

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Janne Kumpulainen

Katutyömaalta saapuvien jätevirtojen hallinta ja betonijätteen loppusijoitus Kiuruvedellä

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2020



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2020**  
**Energia ja ympäristötekniikan koulutus**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU

**Tekijä**  
Janne Kumpulainen

**Nimeke**  
Katutyömaalta saapuvien jätevirtojen hallinta ja betonijätteen loppusijoitus Kiuruvedellä

**Toimeksiantaja**  
Kiuruveden Kaupunki

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistyö, jonka toimeksiantajana toimii Kiuruveden kaupungin tekninen palvelukeskus. Kiuruveden kaupunki saneeraa vuosittain katuverkostoaan. Saneerauksessa suoritetaan kadun rakennekerrosten massanvaihto sekä tarpeen mukainen kunnallistekniikan uusiminen. Saneerauksen yhteydessä syntyy paljon maarakennus- ja purkujätettä, jonka uusiokäyttö sekä loppusijoittaminen ovat kaupungin oman toiminnan kehittämiseksi tärkeitä.

Työn tietoperustana käytettiin infrarakentamisen keskeisiä käsitteitä sekä jätteen hyödyntämistä maarakentamisessa ohjaavaa lainsäädäntöä. Opinnäytetyössä käytetyn aineiston keräys suoritettiin maastokartoituksilla, sähköpostikyselyillä, teknisen palvelukeskuksen henkilöstön haastatteluilla sekä tutkimalla lakikirjastoista löytyvää jätteenkäsittelyä koskevaa lainsäädäntöä.

Työn tarkastelun kohteena olivat Tukkitie–Jussintie - katutyömaalta lähtevien maainesjätteiden sekä vuosittain syntyvien betonijätteiden uudelleenkäyttö ja loppusijoittaminen. Tarkoituksena oli selvittää toimintaa koskeva lainsäädäntö sekä tarkastella ja kehittää toimintaa taloudellisesti järkevämmäksi.

Tulokset osoittivat Kiuruveden kaupungin toiminnan olevan lainmukaista sekä taloudellisesti järkevää. Kaupunki hyödyntää kaikki maarakentamisessa syntyvät jätteensä omissa maarakennuskohteissaan. Toiminta on järkevää, koska kaupunki hyödyntää jätteensä suunnitelmallisesti. Kehittämisehdotukset koskevat jätteiden kuljetuksen uudelleen järjestämistä ja jätteen laadunvalvonnan suorittamisen eri vaihtoehtojen vertailua oman tarpeen mukaiseksi.

**Kieli**

suomi

Sivuja 40

**Asiasanat**

Infrarakentaminen, Betoni, Jätevirta, Kiuruvesi, Rakennusjätteet



**THESIS**  
**May 2020**  
**Degree Programme in Energy and  
Environmental Technology**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND

Author  
Janne Kumpulainen

Title  
Management of Waste Streams from Street Construction And Final Disposal of Concrete Waste in Kiuruvesi

Commissioned by  
City of Kiuruvesi

Abstract

The thesis is a functional development work commissioned by the Technical Service Center of the City of Kiuruvesi. The city of Kiuruvesi renews its street network every year. During the renovation, a mass change of the structural layers of the street will be carried out, as well as the necessary renewal of municipal technology. In connection with the renovation, a lot of construction and demolition waste is generated, the reuse and disposal of which is important for the development of the city's own operations.

The knowledge base of the work was based both on the key concepts of infrastructure construction and the legislation governing the utilization of waste in construction. The collection of the material used in the thesis was carried out by field surveys, e-mail questionnaires, interviews with the staff of the technical service center and by researching the legislation on waste management found in the law libraries on websites.

The subject of the work was street construction site Tukkitie – Jussintie reuse and disposal of soil waste leaving the street site and concrete waste generated annually. The purpose was to clarify the legislation concerning operations and to review and develop operations to be more economically sensible.

The results showed that the operations of the city of Kiuruvesi are legal and economically sensible. The city utilizes all its construction waste in its own construction sites. The action makes sense because the city uses its waste systematically. The development proposals concern the reorganization of waste transport and the comparison of different options for carrying out waste quality control according to one's own needs.

Language  
Finnish

Pages 40

Keywords

Infrastructure construction, Concrete, Waste stream, Kiuruvesi, Construction waste

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa .....	6
2.1	Infrarakentaminen ja keskeiset käsitteet .....	6
2.2	Betonijätteen hyödyntämistä ohjaava lainsäädäntö .....	7
2.3	Betonijätteen hyödyntäminen Kiuruveden maarakentamisessa .....	11
2.3.1	Sijituspaikan suunnittelu ja rakentaminen .....	11
2.3.2	Hyödynnettävän betonijätteen laatu .....	12
2.4	Työmaalta lähtevien jätevirtojen hallinta .....	13
2.4.1	Kuljetus .....	13
2.4.2	Maa-ainegasema Savikko .....	13
2.4.3	Lumenkaatopaikka Savikko .....	14
2.4.4	Maankaatopaikka Teerisuo .....	14
2.5	Jätteiden kierrätys ja uusiokäyttö mahdollisuudet .....	15
2.5.1	Puutarhajäte .....	15
2.5.2	Maa-ainekset ja betonijäte .....	16
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja kehittämistehtävä .....	16
3.1	Tarkoitus ja tavoitteet .....	16
3.2	Aiheen rajaus ja kehittämistehtävä .....	17
3.3	Tutkimusalueet .....	18
3.3.1	Jussintie–Tukkitie-kadunrakennustyömaa .....	18
3.3.2	Maa-ainegasema Savikko .....	19
3.3.3	Maankaatopaikka Teerisuo .....	20
3.3.4	Betonijätteen välivarastointi- ja murskeen loppusijoitusalue .....	21
4	Aineistot ja menetelmät .....	22
4.1	Opinnäytetyössä käytettävät aineistot .....	22
4.2	Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat .....	23
4.2.1	Katutyömaa .....	24
4.2.2	Betonijätteen loppusijoitus .....	25
5	Tulokset .....	27
5.1	Loppusijoittaminen .....	27
5.2	Käytetty hiekka .....	30
5.3	Savimaa .....	32
6	Pohdinta .....	35
6.1	Tulosten arviointi .....	35
6.2	Kehittämisehdotukset .....	36
6.2.1	Liukoisuustesti .....	36
6.2.2	Käytetyn hiekan taloudellinen hyöty .....	37
6.2.3	Lumenkaatopaikan sulamisvesien hallinta .....	37
6.3	Opinnäytetyön luotettavuus .....	38
6.4	Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu .....	38
	Lähteet .....	40

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön laatija on Karelia Ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelija. Toimeksiannon tilaajana toimi Kiuruveden kaupungin tekninen palvelukeskus. Opiskelija on suorittanut opiskeluaikaiset harjoittelut kyseisessä organisaatiossa eri työtehtävissä.

Opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistyö, jossa selvitettiin ja tarkasteltiin Kiuruveden kaupungin kadunrakennustyömailta lähtevien jätteiden käsittelyyn liittyvää toimintaa. Opinnäytetyön suunnittelu ja toteutus alkoi talvella 2019, mutta materiaalin keruu ja opinnäytetyössä tarkasteltava toiminta alkoi jo kesällä 2019.

Opinnäytetyössä selvitettiin Kiuruveden kaupungin kadunrakennustyömaalta Jussintie–Tukkitie lähtevien maarakennusjätteiden käsittelyn nykytilanne. Työssä on käyty läpi jätteen käsittelyyn liittyvää lainsäädäntöä sekä miten lainsäädäntö näkyy Kiuruveden kaupungin toiminnassa. Työssä tarkoitettuun jätteen käsittelyyn lukeutuu niiden varastointi, uudelleenkäyttö tai loppusijoittaminen. Jätevirtojen käsittelyn taloudellisessa selvityksessä tarkasteltiin tarkemmin käytetyn hiekan sekä savimaan kuljetuksen ja käsittelyn taloudellisuutta sekä pohdittiin kuinka toimintaa mahdollisesti saisi taloudellisesti järkevämmäksi.

Työssä tarkasteltiin Kiuruveden kaupungin vuoden 2019 kadunrakennustyömaalta syntyneiden betonijätteiden käsittelyä ja loppusijoittamista taloudellisesta sekä lainsäädännöllisestä näkökulmasta. Kiuruveden kaupungin betonijätteen loppusijoituskohteeksi valikoitui varastoalueeksi varatun kentän rakennekerrokset. Vaihtoehtoinen loppusijoitus ratkaisu olisi ollut kuljettaa betonijäte Ylä-Savon jätehuollon lisälmen toimipisteeseen loppukäsittelyyn. Betonijätteen loppusijoituksen taloudellinen tarkastelu perustui näiden kahden edellä mainitun vaihtoehdon vertailuun.

## 2 Jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa

### 2.1 Infrarakentaminen ja keskeiset käsitteet

Infra on monimuotoinen toimiala, joka sisältää maa- ja vesirakentamisen työt. Infrarakentaminen on yhdyskuntien katujen, vesihuollon, kaukolämmön ja sähkönjakeluverkoston rakentamista ja ylläpitoa. Infra näkyy jokapäiväisessä arjessa lukuisia kertoja päivässä. Vuonna 2019 rakennusala työllisti noin 180 000 henkilöä ja siitä infrarakentamisen osuus on noin 50 000 henkilöä. Infrarakentajista noin 60 % työllistyy julkisella sektorilla eli kunnilla ja valtiolla, loput 40 % yksityisellä sektorilla (Rakennusteollisuus 2020.).

Infra-hankkeiden toteutukseen kestävyttä tuo materiaalivalinnat, materiaalitehokkuus, kierrätys ja uudelleenkäyttö rakentamisessa, toteutuksen kokonaistaloudellisuus, maaperän ja vesistöjen suojaaminen sekä päästöjen vähentäminen rakentamisen aikana (Green Building Council Finland 2019). Infra-alan kestävyden takaamisen vuoksi rakennustyömailta syntyvien purkujätteiden kierrättämiseen on alettu kiinnittämään erityistä huomiota. Purkujätteet ovat erinomaista infrarakentamisen raaka-ainetta. Varsinkin betonijätteen hyvät lujitusominaisuudet mahdollistavat luonnonkiviainesten korvaamisen jätteellä. Betonijätettä tarvittaisiin noin puolet luonnonkiviainesten määrästä teiden, katujen ja kenttien pohjarakenteissa. (Rakennusteollisuus 2020.)

