

Lapin POSKI2 – hankkeen erillisselvitys: Maa- ja kiviaineksia korvaavien jäte- ja sivutuotemateriaalien käyttö Lapissa

Salla Valpola



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Sisällysluettelo

1	Kiviainesta korvaavat uusiomateriaalit	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Kiviainesten käyttö Suomessa	1
1.3	Kiviainesten ottomäärät ja käyttö Lapin ELY-keskuksen alueella	2
1.4	Lapin ELY-keskuksen alueella syntyviä uusiomateriaaleja	2
1.4.1	Mineraalien louhinnan yhteydessä syntyvät kiviainekset	2
1.4.2	Betoni, betonijäte ja betoniliete	3
1.4.3	Turpeen ja puun poltossa syntyvä lentotuhka	3
1.4.4	Pilaantuneet maa-ainekset jotka eivät sisällä vaarallisia aineita	3
1.4.5	Bitumiseokset jotka eivät sisällä kivihiilitervaa ja –tervatuotteita	4
1.4.6	Pohjatuuhka, kuona ja kattilatuuhka	4
1.4.7	Tiilet	4
1.4.8	Lasi ja lasipakkaukset	5
1.4.9	Leijupetihiekka	5
1.4.10	Betonin, tiilten, laattojen ja keramiikan seokset	5
1.5	Yhteenveto	6
	Lähteet	8

1 KIVIAINESTA KORVAAVAT UUSIOMATERIAALIT

1.1 Yleistä

Tilastokeskuksen elokuussa 2018 julkaiseman jätetilaston mukaan Suomessa syntyi vuonna 2016 noin 123 miljoonaa tonnia jätettä. Tästä runsas 93 milj. tonnia oli mineraalien kaivun yhteydessä syntyviä pintamaita, sivukiveä ja rikastushiekkaa. Toinen mineraalisten jätteiden määrää kerryttävä toimiala on rakentaminen, jonka yhteydessä jätettä syntyi vajaa 14 miljoonaa tonnia. Tästä noin 12 milj. tonnia oli ylijäämämaita. Jätetilaston mukaan rakentamisesta kertyneiden ylijäämämaiten materiaalihyötykäyttö ei näytä lisääntyneen, vaan maamassoja on läjitetty aiempaa enemmän maankaatopaikoille. (Tilastokeskus 2018)

Tässä selvityksessä luonnon kiviainesta korvaavina uusiomateriaaleina huomioitiin maarakentamiseen soveltuvia materiaaleja, joita on selvitetty mm. UUMA- ja UUMA- 2 ohjelmien puitteissa vuodesta 2006 eteenpäin. Näitä uusiomateriaaleja ovat:

- Kallioulouhinnan ja rakentamisen ylijäämäkiviainekset: Kaivosten sivukivet, luonnonkivi- ja rakennuskiviteollisuuden sivukivet sekä rakentamisen yhteydessä syntyvät ylijäämäkiviainekset
- Kierrätyskiviainekset: rakentamisen ja purkamisen betoni-, tiili- ja asfalttijäte sekä lasijäte
- Metsä ja energiateollisuuden lento- ja pohjatuhkat
- Kaivetut puhtaat ylijäämämaa-ainekset

UUMA-ohjelmien puitteissa tunnistetuille uusiomateriaaleille etsittiin Tilastokeskuksen vuonna 2005 julkaisemasta Jäteluokitusoppaasta jättekoodit joiden perusteella jätteiden syntymäärät selvitettiin ympäristöhallinnon VAHTI-palvelusta.

