



Anssi Virtanen

# Uusiomateriaalin hyödyntämisen toimintamalli kaukolämpö- ja jääh- dytystyömailla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

21.6.2021

## Tiivistelmä

Tekijä:	Anssi Virtanen
Otsikko:	Uusiomateriaalin hyödyntämisen toimintamalli kaukolämpö- ja jäähdytystyömailla
Sivumäärä:	31 sivua
Aika:	21.6.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine:	Energiantuotantomenetelmät
Ohjaajat:	Verkkopäällikkö Lauri Utrainen Projektiasiantuntija Jenni Merjankari

---

Tämä insinööri työ tehtiin Helen Oy:n toimeksiantona. Tarkoituksena oli luoda uusiomateriaalin hyödyntämisen toimintamalli Helen Oy:n kaukolämpö- ja jäähdytysverkko-työmailla, joista käytetään myös nimitystä verkkotyömaat. Helen Oy on asettanut tavoitteekseen nostaa jätevirtojensa uusiokäyttöasteen 70 prosenttiin vuoteen 2023 kansallisen jätesuunnitelman mukaisesti. Nykyisellään kaukolämpö- ja jäähdytysverkoilla uusiokäyttöaste on arviolta 25 prosenttia, joten tarve uudelle toimintamallille on merkittävä.

Työssä koottiin aikaisempien selvitysten ja tutkimusten sekä asiantuntijoiden haastattelujen pohjalta selkeä, realistinen ja toimiva toimintamalli kaukolämpö- ja jäähdytysverkon työmaajätteiden mahdollisimman tehokkaaseen uusiokäyttöön.

Toimintamallissa tarkasteltavina uusiokäyttömateriaaleina olivat verkkotyömailla syntyvät betonijäte, asfalttijäte, maamassat sekä muut pienemmät jätteet. Jokaiselle jätteelle tehtiin oma toimintasuunnitelma, jonka pohjalta muodostui kokonaisuutena uusiokäytön toimintamalli verkkotyömailla.

Työn tuloksena saatiin luotua toimintamalli, joka mahdollistaa jatkossa jopa 75 prosentin uusiokäyttöasteen Helen Oy:n verkkotyömailla. Tämä nostaa uusiokäyttöasteen yli Helen Oy:n ja kansallisen jätesuunnitelman tavoitteen.

Avainsanat: kaukolämpö, kaukojäähdytys, uusiomateriaalit, toimintamalli, kiertotalous

## Abstract

Author: Anssi Virtanen  
Title: Operation Model for the Utilization of Recycled Material at District Heating and Cooling Network Sites  
Number of Pages: 31 pages  
Date: 21 June 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Energy and Environmental Technology  
Professional Major: Energy Production Technologies  
Instructors: Lauri Utriainen, Network Manager  
Jenni Merjankari, Project Specialist

---

This Bachelor's thesis was commissioned by Helen Oy. The aim was to create an operating model for the utilization of recycled materials for Helen Oy's district heating and cooling network sites. Helen Oy has set a goal to increase the reuse rate of its waste streams to 70 % by 2023 in accordance with the national waste plan. Currently district heating and cooling networks reuse rate is estimated at 25 %, thus the need for a new operating model is significant.

Thesis was compiled on the basis of previous studies, researches and expert interviews. Based on these created, a clear, realistic and workable operating model for the most efficient reuse of district heating and cooling network site waste was created.

The reuse materials studied in this operating model were concrete waste, asphalt waste, landmasses and other smaller waste generated at network sites. A separate action plan was devised for each type of waste. On the basis of this plan, a reuse operating model for network construction sites was formed.

As a result of the work, an operating model was created that will enable up to 75 % recycling utilization on Helen Oy's network construction sites in the future. This will raise the reuse rate beyond the target of Helen Oy and the national waste plan.

Keywords: district heating, district cooling, recycled materials, operations model, circular economy

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Helen Oy:n kaukolämpö- ja jäähdytystyömaat	2
3	Kiertotalous ja uusiomateriaalit maarakennuksessa	5
3.1	Kiertotalous	6
3.2	Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa	8
4	Uusiomateriaalien käyttöä ohjaavat säädökset	9
4.1	Jätelaki	9
4.2	Ympäristönsuojelulaki	9
4.3	Ympäristölupa	10
4.4	MARA-asetus	10
4.5	Standardit ja ohjeistukset	12
4.6	Helen Oy:n laatuvaatimukset	13
5	Helen Oy:n verkon jätevirrat ja niiden nykyinen toimintamalli	13
5.1	Asfalttijäte	13
5.2	Betonijäte	14
5.3	Maamassat ja louheet	14
5.4	Leijupetihiekka	15
5.5	Muut rakennusjätteet	15
5.5.1	Muovi	15
5.5.2	Valumuotti	16
5.5.3	Raudat ja teräkset	16
5.5.4	Ureetaani ja eristevillat	16
6	Tyyppi- ja poikkileikkauskuvat	17
7	Toimintasuunnitelmat jätteille	20
7.1	Betonimurske	20
7.1.1	Alkuperäinen betonimurskeen toimintasuunnitelma	21
7.1.2	Uusi vaihtoehtoinen betonimurskeen toimintasuunnitelma	22

7.2	Asfalttimurske	22
7.3	Maamassat	23
7.4	Muu jäte	24
8	Uusittu toimintamalli ja hankintakriteerit tulevaisuudessa	24
8.1	Rakennustekniset työt	27
8.1.1	Kaivu- ja täyttötyöt	27
8.1.2	Betonityöt	28
8.1.3	Päällystystyöt	28
8.2	Putkitekniset työt	28
8.3	Kalustovaatimukset ja materiaalihankinnat	28
9	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

## Lyhenteet

- 0–32 mm: Tapa kuvata materiaalin rakeisuutta. Esimerkiksi tässä tapauksessa materiaalin raekoko on 0–32 millimetriä. Standardien mukaiset ylitykset ovat kuitenkin sallittuja.
- 2Mpuk: Kaukolämpöputkityypin nimi. Yksiputkijohto, muovisuojarakenteella, polyuretaanivahtoeristyksellä ja putket ovat kiinni eristyksessä
- MARA: Maarakennus
- RC50: Asfalttimassatyyppi, joka kertoo massan valmistukseen hyödynnetyn asfalttirouheen enimmäismäärän. Tässä massassa 50 prosenttia on uusiomateriaalia sisältävää asfalttirouhetta.
- RC70: Asfalttimassatyyppi, joka kertoo massan valmistukseen hyödynnetyn asfalttirouheen enimmäismäärän. Tässä massassa 70 prosenttia on uusiomateriaalia sisältävää asfalttirouhetta.
- UUMA3: Uusiomaarakentamisen ohjelma

# 1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on luoda uusi toimintasuunnitelma uusiomateriaalien käytöstä Helen Oy:n kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon työmailla (myöhemmin verkkotyömaat) ja tämän pohjalta uusiokäytön toimintamalli. Tällä hetkellä Helen Oy:n verkkotyömailla syntyvien jätteiden uusiokäyttöaste on arviolta 25 painoprosenttia ja tavoite on nostaa se 70 painoprosenttiin vuoteen 2023 mennessä. Toimintamallin luomisessa käytetään hyödyksi Niko Sottisen insinööriyötä [1], jossa on kartoitettu jätevirtojen nykytilaa Helen Oy:n verkkotyömailla sekä tarkasteltu mahdollisia uusia käytännön toimintamalleja työmailta syntyvien jätteiden uusiokäyttöasteen nostamiseksi.

Tässä insinööriyössä tarkasteltavina uusiokäyttömateriaaleina ovat Niko Sottisen tutkimuksen pohjalta asfaltti- ja betonijätteet sekä kaivutöistä syntyvät maamassat [1]. Lisäksi tarkastellaan muita verkkotyömailla syntyviä jätteitä ja niiden uusiokäyttömahdollisuuksia, kuten muovია, terästä ja puuta. Myös Vuosaa- ren tulevan biovoimalaitoksella syntyvän leijupetihiekan mahdollinen uusiokäyttö otetaan huomioon toimintasuunnitelmassa. Lento- ja pohjatuhkan uusiokäyttö verkkotyömailla jätetään pois toimintasuunnitelmasta, niiden jäädessä pois jätemateriaaleista lähitulevaisuudessa, ja koska nykyisellään lento- ja pohjatuhkalle on tarpeeksi käyttökohteita.

Työssä toteutettiin haastattelututkimus Helen Oy:n verkon asiantuntijoiden, maarakennusurakoitsijoiden sekä kolmannen osapuolen betonimurskaamon asiantuntijan kanssa. Näiden haastatteluiden pohjalta saatiin muodostettua uuden toimintasuunnitelman runko sekä selvisi, mitä toimintamallissa voidaan toteuttaa ja mikä on haastavaa tai mahdotonta toteuttaa.

