

Asfalttijätteen kierrätyksen kehittäminen

Development of asphalt waste recycling



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakentamisen koulutusohjelma, Visamäki Hämeenlinna

Kevät 2023

Tuomas Mäkitalo

Ilmastonmuutos ja sen hidastaminen vaatii kaikilta Suomessa ja maailmalla tekemään toimenpiteitä. Suomessa on rakennusallalla julkisten organisaatioiden ja yritysten osalta asetettu tavoitteita. Jotta hiilineutraaliin rakentamiseen päästää tarvitaan myös toimenpiteitä. Kiertotalous on yksi näistä toimenpiteistä. Asfalttialalla kierrätys näkyy konkreettisesti. Vanha käytöstä poistettu asfaltti voidaan kierrättää 100 % uuden asfalttipäällysteen raaka-aineeksi.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Asfalttikallio Oy:lle, joka on suomalainen päällystealan yritys. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus etsiä keinoja, joilla asfalttialan yritys Asfalttikallio Oy voi tehostaa asfalttijätteen kierrätystä. Työn taustalla on rakentamisesta syntyvän asfalttijätteen kasvanut määrä ja sen keskittyminen etenkin Etelä-Suomen alueelle. Asfalttijätettä syntyy enemmän kuin sitä saadaan alan normistojen ja urakoiden vaatimusten mukaisesti käyttää, vaikka asfalttiasemien tekniikka sen suuremman käytön mahdollistaisi. Asfalttijäte sisältää hyötykäyttävää kiviainesta sekä sideainetta. Tässä opinnäytetyössä havaittiin, että asfalttirouhetta käytetään asfalttimassan raaka-aineena Suomessa vuosittain vain 20 % vaikka mahdollisuus olisi suurempiinkin määriin. Kasvattamalla asfalttirouheen määrää asfalttimassan raaka-aineena säästetään merkittäviä määriä neitseellistä kiviainesta sekä sideaineena käytettävää öljypohjaista bitumia.

Työssä perehdyttiin asfalttirouheen käytöstä tehtyihin tutkimuksiin, Päällystealan neuvottelukunnan PANK ry:n julkaisuihin sekä Väyläviraston julkaisuihin. Lisäksi perehdyttiin Suomen valtion lainsäädäntöön sekä asfalttiasemia valmistavien yritysten tarjoamiin uusinta teknologiaa edustaviin kierrätysratkaisuihin.

Työn tulokset antavat yritykselle ja koko alalle keinoja, joilla asfalttijätteen kierrätystä voidaan tehostaa. Keinoina esiin nousee esimerkiksi koko rakennusalan yhteistyö ja kierrätysasfaltin pitkäjänteinen tutkiminen. Keinojen soveltaminen käyttöön vaatii osittain lisätutkimuksia, jotta kierrätystä voidaan lisätä vaarantamatta asfalttipäällysteiden laatua.

Climate change and it's slowing down requires everyone in Finland and the world to take measures. In Finland, goals have been set for public organizations and companies in the construction sector. In order to allow carbon-neutral construction, measures are also needed. The circular economy is one of these measures. The circular economy can be seen concretely in asphalt sector. Old, discarded asphalt can be 100 % recycled as raw material for new asphalt pavement.

This thesis was done for Asfalttikallio Ltd, a Finnish paving company. The purpose of this thesis is finding ways in which the asphalt company Asfalttikallio Ltd can improve the recycling of asphalt waste. The background of the work is the increased amount of asphalt waste generated from construction and its concentration, especially in Southern Finland. Asphalt waste is generated more than it can be used in accordance with industry standards and contract requirements, even if the technology of asphalt plants enables its greater use. Asphalt waste contains usable aggregate and binder. In this thesis, it was found that asphalt gravel is used as raw material for asphalt mass in Finland only 20 % of the time, even if there is a possibility for even larger amounts. By increasing the amount of asphalt grit as a raw material for asphalt mass, significant amounts of virgin aggregate and the oil-based bitumen used as a binder are saved.

In the thesis, studies were made on the use of asphalt gravel, the publications of PANK ry, the Advisory Board of the Paving Industry, and the publications of the Finnish Transport Infrastructure Agency. In addition, we familiarized ourselves with Finnish state legislation and recycling solutions representing the latest technology offered by companies that manufacture asphalt plants.

The results of the thesis give the company and entire industry ways to improve the recycling of asphalt waste. For example, the cooperation of the entire construction industry and the long-term study of recycled asphalt emerge as means. The application of the means to use partly requires further studies, so that recycling can be increased without jeopardizing the quality of asphalt pavements.

Keywords asphalt, recycling, environment, asphalt waste

Pages 41 pages

Sisällys

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn johdanto	1
1.2	Työn tausta.....	2
1.2.1	Asfalttikallio Oy	2
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset.....	2
1.4	Opinnäytetyön tutkimusprosessi	3
2	ASFALTTIJÄTE KIERTOTALOUDEN NÄKÖKULMASTA	5
2.1	Kiertotalous ja maarakentaminen	5
2.2	Asfalttijätteen hyödyntäminen kiertotaloudessa	6
2.2.1	Asfalttijätteen hyödyntäminen maarakentamisessa	6
2.2.2	Asfalttijätteen hyödyntäminen asfalttimassassa	7
3	ASFALTTIMASSA	10
3.1	Asfalttimassan valmistuksen historia Suomessa	10
3.2	Asfalttimassan koostumus	11
3.2.1	Kiviainekset	12
3.2.2	Sideaineet.....	14
3.2.3	Asfalttirouhe.....	14
3.2.4	Lisäaineet	15
3.3	Asfalttimassan valmistus.....	15
3.3.1	Asfalttimassan suunnittelu.....	15
3.3.2	Asfalttiaseman toimintaperiaate	16
4	ASFALTTIJÄTE.....	18
4.1	Asfalttijätteen syntyminen.....	18
4.2	Asfalttijätteen vastaanotto	19
4.3	Asfalttijätteestä tutkittavat ominaisuudet	20
4.4	Asfalttijätteen käyttö asfalttimassan raaka-aineena	23
4.5	Uuden teknologian hyödyntäminen asfalttijätteen kierrätyksessä.....	25
4.6	Asfalttijätteen käyttö asfalttiasemilla	29
4.6.1	Murskaus	29
4.6.2	Varastointi	30

4.6.3	Käyttö asfalttiasemassa.....	31
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
5.1	Toimenpiteet kierrätyksen kehittämiseksi	34
5.2	Johtopäätökset.....	36
	Lähteet.....	37

1 JOHDANTO

1.1 Työn johdanto

Kiertotalouden edistäminen ja ilmastonmuutoksen pysäyttäminen ovat nousseet julkisten ja yksityisten organisaatioiden edistämien asioiden kärkeen myös rakennusosalalla. Rakennettu ympäristö, liikenne mukaan lukien, kuluttaa Suomessa käytetystä energiasta 60 % ja synnyttää 55 % päästöistä. Rakentamisen ja rakennusmateriaalien osuus rakennetun ympäristön päästöistä on noin 20 %. Infra- ja maarakentamisen rakentamis- ja käytönaikaisiin ympäristöpäästöihin täytyy nyt ja tulevaisuudessa puuttua joka osa-alueella suunnittelun hankinnasta aina oikeanlaiseen käyttöön ja lopulta kierrätykseen asti. Ympäristöystävälliseen ja hiilineutraaliin rakentamiseen pääseminen vaatii jokaiselta rakennushankkeeseen osallistuvilta, niin julkisilta kuin yksityiseltä organisaatiolta, toimia yksin ja yhdessä. Yksityiset organisaatiot voivat parantaa toimintaansa esimerkiksi tekemällä investointeja vähäpäästöiseen teknologiaan tai kehittää tarjoamiaan palveluita sekä tuotteita kiertotalous- ja hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamiseksi.

Suomessa on päällystettyä valtion tieverkostoa 50 500 kilometriä ja kuntien ylläpitämiä katuja Suomen Tieyhdistyksen mukaan 30 000 kilometriä. (Tieto.Traficom, 2023 ja Suomen Tieyhdistys, 2020). Kaikkien näiden päällystettyjen tiekilometrien asfalttipäällysteet ovat kierrätettävissä uudeksi raaka-aineeksi päällysteen tullessa elinkaarensa päähän tien pintarakenteena. Nykyinen Suomen lainsäädäntö, asfalttialan normisto sekä tilaajaorganisaatioiden urakka-asiakirjat antavat tietyt edellytykset asfalttipäällystealan yrityksille toteuttaa kiertotalouden periaatteita hyödyntämällä lähes loputtomasti kierrätettävissä olevaa vanhaa asfalttia. Tässä työssä käsitellään yrityskohtaisia mahdollisuuksia kehittää asfalttijätteen kierrätystä.

1.2 Työn tausta

Työn taustalla on työn tilaajan havaitsema ongelma asfalttijätteen kasvavasta määrästä, etenkin Pääkaupunkiseudun ja Etelä-Suomen alueella. Asfalttijätettä syntyy siis enemmän, kuin sitä voidaan alan normistojen mukaan sisällyttää asfalttimassaan takaisin. Toisaalta taas muilla alueilla Suomessa on toisinaan pulaa asfalttijätteestä, jolloin asfalttimassaan ei ole välttämättä saatavilla riittävästi kierrätettävää raaka-ainetta. Asfalttijäte on asfalttialan yritykselle todella tärkeä raaka-aine. Lisäksi asfalttijätteen kierrätys asfalttimassassa edistää erilaisiin kiertotaloustavoitteisiin pääsyä.

Edellä mainitun syyn takia Asfalttikallio Oy:ssä on syntynyt tarve tutkia ja selvittää toimenpiteitä asfalttijätteen aineen tehokkaampaa käyttöä, etenkin asfalttimassan raaka-aineena koko valtakunnallisella toimialueella.

1.2.1 Asfalttikallio Oy

Asfalttikallio Oy on suomalainen vuonna 2012 perustettu asfalttipäällystealan yritys. Toiminta on keskittynyt asfalttiurakointiin julkishallinnon tilaajille, maarakennusyrityksille, rakennusliikkeille sekä yksityisille tilaajille koko Suomen alueella.

Asfalttikallio Oy on viime vuosina investoinut merkittävästi uuteen kalustoon. Kalustona on nykyaikaista tekniikkaa nykyaikaisilla moottoreilla, joiden ympäristöystävällisyys on parempi. Uudessa kalustossa voidaan käyttää esimerkiksi uusiutuvia polttoaineita. Lisäksi yritys on investoinut raaka-aineiden kosteudenhallintaan sekä ottanut asfalttiasemilla käyttöön vaihtoehtoisia polttoaineita, kuten nestekaasua, raskaan polttoöljyn tilalle. Näillä investoinneilla pyritään pienempään energiankulutukseen ja näin ollen pienentämään hiilijalanjälkeä.

1.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa Asfalttikallio Oy:lle tietoa asfalttijätteen kierrätyksen kehittämiseksi yrityksen toiminnassa, etenkin asfalttimassan raaka-aineena.

Tavoitteena on tuottaa konkreettista hyötyä, joilla voidaan parantaa asfalttijätteen kierrätystä yrityksessä ja tuoda toiminnassa säästöjä. Konkreettiset hyödyt saadaan esille tekemällä vertailuja toimenpiteiden vaikutuksista ja muodostamalla niistä johtopäätöksiä. Työssä tullaan huomioimaan vaatimukset, joita lainsäädäntö ja alan normit asettavat asfalttijätteen käytölle raaka-aineena asfalttimassan ekologisena raaka-aineena neitseellisten sideaineen ja kiviaineksen korvaavana tuotteena.

Tämä työ on rajattu käsittelemään aihepiiriä Asfalttikallio Oy:n näkökulmasta, ottaen huomioon nykyiset mahdollisuudet osaamisen sekä kaluston osalta. Muiden yritysten toimintatapoihin ei keskitytä tässä työssä. Lisäksi käsitellään uuden teknologian ja uusien laitteistojen tuomia mahdollisuuksia koko alan kattavalla tasolla. Tässä työssä käsitellään lähtökohtaisesti vain asfalttijätettä asfalttimassan raaka-aineena, mutta käyttöä myös maarakennusaineena kiertotalouden näkökulmasta sivutaan.

