



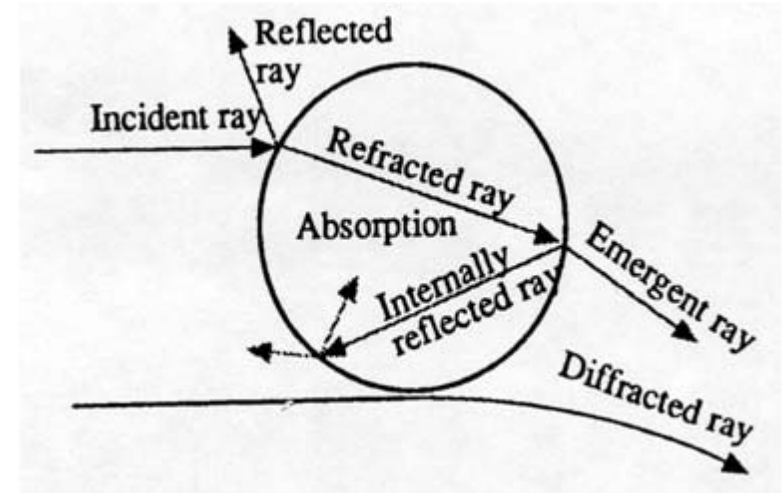
## Partikkelikokojakauman määrittäminen biotuhkasta

Biotuhka on tyypillisesti epähomogeenista, joten partikkelikokojakauman määrittäminen on biotuhkien hyödyntämisen kannalta tärkeää. Biotuhkien partikkelikokojakauma on yleensä laaja, joten voidaan olettaa, että myös seulomalla saatavien jakeiden kemialliset ominaisuudet ovat erilaisia. Jakeisiin jakamisen etuna on se, että tällöin biotuhkista voidaan hyödyntää haluttua jakeita. Tällöin tietyssä jakeessa voi olla vähemmän hyödyntämisen kannalta haitallisia metalleja, esimerkiksi lannoitekäyttöä vaikeuttavaa kadmiumia. Biotuhkaa voidaan hyödyntää myös jätevesien fosforinpoistossa, jolloin siitä liuotetaan  $Al^{3+}$ - ja  $Fe^{3+}$ -ioneja. Jakeisiin jakamisella voitaisiin hyödyntää sitä jakeita, joka sisältää enemmän haluttuja metalleja.

Tuhkan partikkelikokojakauma voidaan määrittää mm. Oulun yliopiston prosessiteknikan osastolla kuitu- ja partikkeliteknikan laboratoriossa. Käytettävä laite on Beckman Coulter LS 13 320 Laser Diffraction Particle Size Analyzer. Partikkelikokojakauman määrittäminen perustuu partikkelista sironneen laservalon diffraktioanalyysiin, jolloin eri kulmissa mitatun valon intensiteettijakaumasta voidaan laskea partikkelikokojakauma. Partikkelikoon pienentyessä valon sirontakulma kasvaa logaritmisesti. Laservalon sirontakulma on siis suoraan verrannollinen partikkelin kokoon.

Valon kohdatessa partikkelin voi tapahtua jokin seuraavista ilmiöistä (kuva 1.)

