka-aineeksi tai vaihtoehtoisesti alhaisen hiilipitoisuuden polttoaineeksi. Yhtiöllä on kaksi kierrätyslaitosta Sevillassa ja Almeriassa (Espanja) jotka ovat olleet toiminnassa vuodesta 2014 ja 2017. Jokaista prosessoitua PSW-tonnia kohden tuotetaan 850 litraa kemiallista pyrolyysiöljyä (TACOIL). Yrityksen tavoitteena on ollut valmistaa 200 000 tonnia muovia vuoteen 2020 mennessä.



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Enval; <https://www.enval.com/>

Enval Ltd. keskittyy mikroaalloilla tuotettuun pyrolyysiin muovialumiinilaminaattien prosessoinnissa. Kierrätysalumiini Envalin prosessin avulla johtaa 75 %:n energiasäästöihin. Saavutettu puhtaus on 98 % ja metallin minimisaanto 80 %. Alumiini voidaan sulattaa uudelleen.

Tavallinen Envalin tehdas tuottaa 200–400 tonnia alumiinia vuodessa. Tuotetut pyrolyysissa syntyneet öljyt voidaan hyödyntää raaka-aineena energian tuotannossa. Envalin prosessia voidaan hallita operaattorin määritelmän mukaan säätämään kaasun ja öljyn saantoa. Envalin tehdasta voidaan ajaa syöttöasteella 350 kg/h, joka vastaa 2000 tonnin nimelliskapasiteettia per vuosi.



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

ETIA group

<https://etia-group.com/operations-for-thermal-processing/pyrolysis/>

- ETIA Ecotechnologies on kehittänyt ja patentoinut innovatiivisen pyrolyysiprosessin Biogreen®, joka on ollut tuotannossa vuodesta 2003.



Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Recycling Technologies

<https://recyclingtechnologies.co.uk/>

Recycling Technologies on kehittänyt prosessimenetelmän muovin kierrätykseen jalostamalla muovijätettä polttoaineeksi. Sen kapasiteetti on 9000 tn/vuodessa. Lisäksi yritys on kaupallistanut neljä ultra-alhaista rikkiöljyä (saavutetaan alle 0,1 %:n rikkipitoisuus), jotka on johdettu kierrätetystä muovista (tuotemerkki Plaxx), joita voidaan käyttää korvaavana polttoaineena tai raaka-aineena muovin ja vahojen tuotannossa.

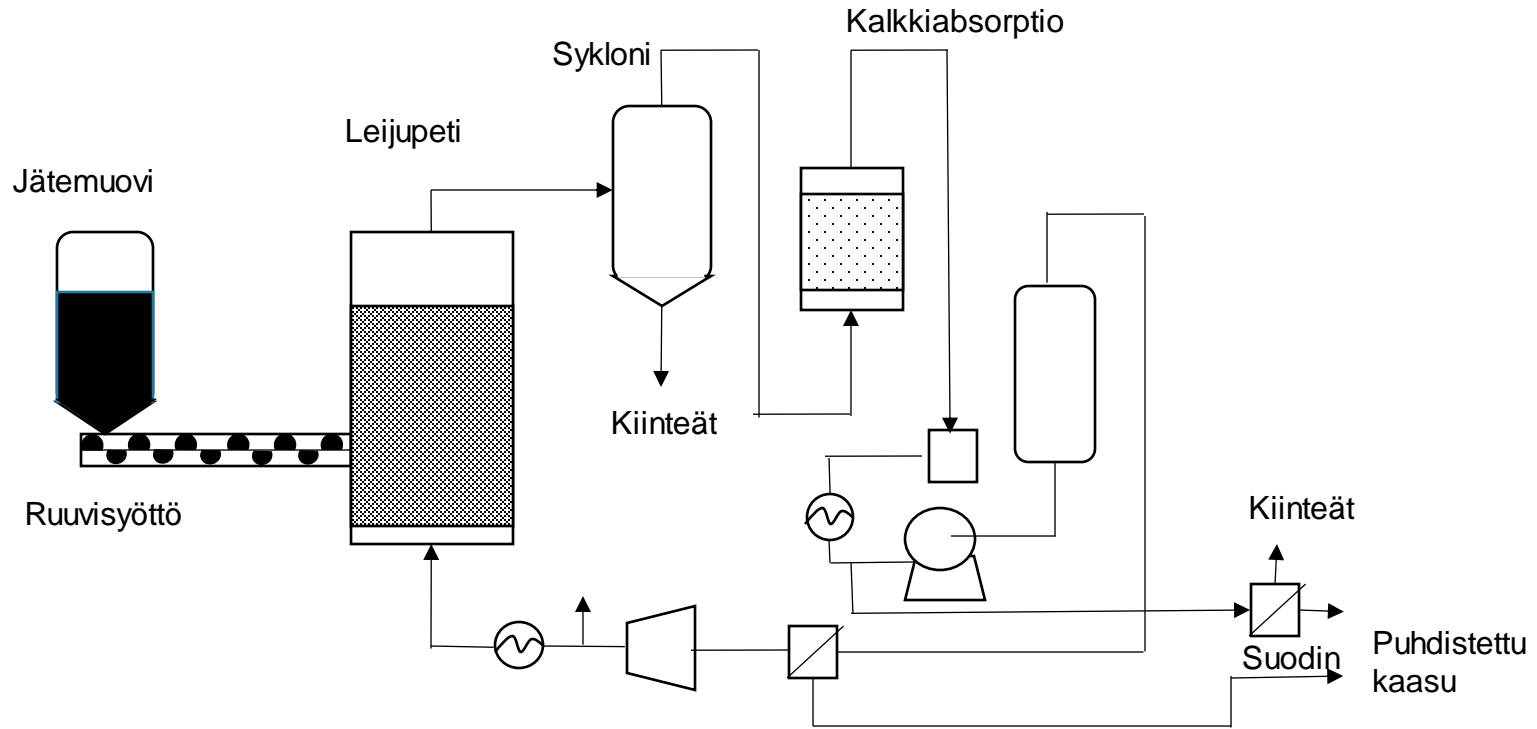


Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

BP – kemiallisen pyrolyysin prosessi

- Leijupetireaktori, joka toimii 500 °C:ssa hapettomasti.
- Hiilivedyt, jotka valmistuvat ja poistuvat pedistä, ovat fluidisoituja kaasuja.