Tämän opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymykset lyhyesti:

- Miten asfalttijätteen kierrätystä voidaan tehostaa yrityksessä?
- Antaako yrityksen käytössä oleva tekniikka mahdollisuuden lisätä kierrätystä alan normiston sallimissa rajoissa?
- Millaisia vaikutuksia kierrätyksen tehostamisella on yritykselle?

1.4 Opinnäytetyön tutkimusprosessi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa katsaus Asfalttikallio Oy:n asfalttijätteen kierrätyksen nykytilaan ja tavoitteena oli löytää keinoja tehostaa asfalttijätteen kierrätystä eri toimipisteillä. Kierrätyksen lisääminen edistää maarakentamisen kiertotaloutta ja auttaa pääsemään kohti vähähiilistä ja aikanaan hiilineutraalia rakentamista.

Työn onnistuminen vaati perehtymistä asfalttimassan valmistukseen, tutustumista saatavilla ja käytössä olevaan tekniikkaan ja käytäntöihin. Työ vaati myös perehtymistä teknisiin laatuvaatimuksiin sekä voimassa olevaan lainsäädäntöön ja asfalttialan normistoon. Tutkimuksen kohteena olevat kirjoitetut lähteet painottuvat Suomen valtion lainsäädäntöön,

Väyläviraston julkaisuihin sekä maarakennusalan yhteisöjen tuottamaan materiaaliin. Tällaisia yhteisöjä ovat esimerkiksi Päälystealan neuvottelukunta PANK ry, UUMA-hanke ja INFRA ry.

Työn kannalta tärkeää materiaalia on myös Asfalttikallioin oma tiedostopankki sekä yrityksen päivittäisestä toiminnan yhteydessä syntyneet henkilöhaastattelut. Näissä henkilöhaastatteluissa ja keskusteluissa käsiteltiin nykyisiä toimenpiteitä asfalttijätteen kierrätyksen kehittämiseksi, asfaltointi- ja rakennusurakoiden laatu- ja materiaalivaatimuksia sekä millä tavalla asfalttijätteen kierrätystä voidaan parantaa erilaisissa rakennusurakoissa. Asfalttikallion tiedostopankista löytyy useiden eri päällystysurakoiden urakka-asiakirjoja, joita tutkimalla on saatu tilannekuva viime vuosien mahdollisuuksia hyödyntää asfalttirouhetta asfalttimassan raaka-aineena. Lisäksi työssä on kartoitettu saatavilla olevaa teknologiaa asfalttialan laitevalmistajilta, joilla on kaupallinen intressi luoda kiertotaloutta tukevia laitteistoja sekä teknologioita.

Lähteisiin ja nykyisiin käytäntöihin perustuen on tehty yhteenveto siitä, miten yrityksessä voidaan kehittää asfalttijätteen kierrätystä nykytilanteessa. Nämä toimenpiteet voivat olla erilaisia eri toimipisteissä ja toisaalla hyväksi havaittuja käytäntöjä pyritään hyödyntämään yrityksessä laajemmin.

2 ASFALTTIJÄTE KIERTOTALOUDEN NÄKÖKULMASTA

2.1 Kiertotalous ja maarakentaminen

Kiertotalous on Euroopan parlamentin mukaan sellainen tuotanto- ja kulutusmalli, jossa olemassa olevat materiaalit ja tuotteet hyödynnetään mahdollisimman pitkälle esimerkiksi lainaamalla, vuokraamalla, uudelleen käyttämällä, korjaamalla, kunnostamalla ja kierrättämällä. Näin tuotteiden elinkaari pitenee ja loppusijoitukseen joutuvan jätteen määrä vähenee. Kiertotalouden avulla jätteen määrä yritetään minimoida. Kiertotaloutta tarvitaan, koska tuotteisiin tarvittavien raaka-aineiden määrä on maailmassa rajallinen. Lisäksi uusien raaka-aineiden louhinta, jalostus ja käyttö lisää merkittävästi hiilidioksidipäästöjä. Euroopan unionin mukaan kiertotaloudessa tulee kiinnittää erityistä huomioita aloihin, joissa resursseja käytetään paljon kuten: elektroniikkaan, akkuihin, tietojen ja viestintäteknikkaan, muoveihin, tekstiileihin sekä rakennusalaan. (Euroopan parlamentti, 2022)

Maarakentamisessa kiertotalouden ja resurssiviisauden periaatteet näkyvät etenkin uusiomateriaalin käyttönä mutta myös lisääntyneenä rakennuskoneiden ja -laitteiden vuokraamisena. Suomessa uusiomaarakentamisessa käytettyjä materiaaleja kutsutaan UUMA-materiaaleiksi. Maarakentamisessa käytettäviä uusiomateriaaleja syntyy useista eri lähteistä kuten:

- ylijäämämaista
- vanhoista maarakenteista
- rakennus- ja purkuteollisuudesta
- jätteenpoltosta
- hiilivoimateollisuudesta
- rauta- ja terästeollisuudesta
- kaivos- ja louhintateollisuudesta

Kiertotaloutta ja resurssiviisautta voidaan edistää lisäämällä uusiomateriaalien käyttöä tutkimalla ja tuotteistamalla materiaaleja ja kehittää rakentamistekniikkaa, suunnittelua sekä hankintamenettelyä. UUMA-materiaalien käytölle maarakentamisessa tarvitaan voimassa olevan ympäristölainsäädännön mukainen lupa- tai rekisteröintimenettely. Jätelain 646/2011 mukaisesti ensisijaisesti on toteutettava jätteiden uudelleenkäyttö. (UUMA4, 2018)

2.2 Asfalttijätteen hyödyntäminen kiertotaloudessa

2.2.1 Asfalttijätteen hyödyntäminen maarakentamisessa

Asfalttijätettä voidaan hyödyntää MARA-asetuksen mukaisesti rekisteröinti-ilmoituksella sitomattomissa väylä- ja kenttärakenteissa enintään 1 000 tonnia, hakemalla ympäristöluvan kunnan tai valtion lupaviranomaiselta, käyttömäärä maarakennuskohteessa voi ylittää 1 000 tonnia. (Väylä, 2022) Asfalttimursketta tai -rouhetta voidaan hyödyntää sitomattomana materiaalina esimerkiksi kantavassa rakennekerroksessa, kulutuskerroksessa tai stabiloidussa kantavassa kerroksessa. MARA-asetuksen perusteella asfalttijätettä ei voi hyödyntää maarakentamisessa 1- tai 2-luokan pohjavesialueilla, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitetulla alueella, luonnonsuojelutarkoitukseen osoitetulla alueella, ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueella eikä sisämaan tulvavaara-alueilla. (Asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017)

Asfalttimurskeessa ja -rouheessa hienoaines on sitoutunut bitumiin, jolloin luonnonkiviainekseen verrattuna routivuus on pienempi. Asfalttimurske läpäisee vettä huomattavasti nopeammin, jolloin rakenteen on oltava sellainen, josta vesi pääsee poistumaan hyvin. Rakennetta, jossa asfalttimurskeen päälle levitetään esimerkiksi kerros mursketta ja se päällystetään sidotulla asfalttikerroksella, tulee välttää, koska se muodostaa ”sandwich”-rakenteen, jossa vesi ei välttämättä pääse poistumaan rakenteesta. Näin ollen asfalttipäällyste vaurioituu eikä sen käyttöikä ole kovin pitkä. (Asfalttikallio Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

Asfalttimurske tiivistyy luonnonkiviainesta heikommin, jolloin kerralla rakennettavan rakennekerroksen tulee olla riittävän ohutta, jotta rakenteesta saadaan riittävän tiivis. Asfalttimurske toimii parhaiten vähäliikenteisillä teillä sekä polulla kulutuskerroksena. Tällaisilla kulkureiteillä tulee huomioida, että rakenteen kaltevuudet ovat riittävät, jotta vesi pääsee poistumaan kulutuskerroksen pinnalta. Reikiintyessä kulutuskerroksessa oleva asfalttirouhe on vaikea paikattava. Soveltuvimpia käyttökohteita ovat esimerkiksi golfkenttien polut, kävelyreitit ja vähäliikenteiset ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut tiet. (Asfalttikallio Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

Hyödyntämällä asfalttijätettä maarakentamisessa hyödynnetään vain osa asfalttijätteen sisältämästä uusiomateriaalista eli kiviaines. Arvokkain osuus eli sideaine, joka yleensä on öljypohjaista bitumia, jää hyödyntämättä kokonaan.

2.2.2 Asfalttijätteen hyödyntäminen asfalttimassassa

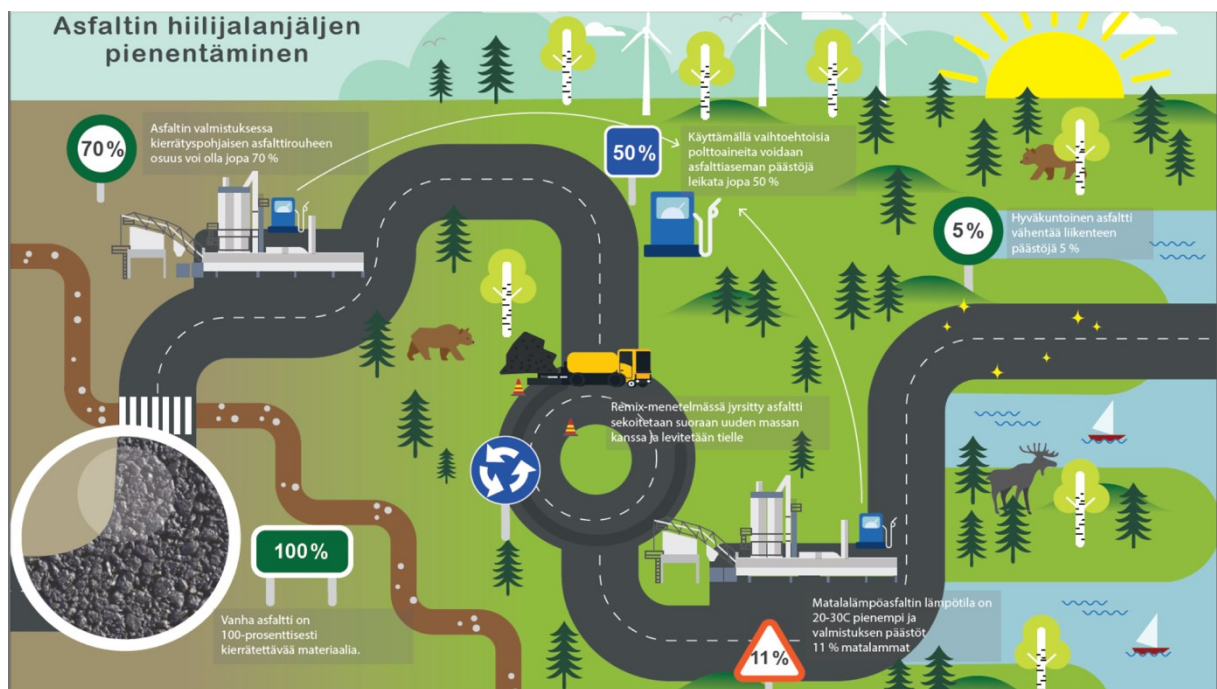
Suomessa valmistettiin Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2021 6,8 miljoonaa tonnia asfalttia. (Tilastokeskus, 2023) Suurin osa levitettävästä asfalttimassasta päättyy julkiselle sektorille 62 % osuudella ja yksityiselle sektorille jää näin ollen 38 % osuus asfalttipäällysteistä. Asfalttijätteen käytöstä asfalttipäällysteissä ei ole saatavilla yhtä tuoretta tilastoa mutta INFRA ry:n mukaan vuosina 2014–2018 asfalttijätettä on kierrätetty asfalttimassan joukkoon 1–1,3 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä on vain 20 % kyseisen ajanjakson vuosittaisista kokonaistuotantomääristä. Saman esityksen mukaan vuosittaisen asfalttimassaan lisättävän kierrätysraaka-aineen tulisi olla 40 %, jotta vuosittain muodostuva asfalttijäte saataisiin kierrätettyä asfalttimassassa. (Uusiomaanrakentaminen, 2019)

Asfalttinormit 2017 antavat mahdollisuuden lisätä raaka-aineeksi asfalttimassaan kierrätettyä asfalttijätettä eli asfalttirouhetta 50 % - 70 % tietyin edellytyksin. Pintakerrokseen eli kulutuskerrokseen voidaan käyttää enintään 50 % kierrätysraaka-ainetta ja siitä alempiin rakennekerrokseen voidaan käyttää enintään 70 % kierrätysraaka-ainetta. (Asfalttinormit, 2017) Väyläviraston mukaan Suomessa maanteiden päällystykseen käytetään 10 %- 30 % asfalttijätettä. (Väylävirasto, 2022) Asfalttijätettä on käytetty asfalttimassan raaka-aineena vuosina 2014–2018 keskimäärin 20 %/massatonni, joka tarkoittaa, että tällä kierrätysasteella

on säästetty tarkastelujakson aikana noin miljoona tonnia neitseellisiä kiviaineksia vuodessa. Kuten yllä on todettu sallittu käyttö määrä voisi olla suurempikin. Lisäämällä vuotuista kierrätysraaka-aineen määrää 10 %, neitseellisiä kiviaineksia säästettäisiin vuodessa jo lähes kaksi miljoonaa tonnia. Lisäksi säästettäisiin enemmän myös uusiutumaton bitumista sideainetta, jota asfalttipäällyste sisältää noin 5 %.