Opinnäytetyössä käydään aluksi läpi verkkotyömaan työvaiheita ja tarkastellaan niitä Helen Oy:n näkökulmasta. Tämän jälkeen selvitetään mitä kiertotalous tarkoittaa ja mitä uusiomateriaalit maarakennuksessa ovat. Seuraavana esitellään uusiomateriaalien käyttöä koskevat säädökset, määräykset ja lainsäädäntö, minkä jälkeen käydään läpi Helen Oy:n tämänhetkinen toimintamalli jätevirtojen

käsittelyssä. Näillä tiedoilla lähdetään muodostamaan uutta toimintasuunnitelmaa eri toimijoiden tarjolla olevia tyyppi- ja pohjaleikkauskuvia hyödyntäen. Näiden kaikkien pohjalta luodaan uusiomateriaalien hyödyntämiseksi uusi toimintamalli, joka tulee käyttöön Helen Oy:n verkkotyömailla.

## **2 Helen Oy:n kaukolämpö- ja jäähdytystyömaat**

Helenin verkkotyömaita on käynnissä ympäri Helsinkiä läpi vuoden. Kaukolämpö- ja jäähdytystyömaat ovat toistensa kanssa tyypillisesti hyvin samanlaisia. Ainoana erona usein on se, että kaukojäähdytysjohdoissa käytetään ohuteristeistä 2Mpuk-johtoa eli muovisuojarakenteella ja polyuretaanivaahdolla eristettyä yksiputkijohtoa ja kaukolämpöjohdoissa normaalieristeistä 2Mpuk-johtoa. Tämä tulee myös huomioida maarakennustöissä muun muassa kaivantojen syvyydessä ja koossa.

Helen Oy:n työmaat jaetaan tyyppinsä mukaan uudisrakentamiseen, perusparannustöihin, muutostöihin ja korjaustöihin. Uudisrakentamisessa rakennetaan uutta kaukolämpö- tai jäähdytysjohtoa tai tehdään kaukolämpö- tai jäähdytysliitelmä uudisrakennukseen. Perusparannustöitä ovat vanhojen tai huonokuntoisten kaukolämpöjohtojen parannukset. Tällöin johtoa uusitaan niin, että vanha huonokuntoinen johto poistetaan maasta ja tilalle asennetaan uudet ja nykyaikaiset 2Mpuk-johdot. Muutostöitä ovat kaukolämpö- tai jäähdytysjohdon siirtämiset tai muuttamiset ulkopuolisten syiden takia. Tällaisia saattavat olla esimerkiksi alueen kaavoitusmuutokset tai katurakenteiden muutokset. Korjauskohteet ovat äkillisiä vuotoja tai vaurioita putkirakenteessa, jolloin tehdään mahdollisimman nopeasti korjaava toimenpide vuotavaan tai vaurioituneeseen kohtaan. [2, s. 12]

Verkkotyömaan työvaiheet voidaan jakaa kuvan 1 mukaisesti. Työmaasta riippuen osa työvaiheista voi jäädä kokonaan pois tai tietyissä tapauksissa työvaiheet saattavat sisältää töitä, joita tässä luvussa ei ole mainittu.



Kuva 1. Verkkotyömaan työvaiheet

Työkohde suunnitellaan ja katselmoidaan etukäteen, paitsi vuototapauksissa, jolloin toteutukset joudutaan tekemään nopealla aikataululla. Työmaan aluksi pidetään alkukatselmus, johon osallistuvat Helenin suunnittelijan lisäksi maarakennus- ja putkiurakoitsijan edustaja sekä Helenin rakennustyönvalvoja. Lisäksi kun työskennellään kaupungin tieosuudella, pidetään työmaan aloitus- ja loppukatselmointi Helsingin kaupungin rakennusviraston katutarkastajan kanssa. [2, s. 21.]

Työmaakokouksia tulee järjestää maarakennus- ja putkiurakoitsijoiden kanssa tasaisin väliajoin. Näihin kokouksiin osallistuu myös suunnittelijat ja maarakennustöiden valvojat. Työmaakokouksissa aikataulutetaan työmaat ja käydään läpi ympäristö- ja turvallisuusasiat, sekä muut tärkeät työmaahan liittyvät asiat. [2, s. 21.]

Maarakennusurakoitsijan haettua kaivuluvan alkaa kaivutyöt suunnitelmien mukaisesti. Kaivutöissä kaivetaan esiin vanha putki tai uudiskohteissa

rakennepoikkileikkausten mukainen kaivanto uusille putkille. Joillain työmailla samanaikainen kaivutyö ja putkiasennus on mahdollista, mikä on suotavaa työmaata nopeuttavana toimenpiteenä. Kaivutyöt tulee aina suorittaa voimassa olevien rakennepoikkileikkausten mukaisesti, niin että hitsaus- ja saumaustyövarat on huomioitu. [2, s. 21.]

Kaivutöiden jälkeen alkaa putkityöt, joista vastaa putkiurakoitsija. Putkityöt koostuvat putkien liittämistä toisiinsa hitsaamalla. Putkiurakoitsija voi joskus myös esivalmistella putkitöitä ennen kaivannon kokonaista valmistumista. [2, s. 22.]

Putkitöiden valmistuttua on vuorossa käyttökeskeytys ja linjan käyttöönotto tai sokeointi. Joskus pienissä talohaaroissa käyttöönotto voidaan tehdä myös pora-venttiiliä käyttämällä, jolloin käyttökeskeytystä ei tarvita. Käyttökeskeytys tarkoittaa lämmönjakelun keskeyttämistä tietyltä putkiosuudelta, tekemällä putkiosuus paineettomaksi ja tyhjentämällä se vedestä. Näin putki voidaan katkaista turvallisesti ja liittää uudet putket katkaistuun kohtaan tai sokeoida katkaistu kohta. [2, s. 22.]

Sokeointi tehdään joskus perusparannustyömailla perusparannettavan linjan molempiin päihin eli putken päihin asennetaan metallilevyt, joilla estetään veden kulku. Näin perusparannettava osuus voidaan rakentaa vanhan putken tilalle rauhassa. [2, s. 22.]

Käyttöönotto vaihe tarkoittaa uudislinjan täyttöä, jolloin käyttökeskeytetty linja täytetään vedellä ja paineistetaan takaisin. Käyttökeskeytyksestä ja käyttöönoton tilaa suunnittelija ja sen toteuttaa Helenin Tekniset palvelut. Käyttökeskeytyksen ja käyttöönoton tarvittavat resurssit sovitaan etukäteen urakoitsijoiden kanssa. [2, s. 22.]

Käyttöönoton jälkeen putkelle tehdään putkityypistä riippuen saumaustyöt, hälytyslankojen asennukset, eristystyöt ja betonityöt tarvittaessa. Tämän jälkeen on täyttötyöt, jossa kaivanto täytetään Helenin rakennepoikkileikkausten ja uusimman Infra RYL ohjeistuksen mukaisesti. Samalla asennetaan myös tarvittavat

kaivot venttiileille. Kanavan täytössä tulee noudattaa myös voimassa olevaa Rakennusviraston julkaisua ”Kaivutyöt ja tilapäiset liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla”. [2, s. 23.]

Lopuksi työmaalla tehdään viimeistelytyöt, jotka sisältävät päällystystyöt kuten asfaltoinnin tai nurmikon istutuksen alkuperäiseen kuntoon. Alueen päällystystavasta tulee sopia alueen katutarkastajan kanssa. Viimeistelytyöissä noudatetaan Rakennusviraston julkaisua ”Kaivutyöt ja tilapäiset liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla”. [2, s. 26.]

Helen Oy:n verkkotyömaat ovat pääosin lyhytkestoisia ja pieniä työmaita, mikä aiheuttaa haasteita uusiomateriaalin käytön näkökulmasta. Uusiomateriaalit ovat jätteitä, jotka vaativat ympäristöluvan tai MARA-ilmoituksen, jotta niitä saa käyttää uudestaan työmailla. Ympäristöluvan hakeminen näille työmaille ei ole järkevää niiden pitkien käsittelyaikojen ja rajoitteiden vuoksi, joten ainoaksi mahdollisuudeksi jää MARA-asetuksen sallimien rajojen mukainen uusiomateriaalin hyötykäyttö, joka avataan myöhemmin tarkemmin omassa luvussa 4.4. Maamassoja tosin voidaan käyttää myös ilman ympäristösuojelulain alaisia lupia, kun ne ovat pilaantumattomia, jatkokäyttö on varmaa ja suunnitelmallista sekä maa-aines voidaan käyttää sellaisenaan ilman muuntamistoimia. Esikäsiteltyinä tehtävää mekaanista käsittelyä ei kuitenkaan katsota muuntamistoimeksi. [3, s. 7.]

### **3 Kiertotalous ja uusiomateriaalit maarakennuksessa**

Tämä luku käsittelee kiertotaloutta ja uusiomateriaaleja maarakennuksessa. Helen Oy:n tuleva verkkotyömaiden uusiokäytön toimintamalli on suunta kohti parempaa kiertotaloutta työmailta syntyvien jätteiden uusiokäyttöasteen parantamisen avulla.

### 3.1 Kiertotalous

Erilaiset tutkimustulokset ovat osoittaneet ilmastonmuutoksen etenemisestä ja päästöjen vähentämistarpeesta sekä neitseellisten raaka-aineiden hyödyntämisen ympäristövaikutuksista luonnon monimuotoisuuteen ja ekosysteemeihin. Kiertotalous on noussut näiden keskustelujen ja tutkimusten kautta yhdeksi keskeisistä ratkaisukeinoista tähän kriisiin. Se tarjoaa ratkaisuja, joilla voidaan vähentää neitseellisten materiaalien käytön painetta ja hillitä kulutuksen ja tuotannon ympäristövaikutuksia [4, s. 9.]