EU:n tavoitteena on kierrättää 70 % purkujätteestä vuoteen 2020 mennessä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY). Infrarakentajat käyttävät kierrätysmateriaaleja aina, kun se on lainsäädännöllisesti sallittua ja käytännöllisesti järkevää. Kierrätys säästää luonnonvaroja ja vähentää kaatopaikkojen kuormitusta sekä kuljetuksista syntyviä hiilidioksidipäästöjä. (Rakennusteollisuus 2020)

Opinnäytetyössä esiintyy infrarakentamisen keskeisiä käsitteitä, joita ovat (Rakennussäätiö RTS 2010):

- **Maarakenne** tarkoittaa suunnitelmissa määrätystä maa-aineksista kerroksittain tiivistämällä tehtyä rakennetta.
- **Massanvaihto** tarkoittaa korvattavien massojen pois kaivamista ja syntyneen tilan täyttämistä maalla tai muulla materiaalilla.
- **Murske** on murskaustuotteiden yleisnimitys.
- **Pilaantunut maa** on maata, jonka haitta-aine pitoisuus ylittää viranomaisten säätämän haitta-aine raja-arvon.
- **Pintamaa** on humuspitoinen kasvillisuuden juuristokerros.
- **Raivaaminen** tarkoittaa kivien, kantojen, kasvillisuuden ja jätteiden irrottamista ja kokoamista rakennustyötä haittaamattomaan tai tarkemmin määrättyyn paikkaan rakennusalueella.
- **Routimista** esiintyy, jos maa-aines on routivaa ja jäätyvään (routaantuvaan) kerrokseen imeytyy tai kulkeutuu lisää vettä.
- **Uusiomateriaali** on jäte tai teollisuuden sivutuote, jota voidaan käyttää maarakentamisessa.

## 2.2 Betonijätteen hyödyntämistä ohjaava lainsäädäntö

### **Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (2008/98/EY)**

Jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaan EU:n jäsenvaltioiden on toteutettava tarvittavat toimenpiteet tuotteiden uudelleenkäytön ja uudelleenkäytettäväksi valmistelun edistämiseksi erityisesti kannustamalla uudelleenkäyttö- ja korjausverkostojen perustamista ja tukemista sekä taloudellisten ohjauskeinojen, hankintaperusteiden, määrällisten tavoitteiden tai muiden toimenpiteiden käyttöä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, artikla 11.)

Direktiivissä asetettujen kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi, vuoteen 2020 mennessä vaarattoman rakennus- ja purkujätteen valmistelua uudelleenkäytettäväksi, kierrätystä ja muuta materiaalien hyödyntämistä, mukaan luettuna maankäyttötoimet, joissa jätettä käytetään korvaamaan muita materiaaleja, on

lisättävä 70 painoprosenttiin. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, 11 artikla, 2b.)

**Jätelaki (646/2011)** määrittelee jätteeksi aineen tai esineen, joka on poistettu tai poistetaan käytöstä. Näin ollen katutyömaalta tuleva betoniputki tai kaivonrengas muuttuu jätteeksi sillä hetkellä kun se kaivetaan ylös, eikä sillä ole enää kunnallisteknillistä tarkoitusta. Betonimurske säilyy jätteenä, siitakin huolimatta että se olisi jalostettua, käyttökelpoista ja CE-merkittyä.

(Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla 2015.)

**Ympäristönsuojelulaki (527/2014)** valvoo jätteen laadun ja käytön seurauksia ympäristöön, maaperään ja pohjavesistöön. Ympäristönsuojelulaki kieltää jätteen sijoittamisen maahan siten, että siitä voi seurata maaperän tai pohjaveden pilaantumista (7§.).

Ympäristönsuojelulain selvilläolovelvollisuus velvoittaa toiminnanharjoittajan olevan tietoinen toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. (6§)

Jätteen sijoituspaikka tulee valita siten, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä mahdollisimman tehokkaasti. Arvioidessa sijoituspaikkaa täytyy ottaa huomioon toiminnan kesto, luonne, ajankohta ja vaikutusten merkittävyys sekä pilaantumisen todennäköisyys, sijoituspaikan ja vaikutusalueen nykyinen ja oikeusvaikutteisen kaavan osoittama käyttötarkoitus. (11§.)

### **Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (ns. MARA-asetus) (843/2017)**

Asetusta sovelletaan jätteiden ammattimaiseen tai laitospäiseen hyödyntämiseen 3 §:n 2 kohdassa tarkoitetuissa maanrakentamiskohteissa ja siihen liittyvään väliaikaiseen varastointiin silloin, kuin rakentaminen ja väliaikainen varastointi perustuvat lakisääteiseen suunnitelmaan, lupaan, ilmoitusmenettelyyn tai kunnan rakennusjärjestykseen. Asetuksen 3 §:n 2 kohdassa tarkoitettuja maanrakentamiskohteita ovat väylät, kentät, vallit ja näiden rakennekerroksia sekä teol-

lisuus- ja varastointirakennusten pohjarakenteita. (Valtioneuvostonasetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017.)

### **Jätteen hyödyntämistä ja väliaikaista varastointia koskevat vaatimukset**

Ympäristösuojelulain (527/2014) ja Jätelain (646/2011) säädösten lisäksi, jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa ilman ympäristölupaa edellyttää, että:

- 1. Kohteen jätekerroksen paksuus ei ylitä liitteessä 2 säädettyä enimmäiskerrospaksuutta. Liitteen 2 jätekerroksen suurimmat sallitut paksuudet ovat; kentän, väylän ja teollisuus- ja varastorakennuksen pohjarakenne enimmäiskerrospaksuus  $\leq 1,5$  metriä, vallin enimmäiskerrospaksuus  $\leq 5,0$  metriä.*
- 2. Jätteen haitallisten aineiden liukoisuus ja pitoisuus eivät ylitä liitteessä 2 säädettyjä raja-arvoja ja jäte täyttää liitteessä 2 säädetyt muut vaatimukset.*
- 3. Jätteen laadunhallinnassa noudatetaan, mitä liitteessä 3 säädetään, ja haitallisten aineiden liukoisuus määritetään liitteen 3 mukaisesti.*
- 4. Jätettä sisältävä rakenne peitetään tai päällystetään, lukuun ottamatta tuhkamursketietä taikka väylää tai kenttää, jonka pintakerroksessa käytetään asfalttimursketta tai – rouhetta.*
- 5. Jätettä sisältävän rakennekerroksen etäisyys pohjaveden enimmäiskorkeudesta on vähintään yksi metri ja maarakentamiskohteen etäisyys Vesilain (587/2011) 1 luvun 3. §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitetusta vesistöstä, talousvesikäyttöön tarkoitettu kaivosta tai lähteestä on vähintään 30 metriä.*

Jätteen väliaikaisessa varastoinnissa on noudatettava parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Väliavarastoinnin saa aloittaa aikaisintaan neljä (4) viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suljettuna, 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. (Valtioneuvostonasetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 4 §.)

## **Poikkeus ympäristöluvanvaraisuudesta ja ilmoitus ympäristösuojelun tietojärjestelmään rekisteröintiä varten**

Ympäristösuojelulain (527/2014) 32. §:n 2 momentin mukaista ympäristölupaa ei ympäristönluvanvaraiseen toimintaan tarvita, jos jätteen hyödyntäminen järjestetään kyseisen asetuksen mukaisesti. Hyödyntämispaikan haltijan on tehtävä toiminnasta ympäristönsuojelulain 116. §:n 2 momentissa tarkoitettu ilmoitus valtion valvontaviranomaiselle ympäristönsuojelun tietojärjestelmään rekisteröintiä varten rekisteröinti-ilmoituksella, jossa on ilmoitettava:

1. *Hyödyntämis- ja välivarastointipaikan haltijan yhteystiedot ja laskutus osoite.*
2. *Hyödyntämispaikan koordinaatein asemapiirrookseen tai karttaan merkattu sijainti, sekä läheisten pohjavesialueiden, vedenottoaikkojen ja vesistöjen paikkatiedot.*
3. *Tiedot hyödyntämispaikan käyttötarkoituksesta ja maarakentamista koskevasta 2. §:n 1 momentissa tarkoitettusta suunnitelmasta, luvasta tai ilmoituksesta taikka kunnan rakennusjärjestyksestä.*
4. *Jätteen luovuttajan yhteystiedot.*
5. *Selvitys jätteen laadusta, haitta-aineiden liukoisuudet, pitoisuudet ja muista ominaisuuksista liitteen 2 mukaisesti sekä näiden tietojen tuottamiseen liittyvä laadunhallintaraportti.*
6. *Tiedot jätteen luovuttajan liitteen 3 mukaisesta laadunvalvontajärjestelmästä.*
7. *Selvitys jätteen määrästä.*
8. *Selvitys jätettä sisältävästä rakenteesta periaate poikkileikkauksiin, jätteen teknisestä kelpoisuudesta kohteessa, peittäamiseen tai päällystämiseen käytettävästä materiaalista, varastoinnista ja muusta toiminnasta hyödyntämispaikalla sekä näihin liittyvistä tarpeellisista ympäristönsuojelutoimista.*
9. *Ajankohta, jolloin hyödyntäminen maarakentamisen aikana alkaa ja päättyy.*

Hyödyntämispaikan haltijan on maarakentamisen päätyttyä annettava selvitys 1. momentissa tarkoitettun rekisteröinti-ilmoituksen vastaanottaneelle viranomai-

selle siitä, miten rekisteröinti-ilmoituksen mukainen hyödyntäminen on toteutunut. (Valtioneuvostonasetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 5 §.)

**Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)** määrää alueiden käytön ja rakentamisen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. (1 §.)

Alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on edistää ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä, luonnon monimuotoisuuden ja muiden luonnonvarojen säilymistä, yhdyskuntien toimivuutta ja hyvää rakentamista, luonnonvarojen säästeliästä käyttöä, ja yhdyskuntarakentamisen taloudellisuutta. (5 §.)

### **2.3 Betonijätteen hyödyntäminen Kiuruveden maarakentamisessa**

Kiuruveden kaupunki haluaa käsitellä kadunrakennustyömailta tulevan betonijätteen murskeeksi ja hyödyntää sen kaupungin maarakentamisen rakennekerroksissa. Opinnäytetyössä tarkasteltu hyödyntäminen on suunniteltu tapahtumaan kaupungin oman, varastointiin varatun kentän pohjarakenteisiin.

#### **2.3.1 Sijoituspaikan suunnittelu ja rakentaminen**

Betonijätteen loppusijoituspaikka sijaitsee Kiuruveden taajama-alueen ulkopuolella, välivarastointipaikan ja Savikon maa-ainesaseman välittömässä läheisyydessä. Jäte on suunniteltu loppusijoitettavaksi päällystämättömän varastoalueen kentän pohjarakenteisiin. Loppusijoituspaikka sijaitsee asemakaavan E-1 alueella, jolla tarkoitetaan erityisaluetta, joka on varattu yleistä varastointia, kiertäystoimintaa, puutarhajätteiden ja risujen kompostointikenttää varten.

