

BITUMIKATTEEN ELINKAAREN PIDENTÄMINEN



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeen ammattikorkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

syksy, 2019

Tommi Tukiainen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Hamk, Visamäki

Tekijä Tommi Tukiainen **Vuosi** 2019

Työn nimi Bitumikatteen elinkaaren pidentäminen

Työn ohjaaja Jari Mustonen

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin bitumikermijätteen kierrätystä ja kiertotalouden edistämistä. Työn aiheen valintaan vaikuttivat mielenkiinto bitumikermijätteen kierrätysmahdollisuuksista sekä kutsun saaminen työn puolesta Lahteen, Kujalan Tarpaper Recycling Finland Oy:n jätteenkäsittelylaitokselle tutustumaan jätteen kierrätykseen liittyvään toimintaan.

Työ alkoi aiheeseen liittyvän lainsäädännön läpikäymisellä ja tutustumisella rakennus- ja purkujätteen nykytilanteeseen. Työssä perehdyttiin myös tarkemmin bitumin ja bitumikatteen ominaisuuksiin ja rakenteisiin. Opinnäytetyössä tuodaan esille kiertotalouden koko ajan kasvavaa merkitystä ja kierrätyksen tarjoamia mahdollisuuksia, mutta myös toisaalta sen kohtaamia haasteita.

Työssä käsitellään myös bitumikaterouheen tuottamista ja siihen liittyvien viranomaismääräysten epäselvyyksiä matkalla rouheen hyväksymisestä ja muuttumisesta jätteestä uudenaikaiseksi rakennustuotteeksi lainsäädännössä hyväksytyin CE-merkinnöin. Läpi käydään myös bitumikaterouheen hyödyntämistä asfalttimassan raaka-aineena ja massan käyttöä sekä kokemuksia sittemmin myös teiden päällysteenä.

Avainsanat BitumenMix, bitumikaterouhe, bitumikatteen kierrätys, kiertotalous, RAS

Sivut 31 sivua

Degree Programme in Building and Construction Engineering

Hämeenlinna University Centre

Author Tommi Tukiainen **Year** 2019

Subject Extending the lifecycle of bitumen felt

Supervisor Jari Mustonen

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to study the recycling of roofing felt waste and how to promote circular economy. The subject of the thesis was chosen due to interest in the possibility of recycling roofing felt and a visit to a waste treatment plant Kujala Tarpaper Recycling Finland Oy.

The legislation related to the subject was first studied including the current situation of construction and demolition waste. The qualities and composition of bitumen and bitumen felt were also discussed. The thesis emphasizes the growing importance of circular economy and the possibilities of recycling and the challenges they encounter.

In addition, the production of recycled asphalt shingles was dealt with covering the obscurities of regulation by public authorities related to the acceptance of the recycled asphalt shingles and their transformation from waste to a new kind of construction product with CE-marking approved by legislation. The utilization of recycled asphalt shingles as an ingredient of asphalt mass also discussed including the use and experiences of the mass in road paving.

Keywords BitumenMix, circular economy, RAS, recycled asphalt shingles, recycling of bitumen felt

Pages 31 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LAINSÄÄDÄNTÖ	2
2.1	Rakennus- ja purkujätteen nykytilanne sekä Suomen jätelainsäädännön tausta	2
2.2	Etusijajärjestys	3
2.3	Jätteiden erilläänpitovelvollisuus	4
2.4	Rakennus- ja purkulupa	4
2.5	Asbestikartoitus	5
2.6	Kaatopaikkasijoitusta koskevat rajoitukset	5
2.7	Jätevero	5
2.8	Jätteen siirtoasiakirjat ja -luvat	6
2.9	End-of-Waste, jätteeksi luokittelun päätyminen	6
2.10	Valtakunnallinen jätesuunnitelma	7
3	BITUMI JA BITUMIKATTEET	8
3.1	Yleistä bitumista	8
3.2	Puhallettu bitumi	8
3.3	Bitumiemulsiot ja -liuokset	8
3.4	Yleistä bitumikatteesta ja kattohuovasta	9
4	KIERTOTALOUS JA BITUMIN KIERRÄTYS	10
4.1	Kiertotalous	10
4.2	Bitumikatejätteen kierrätys syntypaikoilla	13
4.3	Bitumikaterouheen tuottaminen	15
4.4	Laadunvalvonta	17
4.5	Kustannukset ja kannattavuus	17
4.6	End-of-Waste -prosessi	19
4.7	Bitumikaterouheen CE-merkintä	20
5	BITUMIKATEROUHEEN KIERRÄTYS KÄYTÄNNÖSSÄ	21
5.1	Bitumikaterouheen käyttö asfaltin valmistuksessa	21
5.2	Bitumikaterouhetta sisältävän asfaltin suunnittelu	22
5.3	Vaikutukset päällysteen ominaisuuksiin	23

5.4	Suunnittelu ja valmistus	24
5.5	Uudelleenkierrätys ja dokumentointi.....	25
6	YHTEENVETO.....	26
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos ja maapallon ehtyvät luonnonvarat vaativat jatkuvasti uudenlaista resurssiajattelua. Maapallon kantokyvyn horjuminen on saanut ihmiset ajattelemaan ja toteuttamaan koko ajan enemmän ja laajemmin kierrätyksen mahdollisuuksia ja tehnyt myös kiertotalouden välttämättömäksi.

Rakentaminen on yksi suurimpia luonnonvarojen kuluttajia Suomessa. Talonrakentamisen jätteiden osuus on noin seitsemän prosenttia rakentamisen toimialan kaikista jätteistä Suomessa sisältäen uudisrakentamisen, purkamiset ja korjaamiset (Salmenperä ym., 2016; Peuranen & Hakaste, 2014). Laadukkaimmat bitumikatotkaan rakennuksissa eivät ole ikuisia, vaan tulevat sellaisinaan jossain vaiheessa käyttöikänsä päähän. Ennen kaikki käytöstä poistettavat materiaalit päätyivät jätteeksi kaatopaikoille, mutta nykyään bitumikatteetkin on mahdollista kierrättää sata prosenttisesti ja saada niille pidempi elinkaari. Lainsäädäntö ja viranomaiskäytäntö määrittävät tarkasti sen, miten bitumikatteen saa muutettua jätteestä uudenlaiseksi rakennustuotteeksi, esimerkiksi maanteillä käytettävän asfaltin raaka-aineeksi.

Tässä opinnäytetyössä tehdään ensin katsaus rakennus- ja purkujätteen nykytilanteeseen ennen kuin käydään läpi Suomen jätelainsäädäntöä, joka pohjautuu EU:n jätedirektiiviin, jossa määritellään muun muassa jäsenvaltioiden velvollisuus tehostaa rakennus- ja purkujätteen kierrätystä ja materiaalien hyödyntämistä. Sen jälkeen työssä perehdytään tarkemmin bitumin ja bitumikatteen ominaisuuksiin ja rakenteisiin sekä luodaan lyhyt katsaus kattohuopateollisuuden kehittämisestä 1800-luvulta tähän päivään.

Kiertotalouden koko ajan kasvavaa merkitystä ja kierrätyksen tarjoamia mahdollisuuksia, mutta myös toisaalta sen kohtaamia haasteita tässä opinnäytetyössä tarkastellaan osana bitumikaterouheen matkaa jätteestä uudenlaiseksi rakennustuotteeksi lainsäädännössä hyväksytyin CE-merkinnöin.

Aiheeseen liittyvään aineistoon tutustuessani oli mielenkiintoista, mutta toisaalta myös vähän huolestuttavaa huomata, kuinka koko ajan tärkeämmäksi muodostuva jätteiden kierrättäminen uusiokäyttöön on kohdannut monia haasteita liittyen muun ohessa epäselviin ja kehittymättömiin viranomaismääräyksiin ja -käytäntöihin. On kuitenkin hienoa nähdä, kuinka Suomessakin on jo osittain saatu kehitettyä toimiviakin malleja, jotka mahdollistavat muun muassa bitumikatteillekin pidemmän elinkaaren. Toivottavasti nämä käytännöt luovat

pikkuhiljaa pohjaa myös monien muiden jätteeksi päätymässä olevien materiaalien kierrätysmahdollisuuksille.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

2.1 Rakennus- ja purkujätteen nykytilanne sekä Suomen jätelainsäädännön tausta

Rakentaminen on yksi suurimpia luonnonvarojen kuluttajista Suomessa, sillä rakentamisesta aiheutuvat jätteet ovat kaivuun jälkeen suurin syntysektori Suomessa. Rakentamisen jätteet koostuvat toimialaluokituksen (TOL 2008) mukaan talonrakentamisen jätteiden, maa- ja vesirakentamisen jätteiden sekä erikoistuneen rakennustoiminnan jätteiden summasta, sisältäen muusta toiminnasta syntyvät rakennusjätteet. Suomessa talonrakentamisen osalta rakennusjätteiden määrä jakautuu uudisrakentamiseen (16 %), purkuun (27 %) ja korjaamiseen (57 %). Talonrakentamisen jätteiden osuus on noin 7 % rakentamisen toimialan kaikista jätteistä. Talonrakentamisen jätteet koostuvat pääasiassa puupohjaisista jätteistä (41 %), mineraali- ja kivijätteistä (33 %) ja metallijätteistä (14 %). Rakennus- ja purkujätteen määrien arvioidaan tulevaisuudessa jonkin verran kasvavan, sillä rakennusten energiatehokkuusvaatimukset kiristyvät ja suuri sodanjälkeinen rakennuskanta on tulossa korjausikään. (Salmenperä ym., 2016, s. 22-25; Peuranen & Hakaste, 2014, s. 11)

Viimeisin julkaistu jätetilasto on vuodelta 2015. Kun maa-ainekset jätetään huomioimatta rakennus- ja purkujätteen määrästä, jätettä syntyi yhteensä noin 1,7 miljoonaa tonnia. Suurin jäte-erä muodostui mineraalijätteestä, kuten betoni- ja tiilijätteestä ja asfaltista, jota oli yhteensä noin 1,3 miljoonaa tonnia. Vuonna 2015 syntyi noin 279 000 tonnia puujätettä, noin 112 000 tonnia metallijätteitä, noin 7 000 tonnia muovi- ja kumijätettä, noin 200 tonnia lasijätettä sekä noin 40 000 tonnia paperi- ja pahvijätettä. Lisäksi vuonna 2015 tilastoitiin syntyneen noin 4 000 tonnia sekalaista rakennus- ja purkujätettä (mukaan luettuna kotitalouksien jätteet), noin 12 000 tonnia lajittelujätettä, noin 51 000 tonnia polttojätettä ja noin 3 000 tonnia muuta jätettä kuten kasviperäisiä jätteitä. Suomessa syntyy vuosittain arvioiden mukaan noin 13 000-18 000 tonnia kattohuopajätettä. (Suomen virallinen tilasto, 2017)