Kiertotalous on talousmalli, jonka keskeinen tavoite on säästää luonnonvaroja ja hyödyntää materiaalit mahdollisimman tehokkaasti ja kestävästi [4, s. 4]. Tällaisia ratkaisuja ovat muun muassa tuotteiden ja materiaalien mahdollisimman pitkälle lainaamalla, vuokraamalla, uudelleen käyttämällä, korjaamalla, kunnostamalla ja kierrättämällä. Näin saadaan pidennettyä tuotteiden elinkaarta. Tavoite kiertotaloudessa on saada jätteen määrä kuvan 2 ajatusmallin mukaisesti eri keinoilla niin pieneksi kuin mahdollista [5.]



Kuva 2. Kiertotalouden ympyrä [5.]

Viime vuosikymmenten aikana myös valtiot ja Euroopan unioni ovat alkaneet laatia erilaisia toimintasuunnitelmia ja strategioita kohti tehokkaampaa kiertotaloutta. Viimeisen 10 vuoden aikana Euroopan unioni on laatinut kaksi kiertotalouden toimintasuunnitelmaa ja useat kymmenet Euroopan maat ovat julkaisseet omat kansalliset kiertotalousstrategiansa tai tiekarttansa. Suomi oli tässä edelläkävijänä luoden oman kiertotalousstrategiansa ja tiekartan ensimmäisenä maailmassa vuonna 2016. [6.]

### 3.2 Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa

Maarakentamisessa käytettäviä neitseellisiä luonnon kiviaineita voidaan korvata uusiomateriaaleilla, kun ne täyttävät ympäristölainsäädännön asettamat vaatimukset ja saavat näin luvan maarakentamiseen. Uusiomateriaaleja saadaan ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista ja vanhojen maarakenteiden materiaaleista. Tällaisia materiaaleja kutsutaan myös UUMA-materiaaleiksi. UUMA-materiaaleilla voidaan korvata neitseellisiä kiviaineita tai parantaa niiden ominaisuuksia. [7.]

Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa ei ole uusia asia, vaikka kiertotalous ja uusiomateriaalien käyttö onkin vasta viime aikoina noussut esille mediassa ja uutisissa. Jo 1970-luvulla Oulun yliopisto on tutkinut terästeollisuudesta syntyvän masuunikuonan sekä VTT 1970–80-lukujen vaihteessa kivihiilen poltosta syntyvän tuhkan hyödyntämismahdollisuuksia maarakentamisessa. Myös Helsingin kaupunki teki laajaa tuhkien hyötykäyttötutkimusta 70-luvulta 90-luvun lopulle saakka. Näiden vuosikymmenten aikana on tutkittu ja hyötykäytetty runsaasti myös muita teollisuuden sivuvirtoja ja jätemateriaaleja. Näiden tutkimustöiden ja koerakentamisen tuloksena nykyään onkin tuoteteistettuja uusiomateriaaleja kuten betonimurske, vaahtolasimurske, masuunihiekka ja eräät teräskuonat. [8, s. 3.]

Suomessa rakentamiseen käytetään kiviaineita noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa ja tästä luonnon jalostettuja kiviaineita on noin 70 miljoonaa tonnia vuodessa [9, s. 11]. Suomessa syntyvistä jättejakeista mineraalisten jätteiden osuus on kaikkein suurinta. Silti niiden hyödyntäminen on nykyisellään melko vähäistä. Vuonna 2014 vain noin 8 % hyödynnettiin materiaalina [10, s. 35]. Uusiomateriaalin käytön edistäminen on erittäin tehokas keino vähentää neitseellisen kiviaineksen käyttöä ja näin edistää materiaalitehokkuutta sekä vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä.

Suurimmat haasteet uusiomateriaalien käytön suhteen maarakentamisessa ovat niiden käyttömahdollisuudet ympäristölainsäädännöllisistä näkökulmista. Niiden käyttö maarakentamisessa on hyvin tarkasti säännelty ja käyttöä varten

tulee hakea lupa. Tämä tekee helposti uusiomateriaalien käytöstä liian haastavaa tai monimutkaista, jopa mahdotonta esimerkiksi pohjavesialueilla, ja lupien hakeminen saattaa tehdä rakentamisen kustannuksista liian korkeita kannattavaan toimintaan.

## **4 Uusiomateriaalien käyttöä ohjaavat säädökset**

Maarakentamisessa sekä uusiomateriaalien käytössä on lakeja, asetuksia ja säädöksiä, mitkä sanelevat reunaehdot uusiomateriaalien käytön sekä toimintasuunnitelman toteuttamiseksi. Seuraavissa alaluvuissa käsitellään oleellimmat ja merkityksellisimmät tulevan toimintamallin näkökulmasta.

### **4.1 Jätelaki**

Jätelain tarkoituksena on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa sekä haittaa terveydelle ja ympäristölle, sekä vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta. Sen tarkoitus on myös edistää luonnonvarojen kestävästä käytöstä sekä ehkäistä roskaantumista ja varmistaa toimiva jätehuolto [11]. Jätelakiin on tulossa uudistuksia vuoden 2021 aikana. Uudessa lakiesityksessä pannaan täytäntöön EU-direktiivien edellyttämiä muutoksia, mikä velvoittaa nostamaan yhdyskuntajätteen kierrätystä merkittävästi tulevien vuosikymmenien aikana [12]. Uudistus tulee lisäämään jätealan yritysten liiketoimintamahdollisuuksia ja tukee myös Helen Oy:n tavoitteita niin uusiomateriaalien käytössä kuin muissakin ympäristötavoitteissa.

### **4.2 Ympäristönsuojelulaki**

Ympäristönsuojelulaki on laaja yleislaki, mikä käsittelee ympäristön pilaantumista ja sen ehkäisyä, sekä säätelee siihen liittyviä velvoitteita ja määräyksiä. Laki onkin hyvä pohja kaikelle ympäristön kanssa tehtävälle toiminnalle ja ympäristön suojelemiselle. Laki edellyttää myös, että pilaantumisen vaaraa aiheuttavalle toiminnalle on haettava ympäristölupa. Lain nojalla annetaan myös

erilaisia asetuksia lain tavoitteista ja täytäntöönpanoista maaperän, ilman ja vesien suojeluun. [13.]

### 4.3 Ympäristölupa

Ympäristölupa tarvitaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalle toiminnalle. Toiminnasta ja laajuudesta riippuen se haetaan joko aluehallintavirastolta tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta. Ympäristöluvan vaativat toiminnot ja viranomaisten toimivallan jaottelu on määritelty ympäristönsuojelulaissa. [14.]

Ympäristöluvan hakeminen on pitkä ja monimutkainen prosessi. Tämän vuoksi se ei ole järkevä eikä kannattava vaihtoehto verkkotyömailla syntyvien jätteiden uusiokäyttöön. Lupaprosessi saattaa kestää kokonaisuudessaan reilusti yli vuoden, ja ympäristöluvan saaminen on silti epävarma. Helen Oy:n kaukolämpötyömaat ovat puolestaan lyhytkestoisia, usein vain muutamia kuukausia pitkiä ja suhteessa ympäristöluvan jäykkyyteen nähden pieniä työmaita.

### 4.4 MARA-asetus

Saastuttamattomien jätteiden hyödyntämistä on pyritty edistämään viime vuosina lainsäädännön avulla. Tähän suurimpana uutena muutoksena on valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli MARA-asetus 843/2017. Asetus mahdollistaa eräiden jätteiden käytön maarakentamisessa ilman ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa tiettyjen ehtojen täytyessä. Näiden jätteiden käytöstä tulee kuitenkin tehdä ilmoitus valvontaviranomaiselle, mutta tämä ilmoitus on paljon kevyempi, nopeampi, halvempi ja yksinkertaisempi prosessi kuin ympäristölupa.

Asetusta sovelletaan vain jätteen suunnitelmalliseen hyödyntämiseen sekä siihen liittyvään väliaikaiseen varastointiin maarakennuskohteissa, jotka toteutetaan, vaikka jätettä ei olisi saatavilla. Asetusta ei voi soveltaa 1- ja 2-luokan pohjavesialueilla, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitettulla alueella,

luonnonsuojelutarkoitukseen osoitetulla alueella, ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueilla eikä sisämaan tulvavaara-alueilla. [15.]

Jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa ilman ympäristölupaa edellyttää myös seuraavaa:

- MARA-materiaalin kerrospaksuus ei saa ylittää 1,5 metriä.
- Haitallisten aineiden liukoisuus ja pitoisuus eivät ylitä asetuksessa määritettyjä rajoja.
- Jätteen luovuttajalla on oltava laadunvarmistusjärjestelmä, joka sisältää asetuksessa määrätyt asiat.
- Jätettä sisältävä rakennekerros peitetään tai päällystetään lukuun ottamatta tuhkamursketietä sekä asfalttimurskeväylää tai -kenttää.
- Jäterakennekerroksen etäisyys tulee olla pohjaveden enimmäiskorkeudesta vähintään yksi metri.
- Jätettä sisältävän maarakentamiskohteen etäisyys tulee olla vesilain mukaan tarkoitettu vesistöä, talousvesikäyttöön tarkoitettu kaivosta tai lähteestä vähintään 30 metriä.
- Jätteen varastoinnissa tulee noudattaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Väliaikaisen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan neljä viikkoa tai suojattuna varastoituna 12 kuukautta etukäteen. [15.]

