



## Tiivistelmä

Tekijä Nurminen, Kati	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK	Valmistumisaika 2022
	Sivumäärä 77	Liitesivuja 4
Työn nimi <b>Tiemerkintöjen ympäristövaikutukset kaupunkitekniikan ylläpidossa</b> Toimittajien sitouttaminen vähäpäästöisempiin raaka-aineisiin		
Tutkinto Insinööri (YAMK), Kestävä kaupunkiympäristö		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Mika Honkasalo, tuotantopäällikkö, Rakentamispalveluliikelaitos Stara		
Tiivistelmä <p>Tiemerkintöihin liittyvät ympäristövaikutukset ovat sekä suoria että välillisiä. Tiemerkintämateriaalien raaka-aineet ja niiden tuotevaiheet kattavat ison osan päästömäärästä. Päästöjen pienentäminen vaatii yhteisiä tavoitteita alan toimijoiden kesken, kuten päästövähennystavoitteiden määrittelyä ja kestävien hankintojen kehittämistä.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on tehty Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staran Kaupunkitekniikan ylläpitoyksikölle, jonka toimiala on yleisten alueiden ylläpito Helsingissä. Työ käsittelee Starassa tiemerkintämassalla tehtävien tiemerkintöjen aiheuttamia ympäristövaikutuksia, kuten mikromuovipäästöjä, Helsingin kaupungin alueella. Opinnäytetyössä otetaan kantaa myös kestävien julkisten hankintojen ympäristövastuuseen sekä toimittajien sitouttamiseen vähäpäästöisempien raaka-aineiden käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisen kehittämistoimintana, jossa päämääränä tutkimisen lisäksi on myös toiminnan samanaikainen kehittäminen. Tutkimuksessa tuotettu uusi tieto ja tulokset tullaan hyödyntämään työelämän kehittämistoiminnassa parantamalla ja uudistamalla palveluita, prosesseja, työmenetelmiä ja tuotteita.</p>		
Asiasanat ympäristövaikutus, tiemerkinnät, mikromuovit		

## Abstract

Author	Type of Publication	Published
Nurminen, Kati	Thesis, UAS	2022
	Number of Pages	Page of appendices
	77	4
Title of Publication		
<b>Environmental impacts of road markings in the maintenance of city engineering</b>		
Commitment of suppliers to lower-emission raw materials		
Name of Degree		
Master of Engineering, Urban sustainability		
Name, title and organization of the client		
Mika Honkasalo, production manager, Helsinki City Construction Services, Stara		
Abstract		
<p>The environmental impacts associated with road markings are both direct and indirect. The raw materials for road marking materials and their product stages cover a large part of the emissions. Reducing emissions requires common goals among industry players, such as setting emission reduction targets and developing the sustainability of procurement.</p> <p>This thesis has been carried out for the construction service company Stara, the city technology maintenance unit of the City of Helsinki, whose field of activity is the maintenance of public areas in Helsinki. The work deals with the environmental impacts, such as microplastic emissions, caused by the thermoplastic road markings systems in Stara, in the Helsinki city area. The thesis also deals with the environmental responsibility of sustainable public procurement and the commitment of suppliers to the use of lower-emission raw materials.</p> <p>The thesis was carried out as a research development activity, in which the goal is not only research, but also simultaneously develop activities. The new information and results produced in the research will be utilised in the development of the working environment by improving and renewing services, processes, working methods and products.</p>		
Keywords		
environmental impact, road markings, microplastics		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Opinnäytetyön lähtökohdat .....	3
2.1	Tutkimus- ja kehittämishankkeen tausta .....	3
2.2	Tutkimus- ja kehittämishankkeen tavoite ja tarkoitus.....	4
2.3	Tutkimusmenetelmät ja aineisto.....	6
3	Rakentamispalveluliikelaitos Stara.....	8
3.1	Kaupunkitekniikan ylläpito.....	9
3.1.1	Rakenteellinen kunnossapito .....	10
4	Tiemarkinnät ja niiden kuntoluokat.....	12
4.1	Periaatteet ja linjaukset.....	13
4.2	Tiemarkintöjen mitoitus .....	15
4.3	Tiemarkintämateriaalit ja niiden laatuvaatimukset.....	15
4.4	Tiemarkintämenetelmät .....	16
5	Tiemarkintöjen ympäristövaikutukset .....	18
5.1	Mikromuovit .....	19
5.2	Liikenteen aiheuttamat mikromuovipäästöt .....	21
5.3	Tiemarkinnoista aiheutuvat mikromuovipäästöt.....	25
5.4	Tiemarkinnoista aiheutuvat CO <sub>2</sub> -päästöt.....	27
5.5	Väyläviraston selvityksen tuloksia.....	27
5.6	Hulevesien hallinnan ratkaisut .....	30
5.6.1	Helsingin Taivallahden pilottihanke.....	31
5.6.2	Pilottihankkeen tuloksia .....	33
5.6.3	Arvioita pilottihankkeesta .....	34
6	Tiemarkintätyöt massalla 2019–2021.....	36
6.1	Tiemarkintätöiden työselostus.....	39
6.2	Tiemarkintätöiden tekeminen.....	40
6.3	Urakkadata .....	41
6.3.1	Massamerkintöjen alueellinen kuormittavuus.....	44
6.3.2	CO <sub>2</sub> -päästöjen tunnistaminen ja vähentämisspyrkimykset.....	45
7	Kestävät julkiset hankinnat .....	47
7.1	Julkiset hankinnat .....	47
7.2	Kestävät hankinnat ja niiden ulottuvuudet.....	48
7.2.1	Ympäristövastuu.....	49
7.2.2	Sosiaalinen vastuu.....	49

7.2.3	Taloudellinen vastuu.....	50
7.3	Ympäristönäkökulmien huomioiminen julkisissa hankinnoissa .....	50
7.4	HILMI-hanke .....	53
7.5	Ohjauseinoja ympäristövaikutusten pienentämiseksi.....	54
7.5.1	Ryhmä A.....	55
7.5.2	Ryhmä B.....	55
7.5.3	Ryhmät C – E .....	55
7.6	HILMI-hankkeen toimenpidesuositukset.....	56
7.6.1	Muutokset hankintalakiin (1397/2016).....	56
7.6.2	Tuote- ja sektorikohtaiset ympäristövaatimukset.....	57
7.6.3	Tuotepolitiikan muut ohjauseinot.....	58
7.6.4	Mittaaminen .....	58
7.6.5	Tuotekohtaisten vaatimusten asettaminen.....	59
7.6.6	HILMI-hankkeen yhteenveto .....	59
7.7	Kansallinen hankinta tiemerkitämissä .....	61
7.7.1	Markkinakartoitus.....	62
7.7.2	Geveko Markings.....	63
7.7.3	Markkinakartoituksen vaikuttavuuden arviointi .....	65
7.7.4	Hankintaprosessi .....	68
7.7.5	Biopohjaisen hartsin radiohiilianalyysiselvitys .....	69
8	Sitoutuva ympäristöjohtajuus .....	72
9	Johtopäätökset ja pohdinta .....	74
	Lähteet.....	78

## Liitteet

Liite 1. Pöytäkirja

Liite 2. Katujen rakenteellisen kunnossapidon aluejakokartta

## 1 Johdanto

Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staran strategisten tavoitteiden toteuttamisen kehittämisessä yhdeksi tulevaisuuden menestystekijäksi on kirjattu toiminnan innovatiivinen edistäminen. Tähän haluttuun tahtotilaan pääsemisen keinoja ja menetelmiä ovat muun muassa uusien teknologioiden, merellisen Helsingin, ympäristöarvojen ja cleantechin hyödyntämisen mahdollisuudet. (Capful Oy 2019.)

Stara on vastuullinen, luotettava ja sitoutunut kaupungin oma palveluntuottaja ja sen tavoitteena on toteuttaa yhä parempia palveluita niin asukkaiden, asiakkaiden kuin ympäristönkin hyväksi. Stara myötävaikuttaa toiminnallaan Helsingin kaupungin strategiaohjelman ja ympäristöpolitiikan tavoitteiden toteuttamista ja on vahvasti mukana tukemassa luonnon-, veden- ja maaperänsuojelua sekä energiansäästöön liittyviä tavoitteita. Näiden lisäksi Stara on asettanut myös omia ympäristötavoitteita muun muassa Ekokompassi-ympäristöjärjestelmään sekä ekotukitoimintaan liittyen. (Stara 2021.)

Helsingin kaupunki on yhteistyössä Turun kaupungin kanssa koordinoitunut vuodesta 2007 alkaen Itämeren suojelutoimintaa yhteisen Itämerihaaste-kumppanuusverkoston avulla. Helsinki on toiminut alustana, kun on etsitty uusia, kestäviä ja innovatiivisia ratkaisuja meren muoviroskaongelmaan. Itämereen huuhtoutuu erilaista roskaa, esimerkiksi mikromuoveja sekä muita epäpuhtauksia, etenkin hulevesien mukana koviilta pinnoilta, kuten ajoteiltä ja kaduilta. Tieliikenteen on todettukin olevan merkittävin mikromuovin lähde Suomessa. (Almqvist 2021.)

Starassa tehtäviin kunnossapitotöihin kuuluvat olennaisesti tiemerkinnot. Kunnossapidossa tiemerkinnot tehdään maalilla tai massalla sekä omana työnä, että yksityisiä urakoitsijoita käyttämällä. Merkinnoissa käytetään pääsääntöisesti liuotin- tai vesipohjaisia tiemerkinnotmaaleja ja termoplastisia tiemerkinnotmassoja, joiden pääasialliset sideaineet ovat hartsit ja erilaiset polymeerit. Linjamerkinnot tehdään yleensä liikkuvilla koneilla, mutta pienempiä merkinnotteja tehdään myös paikoittain edelleen käsityönä. Tiemerkinnottejen mahdollisia ympäristövaikutuksia, kuten mikromuovien osuutta, ei ole organisaatiossamme aiemmin tutkittu, joten aiheena se on hyvin ajankohtainen ja tarpeellinen.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä Starassa tiemerkinnotmassalla tehtävien tiemerkinnottejen aiheuttamiin mikromuovipäästöihin Helsingin kaupungin alueella. Konkreettisenä lopputuloksena on muodostaa käsitys siitä, miten päästöjä voidaan mahdollisesti pienentää, tiemerkinnottejen kulutuskestävyyttä kasvattaa ja ylläpitotarvetta vähentää. Opinnäytetyössä otetaan kantaa myös kestävien julkisten hankintojen ympäristövastuuseen sekä toimittajien sitouttamiseen vähäpäästöisempien raaka-aineiden käyttöön.

Opinnäytetyössä käytettävä tutkimusmenetelmä on tutkiva kehittämistoiminta, jossa päämääränä tutkimisen lisäksi on myös toiminnan samanaikainen kehittäminen. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta jää siten työelämän kehittämistoiminnan ja tutkimuksen välimaastoon, yhdistämällä konkreettisen kehittämistoiminnan ja tutkimuksellisen lähestymistavan.

Opinnäytetyötä varten on haastateltu kunnossapidon tuotantopäälliköitä sekä vastaavia työnjohtajia ja muita asiaan liittyviä henkilöitä. Tiemerikintäurakoitsijalta on pyydetty dataa, jonka avulla kerättiin tietoja heidän kolmivuotisen urakkansa aikaisesta materiaalinkulutuksesta. Itse toimin rakenteellisessa kunnossapidossa ympäristöinsinöörinä, joten oma asiantuntijuuteni vaikuttaa myös työn näkökulmaan ja lopputulokseen.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Staran Kaupunkitekniikan ylläpito-osaston alaisuudessa toimiva rakenteellinen kunnossapito.

Työni keskeiset käsitteet ovat muun muassa tiemerikinnät, tiemerikintämassat, mikromuovi, ympäristövastuu, kestävät julkiset hankinnat ja organisaation tutkimuksellinen kehittäminen.