Suomen jätelainsäädäntö pohjautuu EU:n jätedirektiiviin. Jätedirektiivissä määritellään muun muassa jätehierarkiaan, jätteen synnyn ehkäisyyn ja jätteiden uudelleen käyttöön ja kierrätykseen liittyvistä toimista. Jätedirektiivissä määritellään myös jäsenvaltioiden velvollisuudesta tehostaa rakennus- ja purkujätteen kierrätystä ja materiaalien hyödyntämistä vuoteen 2020 mennessä siten,

että 70 %:n kierrätysaste täyttyy ilman energiahyödyntämisen huomioimista. (2008/98/EY)

2.2 Etusijajärjestys

Etusijajärjestys perustuu jätepolitiikan jätteen synnyn ehkäisyn periaatteeseen sekä jätedirektiiviin. Etusijajärjestys ohjaa kaikkea toimintaa jätelain (646/2011) 8 §:n mukaisesti. Etusijajärjestys tarkoittaa, että syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta on ensisijaisesti vähennettävä. Jos jätteen syntyä ei voida ehkäistä, on jäte valmisteltava uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti jäte voidaan kierrättää. Jos jätettä ei voida uudelleen käyttää tai kierrättää, on jäte hyödynnettävä muulla tavoin, esimerkiksi energiana. Viimeisenä vaihtoehtona on jätteen loppukäsittely ja sijoittaminen kaatopaikalle. (Jätelaki 646/2011)

Valtioneuvoston asetuksessa jätteistä (179/2012), sen 15 §:ssä veloitetaan erikseen rakennushankkeeseen ryhtyvää vähentämään rakennus- ja purkujätteen määrää ja haitallisuutta. Hankkeen suunnittelussa ja toteuttamisessa on rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehdittava jätelain (646/2011) 8 §:n mukaisesti etusijajärjestyksen toteutumisesta; käyttökelpoiset esineet ja aineet otetaan talteen ja uudelleen käytetään. (VNA 179/2012) Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 154 §:n mukaan rakennuksen tai sen osan purkaminen on toteutettava siten, että käyttökelpoiset rakennusosat on mahdollista hyötykäyttää, sekä syntyvän rakennusjätteen käsittelystä on huolehdittava.

Valtioneuvoston asetuksen 179/2012 16 §:ssä on asetettu tavoitteeksi rakennus- ja purkujätteelle, että vuonna 2020 rakennus- ja purkujätteestä hyödynnetään vähintään 70 % muutoin kuin energiana tai valmistamalla siitä polttoainetta. Rakennus- ja purkujätteen hyödyntämistavoite ei koske kallio- ja maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia eikä vaarallisia jätteitä. (VNA 179/2012)



Kuva 1. Jätteiden käsittelyn etusijajärjestys (Ely-keskus, n.d.).

2.3 Jätteiden erilläänpitovelvollisuus

Jätelaissa (646/2011) on säädetty jätteiden erilläänpitovelvollisuudesta. Laadultaan ja lajiltaan erilaiset jätteet on kerättävä ja pidettävä erillään toisistaan jätehuollossa. Erilläänpitovelvollisuus on toteutettava siinä laajuudessa kuin se on tarpeellista huomioiden terveys- ja ympäristövaikutukset, etusijajärjestyksen ja asianmukaisen jätehuollon järjestämisen sekä siinä laajuudessa kuin se on taloudellisesti mahdollista. Jätelaissa määrätään lisäksi, ettei vaarallista jätettä saa laimentaa eikä sekoittaa muulla tavoin erilaiseen jätteeseen tai aineeseen, jotka poikkeavat lajiltaan ja laadultaan. Asbestijätteestä on määrätty erikseen, että toiminnassa syntyvä asbestijäte on pidettävä erillään muusta jätteestä sekä kerättävä ja kuljetettava viivytyksettä käsittelyyn (VNA 179/2012).

2.4 Rakennus- ja purkulupa

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 18 luvun mukaan rakentamiseen, korjaamiseen ja purkamiseen tarvitaan lupa tai tietyissä tapauksissa toimenpiteestä riittää ilmoitus. Maankäyttö- ja rakennusasetuksen mukaan rakennus- ja purkamislupahakemuksessa tai -ilmoituksessa on esitettävä selvitys rakennusjätteen määrästä ja laadusta sekä sen lajittelusta, ellei jätteen määrä ole vähäinen (VNA 895/1999). Purkamislupahakemuksessa on esitettävä, miten purkutyö järjestetään ja millaiset edellytykset on hyötykäyttää käyttökelpoisia rakennusosia. Kunnan rakennusvalvontaviranomainen ratkaisee rakennus-, toimenpide- ja purkamisluvat.

2.5 Asbestikartoitus

Jos rakennushankkeeseen voi sisältyä asbestipurkua, on rakennuttajan tai rakennushanketta ohjaavan tai valvovan tahon huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä asbestityön turvallisuudesta annetun asetuksen (jäljempänä VNA 798/2015) mukaisesti. Asbestikartoituksessa paikallistetaan purettavassa kohteessa oleva asbesti sekä selvitetään asbestin ja sitä sisältävien materiaalien laatu ja määrä. Kartoituksessa selvitetään rakenteissa olevan asbestin ja sitä sisältävien materiaalien pölyävyys niitä käsiteltäessä ja/tai purettaessa. Asbestin purkamisesta on tehtävä etukäteen ilmoitus alueellisesti toimivaltaiselle työsuojeluviranomaiselle. Ilmoitus tehdään kirjallisesti vähintään seitsemän päivää ennen työn aloittamista. Ilmoituksessa esitetään muun muassa työn luonne, alkamisaika ja arvioitu kesto, paikka, työn tilaaja, työntekijät, työntekijöiden terveydentila, miten työ toteutetaan, miten asbestipölyn leviämistä estetään työympäristöön ja minne kaatopaikalle asbestijätteet toimitetaan.

2.6 Kaatopaikkasijoitusta koskevat rajoitukset

Jos rakennus- ja purkujätettä joudutaan sijoittamaan kaatopaikalle, on huomioitava, että kaatopaikoille saa toimittaa vain esikäsiteltyä jätettä kaatopaikoista annetun valtioneuvoston asetuksen (jäljempänä VNA 331/2013) 15 §:n mukaisesti. Lisäksi on huomioitava, että orgaanisen aineen ja biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoitusta koskien on rajoituksia VNA 331/2013 28 §:n ja VNA 179/2012 16 a §:n mukaisesti. Kaatopaikoille saa sijoittaa 1.1.2016 lähtien sellaista tavannoimaista jätettä, jossa saa olla enintään 10 % biohajoavaa ja muuta orgaanista ainesta. Biohajoavan ja muun orgaanisen aineen määräys on tehtävä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai hehikutushäviönä (LOI). Rakennus- ja purkujätteen osalta orgaanisen aineen osuus saa olla enintään 15 % vuoteen 2020 asti. 10 % vaatimus kaatopaikalle sijoitettavan jätteen orgaanisen aineen osuudesta astuu voimaan 1.1.2020 myös rakennus- ja purkujätteelle. Kaatopaikalle sijoitettavan jätteen on lisäksi täytettävä muut mahdolliset kyseisen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuusvaatimukset.

2.7 Jätevero

Kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrää on pyritty vähentämään jäteveron avulla. Kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä on maksettava jäteveroa 70 euroa/t vuoden 2016 alusta lähtien jäteverolain (1126/2010) 6 §:n mukaisesti. Jäteverolain verotaulukkoliitteen mukaan rakennus- ja purkujätteet ovat jäteveron alaista jätettä. Jäteveroa ei kuitenkaan makseta lajitelluista jätteistä, joita

voidaan hyödyntää kaatopaikan välttämättömissä rakenteissa tai rakennuksissa kaatopaikan perustamisessa, käytössä tai käytöstä poistamisen aikana. Lasijäte ja halkaisijaltaan yli 150 mm betonijäte eivät kuitenkaan ole verottomia. (Jätevelolaki 1126/2010)

2.8 Jätteesiirtoasiakirjat ja -luvat

Jätelain (646/2011) 121 §:n mukaan rakennus- ja purkujätteen haltijan on laadittava siirrettävästä ja luovutettavasta jätteestä siirtoasiakirja, joka luovutetaan 29 §:n mukaiselle vastaanottajalle. Siirtoasiakirjassa on oltava tiedot jätteen tuojasta/haltijasta, vastaanottajan yhteystiedot, jätteen siirron ajankohta, lähtöpaikka, jäteluettelon mukainen nimike sekä kuvaus jätelajista, jätemäärä ja jätteen haltijan vahvistus tietojen oikeellisuudesta. Vaarallisen jätteen osalta on mainittava lisäksi jätteen koostumus, olomuoto, vaaraominaisuudet, jätteen pakkaus- ja kuljetustapa sekä jätteen käsittelytapa. (VNA 179/2012) Jätteenasiakirja voi olla paperinen tai sähköinen, kunhan se on luettavissa myös kuljetuksen aikana.

2.9 End-of-Waste, jätteeksi luokittelun päättyminen

Yleisesti hyötykäyttöön päätyvälle jätteelle voi hakea End-of-Waste- statusta (jäljempänä EoW). Aine tai esine voi saada EoW -statuksen, kun aineen tai esineen luokittelu jätteeksi päättyy sekä kyseiseen aineeseen tai esineeseen ei enää sovelleta jätelakia esimerkiksi jätteen hyödyntämistoimien seurauksena. Jätelain (646/2011) 5 §:n mukaan aineen tai esineen luokittelu jätteeksi päättyy myös, jos:

- sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti
- sillä on markkinat tai kysyntää
- se täyttää käyttötarkoituksen mukaiset tekniset vaatimukset
- se on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säädösten mukainen
- sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa ympäristölle

Edellä mainitut seikat ovat arviointiperusteita, joita voidaan käyttää tapauskohtaisessa harkinnassa jätteeksi luokittelun päätymisessä ja kaikkien arviointiperusteiden on täytyttävä, jotta kyseinen aine tai esine voi saada EoW- statuksen (Ympäristöministeriö, 2014; Kauppila ym., 2018, s. 25-26).