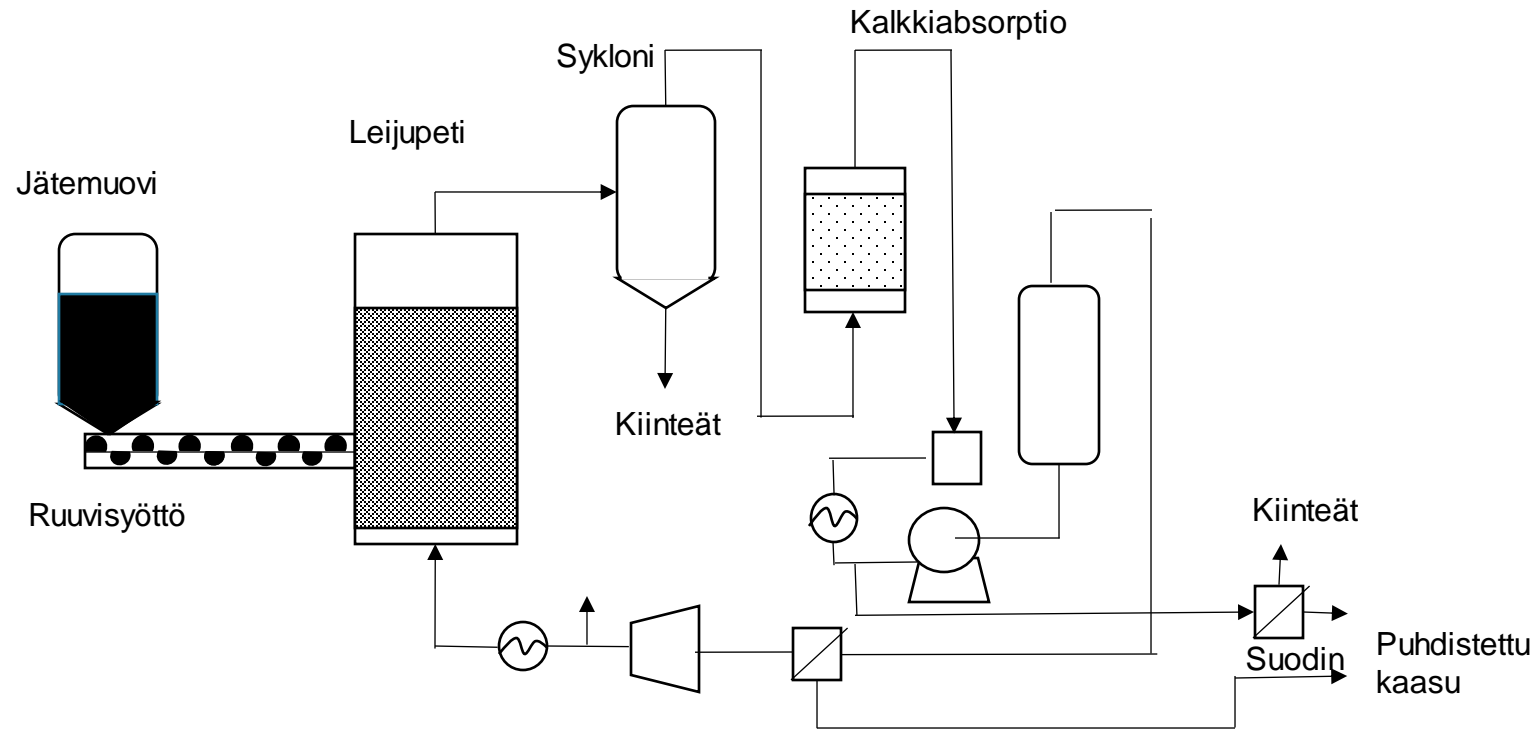


Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

BP – kemiallisen pyrolyysin prosessi

- Puhdistettu kaasu jäädytetään, jotta painavammat hiilivedyt tiivistyvät ja niitä voidaan käyttää petroliksi (LPG) ja bensiiniksi.
- Jäljelle jääviä kevyitä hiilivetyjä voidaan käyttää uudelleen nestekaasuna tai polttoaineena.