## 2 Opinnäytetyön lähtökohdat

### 2.1 Tutkimus- ja kehittämishankkeen tausta

Liikenne aiheuttaa sekä ilmasto- että mikromuovipäästöjä. Päästöjen lähteinä ovat erityisesti auton renkaiden, mutta myös tiemerkintöjen, kuluminen. (Winquist 2020.) Asiaan on alettu kiinnittämään enenevässä määrin huomiota viime vuosien aikana ja tutkimuksia on aiheesta tehty useita niin koti- kuin ulkomaillakin. Tässä opinnäytetyön tutkimus- ja kehittämishankkeen taustoittamisessa nostan esiin niin suomalaisia kuin kansainvälisiäkin tutkimuksia, julkaisuja ja sivustoja, jotka käsittelevät mikromuovipäästöjä ja tiemerkintöjä.

Ensimmäinen Suomessa tehty tutkielma, jossa selvitettiin sisältääkö kaupunkialueelta kerätty lumi mikromuoveja, oli Kaisa Pikkaraisen vuonna 2017 julkaistu Pro gradu, Puhdas kuin lumi? Lumi mikromuovien ja muun roskan reittinä kaupunkialueelta mereen. Lumen sisältämien roskien tutkimiseksi luminäytteitä kerättiin kolmelta erilaiselta kaupunkialueelta Helsingissä helmikuussa 2016. (Pikkarainen 2017, 28.)

Tutkielmassaan Pikkarainen totesi, että kaupunkialueelta kerätyssä lumessa yleisimpiä mikromuoveja olivat tiemerkintämaali- ja muovipartikkelit. Tiealueilta kerätyissä luminäytteissä lukumäärältään selvästi yleisimpiä mikromuoveja olivat puolestaan tiemaalipartikkelit. Hakaniemen torilta kerätyssä lumessa noin puolet mikromuoveista oli muovipartikkeleita ja lähes puolet tiemaalipartikkeleita. Suurin osa lumen sisältämistä mikromuoveista oli erilaisia fragmentteja. Kuten aiemmin tehdyissä mikromuovitutkimuksissa, myös lumessa yleisimpiä pienten muovipartikkelien materiaaleja olivat polyeteeni ja polypropeeni. Pikkaraisen tutkimuksessa lumen sisältämien roskien lähteiksi arvioitiin asfalttipäälysteiden, tiemerkintöjen, autonrenkaiden, muovituotteiden ja mahdollisesti puu- ja metallituotteiden ja erilaisen tekstiilien kulumisen. (Pikkarainen 2017, 52–63.)

Suomen kuntatekniikan yhdistyksen (SKTY) historia alkaa vuodesta 1926 ja jo vuodesta 1967 lähtien se on julkaissut kadun suunnittelun ohjeita alan ammattilaisille ja asiantuntijoille. Tänä päivänä SKTY:n Katu2020-sivuston ohjeet toimivatkin hyvänä käsikirjana katusuunnittelijoille ja -rakentajille sekä oppimateriaalina alan opiskelijoille eri koulutustasoilla. (Suomen kuntatekniikan yhdistys SKTY 2020.)

Katu2020-sivustolta löytyy Ympäristön huomioonottaminen -luku, jossa annetaan ohjeistusta myös mikro- ja makromuoveihin liittyen. Päästölähteisiin viitattaessa, artikkelin kirjoittaja Olli Hakala toteaa, että Pohjoismaissa ja Euroopassa on tehty jo laskennallisia arvioita mikroroskien päästölähteistä. Näissä selvityksissä autonrenkaista ja tiemerkinnöistä irtoava mikromuovi- ja kumigradientti on arvioitu yhdeksi suurimmista sekundaaristen päästöjen



lähteistä. Niiden pääasiallisiksi reiteiksi vesistöihin on arvioitu olevan hulevedet ja ilmakulkeuma. Potentiaalisiksi hallintakeinoiksi erilaisille mikromuovipäästöille nostetaan esiin muun muassa kehittyneemmät päällysteet ja hulevesien laadullinen hallinta. (Hakala 2020.)

Väyläviraston vuonna 2020 julkaisu CO<sub>2</sub>-päästömuuttujat ja mikromuovit tiemerkinnoissä oli Suomessa ensimmäinen tutkimus, jonka avulla pyrittiin määrittämään tiemerkinnojen kokonaispäästöjen suuruusluokkaa vuositason ja niiden jakautumista eri tiemerkinnojen prosessien kesken (Linnakoski, Juurikka, Kirjavainen & Hakala 2020, 13–15).

Laajempia pohjoismaisia tutkimuksia, joissa tieliikenteen aiheuttamaa renkaiden ja teiden kulumista sekä niiden vaikutuksia mikromuovipäästöihin käsiteltiin, olivat samana vuonna Ruotsin valtion tie- ja kuljetustutkimusinstituutti VTI:n julkaisema raportti Microplastics from tyre and road wear sekä Norjan vesitutkimuslaitos NIVA:n tutkimus Microplastics in road dust – characteristics, pathways and measures.

Suomen maa- ja metsätalousministeriön alainen Luonnonvarakeskus (Luke) osallistui puolestaan kolmevuotiseen Fanplastic-sea-hankkeeseen, jota veti Sweden Water Research. Hankkeen kaksi päätavoitetta olivat eri puolilta Itämeren valuma-alueita otetut ympäristönäytteet, joista määritettiin mikromuovipitoisuuksia, sekä pilotoinnit, joilla pyrittiin vähentämään mikromuovien päätymistä mereen.

Hankkeen lisäksi Luke teki taustaselvityksiä; Traffic microplastic – solutions to mitigate the problem sekä Existing and emerging technologies for microplastics removal, joista julkaistiin raportit vuonna 2021.

Harri Linnankosken, Jouni Juurikan, Jukka Kirjavaisen ja Eino-Matti Hakalan tutkimus oli kuitenkin se, joka vaikutti suuresti siihen, että Staran Kaupunkitekniikan ylläpidossa päätettiin toteuttaa oma tutkimus aiheen ympäriltä. Väyläviraston tutkimuksesta poiketen Staran selvitys kohdistettiin valtion ylläpitämien maanteiden sijaan Helsingin kaupungin ylläpitämään katuverkostoon, alueille, joille Staran tiemerkinnoitaikin tehdään.

## 2.2 Tutkimus- ja kehittämishankkeen tavoite ja tarkoitus

Tutkimuksen lähtökohtana on pidettävä tutkimusongelmaa. Aluksi on täsmennettävä tutkimusongelman pääkohdat, sen jälkeen on määriteltävä ne kysymykset, joihin halutaan saada vastaus, tutkittava kuinka paljon aikaisempaa tutkimustietoa aiheesta löytyy ja miten näitä aineistoja voidaan omassa tutkimustyössä hyödyntää. (Jyväskylän yliopisto 2021.)

Omassa tutkimus- ja kehittämishankkeessani pyritään vastaamaan kysymyksiin,

- aiheuttaako massalla tehtävien tiemerkintöjen tekeminen Staran kaupunkitekniikan ylläpidossa mikromuovipäästöjä,
- onko kyseisiä tiemerkintöjen ympäristövaikutuksia helppoa todentaa,
- kuinka paljon niitä kauden aikana arviolta muodostuu sekä
- miten päästöjen määrään on mahdollista tulevaisuudessa vaikuttaa.

Tutkimushankkeen päätavoitteena on kartoittaa nykytilanne kaupunkitekniikan ylläpidon tiemerkintöjen massameneekin määrästä, minne materiaalia menee ja missä sitä kuluu eniten. Tarkoituksena on samalla tutkia syitä, miksi nopeaa kulumista tapahtuu. Ovatko syynä esimerkiksi suuret liikennemäärät vai kenties kadussa oleva rakenteellinen vika. Konkreettisenä lopputuloksena on muodostaa käsitys siitä, miten päästöjä voidaan mahdollisesti pienentää, tiemerkintöjen kulutuskestävyyttä kasvattaa ja ylläpitotarvetta vähentää. Samalla on tarkoitus vaikuttaa jatkossa kestävien julkisten hankintojen ympäristövastuun korostamiseen organisaation hankintaprosesseissa sekä sitouttaa hankintaan osallistuvat toimittajat vähäpäästöisempien ja sitä kautta ympäristöystävällisempien raaka-aineiden käyttöön.

Tutkimusasetelmaan kuuluu tutkimuksen taustoitus eli aiheeseen perehtyminen sekä tutkimuksen käytännön toteutus, eli tutkimussuunnitelma, toteutus ja raportointi. Tutkimusongelman asettaminen määrittää tutkimusasetelman, eli millaista aineistoa tarvitaan ja millä menetelmillä aineistoa analysoidaan.

Oma hankkeeni, tiemerkintöjen ympäristövaikutukset, on kehittämistyö, jossa käytetään tutkimuksellista otetta. Hanke on saanut alkunsa organisaation kehittämistarpeesta ja sen tarkoituksena on ratkaista käytännön huolta aiheuttava ongelma omassa työyksikössäni ja saada aikaan käytännön parannuksia tai uusia ratkaisuja työprosesseihin. Kehittämistyössä ei siis ole tarkoitus ainoastaan luonnehtia ja tulkita asioita, vaan siinä etsitään myös parempia vaihtoehtoisia toimia, joilla on mahdollista viedä asioita käytännössä eteenpäin. Tutkimuksellisinä menetelminä käytetään osallistavia kehittämismenetelmiä tai dokumenttiaineistoja ja niiden analyysijä.

Tässä opinnäytetyössä hankkeen vaiheet on kuvattu kehittämistyön prosessisyklin mukaisesti, eli ensin on kartoitettu nykytilanne ja tunnistettu kehittämistarve. Seuraavaksi on määritetty ja rajattu ongelma ja suunniteltu menetelmät tiedon hankkimiseksi, jonka jälkeen hankittu tieto on kerätty, tutkittu ja analysoitu. Lopuksi on tehty päätelmät ja valittu ratkaisu- / toimintamalli. Tämän jälkeen on luotu kyseinen malli, arvioitu ja viimeistelty se, sekä lopuksi toteutettu kehittämishanke ja arvioitu itse prosessi sekä sen vaikutukset.

## 2.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Kehittämishankkeen tutkimusote yhdistää määrällistä ja laadullista tutkimusta. Laadullinen tutkimus on alkupiste, kun etsitään uusia ongelmia ja mahdollisuuksia. Sen avulla pystyy tekemään syvällisempää tutkimusta myöhemmässä vaiheessa. Määrälliset tiedot antavat puolestaan mittaustuloksia hankkeelle, jotka vahvistavat kunkin ongelman tai mahdollisuu- den ja auttavat ymmärtämään sitä. (Tuomivaara 2005.)

Tutkimusmenetelmäksi valitsin tutkimuksellisen kehittämistoiminnan, jossa päämääränä tutkimisen lisäksi on myös toiminnan samanaikainen kehittäminen. Tutkimuksellinen kehittä- mistoiminta jää siten työelämän kehittämistoiminnan ja tutkimuksen välimaastoon, yhdis- tämällä konkreettisen kehittämistoiminnan ja tutkimuksellisen lähestymistavan. (Toikko & Rantanen 2009, 19.)

Työelämän kehittämistutkimusta ajatellen, tarkoitus on siis päästä kohti joustavaa, enna- koivaa ja oppivaa työyhteisöä. Tutkimuksessa tuotettu uusi tieto ja tulokset hyödynnetään työelämän kehittämistoiminnassa parantamalla ja uudistamalla palveluita, prosesseja, työ- menetelmiä ja tuotteita. Lisäksi tutkimustuloksia voidaan käyttää, kun kehitetään työelämän toimintatapoja tai toimintarakenteita. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2018, 17–20.)