Asetuksen soveltamisalaan kuuluvat jätteet ja uusiomateriaalit ovat

- betonimurske, kevytbetoni ja kevytsorajätteet
- kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkat, pohjatuhkat ja leijupetihiekka

- tiilimurske
- asfalttimurske ja -rouhe
- valimohiekat
- kalkit
- kokonaiset renkaat ja rengasrouhe. [15.]

Näistä jätemateriaaleista tämän insinööriyön ja Helenin verkkotyömaiden toimintamallin kannalta oleelliset jätemateriaalit ovat betonijäte, asfalttijäte sekä leijupetihiekka, joita syntyy Helenin työmailla ja jotka pyritään uusiokäyttämään tulevassa toimintamallissa mahdollisimman tehokkaasti.

#### 4.5 Standardit ja ohjeistukset

Kaukolämpötyömailla syntyvien jätteiden uusiokäyttöön vaikuttavat myös erilaiset ohjeistukset ja standardit, joita tulee noudattaa töissä.

- InfraRYL, päälly- ja pintarakenteet (2017)
  - Sisältää infrarakentamisen tekniset laatuvaatimukset päälly- ja pintarakenteille sekä infrarakentamisessa sovellettavan hyvän rakennustavan.
- InfraRYL, maa-, pohja- ja kalliorakenteet (2018)
  - Sisältää tekniset laatuvaatimukset maa-, pohja- ja kalliorakenteille sekä infrarakentamisessa sovellettavan hyvän rakennustavan.
- Asfalttinormit 2017, Päällystealan Neuvottelukunta (PANK OY)

- Sisältää asfalttipäällysteille asetettavat laatuvaatimukset. Kirjassa esitellään asfalttityypit ja niiden koostumus, raaka-aineet ja kelpoisuuden osoittaminen.
- Uusiomateriaalit kaupunkien infrarakentamisessa -käsikirja (2020)
  - UUMA3-hankkeessa laadittu käsikirja. Esitellään uusiomateriaalien hyödyntämistä kaupunkien ja kuntien infrarakentamisessa.

#### 4.6 Helen Oy:n laatuvaatimukset

Helen Oy:llä on myös käytössä omat laatuvaatimuksensa ja kaivu- sekä täyttö-ohjeet, joita tulee noudattaa kaikissa Helen Oy:n verkkotyömaiden töissä. Myöhemmin omassa tyyppi- ja poikkileikkausluvussa käsitellään näitä rakennekerrokseen nykyisin hyväksytyjä materiaaleja ja raekokoja.

Helen Oy:llä on myös käytössä työmaaopas, jossa on eritelty kaikki työmaahan, ja sen turvallisuuteen sekä jätteiden kierrättämiseen liittyvät asiat ja jonka kaikkien työmaalla toimivien pitää lukea ja omaksua.

### 5 Helen Oy:n verkon jätevirrat ja niiden nykyinen toimintamalli

Tässä luvussa esitellään Helen Oy:n verkkotyömailla syntyvät jätejakeet sekä niiden nykyinen toimintamalli. Suurimmat syntyvät jätteet massaltaan ovat maamassat, betonijäte ja asfalttijäte, jotka ovat toimintamallin pääosassa. Myös pienempiä jätteitä syntyy työmailla, mitkä on käsitelty alaluvuissa.

#### 5.1 Asfalttijäte

Asfalttijätettä syntyy verkkotyömailla avattaessa maa-aluetta, jossa on asfalttipäällyste. Helen Oy:n vuotuinen määrä asfalttijätettä on noin 40 000 tonnia vuodessa verkkotyömailta. Nykyisessä toimintamallissa maarakennusurakoitsija toimittaa asfalttijätteen kolmannelle osapuolelle jatkokäsittelyyn [16]. Näin

toimittaessa Helenin verkkotyömailta lähtevät jätteet lasketaan Helen Oy:n jätteiksi, vaikka todellisuudessa 100 prosenttia jätemateriaalista päätyy uusiokäyttöön kolmannen osapuolen jatkokäsittelyn kautta. Jatkokäsittelyssä asfalttiaseamalla asfalttipalat murskataan, jonka jälkeen ne toimivat raaka-aineena uuden asfaltin valmistuksessa. Näin toimiessa pystytään korvaamaan jopa 70 prosenttia asfaltin valmistuksen neitseellisistä raaka-aineista uusiokäyttönä ilman laatu- ja kestävyysominaisuuksien laskua. [17.]

## 5.2 Betonijäte

Betonijätettä syntyy ainoastaan kaukolämpöverkkotyömailta ja pääosin perusparannustöiden yhteydessä, kun vanhaa betonikanavarakenne puretaan. Tämän lisäksi pieniä määriä syntyy pienemmissä korjauskohteissa. Betonijätettä näillä Helen Oy:n kaukolämpötyömailta syntyy noin 15 000 tonnia vuosittain [16]. Tämänhetkisen toimintamallin mukaan maarakennusurakoitsija toimittaa kaiken syntyvän betonijätteen kolmannen osapuolen murskaamoille käsittelyyn, mikä näin ollen lasketaan Helen Oy:n jätteeksi. Betonijätettä ei hyödynnetä Helen Oy:n verkkotyömailta nykyisen toimintamallin puolesta lainkaan.

## 5.3 Maamassat ja louheet

Maamassoja ja louheita syntyy Helen Oy:n verkkotyömailta noin 153 000 tonnia, tästä haastatteluiden perusteella maarakennusurakoitsijat uusiokäyttävät noin 30 prosenttia. Syynä varsin pieneen kierrätysprosenttiin on se, että nykyisellään maamassoja ei raekoon puolesta voida käyttää kuin kantavassa kerroksessa. Potentiaalia näiden käytön lisäämisessä kuitenkin olisi ja tällä hetkellä hyvää käyttökelpoista maa-ainesta menee muualle kuin Helenin työmaille, jolloin uusiokäyttöaste jää matalaksi. [16.]

Työmailta kaivutöistä syntyvien maamassojen uusiokäytön etuna on se, että niitä voidaan hyödyntää kaivantojen täyttötöissä ilman MARA-ilmoitusta tai ympäristölupaa. Maamassojen tulee kuitenkin täyttää vaadittavat yleiset laatuvaatimukset, Väyläviraston ohjeistukset sekä Helen Oy:n omat laatuvaatimukset.

Maamassat täytyy myös lajitella niin, että maamassoista erotellaan muut mahdolliset jätteaineet.

Nykyisellään Helen Oy:n maarakennusurakoitsijat käsittelevät ja välppäävät eli seulovat haluttuun raekokoon maamassat itse, jotta maa-ainesten puhtaus, raekoko ja vaadittavat tekniset ominaisuudet varmistetaan [16].

#### 5.4 Leijupetihiekka

Leijupetipoltossa syntyvää pohjatuhkaa kutsutaan leijupetihiekaksi. Leijupetihiekkaa ei käytetä nykyisellään ollenkaan Helen Oy:n verkkotyömailla. Syynä tähän on se, että Helen Oy:n uuden biolämpölaitoksen on määrä aloittaa tuotanto vasta lämmityskaudella 2022, joten sivuvirtana syntyvää leijupetihiekkaa ei ole ennen tätä saatavilla. Tulevaisuudessa voidaan kuitenkin tehdä huolellista selvitystä sen käyttömahdollisuuksista verkkotyömaiden täyttötöissä. Leijupetihiekan MARA-kelpoisuus on haastattelujen perusteella hyvin todennäköistä, mutta varmistuu todellisuudessa vasta tuotannon alkaessa, kun koostumusta päästään analysoimaan ja tutkimaan.

#### 5.5 Muut rakennusjätteet

Verkkotyömailta syntyy myös paljon pienempää jätettä, joka on massallisesti muihin tarkasteltaviin jätteisiin hyvin pientä, mutta kuitenkin osa työmailta syntyvää jätevirtaa ja näin tärkeää tarkastella tässä uusiomateriaalien hyötykäytön toimintamallissa.

##### 5.5.1 Muovi

Muovijätettä syntyy pääasiassa korjaustöissä purettaessa kaukolämpöputken suojakuorta, jotta päästään vuodon ytimeen eli teräsputkeen, jota uretaani-muovikuori suojaa. Tällaista muovikuorta ei voida enää käyttää työmaalla uudelleen, joten se pitää kierrättää. Muovijätteen määrä on hyvin pientä, ja maarakennusurakoitsijat kierrättävät nykyisin syntyvän muovijätteen asianmukaisesti

muovinkierrätyspisteisiin [16]. Toimintamalli on nykyisellään toimiva, ja sitä jatketaan nykyisen toimintamallin mukaisesti.