1.2 Kiviainesten käyttö Suomessa

Vuonna 2018 ilmestyneen Ympäristöministeriön raportin Kiviaineshuollon kehittäminen (YMrä 13/2018) mukaan Suomessa kaivetaan tai louhitaan vuodessa noin 200 miljoonaa tonnia (noin 80 000 kiintokuutiometriä) kiviainesta. Määrän arvioidaan jakautuvan seuraavasti:

- Neitseellistä kiviainesta maa-ainesten ottoalueilta noin 70 milj. tonnia (28 milj. k-m³)
- Rakentamisen yhteydessä saatavaa kiviainesta noin 70 milj. tonnia (28 milj. k-m³)
- Kaivosten ja rakennuskivilouhimoiden sivukiviä noin 60 milj. tonnia (24 milj. k-m³)

Rintalan ja Longan vuonna 2013 ilmestyneessä raportissa Maa-aineslain toimivuuden arviointi arvioidaan että neitseellisen harju- ja kalliokiviaineksen kokonaiskäyttömäärä on viime vuosina ollut 80 – 100 miljoonaa tonnia vuodessa.

Sekä rakentamisen yhteydessä syntyvien kaivumaiden määrä eli rakennusluvanvaraisesti tehtävä otto, että kaivosten ja rakennuskivilouhimoiden sivukiven määrä vaihtelevat vuosittain merkittävästi. Kaivumaiden määrä voi joinakin vuosina kasvaa huomattavasti, mikäli useampi iso rakennushanke on käynnissä samanaikaisesti.

1.3 Kiviainesten ottomäärät ja käyttö Lapin alueella

Lapin maakunnan alueella otettavien kiviainesten määrää selvitettiin ympäristöhallinnon NOTTO-tietokannasta niin ikään vuodelta 2016. Osasta kuntia ei ollut saatavilla vuoden 2016 ottomääriä, joten niiden osalta vuoden 2017 tietoja. Enontekiön, Ranuan ja Tervolan kuntien osalta kalliokiviaineksen ottomäärä on vuodelta 2017. Savukosken ja Utsjoen kuntien osalta maaperän kiviaineksen ottomäärä on vuodelta 2017.

Kalliokiviainekseen sisältyvät kalliomurske ja louhe. Maaperän kiviaineksiin sisältyvät sekä harjukiviaines (jalostamaton hiekka ja sora, seulottu hiekka ja sora, soramurske) että moreeni (jalostamaton hiekka- ja soramoreeni, seulottu hiekka- ja soramoreeni, hieta- ja hiesumoreeni). Lapin ELY-keskuksen arvion mukaan sen alueelle ei tuoda tai alueelta viedä merkittäviä määriä kiviainesta. Syynä tähän ovat pitkät kuljetusmatkat.

Lapin alueella otettiin vuosina 2016 tai 2017 kalliokiviainesta n. 1,1 milj. tonnia (657 000 k-m³) ja maaperän kiviaineksiä n. 2,2 milj. tonnia (1 121 000 k-m³) josta moreenia n. 111 000 t (56 000 k-m³).

1.4 Lapin alueella syntyviä uusiomateriaaleja

Lapin alueella syntyvien luonnonkiviainesta korvaaviksi soveltuvien uusiomateriaalien (jatkossa uusiomateriaalit) syntymääriä selvitettiin ympäristöhallinnon VAHTI-palvelusta. Tiedot haettiin vuosilta 2010 – 2016. Tässä selvityksessä tarkastellaan pääasiassa tuoreimpia saatavilla olevia eli vuoden 2016 syntyvien, käsiteltävien ja varastoitavien jätteiden määriä.

1.4.1 Mineraalien louhinnan yhteydessä syntyvät kiviainekset

Lapin ELY-keskuksen alueella syntyi vuonna 2016 noin 56 milj. tonnia mineraalien louhinnan sivukiveä. Tämä on yli 99 prosenttia kaikesta Lapin alueella syntyvästä uusiomateriaalista ja noin 60 prosenttia koko maassa syntyvästä kaivostoiminnan ja louhinnan jätteestä. Sivukiven hyötykäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa sen mahdolliset haitta-ainepitoisuudet, esimerkiksi rikki- tai haponmuodostuspotentiaali.