Toiminnan kehittäminen ymmärretään jatkuvaksi prosessiksi, joka koskettaa työyhteisön jäseniä ja heidän jokapäiväistä toimintaansa. Tällöin se tarjoaa arkeen uudenlaista ymmär- rystä samalla kun se pyrkii lähestymistavallaan työelämän ammattikäytäntöjen kehittämi- seen. (Toikko & Rantanen 2009, 29–30.)

Tutkimuksen teoreettisen osan muodostaa kirjallisuuskatsaus tiemerkin- töjen ympäristövai- kutuksiin, mikromuoveihin, organisaation ympäristövastuuseen ja tutkimukselliseen kehittä- miseen sekä kestäviin julkisiin hankintoihin. Tämä luo viitekehyksen ja teoreettisen pohjan opinnäytetyölle. Aineistona kirjallisuuskatsaukseen käytetään muun muassa useita tieteel- lisiä artikkeleita, tutkimuksia ja raportteja sekä tutkimuskirjallisuutta aiheen ympäriltä. Do- kumenttianalyysin, eli kirjallisen aineiston analyysin tarkoituksena on syventyä aiheeseen ja lisätä sen avulla ymmärrystä sekä mahdollistaa uuden oppiminen viimeisimmän tutki- mustiedon tukemana.

Tutkimuksen empiirinen aineisto koostuu asiantuntijahaastatteluista sekä Staran tiemerkin- tämassaurakoitsijan toimittamasta datasta, jonka avulla kerättiin tietoja heidän materiaalin- kulutuksestaan. Tämän lisäksi urakoitsijalta pyydettiin tuotetiedot heidän käyttämistään ma- teriaaleista ja niiden valmistukseen käytettävistä raaka-aineista. Kyselytutkimuksen aineisto analysoitiin ja vastaukset koottiin taulukkomuotoon, joiden avulla tutkimustulokset saatiin selkeästi visualisoitua.

Stara käyttää kolmivuotisen puitesopimuskauden aikana yhtä massatiemerkitäurakoitsijaa ylläpito- ja kunnossapitotöissä. Tulosten avulla on kuitenkin mahdollista määrittää arvio tiemerkitöjen kokonaispäästöistä Staran kunnossapitämillä katu- ja tiealueilla. Tulosten perusteella voidaan nähdä, mihin tarkempi selvitystyö ja toimenpiteet kannattaa jatkossa kohdistaa.

Tutkimuksessa nostetaan esiin myös kaupunkitekniikan ylläpidon keväällä 2021 Cloudia sopimushallinnan kautta kilpailuttama ja käyttöönottava tavarahankinta; ympäristöystävällinen tiemerkitämässä. Cloudia on sähköinen tietojärjestelmä, joka auttaa kilpailutusten suunnittelussa, hallinnassa, ohjaamisessa ja seurannassa. Cloudia on työkalu, joka nopeuttaa ja yksinkertaistaa koko hankintaprosessin ja mahdollistaa kilpailutuksen elinkaaren reaaliaikaisen seurannan muun muassa vertailemalla lähetettyjä tarjouksia, jolloin päätöksenteko nopeutuu.

### 3 Rakentamispalveluliikelaitos Stara

Rakentamispalveluliikelaitos Stara on Helsingin kaupungin sisäinen palveluntuottaja. Kaupunkiorganisaation johtamisjärjestelmäuudistuksen myötä Starasta tuli 1.6.2017 alkaen liikelaitos, joka toimii suoraan kaupungin kansliapäällikön johtaman keskushallinnon alaisena. Rakentamispalveluliikelaitos Staraa johtaa toimitusjohtaja ja sen toimintaa ohjaa ja valvoo kaupunginhallituksen nimeämä viisihenkinen johtokunta. (Helsingin kaupunki 2020b; Helsingin kaupunki 2020c; Helsingin kaupunki 2021a.)

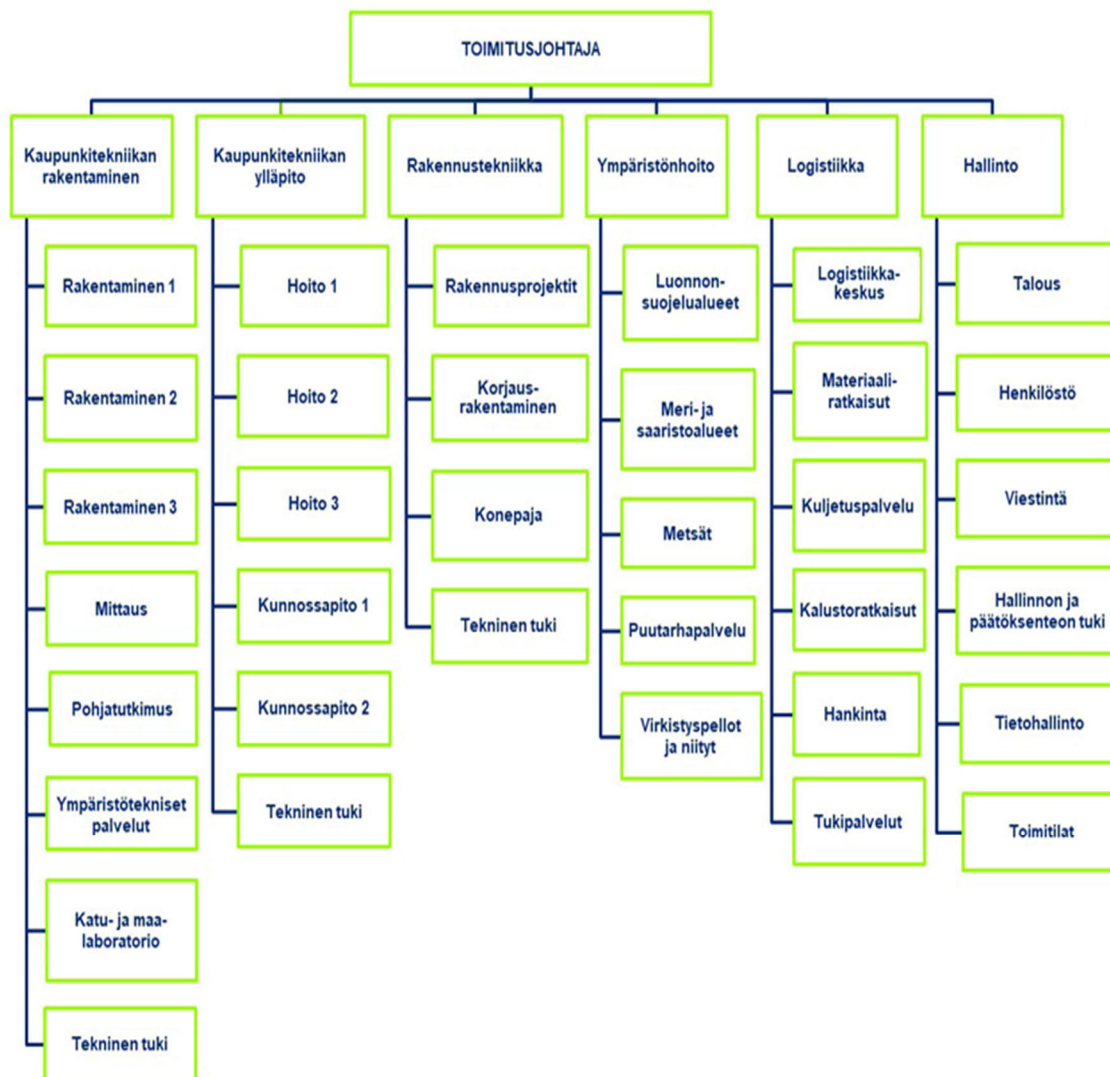
Helsingin kaupungin hallintosäännön neljännen luvun kolmannen pykälän toisen momentin mukaan Staran tehtävänä on huolehtia rakennusalan, ympäristönhoidon ja logistiikan asiantuntija-, tuotanto- ja ylläpitopalvelujen tuottamisesta kaupungille ja kaupunkikonsernin yhteisöille (Helsingin kaupunki 2021c, 13).

Tilaaaja-tuottajamallin mukaisesti Staran toimintaa määrittää Kaupunkiympäristön toimialan, KYMP, Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista vastaavan organisaation kanssa tehdyt keskinäiset palvelusopimukset (Helsingin kaupunki 2021b, 6–22).

Stara jakautuu seuraavalla sivulla näkyvän organisaatiokaaviokuvan (kuvio 1.) mukaisesti kuuteen osastotasoiseen yksikköön:

- Kaupunkitekniikan rakentaminen
- Kaupunkitekniikan ylläpito
- Rakennustekniikka
- Ympäristöhoito
- Logistiikka
- Hallinto

Osastotasoisista yksiköistä vastaavat toimitusjohtaja Timo Martiskaisen alaisuudessa toimivat yksikönjohtajat. Yksiköt jakautuvat edelleen toimistotasoiisiin työyksiköihin. (Helsingin kaupunki 2021a.)



Kuvio 1. Staran organisaatiokaavio (Helsingin kaupunki 2021d)

### 3.1 Kaupunkitekniikan ylläpito

Kaupunkitekniikan ylläpitoyksikön, KTY, tehtäviin kuuluvat kunnallistekniikan ja yleisten alueiden ylläpitopalvelujen tuottaminen hyväksytyjen tavoitteiden mukaisesti (Helsingin kaupunki 2020a, 6).

Ylläpitopalveluja tuottaa yhteensä kuusi toimistotasoista yksikköä. Hoito 1, Hoito 2 ja Hoito 3 vastaavat muun muassa katu- ja viheralueiden talvihoidosta, puhtaanapidosta, kasvillisuuden, kalusteiden ja varusteiden, kuten penkkien, roska-astioiden, kylttien ja opasteiden sekä laitteiden ja järjestelmien, kuten vesiaiheiden, hoito- ja kunnossapitopalveluista. Hoitoyksiköiden vastuulle kuuluvat myös Helsingin lumenvastaanottoa paikkojen operointiin liittyvät palvelut. (Helsingin kaupunki 2020a, 6.)

Katualueiden rakenteellisesta kunnossapidosta vastaa kaksi toimistotasosta työyksikköä, Kunnossapito 1 (KP1) ja Kunnossapito 2 (KP2). Yksiköiden vastuulla ovat muun muassa päällysrakenteiden, tiemerkintöjen ja liikenteenohjauslaitteiden, kuivatusjärjestelmien, kalusteiden ja varusteiden sekä laitteiden ja järjestelmien hoito- ja kunnossapito. Kunnossapidon tehtäviin kuuluvat myös liikenteenohjaukseen ja liikennejärjestelyihin liittyvät palvelut, kuten pysyvien liikennesuunnitelmien toimeenpano, tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelu, toteutus ja valvonta sekä ajoneuvojen siirrot. (Helsingin kaupunki 2020a, 7.)

Hoidon ja kunnossapidon lisäksi Kaupunkitekniikan ylläpitoon kuuluu vielä Tekninen tuki, toimistosoinen ylläpitopalvelujen järjestämiseen ja tuottamiseen liittyvien tuki- ja asiantuntijapalvelujen sekä koordinoitavien tehtävien tuottaja (Helsingin kaupunki 2020a, 7).