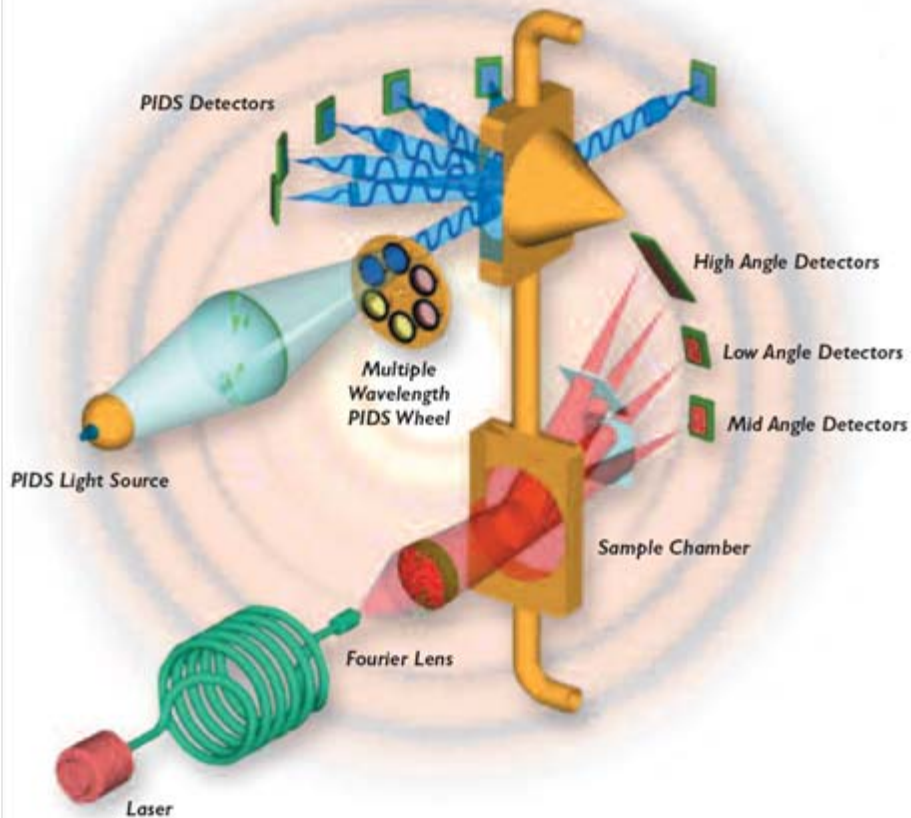
- valo absorboituu (absorption)
- valo taittuu (refracted ray)
- valo kaartuu (diffracted ray)
- valo läpäisee partikkelin (transmitted ray)



**Kuva 1.** Laservalon käyttäytyminen, kun se kohtaa pallomaisen partikkelin.

Lähde: Allen, T., Particle Size Measurement: Powder Sampling and Particle Size Determination, 5. painos, 1997, s. 405.