Asfalttijätteen käytöllä asfalttimassassa saadaan aikaan uusiopäällysteitä, joissa merkittävä osa asfalttimassan raaka-aineesta on kierrätettyä vanhaa asfalttia. Vanhan asfaltin käytöllä on tarkoitus edistää kiertotaloutta mutta myös yhtenä toimenpiteenä pienentää asfaltin hiilijalanjälkeä, kuten kuvassa 1. on esitetty. Vanha asfaltti on käytännössä 100 % kierrätyskelpoinen asfaltin raaka-aineena, kunhan tarvittavat laatuvaatimukset täyttyvät, kierto ei siis rajoitu yhteen kertaan.

Kuva 1. Asfaltin hiilijalanjäljen pienentäminen. (Uusiomaarakentaminen, 2019)



Asfalttijätteen kierrätyksen määrään vaikuttaa raaka-aineen riittävä saatavuus sekä asfalttiasemalta vaadittavat tekniset ominaisuudet. Kierrätyskelpoista asfalttijätettä saadaan etenkin uusittavilta vilkasliikenteisiltä teiltä ja kadulta sekä rakentuvilta alueilta, joissa puretaan vanhaa asfalttia. Tämä tarkoittaa, että kaikilla alueilla ei välttämättä ole

saatavilla asfalttijätettä riittävästi raaka-aineeksi. Asfalttiasemilta vaaditaan teknisiä ominaisuuksia, etenkin käytettäessä yli 30 % kierrätysraaka-ainetta. Tällaiset ominaisuudet löytyvät yleensä keskitetyiltä kiinteiltä asfalttiasemilta, jotka ovat tehokkaampia ja suurempia, kuin siirrettävät asfalttiasemat. Näin ollen osassa Suomea kierrätettävää materiaalia on yli tarpeen, kun osassa Suomea taas käytetään neitseellistä kiviainesta enemmän kierrätysraaka-aineen tai asfalttiasemien tekniikan takia.

3 ASFALTTIMASSA

Asfalttimassa koostuu raaka-aineista, jotka valmistuksen yhteydessä sekoitetaan keskenään suunnitelman eli reseptin mukaisesti. Raaka-aineita ovat muun muassa kiviainekset, sideaineet ja lisäaineet sekä kierrätysmateriaalit. Asfalttimassat valmistetaan asfalttiasemalla.

3.1 Asfalttimassan valmistuksen historia Suomessa

Suomessa katuja on päällystetty 1700-luvun lopusta 1950 luvulle saakka pääsääntöisesti kiveämällä. Kiven käyttö teiden ja katujen päällysteenä perustui kestävyys ja säilytti Suomessa asemansa aina 50-luvun loppuun saakka. Esimerkiksi Helsingin kaupunginvaltuusto on todennut vasta vuonna 1959, että asfaltti on paras päällystysmateriaali. (Hiekka, 1989, s. 35)

Suomessa ensimmäiset bitumiemulsiolla sidotut emulsiosepellykset tehtiin Helsingissä Eirassa vuonna 1926. Sepellyksen sideaineena käytetty emulsio oli tuotu ulkomailta. Suomessa emulsion valmistus alkoi 1928 ja valmistusta harjoitettiin jo 1930 luvulla neljän yrityksen toimesta. (Hiekka, 1989, s. 41–42)

Emulsiosepellysten ja muiden bitumisorastusmenetelmien jälkeen Suomessa alettiin siirtyä vähitellen topeka- hiekka-asfalttiin, öljysoraan ja asfalttibetoniin. Suomessa ensimmäiset kuumat asfalttipäällysteet on valmistettu Helsingin Huopalahdentietä varten asfalttiasemalla vuonna 1930. (Hiekka, 1989, s. 71)

Asfalttiasemat 1930-luvun alussa pystyivät tuottamaan asfalttipäällystettä 3–4 tonnia tunnissa. Vuonna 1939 Suomessa oli noin 12 asfalttiasemaa, joilla pystyi valmistamaan 6–12 tonnia tunnissa asfalttimassaa asfalttiasemaa kohden. Näitä asfalttiasemia käytettiin aina 1950-luvun alkuun saakka. Asfaltin yleistyttyä maanteiden päällysteenä 1950 luvun puolen välin jälkeen, asfalttiasemien tuotantotehot nousivat kehityksen myötä 50–60 tonniin tunnissa. 1980-luvun lopulla asfalttiasemien teho kasvoi 200 tonniin tunnissa. (Hiekka, 1989, s. 72–80)

Nykyisin asfalttiasemat ovat automatisoituja ja suurimmat asfalttiasemat ovat niin kutsuttuja tuplarumpuasemia, joilla voidaan valmistaa kierrätysasfalttia. Tällaiset tuplarumpuasemat ovat yleensä asfalttiyritysten kiinteillä toimipaikoilla tehdasmaisen rakenteensa ja suuren koon vuoksi.

3.2 Asfalttimassan koostumus

Asfalttimassa koostuu kahdesta pääkomponentista: kiviaineksesta sekä sideaineesta. Asfalttimassan koostumuksen kehitys on tuonut asfalttimassaan myös joukon lisäaineita, erityyppisiä sideaineita sekä kierrätysmateriaalia. Seuraavissa kappaleissa käsitellään asfalttimassojen komponentteja tarkemmin. Kuvassa 2 on esitetty erään asfalttimassan raaka-aineet sekä massan koostumus.

Kuva 2. Asfalttimassan koostumus, ote tyyppitestausraportista. (Asfalttikallio Oy, n.d.)

Raaka-aineet:	KF, Tytyri	
	KaM 0/8 Puolivälimäki	
	KaM 8/16 Puolivälimäki	
	Selluloosakuitu S-CEL 7G	
	Tiebitumi B 70/100 Nynas	
Massan koostumus:	raekoko	läpäisy -%
	[mm]	
	31,5	100
	22,4	100
	16	88
	11,2	56
	8	36
	5,6	30
	4	26
	2	21
	1	18
	0,5	16
	0,25	15
	0,125	13
	0,063	10,0
Tavoitesideainepitoisuus:	5,6	%

3.2.1 Kiviainekset

Asfalttimassan kiviainesseos koostuu kallio- tai soramurskeesta sekä asfalttirouheesta.

Kiviainesseokseen vaikuttaa haluttu lopputuote kuten esimerkiksi lopputuotteen raekoko tai päällysteen tyyppi (kivimastikiasfaltti tai asfalttibetoni).

Päällysteiden kiviaineksilta vaaditaan lujuutta ja kulutuskestävyyttä etenkin Suomessa, talvikauden nastarengaskauden takia, jolloin päällyste urautuu ja asfalttipinnoite kärsii. Nykyisin suurin osa käytettävästä asfalttikiviaineksestä on kalliokiviainesta.

Päällystekiviaines louhitaan sekä murskataan joko asfalttiaseman sijaintipaikassa tai muualla louhittu ja murskattu päällystekiviaines kuljetetaan asfalttiaseman sijaintipaikalle.

Päällystekiviaines muodostuu hienoaineksesta (alle 0,063 mm kiviaines), niin kutsutusta välilajitteesta (0,063 mm – 2 mm kiviaines) sekä karkeasta kiviaineksesta päällystetyypistä riippuen aina 5 mm maksimiraekoosta 31 mm raekokoon. (PANK ry, 2018, s. 18)

Asfalttikiviaineksille asetetaan geometrisiä, mekaanisia, fysikaalisia ja kemiallisia vaatimuksia. Kiviaineksen toimittaja osoittaa näiden vaatimusten täyttymisen ja laadun standardien mukaisilla tutkimuksilla, tuotannonaikaisella laadunvalvonnalla, suoritustasoilmoituksella (DoP) sekä CE-merkinnällä. (PANK ry, 2017, s. 76)

Geometriset ominaisuudet pitävät sisällään päällystekiviaineksen rakeisuusvaatimukset, hienoainespitoisuuden sekä muotoarvon, joka ilmoitetaan litteyslukuna. Litteyslukuluokkia on neljä kappaletta: Fl₁₀, Fl₁₅, Fl₂₀, Fl₃₅, joista Fl₁₀-luokka on kovin muotoarvolle asetettava vaatimus Asfalttinormien 2017 mukaisesti. (PANK ry, 2017, s. 76–82)

Mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien osalta vaatimuksia päällystekiviaineksille ovat jäädytys-sulatuskestävyys, vedenimeytyminen, kiintotiheys sekä yleisimpänä vaatimuksena nastarengaskulutuskestävyys eli A_N- luokka. Näitä luokkia on Asfalttinormien mukaisesti viisi kappaletta, joista kovin kulutuskestävyysvaatimus on A_N7- luokan vaatimus. Tällöin käytettävän kiviaineksen kuulamylyarvon on oltava $\leq 7,4$. Heikoin kuulamylyluokka on A_N30. (PANK ry, 2017, s. 82–83)

Kemiallisia vaatimuksia ovat mineraalikoostumus, hienoaineksen laatu, bitumin ja kiviaineksen välinen tartunta sekä humuspitoisuus (soramurskeesta). Tärkeimpänä näistä kemiallisista ominaisuuksista on mineraalikoostumus, josta selviää kiviaineksen rapautuneisuus ja rapautuneisuusalttius. Asfalttimassaan käytettävä kiviaines ei saa olla rapautunut eikä rapautumisaltista Asfalttinormien 2017 mukaisesti. (PANK ry, 2017, s 83–85)

Asfalttinormit 2017 antaa suosituksia kiviaineksen valinnasta eri päällystetyypeille liikennemäärien ja nopeusrajoitusten mukaisesti. Esimerkiksi vilkasliikenteisellä tiellä, jossa liikennemäärä KVL (autoa/vuorokausi) on 5000–10000 ja nopeusrajoitus on alle 80 km/h on

suositeltavaa käyttää AB-massoissa sekä kivimastikiasfaltissa (SMA) kiviainesta, jonka kuulamylyllyarvo on A_{N10} ja litteysluvun luokka on Fl_{15} . (PANK ry, 2017, s. 90)

3.2.2 Sideaineet

Asfalttimassassa käytettävät sideaineet eli bitumit valmistetaan pääsääntöisesti raakaöljystä tislamalla. Osa raakaöljystä valmistetusta bitumista on onnistuttu korvaamaan puun sidosaineella ligniinillä. (StoraEnso, 2021)

Sideainebitumit voidaan jaotella bitumeihin, polymeerimodifioituihin bitumeihin, bitumiliuoksiin tai bitumiemulsioihin. Näistä perinteiset bitumit eli tiebitumit ovat eniten käytettyjä asfalttimassoissa. Sideaineiden tuotestandardit ovat harmonisoidut ja niiden hyväksytty markkinoille tuonti edellyttää CE-merkkiä. (PANK Ry, 2018, s. 9.)