### 3.1.1 Rakenteellinen kunnossapito

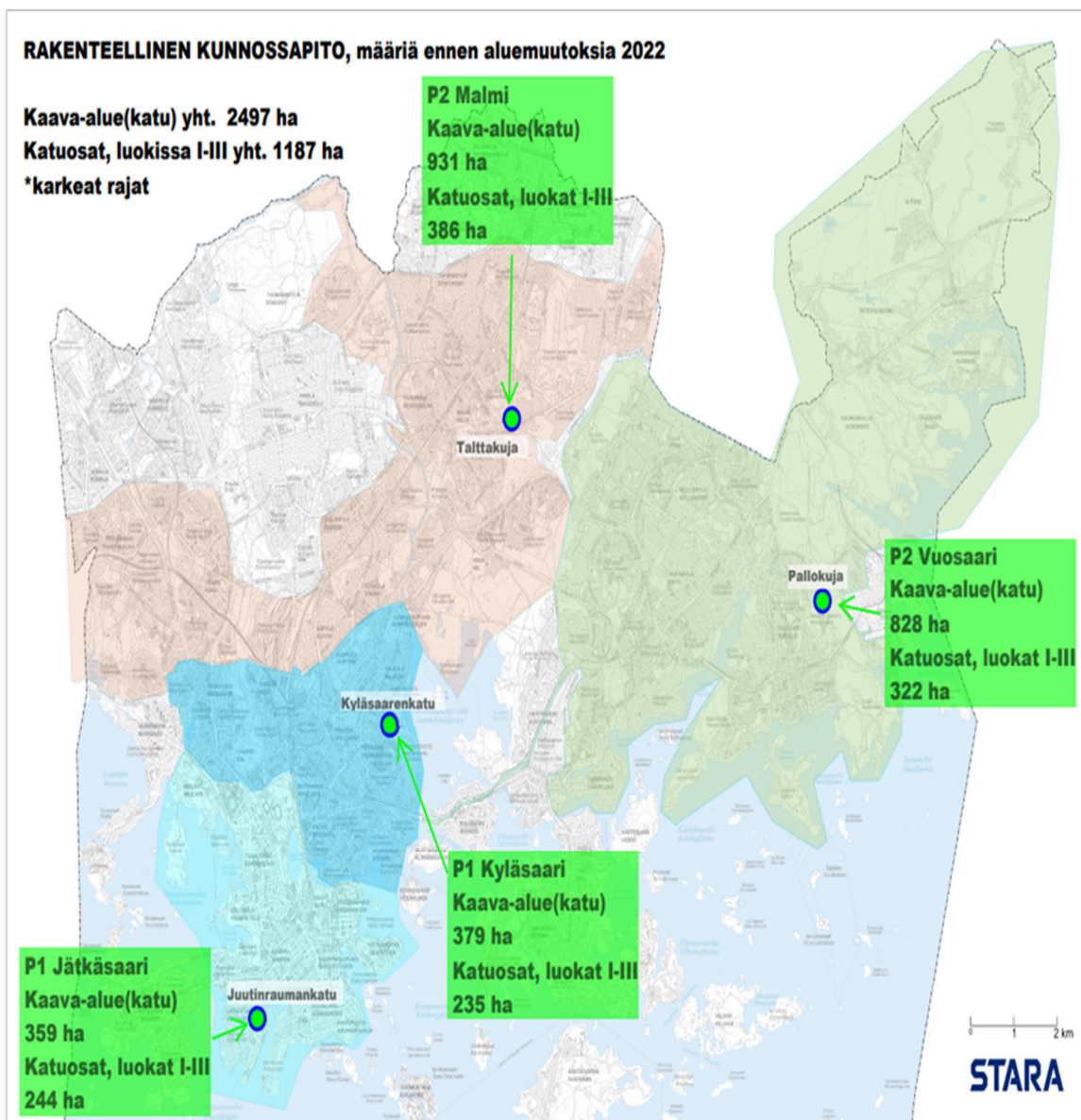
Katujen rakenteellisen kunnossapidon aluejakokartan (liite 2.) mukaisesti KP1 vastuulla on Helsingin eteläisen kantakaupungin ja KP2 puolestaan läntisen, pohjoisen ja itäisen esikaupunkialueen katujen sekä eräiden viheralueiden kunnossapitoon liittyvät palvelut. Työyksiköiden välinen raja kulkee välillä Koskelantie-Hakamaentie-Vihdintie-Turunväylä. (Honkasalo 2019.)

Tukikohtia on yhteensä neljä; KP1:n Jätkäsaari ja Kyläsaari sekä KP2:n Malmi ja Vuosaari. Vakituisen henkilöstön lukumäärä kunnossapidossa on yhteensä noin 60 henkilöä. Lisäksi auto- ja konepalvelu-urakoitsijoita on työtilanteesta ja vuodenajasta riippuen yhteensä noin kymmenen.

Kunnossapitoyksiköiden liikevaihto vaihtelee noin seitsemästä yhdeksään miljoonaan euroon vuosittain. Vuonna 2020 KP1:n liikevaihto oli 6,99 miljoonaa ja KP2:n 9,1 miljoonaa euroa. Kaupunkiympäristön toimiala, KYMP, on molempien kunnossapitoyksiköiden suurin vuosittainen tilaaja yli neljällä miljoonalla eurolla per yksikkö. (Piironen 2021.)

Helsingin kaupungilla kaavanmukaista katualuetta on yhteensä 2497 hehtaaria, joista Staran kunnossapidettävien katuneliöiden määrä hoitoluokissa 1–3 on yhteensä noin 1187 hehtaaria. Kilometreissä tämä tekee noin 1 200 kilometriä kunnossapidettavaa katuverkosta.

Seuraavan sivun kartassa (kuvio 2.) on kuvattu rakenteellisen kunnossapidon alueet katusamäärineen ennen tulevia aluemuutoksia.



Kuvio 2. Rakenteellinen kunnossapito, katuosamäärät ennen aluemuutoksia (Tervonen 2022)

KP1:n osuus kunnossapidettävien katuneliöiden määrästä hoitoluokissa 1–3 on 479 hehtaaria ja KP2:n puolestaan 708 hehtaaria. Tämän lisäksi tiettyjä kunnossapitotöitä tehdään myös Kaupunkiympäristön toimialan kilpailuttamilla urakka-alueilla Lauttasaari-Munkkiniemessä, Kaarelassa, Pakilassa, Suutarilassa sekä Laajasalo-Herttoniemessä. Näillä yksityisten urakoitsijoiden hoitamilla alueilla tiemerkinnyt, hulevesikaivojen sakkapesien tyhjenyspalvelut, uudet liikennejärjestelyt, pumppaamojen tarkastuskäynnit sekä öljyntorjunta kuuluvat edelleen Staralle.



#### 4 Tiemerkinnät ja niiden kuntoluokat

Alkukesästä syksyyn kunnossapidon tehtäviin kuuluvat olennaisesti tiemerkinnät. Tieliikennelaissa tiemerkinnöillä tarkoitetaan maalaamalla tai muilla menetelmillä tienpintaan tehtyjä merkintöjä, joita käytetään joko yksin tai yhdessä liikennemerkkien kanssa liikenteen ohjaamiseen. Tiemerkinnät jaetaan tien pituussuuntaisiin, poikkisuuntaisiin ja muihin tiemerkintöihin sekä tunnuksiin. (Tieliikennelaki 729/2018, § 84–87.)

Valtioneuvoston asetuksessa liikenteenohjauslaitteiden käytöstä todetaan, että tiemerkinnän värisiä tienpintaheijastimia tai tienpintavalvoja saa käyttää tiemerkinnän tehostamiseksi. Tiemerkintä tulee myös aina pitää sellaisessa kunnossa, että sitä ei voi erheellisesti käsittää toiseksi tiemerkinnäksi. (VNa 379/2020, § 42.)

Tiemerkinnöille on asetettu kuntoarvoluokat asteikolla 1–5. Kuntoarvon määrittävänä tekijänä on vielä jäljellä olevan näkyvän merkinnän suhde verrattuna alkuperäisen merkinnän pinta-alaan. Kuntoarvoa pidetään tiemerkintöjen paluuehijastavuuden lisäksi yhtenä oleellisimpana edellytyksenä tiemerkintöjen ylläpidossa. Kuntoarvoaatuimuksella onkin huomattava merkitys, kun tähdätään tiemerkintöjen kulutuskestävyyden varmistamiseen. (Väylävirasto 2021a, 5.)

Taulukossa 1. esitellään Väyläviraston julkaisuja 15/2021 mukaiset tiemerkinnän kuntoarvot kuvauksineen.

Kuntoarvo	Kuvaus
1	Selvästi yli puolet merkinnästä on kulunut tai irronnut. Merkintä ei toimi.
2	Noin puolet merkinnästä on kulunut tai irronnut. Merkinnän toimivuus on merkittävästi heikentynyt.
3	Merkinnästä noin neljäsosa on kulunut tai irronnut. Merkinnän toimivuus on lievästi heikentynyt.
4	Vain vähäistä kuluneisuutta. Merkinnän toimivuus on uudenveroinen.
5	Ei kuluneisuutta. Uusi tai uudenveroinen merkintä.

Taulukko 1. Tiemerkinnän kuntoarvot kuvauksineen (Väylävirasto 2021, 5)

Kunnossapidossa tiemerkintöjä tehdään maalilla tai massalla sekä omana työnä että urakoitsijoita käyttämällä. Linjamerkinntät tehdään yleensä liikkuvilla koneilla, mutta pienempiä merkintöjä tehdään myös paikoittain käsityönä (Liikennevirasto 2017, 9).

Omana työnä tehtävissä merkintätöissä keskitytään kevyen liikenteen symboleihin ja linjamerkinnät sekä isot parkkialueet teetetään urakoitsijalla. Stara tekee ja teetättää kaikki kunnossapitoon ja uudelleenpäällystykseseen kuuluvat tiemerkinnot osana Yleisten alueiden palvelusopimusta sekä Idän alueurakkaa. (Hartikainen 2022; Honkasalo 2022.)

Kuvassa 1. urakoitsija on tekemässä Staralle vuoden 2021 toukokuussa kuorma-autoalustaisella automaattisella Trafficprintterillä, eli printteriautolla, uuden tieliikennelain mukaista nopeusrajoitusmerkintää 30 km/h.



Kuva 1. Tiemerkinntä M16, nopeusrajoitusmerkintä kehyksellä (Telavuori 2021)

#### 4.1 Periaatteet ja linjaukset

Väyläviraston uusi ohje Tiemerkinntöjen suunnittelu 30/2020 astui voimaan 1.6.2021. Ohjeen säädösperustana ovat Tieliikennelaki 729/2018, Valtioneuvoston asetus 379/2020

sekä Liikenne- ja viestintäviraston määräys 438684/03.04.03.00/2019. (Väylävirasto 2021b, 3.)

Tiemarkinnat ovat osa liikenteen ohjausjärjestelmää. Tiemarkintöjen tulee olla yhdessä liikennemerkkien kanssa yhteensopivia ja johdonmukaisia. Niiden tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta, liikenteen sujuvuutta ja sitä kautta ajomukavuutta. Tiemarkintöjen tasoon vaikuttavat ylläpitoluokat teiden merkittävyyden mukaan, painotuksen korostuessa vilkasliikenteisiin pääteihin. (Väylävirasto 2021, 9.)

Pituussuuntaiset tiemarkinnat ovat valkoisia, joita tietyissä erityiskohteissa voidaan harkinnanvaraisesti korostaa esimerkiksi tiemarkintänastoin, ääntä tai tärinää tuottavin jyrsein tai visuaalisin, profiloituihin merkintöihin. Työmailla käytettävät tilapäiset pituussuuntaiset merkinnät ovat väriltään keltaiset, mutta muutoin työnaikainen merkintäkäytäntö on sama kuin pysyvien tiemarkintöjen. Tilapäiset merkinnät eivät saa olla ristiriidassa pysyvien merkintöjen kanssa, joten erityisesti liikennejärjestelyjen muuttuessa ja töiden valmistuttua tulee huolehtia siitä, että harhaanjohtavia merkintöjä ei jää näkyviin. Merkintätöiden ajankohdasta ei saa myöskään siirtää kohtuuttomasti eteenpäin esimerkiksi päällystystöistä johtuvien myöhästymisten vuoksi. (Väylävirasto 2021, 9.)