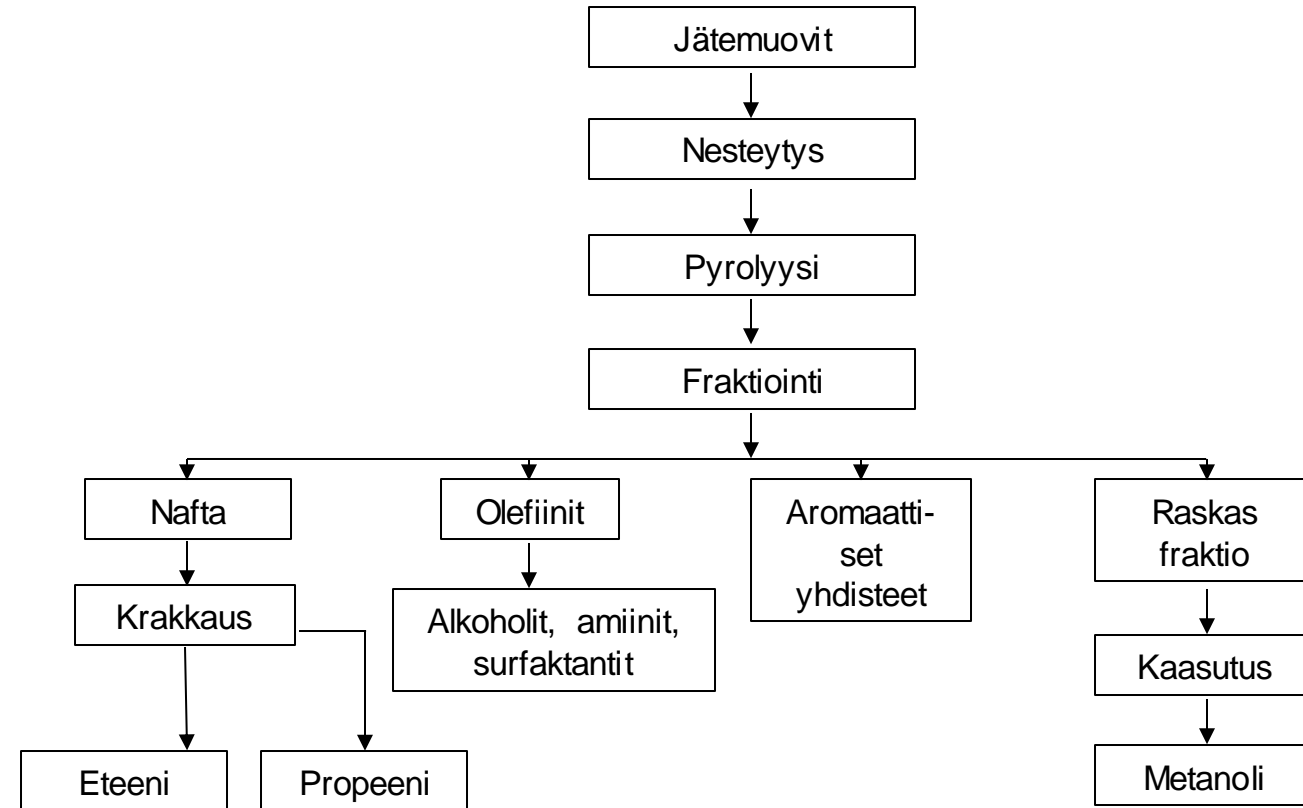


Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

BASF-termolyysiprosessi

- vuodessa voidaan tuottaa 15000 tonnia polymeeriä
- Ensimmäinen askel on nesteytys 300–350 °C:ssa sarjassa seostustankkireaktoreita.
- Pyrolyysi tapahtuu tubulaarisessa reaktorissa 400–450 °C:ssa, ja sitä seuraa kaksivaiheinen jäähtyserottelu, ensin 330–380 °C:ssa ja sitten 110 °C:ssa.

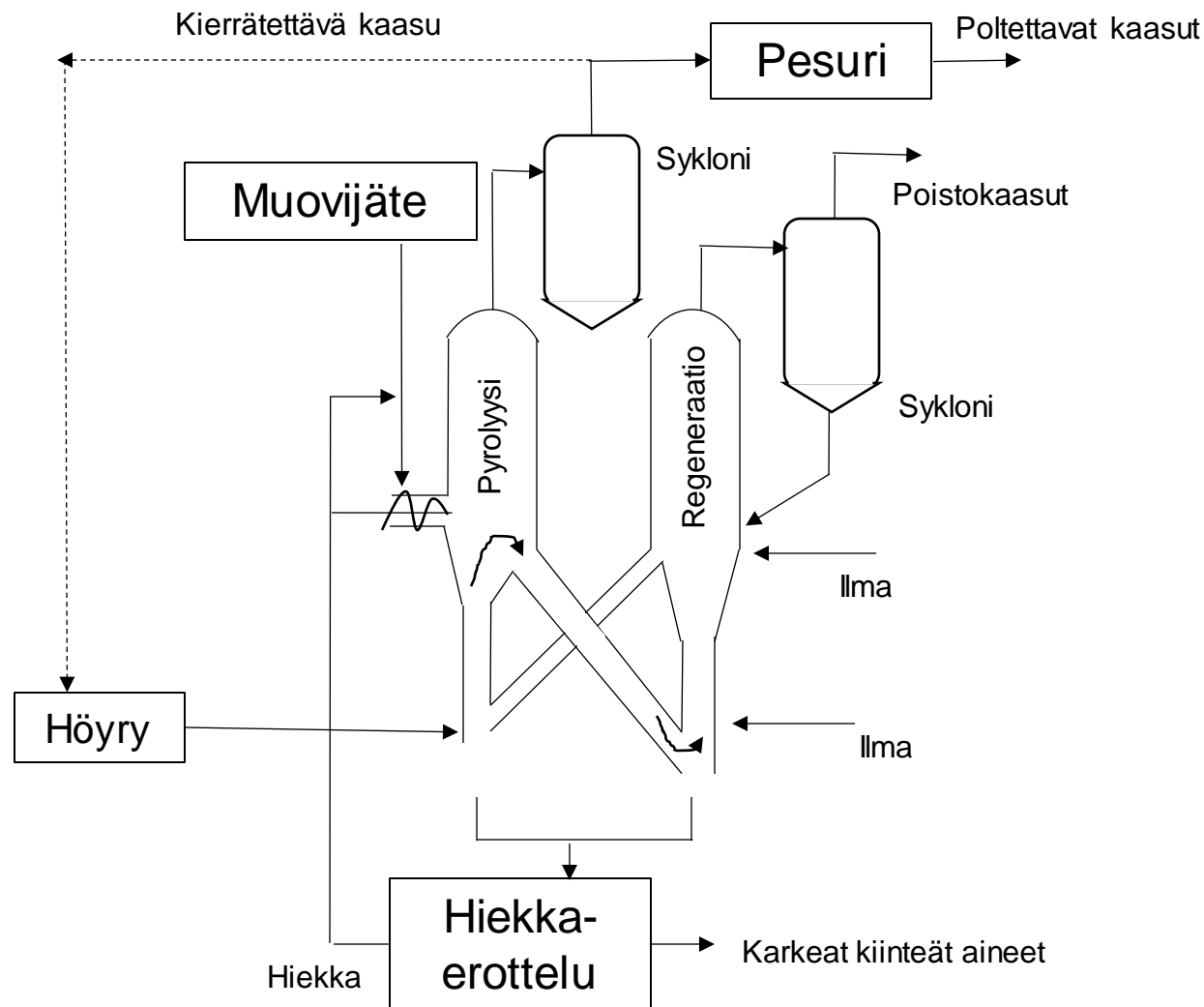


Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Kiertoleijupetipyrolyysisysteemi

- Tuotetaan CO:n, CO₂:n, H₂:n ja vesihöyryn seos.
- Käytetään kahta kiertoleijupetiä, joissa käytetään hiekkaa leijutukseen ja lämmön siirtoon.