Vuonna 2016 Agnico Eagle Finland Oy Kittilän kaivoksella syntyi sivukiveä n. 25 252 000 tonnia. Tästä 24 547 000 tonnia varastoitettiin tulevia patorakenteita varten. Loput n. 704 000 tonnia läjitettiin. Sivukivi jakaantuu ympäristökelpoisiin kiviin ja läjitettäviin mahdollisesti happea tuottaviin kiviin. Ympäristökelpoinen kivi hyödynnetään maarakentamisessa kaivosalueella ja sen ulkopuolella. Sitä käytetään myös ongelmallisen sivukiven läjitysalueen pohja- ja peittorakenteissa. Esimerkiksi vuonna 2018 sivukiveä hyödynnettiin enemmän kuin sitä syntyi louhinnassa ja osa otettiin sivukiven läjitysalueelta. (Lampinen ja Alhoke 2019)

VAHTI-tietojen mukaan Boliden Kevitsa Mining Oy (vuonna 2016 FQM Kevitsa Mining Oy) Kevitsan kaivoksella sivukiveä syntyi ja varastoitettiin n. 29 822 000 tonnia. Lisäksi varastoitettiin moreenia 1 390 000 tonnia. Sivukivijakeiden tarkkailuraportin mukaan sivukivi jakautuu sen rikki- ja haponmuodostuspotentiaalinsa mukaan tarvekiveen, normaaliin sivukiveen ja kapseloitavaan sivukiveen. Tarvekiveä hyödynnetään rakentamisessa kaivospiirin alueella ja sivukiveä kaivosalueen rakentamiseen liittyvissä täytöissä silloin kun kiviaines sijoitetaan pysyvästi maavesi- tai pohjavesipinnan alapuolelle. Vuonna 2018 louhitusta sivukivestä noin 30 % oli tarvekiveä, 36 % sivukiveä ja 35 % kapseloitavaa sivukiveä (Eurofins Ahma Oy 2019).

Kevitsan kaivoksen ympäristövalvojalta saadun tiedon mukaan kaikki sivukivi menee kaivoksen omaan käyttöön esim. patorakenteisiin ja sivukivialeen pohjarakenteisiin. Moreeni käytetään kaivoksen omassa toiminnassa tai varastoidaan myöhempää käyttöä varten. Erityisesti kaivoksen sulkemisvaiheessa peittoihin soveltuvaa maa-ainesta tarvitaan paljon. (Hilli 2019).

1.4.2 Betoni, betonijäte ja betoniliete

Betonijätettä syntyy rakentamisen ja purkamisen yhteydessä sekä betonituotteiden valmistuksessa. Betonimurskeella on hyvät lujitusominaisuudet. Betoni sopii korvaamaan sora- ja kalliomurskettä jakavissa- ja kantavissa kerroksissa, täytöissä, ja putkijohtokaivantojen täytteenä. Betonimurske sopii myös uuden betonin raaka-aineeksi. Infra Ry:n internet sivuilta löytyvän tiedon mukaan Suomessa purkubetonista kierrätetään 70–80 prosenttia. Teknisiltä ominaisuuksiltaan betonimurske on osin parempi kuin luonnonkivi, sillä se lujittuu murskauksen jälkeen. Murskattu betoni toimii myös hiilidioksidinieluna. Betonirakenteissa tapahtuu käytön aikana karbonatisoitumista ja betonin murskauksen jälkeen karbonatisoituminen kiihtyy materiaalin pinta-alan kasvaessa. Arvioiden mukaan rakenteena ja sen jälkeen betonimurskeena käytetty betoni sitoo elinkaarensa aikana jopa puolet sementin valmistuksessa syntyneestä hiilidioksidista (Nordqvist 2016).