Tiemarkintämateriaalit eivät saa olla liukkaita, eivätkä olla korkeudeltaan yli kuusi millimetriä ajoradan pinnasta. Poikkeuksena tähän ovat tiemarkintänastat, jotka saavat olla heijastamattomina enintään 15 millimetriä ja heijastavina enintään 25 millimetriä sekä heräteraitamerkintä L6, enintään 15 millimetriä ajoradan pinnasta. (Väylävirasto 2021, 9.)

Tiemarkintöjen teettämistä ja tekemistä Staralla ohjaa osaltaan tilaajan ja tuottajan yhteistyössä laatima tuotekortti, joka perustuu Tiehallinnon, nykyisen Väyläviraston laatututkimuksiin, sekä kaupungilta toimintaan myönnettyyn määrärahaan. Kaupunkiympäristön toimialan asettamat laatuvaatimukset ja niiden hallinta on pitkälti johdettu valtion asettamista vaatimuksista sekä standardeista, joihin Staran hankinnat sitten pohjautuvat. (Honkasalo 2022.)

Staran tekemät ajoratamerkinnät ovat käytännössä lähes kokonaisuudessaan julkisen sektorin tilaamia. Huoltoasemien, kauppakeskusten pysäköintipaikkojen ja vastaavien yksityiselle sektorille tehtävien merkintätöiden osuus valtakunnallisesti on sen verran vähäinen, että ne eivät muodosta ympäristövaikutuksiltaan merkittäviä pinta-aloja verrattuna tie- ja katuverkkoon. (Honkasalo 2022.)

## 4.2 Tiemerkintöjen mitoitus

Tiemerkintöjen mitoitus määritellään Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien määräyksissä liikenteenohjauslaitteiden rakenteesta, mitoista ja väreistä. Merkkintöjen mitoituksen ja koon määrittää yleisesti kyseessä oleva tietyyppi ja sen nopeusrajoitukset. Mitoitus ja koko esitetään määräyksissä tiettyä nopeutta osoittavan merkinnän kohdalla. Sulkuviivan pituus määrittyy puolestaan mitoitussnopeuden ja näkemän mukaan, kun taas varoitusviivan pituus määrittyy mitoitussnopeuden ja asuinympäristön, kuten taajaman tai haja-asutusalueen pohjalta. (Väylävirasto 2021, 9.)

Traficomien määräykset Liite 14 mukaisesti keskiviivan vähimmäisleveys on esimerkiksi 0,1 metriä, kun nopeusrajoitus on pienempi kuin 50 kilometriä tunnissa. Kun nopeusrajoitus on suurempi kuin 50 kilometriä tunnissa viivan vähimmäisleveys on 0,1 metriä ja vaihtoehtoinen leveys 0,15 metriä. Kahden rinnakkaisen keskiviivan viivojen vähimmäisleveys on 0,20 metriä, kun nopeusrajoitus on suurempi kuin 50 kilometriä tunnissa. (Traficom 2021.)

Määräysten mukaisesti tiemerkintämateriaalien värikoordinaattien tulee olla standardin SFS-EN 1871 (2001) taulukon 2 mukaiset (Väylävirasto 2021, 8).

## 4.3 Tiemerkintämateriaalit ja niiden laatuvaatimukset

Tiemerkinnöissä käytetään pääasiassa liuotin- tai vesipohjaisia tiemerkintämaaleja ja termoplastisia tiemerkintämassoja, joiden sideaineina ovat hartsit ja erilaiset polymeerit (Linakoski ym. 2020, 12).

Tiemerkintämateriaalien valmistajalla on oltava käytössään sertifioitu laatujärjestelmä, joka noudattaa standardia SFS-EN 13212, tai sitä vastaavaa kansallista standardia, ja standardien SFS-EN 1871, SFS-EN 12802 ja SFS-EN 13459 materiaalivalmistukseen soveltuvia osia. Sertifioidun laatujärjestelmän puuttuessa, laadunvalvonta varmistetaan puolueettomassa tutkimuslaitoksessa tehdyin tutkimuksin. (Liikennevirasto 2015, 11.)

Tiemerkintätöissä käytettävät maalit, massat ja kitkaa lisäävät aineet, kuten lasimurska eivät saa sisältää kemikaalilainsäädännössä haitallisiksi määriteltyjä aineita. Lisäksi tiemerkintämateriaalien tulee täyttää kemikaalilain ja -asetuksen sekä niiden nojalla annettujen päätösten määräykset. (Liikennevirasto 2015, 11.)

Stara on luopunut omista massamerkintätöissä pintasirotteluna käytettävän ja kitka-arvoa lisäävän kvartsihiekan käytöstä työturvallisuus- ja ympäristösyistä jo reilut viisi vuotta sitten. Kvartsihieikka, eli kiteinen piidioksidi, pölyää käytettäessä ja altistaa täten työntekijät muun



muassa kiviölykeuhkole ja keuhkosyövälle. Kvartsihiekan käyttö on nykyisin kielletty valtioneuvoston asetuksen työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019) perusteella. (Honkasalo 2022.)

#### 4.4 Tiemerkitämenetelmät

Tiemerkintöjä tehdään massa- tai maalimerkintöinä. Merkintämenetelmän valintaan vaikuttavat kohteen sijainti ja sen kulutuksenkestokyky sekä työmenetelmävaatimukset ylläpidon tuotekorteissa. (Hartikainen 2022.)

Kulumiselle alttiit merkinnät, kuten esimerkiksi suojatiet ja nuolet pyritään tekemään aina kestäväällä materiaalilla tai vastaavasti merkinnät uusitaan niin, että ne täyttävät tiestön toiminnalliset vaatimukset. Tuotekortin perusohjeistuksen mukaisesti vilkkaasti liikennöidyillä pääkaduilla käytetään massaa, kun taas väljästi liikennöityjen asuinkatujen ja nupukivikatujen tiemerkinntä tehdään maalilla. Tien pituussuuntaiset merkinnät tehdään tarkoitukseen soveltuvalla levityskoneella; kuorma-autoon liitetyllä massapadalla tai urakoitsijan printteri-autolla. Suojatie-, ajokaista-, nuoli-, tunnus- ja muut erikoismerkinnät voidaan tehdä käsi-työvälinein. (Hartikainen 2022.)

Kuvassa 2. Staran työntekijä uusii katumerkintää kevyen liikenteen väylällä sähkötoimisella maalauslaitteella uuden tieliikennelain mukaiseksi.



Kuva 2. Kevyen liikenteen merkintää (Somerpuro 2020)

Merkintätöihin ei ryhdytä, jos sääolosuhteet, kuten sade, kosteus ja/tai lämpötila uhkaavat vaikuttaa haitallisesti merkintätöiden lopputulokseen. Tiemerkinän ja tien pinnan välisen tartunnan varmistamiseksi tulee päällyste puhdistaa pölystä, hiekoitushiekasta ja muusta irtosaineesta merkinnän kohdalta. Staran omana työnä tehtävissä tiemerkinöissä ryhmät käyttävät tavallista lehtipuhallinta päällysteen puhdistamiseksi. (Hartikainen 2022.)

## 5 Tiemerkintöjen ympäristövaikutukset

Tiemerkintöihin liittyvät ympäristövaikutukset ovat sekä suoria että välillisiä. Suoria vaikutuksia ovat muun muassa tuotantoprosessit, joista syntyy päästöjä niin vesistöön kuin ilmaankin. Välillisiä vaikutuksia ovat puolestaan raaka-aineiden, kemikaalien, polttoaineiden ja sähkön hankinta sekä kuljetuskustannukset. (Suomen ympäristöopisto SYKLI 2021.)

Tiemerkinnöissä käytettävien maalien ja massojen keskeisimmät ympäristövaikutukset tulevat niiden tuotannosta, esimerkiksi liuotinten, erilaisten sideaineiden ja titaanidioksidin valmistuksesta. Toiminnalliset lisäaineet, kuten säilöntäaineet, pehmitteet, pigmentit ja jatkeaineet aiheuttavat myös monia terveys- ja ympäristövaikutuksia. Tiemerkintämateriaaleihin lisättävien lasihelmien valmistus kuluttaa puolestaan energiaa ja niiden sisältämät mahdolliset epäpuhtaudet, voivat aiheuttaa paljon ongelmia ympäristöön joutuessaan. Se kuinka kulutuskestäviä tiemerkinnät ovat, vaikuttaa osaltaan huomattavasti materiaalien kokonaisympäristövaikutukseen. Liuotinpohjaisten maalien kokonaisympäristövaikutusten on todettu olevan suurempi kuin vesipohjaisten maalien. (Euroopan komissio 2017.)

Kuviossa 3. on esitetty Euroopan komission valmisteluasiakirjan mukaiset maalien, lakkojen ja tiemerkintöjen merkittävimmät ympäristövaikutukset sekä niiden ympäristöä säästävien hankintojen toimintatavat. Ympäristövaikutuksia ei ole kuvassa asetettu mihinkään tiettyyn tärkeysjärjestykseen.

Merkittävimmät ympäristövaikutukset	Ympäristöä säästävien hankintojen toimintatapa
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liuotinten, sideaineiden ja titaanidioksidin valmistus</li> <li>• Tiemerkintöjen lasihelmien valmistus</li> <li>• Vaaralliset toiminnalliset lisäaineet</li> <li>• Tuotteen kestävyys</li> <li>• Käyttämättömästä tuotteesta aiheutuva jäte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimoidaan tuotannon vaikutukset määrättyjen ainesosien ja annostelun avulla</li> <li>• Vähennetään yleisen koostumuksen vaarallisia ominaisuuksia</li> <li>• Edistetään kestäviä maaleja ja tiemerkintöjä</li> <li>• Kannustetaan minimoimaan tuotteista syntyvä jäte, mukaan luettuina uudelleenkäyttö ja kierrätys</li> </ul>

Kuvio 3. Maalien, lakkojen ja tiemerkintöjen merkittävimmät ympäristövaikutukset (Euroopan komissio 2017, 8)

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisemassa ympäristöselostuksessa Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaikutusten arviointi, viitataan Gustafssonin ja Oinosen vuonna 1998 tekemään raporttiin tiesuolan vaikutuksista pohjaveden laatuun, jossa teiden rakentamisen ja niiden kunnossapidon sekä liikenteen todettiin olevan riski pinta- ja pohjavesille erityisesti vilkkailla pääteillä. Riskien suurimmat aiheuttajat olivat raportin mukaan väylien talvihoito, kuten liukkaudentorjunta, sekä vaarallisten aineiden ja materiaalien kuljetukset. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021, 39.)

Hulevesien mukana väyliltä kulkeutuu vesistöihin myös mikromuoveja. Mikromuovipäästöjä aiheuttavat muun muassa tiemerkinnot sekä autojen rengaskuluma. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021, 39.)