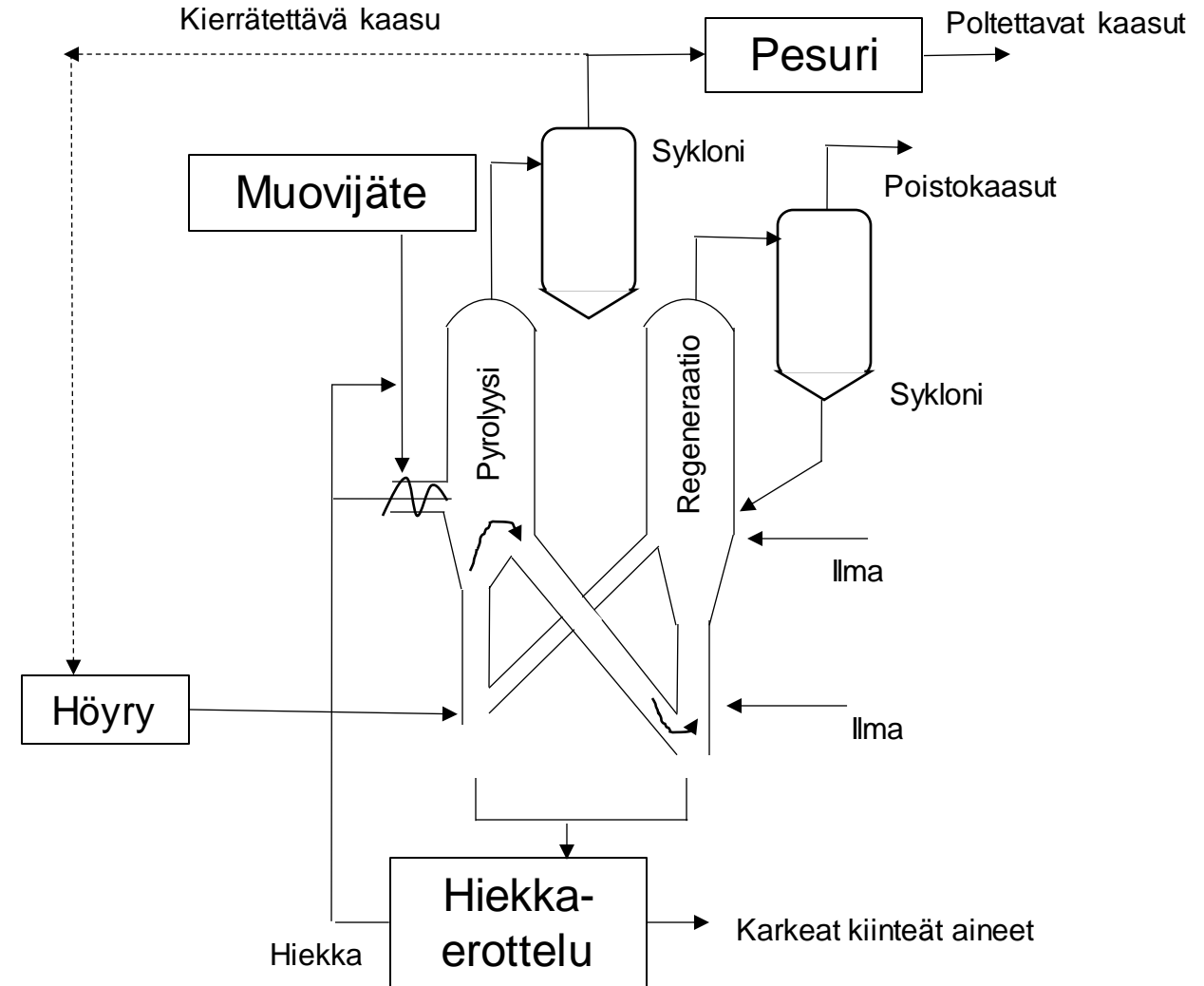


Kemiallinen kierrätys

Pyrolyysi

Kiertoleijupetipyrolyysisysteemi

- Yhtä petiä käytetään 800–850 °C:n pyrolyysilämpötiloissa ja toista regenerointiin 950 °C:ssa.
- Höyryä käytetään leijutusaineena pyrolyysireaktorissa.
- Kiinteitä aineita, jotka erotetaan kaasuista, käytetään synnyttämään höyryä ja osa poltetaan pedin regeneraatioissa lämmön tuottamiseksi





PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

- Lämpökemiallinen kierrätys
 - **Energian talteenotto**



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.