Alueella ei ole maanalaisia rakenteita eli kunnallistekniikkaa, joten betonijätteen aiheuttamaa korroosiota erilaisille putkistoille ei ole tarvinnut ottaa huomioon rakennekerroksia rakennettaessa. Sijoituspaikka ei myöskään sijaitse pohjavesi-

alueella, eikä 30 metrin säteellä ole vesistöä, talousvesikäyttöön tarkoitettua kaivoa tai lähdettä, joten Vesilain (587/2011) 1 luvun 3. §:n 1 momentin 3 kohta täyttyy. Pohjavesistöön vaadittava etäisyys (1 metri) on todettu koekuopalla.

Hyödynnettävä betonijäte pulveroitiin, eli betonista eroteltiin metallit ja se murskattiin. Betonimurskeen raekoko on noin 100 mm. MARA-asetuksen (843/2017) vaatimassa rekisteröinti-ilmoituksessa havainnollistetut varastoalueen kentän rakennekerrokset koostuvat perusmaasta (täyttömaa), 80 cm betonimurskeesta (jätekerros) ja 20 cm käytetystä hiekasta.

### **2.3.2 Hyödynnettävän betonijätteen laatu**

Betonijätteen murskauksen jälkeen otettujen MARA-asetuksen (843/2017) mukaisten laadunvalvonta-äytteiden mukaisesta laadunvalvontaraportista ilmenee betonijätteen hyötykäyttökelpoisuus maarakentamisen rakennekerrokseen. Betonimurskeen kokonaismassamäärä on noin 600 - 700 tonnia. Näytteenoton suoritti ja raportin laati Ramboll Finland Oy.

Betonimurskeesta otettiin neljä kokoomanäytettä siten, että jokainen niistä koostui viidestätoista osanäytteestä, jotka otettiin eripuolilta murskekasoja. Osanäytteiden koko oli noin 1,5 kg, otetuista näytteistä muodostettiin yksi kokoomanäyte siten, että sen koko oli noin 40 kg. Kokoomanäyte muodostettiin kentällä ja pakattiin muoviseen suljettavaan laatikkoon.

Betonimurskeessa ei havaittu aistinvaraisesti pilaantuneisuutta. Murskekasaa silmäillessä saattoi huomata hyvin pieniä määriä kaakelia, tiiltä, risuja, muovia ja multaa. Laboratorioanalyysissä paljastui hieman kohonneita pitoisuuksia: bariumia, kromia, molybdeenia sekä nikkeliä. Lisäksi PAH-yhdisteiden pitoisuus oli vähän koholla. Tulokset alittivat MARA-asetuksessa (843/2017) määritetyt laatuvaatimusten viitearvot kaikkien haitta-aineiden osalta. Laadunvalvontaraportti todistaa betonimurskeen käyttökelpoisuuden maarakentamisen kohteissa sekä peitetyissä, että päällystetyissä kenttä- ja väylärakenteissa, kun jätekerroksen paksuus on enintään 1,5 metriä (Ramboll Finland Oy 2020.).

## 2.4 Työmaalta lähtevien jätevirtojen hallinta

Opinnäytetyössä tarkastellaan Kiuruveden kaupungin kadunrakennustyömaalta Tukkitie-Jussintie lähteviä jätevirtoja ja niiden hallintaa. Katutyömaalta syntyviä jätelajeja ovat käytetty hiekka, perusmaa (savimaa), kivet, betonijäte, risut ja kannot. Tässä kappaleessa tarkastellaan edellä mainittujen eri jätelajien virtojen hallintaan liittyvää lainsäädäntöä työmaalta loppusijoitukseen tai uudelleenkäyttöön saakka sekä kaupungin omaa kaatopaikkaa koskevia määräyksiä.

### 2.4.1 Kuljetus

Kiuruveden kaupungin katutyömailta lähtevien jätteiden kuljettamisesta vastaa paikallinen maansiirtourakoitsija. Jätelain (646/2011) 30. §:n kertoo, että vastuu jätteestä ei siirry kuljettajalle, joka kuljettaa jätettä toisen lukuun. Vastuu jätteestä, eli jätteen laadusta ja käsittelystä säilyy Kiuruveden kaupungilla, kun jäte viedään kaupungin omaan varastointipaikkaan. Esimerkiksi perusmaata viedään myös yksityisille henkilöille heidän sitä pyytäessä. Jätteen haltijan vaihtuessa vastuu jätteen käsittelystä siirtyy uudelle omistajalle.

Jätelain 31. §:n mukaan kuljettajan on vietävä jäte jätteen haltijan eli työmaan johtajan osoittamaan paikkaan. Yksityisen tahon kieltäytyessä jätteen vastaanottamisesta, on jäte kuljetettava takaisin kaupungin haltuun ja taten kaupunki on taas vastuussa jätteen käsittelystä.

### 2.4.2 Maa-ainesasema Savikko

Kiuruveden kaupunki käyttää useiden jätelajien välivarastointi alueena savikon maa-ainesasemaa. Maa-ainesasemalla tarkoitetaan paikkaa, jota käytetään hyödyntämiseen soveltuvien maa-ainesten välivarastona. Kiuruveden maa-ainesasemalle virtaavat jätelajit ovat tyypillisesti käytetty hiekka, haravointi- ja kitkentäjäte, sekä risut ja lehdet. Betonijätteen välivarastointi tapahtuu maa-ainesaseman läheisyydessä olevalla välivarastointipaikalla. Betonijäte välivarastoidaan enintään 12 kuukautta ennen hyödyntämistä (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä 843/2017).

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 27. §:n mukaan maa-ainesaseman toiminta on yleensä luvanvaraista. Kiuruveden ympäristölupaviranomainen on oikeutettu antamaan lupa maa-ainesaseman toiminnalle, joten ympäristölupa ei ole tarpeen.

#### **2.4.3 Lumenkaatopaikka Savikko**

Kiuruveden kaupungin maa-ainesasemalle säilötään myös lunta. Talvisin lumenkaatopaikkana tunnettu Savikko sijaitsee jokseenkin kriittisellä alueella. Lumen sulaminen tuottaa kaatopaikkavettä, joka tällä hetkellä virtaa läheiseen ojaan, siitä puroon ja lopulta vesistöön. Sulamisvedet kuormittavat ympäristöä. Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) mukaan kaatopaikavesien määrä ja niistä aiheutuva haitta ympäristölle tulisi pitää mahdollisimman pienenä.

Kiuruveden kaupungin sulamisvesien hallinta ja käsittely on Savikon lumenkaatopaikalla tällä hetkellä olematonta. Lumen haitta-ainepitoisuuksia ei tällä hetkellä valvota erityisemmin. Lumi tuodaan kaupungin kaduilta ja parkkialueilta, joten sulamisvesi sisältää erittäin todennäköisesti jopa öljyä, joka on erittäin haitallista vesistöille. Pohdittavaksi jää, olisiko sulamisvedet pyrittävä keräämään syntypaikalla yhteen ja puhdistettava mahdollisimman tehokkaasti teknisin ratkaisuin tai johdettava hallitusti muualle puhdistettavaksi.

#### **2.4.4 Maankaatopaikka Teerisuo**

Maa- ja kiviainekset loppusijoitetaan Teerisuon maankaatopaikan täyttöön ja maisemointiin. Teerisuon aluetta täytetään vanhan kaatopaikan päälle. Toiminta maankaatopaikalla vaatii Ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 § mukaista ympäristölupaa. Loppusijoitus maankaatopaikalle edellyttää riittävän täsmälliset selvitykset hyväksyttävistä maa-aineksista, maa-ainesjätteiden laadun seurannan ja toiminnan valvonnan helpottamiseksi sekä ympäristön pilaantumisriskin välttämiseksi. (Ympäristöministeriö 2015.)

Maa-ainesten hyödyntäminen kaatopaikan rakennekerroksissa tulee perustua tarpeeseen, joka osoitetaan kaatopaikan rakentamista koskevassa suunnitelmassa ja hyväksytään toimintaa koskevassa ympäristöluvassa. Pinta- ja pohjakerrosten välisiin rakennekerroksiin hyödynnettävien maa-ainesjätteiden tulee olla kaatopaikkakelpoista. Pohjakerroksiin loppusijoitettavilta aineksilta vaaditaan kemiallis- sekä fysikaalista pysyvyyttä, sillä tarkoitus on, että kerros toimii varmistuskerroksena, muiden rakennekerrosten eristeiden menetettyä toimivuu- tensa.

Kaatopaikka-asetuksen 13. §:n mukaan kaatopaikat luokitellaan pysyvän jätteen kaatopaikoiksi. Kaatopaikalle hyväksytään lähtökohtaisesti vain sen luokituksen mukaisia jätteitä.

## **2.5 Jätteiden kierrätys ja uusiokäyttö mahdollisuudet**

Kiuruveden kaupunki hyödyntää itse tuottamansa purku- ja maarakennusjätteensä. Savikon maa-ainesasemalle virtaavista jätelajeista kaikki käsitellään ja uudelleen käytetään kaupungin omissa rakennuskohteissa.

### **2.5.1 Puutarhajäte**

Savikon maa-ainesaseman ollessa avoinna, on yksityisten tahojen mahdollista viedä haravointi-, kitkentä- ja muut puutarhajätteensä vastaanottoalueelle käsiteltäväksi. Haravointijätteet kompostoidaan ja hyödynnetään kaupungin eri rakennuskohteissa. Risut ja oksat haketetaan Ecomurske Oy:n toimesta, joka kuljettaa hakkeen poltettavaksi eri lämpölaitoksiin. Risujen kierto on kaksi vuotta, joten haketus tapahtuu aina edellisvuoden risuilla. (Kiuruveden kaupunki 2020.)

Kotiloiden ja muiden vieraslajien saastuttamien puutarhajätteiden tuonti alueelle on ehdottomasti kielletty. Kiuruveden kaupunki ohjeistaa saastuneiden pakkaamaan saastuneen jätteen jätesäkkiin ja laittamaan säkin omaan sekajäteastiaan. (Kiuruveden kaupunki 2020.)

## **2.5.2 Maa-ainekset ja betonijäte**

Kiuruveden kunnallistekniikan- ja kadunrakennustyömailta tuleviin jätevirtoihin lukeutuu suuria määriä maa-ainesjätettä. Maa-aineksista kaikki uudelleen hyödynnetään maarakennuskohteissa tai loppusijoitetaan alueiden maisemointiin ja täyttöihin.

Työmailta lähtiessä maa-ainekset muuttuvat jätteeksi, kun ne kaivetaan ylös maasta. Käytetty hiekka varastoidaan Savikon maa-ainesasemalle, josta sitä tarpeen mukaan haetaan uusiokäyttöön eri rakennuskohteisiin. Perus- eli savi-maa loppusijoitetaan Kiuruveden kaupungin läjitysalueiden täyttöihin ja maisemointiin.