Perinteiset tiebitumit jaotellaan tunkeuman mukaan. Tunkema mitataan millimetreinä 25 °C lämpötilassa menetelmän SFS-EN 1426 mukaisesti. Tiebitumit voidaan näin ollen jakaa tunkeuman mukaan kuuteen eri luokkaan: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150 sekä 160/220. (PANK Ry, 2017)

Näiden lisäksi on myös niin kutsuttuja pehmeitä tiebitumeita, joita käytetään etenkin pohjoisilla teillä sekä sekoitettaessa eri bitumilaatuja lopputuotteeseen halutun tunkeuman saavuttamiseksi. Näiden pehmeiden tiebitumeiden tunkeumaluokat ovat: 250/330, 330/430, 500/650 sekä 650/900. (PANK Ry, 2018, s. 8.)

Bitumin tehtävä sideaineena asfalttimassassa on sitoa eri lajitteista muodostuva kiviainesseos yhteen. Sideaineena bitumi tuo asfalttimassaan visko elastisuutta. Raakaöljystä tehty bitumi reagoi huonosti muihin aineisiin, omaa hyvän tarttuvuuden sekä on heti jäähdyttyään käyttövalmista tavaraa.

3.2.3 Asfalttirouhe

Valmis asfalttipäällyste on yleensä täysin kierrätettävissä raaka-aineeksi uuden asfalttimassan valmistukseen, kun asfalttipäällyste tulee elinkaarensa päähän.

Asfalttirouhetta saadaan murskatuista asfaltinkappaleista, jotka on kaivamalla poistettu rakenteesta tai jyrsimällä poistetusta asfalttipäällysteestä. Kierrätettyä asfalttia saa käyttää Asfalttinormit 2017 julkaisun mukaisesti kulutuskerroksessa enintään 50 % ja muissa sidotuissa rakennekerroksissa enintään 70 %. Suuremman kierrätysasteen käyttö on mahdollista, mikäli tilaaja niin määrittää. Suuremman asfalttirouheen käyttö edellyttää matalampaa kiviaineksen luokkavaatimusta (A_{N14} tai A_{N19}). Käytettäessä asfalttirouhetta kohteessa, jossa päällysteen kiviainekselle on asetettu nastarengaskulutuskestävyydelle luokkavaatimus A_{N7} tai A_{N10} , tulee myös asfalttirouheen täyttää nämä kuulamyyllyluokan vaatimukset. (PANK ry, 2017, s. 91) Asfalttirouheesta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 3. Asfalttijäte.

3.2.4 Lisäaineet

Asfalttimassaan voidaan lisätä fillerikiviainesta, kuten kalkkifilleriä tai lentotuhkaa parantamaan bitumin ja kiviaineksen välistä tartuntaa. Asfalttimassaan voidaan valmistuksen yhteydessä lisätä myös kuitua (selluloosakuitu), tartukkeita, sementtiä, väriaineita sekä kumi- tai muovirouhetta käyttötarkoituksen niin vaatiessa. Pääkaupunkiseudulla yleisimmät lisäaineet ovat kalkkifilleri, selluloosakuitu sekä väriaine.

3.3 Asfalttimassan valmistus

3.3.1 Asfalttimassan suunnittelu

Asfalttimassa suunnitellaan, jotta tuotettavalle asfaltille saadaan aikaan resepti, jonka avulla haluttu asfalttimassa voidaan valmistaa asfalttiasemalla. Suunnitteluun vaikuttaa asfalttimassalle sekä valmiille asfalttipäällysteelle asetetut laatuvaatimukset. Suunnitteluun vaikuttaa päällystettävän kohteen erityispiirteet kuten liikennemäärä ja rakennekerrokset. Suomessa asfalttimassojen suunnittelu tehdään joko kokemuseräisesti tai toiminnallisesti. Toiminnallisessa suhteutuksessa tehdään seuraavat vaiheet: päällystemassan ja päällysteen valinta, raaka-aineiden valinta, raaka-aineiden testaus, laskennallinen suhteutus, koemassojenteko ja testaus, korjaukset suhteutukseen, asfalttiasemalle toimitettavan reseptin teko, asfalttiaseman koemassat sekä lopullinen resepti. (PANK ry, 2018, s. 24)

3.3.2 Asfalttiaseman toimintaperiaate

Suomessa käytettävissä olevat asfalttiasemat voidaan jakaa kahteen pääryhmään annosasemiin sekä jatkuvatoimisiin asfalttiasemiin. Suurin osa asfalttiasemista on annosasemia. Asfalttiasemat voidaan jakaa myös kiinteisiin ja siirrettäviin asemiin. Aikaisemmin kiinteät asfalttiasemat rakennettiin asfalttiaseman elementeistä tornimaiseksi rakenteeksi ja niistä käytettiin nimitystä torniasema. Siirrettävät asfalttiaseman moduulit ovat yleensä samalla tasolla maanpinnalla mutta nykyaikaiset siirrettävät asfalttiasemat sekä kehittyneet siirtotekniikat mahdollistavat myös siirrettävien asfalttiasemien pystyttämisen tornimaisesti. (PANK ry C4, 2018, s. 1)

Asfalttiasemalla raaka-aineena käytettävät kiviainekset sekä asfalttimurske varastoidaan yleensä avoimiin varastokasoihin murskauksen jälkeen ennen syöttöä asfalttiaseman syöttimeen. Raaka-aine syötetään syöttösiiloista, joita on isoilla kiinteillä asemilla jopa kuusi kappaletta eri murskelajittelille, asfalttiasemaan. Syöttösiilojen alapuolella sijaistaa hihnakuljetin, joka kuljettaa kiviaineksen kuivausrumpuun ja asfalttimurkseen RC-rumpuun, mikäli asfalttiasema on varustettu sellaisella.

Kuivausrumpu nimensä mukaisesti poistaa kiviaineksesta kosteuden. Kuivausrummun toisessa päässä on poltin, joka voi käyttää energianlähteenään maakaasua, nestekaasua, raskasta polttoöljyä tai kevyttä polttoöljyä. Poltin kuumentaa rumpuun syötettävän kiviaineksen. Pyörivän rummun reunoilla on kourut, jotka nostavat kiviainesta ylös ja pudottavat sen ikään kuin verhoksi polttimon liekin eteen.

Kuivattu kiviaines kuljetetaan kuivausrummun jälkeen seulontalaitteistoon ja kuumakiviainessiiloihin, johon raaka-aine varastoidaan ennen syöttämistä kiviainesvaa'an sekä siirtokuljettimen kautta sekoittimeen.

Lisäksi asfalttiasemilla on sideainesäiliöt sekä täytejauhesäiliöt asfalttimassan valmistusta varten. Asfalttiasemaan kuuluu myös pölytalo, johon kiviaineksen kuumennuksen

yhteydessä irtoava pöly suodatetaan ennen ilman johtamista rummusta ulos. Syntyvä syklonipöly hyödynnetään asfalttimassan raaka-aineena. (PANK ry C4, 2018, s. 2–8)

Kuumennettu ja seulottu kiviainesraaka-aine, sideaineet ja täytejauheet punnitaan asfalttiaseman vaaioilla, johon ne syötetään asfalttiaseman ohjausautomaatiikan avulla annetun reseptin mukaisesti. Punnitut asfalttimassan komponentit syötetään sekoittimeen, joka on annosasemilla yleensä kaksiakselinen makaava pakkosekoitin. Sekoittimeen ruiskutetaan sideaine ja asfalttimassaseoksen tulee pyöriä sekoittimessa noin 60 sekuntia.

Valmis asfalttimassa pudotetaan sekoittimesta joko kuorma-auton lavalle tai kuljettimelle, joka kuljettaa massan kuumamassasiiloon odottamaan kuljetusta päällystyskohteeseen.

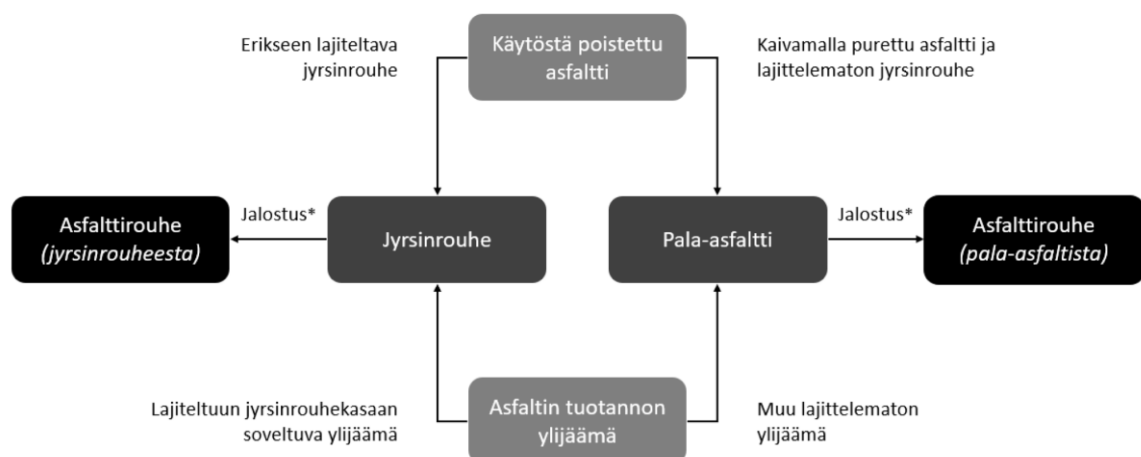
4 ASFALTTIJÄTE

4.1 Asfalttijätteen syntyminen

Asfalttijätettä syntyy, kun paikallaan oleva asfalttipäällyste puretaan esimerkiksi kaivamalla ja kuljetetaan pois käyttökohteesta. Asfalttipäällysteen poistaminen esimerkiksi kaivamalla tulee kysymykseen yleensä infrarakentamisen, liikenneväylien tai liikenneväylien alla olevien rakenteiden kunnostamisen yhteydessä. Tällöin poistettu asfaltti luokitellaan jätteeksi jätelain mukaisesti. (Laki jätteistä 646/2011) Asfalttijätteestä käytetään jättekoodia 17 03 02, rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet ja sen alaluokka bitumiseokset, kivihiiliterva ja -tervatuotteet. (Asetus jätteistä 179/2012)

Pääasiassa asfalttijätettä eli käytöstä poistettua asfalttia syntyy kaivamalla puretusta päällysteestä tai asfalttijyrsimellä puretusta päällysteestä. Näiden lisäksi asfalttijätettä syntyy asfaltin tuotannon ylijäämästä. Asfalttialalla jäteasfaltista käytetään termejä pala-asfaltti ja jyrsinrouhe. Näistä jalostettua raaka-ainetta kutsutaan asfalttirouheeksi. Asfalttirouheesta voidaan myös käyttää lyhennettä RAP, joka tulee englannin kielen sanoista Recycled Asphalt Pavement.

Kuva 3. Asfalttirouheen alkuperä ja nimeäminen. (PANK ry, 8.2.2022)



Käytöstä poistettua asfalttia syntyy pala-asfalttina etenkin viemärisaneerauksien ja täydennysrakentamisen yhteydessä, jolloin kaduilta ja piha-alueilta poistetaan kaikki tai lähes kaikki päällystekerrokset kaivamalla. Käytöstä poistettua asfalttia jyrsinrouheena tulee suurilta osin valtion ja kuntien toteuttamista päällystysurakoista, joissa vanhaa asfalttia jyrsitään kylmäjyrsimellä ennen uutta päällystettä. Kuten kuvassa 3 on esitetty molemmista sekä jyrsinrouheesta, että pala-asfaltista jalostetaan asfalttimassaan soveltuvaa raaka-ainetta eli asfalttirouhetta.