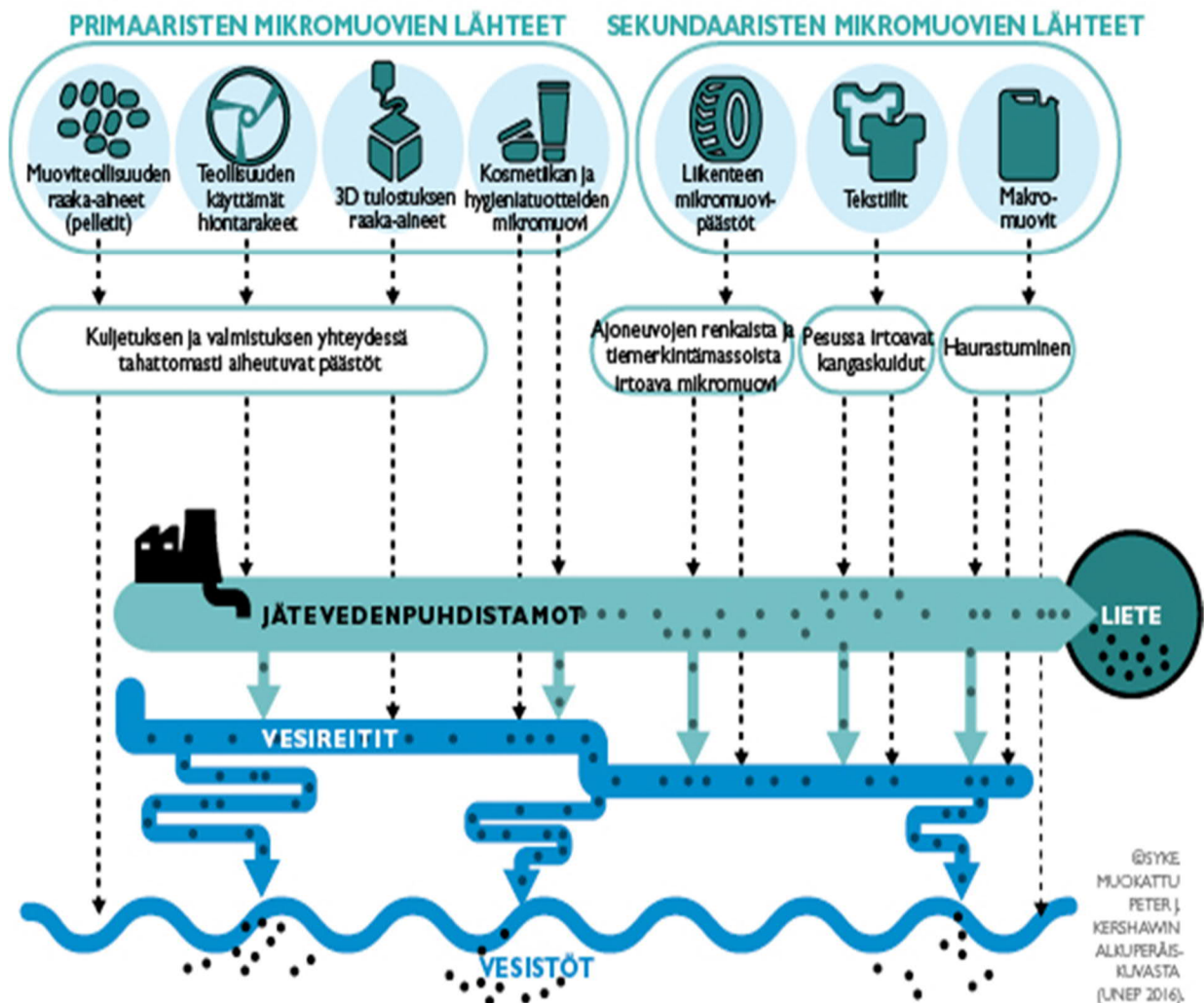
## 5.1 Mikromuovit

Mikromuoveiksi kutsutaan kooltaan yhdestä mikrometrinä viiteen millimetriin olevia muovihiukkasia. Mikromuovit jaotellaan yleisesti kahteen eri ryhmään niiden alkuperän mukaan; primaareihin tai sekundaarisiin mikromuoveihin. Primaariset mikromuovit valmistetaan ja lisätään tuotteisiin, kuten kosmetiikkaan, tarkoituksella, kun puolestaan sekundaariset mikromuovit muodostuvat ja vapautuvat tarkoituksettomasti suurempien muovikappaleiden kuluessa pienemmiksi partikkeleiksi esimerkiksi liikenteen vaikutuksesta. (Euroopan parlamentti 2018.)

Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 4. esitetään maalta peräisin olevat mikromuovin lähteet ja niiden kulkeutumisreitit vesistöön. Kuten kuvasta voi todeta, liikenteen mikromuovipäästöt luetaan sekundaarisiin lähteisiin, jolloin ajoneuvojen renkaista ja tiemerkinnotasista kuluva ja irtoava mikromuovi kulkeutuu esimerkiksi ilmakulkeutena tai hulevesien, lumen sulamisvesien ja sadevesien aiheuttaman pintavaluman kautta vesistöihin. Tällaista käsittelemätöntä hulevettä pääsee valumaan suoraan vesistöihin suurina määrinä vuosittain.

Osa vesistöihin kulkeutuvasta mikromuovista on peräisin myös yhdyskuntajätevesistä, joita jätevedenpuhdistamoilla pyritään puhdistusprosessissa poistamaan niin paljon kuin mahdollista. Vaikka suurin osa jätevedessä olevasta mikromuovista saadaankin puhdistettua, jää mikromuovia kuitenkin jätevesilietteeseen, mikä aiheuttaa ongelmia lietteen myöhemässä uusiokäytössä ja hyödyntämisessä esimerkiksi lannoitteena.





Kuvio 4. Primaaristen ja sekundaaristen mikromuovien lähteet (Syke 2017)

Mikromuovit aiheuttavat erityistä huolta sen vuoksi, että ympäristöön päätyessään ne hajoavat hyvin hitaasti. Euroopan kemikaalivirasto ECHA:n julkaisussa todetaankin, että mikromuovia on kaikkialla. Sitä on havaittu niin meristä, makean veden ja maa-alueiden ekosysteemeistä, ravinnosta kuin juomavedestäkin. Muoviroskan päätyessä luontoon ja hajoessaan siellä ajan kuluessa mikromuoviksi, aiheutuu ekosysteemeille ja ravintoketjuille vakavaa uhkaa. (Euroopan kemikaalivirasto ECHA 2022.)

Euroopan Unionissa ja Euroopan talousalueeseen kuuluvissa ETA-maissa arvioidaan käytettävän vuositasolla yhteensä noin 145 000 tonnia mikromuovia, josta ympäristöön päätyy vuosittain arviolta 42 000 tonnia (Euroopan kemikaalivirasto ECHA 2022).

WWF Suomi ilmoittaa maailman merien muoviroskan määräksi tällä hetkellä yhteensä yli 150 miljoonaa tonnia ja nykyisellä kulutuskäyttötymisellä sen uskotaan jopa kolminkertais-tuvan vielä alle kymmenessä vuodessa. Meriroska on vakava uhka kaikille meriekosysteemeille. Elämistöön, kuten kaloihin, nisäkkäisiin ja lintuihin kertyy muovia joko normaalin

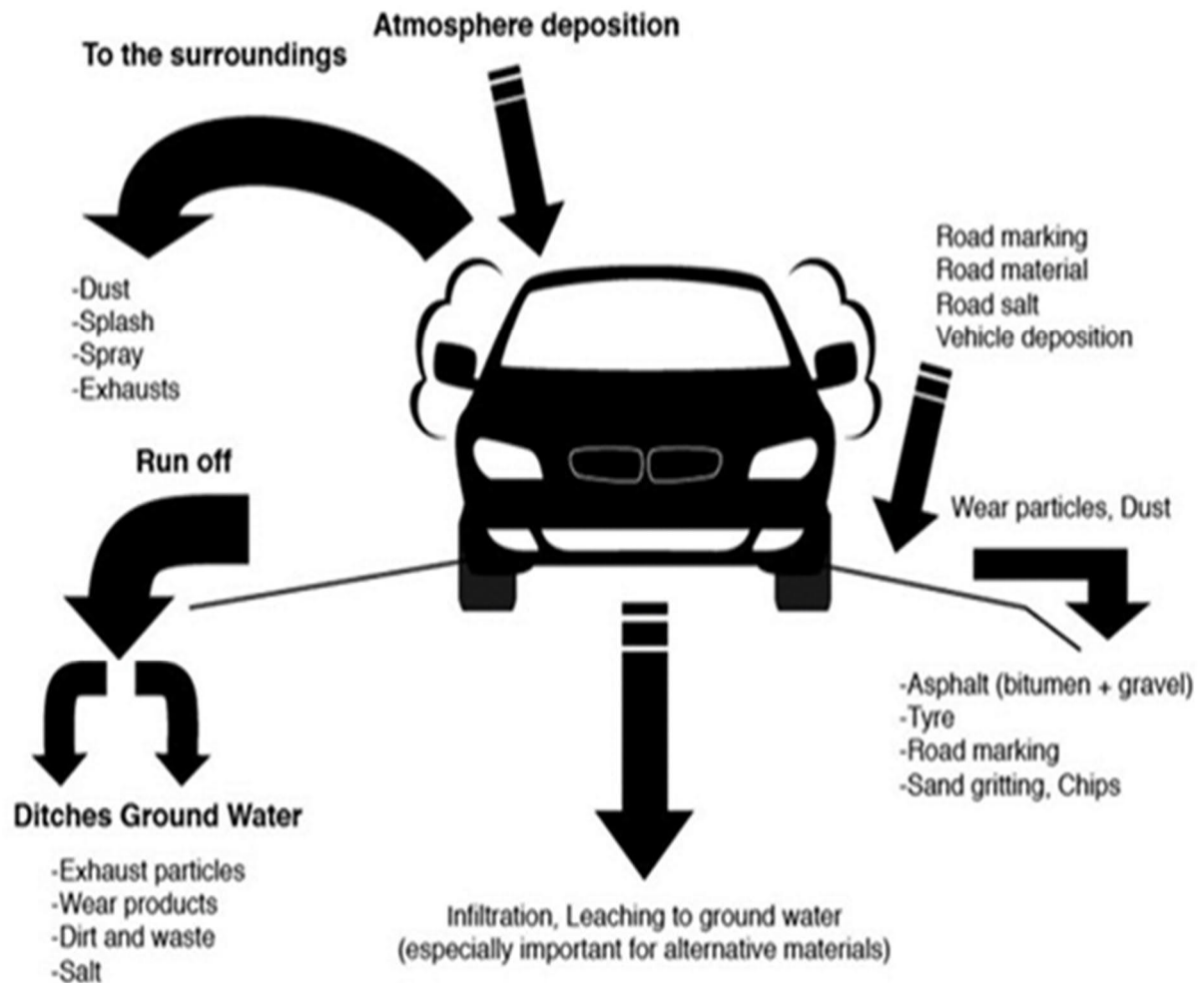
ravinnonsaannin kautta tai vahingossa, kun eläin ei osaa erottaa muovirooskaa saaliista. Mikromuovia on löydetty kaikista meren eliöryhmistä, aina pohjassa eläviin pienempiin eliöihin asti. Eläimistöä uhkaa myös ravinnonsaannin kautta tapahtuneen altistumisen lisäksi vakava loukkaantuminen ja pahimmillaan tuskallinen kuolema, kun ne takertuvat kiinni meressä tai rannoilla olevaan kookkaampaan muovirooskaan, kuten vanhoihin kalastusverkkoihin, siimoihin tai muovipusseihin. (WWF Suomi 2022.)

Vaikka viime vuosina muoviongelmaan, merten roskaantumiseen ja mikromuovin lähteisiin on panostettu useissa eri tutkimuksissa, tiedetään merirooskan ja mikromuovien haittavaikutuksista ympäristölle sekä ihmisen ja eläinten terveydelle vielä hyvin vähän. WWF Suomen mukaan tähän mennessä tehdyt tutkimukset ja niiden löydökset antavat kuitenkin huolestuttavia viitteitä siitä, että mikromuovi voi vaikuttaa haitallisesti esimerkiksi sedimentissä eläviin eliöihin ja tunkeutua myös ihmisellä istukan läpi, aiheuttaen siten vaaraa sikiölle. (WWF Suomi 2022.)