Betonijätettä syntyy betonirenkaista ja betoniputkista, joita syntyy kunnallistekniikan saneeraustyömailla. Työmaalta betonijäte kuljetetaan sellaisenaan savikon välivarastointialueelle, jossa se pulveroidaan eli betonijätteestä erotellaan metallit ja betoni murskataan tavoiteltuun raekokoon. Betonimursketta hyödynnetään rakennekerroksissa, esimerkiksi tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä betonijätteen loppusijoituksessa kentän rakennekerroksessa.

## **3 Opinnäytetyön tarkoitus ja kehittämistehtävä**

### **3.1 Tarkoitus ja tavoitteet**

Opinnäytetyön ensisijainen tarkoitus on Kiuruveden kaupungin toimeksiannosta tutkia sekä mahdollisesti kehittää nykyistä jätevirtojen hallintaa ja käsittelyä koskevaa toimintaa. Opinnäytetyössä toimintaa tarkastellaan lainsäädännöllisestä ja taloudellisesta näkökulmasta.

Vuonna 2008 julkaistu Euroopan parlamentin ja neuvoston jättepuitedirektiivin asettama rakennus- ja purkujätteen uudelleenkäyttö, kierrätys ja hyödyntämisaste vuoteen 2020 mennessä on 70 % (Euroopan parlamentin ja neuvoston

direktiivi 2008/98/EY, 11 artikla, 2b.). Kiuruveden kaupungin tavoite on saada hyödynnettyä kaikki työmaillaan syntyvät maarakennusjätteet.

Opinnäytetyön tavoitteena on edistää työmailla syntyvien betonijätteiden jalostamista murskeeksi sekä lainmukainen ja taloudellinen hyödyntäminen maarakentamisen rakennekerroksissa. Kiuruveden kaupunki on välivarastoinut 600-700 tonnia betonijätettä, jonka kaupunki itse jalostaa murskeeksi ja hyödyntää omalla maanrakennustyömaallaan rakennemateriaalina.

Tavoitteena on saada mahdollisimman tarkka kuvaus lainsäädännön mukaisesta toiminnasta ja varmistaa sen oikeaoppisuus, jotta työssä ei tapahtuisi erehdyksiä ja laiminlyöntejä lainsäädäntöä tai ympäristön turvallisuutta kohtaan. Mahdolliset epäkohdat nostetaan esiin ja niihin ehdotetaan parannuskeinoja, jotta tulevaisuudessa asiat osattaisiin hoitaa paremmin.

Taloudellinen tarkastelu perustuu urakoitsijoiden laskutuksiin ja niistä saamiin eri jätelajien kuljetuskustannuksiin sekä vertailuun kuinka nykyistä toimintatapaa voitaisiin saada kustannustehokkaammaksi. Betonijätteen käsittelyä koskeva taloudellinen tarkastelu tapahtuu Kiuruveden kaupungin oman betonijätteen hyödyntämisen ja käsittelyn toisella paikkakunnalla välillä sekä vertailu, että kumpi tapa on taloudellisesti kannattavampaa.

Opiskelijan henkilökohtainen tavoite on opinnäytetyön edetessä laajentaa tietämystään maarakentamista koskevaa lainsäädäntöä kohtaan sekä kirjoittaa selkeä ja asiantunteva raportti toimeksiantajan toiveiden mukaisesti.

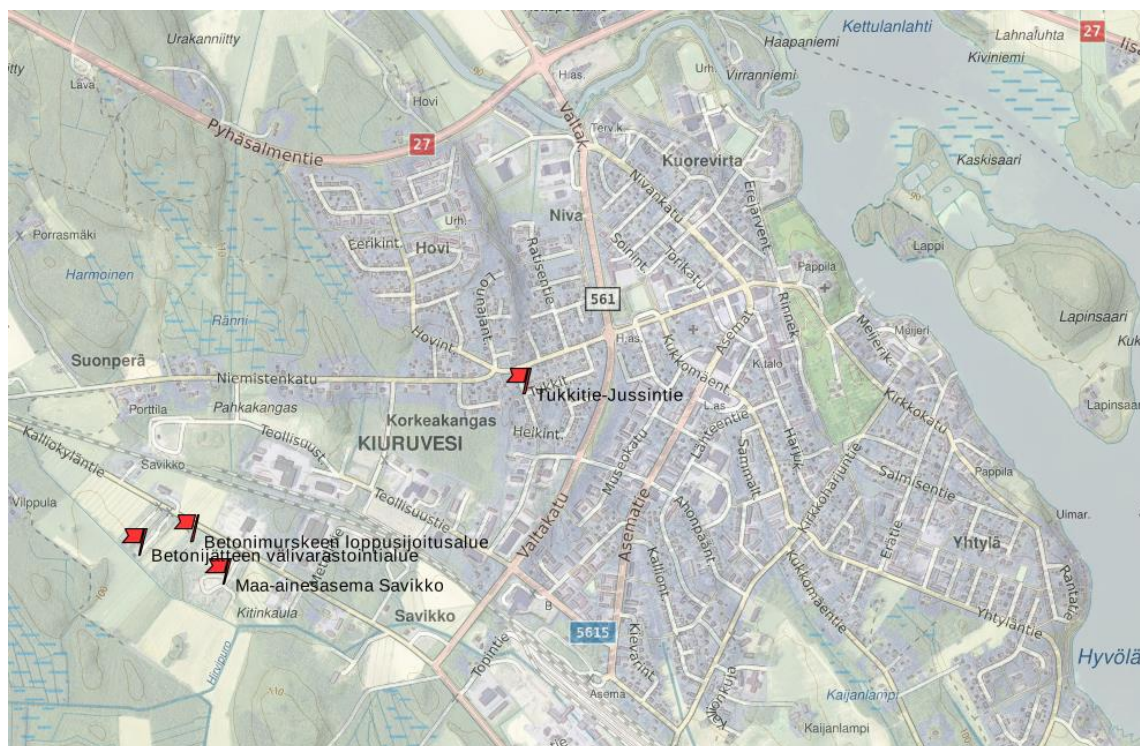
### **3.2 Aiheen rajaus ja kehittämistehtävä**

Opinnäytetyön jätevirtojen tarkastelu on rajattu kadunrakennustyömailta lähteviin jätteisiin. Tarkastelussa selvitetään syntyneiden jätteiden määritelmät, sekä jatkokäsittely. Syntyneistä jätevirroista kehittämistehtäväksi on valittu kadunrakennustyömailla syntyvän käytetyn hiekan käsittely, käyttökohteet ja taloudellisuus. Myös savimaan kuljetuksen tehokkuuden kohottaminen, sekä toiminnan kehittämisen taloudellinen hyöty on toimeksiantajalle arvokasta tietoa.

Betonijätteen hyödyntämistä koskeva opinnäytetyön osuus rajattiin Savikon maa-ainesalueen ja välivarastointipaikan välissä rakennettavan kentän rakennekerrokseen. Betonijätteen laadunvalvontaraporteista ilmenevien haitta-ainepitoisuuksien osuutta hyödynnettävässä betonijätteessä ei avata sen tarkemmin, sillä betonijäte on hyödyntämiskelpoista, eikä omakohtainen analyysi olisi antanut tutkimukselle lisäarvoa.

### 3.3 Tutkimusalueet

Opinnäytetyön tutkimusalueina toimii yleisesti ottaen Tukkitie-Jussintie-kadunrakennustyömaa, maa-ainesasema Savikko, maankaatopaikka Teerisuo sekä betonijätteen välivarastointi- ja loppusijoituspaikka.

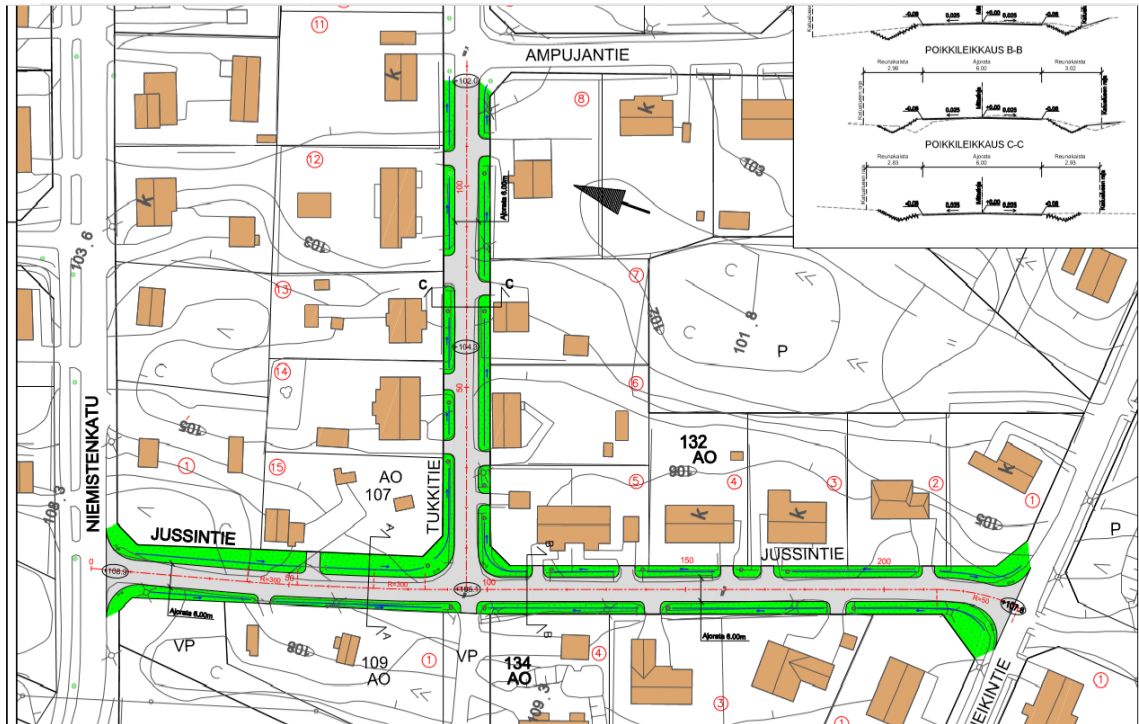


Kuva 1. Havainnollistava kartta taajaman läheisyydessä sijaitsevista kohdealueista (Maanmittauslaitos 2020).

#### 3.3.1 Jussintie–Tukkitie-kadunrakennustyömaa

Opinnäytetyö käsittelee Jussintie – Tukkitie kadunrakennustyömaalta lähteviä jätekuormia. Työmaa alkoi Tukkitien ja Ampujantien risteyksestä, jatkui Tukkitien ja Jussintien risteykseen, josta edettiin Jussintietä Heikintielle asti. Jäljelle

jäänyt Tukkitien ja Niemistenkadun välinen Jussintie osuus rakennettiin viimeisenä.