Energian talteenotto

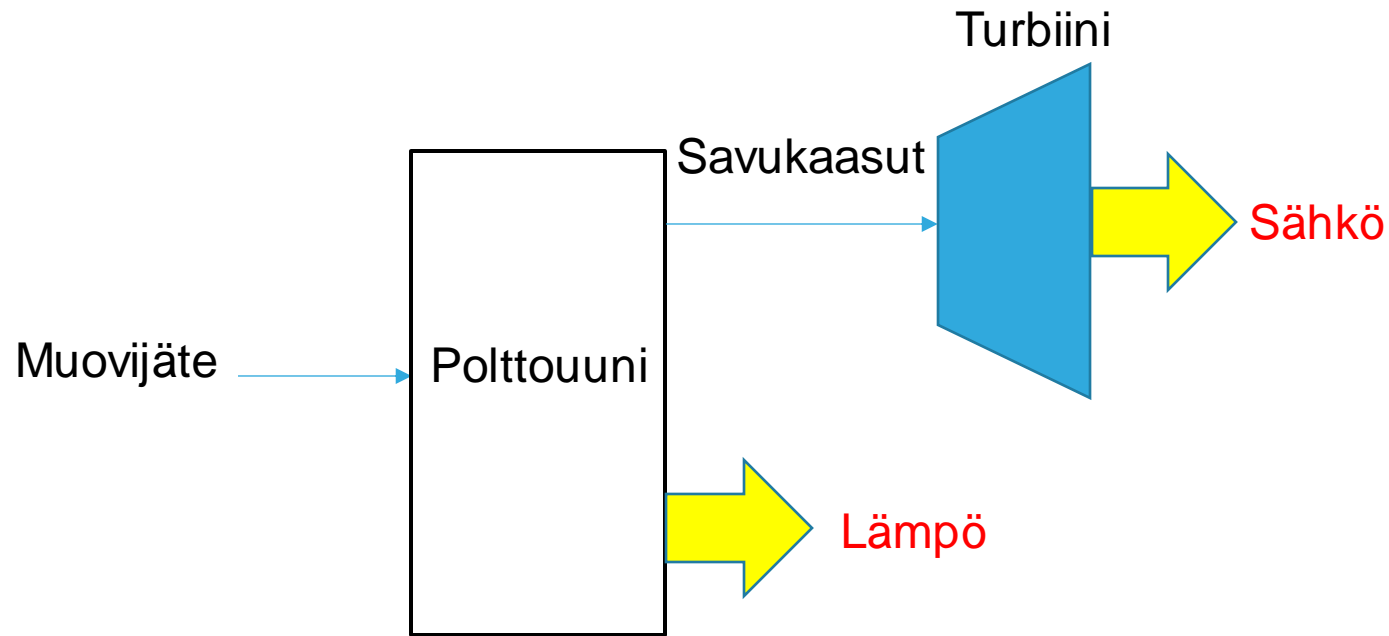
Jos mekaaninen tai kemiallinen kierrätys ei onnistu, muovijätteestä voidaan ottaa talteen energia, koska sillä on korkea lämpöarvo.

Energian talteenotto voi tapahtua

- polttamalla muovit talousjätteen seassa yhdessä muiden materiaalien kanssa
- palamisreaktiossa muovien ja jonkin toisen polttoaineen kanssa. Poltossa syntyy lämpöä.



Energian talteenotto



Energian talteenotto

Polttouunien päätyypit:

- mekaaninen polttoaineensyötin
- kiertouuni
- leijupeti



Energian talteenotto

Polttouuni mekaanisella syöttimellä

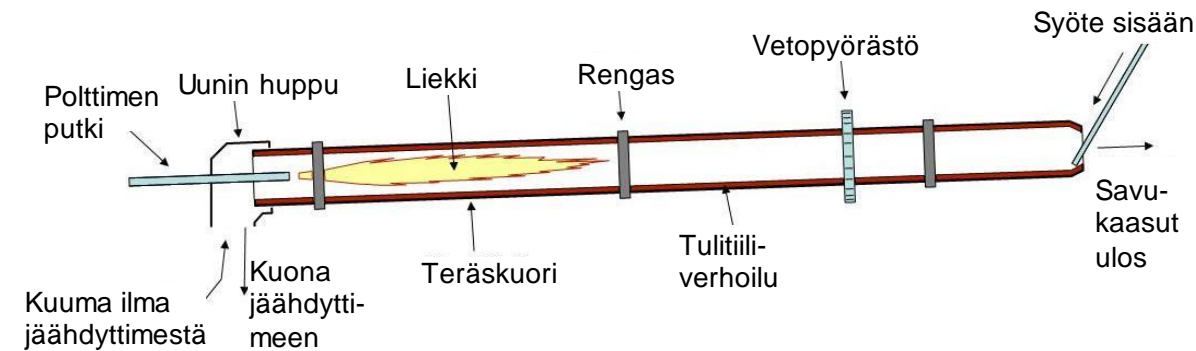
- Päätyyppi yhdyskuntajätteen polttoon.
- Jäte syötetään polttovyöhykkeelle joko porttien kautta tai yksinkertaisen ruuvin avulla.
- Lämpö kerätään käyttäen poistolämpökattilaa tai sähköenergiana käyttäen höyryturbiineita.