## 5.2 Liikenteen aiheuttamat mikromuovipäästöt

Pohjoismaissa ja Euroopassa tehtyjen selvitysten mukaan tieliikenne on yksi merkittävimmistä mikromuovipäästöjen lähteistä. Mikromuovia irtoaa ympäristöön pääasiassa autojen renkaiden ja tiemerkinntöjen kulumisen sekä osittain myös tienpinnasta asfaltin sidosaineena käytettävän polymeerimodifioidun bitumin kulumisen myötä. (Winqvist, Vahvaselkä, Vuola & Sainio 2021, 7–9.) Keskiverto päästökerroin renkaista irtoavalle mikromuoville on 90–27 milligrammaa ja asfaltilla sekä tiemerkinntöillä 0,2–15,3 milligrammaa per ajoratakilometri (Linnakoski ym. 2020, 19).

Seuraavalla sivulla kuviossa 5. esitetään tarkemmin, kuinka kulumisen seurauksena tieliikenteen aiheuttamia päästöhiukkasia nousee ilmaan, kerääntyy teiden reunoille ja ympäristöön tai jää tien pinnoille, josta ne sateen ja hulevesien mukana huuhtoutuvat viemäreihin ja sitä kautta vesistöihin. Valuman mukana vesistöihin pääsee muun muassa pakokaasupartikkeleita, erilaisia kulumistuotteita, kuten rengaskumia, tiemerkinntämassaa ja bitumia, tiestön liukkaudentorjunnassa talvisin käytettävää suolaa sekä muuta likaa ja pölyä, jotka huuhtoutuvat ja suodattuvat lopulta pohjavesiin. (Vogelsang, Lusher, Dadkhah, Sundvor, Umar, Ranneklev, Eidsvoll & Meland 2020, 26.)



Kuvio 5. Liikenteestä aiheutuvien päästöjen lähteet (Vogelsang 2020, 26)

Renkaiden kulumiseen vaikuttavat niin auton renkaiden ja ajoneuvon ominaisuudet, tien pinta, ajokäyttäytyminen kuin ajo-olosuhteetkin. Autolla ajettaessa renkaat ovat kosketuksessa tien pintaan, jolloin renkaiden kulutuspinnan ja tien välisessä kontaktissa muovipartikkeleita irtoaa rengaskumista vierintävastuksen vaikutuksesta. Mitä enemmän autoilija liikenteessä kiihdyttää ja jarruttaa, sitä enemmän päästöjä syntyy. (Andersson-Sköld, Johannesson, Gustafsson, Järskog, Lithner, Polukarova & Strömvall 2020, 24.)

Suomen ympäristökeskuksen raportissa Suomen merialueen roskaantumisen lähteet, todetaan, että pienhiukkaspäästöt, jotka aiheutuvat autojen renkaista ja jarruista sekä tiestön asfalttipinnoilta, ovat arviolta jo suurempia kuin autojen pakokaasupäästöt. Renkaiden kulumisesta aiheutuvat mikromuovi- ja pienhiukkaspäästöt ovat korkeampia vilkkaissa kaupunkiympäristöissä, kuin esimerkiksi maanteillä tai vähemmän liikennöidyillä ja rakennetuilla alueilla. (Setälä & Suikkanen 2020, 68–70.)

Renkaista ja jarruista irtoavien partikkelien lisäksi mikromuovia irtoaa samalla teiden pinnasta sekä tiemerkinnoistä. Tien ja tiemerkinntöjen kulumiseen vaikuttavat erityisesti vuodenaikojen vaihtelut, talviajossa käytettävät nastarenkaat sekä teiden kunnossapito, kuten lakaiseminen ja auraaminen. Myös tiestön pinnoitus- ja päällystysratkaisuilla on vaikutusta kulumiseen ja sitä kautta päästöjen syntymiseen. (Andersson-Sköld ym. 2020, 24.)

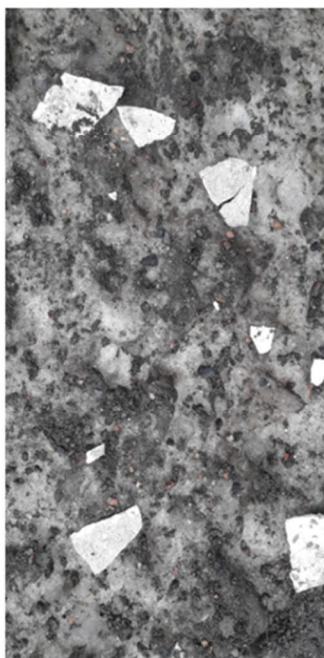
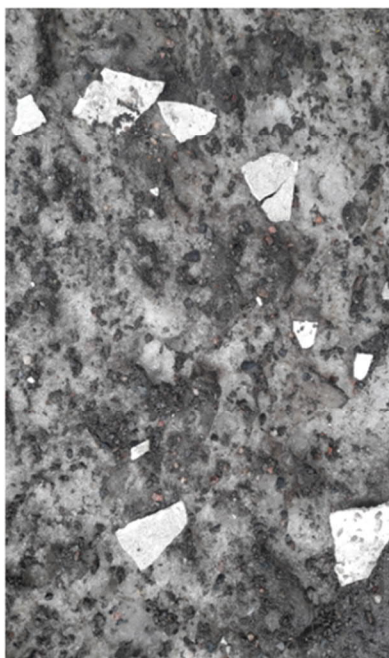
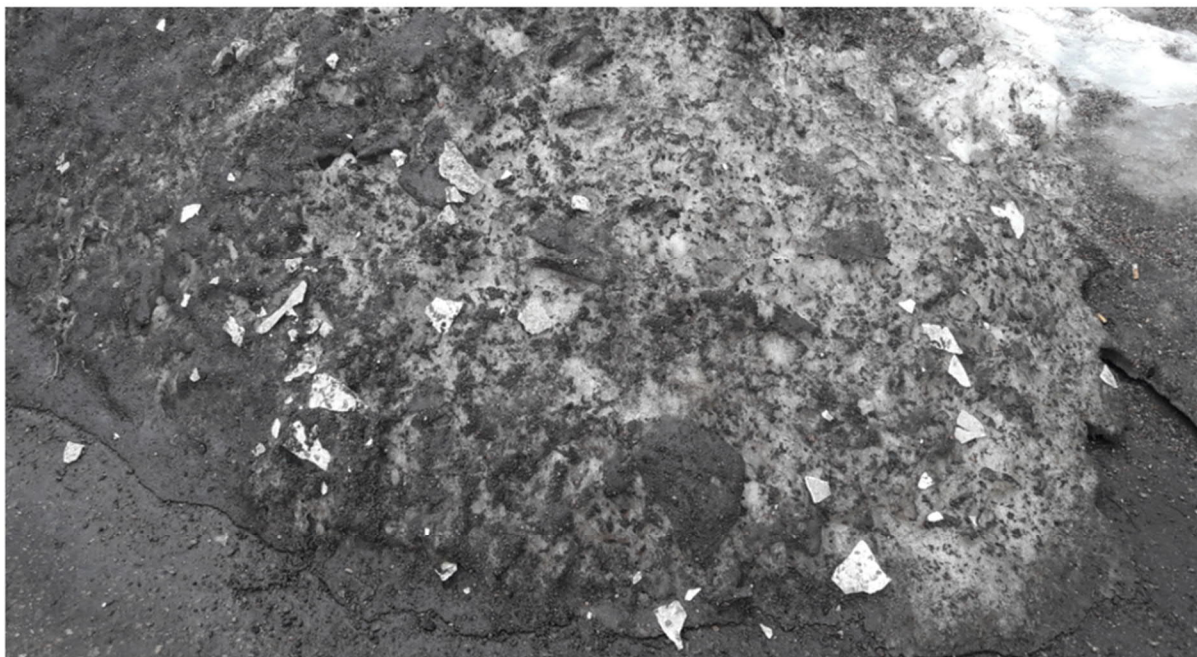
Helsingissä sääolosuhteiltaan vaihteleva talvi 2021–2022 oli kunnossapidollisesti äärettömän haastava. Runsas lumentulo, lämpötilan sahaaminen pakkaselta suojasäälle vesisateineen ja sulamisvesineen aiheuttivat niin kaupungin asukkaille kuin liikenteellekin suurta harmia ja haittaa. Pääkallokelit aiheuttivat sitä myös kaupunki-infralle. Nyt talven alkaessa hellittää otettaan, paljastuu kaduilta karu totuus monttuineen, asfaltin reikiintymisineen ja tiemerkinntöjen kulumisineen. Symboli- ja suojatiemerkinntät Helsingin Hämeentien ja Mäkelänkadun risteyksessä olivat huhtikuun alussa alla näkyvän kuvasarjan osoittamassa kunnossa.



Kuvat 3.-5. Tiemerkinntöjä Hämeentien ja Mäkelänkadun risteyksessä Helsingissä huhtikuussa 2022 (Kuvat: Kati Nurminen)



Lumen ja jääpolanteiden auraaminen kaduilta aiheuttaa väistämättä tiemerkintöjen irtoamista, ja sitä on totuttu pitämään niin sanotusti vuodenaajoista johtuvana normaalina kulumisena. Ottamistani seuraavista kuvista näkyy kuitenkin hyvin, kuinka isoinakin paloina tiemerkintämassassa voi tiemerkinnästä irrota. Kunnossapidon vastaavia työnjohtajia haastatelllessani, heidän arvionsa oli, että kyseessä on mitä suurimmalla todennäköisyydellä suoja-  
tiestä irronnutta materiaalia, jonka auraukset on raapinut kadusta irti.



Kuvat 6.-9. Tiemerkintämassan palasia lumikinoksessa Töölönkadulla, Helsingissä maaliskuussa 2022 (Kuvat: Kati Nurminen)

Tiedossa ei ole, mitä kyseiselle pienehkölle lumikasalle kuvan ottamisen jälkeen tapahtui. Kuormattiinko se kuorma-auton lavalle ja ajettiin lähimpään lumenvastaanottoipaikkaan vai jäikö se sulamaan paikoilleen, odottamaan keväistä hiekannostoa. Ikävimmässä, ensimmäisessä vaihtoehdossa, massapalaset kipattiin Hernesaaresta lumikuorman mukana suoraan Itämereen, jossa ne hitaasti ajan kanssa muuttuvat haitallisiksi mikromuovipartikkeleiksi. Hernesaaren eteläkärjessä sijaitsee yksi Helsingin kaupungin lumenvastaanotto paikoista ja se on lumenkäsittelymääriltään kaupungin suurin. Puhdistamattoman lumen mukana mereen päätyy niin hiekoitussepeleitä kuin muutakin uppoavaa roskaa. Nämä pohjaan painuneet painavimmat jätteet pyritään keräämään pois vuosittain ruoppaamalla, mutta selvää tietysti on, ettei kaikkea mereen uponnutta jätettä ja sinne liuenneita epäpuhtauksia saada millään pois meriympäristöstä. Erityisesti muovit ja mikromuovit kulkeutuvat kevyempinä materiaaleina ja partikkeleina kauemmas kippausalueelta ja ovat siten ruoppauksen ulottumattomissa.

Tiemerkinnän irtoamista näin suurina paloina ei voida pitää enää täysin normaalina talvikunnossapidon aiheuttamana kulumana. Tällaista merkintämässän irtoamista isoina paloina / levyinä on ollut näkyvissä talven jäljiltä myös muualla Helsingissä, mutta syytä tähän ei vielä tarkkaan tiedetä. Selvityksen alla nyt onkin, aiheutuuko tällainen näin raju massamerkinnän irtoaminen pelkästään talven poikkeuksellisen hankalista sääolosuhteista ja katu- talvikunnossapidosta vai onko syy kenties materiaalin koostumuksessa tai materiaalin levityksen aikana tapahtuneesta jonkinlaisesta ongelmasta tai virheestä. Asiaan tullaan palaamaan tarkemmin kevään ja alkukesän 2022 aikana, ennen uuden massamerkintäkauden alkamista.

### 5.3 Tiemerkinnöistä aiheutuvat mikromuovipäästöt

Tiemerkintöjen kulumisesta aiheutuvat mikromuovipäästöt ovat jääneet vähemmälle huomiolle, ja tutkimustietoa pelkästään niiden vaikutuksista ympäristöön on olemassa rajallinen määrä (Vogelsang ym. 2020, 42).