### 5.5.2 Valumuotti

Vaikka kaukolämpötyömailla ei rakennetakaan nykyaikana betonikanavia, niin välillä kustannustehokkain ja varmin tapa korjauskohteessa on korjata tarvittava kohta, jolloin tarvitaan betonivalu. Myös uuden johdon liitos vanhaan betonikanavaan tarvitsee betonivalun näiden johtojen välille. Tällainen betonivalu tehdään laudoista rakennettavaan valumuottiin. Helen Oy:n maarakennusurakoitsijat pyrkivät käyttämään kaikki käyttökelpoiset laudat uudestaan tulevissa valumuoteissa. Käyttökelvottomat laudat kierrätetään HSY:n pisteissä puujätteenä [16].

### 5.5.3 Raudat ja teräkset

Kaukolämpöverkkotyömaiden betonikanavat sisältävät keskimäärin 50 kg rautaa ja terästä per kuutio, joten purettaessa vanhaa betonikanavaa syntyy huomattava määrä teräsjetettä. Nykyisen toimintamallin mukaan teräsjetäte päätyy metallinkierrätykseen. Myös vanhat teräsputket menevät metallinkierrätykseen 100-prosenttisesti, eikä sitä näin ollen luokitella jätteeksi Helen Oy:n tilastoinnissa, joten näitä ei tarvitse huomioida uudessa toimintamallissa. [16.]

### 5.5.4 Uretaani ja eristevillat

Uretaanijätettä syntyy verkkotyömailla, kun kaukolämpö- tai kaukojäähdytysputkia joudutaan pätkimään osiin, jolloin hitsausseamauksia varten uretaanikuori tulee poistaa teräsputken saumojen ympäriltä. Uretaanijätteelle ei ole olemassa käyttökelpoisia uusiokäyttökohteita eikä kierrätysmahdollisuuksia, ja siksi se menee muiden työmailla syntyvien pienten jätteiden kanssa energiajätteeseen.

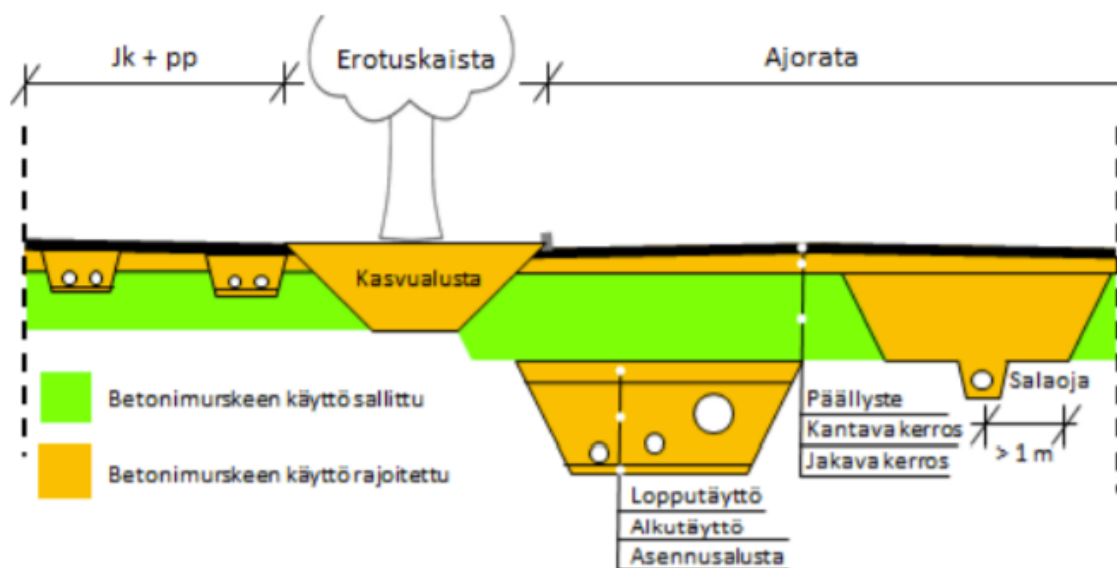
Betonikanavassa olevaa eristevillajätettä syntyy, kun vanhaa betonikanavaa puretaan. Käyttökelpoiset, siistissä tai uudenveroisessa kunnossa olevat

eristevillat hyödynnetään tulevissa eristystöissä. Maarakennusurakoitsijoiden haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että eristevillat ovat melkein aina päässeet niin huonoon kuntoon, että ne joudutaan hävittämään, eikä niille ole kierrätysmahdollisuutta, joten ne päätyvät energiajätteeksi.

## **6 Tyyppe- ja poikkileikkauskuvat**

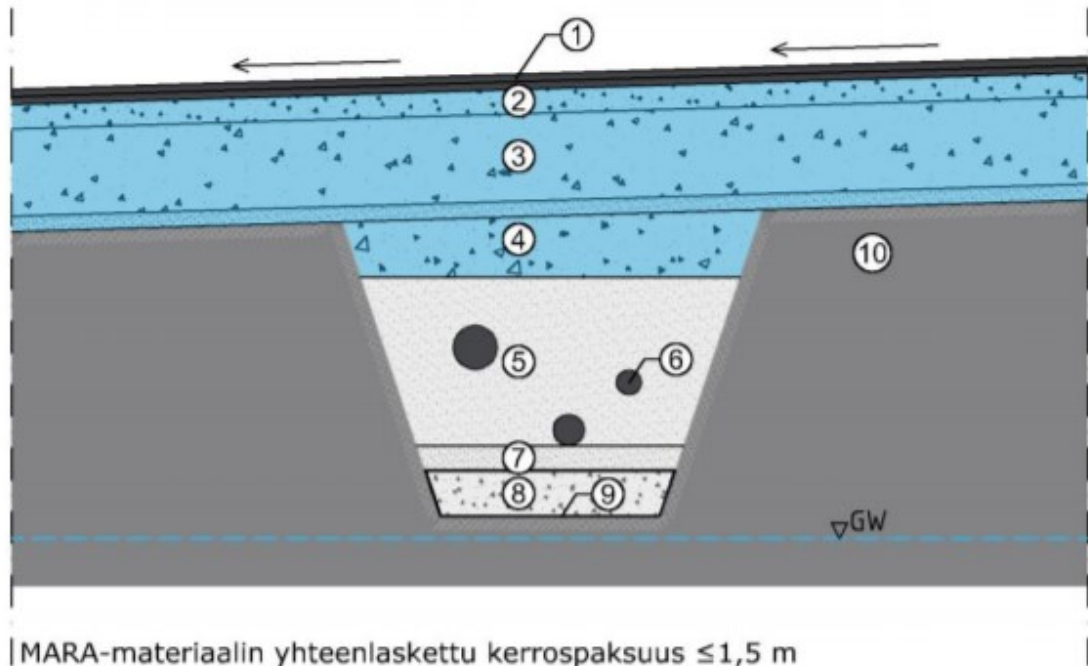
Tässä luvussa käsitellään Helen Oy:n sekä tarjolla olevien muiden toimijoiden tyyppe- ja rakennepoikkileikkauskuvia kaivannoista, joita hyödynnetään toimintamallin tekemisessä. Nämä kuvat ovat tärkeässä roolissa toimintamallin luomisessa, niiden määrittellessä nykyisellään mahdolliset käyttömahdollisuudet uusiomateriaaleille sekä rajoittavat tekijät.

Kuvassa 3 on esitetty betonimurskeen hyödyntämisen mahdollisuuksia katujen päällysrakenteessa Uusiomateriaalit kaupunkien infrarakentamisessa -käsikirjasta. Kuvasta voidaan nähdä betonimurskeen sallitut ja rajoitetut käyttöalueet. Käytännössä tämä tarkoittaa kaukolämpö- ja kaukojäähdytyskaivantojen näkökulmasta sitä, että betonimurskeen käyttö on mahdollista vain jakavassa kerroksessa. Muille uusiomateriaaleille vastaavia periaatekuvia ei ole vielä laadittu.



Kuva 3. Betonimurskeen käytön periaatteet jalkakäytävällä ja ajoradalla, jossa on kunnallistekniikkaa [8, s. 32].

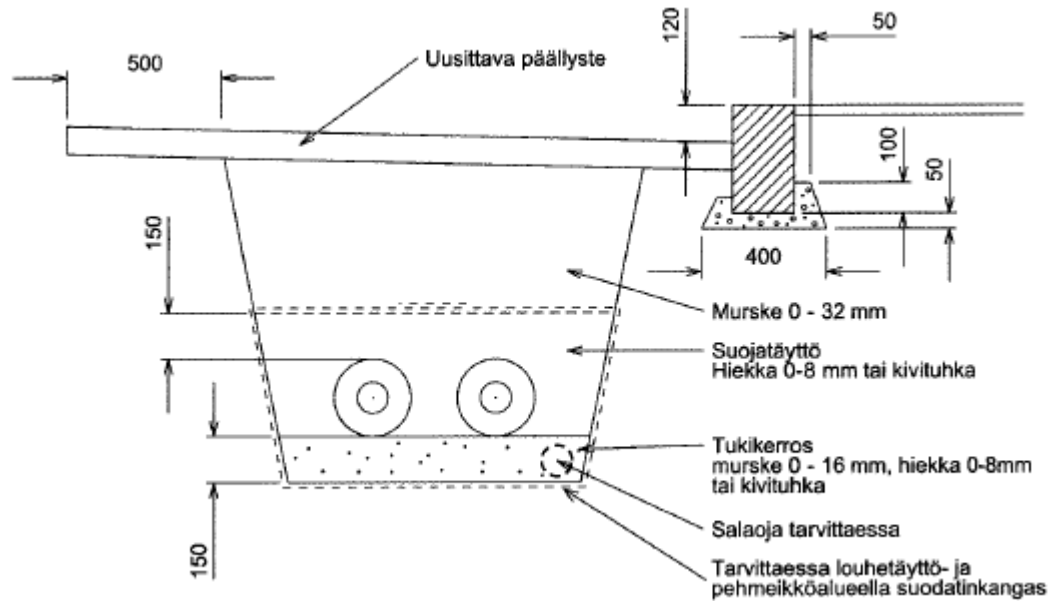
Kuvassa 4 on esitetty MARA -soveltamisohjeen mukainen johtokaivannon periaatepiirustus katualueella. Kuvasta nähdään sinisellä värillä esitettynä soveltamisohjeen rakenneosat, joissa MARA-asetuksen mukaiset jättemateriaalit on sallittu.



- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ① 21400 Päälyste ja pintarakenne | ⑥ 31000 Vesihuollon järjestelmät |
| ② 21300 Kantava kerros           | ⑦ 18310 Asennusalusta            |
| ③ 21210 Jakava kerros            | ⑧ 13300 Arinarakenne             |
| ④ 18330 Lopputäyttö              | ⑨ 21120 Suodatinkangas           |
| ⑤ 18320 Alkutäyttö               | ⑩ Pohjamaa                       |

Kuva 4. Johtokaivanto katualueella. Sinisellä värillä on esitetty rakennusosat, joissa on mahdollista käyttää MARA-asetuksen mukaista jätemateriaalia. [18, s. 43.]

Kuvassa 5 on esitetty Helen Oy:n täyttöohje tyypillisestä kaukolämpökaivannosta. Kuvasta voidaan havaita nykyisin Helen Oy:ssä rakennekerroksissa hyväksytyt materiaalit sekä niiden raja-arvot.



Kuva 5. Helen Oy:n nykyinen kaukolämpökanavan täyttöohje [19].

## 7 Toimintasuunnitelmat jätteille

Tässä luvussa käydään läpi jokaisen Helen Oy:n verkkotyömaalla esiintyvän jätejakeen uusi toimintasuunnitelma, jonka pohjalta luodaan toimintamalli Helen Oy:n verkkotyömaille.

### 7.1 Betonimurske

Betonimurskeen toimintasuunnitelmaan tehtiin opinnäytetyön loppuvaiheilla vielä suuri muutos. Kolmannen osapuolen betonimurskaamon haastattelussa kävi ilmi, että jätelakiin on mahdollisesti tulossa uusi direktiivi betonimurskeen osalta, mikä poistaisi siltä jätestatuksen. Se muuttaisi koko betonimurskeen käytön strategian Helenin toimintamallissa, joten tässä luvussa esitellään kaksi vaihtoehtoa riippuen jätelain muutoksesta.

### 7.1.1 Alkuperäinen betonimurskeen toimintasuunnitelma

Alkuperäinen toimintasuunnitelma oli, että betonimurskeen käyttö mahdollistetaan kantavassa sekä jakavassa kerroksessa täyttötöissä käytettyyn ainekseen. Kolmannen osapuolen betonimurskaamon kanssa tulee myös tehdä sopimus, jossa betonimurskaamo valmistaa Helen Oy:n työmaille raekoon 0–32 mm betonimursketta, koska tällaista raekokoa ei ole vielä tuoteistettu. Toinen vaihtoehto on kasvattaa Helen Oy:n raekokoa jakavassa ja kantavassa kerroksessa, jolloin betonimurskaamojen tuoteistetun 0–45 mm raekoon betonimursketta voitaisiin käyttää suoraan. Työmailta kerätty betonijäte viedään kolmannen osapuolen yhteistyökumppanin murskaamolle, josta saadaan täyttötöihin vastineeksi vähintään sama painomäärä betonimursketta. Näin toimiessa työmailta syntyvä betonijäte tulee käytettyä 100 prosenttisesti uusiokäytettynä.

Kolmannen osapuolen betonimursketta valmistavan yrityksen haastattelussa kävi myös ilmi, että yritys olisi hyvin kiinnostunut tästä yhteistyösopimuksesta. Samanlaisia yhteistyösopimuksia on ollut myös muiden yritysten kanssa, joten tämä ei olisi uutta heille. Myös taloudelliset kustannussäästöt olisivat merkittävät verrattuna ostettavaan kiviaineeseen. Betonimursketta tällaisessa yhteistyösopimuksessa olisi mahdollista saada jopa lastaushintaan.

Ongelmaksi todennäköisesti kuitenkin muodostuu MARA-asetus, joka pitäisi hankkia erikseen jokaiselle työmaalle erikseen. Tämä tuottaa betonimurskeen käytölle verkkotyömailla haasteita, koska työmaita on koko ajan käynnissä ympäri Helsinkiä kymmenittäin erikokoisia ja tyyliltään erilaisia. Näin ollen MARA-asetuksen hakemisesta syntyisi mittava lisävaiva sekä lisäkustannukset, kun jokaiselle työmaalle tulisi hakea oma lupansa. Myös suurimmalla osalla työmaista betonimurskeen käyttö olisi suhteessa niin vähäistä, että tämän kaiken toteuttaminen ei olisi mielekästä. Tilanteen mukaan kuitenkin suurilla ja pitkäkestoisilla verkkotyömailla hyvällä suunnittelulla ja ennakoinnilla betonimurskeen käyttö on mahdollista ja jopa kannattavaa MARA-asetuksenkin alla.

Betonimurskeen käytössä pitää myös huomioida vähintään 1 metrin varoalue pohjaveden enimmäiskorkeudesta, etäisyydet vesistöistä ja tulvavaara-alueista

sekä 1- ja 2-luokan pohjavesialueista. Tämä rajoittaa käyttöä useilla verkon työmailla, jotka sijaitsevat lähellä pohjavettä. Myös MARA-materiaalin sallittu maksimaalinen 1,5 metrin kerrospaksuus tulee huomioida. [15.]

### 7.1.2 Uusi vaihtoehtoinen betonimurskeen toimintasuunnitelma

Uusi vaihtoehtoinen betonimurskeen toimintasuunnitelma kehitettiin alkuperäisen suunnitelman rinnalle, kun haastatteluissa selvisi, että todennäköisesti loppuvuodesta 2021 uudistuvassa jätelaissa betonimurske poistuu jätestatuksen alaisuudesta tuotteeksi. Tämä muuttaa täysin toimintatapaa. Sinänsä kolmannen osapuolen kanssa tapahtuva yhteistyösopimus tulisi olemaan samanlainen kuin ensimmäisessä toimintasuunnitelmassa, mutta koska betonimurske ei olisi enää jätettä, niin sen käyttö täyttötoissa helpottuisi merkittävästi. Toisin sanoen betonimursketta voisi tämän jälkeen käyttää ilman minkäänlaisia lupakäytäntöjä samalla tavalla kuin pilaantumattomia maamassoja. Se helpottaisi käyttöä varsinkin pienemmillä ja lyhytkestoisemmilla verkkotyömailla, jossa MARA-asetuksen kanssa toimiminen ei olisi mielekäästä. Tämä toimintasuunnitelma tulisi olemaan myös ensisijainen toimintasuunnitelma riippuen uuden jätelain lopullisesta sisällöstä.

## 7.2 Asfalttimurske

Asfalttijäte hyödynnetään ensisijaisesti uusioasfalttina yhteistyökumppanin valmistamana pintamassoissa RC50-massana ja pohjamassoissa RC70-massana Helen Oy:n verkkotyömailla. Kolmannen osapuolen asfalttiyritys vastaa uusioasfaltin laatuvaatimuksista. Käytännössä uusioasfalttia käytetään jo nykyiselläänkin niin paljon kuin mahdollista, ja asfalttien kierrätysaste on jo nykyisellään käytännössä 100 %. Kaikki asfalttipalat, joita työmailta syntyy, kierrätetään lopulta ja sekoitetaan RC-massoihin. Tulevissa vuosiurakkasopimuksissa tullaan maarakennusurakoitsijoilta velvoittamaan uuden asfaltin pohjamassoissa RC70-massaa ja pintamassoissa RC50-massaa aina kun se on mahdollista.

Suurimpana muutoksena jatkossa tulee olemaan asfalttiliikkeiden yhteistyössä kehitteillä oleva laskentatyökalu, jonka olisi tarkoitus valmistua vuoden 2022 alussa [20]. Tällä laskentatyökalulla pystytään laskemaan asfaltointitöiden ympäristövaikutuksia, ja sen kautta saadut tilastot ympäristövaikutuksista ja asfaltin uusiokäytöstä Helen Oy:n asfaltointitöissä tulee olemaan vaatimuksena tulevaisissa vuosiurakkasopimuksissa.