Energian talteenotto

Kiertouuni

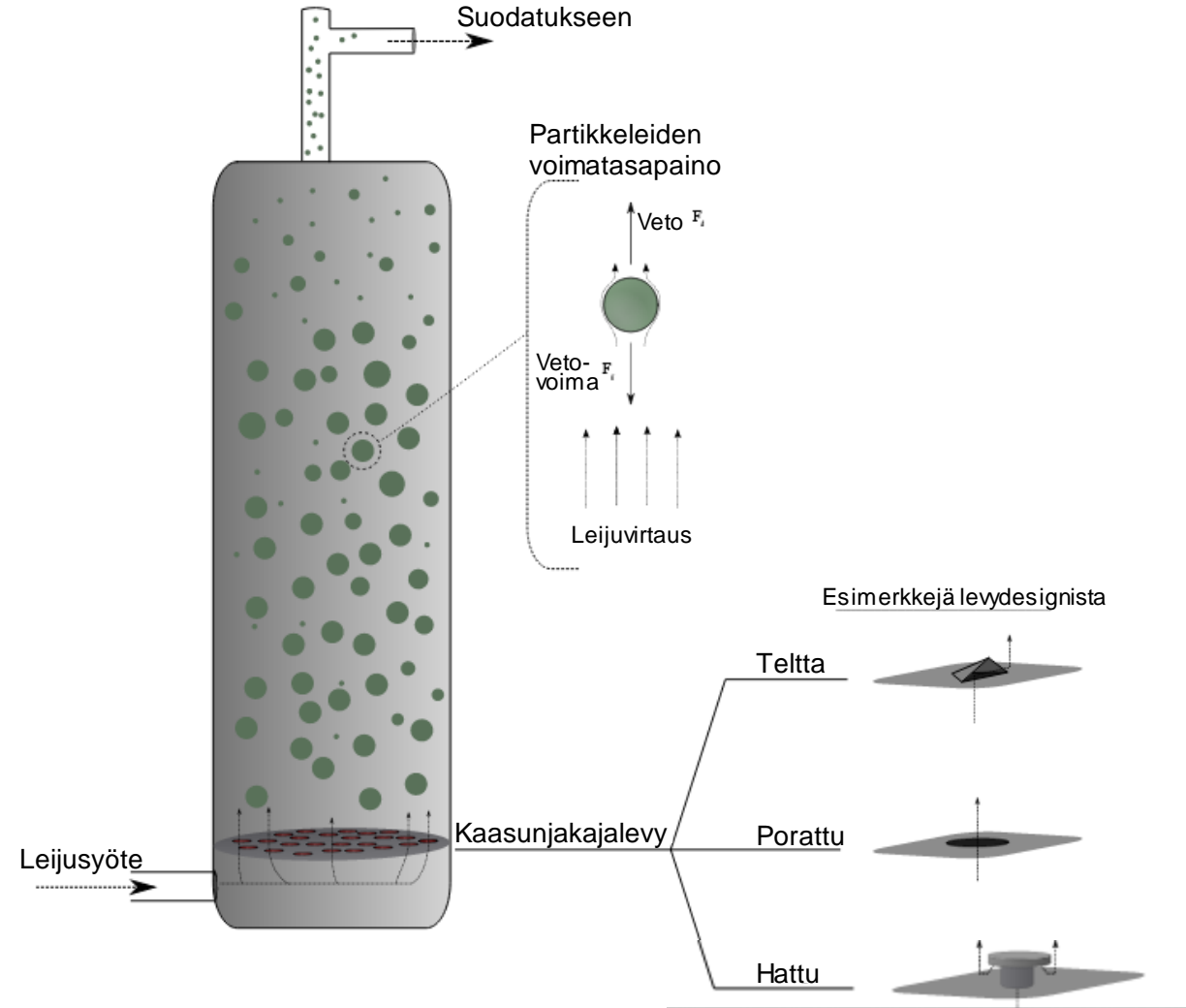
- Erona mekaaniseen polttouuniin on, että palaminen tapahtuu kaltevassa pyörivässä sylinterissä.
- Muovijäte syötetään uuniin lämpötilassa $T > 1000\text{ °C}$.
- Palamatonta materiaalia noin 3 %.
- Kallista teknologiaa, käytössä vain sementin valmistuksessa.



Energian talteenotto

Leijupetiuuni

- Moderneja uuneja
- Helppo operoida. Ei ongelmia palamattomien jäännösten kanssa.
- Käytetään usein MSW-, kumi- ja rengasjätteelle.
- Leijupedissä käytetään usein hiekkaa
- Reaktortyyppin edut:
 - Polttoa on helppo kontrolloida
 - Savukaasujen käsittely yksinkertaista
 - Jätevolyymien tehokas pienentäminen.



Energian talteenotto

Leijupetiuuni

- Energia otetaan talteen kuuman veden, höyryn tai sähkön muodossa. Sähkö on taloudellisin talteenoton muoto suurissa tehtaissa.
- Laaja lämpötila- ja painealue: T 370–540 °C, paine 2,5–10 MPa
- Alemmat lämpötilat tarkoittavat alempaa termistä tehokkuutta, mutta estävät kloorin aiheuttamaa korroosiota.

Polttouunin päästöt

CO, HCl, SO₂, NO_x, partikkelit, raskasmetallit, dioksinit ja furaanit ovat yleisimpiä päästöjä.

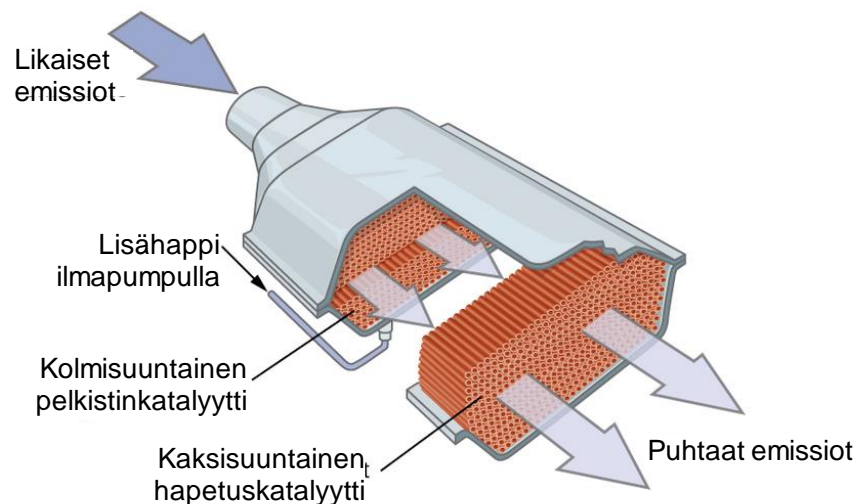
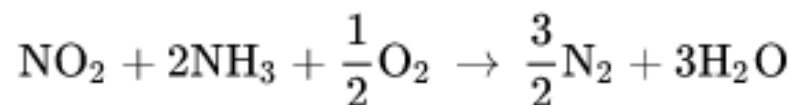
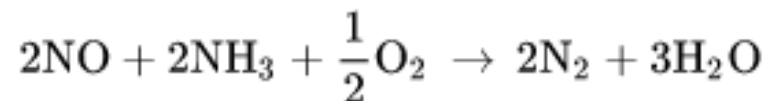


Energian talteenotto – polttouunin päästöt

NO_x:ia voidaan vähentää systeemin ilman saannin kontrolloinnilla ja valikoivalla vähennyksellä katalyytin avulla.