Kuva 2. Jussintie – Tukkitie katusuunnitelma (Kiuruveden Kaupunki 2020).

### 3.3.2 Maa-ainesasema Savikko

Savikon maa-ainesasemalla tietyille jätteille varatut alueet asettuvat kuvassa 3 esitetyssä kartassa numeroidulla tavalla:

1. Alueella varastoidaan pääasiassa käytettyä hiekkaa, jonka kaupunki hyödyntää omilla työmaillaan. Talvisin alue on varattu myös lumenkaato- paikaksi.
2. Alueella on lenkkitie, jonka molemmin puolin varastoidaan risuja siten, että joka toinen vuosi toista puolta täytetään ja toinen puoli haketetaan. Näin ollen risujen kiertoaika on kaksi vuotta. Haketuksen hoitaa Eco-murske Oy, joka kuljettaa hakkeen lämpölaitokseen polttoaineeksi.
3. Puutarha- ja kitkentäjäte. Maa-ainesasema on avoinna kaupungin määrääminä kellonaikoina, jolloin kuntalaiset voivat halutessaan tuoda omia puutarha- ja kitkentäjätteitään. Alueella jätteet käsitellään kompostointia varten ja jalostetaan mullaksi.

4. Alue on varalla mullan tekoon ja lumenkaatopaikaksi, jos nykyisten alueiden kapasiteetti ei riitä.



Kuva 3. Maa-ainesasema Savikon jätteiden varastointialueet (Maanmittauslaitos 2020).

### 3.3.3 Maankaatopaikka Teerisuo

Maankaatopaikka Teerisuo sijaitsee noin 5 kilometrin päässä Kiuruveden keskustasta. Teerisuon lähiympäristö on suota ja metsää, toisin sanoen rämettä. Lähiympäristössä ei ole paikallisesti merkittäviksi todettuja pohjavesivarantoja tai vedenottoja. Lähin asutus sijaitsee noin 800 metrin päässä kaatopaikasta.



Kuva 5. Ilmakuva Teerisuon maankaatopaikasta (Maanmittauslaitos 2020).

### 3.3.4 Betonijätteen välivarastointi- ja murskeen loppusijoitusalue

Betonijätteen välivarastointi- ja loppusijoituspaikka sijaitsee asemakaavalla, kaavamerkintä on E-1. Alue sijaitsee Kiuruveden taajaman läheisyydessä, noin 3 kilometrin päässä keskustasta.

Kuvassa 4 on havainnollistettu betonijätteen välivarastointipaikka (1.), betonijätteen loppusijoituspaikka vuoden 2019 betonijätteestä (2.) ja vuosien 2020-2022 betonijätteen loppusijoitukseen varattu alue (3.). Betonijätteen pulverointi tapahtuu loppusijoituspaikalla.



Kuva 4. Betonijätteen välivarastointi ja loppusijoitusalueet (Maanmittauslaitos 2020).

## 4 Aineistot ja menetelmät

### 4.1 Opinnäytetyössä käytettävät aineistot

Aineiston keräyksessä ja aiheen rajauksessa on saatu apua Kiuruveden teknisen palvelukeskuksen kunnallistekniikan sekä jätehuollon parissa työskentelevältä henkilöstöltä. Opinnäytetyössä selvitetään Kiuruveden kaupungin katu-työmaalta lähtevien jätevirtojen hallinnan ja käsittelyn sekä betonijätteen loppusijoittamisen lainsäädännöllinen oikeaoppisuus, ympäristöystävällisyys ja taloudellinen kannattavuus. Työssä myös pohditaan ja ehdotetaan toimintaa parantavia kehitysideoita, mikäli sellaisia ilmenee.

Opinnäytetyössä käytetään pääasiallisesti valmista aineistoa. Ensisijaisesti työtä ohjaavana aineistona ovat jäte- ja maankäytön lainsäädännön lait ja pykälät, jotka muodostavat merkittävän kokonaisuuden opinnäytetyön teoreettisesta osuudesta. Lainsäädännön lähdekirjastona käytetään pääasiallisesti Finlex.fi

verkkosivustoa. Euroopan parlamentin ja neuvoston vuonna 2008 asettaman jätedirektiivin (2008/98/EY) 11. artikla asettaa tavoitteen vaarattoman rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen sekä hyötykäyttöasteen maarakennusmateriaalina olevan vuoteen 2020 mennessä 70 painoprosenttia (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, 11 artikla, 2b).

Betonijätteen loppusijoittamispaikan suunnitteluun käytettävän kartta-aineiston saamiseksi on käytetty opinnäytetyön laatijan tekemiä maastokartoituksia. Maanmittauslaitoksen ylläpitämän Paikkatietoikkuna.fi-verkkosivuston kartta-aineistoa käytetään opinnäytetyön tutkimusalueiden havainnollistamisessa.

Toimeksiannon mukaisesti opinnäytetyö sisältää katutyömaalta lähtevien jätevirtojen taloudellisen tarkastelun. Kustannuslaskelmaan käytetyt aineistot on kerätty maansiirtourakoitsijan laskutuksista. Laskuista käy ilmi jokaisen jätelajin määrä, kuljettamiseen käytetty aika, tuntihinta sekä välivarastointi tai loppusijoituspaikka. Betonijätteen loppusijoittamisesta tehdään kannattavuuslaskelma. Kaupungin omaa betonijätteen loppusijoittamista vertaillaan vaihtoehtoiseen tapaan eli jätteen kuljettamista Ylä-Savon jätehuollon Iisalmen toimipisteen käsiteltäväksi.

Kaupungin oman loppusijoittamisen aineistoa on kerätty kaupungin palveluksessa työskentelevän kaivinkoneurakoitsijan laskuista, joihin sisältyy pulveroinnin ja työmaalla tehtyjen kaivuiden hinta. Betonijätteen laadunvalvontaraportin hinta on selvitetty raportin laatijalta Ramboll Finland Oy:lta. Opinnäytetyöhön on myös pyydetty sähköpostitse Ylä-Savon jätehuollon hinnastoa, johon vaikuttaa suurella osin jätteen laatu.

## **4.2 Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat**

Opinnäytetyö on toiminnallinen kehitystehtävä Kiuruveden kaupungin kadunrakennustyömailta lähtevien jätevirtojen hallinnan ja käsittelyn sekä betonijätteen loppusijoitukseen liittyvän toiminnan selvittämiseksi. Työn eteneminen on käytännönläheistä, jossa kaikki raportoitava tapahtuu konkreettisesti työmaalla.

### 4.2.1 Katutyömaa

Kiuruveden kaupunki saneeraa vuosittain katuverkostoaan. Peruskorjauksessa kadun vanhat ja käyttötarkoitukselliset ominaisuudet menettäneet rakennekerrokset poistetaan ja uusitaan. Kadunrakentamisen yhteydessä saneerataan tarvittaessa myös muuta kunnallistekniikkaa, johon kuuluu mm. vesijohto-, viemäri- ja sadevesiverkosto. Kadunrakennustyömaalla työskentelee mm. paikallinen kaivinkone- ja maansiirtourakoitsija, kunnallistekniikan asentajia, sekä työnjohtajia.

Vanha vesijohtoverkosto koostuu yleensä rautaputkista, jotka vaihdetaan muoviseen, nykyaikaiseen vaihtoehtoon. Vesijohtoverkoston venttiilit ovat yleensä tässä vaiheessa jo huonokuntoisia, jonka vuoksi ne voivat olla jo toimintakyvyttömiä eli esimerkiksi veden virtauksen katkaisu on mahdotonta. Viemäriverkosto on osittain vanhanaikainen betoninen järjestelmä, jonka huonokuntoisuus vaikuttaa verkoston toimintaan negatiivisesti. Huonokuntoinen ja halkeillut betoniputki tukkeutuu herkästi kiintoaineksen takerruttua halkeamiin. Uusi muovinen putkilinjasto edistää toimivuutta, sekä viemäriverkostoon päätyvät hulevesimäärät saadaan minimiin, joka edesauttaa jätevedenpuhdistamon toimintaa.

Työmaalta Jussintie-Tukkitie syntyviä jätelajeja ovat käytetty hiekka, savimaa (perusmaa), kannot, kivet, risut ja lehdet. Kaikki Kiuruveden työmailta lähtevät maa-ainesjätteet hyödynnetään kaupungin omilla työmailla tai rakennuskohteissa.

Maa-ainesjätteet syntyvät kerroksittain sitä mukaa, mitä syvemmällä katua ollaan kaivamassa. Ensimmäisestä kerroksesta saadaan käytettyä hiekkaa, jonka jälkeen savimaata. Jos katua kaivaessa todetaan kallion nousevan liian korkealle tienpintaa kohti, aloitetaan louhiminen ja siitä syntynyt kalliomurske sijoitetaan kadun rakenteisiin. Kiviä ilmenee katutyömaalla vähän, mutta esiin tulevat kerätään kasaan ja kuljetetaan maankaatopaikalle. Kantoja ja muuta puutarhajätettä syntyy, kun joudutaan esimerkiksi kaatamaan puu suunnitellulta katualueelta, yksityisen tontin puu sijaitsee liian lähellä tietä tai ideana on katukuvan

maisemointi. Yksityisen tontilta kaadettujen puiden hinta sovitaan puun omistajan kanssa.

Jätteiden syntymisjärjestyksessä kaivinkoneurakoitsija täyttää sillä kuorma-auton, jolla jäte kuljetetaan sille osoitettuun paikkaan, joko loppusijoitukseen tai uudelleenkäsittelyalueelle, josta sitä hyödynnetään tarpeen mukaisesti.

#### **4.2.2 Betonijätteen loppusijoitus**

Betonijätteen loppusijoitus -projekti käynnistyi kesällä 2019, kun opinnäytetyön kirjoittaja kartoitti Savikon maa-ainesaseman ja sen lähialueen Trimblen maanmittauslaitteistolla. Kartoituksessa saatiin selville alueen maastonmuodot sekä maa-ainesaseman jätteen läjitysalueiden rajat nykytilassa. Kartoituksen pohjalta selvisi betonijätteen loppusijoittamiseen soveltuva paikka, johon alettiin suunnitella ja valmistella jätteen loppusijoittamista. Suunnitelma toteutettiin 3D-win ja Autocad- suunnitteluohjelmistoja käyttäen.