Tarpeen vaatiessa asfalttimursketta voidaan käyttää myös työmaan täyttötöissä maksimissaan 1 000 tonnia per työkohde. Tämä tarvitsee kuitenkin MARA-luvat sekä tulee täyttää MARA-asetuksen vaatimukset [15]. Asfalttimurskeen käyttö täyttötöissä ei ole myöskään mielekästä, koska asfalttimurske voidaan käyttää asfalttiasemilla kokonaisuudessaan uusiokäyttöön.

### 7.3 Maamassat

Urakoitsijoilta vaaditaan tulevassa urakkasopimuksessa mahdollisuutta maamassojen välppäykseen pienempään raekokoon, jolloin maamassojen käyttöä voidaan hyödyntää myös suojatäytöissä eli putkien ympärille tulevaan maakerrokseen, mikä voidaan havaita kuvassa 5. Tällä olisi merkittävä vaikutus maamassojen uusiokäyttöasteeseen. Maarakennusurakoitsijat arvioivat tällä toimintatavan muutoksella mahdollisuuden nostaa maamassojen uusiokäyttöasteen nykyisestä 30 prosentista jopa 60 prosenttiin. Tällöin pitää kuitenkin varmistaa suojatäytön huolellinen toteutus ja mahdollinen suodatinkankaan käyttö jakavan kerroksen ja suojatäytön välillä.

Maamassojen raekokoa kasvatetaan Helen Oy:n verkkotyömailla suojatäytöissä nykyisestä 0–8 mm:stä 0–22 mm:iin, jolloin maarakennusurakoitsijat pystyvät pääsemään nykyisillä välppäyslaitteistoillaan tähän raekokoon ja maamassojen uusiokäyttöaste paranee. Tämän todettiin asiantuntijahaastattelussa olevan turvallista putkille eikä pitäisi aiheuttaa suojakuoren vaurioitumista [21; 22]. Tämä tuo myös kustannussäästöjä niin Helenille kuin maarakennusurakoitsijoille.

Jatkossa on myös mahdollista vaatia tulevissa vuosiurakkasopimuksissa parempia välppäyslaitteistoja eli maamassojen aineksen raekoon erotuslaitteistoja, joilla päästään vielä pienempiin raekokoihin ja mahdollistetaan näin maamassojen uusiokäyttö vieläkin tehokkaammin muissakin rakennekerroksissa.

Myös kantavan kerroksen raekoon kasvattamista 0–32 mm:stä 0–45 mm:iin pohdittiin, jolloin esimerkiksi tuotteistetun betonimurskeen käyttö olisi mahdollistunut. Asiantuntijoiden näkemys oli kuitenkin, että raekoko on liian suurta kaukolämpö- ja jäähdytyskaivannoissa käytettäväksi eikä sillä saada maata tarpeeksi kantavaksi [21; 22].

#### 7.4 Muu jäte

Muu kaukolämpötyömailla syntyvä jäte tulee aina pyrkiä kierrättämään asianmukaisesti olemassa olevien jätteenkierrätysmallien mukaisesti. Mahdollisuuksien mukaan syntyneitä jätteitä pyritään uusiokäyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Muiden pienempien jätteiden kierrätys on jo nykyisellään hyvällä mallilla. [14.]

Tulevaisuudessa biopolttolaitokselta syntyvä leijupetihiekan käyttömahdollisuus selvitetään tarkemmin, kun päästään analysoimaan sen koostumus ja tunnetaan paremmin sen laatu, ominaisuudet ja soveltuvuus kaukolämpö- ja jäähdytyskaivantoihin.

### 8 Uusittu toimintamalli ja hankintakriteerit tulevaisuudessa

Uusitun toimintamallin toteutuksen suurimmat haasteet ovat uusiomateriaalien käyttömahdollisuudet kustannustehokkaasti ja lainsäädännön puitteissa. Tämän vuoksi toimintamalli on mahdollisimman selkeä ja helppo toteuttaa nykyisen toimintamallin jatkoksi. Toimintamalli on sovitettu niin, että urakoitsijat voivat toimia nykyisellä sopimuksella, kuitenkin niin, että uusiomateriaalien hyötykäyttöä voidaan lisätä jatkossa tulevissa vuosiurakkasopimuksissa.

Toimintamalli rakentuu kolmen suurimman verkkomaalla syntyvän jättemateriaalin ympärille eli maamassoihin, betonijätteeseen ja asfalttijätteeseen. Toimintamalli antaa selkeät ohjeet näiden jätteiden käsittelemiseen ja niiden uusiokäyttöön Helen Oy:n verkkotyömailla.

Nykyisellään Helenin verkkotyömailla rakennustöistä syntyy jätettä vuosittain arviolta noin 210 000 tonnia taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Helen Oy:n verkkotyömaiden jätemäärä, toimintamallin avulla säävutettava materiaalien uusiokäytön määrä ja uusi uusiokäyttöprosentti.

Jäte	Määrä	Uusiokäyttö	Uusiokäyttöprosentti
Asfalttijäte	40 000 tonnia	40 000 tonnia	74 %
Betonijäte	14 600 tonnia	14 600 tonnia	
Maamassat	154 000 tonnia	100 000 tonnia	

Tästä määrästä nykyisellään uusiokäytetään noin 25 prosenttia eli noin 50 000 tonnia. Maarakennusurakoitsijoiden haastatteluista kävi ilmi, että maamassoja voidaan nykyisellä toimintamallilla käyttää parhaimmillaan vain 30 prosenttia. Uudessa toimintamallissa tämä on huomioitu ja tehtävillä muutoksilla maarakennusurakoitsijat arvioivat maamassojen uusiokäyttöprosentin nousevan jopa 60 prosenttiin. Tämä tarkoittaa maamassojen uusiokäytön painomäärällisesti nousevan jopa 100 000 tonniin.

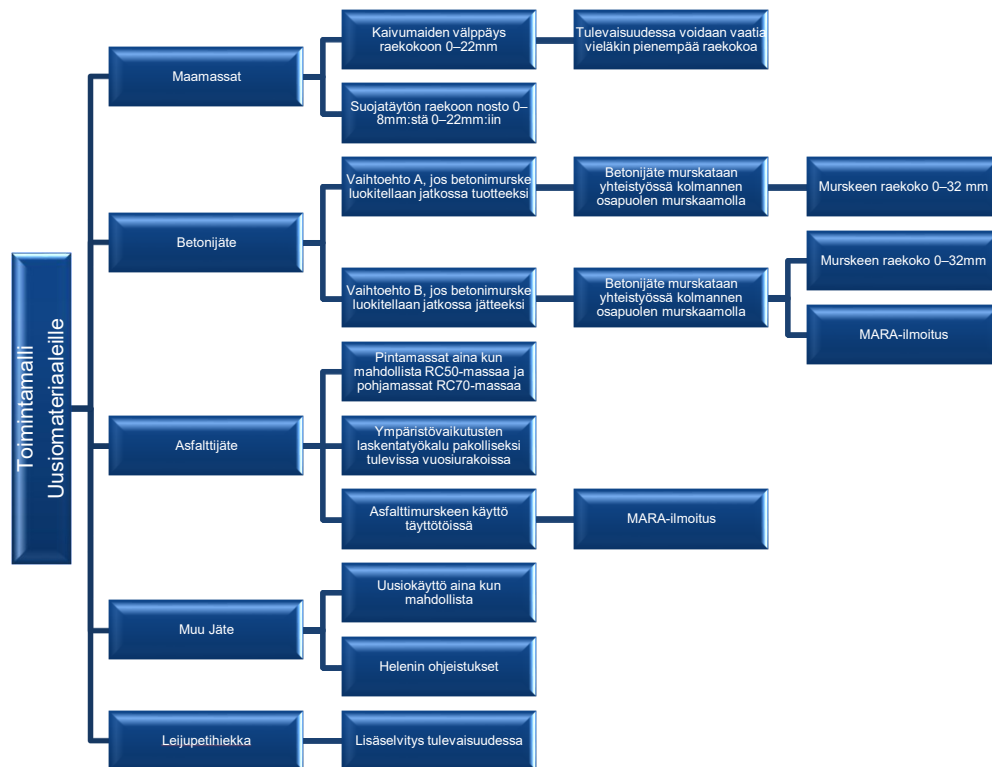
Asfalttijätteen uusi tilastointityökalu mahdollistaa uusiokäytetyn asfaltin tilastoinnin, jolloin tuotettu asfalttijäte voidaan merkitä Helen Oy:n järjestelmiin ilman

jätestatusta. Tämä tarkoittaa toisin sanoen sitä, että kaikki 40 000 tonnia nykyisellään syntyvää asfalttijätettä voidaan jatkossa lukea uusiokäytetyksi.

Betonijätteen toimintamallissa syntyvä betonijäte viedään kolmannen osapuolen murskattavaksi. Takaisin saadaan sama painomäärä betonimursketta, joka käytetään täyttötöissä. Näin voidaan uusiokäyttää kaikki 14 600 tonnia betonijätettä.

Uudella toimintamallilla voidaan siis parhaimmassa tapauksessa käyttää jopa 150 000 tonnia työmailta syntyviä jätteitä uusiomateriaalina. Tämä tarkoittaisi noin 74 prosentin uusiokäyttöastetta, joka myös näin saavuttaisi Helen Oy:n sekä valtakunnallisen jätesuunnitelman mukaisen 70 prosentin uusiokäyttöasteen vuoteen 2023 mennessä verkkotyömailla.