NO_x:in valikoitu vähennys katalyytillä:

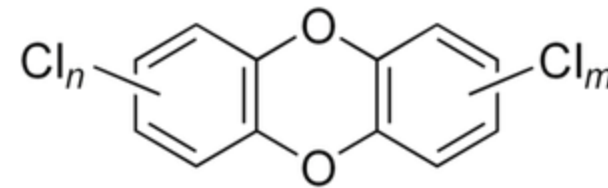
NO_x:n vähennysreaktio tapahtuu kun kaasut läpäisevät katalyytin kammiossa. Ennen katalyytin läpäisyä ammoniakki, tai jokin muu pelkistin, kuten urea, ruiskutetaan ja sekoitetaan kaasuihin.



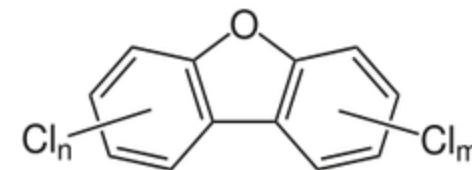
Energian talteenotto – polttouunin päästöt

Dioksiineja voidaan vähentää kontrolloimalla ilman syöttöä, lämpötilaa ja vaikutusaikaa. Valikoiva vähennys katalyytillä voi myös estää dioksiinien emission.

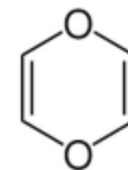
Dioksiinit ovat erittäin myrkyllisiä, ja ne ovat hyvin pysyviä ympäristömyrkkyjä. Muutamia yleisimpiä dioksiineja on esitetty viereisessä kuviossa.