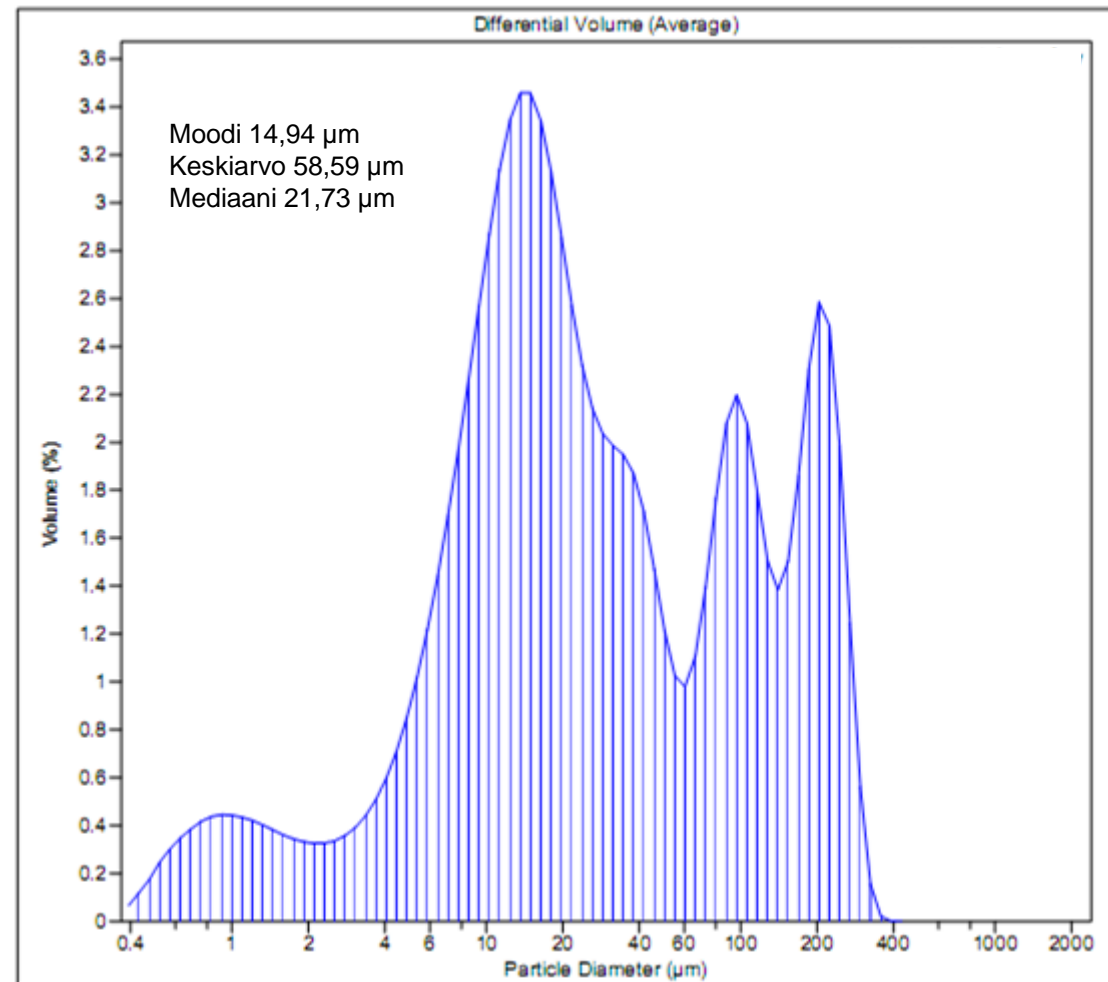


**Kuva 2.** Optinen laitteisto LS 13 320.

Lähde: Beckman Coulter (2004) LS 13 320 Series Particle Size