Jätteeksi luokittelun päättyminen tulisi tapahtua ensisijaisesti EU-tasolla. EU-tason säädöksiä jätteeksi luokittelun päättymisestä on toistaiseksi annettu vain rauta- ja teräsromusta, alumiiniromusta, kupariromusta sekä lasimurskasta. EU-tasoisien sääntelyn puuttuessa, on jäsenvaltioilla valta säätää asiasta kansallisesti. (Ympäristöministeriö 2014, s. 7-8; Kauppila ym., 2018) Suomessa rakennus- ja purkujätteen osalta EoW- statuksen on saanut esimerkiksi Tarpaper Recycling Finland Oy:n (jälj. TRF) kattohuopajätteestä valmistettu BitumenMix (jälj. myös bitumikaterouhe tai RAS), jota voidaan käyttää asfalttiteollisuudessa raaka-aineena. (Etelä-Suomen Aluehallintovirasto, 2016)

2.10 Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Valtioneuvosto hyväksyi 19.12.2017 uuden valtakunnallisen jätesuunnitelman vuoteen 2023. Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on neljä painopistettä, joista yhtenä painopisteenä on rakennus- ja purkujätteeseen liittyvät toimet. Rakennus- ja purkujätteen osalta tavoitteiksi on asetettu jätteen vähentäminen, rakennus- ja purkumateriaalina hyödyntämistason nosto 70 %:iin sekä rakennus- ja purkujätteen tilastoinnin tarkkuus ja oikeellisuus. (Laaksonen ym., 2018, s. 28-33)

Rakennus- ja purkujätteen vähentämiseksi jätesuunnitelmaan on kirjattu, että tulevaisuudessa rakennusalan koulutukseen sisällytetään materiaalihokkuuden ja kiertotalouden perusteet. Rakennus- ja purkujätteen vähentämiseksi on tarkoitus käynnistää pilottihankkeita ja -alueita, joissa voidaan soveltaa tehokkaampaa lajittelua ja kierrätystä sekä samalla voidaan ehkäistä rakennus- ja purkujätteen syntyä ja sen määrää. Rakennus- ja purkujätteen hyödyntämistason nostamiseksi jätesuunnitelmaan on kirjattu ympäristöministeriön päävastuulle esimerkiksi selvittää jättemateriaalien kierrätyspotentiaalia ja tehdä suunnitelmat, miten jättejakeiden materiaalihyödyntämistä voidaan tehostaa kotimaassa. Työ- ja elinkeinoministeriön vastuulla on selvittää Euroopan maista toimivia käytäntöjä, miten korkean kierrätysasteen -maiden kierrätysmarkkinat toimivat rakennusmateriaalien osalta. Rakennus- ja purkujätteen hyödyntämisen lisäämiseksi on tarkoitus selvittää kansallisen rakennus- ja purkujätteiden EoW -kriteerien tarve ja edellytykset. Jätesuunnitelmaan on kirjattu, että jätteiden tilastoinnin sekä jätteiden jäljitettävyyden parantamiseksi valtiovarainministeriön ja ympäristöministeriön vastuulla on luoda uusi jätetietojärjestelmä. Uudessa järjestelmässä on huomioitava tiedonsiirron rajapinnat rakennusjäteilmoituksen, jätteesiirron sekä uuden tietojärjestelmän välillä. (Laaksonen ym., 2018, s. 22-33)

3 BITUMI JA BITUMIKATTEET

3.1 Yleistä bitumista

Bitumi on maaöljyn tislauksesta syntyvä pohjatuote ja sen edelleenjalostus esimerkiksi oksidoimalla tai lisäämällä massan joukkoon polymeeriä vaikuttaa sen ominaisuuksiin ja näin saadaan eri bitumituotteita. Bitumi on sellaisenaan haihtumaton yhdiste, ja sitä käytetään sideaineena asfalttimassan valmistuksessa sekä vedeneristeenä. Bitumin käytön etuna on sen reagoimattomuus muiden aineiden kanssa eli kemiallinen interttisyys (Väänänen, 2008, s. 6). Bitumin väri vaihtelee ruskeasta jopa täysin mustaan ja normaalissa huoneenlämpötilassa se on olomuodoltaan erittäin viskoosia ja lähes kiinteää. Bitumi koostuu monimutkaisesta seoksesta molekyylipainoltaan suuria hiilivetyjä ja voi sisältää myös pieniä määriä rikkiä, happea sekä typpeä ja yleensä se sisältää myös pieniä pitoisuuksia metalleja, kuten nikkeliä tai rautaa. Bitumin hiilivetyrakenne on seos suoraketjuisia ja haarautuneita alkaaleja sekä tyydyttyneitä ja aromaattisia renkaita, mutta sen tarkkaa rakennetta ei tunneta. (Nynas AB, 2012)

3.2 Puhallettu bitumi

Puhallettu bitumi on bitumilaatu, jota valmistetaan puhaltamalla kuumaa ilmaa tislattun bitumin läpi. Puhallusmenetelmä aikaansaa tuotteelle korkeamman pehmenemispisteen suhteessa tunkeutumaan sekä pienemmän lämpötilaherkyyden. Lopputuotteen ominaisuudet riippuvat paljolti puhalluksen määrästä sekä prosessiolosuhteista. Kevyellä puhalluksella säädellään lähinnä tavallisen bitumin ominaisuuksia. Muokattaessa bitumia voimakkaalla puhalluksella voidaan käyttää raaka-aineen pehmentämisessä apuna puhallusöljyä tai katalyyttinä fosforihappoa tai rautakloridia nopeuttamaan prosessia. Puhallettuja bitumeja käytetään lähinnä kateainemateriaaleina ja vesieristeinä sekä muina rakennusmateriaaleina. (Nynas AB, 2012)

3.3 Bitumiemulsiot ja -liuokset

Bitumiemulsiot ovat nimensä mukaisesti emulsioita, jotka koostuvat bitumien ja modifioitujen bitumien hienojakoisista dispersioista, eli hajaantumisista, vesifaasisissa. Tuotteen bitumipitoisuus vaihtelee 40-80 prosentin välillä. Bitumiemulsion etuna on sen työstettävyyden kohtalaisen matalalla käyttölämpötilalla, joka vaihtelee normaalista ulkolämpötilasta 90 celsiusasteeseen. Mitä korkeampi on emulsion bitumipitoisuus, sitä korkeamman työstölämpötilan tuote vaatii. (Nynas AB, 2012)

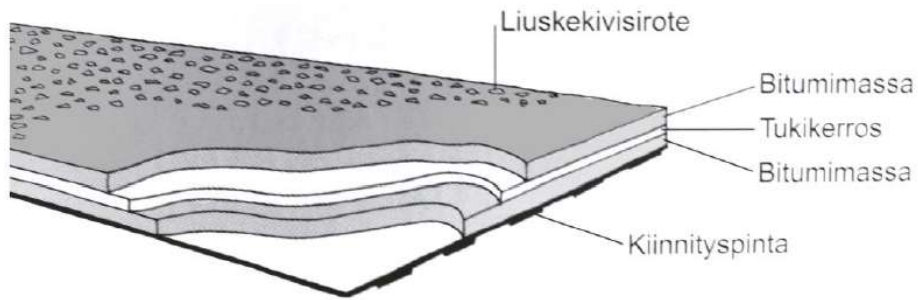
Bitumiliuokset ovat seoksia, joissa pohjabitumiin lisätty haihtuva maaöljyohenne tekee lopputuotteesta juoksevampaa. Tuotteen ominaisuudet muuttuvat käytetyn liuottimen vaikutuksesta ja voivat palautua jopa kokonaan tavallisen bitumin ominaisuuksien tasolle käytetyn liuottimen haihtuessa. Bitumiliuoksia käytetään lähinnä sirotepintauksissa sekä asfalttikerrosten liimaukseen. (Nynas AB, 2012)

3.4 Yleistä bitumikatteesta ja kattohuovasta

Kattohuopa on yleisnimi huopatuotteille, joita käytetään katemateriaaleina tai vedeneristyksessä. Suomeen alettiin tuoda kivihiilitervalla kyllästettyjä asfaltti- eli tervahuopia 1850-luvulla. Vuonna 1876 alkoi suomalainen kattohuopateollisuus, joka oli vuosisadan vaihteessa jo huomattavan laajaa. Kattohuopateollisuudessa siirryttiin kivihiilitervan käytöstä hiljalleen bitumin käyttöön. Asfalttihuopien teollista valmistamista kuitenkin jatkettiin bitumihuopien valmistamisen ohella. (Puurunen, 2000, s. 8)

Kattohuopa koostuu runko- ja sideaineesta. 1800-luvulla valmistetuissa asfalttihuovissa runkoaineena käytettiin yleensä lumppuhuopaa kivihiilitervan toimitua sideaineena. Nykyään valmistettavissa bitumikatteissa runkoaineena käytetään vahvistettua polyesteri- tai lasikuituhuopaa, joskus myös perinteistä tekstiilikuitua. (Puurunen, 2000, s. 8) Suomessa bitumikatteissa on käytetty sideaineena sekä puhallettua bitumia että kumibitumia. Lisäksi bitumikatteissa käytetään täyteaineita, kuten kalkkikiveä ja pintaan lisätään haluttu sirote suojaamaan auringon UV-säteilyltä. (Blomberg, 1990)

Bitumikatteiden ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa käyttämällä bitumissa lisäaineita. Lisäaineiden käytöllä eli modifioinnilla voidaan parantaa bitumikatteiden toimivuutta ja kestävyyttä. Yleisin bitumin modifiointiaine on SBS-kumi (styreenibutadieeniblokkikopolymeeri), joka tekee bitumimassasta elastisen ja parantaa bitumikatteen kylmäominaisuuksia. Myös APP-muovia (ataktinen polypropeeni) käytetään bitumin modifioimiseen lähinnä Etelä-Euroopassa. SBS-modifioidun bitumin käyttö yleistyi 1970-luvulla (Kerabit, 2017), minkä seurauksena siirryttiin modifioituihin bitumikatteisiin. Nykyään kaikki Suomessa ja muissa Pohjoismaissa valmistettavat modifioidut bitumikatteet ovat SBS-modifioituja. (Kattoliitto, 2013, s. 99)



Kuva 2. Bitumikatteen rakennekerrokset (Siikanen, 2019, s. 283).

4 KIERTOTALOUS JA BITUMIN KIERRÄTYS

4.1 Kiertotalous

Kiertotalouden keskeisenä tavoitteena on säästää luonnonvaroja ja hyödyntää materiaalit tehokkaasti ja kestävästi. Tutut termit, kuten cleantech, vähähiilisyys ja biotalous, ovat kaikki sukua kiertotaloudelle (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.). Kiertotalouden keskeisenä ajatuksena on raaka-aineiden ja materiaalien pysyminen pitkään talouden käytössä, materiaalien arvon säilyminen ja ympäristön haittavaikutusten väheneminen (VN:n selvitys- ja tutkimustoiminta, 2016). Kiertotalouden visiossa jätettä ei enää synny, kun ylijäämämateriaaleista tulee raaka-ainetta muille ja tuotteet suunnitellaan käytettäväksi yhä uudelleen (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.).