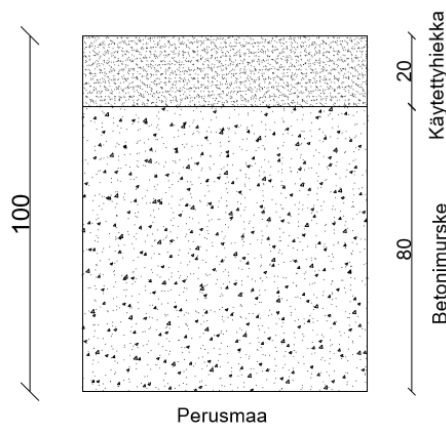
Betonijätteen synty katutyömaalla tapahtuu, kun kadun rakennekerrosten vaihdon yhteydessä puretaan kunnallistekniikan vanhat betoniset kaivonrenkaat ja putket, joita on ennen käytetty muun muassa viemäri- ja sadevesiverkostossa. Betonijäte kuljetetaan urakoitsijan maansiirtokalustolla sellaisenaan Savikon välivarastointipaikalle, jossa se välivarastoidaan maksimissaan 52 viikkoa ennen kuin se otetaan uudelleenkäyttöön maarakentamisen rakennekerroksiin.

Kiuruveden kaupunki aloitti pulveroinnin loppusijoitukseen tarkoitetulla alueella. Pulverointi tarkoittaa metallin erottamista betonijätteestä, kaivinkoneen puomiin liitettävällä murskaimella, joka puristaa pihdeillä betonijätteen palasiksi. Pulveroinnin suoritti kaivinkoneurakoitsija. Pulveroinnin jälkeen betonijäte muuttuu betonimurskeeksi, jonka palakoko tässä tapauksessa on noin 100 mm. Seuraavaksi Kiuruveden kaupunki tilasi MARA-asetuksen (843/2017) vaatiman jätteenlaadunvarmistamista koskevan liukoisuus- ja haitta-ainepitoisuustestauksen Ramboll Finland Oy:lta. Ramboll Finland Oy suoritti näytteenoton, laboratorioanalysoinnin ja raportoinnin betonijätteen hyödyntämiseen soveltuvuudesta. Be-

tonimurskeen laatu vastasi loppusijoitukseen asetettuja arvoja, jolloin murskeen loppusijoitus on lainmukaista eikä vaaranna ympäristöä.

Betonimurskeen loppusijoituskohteeksi valittiin varastointiin tarkoitettun alueen kentän rakennekerros, jossa betonimurske korvaa normaalisti käytettävän kiiviainesmurskeen. Työmaan valmistelu alkoi kasvillisuuden ja puuston raivaamisella. Kaivinkoneella kuorittiin pintamaat ja kohde kaivettiin noin 1 metrin syvyiseksi.

Rakennekerrokset (kuva 5.) vaativat huolellisen tiivistyksen kaivinkoneella, jolla estetään mahdollinen routiminen ja rakennekerroksen kantavuuden menettäminen. Betonimurskeen tiivistys vaatii vettä tiivistyäkseen huolellisesti. Loppusijoitus ajoittui vuodenaikaan, jolloin ei ollut liian kuivaa vaan betonijäte oli itsessään tarpeeksi kosteaa tiivistyäkseen tiukaksi ja kerroksesta saatiin käyttötarkoituksen mukainen. Betonijätteen ollessa liian kuivaa, on suositeltavaa käyttää keinotekoista kastelua.



Kuva 5. Havainnekuva kentän rakennekerroksista (Kumpulainen 2020).

## 5 Tulokset

### 5.1 Loppusijoittaminen

Loppusijoituspaikan (kuva 6) maastokartoituksen yhteydessä selvisi täytetyn alueen pinta-ala, joka oli 559 m<sup>2</sup>. Betonimurskeen kerrospaksuus on 80 cm, joten betonimurskeen tarkkamäärä saadaan laskukaavalla  $559 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ m} = 447 \text{ m}^3 \times 1,5 = 670$  tonnia. Ramboll Finland Oy:n laatimassa laadunvalvonta raportissa ilmoitettu määrä on 600–700 tonnia ja kustannuslaskelmat on tehty käyttämällä tarkkaa tonnimäärää.

Käytetty hiekka hyödynnettiin kentän pintakerrokseen. Hiekkaa työmaalle kului 240 tonnia ja se laskettiin kaavalla  $559 \text{ m}^2 \times 0,2: 0,7 = 160 \text{ m}^3 \times 1,5 = 240$  tonnia. Kaavassa käytetty kerroin 0,7 kuvaa hiekan tiivistymistä, eli kun hiekkaa laitetaan 20 cm, se painuu 30 %, minkä jälkeen pintakerroksessa ei enää ole vaadittavaa määrää ainesta. Betonimurskeen suhteen ei tiivistymistä tarvinnut ottaa huomioon, sillä oletuksen mukaan betonimurskekerros ei painu merkittävästi tiivistyksen yhteydessä.



Kuva 6. Valmis betonijätteen loppusijoituspaikka (Kumpulainen 2020).

Betonijätteen loppusijoituksesta tehtiin kannattavuuslaskelma. Laskelmassa verrattiin keskenään kaupungin itse tekemää loppusijoitusta ja saman betonin siirtämistä 38 kilometrin päähän Ylä-Savon jätehuollon lisälmen toimipisteen käsittelyyn. Vertailu koostui betonijätteen välivarastoinnin ja loppusijoituksen välisistä kustannuksista, kuten kuljetuksesta, pulveroinnista, liukoisuustestistä, kaivinkonetyöstä, käytetystä hiekasta sekä jätteenkäsittely maksuista. Laskelmissa käytetyissä summissa arvolisävero on 0 %.

Taulukko 1. Vertailun yhteenveto (Kumpulainen 2020).

Betonijätteen käsittelyn vertailu

Välivarastointi - Loppusijoitus

<u>Betonia 670 tonnia</u>	Loppusijoitus itse		Ylä-Savon Jätehuolto	
Kuljetus	180	€	3015	€
Pulverointi	1120	€	1120	€
Kaivinkonetyöt	4545	€	1507,5	€
Liukoisuustesti	3523,41	€	3523,41	€
Käsittelymaksut	0	€/t	2680	€
Käytetty hiekka	80	€	0	€
Yhteensä	9448	€	11846	€
Hinta per tonni	14,54	€/t	18,22	€/t

Hinnan erotus 670t betonijätteen loppusijoittamisesta 2 397,50 €

Kuljetus sisältää betonijätteen siirtämisen välivarastointipaikasta loppusijoitusalueelle. Kiuruveden kaupunki käytti traktoria ja peräkäräjä alueiden lyhyen etäisyyden vuoksi. Traktorin hinta oli 40 €/h ja työ oli tehty nopeasti, kustannukseksi saatiin 180 €. Kustannusarvio kuljetuksesta Ylä-Savon jätehuollolle täytyi luoda etäisyyden, käytettävän ajan, sekä kuljetusmuodon perusteella. Vastavassa tilanteessa kuljetukseen olisi valittu peräkäräyllinen kuorma-auto yhdistelmä. Kaupungin palveluksessa työskentelevän kuorma-autoyrittäjän yhdistelmään mahtuu 40 tonnia betonimursketta, jolloin olisi vaadittu 17 kuormaa ja työtunteja olisi kertynyt 33,5, tuntihinta yhdistelmälle on 90 €/h. Yhden kuorman viemisen on arvioitu kestävän noin 2 tuntia. Arvioitu kuljetuskustannus 670 tonnille betonijätettä on 3015 €.

Betonijätteen pulverointi tulee suorittaa molemmissa tapauksissa samalla tavalla, joten hinta oli 1120 €. Pulveroinnin tuntihinta on 40 €/h ja pulverointiin käytettiin 28 h. Betonimurskeen raekooksi on määritetty <150 mm, koska betonimurs-

ke hyödynnetään molemmissa kohteissa MARA-asetuksen (843/2017) mukaisesti. Ylä-Savon jätehuolto vastaanottaa myös suurempaa betonimurskeen rae-kokoa, mutta murskeen käsittelymaksu nousee radikaalisti.

Kaivinkonetyöt ovat kaupungin omakohtaisen loppusijoittamisen kallein osuus. Kaivinkoneen kustannuksiin lukeutuu loppusijoitusalueen valmistelu, betonimurskeen lastaus traktorin peräkärriin sekä betonimurskeen loppusijoittaminen rakennuskohteen rakennekerroksiin. Kaivinkoneen hinta on 45 €/h ja kaivinkone työskenteli 101 h, yhteissummaksi kertyi 4545 €. Ylä-Savon jätehuollon osuudessa kaivinkone työn kustannus koostuu pelkästään murskeen lastauksesta kuorma-auton lavalle. Kaivinkoneen tuntihinta on täysin sama 45 €/h, mutta työtunnit ovat samat kuin kuljetukseen käytetyt, eli 33,5 h, yhteissummaksi on laskettu 1507,5 €.

Ramboll Finland Oy:n tekemä liukoisuustesti ja laadunvalvontaraportti maksoi 3523,41 €. Betonijätteen testaus ja laadunvalvontaraportti vaaditaan molemmissa tapauksissa. Kustannus on merkittävä kyseessä olevan kokoisella työmaalla, sillä se on toiseksi kallein menoerä.

Jätteen käsittelymaksu toi eroavaisuutta työn hintaan, sillä Kiuruveden kaupungin ei tarvitse maksaa mitään, kun se loppusijoittaa jätteen itse. Ylä-Savon jätehuolto veloittaa <150 mm betonimurskeesta 4 €/tonni. Betonijätettä on 670 tonnia, joten kustannukseksi tulee 2680 €. Kustannusta voi kutsua myös varastointimaksuksi. Jos Ylä-Savon jätehuolto voi loppusijoittaa betonimurskeen heti omien vallien, kenttien tai teiden rakennekerroksiin, ei jätteen tuominen maksa lähettäjälle mitään. Murskeen palakoon ollessa >150 mm, vastaanottamisen hinta on 30 €/tonni (Ylä-Savon jätehuolto).

Kiuruveden kaupunki peittää betonimurskeen 20 cm paksuisella kerroksella käytettyä hiekkaa. Hiekka ei itsessään maksa kaupungille yhtään mitään, sillä se on uudelleenkäyttöä varten varastoitua. Kustannukseen on laskettu pelkästään käytetyn hiekan siirron hinta traktorin peräkärriä. Kuljetukseen käytetty aika on 2 h ja traktorin tunti hinta on 40 €/h, joten kustannus on 80 €.

Vertailu havainnollisti, että kaupungin oma loppusijoittaminen tulee 2397,5 € halvemmaksi, kuin jätteen kuljettaminen lisälmeen Ylä-Savon jätehuollolle.

## 5.2 Käytetty hiekka

Kiuruveden kaupunki hyödyntää työmaillaan käytettyä hiekkaa. Käytetty hiekka on täysin käyttökelpoista varsinkin päällystämättömien kenttien, esimerkiksi parkkipaikkojen tai varastointi alueiden pintakerrokseen. Käyttökohteina ovat myös kunnallistekniikan saneeraustyömaat, esimerkiksi kaivojen ja putkien ympärystäytöt.