Analyzer, Instrument Manual. BR-9809A, California, USA

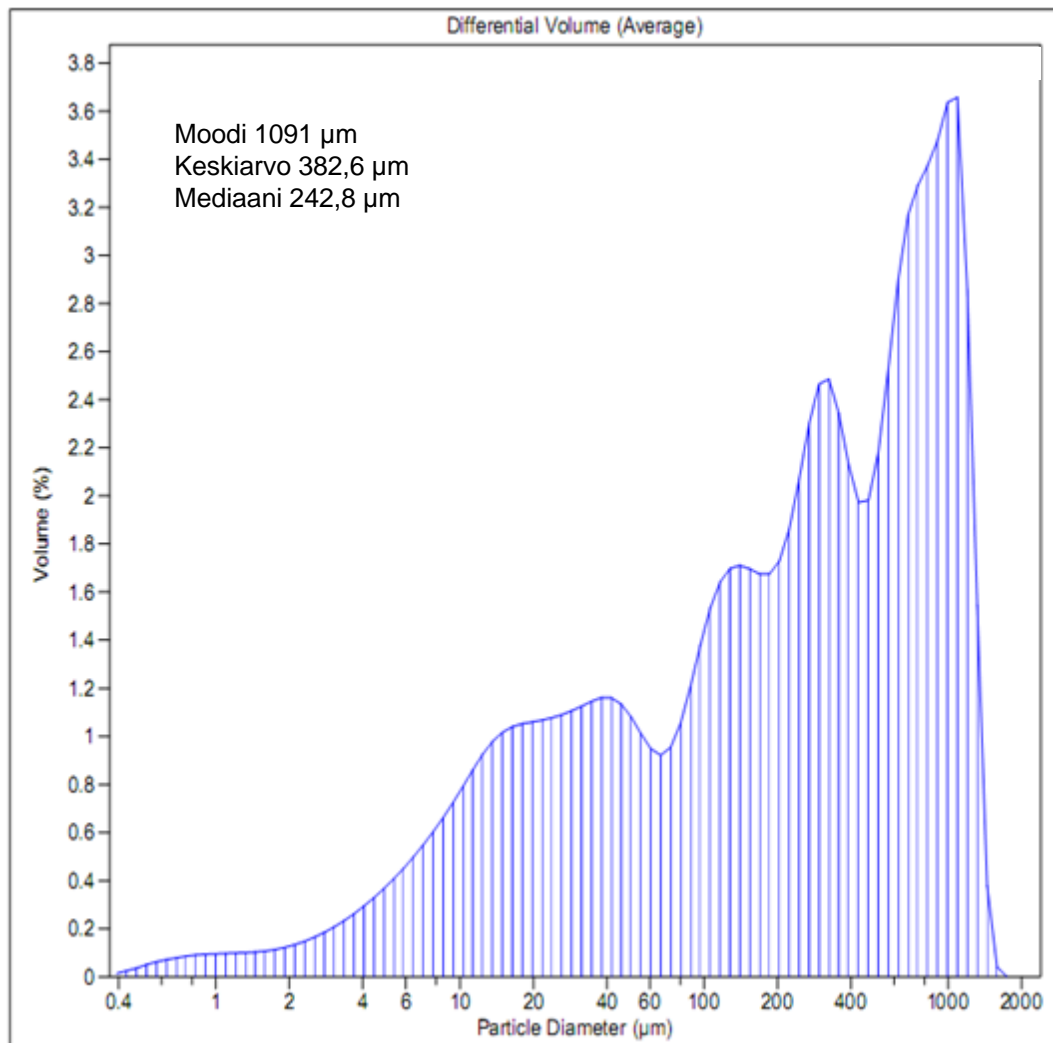
Kuvassa 2 on esitetty LS 13 320 optinen laitteisto.

