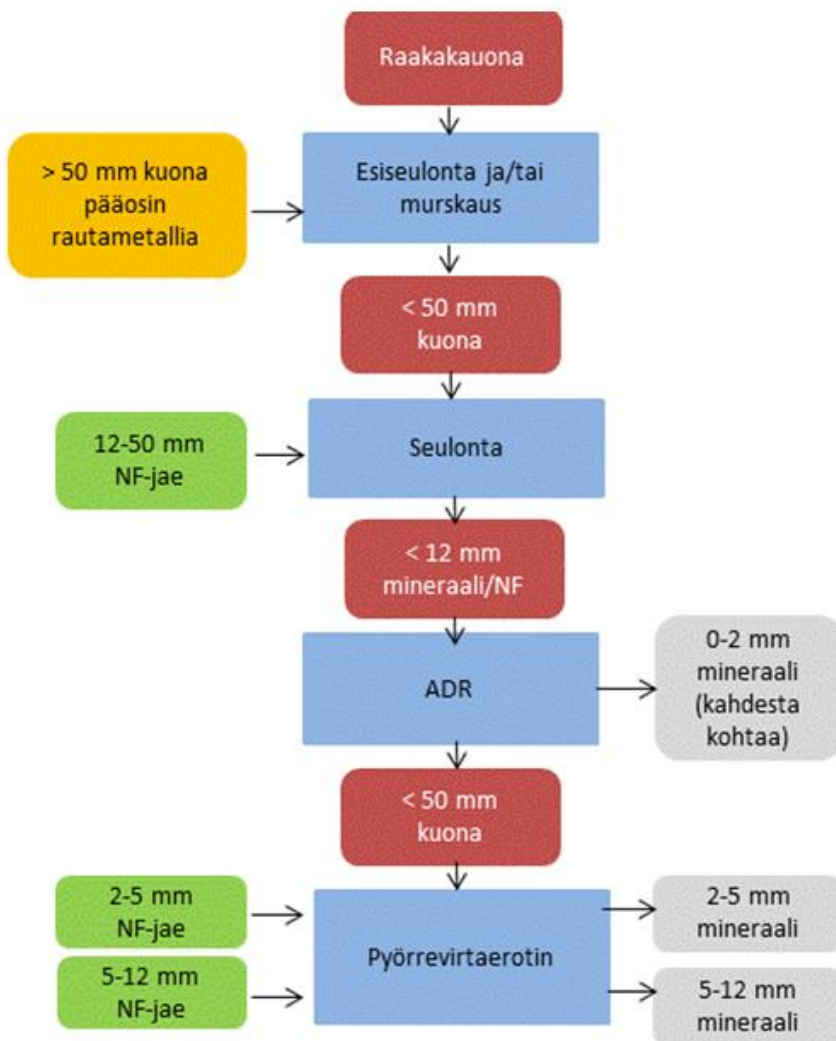


Esimerkki 1: Jätteenpolton kuonan jalostaminen maanrakennuskäyttöön

Jätteenpoltossa käytetty polttotekniikka vaikuttaa jätteen laadunvaihtelun ohella merkittävästi polttoprosessista syntyviin jättejakeisiin. Suomessa ja Euroopassa yleisin jätteenpolttomenetelmä on arinapoltto, josta määrällisesti suurin syntyvä jättejake on pohjakuona (Euroopan Komissio, 2017). Pohjakuona sisältää pääosin palamatonta epäorgaanista mineraalista ja metallista ainesta, mutta tyypillisesti siinä on myös pieni määrä palamatonta orgaanista ainesta. Polttoprosessista johtuen mineraalinen aines on pääosin huokoisempaa verrattuna luonnon kiviainekseen. Polttoprosessin olosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti pohjakuonan teknilliseen ja ympäristölliseen laatuun. Jätteenpolton pohjakuonaa voidaan jalostaa paremmin maanrakennuskäyttöön soveltuvaksi esimerkiksi murskaamalla, seulomalla sekä erityisesti erottamalla magneettisia ja ei-magneettisia metalleja erilaisten märkä- ja kuivaerotustekniikoiden avulla. (Suomen Erityisjäte, 2017; Arm *et al.*, 2011) Kuvassa 2B/1 on esimerkki Suomen Erityisjätteen käyttämästä jätteenpolton kuonan käsittelyprosessista.