Polyklooratut dibentso-*p*-dioksiinit



Polyklooratut dibentsofuraanit

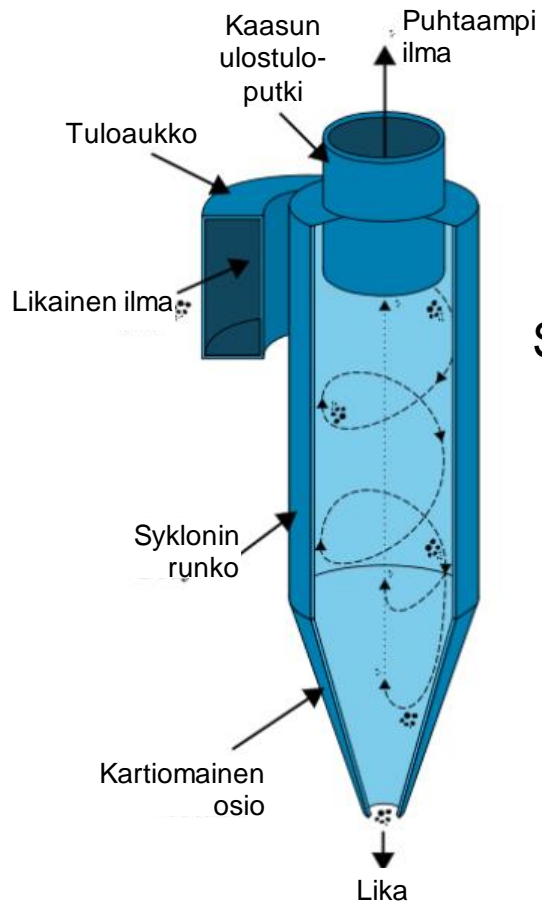


1,4-dioksiini

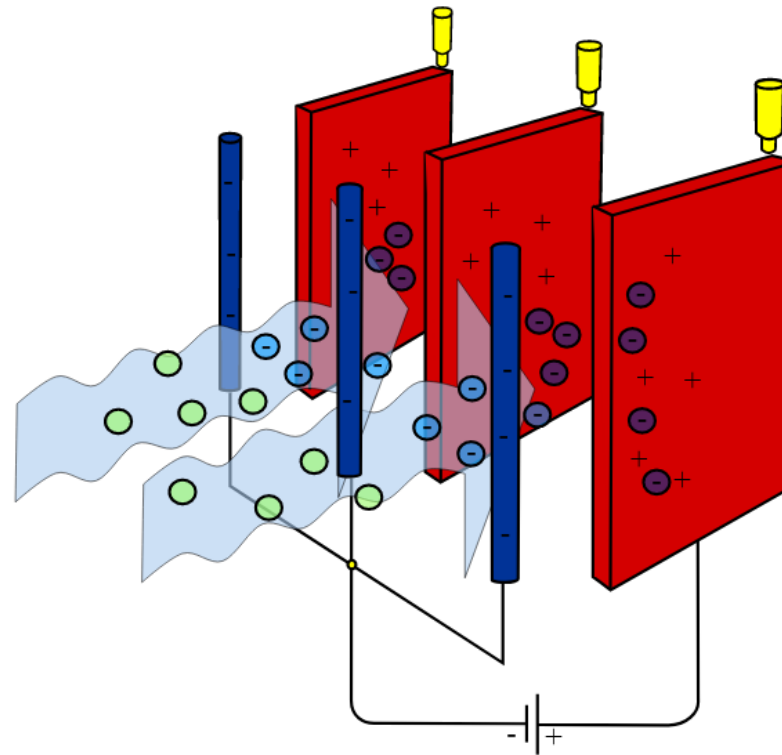


Energian talteenotto – polttouunin päästöt

Järjestelmiä partikkelien poistoon



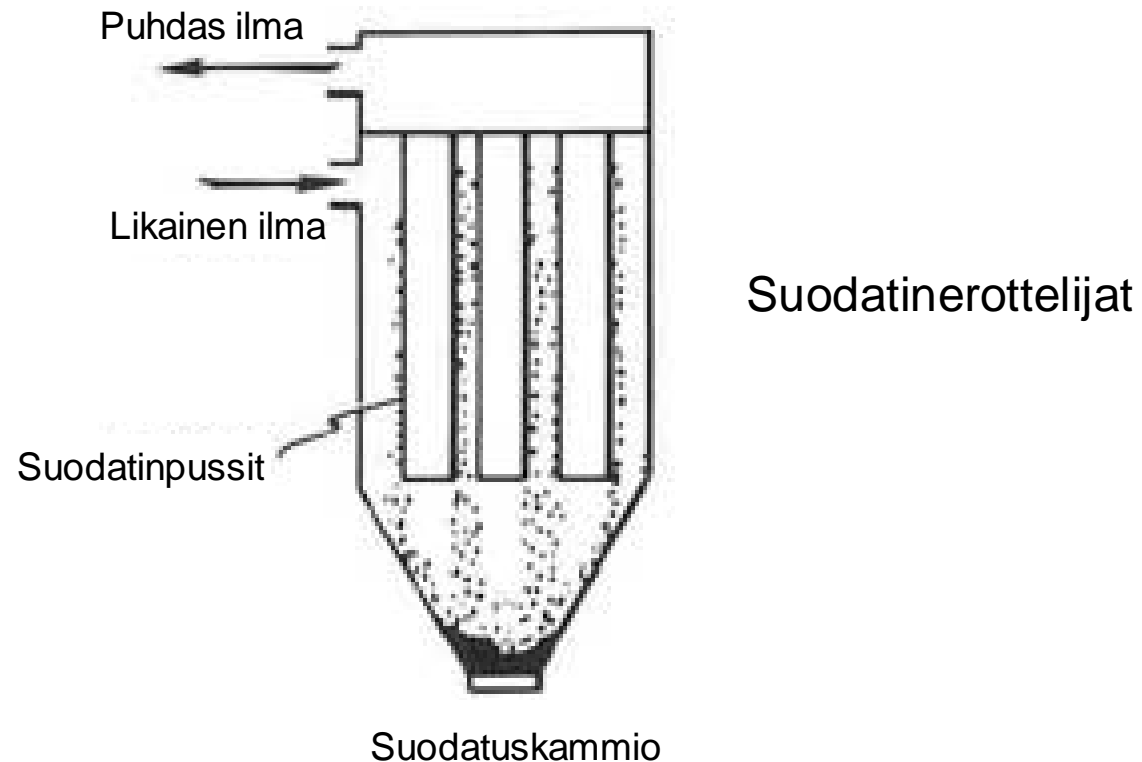
Sykloni



Elektrostaattiset erottimet

Energian talteenotto – polttouunin päästöt

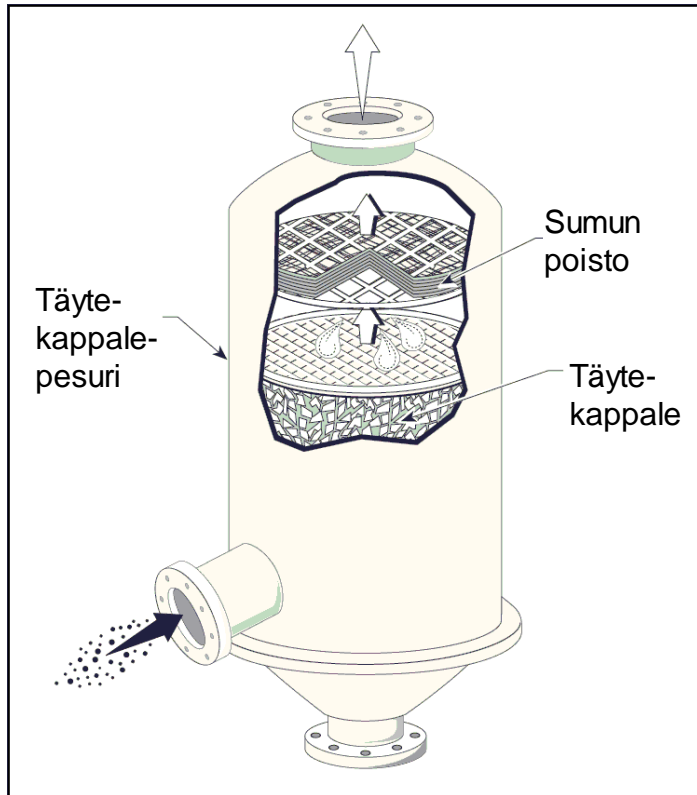
Järjestelmiä partikkelien poistoon



Energian talteenotto – polttouunin päästöt

Järjestelmiä partikkelien poistoon

Kaasunpesulaitteet, joilla poistetaan HCl, HF and SO₂



Märkäpesurit

Aktiivihiili raskasmetallien poistoon





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI SALERNO



Esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajien omia, eivätkä ne välttämättä edusta Euroopan komission kantaa. Euroopan komissio tai sen puolesta toimivat henkilöt eivät ole vastuussa siitä, miten tämän julkaisun sisältämiä tietoja käytetään.



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging



Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.



CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE
OF THE EBRO VALLEY



Tampere University
of Applied Sciences



AGH



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI SALERNO



El poder de la colaboración



PLASTICS INNOVATION POLE

Tekijänoikeus: CC BY-NC-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Tämä lisenssi sallii muiden levittää ja muokata teosta ja luoda sen pohjalta uusia teoksia, mutta ei kaupalliseen käyttöön.

Kuitenkin vain seuraavilla ehdoilla:

Nimeä — Sinun on asianmukaisesti mainittava alkuperäinen tekijä, annettava linkki lisenssiin ja ilmoitettava, onko muutoksia tehty. Voit tehdä sen millä tahansa kohtuullisella tavalla, mutta et millään tavalla, joka viittaa siihen, että lisenssinantaja tukee sinua tai käyttöäsi.

EiKaupallinen — Et saa käyttää materiaalia kaupallisiin tarkoituksiin.

JaaSamoin — Jos muunnat tai luot materiaalin pohjalta uutta materiaalia, sinun on jaettava tuotoksesi samalla lisenssillä kuin alkuperäinen.

Ei lisärajoituksia — Et saa soveltaa laillisia ehtoja tai teknisiä toimenpiteitä, jotka laillisesti estävät muita tekemästä mitään, mitä lisenssi sallii.



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.