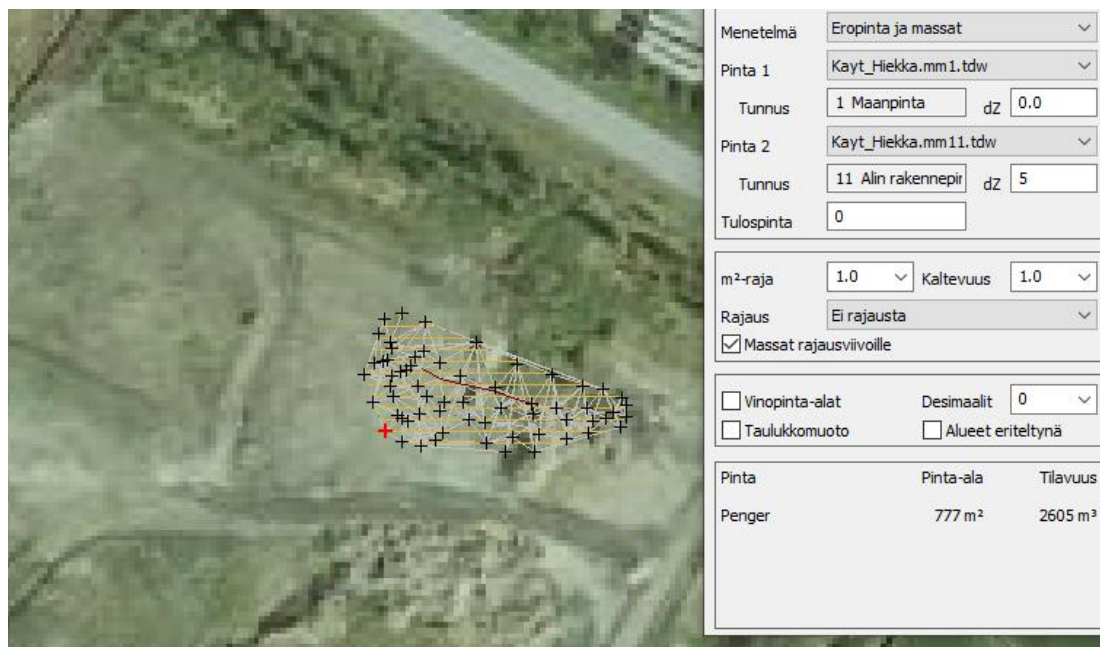
Käytetty hiekka on miltei verrattavissa uuteen, käyttämättömään suodatin- ja eristyshiekkaan. Käytetty hiekka sisältää muun muassa savea ja kiviaineksia mitä ei puhtaassa eristyshiekassa ole, mutta käyttökohteissaan käytetty hiekka on käyttökelpoista. Suodatin- ja eristyshiekka maksaa kaupungille 3,70 €/tonni (Kiuruveden kaupunki), joten Kiuruveden kaupunki tekee säästöä korvaamalla puhtaan tavaran käytetyllä hiekalla.



Kuva 7. Käytettyä hiekkaa Savikon maa-ainesasemalla (Kumpulainen 2020).

Käytetyn hiekan taloudellisen arvon selvitys alkoi kasan maastomallinnuksella. Mallinnuksen teki opinnäytetyön laatija Trimblen maanmittauslaitteistolla. Mal-

linnuksessa mitattiin käytetyn hiekan kasan pinta-ala, korkeus ja muodot. Mallinnuksen eli kartoituksen pohjalta opinnäytetyön tekijä sai 3D-win- suunniteluohjelmistoa käyttäen laskettua käytetyn hiekan tilavuuden. Käytetyn hiekan määrä Savikon maa-ainesasemalla on  $2605 \text{ m}^3$ , joka massakertoimella 1,5 saatiin muutettua 3907 tonniksi. Suora vertailu puhtaan eristys- ja suodatinhiekan korvaajaksi, käytetty hiekka on rahalliselta arvoltaan 14 452 € puhtaan hiekan hinnan ollessa 3,7 €/tonni.



Kuva 8. Hiekkakasan kartoitus ja tilavuuslaskenta (Kumpulainen 2020).

Käytetty hiekka ei korvaa puhdasta eristys- ja suodatinhiekkää jokaisessa käyttökohteessa. Käytettyyn hiekkaan ylös kaivaessa sekoittuneet massat, esimerkiksi savi aiheuttaa rakennekerroksen routimista. Puhdasta hiekkää käytetään kadunrakennustyömaiden rakennekerroksissa, sillä se ei roudi ja tien taseus ei ajan kuluessa vaihtelee päällystyksen alla. Ensisijaisia käyttökohteita käytetylle hiekalle ovat päällystämättömät, ns. toissijaiset rakennustyömaat. Tällaisia ovat lenkkeilypolut tai metsätiet, joita ei päällystetä eikä mahdollinen routiminen aiheuta haittaa alueen tai reitin käytölle.

### 5.3 Savimaa

Tukkitie–Jussintie-katutyömaalta lähtevistä jätemaalajikkeista suurin virtaus syntyy savimaasta. Työmaalla syntyneen savimaan määrä on 7040 tonnia ja noin 4690 kuutiota. Työmaalta lähtevä savimaa ajettiin loppusijoitettavaksi Teerisuon maankaatopaikalle. Savimaakuormia laskutettiin työmaan aikana yhteensä 440 kappaletta, joista kukin kuorma on painanut noin 16 tonnia. Kuorma-auton tuntihinta on 40 €/h ja yhden kuorman kuljetus 5 kilometrin päähän Teerisuolle kestää noin 20 minuuttia, jonka aikana työmaa on oletettavasti pysähdyksissä.

Savimaata toimitettiin työmaan aikana noin 40 kuormaa yksityisille henkilöille maantäyttöön, mutta kyseiset toimitukset olivat satunnaisia, joten niitä ei huomioida opinnäytetyössä laskennallisesti. Kiuruveden kaupunki toimittaa savimaata yksityisille toimijoille tilauksesta, eikä toimituksesta aiheudu tilaajalle kuluja. Etuna kuljettamisessa yksityisille Teerisuon maankaatopaikan sijaan on, että jokainen kuorma yksityiselle toimijalle vähentää Teerisuolla tapahtuvaa penkkatyötä. Penkkatyössä täyttöalueen reunalle kasautunut maa-aines (Kuva 9.) työnnetään penkalta alas.



Kuva 9. Teerisuon maankaatopaikka (Kumpulainen 2019).

Toiminnan kehittämistä taloudellisesti ja käytännöllisesti tehokkaammaksi edesauttaisi lähempänä työmaata sijaitsevan savimaan läjitysalueen valinta. Kiuruveden kaupungin taajamassa on alueita, joita voisi täyttää ja maisemoida

savimaalla. Tällainen alue on esimerkiksi Kiuruveden Yhtylässä noin 1,5 kilometrin päässä katutyömaalta sijaitseva Sainion pelto (kuvat 9 ja 10). Sainion pelto on kaavamerkinnältään VR eli puisto- ja virkistysalue. Aluetta on käytetty kaupungin toiselta katutyömaalta lähtevän savimaan loppusijoituskohteena.



Kuva 10. Ilmakuva Sainion pellostä (Maanmittauslaitos 2020).

Sainion pellolle tapahtuva loppusijoitus vaatii Teerisuon tapaisesti myös penkkatyötä savimaakasojen maisemointiin. Penkkatöiden taloudellisuutta ei ole opinnäytetyössä huomioitu, sillä kuluerissä ei ole huomioitavaa eroa. Penkkatyöt Kiuruveden kaupungille tekee tarjouskilpailutettu kaivinkoneurakoitsija.



Kuva 11. Savimaata Sainion pellolla (Kumpulainen 2019).

Savimaan kuljetus Tukkitie–Jussintie-katutyömaalta Sainion pellolle kestäisi arviolta 10 minuuttia eli aikaa kuluisi noin 50 % vähemmän, kuin kuljetuksessa Teerisuolle. Yksittäisen kuorman kuljetusajan puolittuminen edistää työmaan sujuvuutta. Kun kuljetusväli on lyhyt ja kaivaminen ei keskeydy, katutyömaalla tapahtuva kunnallistekniikan rakentaminen nopeutuu. Työmaalla tapahtuva odottelu johtaa taloudellisiin tappioihin, joita syntyy kun asentajat ja kaivinkoneurakoitsija eivät voi työskennellä jouhevasti, vaan työskentely tapahtuu sykleissä.

Katutyömaan eteneminen on riippuvainen työnjohdollisista ratkaisuista sekä urakoitsijoiden toiminnan tehokkuudesta. Kaivinkoneurakoitsija ei voi kaivaa kattia sen enempää, kuin mitä maansiirtourakoitsija kerkeää kuljettaa pois. Maainesten kuljettaminen tapahtuu työmaan esimiehen osoittamaan paikkaan, joten työnjohto vaikuttaa vahvasti urakoitsijoiden työn tehokkuuteen.

Taulukko 2. Savimaan kuljetuskustannusten vertailu.

	Teerisuo	Sainion pelto
Kuormamäärä	440 kpl	440 kpl
Kuorman massa	16 t	16 t
Hinta/h	40 €	40 €
Kuljetusaika (min)	20 min	10 min
Kuljetusaika (h)	0,33 h	0,17 h
Hinta/kuorma	13,2 €	6,67 €
Kokonaiskustannus	5808 €	2933 €

Taloudellisessa vertailussa savimaan kuljetusta koskeviin kuluihin huomioitiin kuormamäärän ja kuorma-auton kantavuuden avulla selvitetty savimaan kokonaisuudessa ja savimaan kuljetukseen käytetty aika, jonka avulla selvitettiin yksittäisen kuorman hinta. Lopputulos nojautuu vahvasti kuljetukseen käytettävään aikaan, joten ei ole yllättävää, että savimaan kuljetus Sainion pellolle olisi tullut 2875 € halvemmaksi.

## **6 Pohdinta**

### **6.1 Tulosten arviointi**

Kiuruveden kaupungin toiminta on taloudellisesti järkevää, noudattaa lainsäädäntöä ja jätelajien hyödyntäminen rakennusmateriaalina on hyvällä tasolla. Kiuruvesi toimii kuten varmasti moni muukin pieni kaupunki eli työstä saatava hyöty tahdotaan pitää itsellä ja samalla työllistää mahdollisimman paljon paikallisia urakoitsijoita ja toimijoita.