Lapin ELY-keskuksen alueella syntyi vuonna 2016 rakentamisen ja purkamisen jätteenä 70 636 tonnia betonia sekä betoniteollisuuden betonijätettä ja betonilietettä 4 000 tonnia. Jätteen hyödyntämis- ja käsittelymenetelmiä koskevan R/D-koodin mukaan 81 prosenttia purkubetonista ja kaikki betoniteollisuuden jäte hyödynnetään maarakentamisessa. Noin 11 prosenttia purkubetonista on varastoituna, pieni määrä on murskauksessa tai sijoitetaan kaatopaikalle.

1.4.3 Turpeen ja puun poltossa syntyvä lentotuhka

Puun- ja turpeenpolton lentotuhkat soveltuvat maarakentamiseen tie- ja kenttärakenteisiin sekä kaatopaikkojen pinta- ja maisemointitöihin. Tie- ja maarakentamisessa tuhkat soveltuvat hyvän lämmöneristyskykynsä vuoksi erityisesti suodatinkerroksen routaeristeeksi. Hyviä tuloksia on saatu sellaisissa koerakenteissa, joissa tierakenteen kantavuutta on ollut tarkoitus parantaa ja/tai roudan muodostumista tiepohjassa hidastaa (Vartiainen 2016). Puun- ja turpeenpolton lentotuhkaa voidaan käyttää myös metsän tuhkalannoitteena tai sen raaka-aineena. Kaikessa käytössä on kuitenkin haasteena se että tuhkat voivat sisältää polttoaineesta jäljelle jääneitä raskasmetalleja.

Lapin ELY-keskuksen alueella syntyi vuonna 2016 turpeen- ja puunpolton lentotuhkaa 60 495 tonnia. Noin 62 prosenttia tuhkasta oli varastoituna ja noin 27 prosenttia käytettiin maarakennusmateriaalina. Noin 10 prosenttia syntyneestä tuhkasta oli esikäsittelyssä ennen loppusijoitusta ja pieni määrä, noin puoli prosenttia sijoittui maa-tai metsätalouden lannoitteeksi.

1.4.4 Pilaantuneet maa-ainekset jotka eivät sisällä vaarallisia aineita

Pilaantuneita maita voidaan rajoituksin käyttää maarakentamisessa, lähinnä kaatopaikkojen maarakenteissa puhtaiden maiden sijaan. Pilaantuneiden maiden käyttöä kaatopaikan rakenteissa koskevat samat rajoitteet kuin pilaantuneiden maiden sijoittamista kaatopaikoille.

Pilaantuneita maa-aineksia, jotka eivät sisällä vaarallisia aineita kirjattiin Vahti-palveluun vuonna 2016 Lapin ELY-keskuksen alueella 28 780 tonnia. Määrä on selvästi suurempi kuin muina tarkasteltuina vuosina (2010 – 2015) ja sitä kasvattaa Outokummun Tornion tehtaiden Sahalahden pilaantuneiden maiden erä. Lapin ELY-keskuksesta saadun tiedon mukaan 17 214 tonnia Outokumpu Stainless & Chrome Tornion tehtaan omassa toiminnassa likaantuneita maita sijoitettu Outokummun vaarallisen jätteen loppusijoituspaikalle käytettäväksi kaatopaikan välipeittona tai rakenteissa. Noin 7 992 tonnia pilaantuneita maita on hyödynnetty mm. Napapiirin Residuum Oy:n Kuusiselän Perämeren kaatopaikalla ja Jätehuolto Oy Jätekeskus Jäkälä kaatopaikalla kaatopaikan välikerroksissa. Tämän lisäksi 3 573 tonnia pilaantuneita maita on välivarastoitu ja toimitettu eteenpäin. (Alatervo 2019).

1.4.5 Bitumiseokset jotka eivät sisällä kivihiilitervaa ja –tervatuotteita

Tähän jäteluokkaan sisältyy esimerkiksi asfalttijäte sekä rakentamisen ja purkamisen jätteenä syntyvä kattohuopa.