Kiertotalous ei ole kuitenkaan vain materiaalien tehokasta käyttämistä ja kierrättämistä tai ympäristöystävällistä liiketoimintaa. Sen ajatellaan olevan myös uusi talousmalli, jossa arvontuotanto tapahtuu yhä enemmän aineettomasti ja tuotteita korvataan erilaisilla palveluilla. Esineitä ja resursseja jaetaan omistamisen sijaan. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Kiertotalous avaa yrityksille ennennäkemättömiä mahdollisuuksia uudelleen kasvuun. Kasvu syntyy monimuotoisissa arvoverkostoissa, avoimessa yhteistyössä ja erilaisia liiketoimintamalleja rohkeasti hyödyntäen. Uudet teknologiat tukevat kaikkea tätä. Kiertotalouden sanotaankin olevan jopa suurin murros tuotannossa, kulutuksessa ja koko globaalissa taloudessa 250 vuoteen. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Voimme todeta elävämme kiihtyvän muutoksen aikaa, jossa esimerkiksi itseohjautuvat autot ja virtuaaliodellisuus ovat osa normaalia elämäämme, vaikka

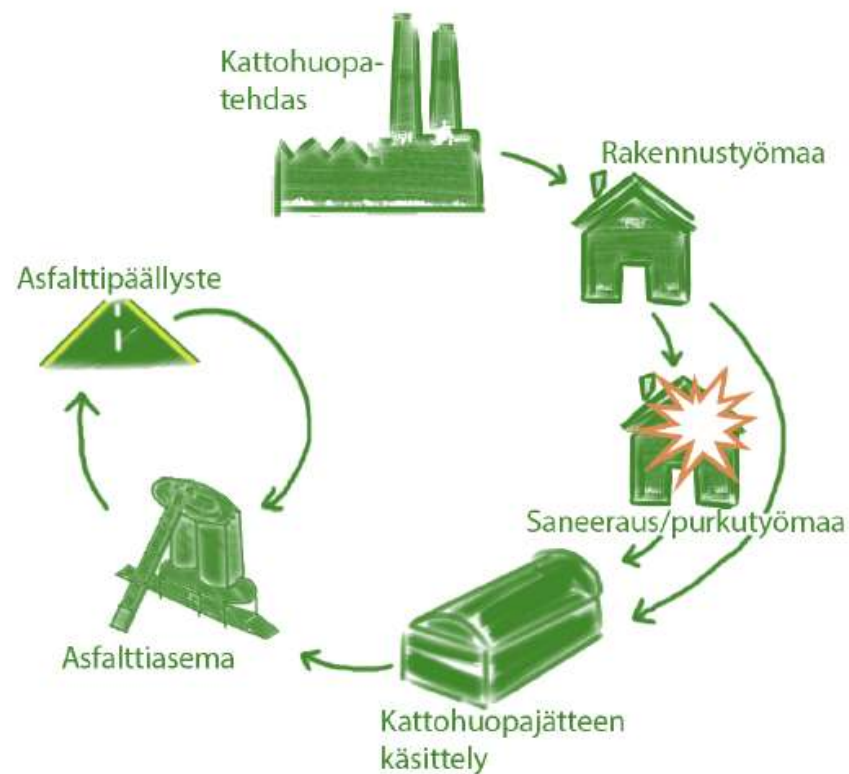
niiden ajateltiin tulevan osaksi arkeamme joskus kaukana tulevaisuudessa. Kiertotalous vastaa aikamme suurimpiin murroksiin, joita ovat luonnonvarojen niukkuus ja ilmastonmuutos, digitaalinen vallankumous sekä avoimuus ja yhteistyö kasvun edellytyksinä. Nämä muuttavat varmasti maailmaa enemmän kuin kukaan osaa vielä ajatellakaan. Kiertotalouden voi nähdä väistämättömänä kehityksenä näiden ympärillä tapahtuvien muutosten keskellä. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Niukkuus ja ilmastonmuutos tulevat vaatimaan, ja vaativat jo nyt, uutta resurssiajattelua. Maapallon kantokyvyn horjuminen tekee kiertotalouden välttämättömäksi. Maailman väestön määrä kasvaa, luonnonvarat hupenevat ja globaalin keskiluokan nousu merkitsee länsimaisten kulutustottumusten leviämistä. Tämä kehitys on suorassa yhteydessä kiihtyvään ilmastonmuutokseen, joka uhkaa jo ihmiskunnan hyvinvointia. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Kulutamme jo nyt globaalisti enemmän luonnonvaroja kuin olisi kestävä. Jos kulutus jatkuu samalla tahdilla, resurssit on laskettu tarvittavan arviolta 1,6 maapallon verran (Global Footprint Network, 2016). Lisäksi luonnonvarojen tarve kasvaa yhä voimakkaasti, sillä viidentoista seuraavan vuoden aikana maapallon väestömäärän on arvioitu lisääntyvän miljardilla, lähelle kahdeksaa miljardia, ja kulutustaan kasvattavan keskiluokan on arvioitu yli kaksinkertaistuvan, viiteen miljardiin (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Kun on selvää, että kehitys ei ole kestävällä pohjalla, ratkaisu on kiertotalous. Se säästää uusiutumattomia luonnonvaroja, lisää yritysten omavaraisuutta ja auttaa varautumaan raaka-aineiden niukkuuteen ja hinnannousuun. Monet yritykset ennakoivat raaka-ainepulaa ottamalla käyttöön vaihtoehtoisia materiaaleja ja kehittämällä materiaalitehokkuutta niin suunnitteluvaiheessa, tuotannossa kuin tuotteiden elinkaaren lopussa. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Esimerkiksi elintarviketeollisuudessa etsitään keinoja, joilla voidaan vähentää elintarvikejätteen määrää ja saada arvokkaat raaka-aineet uuteen käyttöön. Tätä tekee muun muassa HKSCAN, joka kehittää parhaillaan uusia käyttökohteita lihateollisuuden syömäkelpottomille biojätteille. Yhteistyömahdollisuuksia haetaan monelta suunnalta aina energiatuotannosta lääketeollisuuteen, ja uusia biotuotteita varten on perustettu oma liiketoimintalinja. Jo edellä mainittu TRF puolestaan muuntaa taloista puretun kattohuovan asfalttipinnoitteeksi kaduille ja teille. Huovat kerätään eri puolilta Suomea Lahden tuotantolaitokseen, missä ne saavat uuden elämän uusiomateriaalina. Yrityksen oivallus säästää luonnonvaroja ja vähentää bitumin tarvetta asfalttiteollisuudessa. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)



Kuva 3. Bitumikatejätteiden hyödyntämisen toimintaperiaate (TRF, 2014).

Niin sanotun digitaalisen vallankumouksen voidaan huomata synnyttävän uusia liiketoimintamalleja. Tuotteiden ja materiaalien kierrättäminen on osa kiertotaloutta, muttei suinkaan sen ainoa ilmentymä. Kiertotalouden potentiaalin voidaan ajatella olevan mullistavaa ja se yltää paljon pidemmälle. Digitaalisuus luo ennennäkemättömiä mahdollisuuksia hyödyntää luonnonvaroja uudella ja kestäväällä tavalla. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Kiihtyvä digitaalinen murros on tuonut mukanaan kaikkialle leviävät sensorit, kasvavat datavirrat, kehittyvän keinoälyn, robotiikan sovellukset, mobiiliratkaisut ja palvelualustat. Nämä teknologiat luovat jokaiselle sektorille täysin uusia bisnesmalleja, joiden avulla yritykset pystyvät optimoimaan, automatisoimaan sekä mullistamaan oikeastaan jokaisen liiketoiminnan osa-alueen. Näin syntyy myös merkittäviä säästöjä energian ja materiaalien kulutuksessa. Avoimuus ja yhteistyö voidaan nähdä kasvun kivijalkoina, kun digitaalinen ja verkottunut maailma vaatii päivitettyjä toimintatapoja. Monen kiertotalouden kasvuyrityksen toiminnan on todettu muistuttavan yhä enemmän elokuva-alan tuotantomallia, jossa useat yritykset ja ammattilaiset muodostavat joustavan ekosysteemin. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

Ominaista tälle ajalle on todettu olevan myös yhteistyö suurten yritysten ja pienten kasvuyritysten välillä. Tämän voidaan katsoa tuovan toisaalta ketteryyttä isojen yritysten uudistumiseen ja toisaalta auttaa pienempiä yrityksiä skaalaamaan toimintaansa. Avoin tutkimus- ja kehitystyö, yhdessä rakennetut palvelut ja yhteistyötä korostavat alustamaiset liiketoimintamallit kannustavat kokeilemaan kiertotalouden yritystoimintaa. Arvokkaimpana pääomana pidetään nykyään laajoja ja laadukkaita yhteistyöverkostoja.

Muutoksen on huomattu näkyvän myös suhteessa asiakkaisiin. Useat yritykset eivät edes ajattele tekevänsä asioita kuluttajille, vaan mieltävät ihmiset kehittäjinä ja yhteisön jäseninä, jotka ovat eri tavoin mukana yrityksen omassa toiminnassa ja kehityksessä. Tämän on todettu korostuvan etenkin digitaalisen vaihdannan ja yhteistyön liiketoimintamalleissa, jotka tuovat uudella tavalla yhteen esimerkiksi tuotteiden ja palvelujen myyjät, käyttäjät ja kehittäjät. (Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d.)

4.2 Bitumikatejätteen kierrätys syntypaikoilla

Kattohuopajätteiden kierrätyksen alkupiste on erilaisilla rakennus-, purku- ja saneeraustyömailta. Purku- ja saneeraustyömailta materiaalista tulee 70-80 prosenttia. Jätehierarkiaa noudattaen tavoitteena on ensisijaisesti välttää jätteen syntymistä, tämän jälkeen valmistella sen uudelleenkäyttöä ja lopuksi kierrättää jäte rakennusosina tai energiana. (Peuranen & Hakaste, 2014)

Vuoteen 2016 saakka bitumikatejätteet on usein loppusijoitettu sellaisenaan rakennus- ja purkujätteen mukana kaatopaikalle sekä osin jalostettu kierrätyspoltoaineeksi ja ohjattu polttoon (TRF, 2016b). Bitumikate sisältää kuitenkin runsaasti orgaanista ainesta ja näin ollen myös paljon energiaa, jolloin poltto voisi olla yksi varteenotettava tapa hyödyntää se tullessaan elinikänsä päähän. Ongelmana on kuitenkin bitumikatteen suuret hiekka-, pintasirote- sekä lasikuiturunkoainepitoisuudet, jotka nostavat sen tuhkapitoisuutta poltettaessa. (Uusiouutiset, 2014) Lisäksi ongelmana kyseisen materiaalin jalostamisessa kierrätyspoltoaineeksi on murskaus vaadittuun raekokoon, koska bitumikate on materiaalina jokseenkin haastavaa murskattavaa sen kuluttaessa teriä ja tukkiessa murskaimet (Laaksonen, 2019).