Kuva 2B/1. Esimerkki jätteenpolton kuonan jalostamisesta maanrakennuskäyttöön (Suomen erityisjäte, 2017)

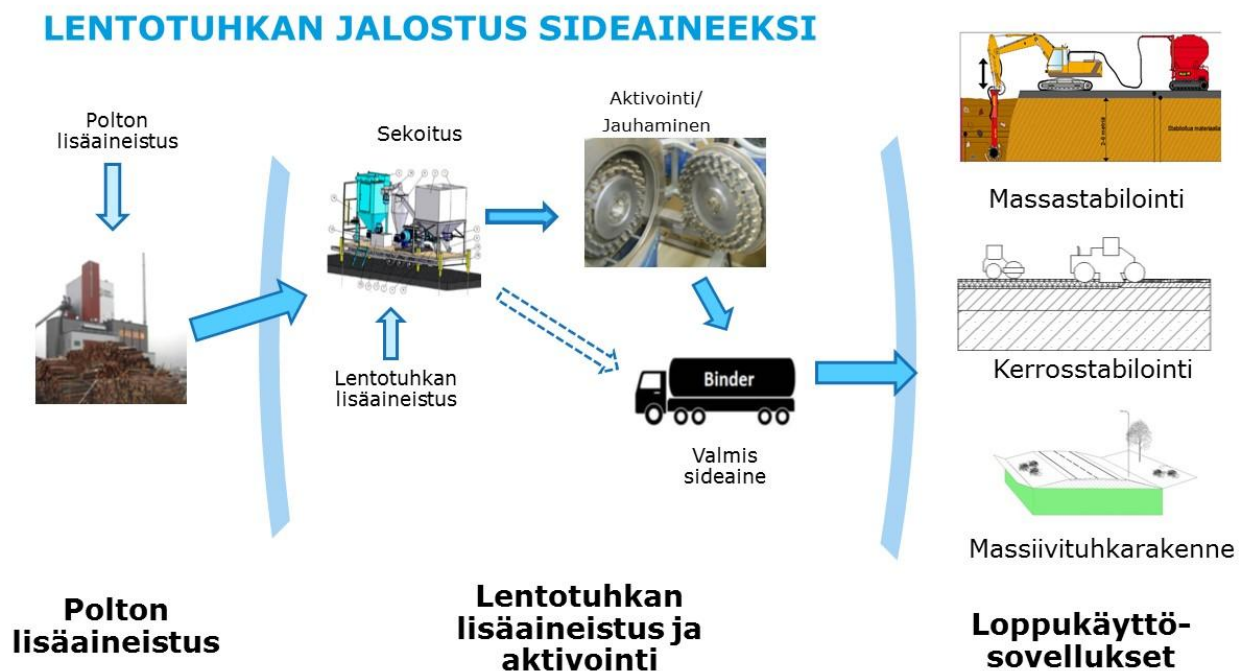
Esimerkki 2: Lentotuhkan jalostaminen sideaineeksi

Lentotuhkan tekniisiin ominaisuuksiin vaikuttavat sekä polttoprosessi että käytetty polttoaine. Nämä kaksi tekijää vaikuttavat lentotuhkien fyysiseen olomuotoon sekä kemialliseen oksidikoostumukseen ja sitä kautta niiden kemialliseen sitoutumiseen. Puuperäisestä polttoaineesta syntyvien lentotuhkien on havaittu olevan yleensä laadultaan paremmin lujittuvia verrattuna esimerkiksi pelkän turpeenpolton tuhkaan. Erityisesti puuaineksen sisältämän kalsiumin ja poltossa syntyvän aktiivisen kalkin osuuden on havaittu vaikuttavan positiivisesti mm. lentotuhkien lujittumiseen. (Österbacka, 2001; Illikainen *et al.*, 2014)

Lentotuhkan koostumusta ja sitä myöten lujittumista voidaan parantaa joko vaikuttamalla polttoprosessiin ja polttoaineeseen. Erityisesti runsaasti kalsiumia sisältävän polttoaineen osuuden kasvattaminen (mm. kuitusaven poltto) on havaittu vaikuttavan positiivisesti lentotuhkan tekniseen laatuun. Lentotuhkien lujittumiseen voidaan vaikuttaa myös polttoprosessin jälkeen sekoittamalla siihen lujittumista parantavia yhdisteitä, aktivaattoreita, kuten alkalimetallien hydroksideja ja sulfaatteja (Ca(OH)₂, NaOH, KOH, NaSO₄, CaSO₄) ja sitä on tutkittu erityisesti lentotuhkien hyödyntämisessä sementtiteollisuudessa (Owens *et al.* 2010; Arjunnan *et al.* 2001; Vargas *et al.*, 2014). Maanrakennuskäytössä lentotuhkaa on käytetty alkalisten tuotteiden kuten sementin, kalkin, kalkkirikkaan lentotuhkan tai kipsijätteiden kanssa (Kiviniemi *et al.* 2012).