Asfalttirouhetta syntyy jyrittäessä asfalttipäällystettä tai murskattaessa tiestä purettua vanhaa päällystettä. Tien asfalttipinnoitetta uusittaessa monet paikallasekoitusmenetelmät hyödyntävät vanhan asfaltin. Asfalttirouhe ja -murske ovat teknisesti hyvin käyttökelpoisia ja ongelmattomia materiaaleja ja verrattavissa luonnonkiveen. Ne soveltuvat käytettäväksi tien päällysteen raaka-aineena, sekä kantavan kerroksen raaka-aineena tai stabilointiin. Kattohuopajätteestä saadaan murskaamalla niin ikään asfaltin valmistamiseen soveltuvaa bitumirouhetta. (Vartiainen 2016)

Bitumijätettä syntyi Lapin ELY-keskuksen alueella vuonna 2016 14 967 tonnia. Tästä vain 5 prosenttia meni hyötykäyttöön ja 95 prosenttia varastoitiin.

1.4.6 Pohjatuhka, kuona ja kattilatuhka

Kivihiilen poltossa syntyvä pohjatuhka ja –kuona sekä kattilatuhka soveltuvat maarakentamiskäyttöön. Pohjatuhkan pääasialliset käyttökohteet ovat katujen ja kevyenliikenteenväylien suodatinkerroksessa ja erilaisissa täytöissä. Erityisesti pohjatuhkan hyödyntämisestä on käytettävissä useita ohjeita. Valtioneuvoston asetuksen (VNa 591/2006) vaatimukset täyttävän pohjatuhkan käytössä ei vaadita ympäristölupaa. (Rudus Oy 2008)

Pohjatuhkaa, -kuonaa ja kattilatuhkaa syntyi Lapin ELY-keskuksen alueella 10 392 tonnia. Tästä vajaa 10 prosenttia sijoittui hyötykäyttöön ja vajaa 83 prosenttia oli varastoituna. Vajaa 7 prosenttia sijoitettiin kaatopaikalle.

1.4.7 Tiilet

Rakentamisen ja purkamisen yhteydessä syntyvä tiilijäte soveltuu myös maanrakennusmateriaaliksi. Tiilimursketta voidaan käyttää katu- ja tierakenteiden suodatin- ja eristyskerrokseen sekä routimattomaksi täyttömaaksi. Tiilimurskeen määrä vuosittain on kuitenkin pieni, ja tiilet voidaan usein kierrättää uudelleen rakennustiileksi. Tiilijätettä syntyy koko maassa vuosittain noin 40 000 tonnia (Vartiainen 2016).

Lapin ELY-keskuksen alueella syntyi vuonna 2016 1 704 tonnia tiilijätettä. R/D-koodin mukaan tiilijätteestä 57 % hyödynnettiin maarakentamisessa ja noin 30 % varastoitiin. Loput sijoitettiin maahan tai maanpäälle esimerkiksi kaatopaikkarakenteisiin.

1.4.8 Lasi ja lasipakkaukset

Lasijäte koostuu rakennus- ja purkutoiminnassa syntyvästä lasijätteestä, keräyslasista sekä lasipakkauksista. Lasijätteestä valmistetaan mm. maarakennusmateriaaliksi soveltuvaa vaahtolasia, lasivillaa, pakkauslasia ja tasolasia. Kierrätetty pakkauslasi toimitetaan tällä hetkellä Englantiin ja Hollantiin prosessoitavaksi uuden pakkauslasin raaka-aineeksi. Lasipakkausten raaka-aineeksi soveltumaton uusiolasi käytetään maarakennusmateriaalina.

Rakennus- ja purkutoiminnan lasijätettä syntyi Lapin ELY-keskuksen alueella 18 tonnia. R/D-koodin mukaan se meni kokonaisuudessaan hyötykäyttöön.