Bitumikatteen poltosta syntyvä tuhka olisi sinänsä myös mahdollista hyödyntää esimerkiksi maarakentamisessa, mutta Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA 591/2006; 403/2009) edellyttää tuhkan hyödyntämiseen ympäristölupaa tai ilmoitusmenettelyin suoritettua luvitusta. Lisäksi tuhkan maaperään sijoittamiseen edellytetään

ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla jätelupaa. Ympäristönsuojelulain nojalla jätteen laitos- tai ammattimainen käsittely vaatii vielä lisäksi luvanhakuvollisuuden toiminnoille, jotka sisältävät jätemateriaalin hyödyntämistä. Kyseinen lupa on tapauskohtainen ja koskee aina vain tiettyä toimintoa tai hanketta.

Kierrätettävän jätteen polttaminen on suuren tuhkamäärän syntyminen lisäksi pääsääntöisesti jätemateriaalin arvon laskemista ("down cycled") sekä Euroopan Unionin jätedirektiivin (EY 98/2008) 4 artiklaan pohjautuvan Suomen kierrättämiseen ohjaavan jätelainsäädännön hierarkian vastaista.

Suomessa toimivat bitumikatteiden valmistajat toimittavat bitumikatejätettään TRF:n kierrätyspisteeseen Kujalan jätekeskukseen Lahteen. Kierrätykseen soveltuvat bitumikattohuoparullat, erilaiset palakoot ja bitumiset singelisorakattomateriaalit. Bitumijätekuorman saavuttua TRF:n vastaanottopisteeseen se punnitaan ja tarkastetaan aistinvaraisesti sen arvioimiseksi, soveltuuko kyseinen kuorma kierrätykseen.



Kuva 4. Bitumikatejätettä (TRF, 2014).

TRF:n kierrätykseen kelpaavan materiaalin on oltava puhdasta eikä se saa sisältää ollenkaan asbestia. Purkukohteen tilaajan on ennen työn aloitusta selvitettävä sisältääkö purkukohte asbestia tai muita haitta-aineita. Jos purkukohteen haitta-ainekartoituksessa selviää, että bitumikate sisältää asbestia tai haitta-aineiden määrät ylittävät sallitut pitoisuudet, eivät kohteesta kerätyt materiaalit

kelpaa kierrätykseen. Syntypaikkalajittelun jälkeen kiertoon tuleva bitumikatekuorma saa sisältään korkeintaan kaksi prosenttia muuta rakennusjätettä, joka poistetaan TRF:n jälkilajittelussa. (Laaksonen, 2019)

4.3 Bitumikaterouheen tuottaminen

Kuorman tullessa Kujalan jätekeskuksen alueelle kuorma punnitaan ja sille tehdään ensimmäinen visuaalinen tarkastus, jolla selvitetään muun rakennusjätteen olemassaolo kuormassa. Tämän jälkeen kuorma toimitetaan TRF:n lajittelukentälle, jossa kuormasta poistetaan koneellisesti syntypaikkalajittelussa joukkoon jääneet rakennusjätteet kuten muovit, alumiinit ja puut. Kun toimitettu erä on puhdistettu, bitumikate-erä sekoitetaan hallin ympäristössä olevien aiemmin puhdistettujen kuormien joukkoon, jotta eri aikoina toimitetut kateerät sekoittuvat keskenään ja valmistettava tuote ei ole peräisin vain yhdestä kohteesta. Tässä vaiheessa purku- ja teollisuusjätteet pidetään vielä erillään, sillä lopullisen tuotteen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa katteiden osuuksia muuttamalla. (Laaksonen, 2019)

Bitumikatejätteen murskaaminen tapahtuu kahdella murskaimella, jotka on kuljettimilla ja seulalla yhdistetty yhteen linjaan. Prosessi alkaa esimurskauksella, jossa esimurskaimeen syötetään sekä purku- että teollisuusjätettä. Syöttövaiheessa bitumikatteista poistetaan vielä viimeiset mahdollisesti mukaan jääneet muut rakennusjätteet, jotta tuotteesta saadaan mahdollisimman puhdasta. Joukkoon saattaa jäädä hieman (alle 2 painoprosenttia) epäpuhtauksia, kuten tehtailta tulevien katteiden ohutta ja kirkasta pakkausmuovia tai bitumikatteen alapohjaan mahdollisesti tarttunutta styroksia tai villaa, jota ei saada koneellisesti irrotettua. Esimurskauksessa bitumikate murskataan 0-30 millimetrin raekokoon, tätä suuremmat palaset syötetään esimurskaimeen uudelleen. Esimurskauksen jälkeen bitumikatteille suoritetaan jälkimurskaus, jossa kate murskataan lopulliseen 0-20 millimetrin raekokoon. (Laaksonen, 2019) Oheiseen taulukkoon (kuva 5) on koottu TRF:n valmistaman bitumikaterouhetuotteen, BitumenMixin koostumus- ja ominaisuustiedot, jotka ilmoitetaan myös tuotteen luovutuksen yhteydessä vaatimustenmukaisuusilmoituksessa.

Koostumus	(paino-%)	Ominaisuudet	
Bitumipitoisuus	50–60	Rouheen rakeisuus	0–12 mm
Mineraalitäyteaine (kalkkifilleri, hiekka, kivi)	25–45	Rouheen tiheys	700 ±100 kg/m ³
Kuitu (lasikuitu, paperi, kartonki, villa)	0–10	Sideaineen tunkeuma	8–25 (1/10 mm+25°C)
Epäpuhtaudet (esimerkiksi muovi, styrokxi, puu, kumi)	alle 2	0,063 mm seulan läpäisy	20–60 %
Ei sisällä asbestia			

Kuva 5. Bitumikaterouhetuotteen, BitumenMixin koostumus- ja ominaisuustiedot (Heinonen, 2017).

TRF:n valmistamassa tuotteessa käytetään sekä purku- että teollisuusjätettä. Murskaimeen syötettävät bitumikatteen valitaan eri puolilta lajittelukenttää tuotteen tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Purku- ja teollisuusjätteitä syötetään esimurskaimeen samanaikaisesti, jotta jätteet saadaan sekoittumaan hyvin keskenään. Kierrätykseen tulee purkujätettä suhteessa enemmän kuin teollisuusjätettä, joten myös lopullisessa tuotteessa purku-RAS:n osuus on suurempi. Teollisuusjäte sisältää tuoreempaa bitumia, joten sen määrää säätämällä voidaan parhaiten vaikuttaa lopputuotteen ominaisuuksiin, erityisesti sideaineen tunkeumaan. (Laaksonen, 2019)

Bitumikaterouhe paakkuuntuu varastoitaessa, erityisesti lämpimissä ja kosteissa oloissa. Tästä syystä TRF ei varastoi tuotetta, vaan valmistaa bitumikaterouhetta kysynnän mukaan. Materiaalivirrat eivät ole aina keskenään tasaisia, sillä bitumikatejätettä toimitetaan kiertoon ympäri vuoden, mutta jätteestä tuotetaan rouhetta vain kesällä päällystystöiden yhteydessä, noin kuuden kuukauden aikana. Talvella, kun kysyntää ei ole, tuotantoryhmä voi keskittyä hiomaan murskaimen tuottamaa laatua, säätämällä murskaimen toimintaa. (Laaksonen, 2019)



Kuva 6, 7, 8 ja 9. Bitumikatejätteen ylijäämää (vasemmalla), purkutyömaalta tullutta bitumikatejätettä, esimurskattua bitumikaterouhetta ja valmiita bitumikaterouhetta.

4.4 Laadunvalvonta

Uusiotuotteen laadunvalvonta alkaa jo jätteen syntypaikalla, sillä laki edellyttää urakoitsijoita tekemään haitta-ainekartoituksen jo ennen purkutyöhön ryhtymistä. Haitta-ainekartoituksessa määritetään tyypillisesti vähintään PAH-pitoisuus ja asbesti. (Laaksonen, 2019)

Bitumikaterouheen laadunvalvonta suoritetaan ottamalla näytteitä vähintään 200 tonnin tuote-erän välein, tarvittaessa useammin. Toistaiseksi näytteitä on otettu 100 tonnin tuote-erän välein. Näytteistä määritetään asbesti, sideainepitoisuus ja tarvittaessa sideaineen tunkeuma, raekoko ja vesipitoisuus, ja mikäli tuote on vaatimusten mukainen, se lastataan sekä dokumentoidaan. Tuotteen toimituksen mukana asiakas saa vaatimustenmukaisuustodistuksen toimituserän ominaisuuksista. (TRF, 2016a)



Kuva 10. Laadunhallinta (TRF, 2014).

4.5 Kustannukset ja kannattavuus

Jätteen tuottajille kierrätyksen kustannukset ja haasteellisuus riippuu työmaan koosta. Esimerkiksi pienissä saneerausurakoissa, joissa kokonaiskustannukset ovat pienet, myös pienet muutokset aiheuttavat kokonaisuudessa helposti

merkittäviä muutoksia. Tämänkaltaisilla työmailla rakennusjätteet päätyvätkin helposti sekajätteeseen työvoimakustannusten ja tilanpuutteen johdosta. (Peuranen & Hakaste, 2014) Työmailla voi esiintyä myös tiedon puutetta erilaisten materiaalien hyödyntämiseen liittyen, minkä vuoksi materiaaleja ei myöskään aina kierrätetä.

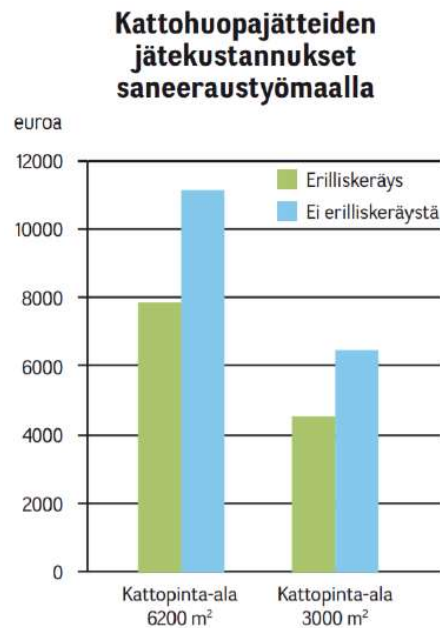
Isoilla työmailla kokonaiskustannukset ovat isommat, mutta lajittelusta koituvat kustannukset ovat tästä syystä myös suhteessa helpommin hallittavissa. Riittävän isoilla työmailla voidaan palkata myös täysipäiväinen jätevästääva huolehtimaan ja helpottamaan lajittelun onnistumista (Hovilampi, 2012). Laajoilla työmailla, kuten rivitalotyömailla, jätteitä joudutaan kuljettamaan koneellisesti enemmän, kun jätelavoja ei voida sijoittaa jokaisen työpisteen vierelle. Tällöin näistä jätteiden uudelleensijoittamisista syntyy myös ylimääräisiä kustannuksia työmaan laadusta riippuen. (Hovilampi, 2012)