4.2 Asfalttijätteen vastaanotto

Suomessa asfalttijätettä voivat vastaanottaa ne toimijat, joilla on ympäristölain mukainen ympäristölupa toiminnalle, asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista annetun valtionneuvoston asetuksen mukainen asfalttiaseman rekisteröinti-ilmoitus. (Asetus asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 846/2012)

Asfalttijätettä voi vastaan ottaa myös sellainen taho, jolla on MARA-asetuksen mukaiset edellytykset ottaa jätettä vastaan ja hyödyntää sitä maarakentamisessa sekä asetuksen mukainen rekisteröinti-ilmoitus suoritettu. (Asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017)

Vastaanotto- ja käyttömäärät määräytyvät käytettävän asetuksen tai ympäristöluvan mukaisesti. Asfalttiaseman rekisteröinti-ilmoituksella asfalttiasemalla vuosittain hyödynnettävä asfalttijättemäärä asfalttimassan raaka-aineena on 200 000 tonnia. (Asetus asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 846/2012) Ympäristöluvalla toimiva jätteenvastaanottaja voi vastaanottaa ja käsitellä asfalttijätettä kunnan ympäristöviranomaisen myöntämällä ympäristöluvalla alle 50 000 tonnia vuodessa. Yli 50 000 tonnin vuotuisen käsittelyyn ja välivarastointiin vaaditaan valtion lupaviranomaisen myöntämä ympäristölupa. (Asetus ympäristönsuojelusta 713/2014) MARA-asetuksen mukaisesti maarakennuskäyttöön voi vastaanottaa korkeintaan murskattua tai rouhittua asfalttijätettä 1 000 tonnia maarakennuskohdetta kohdin. Mikäli maarakennuskohteessa halutaan käyttää asfalttijätettä enemmän, käyttö vaatii kunnan tai valtion lupaviranomaisen

myöntämän ympäristöluvan. (Asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017)

4.3 Asfalttijätteestä tutkittavat ominaisuudet

Asfalttijäte koostuu samoista ainesosista, kuin alkuperäinen kohteeseen levitetty asfalttipäällyste, jolloin koostumus voi vaihdella puhtaasta asfalttimassasta, joka ei sisällä kierrätettyä asfalttia, asfalttiin, jossa asfalttirouheen osuus asfalttimassasta on 70 %. Yleisesti vilkasliikenteisten teiden pintamassat ovat puhdasta asfalttia, ilman kierrätysraaka-aineita. Suurin osa puretusta kierrätyskelpoisesta asfalttijätteestä on kiviainesta, mutta kierrätyksen kannalta arvokkain osa on sideaineena toimiva bitumi.

Asfalttijätteestä voidaan tutkia ominaisuuksia, joilla on vaikutusta lopputuotteen eli asfalttipäällysteen laatuun. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa murskatun asfalttijätteen eli asfalttirouheen: sideainepitoisuus, sideaineen tunkeuma ja pehmenemispiste, vesipitoisuus, epäpuhtaus ja kiviaineksen rakeisuusjakauma, kuulamylllyluokka sekä litteysluku. Kuvassa 4 on Asfalttikallio Oy:n tilaama asfalttimurkseen massanäytetutkimus, jossa on tutkittu asfalttimurske 0/16 sideainepitoisuus, vesipitoisuus, raekokojakauma, sideaineen tunkeuma sekä epäpuhtaudet.

Raaka-aineeksi murskattavaa asfalttijätettä tulee tutkia vähintään Asfalttinormien vaatimalla tasolla. Tutkimukset tehdään normeissa esitettyjen standardien mukaisesti.

Asfalttinormeissa 2017 on esitetty asfalttirouheesta ilmoitettavat tiedot ja testattavat ominaisuudet. Kuvassa 5 on Asfalttinormit 2017 julkaisusta otettu taulukko, jossa asfalttirouheesta tutkittavat ominaisuudet on jaettu käyttökohteen mukaan kahteen luokkaan: kulutuskerrokseen sekä muut sidotut rakennekerrokset. (PANK ry, 2017)

Suomessa Asfalttinormien 2017, mukaisesti asfalttimassassa käytettävän asfalttirouheen tulee täyttää standardin SFS-EN 13108-8 vaatimukset. Lisäksi asfalttirouheesta valmistetun asfalttimassan tulee täyttää samat laatuvaatimukset, kuin ilman asfalttirouhettakin valmistettu asfalttimassa. (PANK ry, 2017, s. 91) Standardissa SFS-EN 13108-8 sekä Asfalttinormeissa 2017 vaaditaan asfalttirouheelta puhtausluokkaa F1. Tämä tarkoittaa

standardin mukaan sitä, että asfalttirouhe ei saa sisältää yli 1 % massasta kategoriaan 1 kuuluvia aineksia eikä yli 0,1 % massasta kategoriaan 2 kuuluvia aineksia. Kategoriaan 1 kuuluu seuraavat ainekset: betoni, tiili, pohjamaa-aines, laasti sekä metalli. Kategoriaan 2 kuuluu seuraavat ainekset: synteettiset aineet, puu sekä muovi. (PANK ry, 2017, s.91 ja SFS-EN 13108-8:2016)

Kuva 4. Asfalttimurskeen tutkimustulos. (Asfalttikallio Oy,2021)

		Laboratoriopalvelut PANK-hyväksytty testausorganisaatio Laboratoriopalveluita vuodesta 1951	
MASSANÄYTETUTKIMUS, KESKIARVO			
Urakoitsija	Asfalttikallio Oy	Massa	Asfalttimurske 0/16
Koneasema	Kurko 1 - Senkkeri	Resepti	
Paikkakunta	Tuusula	Urakka	
Lisätieto	Tuotantoerä 1.		
Näytteenottoväli	16.03.2021 - 23.03.2021		
Näytteitä	9		
Sideainepitoisuus	4.37 [-]		
Kokeen nimi (Menetelmä) [Yksikkö]	Keskiarvo	Suurin	
Vesipitoisuus (SFS-EN 12697-14:01) [%]	2.73	3.50	
Asfalttirouheen epäpuhtaus, ryhmä 1 (SFS-EN 12697-42) [%]	0.00	0.00	
Asfalttirouheen epäpuhtaus, ryhmä 2 (SFS-EN 12697-42) [%]	0.01	0.01	
Eristetyn sideaineen tunkeuma +°C (SFS-EN 1426) [1/10mm]	24.0	24.0	
		Seulat mm	Ohjealue min max Läpäisy %
		22.4	100
		16	97
		11.2	87
		8	77
		5.6	66
		4	58
		2	44
		1	34
		0.5	26
		0.25	19
		0.125	13
		0.063	9.1
* Poikkeaa ohjeseulalta			

Kuva 5. Asfalttirouheesta ilmoitettavat tiedot ja testattavat ominaisuudet (PANK ry, 2017, s. 92)

Taulukko 51. Asfalttirouheesta ilmoitettavat tiedot ja testattavat ominaisuudet.

Käyttökohde	Asfalttirouheen määrä (%)	Ilmoitettavat tiedot	Vaatimukset
Kulutuskerros	≤10%	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Ilmoitettava, testataan 2000 t välein
Kulutuskerros	> 10 %	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Ilmoitettava, testataan 2000 t välein, vähintään 5 näytettä
		Kiviaineksen maksimi raekoko	Ilmoitettava, $D_{RA} \leq D$
		Asfalttityyppi (AB, PAB-B, PAB-V, VA, SMA, ABS tai ABK)	Ilmoitettava
		Sideaineen tyyppi sekä tunkeuma tai pehmenemispiste tai viskositeetti	Ilmoitettava Vähintään 2 testiä/murskauserä.
Muut sidotut rakennekerrokset	≤ 20%	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Testataan 2000 t välein
Muut sidotut rakennekerrokset	> 20 %	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Testataan 2000 t välein, vähintään 5 näytettä
		Kiviaineksen maksimi raekoko	Ilmoitettava, $D_{RA} \leq D$
		Asfalttityyppi (AB, PAB-B, PAB-V, VA, SMA, ABS tai ABK)	Ilmoitettava
		Sideaineen tyyppi sekä tunkeuma tai pehmenemispiste tai viskositeetti	Ilmoitettava Vähintään 2 testiä/murskauserä

4.4 Asfalttijätteen käyttö asfalttimassan raaka-aineena

Asfalttijäte on etusijajärjestyksen mukaisesti toimitettava ensisijaisesti asfalttiasemille kierrätykseen asfalttimassan raaka-aineeksi. (Ympäristöministeriö, 2014) Asfalttijätteen käyttäminen raaka-aineena uuden asfalttimassan valmistuksessa on ekologisesti ja taloudellisesti paras ratkaisu asfalttijätteen sisältämän sideaineen eli bitumin ja asfaltin valmistukseen soveltuvan kiviaineksen takia. (PANK ry, 2022, s. 3) Huomioitavaa on, että murskatusta asfalttijätteestä valmistettua asfalttipäällystettä koskee samat vaatimukset, kuin neitseellisistä raaka-aineista valmistettua päällystettä.

Ennen käyttöä asfalttiasemalla etenkin palana vastaanotettu asfalttijäte murskataan sopivaksi lajitteeksi esimerkiksi iskupalkkimurskaimen ja kartiomurskaimen yhdistelmällä. Myös jyrsky asfalttipäällyste voidaan murskata ennen sen käyttöä asfalttiasemassa. Kylmäjyrsimellä rouhittu päällyste voidaan myös käyttää suoraan asfalttimassan raaka-aineena, mutta suositeltavaa on seuloa asfalttirouhe, ennen sen syöttöä asfalttiasemaan. (Asfalttikallio Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2022) Yleisesti käytettyjä asfalttirouheen murskauslaatuja ovat 0/11 mm sekä 0/16 mm lajitteet. Väyläviraston teettämässä esiselvityksessä *Asfalttirouheen laatuvaatimusten kehittäminen* on noussut esiin haastatteluiden yhteydessä asfalttirouheen rajoittaminen vain yhteen lajitteeseen, joka olisi 0/11 mm. (Väylävirasto, 2021, s. 43)

Asfalttiasemalta vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia, jotta siinä voidaan hyödyntää asfalttijätteestä jalostettua asfalttirouhetta asfalttimassan raaka-aineena. Asfalttirouhetta voidaan syöttää asfalttiaseman tyyppin mukaan yleisesti kolmella eri tavalla. Kuvassa 6 on havainnollistettu erään valmistajan tekniikat ja asfalttimurskeen enimmäismäärät. Taulukossa 1 on kerrottu tekniikan vaikutuksesta asfalttirouheen käytön enimmäismäärään. Käytettävän asfalttirouheen enimmäismäärässä on asfalttiasemavalmistaja kohtaisia eroja. (Väylävirasto, 2021, s. 13)

- Kylmäsyötöllä asemaan syötetään asfalttirouhe suoraan sekoittajaan ilman rouheen kuumennusta.
- Keskisyötössä asfalttirouhe syötetään kiviainesrumpuun rummun keskivaiheesta, siten että rouhe ei joudu kosketukseen kiviainesrummun liekin kanssa.
- Erillisrumpusyötössä asfalttirouheelle on oma kuumennusrumpunsa, jossa asfalttirouhe kuumennetaan haluttuun lämpötilaan.

Kuva 6. Laitteiston vaikutus käytettävään asfalttirouhemäärään. (Ammann, n.d.)

COLD RECYCLING

30 % COLD FEED
INTO THE MIXER



40 % COLD FEED
IN DRYER DRUM RAH50



60 % HOT FEED
IN PARALLELL DRUM



WARM RECYCLING

100 % HOT FEED
IN RECYCLING DRUM RAH100



Taulukko 1. Syöttötavan vaikutus käytettävään rouhemäärään.