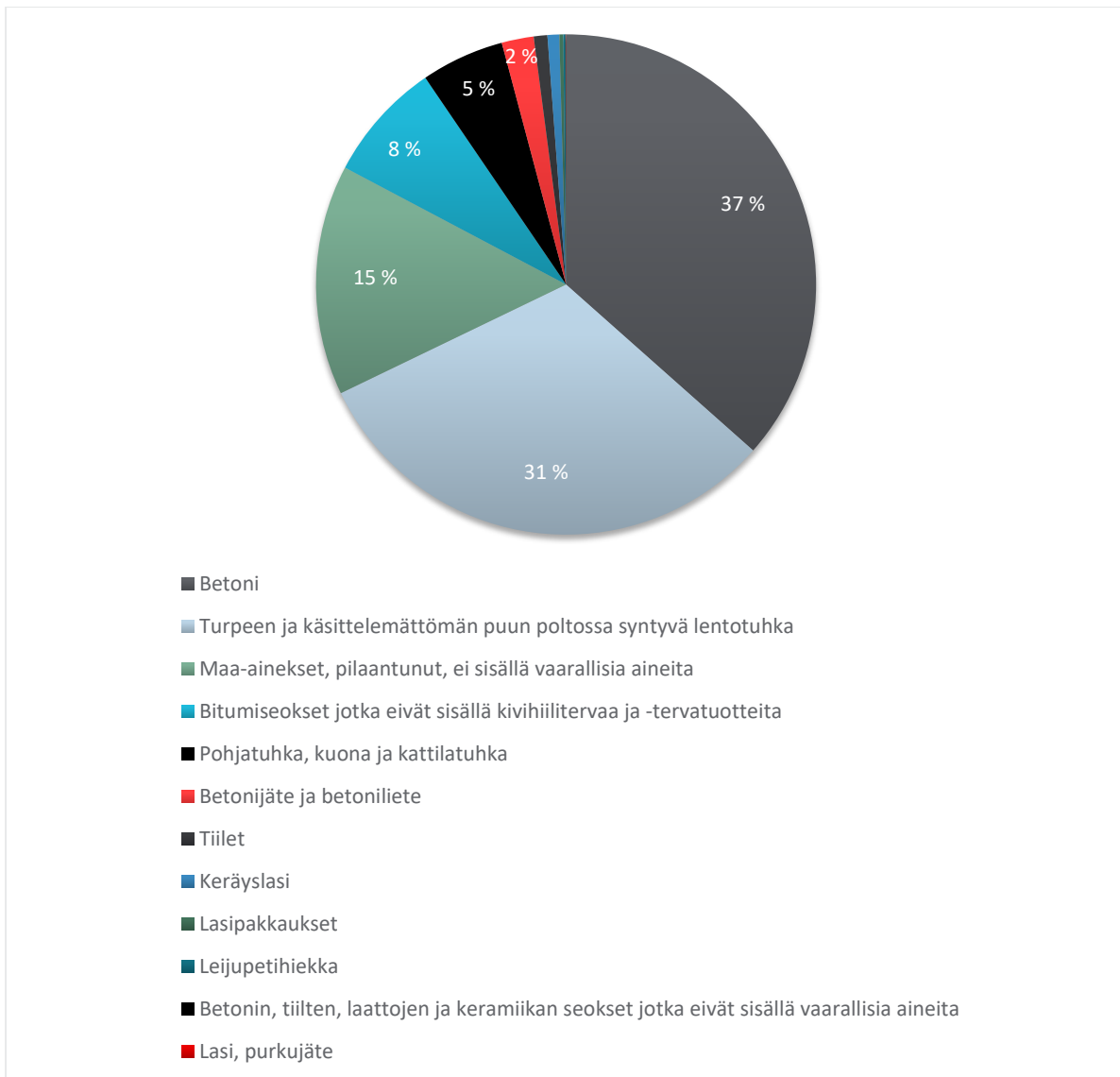
1.4.9 Leijupetihiekka

Leijupetihiekka on leijupetikattilassa polttoalustana käytetyn hiekan ja pohjatuhkan seosta. Se on raekooltaan karkeampaa kuin pohjatuhka, ja soveltuu pohjatuhkan tavoin maarakentamiskäyttöön mm. teiden ja kevyenliikenteen väylien suodatin- ja jakavassa kerroksessa, penger- ja kenttätäytöissä sekä kaatopaikkarakenteissa. (Rakennustieto 2019)

Lapin ELY-keskuksen alueella raportoitiin vuonna 2016 jätteenä vajaa 260 tonnia leijupetihiekkaa. R/D-koodin mukaan se meni kokonaan hyötykäyttöön.