Kattohuovan lajittelun mielekkäisyys ja vaivattomuus riippuu myös työmaan laadusta. Uudisrakennuskohteissa syntyvä jäte on pääasiassa uutta materiaalia, eikä kyseistä jätettä haluta edes syntyvän, sillä se lisää työmaan materiaalihukkaa. Mahdolliset jätteet on kuitenkin melko helppo lajitella, sillä materiaalit ovat melko uusia, eikä niiden lajittelu vaadi tällöin esikäsittelyä. Purku- ja saneerauskohteissa lajittelu on kuitenkin vaativampaa. Näiden tuottamat jätteet eivät ole yleensä puhtaita, joten niiden lajittelu ja kierrätys vaatii myös jonkinlaista esikäsittelyä. Eri rakentamisen osa-alueista korjaaminen aiheuttaa nykyään eniten rakennus- ja purkujätettä, noin 57 prosenttia. Muista rakennustyömaista jätteiden osuus kokonaisjättemäärästä on purkutyömailta 27 prosenttia ja uudisrakennustyömailta 16 prosenttia. (Peuranen & Hakaste, 2014)

Vuonna 2012 tehdyn kyselyn perusteella työmailla lajitteluun liittyvinä suurimpina ongelmina oli koettu sen vähäinen taloudellinen hyöty, materiaaleja säästävän purkamisen suunnittelu ja toteutus sekä materiaalien ja jätteiden suojaus. Kyselyssä oli selvinnyt myös, että miltei puolella kyselyyn vastanneista oli ilmennyt jonkinlaisia puutteita kierrättämiseen liittyvissä tiedoissa tai asenteissa. Myös lajittelun vaatiman tilan puute oli mainittu ongelmallisena, mutta tämän oli kokenut jollain tasolla ongelmalliseksi vain 19 prosenttia kyselyyn vastanneista. (Peuranen & Hakaste, 2014)

Kustannuksia jätteiden lajittelusta syntyy työmaille lajittelun vaatimasta työvoimasta, jäteastioista ja logistiikasta. Nämä kustannukset ovat luonnollisesti olennaisesti riippuvaisia syntyvistä jättemäärästä. Lajittelukustannuksiin vaikuttaa jätteiden lajittelun vaatima työaika ja sen vaatima henkilömäärä. Uudistyömailla jätteet ovat usein valmiiksi erillään, joten lajittelu ei vaadi ylimääräistä aikaa, eikä siitä tällöin synny myöskään ylimääräisiä kustannuksia. Saneeraus- ja

purkutyömailla jätteiden ollessa sekalaisempaa lajittelu vaatii yleensä myös enemmän työtä. Työn määrään vaikuttaa muun ohella se, kuinka helposti jätteet on erotettavissa toisistaan. TRF:n mukaan ainakaan kattohuovan erilliskeräys ei ole aiheuttanut työmaille ylimääräisiä ongelmia tai kustannuksia. (Laaksonen, 2019) Kihuhankkeen (oheinen taulukko, kuva 11.) kustannusten vertailun mukaan bitumikermikatteen erilliskierrätyksellä saadaan kuitenkin tuntuvia taloudellisia säästöjä (Leiskallio ym., 2015).



Kuva 11. Kihu-hankkeen bitumikermijätteiden kustannusten vertailu (Leiskallio ym., 2015).

4.6 End-of-Waste -prosessi

Muiden jätteiden kierrätyksen edistämisen ohella bitumijätteen kierrätyksen edistämisessä on kohdattu hankaluuksia ja epäselvyyksiä viranomaiskäytännöissä. Viranomais- ja normipuolella on ollut isona puutteena se, ettei valmiita käytäntöjä ole ollut. Jokainen uuden tuotteen kierrättäjä on joutunut aloittamaan samat asiat alusta oman tuotteensa kanssa. Vastuunjako eri viranomaisien kesken ei ole ollut kovin selvää viranomaisille itselleenkaan. Samasta asiasta on joutunut esimerkiksi soittamaan monelle eri viranomaiselle eikä sittenkään ole selvinnyt, kenen vastuulle mikäkin asia on kuulunut. Myöskään esimerkiksi Tanskassa ja Ruotsissa tehtyjä valmiita tutkimuksia ei ole voinut hyödyntää Suomessa juuri mitenkään, vaan ympäristökelpoisuuden osoittaminen, työhygieniatestit ja toiminnalliset testit on pitänyt tehdä Suomessa alusta alkaen uudestaan. Kierrätyksen toimijat eivät ole voineet olla tietoisia, mitkä todelliset vaatimukset ovat ja mitkä toimet ovat riittäviä esimerkiksi tutkittaessa, ettei jostakin

tuotteesta tai aineesta ole ympäristölle tai työterveydelle haittaa tai että jokin materiaali on riittävän kestävä. Aalto-yliopistossa käynnissä ollut tutkimushanke, joka käsittelee kierrätysasfaltin markkinakelpoisuuden edellytysten luomista, toimii jatkossa toivottavasti mallina tuleville vastaaville hankkeille. Tutkimushankkeen pohjalta syntyy toivottavasti myös muilla aloilla käyttökelpoinen prosessikuvaus tarvittavista toimista testauskehikkoineen. Pahimmassa tapauksessa epäselvät viranomaiskäytännöt romuttavat hyviä ideoita vallalla olevassa ja toivottavassa rohkean kierrätysmateriaalien kokeilukulttuurissa. Kierrätykseen onkin toivottu selkeitä viranomaiskäytäntöjä. (Tuominen, 2016)

Bitumikermirouheen osalta asiat ovat onneksi lähteneet etenemään. Viranomaiset tulkitsivat pitkään TRF:n jalostaman bitumikermirouheen jätteeksi. Jokaiselta asfalttiasemalta vaadittiin erillinen ympäristölupa, jotta ne saivat ottaa vastaan rouhetta ja käyttää sitä asfalttimassan seassa. Tilanteen jatkuminen olisi ollut merkittävä lainsäädännöllinen este kermirouheen tulevaisuudelle. Sittemmin on kuitenkin saatu tärkeä päätös siitä, ettei bitumikermirouhe ole enää viranomais-tulkinnan mukaan jätelaissa tarkoitettua jätettä, vaan kattohuopajätteen käsittelyn ja syntyneen bitumikermirouheen on katsottu täyttävän jätelain 5 §:n 4 momentissa esitetyt kriteerit (EoW). Asialla on ollut suuri merkitys asfalttiasemille, sillä se vähentää merkittävästi byrokratiaa ja mahdollistaa rouheen käytön. Mutta sillä on ollut toinen vielä suurempi merkitys; kymmeniä tuhansia tonneja jätettä muuttuu uudelleen rakennustuotteeksi joka vuosi ja päättyy turvallisesti kierto. (Tuominen, 2016)

4.7 Bitumikaterouheen CE-merkintä

Bitumikaterouhetta uutena tuotteena asfalttimarkkinoille saatettaessa oli aluksi selvitettävä tuotteen vaikutukset asfaltin teknisiin ominaisuuksiin. Jotta tuote voitiin saattaa markkinoille, sen oli sovelluttava asfaltin ainesosaksi. Erilaisten hyväksymismenettelyiden avulla oli osoitettava, että tuote täytti lainsäädännön sille asettamat vaatimukset. Lainsäädännön vaatima hyväksyntä onnistui joko CE-merkinnän, kansallisen tyyppihyväksynnän tai vapaaehtoisen sertifikaatin avulla. Asfalttialan markkinat ovat ohjanneet vahvasti CE-merkinnän suuntaan. (Heinonen, 2018)

Bitumikaterouheen CE-merkitseminen ei ole pakollista, koska rouheelle ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia. Rakennustuotteeksi luokiteltavan bitumikaterouheen CE-merkitseminen on kuitenkin mahdollista vapaaehtoisen eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) avulla, joka laaditaan eurooppalaisen arviointiasiakirjan (EAD) pohjalta. Bitumikaterouheita koskeva EAD-dokumentti on julkaistu elokuussa 2016. Teknisen arvioinnin (ETA) valmistuttua TRF on antanut bitumikaterouheelleen valmistajan vakuutuksen (CE-merkintä)

marraskuusta 2017 lähtien. Tällä voidaan todeta olevan iso merkitys osoitukseksi kiertotalouden arvostamisesta ja sen nousemisesta osaksi varteenotettavia ja kilpailukykyisiä uusien resurssien markkinoita. (Heinonen, 2018)

5 BITUMIKATEROUHEEN KIERRÄTYS KÄYTÄNNÖSSÄ

5.1 Bitumikaterouheen käyttö asfaltin valmistuksessa

Materiaalisältönsä puolesta bitumikatteen voidaan todeta soveltuvan asfaltin ainesosaksi, sillä bitumikate sisältää sekä bitumia että hiekka- ja mineraaliaineita, jotka ovat myös asfaltin pääraaka-ainetta. Asfaltissa on bitumia tyypillisesti 4-7 painoprosenttia ja bitumikaterouheessa arviolta noin 55 painoprosenttia, joten erityisesti korkean bitumipitoisuuden ansiosta kierrätetty bitumikate soveltuu käytettäväksi asfalttiteollisuudessa. (Heinonen, 2017)

Käyttämällä bitumikatetta asfaltin ainesosana voidaan vähentää tarvittavaa neitseellisen bitumin määrää ja siten vähentää uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä. Korvattaessa osa asfaltissa käytettävästä tuoreesta bitumista bitumikaterouheella, myös asfaltin valmistuksen päästöt vähenevät. Valmistuksen päästöihin lasketaan mukaan sekä raaka-aineen hankinnan ja kuljetuksen että massan valmistuksen päästöt. Vaikka massan valmistuksenaikaiset päästöt olisivat hieman suuremmat johtuen korkeammasta sekoituslämpötilasta, päästöt kokonaisuudessaan ovat pienemmät raaka-aineen hankinnan ja kuljetusten vähäisempien päästöjen ansiosta. Lisäksi bitumikatetta hyödyntämällä saavutetaan taloudellisia etuja, sillä bitumikatteesta saatava kierrätysbitumi on neitseellistä bitumia halvempaa. (Heinonen, 2017)

Vuonna 2014 asfalttiseosta otettiin ensimmäisen kerran koekäyttöön piha-asfalttoinneissa. Vuonna 2015 ryhdyttiin kokeilemaan kattomateriaalin soveltuvuutta maanteiden asfaltointiin. (Tuominen, 2016)

Asfalttiasemille bitumikaterouheen käyttöönotto asfaltin valmistuksessa aiheuttaa vain pieniä muutoksia. Ennen kuin kierrätysmateriaalia voi hyödyntää, pitää asfalttiaseman syöttölaitteisiin ja automatiikkaan tehdä pieniä muutoksia. Ne vaativat erillisen siilon rakentamisen, jonne kylmä bitumikaterouhe kipataan pyörökuormaajalla. Siitä rouhe jatkaa matkaansa elevaattoria pitkin ylös ja vaakahihnaa pitkin sekoittajaan, jossa varsinainen asfalttimassan resepti syntyy. Samaa paikkaan hämmennettäväksi menee nestemäinen bitumi, kuumennettu

kiviaines ja muu lisäaines. Aseman automatiikkaan on tehtävä myös tarvittavat lisäykset. (Tuominen, 2016)