Kuvassa 6 on esitetty selkeyttävänä kaaviona toimintamalli uusiomateriaalin hyötykäyttöön verkkotyömailla. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi hankintakriteerit tulevaisuudessa verkkotyömailla uuden toimintamallin mukaisesti.



Kuva 6. Toimintamalli Helen Oy:n verkkotyömailla syntyvien jätteiden uusiokäyttöön.

## 8.1 Rakennustekniset työt

Rakennustekniset työt sisältävät maarakennusurakoitsijan erilaisia rakennustöitä verkkotyömailla. Uusiomateriaalien käyttö tulee huomioida omissa yksikköhinnoinnissa tulevissa vuosiurakoissa, jolloin saadaan eroteltua hinnastot ja tilastoitua uusiomateriaalit ja neitseelliset materiaalit.

### 8.1.1 Kaivu- ja täyttötöyt

Kaivutöistä syntyvät massat tulee välpätä ja käyttää täyttötöissä samalla työmaalla mahdollisimman tehokkaasti. Tämän mahdollistamiseksi Helen Oy nostaa suojatäytön raekokoa nykyisestä 0–8 mm:stä 0–22 mm:iin. Tulevissa vuosiurakkasopimuksissa voidaan vaatia myös maarakennusurakoitsijoilta välppäystä vieläkin pienempiin raekokoihin, jolloin kaivumaiden hyötykäyttö olisi

vieläkin tehokkaampaa, mahdollistaen maamassojen käytön myös tukikerroksessa.

### 8.1.2 Betonityöt

Vanhan betonin purkamisesta syntyvä betonijäte tulee viedä kolmannen osapuolen murskaamolle, josta saadaan vastineeksi sama painomäärä tuotteistettua betonimursketta työmaalle täyttötöihin. Betonimurskeelle tulee omat yksikköhintansa ja niiden käyttöä seurataan sekä tilastoidaan.

### 8.1.3 Päälystystyöt

Päälystystyöt tulee tehdä RC50- ja RC70-massoilla aina kun mahdollista. Tulevissa vuosiurakkasopimuksissa tullaan vaatimaan myös vuoden 2022 aikana valmistuva laskentatyökalu asfalttitoiden ympäristövaikutuksista, jolla Helen Oy voi tilastoida ympäristövaikutuksia ja uusiokäyttöastetta, ja näin todeta asfalttijätteen päätyvän uusiokäyttöön.

## 8.2 Putkitekniset työt

Uusi toimintamalli ei vaikuta putkiteknisten töiden tekoon. Tulevaisuudessa tulee kuitenkin tarkastella uusiomateriaalien vaikutusta kaukolämpö- ja jäädytysjohtojen kuoriin, kun tällaista maa-aluetta avataan.

## 8.3 Kalustovaatimukset ja materiaalihankinnat

Tulevissa vuosiurakkasopimuksissa vaaditaan maarakennusurakoitsijoilta välppäyslaitteistoa, jolla voidaan välpätä jopa 0–8 mm:n raekokoa.

Tulevissa vuosiurakkasopimuksissa voidaan vaatia työkoneilta ja kulkuvälineiltä määrättyillä työmailla vähäpäästöisiä tai päästöttömiä ratkaisuja. Tästä on myös käynnistymässä neuvottelut Helsingin kaupungin kanssa kesällä 2021, jossa käydään läpi Helsingin ja Helen Oy:n välinen Green Deal -sopimus.

Helen Oy voi vaatia tulevissa vuosiurakkasopimuksissa materiaalihankintoja, jotka edistävät uusiokäyttöä verkon työmailla.

## 9 Yhteenveto

Insinööriyön tavoite oli kehittää uusiomateriaalin hyödyntämisen toimintamalli kaukolämpö- ja jäähdytysverkkotyömailla. Työn suurimpina haasteina oli luoda ja löytää toimintamalli, jossa uusiomateriaalien käyttöastetta saadaan nostettua kustannustehokkaasti sekä kaikkien säädösten ja lakien mukaisesti. Aihe oli myös hyvin laaja-alainen, ja se oli tärkeä saada rajattua tarpeeksi selkeäksi ja yksinkertaiseksi, jotta toimintamalli olisi realistisesti mahdollista toteuttaa verkko-työmailla.

Tässä insinööriyössä ei huomioitu kuljetuksista aiheutuvia päästöjä eikä muita Helen Oy:n hiilineutraaliutta ajavia tavoitteita, mitkä saattavat vaikuttaa päätöksiin toimintamallin osalta. Myös vuoden 2021 aikana uudistuva jätelaki saattaa muuttaa toimintamallia tulevaisuudessa riippuen uuden jätelain sisällöstä.

Työssä saatiin kuitenkin luotua menestyksekkäästi uusi toimintamalli uusiomateriaalien hyödyntämiseksi. Uusi toimintamalli pääsi laskennallisesti tavoitteen seensa mahdollistaen Helenin asettaman tavoitteen 70 painoprosentin uusiomateriaalin käytössä. Uusi toimintamallin on suuri muutos vanhaan ja mahdollistaa tehokkaammin uusiomateriaalien käytön sekä antaa selkeän linjan tulevaisuudessa vieläkin tehokkaampaa materiaalien uusiokäyttöä kohti.

## Lähteet

- 1 Sottinen, Niko-Patrik. 2020. Uusiomateriaalit kaukolämpö- ja jäähdytysverkkotyömailla. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 2 Työmaaopas. 2016. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.
- 3 Kaivetut maa-ainekset. 2015. Maa-aines muistio. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto.
- 4 Ruokamo, Enni; Savolainen, Hannu; Seppälä, Jyri; Sironen, Susanna, Räisänen, Milja, Auvinen, Ari-Pekka & Antikainen, Riina. 2021. Kiertotalous vähähiilisyiden edistäjänä ja luonnon monimuotoisuuden turvaajana. Ympäristöministeriön julkaisuja. Helsinki: Ympäristöministeriö
- 5 Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä? 2015. Verkkoaineisto. Euroopan Parlamentti. <<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>>. Päivitetty 22.12.2020. Luettu 18.5.2021.
- 6 Lehtinen, Antti. 2020. Uusi käsikirja tarjoaa Suomen kiertotalouden tiekartan opit kaikkien maiden käyttöön. Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/uutiset/uusi-kasikirja-tarjoaa-suomen-kiertotalouden-tiekartan-opit-kaikkien-maiden-kayttoon/>>. Julkaistu 29.9.2020. Luettu 28.4.2021.
- 7 Mitä uusiomaarakentaminen on? Verkkoaineisto. Motiva. <<https://www.uusiomaarakentaminen.fi/mit%C3%A4-uusiomaarakentaminen>>. Luettu 29.3.2021.
- 8 Forsman, Juha; Dettenborn, Taavi; Suikkanen, Tuomas; Harju, Ilari, Järkkä, Heidi, Kivimäki, Juha, Teittinen, Tuuli; Koivulahti, Marjo & Lahtinen, Pentti. 2020. Uusiomateriaalit kaupunkien infrarakentamisessa- käsikirja. Espoo: Ramboll Finland Oy
- 9 Loukola-Ruskeeniemi K, Lonka H, Ehrukainen E, Gustafsson J, Honkanen M, Härmä P 2015. Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 54.
- 10 Laaksonen, Johanna; Merilehto, Kirsi; Pietarinen, Anna & Salmenperä, Hanna. 2017. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 11 Jätelaki. 2011. 646/2011.
- 12 Jätelain uudistus etenee – erilliskeräyksen laajeneminen vauhdittaa kiertotaloutta. 2020. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://valtioneuvosto.fi/>>

/1410903/jatelain-uudistus-etenee-erilliskerayksen-laajeneminen-vauhdittaa-kiertotaloutta>. Julkaistu 30.11.2020. Luettu 5.5.2021.

- 13 Ympäristönsuojelulaki. 2014. 527/2014.
- 14 Ympäristölupa. Verkkoaineisto. Aluehallintavirasto. <<https://www.suomi.fi/palvelut/ymparistolupa-aluehallintovirasto/15e40405-388f-49f4-a960-a7efe53fc777>>. Päivitetty 12.12.2020. Luettu 5.5.2021.
- 15 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. 2017. 843/2017.
- 16 Työnjohtaja. Kaukolämmön maarakennusurakoitsija. Helsinki. Puhelinhaastattelu 23.4.2021.
- 17 Uusioasfaltti. 2012. Esite. Pohjoismaiden tie- ja liikennefoorumi. Saatavilla <<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/uusioasfalttiesite.pdf>>. Luettu 29.4.2021.
- 18 MARA-asetuksen soveltamisohje. 2019. Ympäristöministeriö.
- 19 Kaukolämpökaivannon täyttöohje. Sisäinen dokumentti. Helen Oy.
- 20 Työnjohtaja. Asfalttiurakoitsija. Helsinki. Puhelinhaastattelu 21.4.2021.
- 21 Mäkinen, Marko. 2021. Ryhmäpäällikkö. Helsinki. Puhelinhaastattelu 21.4.2021.
- 22 Kainulainen, Jarkko. 2021. Projektivalvoja. Helsinki. Puhelinhaastattelu 21.4.2021.