1.4.10 Betonin, tiilien, laattojen ja keramiikan seokset

Rakennus ja purkutoiminnassa syntyvä betonin, tiilien, laattojen ja keramiikan seokset soveltuvat niin ikään maarakennusmateriaaliksi. Materiaalia syntyi Lapin ELY-keskuksen alueella vuonna 2016 noin 68 tonnia ja se sijoittui R/D-koodin mukaan kokonaisuudessaan hyötykäyttöön.



Kuva 1. Muun kuin kaivostoiminnan yhteydessä syntyvät uusiomateriaalit Lapin ELY-keskuksen alueella 2016.

1.5 Yhteenveto

Lapin alueella otettiin vuosina 2016 tai 2017 kalliokiviainesta n. 1,1 milj. tonnia (657 000 k-m³) ja maaperän kiviaineksia n. 2,2 milj. tonnia (1 121 000 k-m³) josta moreenia n. 111 000 t (56 000 k-m³).

Kiviainesta korvaamaan soveltuvia uusiomateriaaleja syntyi vuonna 2016 noin 56 milj. tonnia. Tästä yli 99 prosenttia on kaivostoiminnan yhteydessä Agnico Eagle Finland Oy Kittilän kaivoksella ja Boliden Kevitsa Mining Oy Kevitsan kaivoksella syntyvää sivukiveä ja moreenia. Sivukiven hyötykäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa sen mahdolliset haitta-ainepitoisuudet, esimerkiksi rikkipitoisuus tai haponmuodostuspotentiaali. Syntyvä sivukivi käytetään sen ominaisuuksien mukaan maanrakennukseen tai se varastoidaan käytettäväksi myöhemmin peittomateriaalina.

Muita kuin kaivostoiminnassa syntyviä uusiomateriaaleja syntyi vuonna 2016 191 700 tonnia. Tästä 37 % on betonia (kuva 1). Betoni soveltuu korvaamaan sora- ja kalliomursketta monenlaisiin käyttötarkoituksiin ja siitä yli 80 prosenttia käytettiin erilaisiin maanrakennuskohteisiin.

31 % syntyvästä uusiomateriaalista oli turpeen ja puun poltossa syntyvää lentotuhkaa ja 5 % pohjatuhkaa, kuonaa ja kattilatuhkaa sekä leijupetihiekkaa. Tuhkien pääasiallinen käyttökohde on maanrakentamisessa ja pohjatuhkan käytöstä on olemassa jo paljon tietoa. Puun- ja turpeenpolton lentotuhkasta osa soveltuu myös lannoitteeksi. 2016 noin 70-80 prosenttia tuhkista oli varastoituna tai esikäsitellyssä, pieni osa lentotuhkaa käytettiin lannoitteeksi ja loput maarakentamiseen.

Syntyvistä uusiomateriaaleista 15 % oli maa-aineksia jotka ovat pilaantuneita, mutta eivät sisällä vaarallisia aineita sekä 8 % sellaisia bitumiseoksia jotka eivät sisällä kivihiilitervaa. Pilaantuneet maa-ainekset soveltuvat ja ne käytettiin puhtaan maa-aineksen sijaan kaatopaikoilla rakenteissa ja peittomateriaalina. Bitumiseoksiin kuuluu esimerkiksi asfalttijäte sekä rakentamisen ja purkamisen jätteenä syntyvä kattohuopa. Asfalttijäte soveltuu käytettäväksi uuden asfaltin raaka-aineena, samoin kattohuopajätteestä saadaan murskaamalla asfaltin valmistamiseen soveltuvaa bitumirouhetta. Lapin ELY-keskuksen alueella vuonna 2016 syntyneestä bitumijätteestä kuitenkin vain 5 prosenttia meni hyötykäyttöön ja 95 prosenttia varastoitiin.