5.2 Bitumikaterouhetta sisältävän asfaltin suunnittelu

Bitumikaterouhe (RAS) on purkukohteista tai tehtailta kerättyjen, käytöstä poistettujen bitumikatteiden murskattua ja homogenisoitua rouhetta, joko yksinään tai näiden seoksena. Bitumikaterouhe sisältää yleensä yli 50 % bitumia, noin 15 % kalkkifillieriä, 10-30 % muuta mineraaliainesta ja 0-10 % kuitua. Bitumikaterouhetta voidaan käyttää tiepäällysteiden ainesosana korvaamaan sideainetta ja kalkkifillieriä haluttaessa päällysteen jäykkyyttä ja deformaatiokestävyyttä, tai kiertotalouden edistämistä sekä tuotannon aikaisten hiilidioksidipäästöjen vähentymistä. Bitumikaterouheen käyttö edellyttää aina tapauskohtaista asfalttimassan koostumuksen suunnittelua ja se on otettava massan valmistuksessa ja uusiokäytössä huomioon. On vielä huomattava, että bitumikaterouhetta sisältävän asfalttimassan tyyppitestauksen on täytettävä massakoostumukselle tuotestandardissa asetetut vaatimukset. (Heinonen, 2017)

Bitumikaterouheen koostumus ja ominaisuudet vaihtelevat sen mukaan, onko rouhe valmistettu purkutyömailta vai tehtailta tulleesta bitumikatejätteestä vai näiden homogenisoidusta seoksesta. Jotta bitumikaterouheen lisääminen voidaan ottaa huomioon asfalttimassan suunnittelussa, bitumikaterouheen koostumus ja ominaisuudet on ilmoitettava toimitetun rouhe-erän yhteydessä. (Heinonen, 2017)

Yleispäteviä, kaikkia bitumikaterouheita koskevia tarkkoja arvoja koostumuksen materiaaliosuuksille ja tärkeimmille ominaisuuksille ei voida antaa bitumikatejätteen alkuperän vaikutuksen vuoksi. Seuraavaan taulukkoon (kuva 12) on kuitenkin koottu ne olennaisimmat tiedot, jotka koostumuksesta ja ominaisuuksista on selvitettävä ja ilmoitettava:

Koostumus (painoprosentteina)	Ominaisuudet
Bitumipitoisuus	Rouheen rakeisuus
Mineraalitäyteaine	Rouheen tiheys
Kuitu	Sideaineen tunkeuma
Epäpuhtaudet	(Pehmenemispiste tarvittaessa)
	0,063 mm seulan läpäisy

Kuva 12. (Heinonen, 2017)

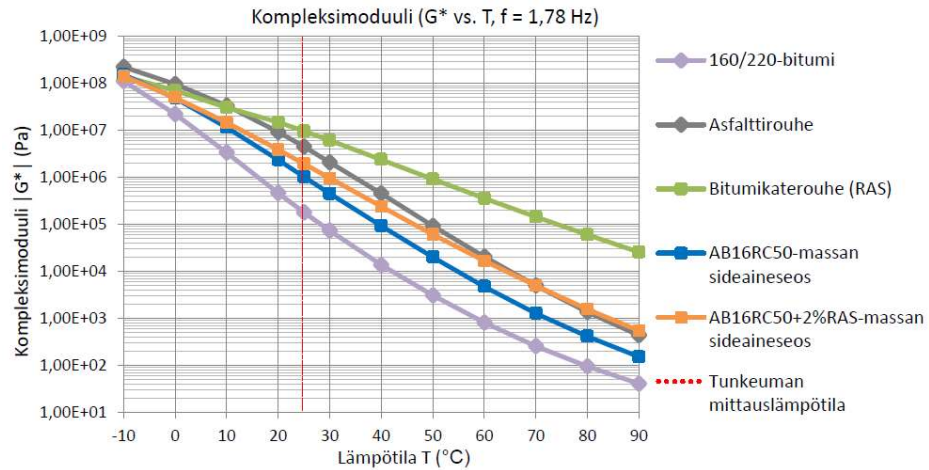
On huomattava, että bitumikaterouhe ei saa sisältää metalliosia, nautoja tai muita mahdollisesti käyttäjille vaarallisia ja haitallisia osia. Rouheessa voi olla vähäisiä määriä epäpuhtauksia, kuten styroksia, muovia ja kartonkia. Epäpuhtauksien määrä on kuitenkin pyrittävä pitämään mahdollisimman pienenä. (Heinonen, 2017)

5.3 Vaikutukset päällysteen ominaisuuksiin

Heinosen diplomityön liitteenä esitettyä ohjeistusta bitumikaterouheen hyödyntämisestä laadittaessa on hyödynnetty purkutyömailta ja tehtailta tulleiden bitumikatteiden homogenisoidun seoksen käytöstä saatuja tutkimustuloksia. Tällaisen bitumikaterouheen lisäämisen on todettu muuttavan asfalttimassan sideaineseosta kovemmaksi lisäämällä päällysteen jäykkyyttä ja deformaatiokestävyyttä. Päällysteen pakkaskestävyydessä eroa ei kuitenkaan ole todettu olleen, kun oli verrattu pelkkää asfalttirouhetta ja asfalttirouhetta sekä bitumikaterouhetta sisältäviä asfalttimassoja keskenään. Tarkkoja arvoja bitumikaterouheen lisäämisen vaikutuksesta ei kuitenkaan ole voitu sanoa, sillä vaikutukset asfalttimassan ominaisuuksiin muuttuvat rouheen alkuperän ja ominaisuuksien sekä asfalttimassassa käytetyn rouhemäärän mukaan. (Heinonen, 2017)

Bitumikaterouheessa olevan bitumin jäykkyyden on todettu olevan selvästi suurempi korkeissa lämpötiloissa kuin muiden bitumien. Alhaisissa ($\leq 0^{\circ}\text{C}$) lämpötiloissa suhteelliset erot on kuitenkin todettu olevan pieniä. Bitumikaterouheen onkin todettu lisäävän bitumiseoksen jäykkyyttä korkeissa lämpötiloissa, mutta alhaisissa lämpötiloissa eroa ei juuri ole ollut.

Seuraavassa kuvassa (kuva 13) on esitetty esimerkkitapauksena eri bitumien jäykkyyttä kuvaavat kompleksimoduulit lämpötilan funktiona. Kuvassa on purku- ja tehdasjätteestä valmistettua homogenisoitua bitumikaterouhetta, asfalttirouhetta, tuoretta 160/220 -bitumia sekä kahden eri asfalttimassan bitumia, joista toisessa on käytetty pelkkää asfalttirouhetta ja toisessa asfalttirouhetta sekä homogenisoitua bitumikaterouhetta. Kuvasta on selvästi nähtävissä jäykkyyksien suhteellisen eron kasvu korkeissa lämpötiloissa sekä hyvin vähäiset suhteelliset erot alhaisissa lämpötiloissa. (Heinonen, 2017)



Kuva 13. Eri bitumien jäykkyyttä kuvaavat kompleksimoduulit lämpötilan funktiona. (Heinonen, 2017)

5.4 Suunnittelu ja valmistus

Bitumikaterouetta voidaan käyttää asfalttimassassa pieninä määrinä (2-4 massa-%) korvaamaan tuoretta bitumia ja kalkkifilleriä. Bitumikaterouetta voidaan lisätä asfalttimassaan asfalttirouheen kanssa tai ilman. Bitumikaterouetta käytettäessä tilaajan asettamien sideaineseosta, asfalttimassaa ja päällystyskohdetta koskevien vaatimusten tulee täyttyä. (Heinonen, 2017)

Asfalttimassan suunnittelussa bitumikaterouheen käyttö on otettava huomioon esimerkiksi käyttämällä massassa pehmeämpää lisäbitumia. Suunniteltavan sideaineseoksen tunkeumaa voidaan arvioida kaavan 1 avulla.

$$(a + b + c) * \lg pen_{mix} = a * \lg pen_{RAS} + b * \lg pen_{RA} + c * \lg pen_{bit}$$

jossa	pen_{mix}	valmistettavan massan sideaineseoksen laskennallinen tunkeuma
	pen_{RAS}	bitumikaterouheesta talteen otetun sideaineen tunkeuma
	pen_{RA}	asfalttirouheesta talteen otetun sideaineen tunkeuma
	pen_{bit}	lisätyn sideaineen tunkeuma

a, b ja c bitumikaterouheen sideaineen (a), asfalttirouheen sideaineen (b) ja lisätyn sideaineen (c) osuudet valmistettavan asfalttimassan sideaineseoksessa;

$$a + b + c = 1$$

Bitumikaterouheen bitumin korkean pehmenemispisteen vuoksi laskelmat kompleksimoduulin avulla tai kompleksimoduulin ja vaihekulman perusteella lasketun viskositeetin avulla voivat myös olla hyödyllisiä. Tunkeumaa käyttämällä laskuihin sisältyy enemmän epävarmuutta kuin viskositeetin käyttöön. (Heinonen, 2017)

Bitumikaterouheen bitumin kovuuden vuoksi asfalttimassan valmistuksessa ja levityksessä on käytettävä tavanomaista korkeampia lämpötiloja. Suositeltu lämpötila on 170-190 °C. Lisäksi suositellaan korkeampaa kiviaineksen lämpötilaa ja pidempää sekoitusaikaa. Näin varmistetaan bitumikaterouheen tasainen sekoittuminen asfalttimassaan.

Bitumikaterouhetta sisältävän massan jäykkyyden takia käsityönä tehtävän levityksen on todettu voivan olla vaikeaa ja massan saattavan lajittua normaalia helpommin. Levittimellä tehtynä levittämisessä ja jyräyksessä ei ole todettu eroa tavanomaiseen massaan verrattuna. Bitumikaterouhetta sisältävän massan on todettu saattavan lajittua normaalia helpommin varastoitaessa. Tästä syystä massa tuleekin käyttää valmistuspäivänä. (Heinonen, 2017)

5.5 Uudelleenkierätys ja dokumentointi

Bitumikaterouhetta sisältävän asfaltin uudelleenkierätettävyyttä uudeksi asfalttipäällysteeksi ei ole tutkittu. Heinosen diplomityöhön liittyvän ohjeen laatimishetkellä saatujen RAS-päällysteiden toimivuuden kokemusten ja bitumikaterouheen materiaalisällön perusteella estettä ei kuitenkaan pitäisi olla. Estettä ei pitäisi olla myöskään bitumikaterouhetta sisältävän asfalttijätteen hyötykäytölle muissa maarakennuskohteissa. Asfalttimassasta voidaan kuitenkin jälkikäteen selvittää infrapunaspektroskopian (FTIR-menetelmän) avulla, onko sen valmistuksessa käytetty bitumikaterouhetta, jos on syytä epäillä, että bitumikaterouhetta sisältävä asfaltti on uudelleenkierätettävä eroteltuna muista kierrätysasfalteista.