Syöttötapa	Maksimi käyttömäärä (%)
Kylmäsyöttö	10–30 %
Keskisyöttö	alle 40 %
Erillisrumpusyöttö (tuplarumpuasema)	alle 80 %

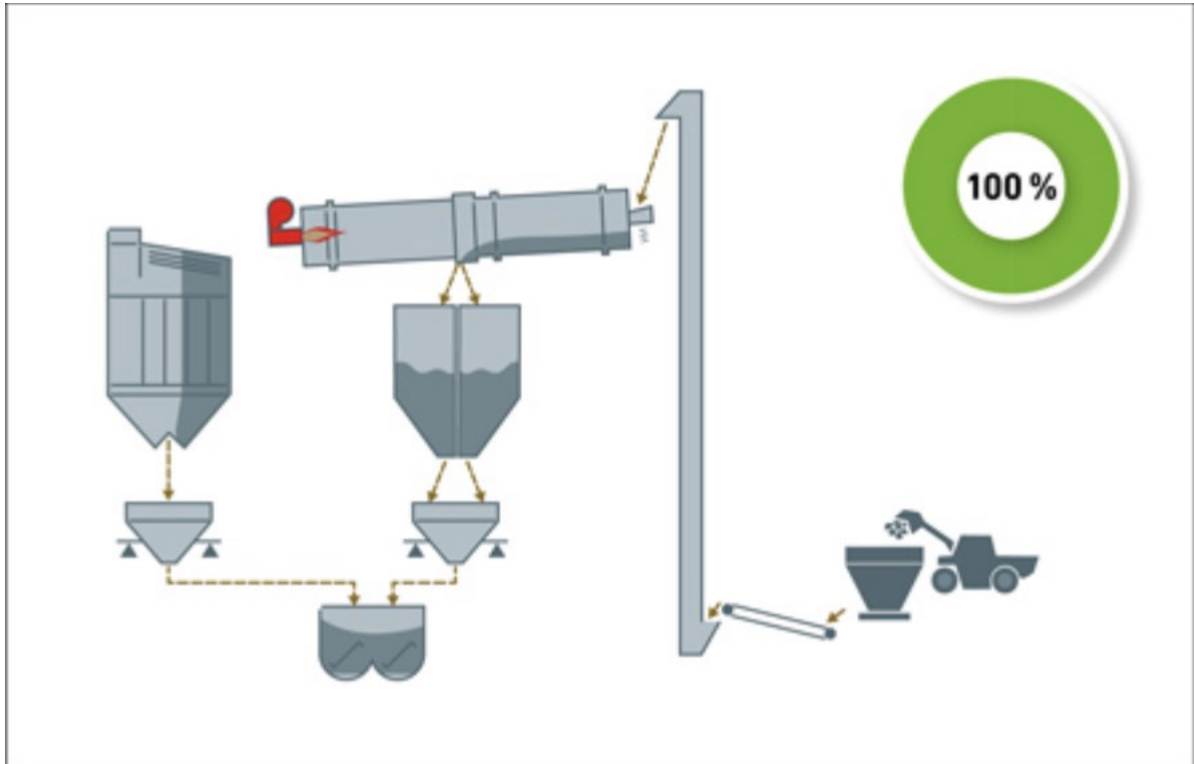
Käytettävän asfalttirouheen varastointitapa vaikuttaa merkittävästi asfalttiaseman energian kulutukseen. Mikäli murskattu asfalttirouhe varastoidaan sääsuojaan tai varastokasat peitetään, etenkin talvella ja sateisina vuodenaikoina, asfalttiaseman energiaa ei kulu veden höyrystämiseen pois kiviaineksesta. Asfalttikallio Oy:ssä on tehty laskelmia asfalttirouheen sääsuojauksen vaikutuksesta asfalttiaseman energiankulutukseen. Yrityksessä esitellyistä tuloksista on havaittu, että yksi prosentti vettä raaka-aineessa vaatii haihtumiseen noin 0,70 kg/tonni raskasta polttoainetta. Sääsuojauksella asfalttirouheen vesipitoisuutta on saatu alennettua 2–3 %. (Asfalttikallio Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

4.5 Uuden teknologian hyödyntäminen asfalttijätteen kierrätyksessä

Asfalttirouheen käyttäminen asfalttimassan raaka-aineena perustuu Suomessa tilaajan urakka-asiakirjoihin, teknisiin vaatimuksiin ja Asfalttinormeihin. Uusimpien voimassa olevien asfalttinormien mukaisesti asfalttirouhetta saa käyttää hyväksyttävästi enintään 60 % asfalttimassan raaka-aineena. On myös mahdollista, tilaajan suostumuksella, käyttää suurempia määriä asfalttirouhetta asfalttimassan raaka-aineena. Nykyään suurimmilla asfalttiasemien valmistajilla on myynnissä teknologiaa, jolla pystytään tuottamaan jopa 100 % kierrätysasteen omaavaa asfalttimassaa, johon ei lisätä neitseellistä kiviainesta tai bitumia.

Sveitsiläinen vuonna 1869 perustettu konepajayritys Ammann valmistaa asfalttiasemia ympäri maailmaa. Yrityksen tarjoama laitteisto mahdollistaa 100 % kierrätetyn asfalttipäällysteen käytön. Normaaliin kuivatusrumpuun verrattuna Ammannin valmistamassa rummussa lämmitykseen käytettävä poltin sijaistaa hieman alaspäin kallellaan olevassa rummussa vastakkaisessa päässä, josta asfalttirouhe syötetään kuivausrumpuun, kuten kuvassa 7 on esitetty. Tällä tekniikalla kierrätettävä rouhe voidaan kuumentaa haluttuun lämpöön ilman, että joukossa oleva bitumi vahingoittuu liiasta lämpötilasta. (Ammann, n.d.)

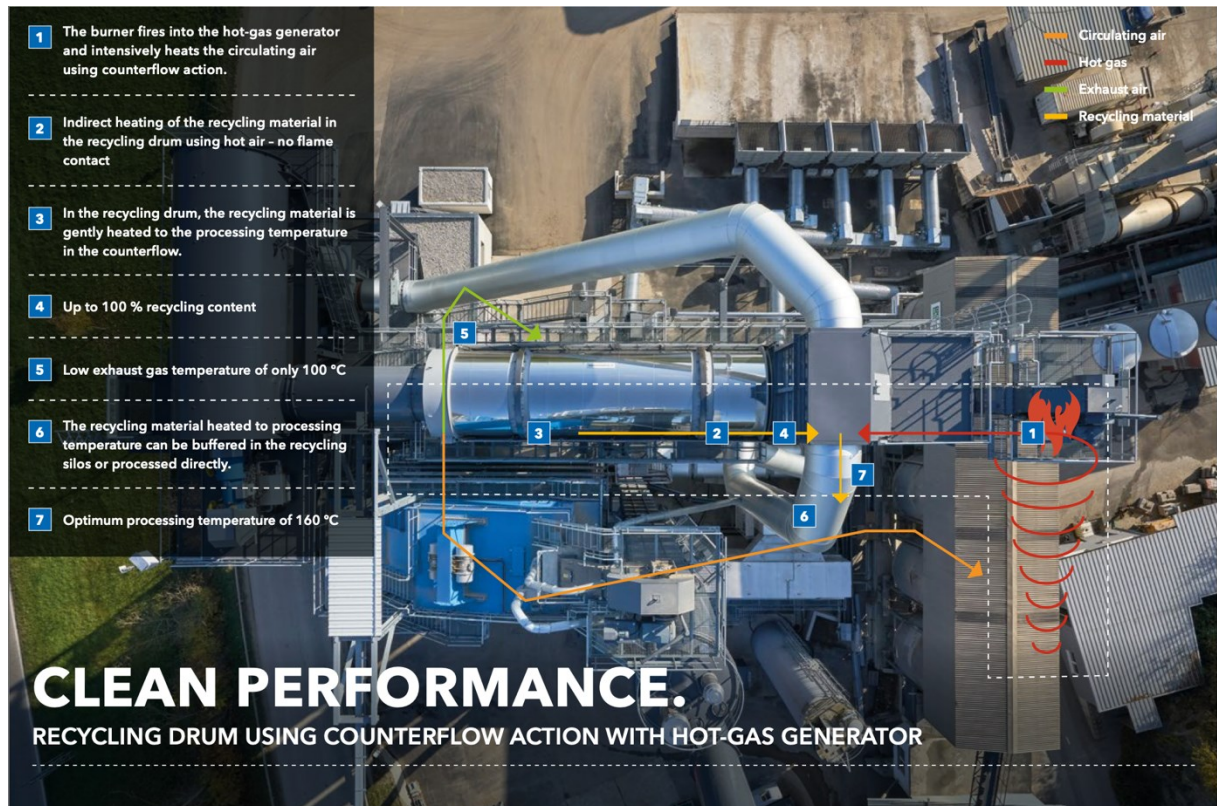
Kuva 7. Ammann Groupin valmistama asfalttirouheen kuivausrumpu. (Ammann, n.d.)



Nykyisin saksalaiseen Wirtgen Groupiin kuuluva Benninghoven on yksi maailman suurimmista asfalttiasemien valmistajista. Alun perin Benninghoven on perustettu Saksassa 1909. (Wirtgen Group, n.d.-a) Yrityksellä on tarjolla kiertotaloutta edistävää teknologiaa asfalttijätteen kierrätyksen lisäämiseksi asfalttiasemilla. Benninghovenin teknologia perustuu kaasugeneraattoriin, jossa poltin kuumentaa ilman, joka johdetaan kuivausrumpuun. Näin ollen kuivatettava ja kuumennettava asfalttirouhe ei joudu kosketuksiin polttimen liekin kanssa. Kierrätyksen tehokkuuden lisäämiseksi kuumaa ilmaa kierrätetään järjestelmässä. Tämän teknologian avulla voidaan valmistajan mukaan kuumentaa asfalttimurske $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ energiatehokkaasti korkealla hyötysuhteella. Tämä järjestelmä voidaan myös jälkiasentaa yrityksen aiemmin valmistamiin asfalttiasemiin, joissa on perinteinen kuumennusrumpu. Kuvassa 8 Benninghovenin havainnollistava kuva kuuma kaasu generaattorin toiminnasta. Kuvassa kohdassa yksi laitteiston poltin kuumentaa ilmaa voimakkaasti generaattorissa hyödyntäen vastavirta ilmiötä. Kuuma ilma johdetaan kierrätysrumpuun, jossa asfalttimurske kuumennetaan ilman kosketusta polttimen liekkiin, kuten kuvan kohdassa kaksi on esitetty. Kierrätysrummussa kierrätettävä materiaali kuumennetaan tuotantolämpötilaan vastavirtatekniikan avulla. Käytettävää ilmaa kierrätetään ja poistuvien

savukaasujen lämpötila on 100 °C. Tämän laitteiston avulla voidaan syöttää asfalttimassaan jopa 100 % kierrätysraaka-ainetta. (Wirtgen Group, n.d.-b)

Kuva 8. Benninghoven hot gas generator toimintaperiaate. (Wirtgen Group, n.d.-b)



Pohjoismaiden johtava asfalttiasemavalmistaja suomalainen Amomatic Oy on keskittynyt 1960-luvulta alkaen asfalttiasemien valmistukseen. Yrityksen asfalttiasemat perustuvat modulaarisuuteen, jolloin asfalttiasemia on sujuva siirtää asfalttisesongin aikana työmaiden tarpeet huomioiden. (Amomatic, n.d. -a) Amomatic Oy on kehittänyt AmoPepper nimisen uudenlaisen tavan kierrätysasfaltin (RAP) käsittelyyn, joka koostuu kolmesta ei vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa asfalttijäte murskataan iskumurskaimella, jonka jälkeen toisessa vaiheessa murskattu asfalttimurske seulotaan. Seulonnassa asfalttimurskesta erotellaan kiviaines raekoon mukaan ja hienoin kiviaines, joka sisältää suurimman osan sideaineesta, jatkaa matkaansa kolmanteen vaiheeseen. Kolmannessa vaiheessa hienojakoisesta asfalttimurskesta puristetaan bitumibrikettejä, kuten kuvassa 9. Siirrettävä laitos voi palvella useita asfalttiasemia. Bitumibrikettejä on helppo kuljettaa kokonsa puolesta ja

tämän lisäksi ne eivät valmistajan mukaan sisällä kosteutta eivätkä vety säilytyksessä. Brikettien sisältämä bitumi, eli sideainepitoisuus, voidaan selvittää valmistajan mukaan laboratoriokokeilla. Tämä on tärkeää asfalttimassan suunnittelussa. Valmistajan mukaan bitumibrikettien käyttäjän ei tarvitse lämmittää RAP-materiaalia erikseen vaan sen voi syöttää suoraan asfalttiaseman sekoittajaan. (Amomatic, n.d.-b)

Kuva 9. AmoPepper bitumibriketti. (Amomatic, n.d.-b)



4.6 Asfalttijätteen käyttö asfalttiasemilla

4.6.1 Murskaus

Asfalttijätteen vastaanoton ja varastoinnin jälkeen asfalttijäte murskataan asfalttirouheeksi. Asfalttipalojen ja jyrityn asfalttirouheen murskaus suoritetaan pääsääntöisesti jäteasfalttivaraston ja käyttöpaikan läheisyydessä, jotta murskaus, kierrätysraaka-aineen varastointi ja syöttö asfalttiasemaan on mahdollisimman tehokasta. Asfalttikallio käyttää asfalttijätteen murskaukseen kaikilla toimipisteillä aliurakoitsijoita, joilla on kokemusta asfalttimurskeen valmistamisesta.