Joidenkin lentotuhkien reaktiivisuutta voidaan parantaa myös mekaanisella aktivoinnilla. Lentotuhkien mekaanista aktivointia esimerkiksi tappimyllyllä on testattu onnistuneesti sekä laboratoriossa että pilot mitta-kaavassa. Mekaaninen aktivointi perustuu lentotuhkien pinta-alan kasvattamiseen sekä tuhkan pinta-aktivointiin ja sen on tutkittu kasvattavan erityisesti tuhkan pozzolaanisuutta ja pitkäaikaislujuuttumista (Dvorák & Hájková).

Periaatekuva lentotuhkan jalostamisprosessista on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2B/2. Esimerkki lentotuhkan jalostusprosessista.

Esimerkki 3: Betonijätteen jalostusprosessi betonimurskeeksi

LIITE 2B

Betonijätteen jalostusprosessin päävaiheet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 2B/3. Betonijätteen jalostusprosessi (Nordqvist, J, 2016)

Betonijätteen vastaanotto ja välivarastointi: Tuotteeksi jalostettavan betonijätteen on oltava sille asetettujen vaatimusten mukaista ja siitä on pystyttävä tuottamaan tuoteselosteen mukaista, määritellyn laatuluokan vaatimukset täyttävää betonimursketta. Vastaanottotarkastuksessa materiaalin kelpoisuus tarkastetaan aistinvaraisesti. Vastaanotetusta materiaalista tulee olla ajantasainen kirjanpito, johon kirjataan jokaisesta saapuvasta materiaalierystä seuraavat tiedot: kuorman vastaanottoaika ja pvm., syntypaikka, tuottaja, toimittaja, paino, laatu ja tarvittaessa muut huomioitavat asiat. Mikäli materiaalin laatu ei vastaa määritettyä laatua, ohjataan kuormat käsiteltäväksi muulla tavoin, jolloin betonimurskeeksi soveltumatonta materiaalia ei käytetä betonimurskeen raaka-aineena.

Jätteen laadun tarkastus: Jätteen laatua seurataan ympäristökelpoisuustutkimusten lisäksi perus- ja laadunvalvontatutkimuksilla tuotannon eri vaiheissa. Tutkimuksilla osoitetaan jätteen soveltuvan jalostettavaksi MARA-asetuksen mukaiseen käyttöön maarakentamisessa. Betonimurskeelle tarkoitettussa harmonisoidussa tuotestandardissa SFS-EN 13242 perustutkimuksista käytetään myös nimitystä alkutestaukset. Alkutestaukset tehdään aina, kun raaka-aineen luonteessa tai tuotanto-olosuhteissa tapahtuu huomattava muutos, joka voi vaikuttaa kiviainesten ominaisuuksiin tai kun otetaan käyttöön uusi raaka-aine esiintymä.

Betonimurskeen valmistus ja murskeen välivarastointi: Aistinvaraisen tarkastuksen jälkeen saapuneet jätebetonierät ohjataan laadun mukaan oikeaan varastointipaikkaan. Käyttökelpoisuuden varmistuttua välivarastoitu jätebetoni on valmista murskattavaksi. Ennen varsinaista murskausta suurimmat betonijakeet murskataan tai pulveroidaan murskaimelle sopivaan kokoon. Murskauksen jälkeen betonimurske välivarastoidaan ohjeiden mukaisesti. Betonimurske välivarastoidaan ympäristöluovallisuudella tuotantoalueella, missä valmistajan on varmistettava, etteivät tuotteen laatu ja ominaisuudet muutu varastoinnin aikana. Varastoinnin ja käsittelyn aikana tuote voi muun muassa likaantua tai lajittua. Näihin voi vaikuttaa esimerkiksi varmistamalla käsittelylaitteiden ja -välineiden puhtaus ja estämällä pölyäminen varastointialueilla.

Betonimurskeen käyttöönotto ja toiminnan dokumentointi: Betonimurskeen valmistaja vastaa siitä, että betonimurske on tuoteselosteen mukaista. Vastuu käytöstä ja siihen soveltuvuudesta on betonimurskeen käyttäjällä. Ennen murskeen käyttöä tulee laatia ilmoitus paikalliselle ELY-keskukselle. Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan tulokset ja muut laadunvalvonnan asiakirjat tallennetaan laadunvalvonnan järjestelmään. Tallenteita ovat laadunvalvonnan käsikirja, materiaalin vastaanottoon, näytteenottoon, aliurakointiin ja näytteiden tutkimiseen liittyvät tiedot tuloksineen sekä laatupoikkeamiin liittyvät asiakirjat. Lisäksi tallennetaan tiedot tuotetun betonimurskeen määrästä, laadusta ja toimituskohteista. Tallenteita tulee säilyttää vähintään kymmenen vuotta (Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä 2001, 7).