Suuremmat kuin 2 mm kokoiset partikkelit tukkivat laitteiston, joten näytteen raekoon tulee olla pienempi kuin 2 mm. Lentotuhkanäytteen partikkelikokojakauma on määritetty seulomattomasta näytteestä, sillä kyseinen näyte ei sisältänyt raekooltaan yli 2 mm:n partikkeleita. Biokaasutustuhka on raekooltaan suurempaa, joten näyte on seulottu alle 2 mm:n fraktioon. Muut tuhkasta tehtävät analyysit (mm. fysikaaliset, kemialliset ja liukoisuusominaisuuksien määrittäminen) tehdään alle 0,150 mm seulotusta näytesyönteestä. Vertailun vuoksi partikkelikokojakauma on määritetty myös tuhkalta, joka on seulottu alle 0,150 mm:n kokoon.

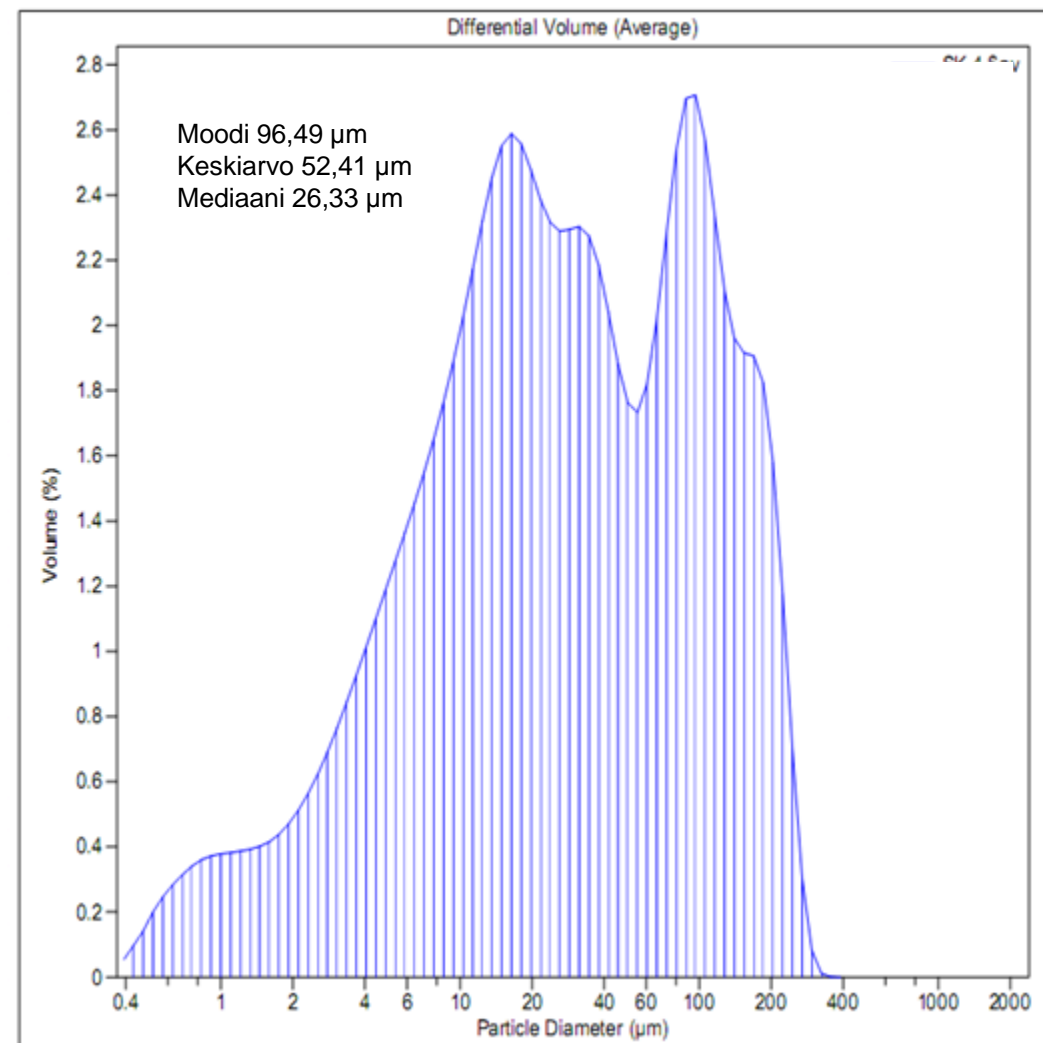


**Kuva 3.** Lämpövoimalaitoksen lentotuhkanäytteen partikkelikokojakauma, analyysi tehty seulomattomasta näytteestä.

Kuvassa 3 on esitetty partikkelin tilavuuspainotteinen prosentuaalinen osuus partikkelin halkaisijan funktiona. Y-akselilta nähdään kuinka suuren tilavuuden näyte sisältää tiettyä partikkelikokoa tietystä näytemäärästä. Kuvasta nähdään, että lämpövoimalaitoksen lentotuhkanäyte (poltossa raaka-aineena käytetty 80 % turve ja 20 % puu/kuori) sisältää eniten kooltaan 14,94 µm olevia partikkeleita (moodi). Partikkelikoon keskiarvo on 58,59 µm ja mediaani on 21,73 µm. Partikkelikokojakaumassa esiintyy huippuja ja minimejä, ja maksimikohdalla kyseistä partikkelikokoa on paljon.



**Kuva 4.** Kaasutustuhkanäytteen partikkelikokojakauma, analyysi tehty alle 2 mm seulotusta näytteestä.



**Kuva 5.** Kaasutustuhkanäytteen partikkelikokojakauma, analyysi tehty alle 0,150 mm seulotusta näytteestä.

Kuvissa 4 ja 5 on esitetty partikkelikokojakaumat kahdelle eri fraktioon seulotulle biokaasutustuhkalle. Kaasutettu raaka-aine on ollut sekapuu-haketta. Kuten kuvista 3 ja 5 nähdään, seulomattoman lentotuhkanäytteen ja seulotun biokaasutustuhkanäytteen partikkelikokojen keskiarvo on samaa suuruusluokkaa.

**Sari Kilpimaa, tutkija**  
E-mail: sari.kilpimaa@oulu.fi

**Toivo Kuokkanen, dosentti**  
E-mail: toivo.kuokkanen@oulu.fi

**Ulla Lassi, professori**  
E-mail: ulla.lassi@oulu.fi

6/2010