Suomessa ja muissa Pohjoismaissa käytetään SBS-modifioituja bitumikatteita. SBS-polymerin olemassaolo sideaineseoksessa voidaan selvittää

infrapunaspektroskopian avulla ja siten voidaan selvittää, sisältääkö kiertoon tarkoitettu asfalttirouhe bitumikaterouhetta tai SBS-polymeerejä. (Heinonen, 2017)

Bitumikaterouheen käyttö asfalttipäällysteissä on aina dokumentoitava asiakirjoihin. Kohteen valmistaja säilyttää asfalttimassaa koskevat tarvittavat tiedot ja kohteen sijainnin. Bitumikaterouhetta sisältävien kohteiden kuntoa tulisi myös seurata vuosien päästä kohteen valmistumisesta, jotta saadaan lisää tietoa bitumikaterouhetta sisältävän asfaltin pidempiaikaisesta kestävyydestä. Seurannan tulokset, samoin kuin asfalttimassan tiedot ja kohteen sijainti kirjataan.

6 YHTEENVETO

Toimittuani rakennusalalla bitumikaterakentamisen puolella jo useiden vuosien ajan olen tullut työssäni näkemään, ettei vuonna 2016 voimaan tulleesta lainmuutoksesta huolimatta kierrätys bitumikatejätteen osalta ole käytännössä toteutunut uudisrakennustyömailla. Yhtenä syynä kierrättämättömyydelle on vaikuttanut olevan toimijoiden tietämättömyys lain asettamista vaatimuksista. Toisaalta syynä on varmasti myös se, että uudisrakennuskohteissa syntyvän jätteen määrä on kuitenkin niin vähäistä, että kierrättämisestä aiheutuisi jätteen määrään nähden suhteellisen paljon vaivaa ja kustannuksia. Tässä suhteessa kierrätyksessä ja sen käytännön järjestämisessä on vielä paljon kehittämistä ja miettimistä. Kehittämisen kohteena olisi ainakin bitumikermijätteet saaminen myös näiltä työmailta kierrätyksen pariin siten jouhevasti, että työmailla voitaisiin tietämyksen lisäämisen jälkeen kokea kierrätys myös helposti käyttöönotettavaksi.

Purku- ja saneeraustyömailla kierrättäminen bitumikatejätteen osalta on omaan työkokemukseeni pohjautuvien havaintojen mukaan otettu jo hienosti käyttöön. Tältä osin voidaan todeta Tarpaper Recycling Finland Oy:n tehneen valtavan hienoa työtä, jonka kokemuksia ja tietoa tulevat jatkossa varmasti hyödyntämään monet muutkin erilaisten raaka-aineiden uusiokäyttömahdollisuuksiin liittyen.

Bitumikatteiden 100-prosenttinen kierrättäminen on vasta alkuvaiheessa siinä mielessä, että vielä ei ole tiedossa, nähtävissä eikä täysin ennustettavissakaan, kuinka pitkä elinkaari katolta uusiokäyttöön siirtyville bitumikatteille on lopulta kaiken kaikkiaan saavutettavissa. Sen vuoksi onkin tärkeää seurata jatkossa tarkasti bitumikaterouhetta sisältävien uusien käyttökohteiden kuntoa kehitettäessä samalla jo mahdollisesti materiaalien seuraavia uusiokäyttömahdollisuuksia ja -menetelmiä. Joka tapauksessa on hienoa olla todistamassa tätä elinkautta,

jolloin jokapäiväisessä työssäni työstettävien materiaalien kierrätys ottaa ensimmäisiä merkittäviä askeleita yhtenä kierrätyksen ja kiertotalouden johtotähtenä. Toivottavaa on, että monet muutkin materiaalit saavat lähitulevaisuudessa vastaavanlaiset selkeät viranomaismääräykset ja -käytänteet, jotka yksinkertaistavat materiaalien kierrätystä ja niiden uusiokäyttöihin saattamista mahdollisimman vaivattomasti ja jouhevasti sekä myös kustannustehokkaasti toimijoiden näkökulmasta. Uskon, että nyt on kuitenkin tärkeää tietä avattu suuremmille edistysaskeleille kohti merkittävää jätteen määrän vähenemistä niiden saadessa uudenlaisissa rakennustuotteissa merkittävästi pidemmän, mahdollisesti jopa lähes loputtoman elinkaaren.

LÄHTEET

Blomberg, T. (1990). *Bitumit*. Jyväskylä: Neste Oy ja Rakentajain Kustannus Oy.

Elinkeinoelämän keskusliitto. (n.d.). Mikä ihmeen kiertotalous. Haettu 21.11.2019 osoitteesta <https://ek.fi/syty-kiertotaloudesta/mika-ihmeen-kiertotalous/>

Ely-keskus. (n.d.). Haettu 20.10.2019 osoitteesta <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/varsinais-suomi-jatekuljetusten-valvonnan-kehittamishanke>

Etelä-Suomen Aluehallintovirasto. (2016). Etelä-Suomen Aluehallintoviraston myöntämä ympäristölupa Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle. Dnro ESAVI/11011/2015. Haettu 10.10.2019 osoitteesta https://tietopalvelu.ahtp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia_ID=1269906

EY 98/2008. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, annettu 19 päivänä marraskuuta 2008, jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. Haettu 10.10.2019 osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Heinonen, A. (2017). *Kierrätysasfaltin markkinakelpoisuuden edellytysten luominen -Demokohteena bitumikatetta (kattohuopa) sisältävä asfaltti*. Diplomityö. Helsinki: Aalto-Yliopisto.

Heinonen, A. (2018). Bitumikatteen pitkä tie asfaltiksi. *Uusiouutiset* 2/2018.

Hovilampi, M. (2012). Rakennustyömaan jätehuolto.

Jätelaki 646/2011. Viimeisin päivitys 1.1.2019. Haettu 10.10.2019 osoitteesta <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Jäteverolaki 1126/2010. Viimeisin päivitys 1.1.2017. Haettu 10.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101126>

Kattoliitto. (2013). Toimivat katot 2013. Kattoliitto ry.

Kauppila, J., Turunen, T., Häkkinen, E., Salminen, J. & Lazarevic, D. (2018). *Jätteen luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat*. Ympäristöministeriön raportteja 9/2018. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Kerabit. (2017). Bitumikatto vai huopakatto? Haettu 25.10.2019 osoitteesta <http://www.kerabit.fi/tuotteet/katot/bitumikatto-vai-huopakatto>

Laaksonen, J., Salmenperä, H., Stén, S., Dahlbo, H., Merilehto, H. & Sahimaa, O. (2018). *Kierrätyksestä kiertotalouteen*. Valtakunnallinen jättesuunnitelma vuoteen 2023. Suomen ympäristö 01/2018. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Laaksonen, K. (2019). Maajohtaja. Tarpaper Recycling Finland Oy. Haastattelu 30.1.2019.

Leiskallio, A., Ekholm, E., Vehviläinen, J., Mäntynen, M., Makkonen, O. (2015). *Askel kohti kiertotaloutta*. Kipsi- ja kattohuopajätteiden keräys kierrätykseen KIHU-hankkeen loppuraportti.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Viimeisin päivitys 1.1.2019. Haettu 12.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

MARA 591/2006. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Haettu 21.11.2019 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060591>

MARA 403/2009. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa annetun valtioneuvoston asetuksen liitteiden muuttamisesta. Haettu 21.11.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090403>

Nynas AB. (2012). Turvallisuus ei tule vahingossa. Tarkkaile, pohdi ja toimi. Bitumin turvallinen käsittely. Käyttöopas. Haettu 13.11.2019 osoitteesta

https://docplayer.fi/storage/20/386930/1576329347/pgpN7PLQQ_VD-ffB2WV7sA/386930.pdf

Peuranen, E. & Hakaste, H. (2014). *Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma*. Ympäristöministeriön raportteja 17/2014. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Puurunen, H. (2000). *Huopakaton korjaus*. Korjauskortisto. Museovirasto.

Salmenperä, H., Sahimaa, O., Kautto, P., Vahvelainen, S., Walström, M., Bachér, J., Dahlbo, H., Espo, J., Haavisto, T. & Laine-Ylijoki, J. (2016). *Kohdennetut keinot kierrätyksen kasvuun*. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 53/2016.

Siikanen, U. (2019). *Rakennusaineoppi*. 7. painos. Viro: Rakennustieto Oy.

Suomen virallinen tilasto. (2017). Jätetilasto. Helsinki: Tilastokeskus. Haettu 13.10.2019 osoitteesta http://www.stat.fi/til/jate/2015/jate_2015_2017-06-15_tie_001_fi.html

TRF. (2014). Tarpaper Recycling Finland Oy. Kattohuopajätteen lajitteluohje.

TRF. (2016a). Tarpaper Recycling Finland Oy. Erilliskerätyn purkubitumin ja kattohuoparouheen, BitumenMixin, laadunvalvontaohjeet.

TRF. (2016b). Tarpaper Recycling Finland Oy. Vaatimustenmukaisuusilmoitus BitumenMix.

Tuominen, K. (2016). *Jokka -lehti 1/2016*.

Uusiouutiset. (2014). Kipsilevyn ja kattohuovan kierrätysidea eteni pilotiksi. Haettu 12.11.2019 osoitteesta <http://www.uusiouutiset.fi/kipsilevyn-ja-kattohuovan-kierratysidea-eteni-pilotiksi/>.

VNA 179/2012. Valtioneuvoston asetus jätteistä. Viimeisin päivitys 1.4.2017 / 1.1.2020. Haettu 14.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>

VNA 331/2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista. Viimeisin päivitys 15.9.2018. Haettu 14.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130331>

VNA 798/2015. Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta. Haettu 14.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150798#P7>

VNA 895/1999. Maankäyttö- ja rakennusasetus. Viimeisin päivitys 1.8.2018. Haettu 14.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>

VN:n selvitys- ja tutkimustoiminta. (2016). Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030.

Väänänen, V. (2008). *Tienpäällystäjien työperäinen altistuminen kierrätysmateriaalia sisältävän asfaltin emissioille – Occupational Exposure in Paving with Asphalt Modified with Recycled Materials*. Toksikologian väitöskirja. Toksikologi 1/2009.

Ympäristöministeriö. (2014). Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia. Muistio 19.12.2014. Haettu 21.11.2019 osoitteesta https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Jatelainsaadanto/Ohjeet_ ja_oppaat

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Haettu 18.10.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>