Murskausasemat koostuvat yleisesti murskaa syöttävästä kaivinkoneesta, iskupalkkimurskaimesta sekä pyöräkuormaajasta, joka kuljettaa valmiin asfalttimurskeen varastoon. Iskumurskaimesta murskaimeen syötettävä asfalttipala tai -rouhe kiihdytetään roottorilla, josta se sinkoutuu murskauskammion kulutuslevyihin ja näin murskautuu pienemmiksi partikkeleiksi. Iskupalkkimurskaimesta pääakseli on vaakasuorassa, jonka toiminta perustuu nopeasti pyöriviin iskuvasaroihin. Syötettävä asfalttijäte murskautuu myös kivien iskeytyessä toisiinsa murskausprosessissa. Iskupalkkimurskain soveltuu etenkin pehmeille ja keskikoville kiviaineksille ja kierrätysmateriaalien murskaukseen. (Metso: Outotec, n.d) Asfalttijäte murskataan Asfalttikallio Oy:ssä pääsääntöisesti raekokoihin 0–11 mm ja 0–16 mm. Asfalttijäte on myös mahdollista murskata raekokoon 0–8 mm tai seuloa haluttuun raejakaumaan. Murskatun asfalttirouheen hienojakoisin osa sisältää suurimman osan hyötykäytettävästä sideaineesta.

Asfaltinpalan ja jyrityn asfalttirouheen syöttäminen murskausprosessiin tulee tehdä useasta eri varastokasan kohdasta, jotta laatuvariaatiota pystytään tasaamaan. Varastoitaessa jäteasfalttia, etenkin jyrityn asfalttirouhe sitoo itseensä kosteutta sen hienojakoisuuden vuoksi. Jyritynrouhe myös paakkuuntuu varastoitaessa pidempiä aikoja. Asfalttijätteen murskausprosessi tulee ajoittaa juuri tuotantokauden alkuun, jotta valmista jalostetta ei tarvitse varastoida pitkään ennen sen käyttöä. Asfalttijätteen murskausta tehdään myös tuotantokauden aikana, etenkin isoimmilla kiinteillä asfalttiasemilla asfalttijätettä murskataan lähes koko tuotantokauden ajan. Hienojakoinen asfalttimurske sitoo itseensä

kosteutta enemmän kuin pala-asfaltti. Kosteuden lisääntyminen raaka-aineessa lisää asfalttiaseman tuotannon energiankulutusta.

Asfalttijätteen jalostuksen yhteydessä tuotantoeristä otetaan aina laadunvalvontanäytteitä. Tutkittavat ominaisuudet perustuvat voimassa oleviin Asfalttinormeihin, standardeihin (SFS-EN 13108-21 ja SFS-EN 13108-8), yrityksen omiin laatusuunnitelmiin sekä urakka-asiakirjoihin. Murskatusta asfalttirouheesta tutkitaan lähtökohtaisesti raekokojakauma, sideainepitoisuus ja sideaineen tunkeuma. Lisäksi asfalttirouheesta voidaan tutkia myös vesipitoisuus, kiviaineksen kulutuskestävyys ja litteys, epäpuhtauksien määrä sekä sideaineen ominaisuuksia, kuten pehmenemispiste ja viskositeetti. Tutkimukset suoritetaan yrityksen omissa laboratorioissa tai ostopalveluna alan toimijalta.

4.6.2 Varastointi

Jalostettu asfalttijäte varastoidaan murskauksen jälkeen varastokasaan ennen käyttöä asfalttimassan raaka-aineena. Asfalttikalliolla on tällä hetkellä yhdeksällä pidempiaikaisesti sijoitetulla asfalttiasemalla asfalttimursketta ja kiviaineksia varten katettu sääsuoja. Sääsuojat ovat pääosin kestromuovista tai pellistä valmistettuja hallirakennuksia. Kolmelta kiinteästi sijoitetulta asfalttiasemalta sekä liikuteltavilta mobiiliasemilta puuttuvat kiinteät sääsuojaurakenteet asfalttimurskeelta sekä kiviaineksilta. Kiinteiden sääsuojien avulla murskatun asfalttirouheen vesipitoisuus saadaan pidettyä alhaisella tasolla. Asfalttiasemilla, joissa erillistä sääsuojasta ei ole, pidempiaikaisesti asfalttimursketta varastoitaessa varastokasat peitetään kosteuden sitoutumisen vähentämiseksi.

Oikein tehdyllä asfalttimurkseen sääsuojauksella on iso merkitys raaka-aineen vesipitoisuuteen ja sitä kautta asfalttiaseman energiankulutukseen. Asfalttiasemaan syötettäessä raaka-aine kuumennetaan, samalla vesi lämmitetään ja lopulta höyrystyy. Mitä enemmän kosteutta raaka-aine sisältää, sitä enemmän täytyy käyttää energiaa kosteuden poistamiseen. Erään Asfalttikallion asfalttiaseman asfalttirouheen murskauserän vesipitoisuus oli tutkimustuloksissa seitsemän prosenttia. Tätä murskauserää ei ollut sääsuojattu. PVC-rakenteisen sääsuojan valmistuttua samaiselle asfalttiasemalle asfalttirouheen murskauseristä on mitattu alle kolmen prosentin vesipitoisuuksia.

Käytettäessä asfalttiaseman polttoaineena esimerkiksi raskasta polttoöljyä Asfalttikallion laskelmien mukaan yksi prosentti vesipitoisuutta vaatii noin 0,7 kiloa raskasta polttoöljyä raaka-ainetonnin kohden kuivattamaan vesi pois raaka-aineesta. Näin ollen jo yhden prosenttiyksikön pudotus asfalttirouheen vesipitoisuudessa sääsuojauksen avulla on asfalttiaseman energian kulutuksen kannalta merkittävä. (Asfalttikallio Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

4.6.3 Käyttö asfalttiasemassa

Asfalttikalliolla on käytössään tuplarumpuisia asfalttiasemia sekä yksirumpuisia asfalttiasemia. Tuplarumpuisilla asemilla asfalttimurske syötetään omien syöttimien kautta asfalttirouheelle tarkoitettuun kuivatusrumpuun. Rumpu sijaistaa yleensä torniasfalttiaseman yläosassa. Asfalttikallion tuplarumpuisilla asfalttiasemilla voidaan hyödyntää kierrätysraaka-ainetta 40 % - 70 % valmiista asfalttimassasta. Yksirumpuisella asfalttiasemalla kiviaines ja asfalttirouhe kuumennetaan samassa rummussa. Asfalttirouheen kuumennus yksirumpuisella asfalttiasemalla ei ole yhtä tehokasta kuin asfalttiasemilla, joissa on oma kuivatusrumpu asfalttirouheen kuumennukselle. Yksirumpuisella asfalttiasemalla asfalttimassan joukkoon voidaan syöttää alle 40 % kierrätysraaka-ainetta. Molempiin asfalttiasematyyppeihin voidaan syöttää asfalttirouhetta kylmäsyöttönä suoraan sekoittajaan noin 10 %. PANK ry:n Asfalttinormien 2017 mukaisesti asfalttirouhetta käytettäessä yli 10 % se on lämmitettävä. Asfalttiasemien toimintatavoissa ja kierrätysraaka-aineen käyttömäärissä on aina asfalttiaseman valmistaja kohtaisia eroja, jotka tulee huomioida.

Asfalttirouheen käyttöön asfalttiasemilla vaikuttaa myös laadukkaan asfalttijätteen saatavuus. Kaikilla alueilla ei välttämättä ole saatavilla asfalttijätettä, josta voitaisiin valmistaa asfalttirouhetta asfalttiaseman tekniikan mahdollistamaan kierrätysmäärän tarpeisiin, jolloin asfalttimassaa joudutaan valmistamaan pienemmällä asfalttirouhemäärällä tai pelkästään neitseellisistä raaka-aineista. Nämä seikat vaikuttavat merkittävästi lopputuotteen hintaa. Myös urakka-asiakirjat ja tekniset laatuvaatimukset asettavat rajoituksia käytettävälle asfalttirouhemäärille ja ovat joissain tapauksissa merkittävästi pienempiä, kuin voimassa olevat Asfalttinormit sallivat.

Kierrätysraaka-aineen käyttö asfalttiasemissa edellyttää asfalttimurkseen tutkimista laboratoriossa. Murskauksen yhteydessä otettujen laadunvalvontanäytteiden perusteella tehdään asfalttimassojen suunnittelu eli suhteutus. Asfalttimassojen suunnittelu tehdään aina asfalttiasemakohtaisesti jokaiselle asfalttimassalaadulle, jotta voidaan huomioida asfalttiaseman laitteistoon liittyvät ominaisuudet, valmistettavalta lopputuotteelta vaadittavat ominaisuudet.

Asfalttimassat suunnitellaan joko kokemusperäisesti tai toiminnallisesti. Kokemusperäisessä suunnittelussa asfalttimassan suunnittelu ja suhteutus sekä valmis resepti asfalttiasemalle perustuu asfalttimassan laskennalliseen sideaineen sekä rakeisuuden määrittelyyn. Toiminnallisessa suunnittelussa sideaineen sekä rakeisuuden määrittelyn lisäksi määritetään tilavuussuhteet. Vaativissa kohteissa testataan tarvittaessa asfalttimassan nastarengaskulumiskestävyys sekä deformaatiokestävyys.

Suunniteltaessa asfalttimassa, joka sisältää asfalttirouhetta, lasketaan rakeisuus rakeisuuskäyrä käytettävistä kiviaineslajitteista sekä asfalttirouheen sisältämästä kiviaineksesta. Asfalttirouheen sisältämää kiviainesta käsitellään asfalttimassan suunnittelussa samalla tavalla kuin neitseellistä kiviainesta. Kiviainessuhteista saatua rakeisuuskäyrää verrataan kunkin asfalttimassatyypin voimassa oleviin ohjearvoihin, jotka löytyvät Asfalttinormeista.

Asfalttirouheen sisältämä sideaine otetaan huomioon laadunvalvontanäytteiden sideainepitoisuuden sekä suunnitellun kierrätysraaka-aine määrän perusteella laskennallisesti. Asfalttinormit antavat sideaineelle ohjearvon, jota valmiissa asfalttimassassa tavoitellaan. Asfalttimassaan tarvittavan sideainemäärän täyttämiseksi käytetään neitseellistä lisäsideainetta asfalttirouheen sisältämän sideaineen lisäksi. Neitseellisen sideaineen määrä riippuu aina asfalttirouheen sisältämästä sideaineesta ja käytettävästä asfalttirouhemäärästä. Mitä enemmän kierrätysraaka-ainetta käytetään, sitä vähemmän tarvitaan neitseellisiä raaka-aineita.

Valmistetusta asfalttimassasta otetaan SFS-EN 13108-21 laadunvalvontanäytteet, jotka tutkitaan Asfalttikallion laboratorioissa. Osalla asfalttiasemista on omat laboratoriokontit,

joissa näytteet voidaan tutkia lähes näytteenoton jälkeen. Asfalttikallion päälaboratorio sijaistaa Turussa, lisäksi Espoossa on kiinteä laboratorio. Laadunvalvontanäytteiden avulla valmiista asfalttimassasta tutkitaan asfalttimassan koostumus eli sideainepitoisuus ja rakeisuus. Näitä tuloksia verrataan suunniteltuihin arvoihin. Tarvittaessa tuotannossa voidaan tehdä tarvittavat korjaukset halutun lopputuotteen saavuttamiseksi. Valmiita asfalttimassoja, jotka sisältävät asfalttirouhetta, koskevat samat laatuvaatimukset, kuin neitseellisistä raaka-aineista valmistettuja asfalttimassoja. (PANK ry, 2022)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Toimenpiteet kierrätyksen kehittämiseksi

Suomessa nykytasolla, saatavilla olevien lähteiden mukaan, käytetään asfalttirouhetta asfalttimassan raaka-aineena vain noin 20 %, kun esimerkiksi Asfalttinormit 2017 sallivat 70 % käytön pohja- sekä välikerroksissa ja kulutuskerroksissa 50 % käytön. Muodostuneen asfalttijätteen kokonaismäärästä vuositasolla ei löytynyt tilastoa. Tilastojen mukaan suurin osa eli noin 62 % asfalttipäällysteistä levitetään julkisorganisaatioiden, kuten ELY-keskusten, kuntien ja Finavian kohteisiin.