Tulosten kannalta oli odotettavaa, että kaupungin oma loppusijoittaminen tulee halvemmaksi kuin betonin kuljetus Ylä-Savon jätehuollolle. Yllätyksenä kuitenkin havaittiin, ettei hintaero ole kuin vajaa 2400 €, sillä odotukset hintaerolle olivat suuremmat. Lisäarvoa työlle tuo kuitenkin jätekentän käyttöarvo, vaikka kaupungin oma loppusijoittaminen olisi hieman kalliimpaa kuin viedä betonijäte lialmeen, on järkevämpää koittaa hyötyä jätteen käytöstä itse. On tärkeää, että loppusijoittamiselle on suunnitelmallinen ja käytännön kannalta sopiva kohde. Sattumanvaraiseen loppusijoittamiseen olisi turhaa tuhlata uusiokäyttöön kelpaavaa jätettä.

Käytettyä hiekkaa pidetään arvokkaimpana katutyömaalta lähtevänä maalajina. Käytettyä hiekkaa ei savimaan tapaisesti kuljeteta yksityisille henkilöille, vaan sitä varastoidaan Savikon maa-ainesasemalla, siellä se odottaa sille sopivaa käyttökohdetta. Vaikka käytettyä hiekka on tiedettävästi arvokasta, kirjoittajalle ilmeni yllätyksenä kasan todellinen arvo suoraan verrattuna puhtaaseen eristys-

ja suodatinhiekkään. Kaupunki säästää paljon käyttämällä päällystämättömien maarakennuskohteidensa rakennekerroksissa puhtaan hiekan sijasta käytettyä hiekkaa.

Mielestäni Kiuruveden kaupungin maarakentamisen taloudellinen älykkyys tiivistyy käytetyn hiekan potentiaalın hyödyntämisessä, koska siinä ilmenee kuinka pienen kaupungin asenne jätteen uudelleenkäyttöön, kierrätykseen ja ns. omavaraisuus kantaa hedelmää taloudellisessa näkökulmassa.

## **6.2 Kehittämisehdotukset**

Opinnäytetyötä tehtäessä ei yleisesti ottaen ole tullut esille toiminnan kehittämisen tarvetta, vaan kehitysehdotukset on kohdistettu tiettyihin asioihin, joista voisi saada taloudellisesti järkevämpää, ympäristöystävällisempää sekä käytännöllisesti sujuvampaa.

### **6.2.1 Liukoisuustesti**

Betonijätteen loppusijoitukseen vaadittava rekisteröinti-ilmoitus kattaa loppusijoittamisen savikon alueelle vuoteen 2022 saakka. ELY viranomaisen kuitenkin vaatii liukoisuustestin uusimisen vuosittain loppusijoitettavasta betonimurskeesta.

Ramboll Finland Oy:n tekemä liukoisuustesti oli loppusijoituksen toiseksi suurin taloudellinen menoerä, joten olisi hyvä miettiä eri vaihtoehtoja liukoisuustestin tekemiseksi. Selvittämisen arvoista olisi tiedustella eri oppilaitoksilta näytteenoton ja liukoisuustestin tekemisen mahdollisuutta, jolloin laadunvalvontareportin hinta voisi tulla hieman halvemmaksi. Vaihtoehtoisesti kannattaisi selvittää, että voisiko Kiuruveden Kaupunki itse suorittaa näytteenkeruun ja lähettää näytteet laboratorioon testattavaksi ja raportoitavaksi.

## 6.2.2 Käytetyn hiekan taloudellinen hyöty

Kiuruveden kaupunki hyödyntää erinomaisesti kadunrakennustyömailta syntyviä jätemaalajeja. Ehdottomasti arvokkain maalaji on käytetty hiekka, jolla voidaan korvata erikseen ostettava eristys- ja suodatinhiekkana niin sanottujen toissijaisten maarakennuskohteiden rakennekerroksissa.

Savikon maa-ainesasemalla on välivarastoinnissa 3907 tonnia käytettyä hiekkaa, jonka suora verrannollinen arvo puhtaaseen hiekkaan on 14 452 €. Vaikka Kiuruveden kaupunki tekee suuren säästön varastoimalla käytettyä hiekkaa, mutta sen hyödyntämisestä on mahdollista saada vieläkin kannattavampaa. Käytetyn hiekan kuljetus työmaalta Savikolle ja käyttökohteen löytyttyä Savikolta loppusijoitukseen vaatii 2 kuljetusta per kuorma.

Kaupungin olisi viisasta suorittaa katutyömaan ohessa toissijaista maarakennuskohdetta, jonne käytetty hiekka voitaisiin kuljettaa suoraan katutyömaalta. Näin saataisiin säästettyä yksi kuorma-autolla suoritettu kuljetus per kuorma ja kaupunki hyötyisi käytetystä hiekasta heti rakentamalla päällystämättömiksi suunniteltuja maarakennuskohteita.

## 6.2.3 Lumenkaatopaikan sulamisvesien hallinta

Savikon lumenkaatopaikan sulamisvesien hallinnan suhteen ei ole kaupungin toimesta tehty toimenpiteitä. Sulamisvedet kuormittavat alueen oja, puroa ja loppulta vesistöä tarpeettomasti. Toiminnan kehittämiseksi olisi aiheellista miettiä mahdollisuutta rakentaa Savikolla sijaitsevaan ojaan pohjapatoja ja laskeutusallas hidastamaan sulamisvesien virtausta vesistöihin ja mahdollisten kiintoainesten pidättäytyminen pysyisi hallinnassa.

Laskeutusaltaan ideana olisi estää öljyn ja muiden liukoisten haitta-aineiden eteneminen, koska öljy jäisi altaan pinnalle. Laskeutusaltaan lähtevä uoma mahdollistaisi puhtaamman veden virtauksen öljypinnan alta, jolloin öljy jäisi laskeutusaltaaseen. Virtauksen vuoksi alueelle ei syntyisi kevättulvia. Öljyn kerääntyttyä laskeutusaltaan pintaan, voisi palokunta käydä keräämässä sen, jol-

loin vedestä saataisiin pois puhdistettua suurin osa liukoisista haitta-aineista. Keväällä lumien sulamisen jälkeen laskeutusallas sekä siihen laskeva oja ruopattaisiin kaivinkoneella ja oletettavasti saastuneet maa-ainekset hävitettäisiin jätemaana.

### **6.3 Opinnäytetyön luotettavuus**

Opinnäytetyöhön tuo luotettavuutta työn kirjoittajan omakohtainen osallistuminen katutyömaalla ja maanmittausten tekeminen tutkimuskohteista. Työssä on käytetty lähteenä vähän työhön verrattavia aikaisempia tutkimuksia ja raportteja niiden vaikean löydettävyyden vuoksi. Toisaalta tarkoitus olikin tarkastella juuri Kiuruveden kaupungin toimintaa, joten luotettavinta ohjeistusta on saatu teknisen palvelukeskuksen kokeneelta henkilöstöltä.

Kaikki opinnäytetyössä kirjoitettu on tapahtunut konkreettisesti Kiuruveden kaupungin toimesta. Työhön liittyvät kustannuslaskelmat ja vertailut perustuvat enimmäkseen maksettuihin laskuihin urakoitsijoiden ja palveluntarjoajien toiminnasta.

Vertailu betonimurskeen kuljettamisesta Ylä-Savon jätehuollon käsittelyyn tuo pientä epävarmuutta kustannuslaskelman luotettavuuteen. Matkaan arvioitu aika on todellisuudessa muuttuva sekä käytettävä kuljetuskalusto voi olla erilainen kuin laskelmassa käytetty. Palvelukseen palkattava urakoitsija sekä kalusto valikoituvat vuosikohtaisesti urakoitsijoiden välisessä tarjouskilpailussa.

### **6.4 Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu**

Opinnäytetyön aikana on tapahtunut suuri kehitys omakohtaisessa osaamisessa. Lainsäädännön lukeminen ja ymmärtäminen, kaupungin maarakentamisen taloudellinen tarkastelu, raportinkirjoitustaito sekä työskentelytaito organisaatiossa ovat edistyneet.

Toimeksianto opinnäytetyöhön oli helppo hyväksyä, sillä aihe on itselleni kiehtova. Omakohtaiset tavoitteet työn etenemisen ja lopputuloksen kannalta olivat

noudattaa mahdollisimman hyvin oppilaitoksen antamia ohjeita ja toteuttaa työssä juuri ne tutkimukset sekä selvitykset, joita toimeksiantaja tarvitsee. Tavoite oli myös saada kerättyä itselle mahdollisimman paljon tietoa ja ymmärtää kirjoitettavat aiheet ja asiat sekä osata käyttää niitä myös käytännön puolella.

## Lähteet

- Euroopan unioni. 2008. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=IT>. 19.11.2008.
- Green Building Council Finland. 2019. Kestävä Infra. [https://figbc.fi/wp-content/uploads/2019/03/GBC\\_Kestava-infra-maaritelma\\_\\_2019\\_02\\_6.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/2019/03/GBC_Kestava-infra-maaritelma__2019_02_6.pdf). 6.2.2019.
- Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki. 2015. Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla. <https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>, 17.3.2015.
- Jätelaki 646/2011.
- Kamaja, V.2019.Vs. tekninen johtaja. Tukkitie-Jussintie kadunrakennus suunnitelma. Kiuruveden kaupunki. 31.3.2020.
- Kamaja, V.2020.Vs. tekninen johtaja. Kiuruveden kaupunki. Haastattelu 26.3.2020.
- Kiuruveden kaupunki. 2019. Vuosittainen hiekka tarjouskilpailu. 19.2.2019.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- Maanmittauslaitos. 2020. Karttapalvelu. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>. 30.3.2020.
- Rakennusteollisuus. 2020. Infra Ry. Tietoa alasta. <https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Tietoa-alasta/>. 30.4.2020.
- Rakennusteollisuus. 2020. Rakennusalan työmarkkinat. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoelama/Tietoja-tyovoimasta-rakennusalalla/>. 29.4.2020.
- Rakennustieto Oy. 2010. InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1; Väylät ja alueet. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS.
- Ramboll Finland Oy. 2020. Laadunvalvontaraportti. Purkubetonin hyötykäyttökelpoisuus. 12.2.2020.
- Turkki-koski, N. 2019. Vihertyönjohtaja. Jätehuolto. Kiuruveden kaupunki. <https://www.kiuruvesi.fi/Suomeksi/Palvelut/Ymparisto,-luonto-ja-liikenne/Jatehuolto/Puutarhajate-ja-maa-ainekset>, Kiuruveden kaupunki 27.3.2020.
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (ns. Mara-asetus) 843/2017.
- Vesilaki 587/2011.
- Ylä-Savon jätehuolto. 2020. Ylä-Savon jätehuollon jätteen käsittely hinnasto. Janne.Kumpulainen@edu.karelia.fi. 26.3.2020.
- Ympäristöministeriö. 2015. Kaivetut maa-ainekset. Ympäristönsuojeluosasto. <https://www.ym.fi/download/noname/%7B5E488047-B25B-45E4-AAE2-6495FBB53B5B%7D/110447>. 3.7.2015.
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.