Lisäksi syntyi pieniä määriä betonijätettä ja –betonilietettä, tiiliä, keräyslasia, lasipakkauksia, betonin, tiilten, laattojen ja keramiikan seoksia sekä purkujätteenä syntyvää lasia. Kaikki soveltuvat suoraan tai esikäsiteltynä maarakennukseen ja suurimmaksi osaksi myös hyödynnettiin maarakennusmateriaalina.

Lähteet

Alatervo, Jukka (Lapin ELY-keskus): Sähköposti 19.3.2019

Eurofins Ahma Oy 2019: Boliden Kevitsa Mining Oy Sivukivijakeiden tarkkailu vuonna 2018. Eurofins Ahma Oy, Projekti 180, 6.3.2019

Hilli, Tuija (Lapin ELY-keskus): Sähköposti 29.4.2019

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160707/YMra_13_2018_Kiviaineshuollon_kehittaminen.pdf [Viitattu 2.5.2019]

<http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uuma2-ohjelma-vauhdittanut-uusiomaarakentamista-suomessa> [Viitattu 2.5.2019]

<https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Tietoa-alasta/Purku-ja-kierratys/> [Viitattu 2.5.2019]

Huhtinen, T, Palolahti, A, Räisänen, M ja Torppa, A, 2018: Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13/2018. Ympäristöministeriö, Helsinki 2018.

Kaivetut maa-ainekset – jäteluonne ja käsittely. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto, muistio 3.7.2015.

Lampinen, H, ja Alhoke, A 2019: Raportti sivukivien ja rikastushiekkojen tarkkailusta 2018. Terveys-, turvallisuus- ja ympäristöosasto. Agnico Eagle Finland 27.3.2019.

Lindholm, Anne (Lapin ELY-keskus): suullinen tiedonanto / sähköposti 25.3.2019

Nordqvist, J. 2016: Betonin kierrätys ja betonimurskeen tuotteistaminen. Savonia-ammattikorkeakoulu, julkaisematon opinnäytetyö 2016.

Rakennustieto Oy 2019: Tuhkaohjekortin käsikirjoitus. Tuhkien käyttö maarakentamisessa, Metsä- ja energiateollisuuden tuhkamateriaalit. Lausunnolla oleva luonnos.

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/NjY0Vs4V1/Tuhkaohjekortti_RTS_17-56.pdf [viitattu 9.5.2019]

Rintala, R. ja Lonka, H. 2013. Maa-aineslain toimivuuden arviointi. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 12/2013, luonnonvarat.

Rudus Oy 2008: Pohjatuhkaohje. Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun 1/2008.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto [verkkajulkaisu].

ISSN=1798-3339. 2016. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 24.4.2019].

Saantitapa: http://www.stat.fi/til/jate/2016/jate_2016_2018-08-31_tie_001_fi.html

Torppa, Akseli (Geologian tutkimuskeskus): Suullinen tiedonanto / sähköposti 12.4.2018

Vartiainen, J. 2016: Betonin, tiilen, asfaltin ja biotuhkan uusiokäyttö maanrakentamisessa. Savonia-ammattikorkeakoulu, julkaisematon opinnäytetyö 30.4.2016.

Ympäristöministeriö, Tilastokeskus ja Suomen ympäristökeskus: Jäteluokitusopas 2005. Käsikirjoja 37. Tilastokeskus 2005. Valopaino Oy, Helsinki 2005. ISSN 0355-2063 ISBN 952-467-433-5 (pdf)