Suomessa päällysteiden tulee kestää vaihtelevia vuodenaikoja sekä kulutuskestävyyttä vaaditaan nastarenkaiden takia. Tilaajaorganisaatioiden tulee kiinnittää tulevaisuudessa huomiota kierrätysmäärien lisäämiseksi. Korkeita asfalttirouhepitoisuuksia kulutuskerroksissa (yli 50 %), ei ole saatavilla olevien lähteiden perusteella tutkittu julkisesti kovin paljoa. Tutkimustyötä ja seuranta kohteista, joissa asfalttirouhetta on käytetty tarvitaan enemmän. Pitkäjänteistä yhteistyötä tutkimusorganisaatioiden, tilaajaorganisaatioiden ja asfalttiurakoitsijoiden välillä tarvitaan, jotta kierrätystä saadaan kehitettyä kestävä kehityksen edistämiseksi.

Kaupalliset asfalttiasemien valmistajat ovat tuoneet markkinoille ratkaisuja kierrätysasfaltin käytön lisäämiseksi. Valmistajilta löytyy kuumennusrumpuja, joilla voidaan periaatteessa valmistaa 100 % kierrätysasfalttia, johon ei lisätä neitseellistä kiviainesta vaan pelkästään kovettunutta bitumia elvyttävää bitumisideainetta tai muuta elvytintä. Tällaisia ratkaisuja ei Suomen asfalttimarkkinoilla vielä ole, koska käyttö kohteet yli 60 % asfalttimassoille ovat rajalliset.

Suomalainen asfalttiasemavalmistaja Amomatic on tuonut markkinoille laitteiston, jolla seulotaan ja puristetaan asfalttirouheesta bitumipitoisia brikettejä, joilla avulla voidaan hyödyntää suurin osa asfalttirouheen sisältämästä bitumista ilman kuumennusrumpua suoraan sekoittajaan. Tässä prosessissa ei hyödynnetä asfalttirouheen sisältämää yhtä tehokkaasti kuin murskattua asfalttirouhetta käytettäessä. Seulonnasta ylijäänyttä

kiviainesta voi mahdollisesti syöttää asfalttiasemaan normaalin kiviaineksen tapaan, mikäli se täyttää laatuvaatimukset. Myös seulottu kiviaines sisältää sideainetta, eikä sen jätestatus poistu seulonnalla. Näin ollen tätä kiviainesta ei voida hyödyntää maarakentamisessa ilman MARA-asetuksen hyödyntämistä tai ympäristölupaa. Valmistajien esittelymateriaaleissa esitettyihin kaupallisiin tuotteisiin ja teknologioihin tulee suhtautua kriittisesti. Tässä työssä ei ole voitu todeta laitteistojen todellista toimintaa käytännössä. Kalliit asemakohtaiset investoinnit vaativat alan normiston kehittämistä ja aiheeseen liittyvän tutkimuksen lisäämistä, jotta päästään korkeampaan kierrätysasteeseen.

Kierrätysasfaltista ja sen käytöstä tulee puhua avoimesti rakennusallalla, jotta tietoisuutta kierrätysraaka-aineen käytöstä saadaan lisättyä. Osa asfalttialan yrityksistä on tehnyt brändityötä lanseeraamalla vihreänlinjan tuotteita, joissa hyödynnetään kierrätysasfalttia sekä muita tekniikoita kohti ympäristöystävällisempää tuotantoa.

Asfalttirouheen käyttöä muualla kuin asfalttimassan raaka-aineena tulee myös hyödyntää tehokkaammin, etenkin alueilla, joissa asfalttijätettä syntyy yli tarpeen. Yhteistyössä maarakentajien ja tilaajaorganisaatioiden kanssa MARA-asetuksen ja ympäristöluvan tuomien mahdollisuuksien selvittäminen kannattaa, etenkin jos syntynyt asfalttijäte voidaan sijoittaa rakenteisiin syntypaikan läheisyyteen.

Vuonna 2021 Suomessa valmistettiin 6,8 miljoonaa tonnia asfalttia. Lähteiden mukaan Suomessa asfalttirouhetta käytetään 20 % asfalttimassan valmistukseen vuosittain. Kymmenen prosenttiyksikön kierrätysasteen nostolla säästettäisiin vuositasolla 680 000 tonnia neitseellisiä raaka-aineita.

Työssä löydettiin keinoja asfalttijätteen kierrätyksen tehostamiseksi. Yritystasolla keinot ovat omien käytäntöjen ja tekniikan varassa, joilla nykyisiin sallittuihin käyttömääriin päästää. Rakennusalan yhteisillä toimenpiteillä päästään käyttöä voidaan hallitusti lisätä. Sallivammat normistot motivoivat parhaimmillaan yrityksiä investoimaan uuteen teknologiaan. Yhteistyöllä päällystealalla päästään kohti ympäristöystävällisempää tuotantoa. Ympäristöystävällinen tuotanto ei ole vain asfalttijätteen käyttöön vaan siihen liittyy myös

vaihtoehtoiset energialähteet asfalttiasemilla, ympäristönsuojelun huomioiminen, vaihtoehtoiset sideainelähteet sekä resurssiviisuus.

5.2 Johtopäätökset

Tässä työssä löydettiin keinoja, joilla asfalttijätteen kierrätystä voidaan tehostaa asfalttimassan valmistuksessa. Yrityksen kannalta keinot perustuvat asfalttiasemien tekniikkaan liittyviin investointeihin sekä asfalttijätteen hallintaan ja jalostukseen liittyviin toimenpiteisiin. Asfalttijätteen merkityksestä ja käytöstä tulee viestiä ja opastaa myös yrityksen sisällä avoimesti. Asfalttikallio on kasvanut lyhyessä ajassa kahdella yritysostolla, joten osaaminen ja parhaat käytännöt täytyy kerätä yrityksen eduksi. Esimerkiksi yksinkertaisella sääsuojauksella on jo merkittävä vaikutus asfalttimassan valmistuksessa syntyviin päästöihin. Koko asfalttialan ja maarakennusalan keinoihin lukeutuu päällysteiden pitkäjänteinen tutkiminen ja kohteiden seuranta sekä laatuvaatimusten kehittäminen asfalttijätteen käyttöä lisäävään suuntaan, ottaen huomioon päällysteiden mahdollisimman pitkän ja turvallisen käyttöiän. Tietoisuutta kierrätyksen mahdollisuuksista on tuotava myös alan ulkopuolisille toimijoille entistä vahvemmin.

Jatkokehityksessä asfalttijätteen käytön tehostamiseksi yrityksen kannattaa tarkastella omien asfalttiasemien tuomia mahdollisuuksia, tutkia asfalttimurskeen jalostusta erilaisiin raekokoihin, kehittää ja markkinoida omia ympäristöystävällisiä tuotteita aktiivisesti sekä tehdä yhteistyötä alan toimijoiden kanssa tutkimustyön kehittämiseksi. Jokainen tavalla tai toisella hyödyllisesti kierrätetty asfalttijäte säästää neitseellisiä raaka-aineita.

Lähteet

Ammann, (n.d). *Recycling*.

<https://www.ammann.com/en/technology/recycling>

Amomatic, (n.d.-a). *Amomatic Tietoa meistä*.

<https://www.amomatic.com/fi/tietoa-meista/>

Amomatic, (n.d.-b). *AmoPepper. Kierrätysasfaltin (RAP) käsittelyä täysin uudella tavalla*.

<https://www.amomatic.com/fi/teknologia/asfaltin-kierratys/amopepper>

Euroopan parlamentti. 25.4.2022. *Pääaiheet. Talous. Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä*.

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>

Hiekka, L. (1989). *Asfaltti ja liikenne. Eilen – tänään – huomenna*. Asfalttiurakoitsijain Liitto r.y.

Jätelaki 646/17.6.2011.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Metso: Outotec, (n.d.). *Iskumurskaimet*.

<https://www.mogroup.com/fi/kiviainesala/tuotteet/murskaimet/iskumurskaimet/>

Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. 17.4.2018. *Asfalttialan oppimateriaali (ASKO)*.

<https://www.pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko/>

Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. 2017. *Asfalttinormit 2017*. Premedia Helsinki Oy

Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. 8.2.2022. PANK-opas: asfalttirouheen käytön parhaat käytännöt.

<https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2022/02/Asfalttirouheen-kayton-parhaat-kaytannot-opas-1.pdf>

SFS-EN 13108-8:2016. 2016. *Bituminous mixtures. Material specifications. Part 8: Reclaimed asphalt*. SFS Online.

Sammaljoki, T. (2021). *Asfalttirouheen ominaisuudet ja käyttö asfalttipäällysteessä* [diplomityö, Tampereen yliopisto].

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/136389/SammaljokiTaneli.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Suomen ympäristökeskus SYKE. 24.11.2021. *Jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa.*

https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi/luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/ysln_kertaluonteisen_toiminnan_ilmoitusmenettely/Jatteen_hyodyntyminen_maarakentamisessa

Suomen Tieyhdistys. 2020. *Tietietoa.*

<https://www.tieyhdistys.fi/tietietoa/>

StoraEnso. 14.9.2019. *Ligniinin avulla asfaltti muuttuu ilmastoystävällisemmäksi.*

<https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/news/2021/9/lignin-makes-asphalt-more-climate-friendly>

Tilastokeskus. 13.2.2023. *StatFin. Teollisuustuotanto. 13jp-Teollisuustuotanto nimikkeittäin.*

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_tti/statfin_tti_pxt_13jp.px/table/tableViewLayout1/

Tieto.Traficom. 1.2.2023. *Maantieverkon kunto.*

<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/maantieverkon-kunto>

UUMA4. 4.4.2018. *Mitä uusiomaarakentaminen on?.*

<https://www.uusiomaarakentaminen.fi/mita-uusiomaarakentaminen>

Uusiomaarakentaminen. 2019. *Asfaltin uusiokäyttö.*

<https://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Asfaltin%20uusiokäyttö%2C%20miniseminaari%2028.11.2019%2C%20Perkkaa.pdf>

Valtioneuvoston asetus asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 846/2012

<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120846>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>

Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179>

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140713>

Väylävirasto. 19.5.2022. *Asfaltin yksinkertainen koostumus takaa kierrätyksen onnistumisen.*

<https://vayla.fi/-/asfaltin-yksinkertainen-koostumus-takaa-kierrätyksen-onnistumisen>

Väylävirasto. 25.3.2022. *Väyläviraston ohjeita 20/2022. Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa.*

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-20_uusiomateriaalien_kaytto_web.pdf

Väylävirasto. 2021. *Asfalttiruohon laatuvaatimusten kehittäminen. Esiselvitys. Väyläviraston julkaisuja 39/2021.*

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/181249/vj_2021-39_978-952-317-877-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wirtgen Group, (n.d.-a). *From Industry pioneer to pace setter.*

<https://www.wirtgen-group.com/en-us/company/benninghoven/history/>

Wirtgen Group, (n.d.-b). *Hot-Gas Generator.*

https://www.wirtgen-group.com/media/06_benninghoven/03_broschueren_3/02_technologien_6/04_recycling_2/heiss_2/heissgaserzeuger/be_highlightflyer_heissgaserzeuger_en.pdf

Ympäristöministeriö. 19.12.2014. *Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia*

<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7bCD7F8935-DBAB-46D0-B606-4DF92D0F82DA%7d/106176>