Tiemerkintätuotteet koostuvat polymeereistä, väri-, täyte- ja lisäaineista. Usein tuotteisiin lisätään heijastavuuden lisäämiseksi myös lasihelmiä. Tiemerkintämateriaaleja on useita; vesi- ja liuotinpohjaiset maalit, termoplastiset massat, kaksikomponenttimateriaalit, kuten epoksit sekä valmiiksi muotoillut kuumaliimattavat premark-symbolit ja teipit.

Tiemerkintämassoista ei ole saatavilla täysin tarkkoja ainesosakoostumuksia, sillä tuotevalmistajat vetoavat liikesalaisuuteen. Termoplastisten tiemerkintämassojen perusreseptinä voidaan pitää kuitenkin seuraavaa jakoa:

- Täyteaineet 49,5 % (kalsiumkarbonaatti 22 %, kvartsihiekkä 27,5 %)

- Lasihelmet 20 %
- Sideaineet 16,5 % (pentaerytritolihartsiesteri, C5-hiilivetyhartsi, tai näiden sekoitus)
- Väriaineet 10 % (titaanidioksidi)
- Lisäaineet 4 % (ftalaattipehmittimet 2 %, polyeteenivaha 1 %, hydrattu risiiniöljy 1 %)

Tiemerkintämassa koostuu siten lähinnä hiekasta, öljypohjaisesta hartsista, polymeereistä sekä liuotinkäsitellyistä prosessiöljyistä, joita käytetään muun muassa kumin ja muovien valmistuksessa. (Andersson-Sköld, ym. 2020, 53–55; Setälä & Suikkanen 2020, 69.) Tiemerkinnöissä käytettäviä muovilaatuja ovat styreeni-isopreeni-styreeni (SIS), etyleeni-vinyliasetaatti (EVA) sekä polyamidi (PA) (Vogelsang ym. 2020, 31). Tiemerkintämateriaalien sisältämien polymeerien vuoksi niiden kulumistuotteet luokitellaan mikromuoviksi. Mikromuoviksi kutsutaan myös niitä hiukkasia, jotka syntyvät eloperäisten hartsien ja polymeerien kulumisen vaikutuksesta. (Linnakoski ym. 2020, 14, 19.)

Kuvassa 10. näkyy, kuinka punainen pyörätien merkintämassa kulumisen vaikutuksesta lähtee irtoamaan päätyen lopulta hulevesikaivoon.



Kuva 10. Pyörätiemassauksen kulumaa Helsingin Hämeentiellä syksyllä 2021 (Kuva: Kati Nurminen)



Kaisa Pikkarainen oli pro gradu -tutkielmassaan koonnut taulukon laskennallisista mikro-muovipäästöistä eri päästölähteistä Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Saksassa. Tiemer-kintöjen aiheuttamien mikromuovien kokonaispäästöjen arvioitiin näissä maissa yhteensä olevan 930–1 510 tonnia ja päästöjen vesistöön 170–340 tonnia per vuosi. (Pikkarainen 2017, 24.)

#### 5.4 Tiemerkinnoistä aiheutuvat CO<sub>2</sub>-päästöt

Tiemerkinnöistä aiheutuvien CO<sub>2</sub>-päästöjen arvioiminen on hyvin vaikeaa. Jotta olisi mahdollista laskea tarkat päästömäärät, olisi tiedossa oltava tiemerkitämateriaalin globaalin elinkaaren kaikki eri vaiheet aina raaka-aineiden hankinnasta, kuljetuksesta valmistukseen ja itse valmistukseen asti. Samoin tiedossa tulisi olla tuotteen kuljetusten aikaiset päästöt esimerkiksi satamista tai materiaalitoimittajilta työmaalle ja ylläpitomerkintäkohteessa tehtävien työmaatoimintojen ja korjausvaiheiden aikaiset päästöt. (Linnakoski ym. 2020, 20–21.)

Tämän vuoksi tulen tässä opinnäytetyössä käsittelemään Staran tiemerkitätyourakkaa koskevia hiilidioksidipäästöjä vain yleisellä tasolla, mutta otan kuitenkin kantaa CO<sub>2</sub> -päästöjen tunnistamiseen ja vähentämisyrittämyksiin myöhemmin kohdassa 6.3.2.

#### 5.5 Väyläviraston selvityksen tuloksia

Suomen tieverkosto kattaa yhteensä noin 42 000 ajoratakilometriä. Väyläviraston yhtenä tavoitteena on tiestön turvallisuuden, liikennesujuvuuden ja ajomukavuuden varmistamisen lisäksi väylänpitoon liittyvän ympäristötiedon koostaminen ja sitä kautta vahingollisten ympäristövaikutusten alentaminen. (Linnakoski ym. 2020, 3.)

CO<sub>2</sub>-päästömuuttujat ja mikromuovit tiemerkinnoissa -selvitys kohdistui vuonna 2018 maanteille tehtyihin tiemerkitähankkeisiin ja sen tarkoituksena oli todentaa CO<sub>2</sub>- ja mikro-muovipäästöjen suuruusluokka, päästöjen lähteet ja jakautuminen eri tiemerkitäprosessien kesken. Päämääränä oli saada kaikille tiemerkitäalalla työskenteleville selkeä käsitys niistä mahdollisuuksista, joilla tiemerkitöjen ympäristövaikutuksia voidaan jatkossa vähentää. (Linnakoski ym. 2020, 3–4, 9.)

Selvityksessä mikromuovien osuus laskettiin ylläpitokohteiden vuositasoisten materiaalikulutuksien mukaan koko ylläpidetylle tieosuudelle, sillä sen arvioitiin osoittavan tarkimmin maanteiltä kuluneen tiemerkitämateriaalin määrää, jonka oletettiin hioutuneen mikro-muoviksi. Tämän vuoksi päällystyskohteisiin tehtyihin uusiin merkintöihin ja niiden kulumiseen ei tässä selvityksessä otettu kantaa ollenkaan. (Linnakoski ym. 2020, 21.)



Selvityksessä todettiin, että ELY- keskuksen tekemien urakkasopimusten mukaan maanteillä tehtävää tiemerkintöjen ylläpitoa oli 38 700 ja päällystyskohteisiin tehtyjä uusia tiemerkintöjä 2 900 ajoratakilometriä. Urakoitsijoilta saatujen tietojen perusteella ajoratamerkintöjen ylläpitotöihin valmistettiin ja kulutettiin Suomessa yhteensä arviolta 12 950 tonnia tiemerkintämassaa, 1 175 000 litraa, eli 1 900 tonnia tiemerkintämaalia ja 2 300 tonnia lasihelmiä. Polttoainetta kului tiemerkintäkalustoilta kaikkineen reilut miljoona litraa. (Linnakoski ym. 2020, 3.)

Vuonna 2018 tehdyille pituussuuntaisille tiemerkinnöille koskien ylläpidettäviä kohteita kului massaa noin 6 750 ja maalia 1 750 tonnia. Suomen maanteillä kuluneiden ylläpitotiemerkintöjen enimmäismikromuovipäästöjen teoreettiseksi määräksi arvioitiin massalla ja maalilla olevan yhteensä noin 590–1 620 tonnia, mikä tarkoittaa 15–42 kiloa per ajoratakilometri. Kyseiset määrät eivät kerro suoraan ympäristöön leviävän mikromuovin määrää, vaan tunnistaa tiemerkintämateriaalit ainoastaan potentiaalisiksi päästölähteiksi. (Linnakoski ym. 2020, 4, 26.)

Ero enimmäismikromuovien päästöarvion suuruudessa johtuu kahdesta eri laskentata-  
vasta, sillä massoilla laskutoimitus tehtiin sekä ilman hartsin osuutta neljän, että hartsin kanssa 19 painoprosentin mukaan tiemerkintämassasta. Massan sidosaineena käytettävän hartsin lukeminen potentiaalisiksi mikromuovin lähteeksi jakaa edelleen mielipiteitä tutkimuspiireissä ja sen sekä esimerkiksi SIS-polymeerin pois jättäminen laskuista pienentää ratkaisevasti mikromuovien kokonaismääriä. Maaleilla sideainehartsia huomioitiin laskennassa, joten sen painoprosentti oli kahdeksantoista. (Linnakoski ym. 2020, 14, 25.)

Tiemerkintämateriaalien hiilidioksidipäästöt pituussuuntaisilla massamerkinnöillä olivat arviolta 8 700 tonnia, eli 525 kiloa per ajoratakilometri, ja maalimerkinnöillä 2 900 tonnia, eli 115 kiloa per ajoratakilometri. Tiemerkintätöiden ja niissä käytettävien materiaalien hiilidioksidipäästöjen arvioitiin olevan yhteensä noin 15 000 tonnia, eli 360 kiloa per ajoratakilometri. Tästä 80 prosenttia, eli lähes 300 kiloa, oli lähtöisin käytetyistä tiemerkintämateriaaleista. Pituussuuntaisten ylläpitotiemerkintöjen osuus kokonaispäästöistä oli 60 ja päällystyskohteiden 30 prosenttia. (Linnakoski ym. 2020, 22–23.)

Hiilidioksidimäärien laskenta toteutettiin selvityksessä standardien SFS-EN 15804+A1 ja SFS-EN 15978 mukaisesti, mutta tietyin sovituin rajauksin ja arvoin. Seuraavalla sivulla näkyvässä taulukossa 2. esitetään eri tietolähteistä saadut raaka-aineiden arvioidut CO<sub>2</sub>-päästöarvot A1-tuotevaiheessa, eli koskien raaka-aineiden hankintaa ja käsittelyä sekä kierrätysmateriaalien käsittelyä. (Linnakoski ym. 2020, 16–17.)

Raaka-aine	kgCO <sub>2</sub> ekv/t	Arvio/tieto ja lähde
C5 hiilivetyhartsi	3500	arvio (Cashman et. al. 2015)
Luonnon hartsi (RE)	-1395	Kraton Chemical B.V.
Polymeerit (SIS, PE, EVA, PA)	3000	arvio (Vink & Davis 2015)
TiO <sub>2</sub>	5300	tieto (TDMA members 2013)
CaCO <sub>3</sub>	3	Arvio (Kittipongvises 2017)
Kvartsi	25	Sibelco Nordic Oy Ab
Lasihelmi	700	arvio (Usbeck et. al. 2010), (FEVE 2010)

Taulukko 2. Raaka-aineiden CO<sub>2</sub>-päästöarvot (Väylävirasto 2020, 17)

Kuljetus valmistukseen (tuotevaihe A2) laskettiin raaka-ainetoimittajan antamasta osoitteesta tiemerkitämässään valmistavaan tehtaaseen tai pelkästään satamasta tehtaalle hiilidioksidiekvivalenttisarvoilla 30–38 grammaa per tonnikilometri. Valmistusvaiheessa (tuotevaihe A3) sähkön CO<sub>2</sub>-päästökerroin arvona käytettiin 105 kiloa hiilidioksidia per megawattitunti. (Linnakoski ym. 2020, 17.)

Kuljetuksissa työmaalle ja työmaatoiminnoissa (tuotevaiheet A4 – A5) sekä laajamittaisissa korjauksissa (B5), joihin ylläpitomerkinnot kuuluvat, urakointikaluston polttoainekulutuksen arvona käytettiin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n LIPASTO - Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmästä saatua 2,66 kiloa hiilidioksidia per fossiilinen diesellitra. Rahtikilometreissä puoliperävaunun kuorma-auton lastin kulutusarvoksi saatiin laskentajärjestelmästä 38 grammaa hiilidioksidiekvivalenttia per tonnikilometri. (Linnakoski ym. 2020, 16–17.)

Väyläviraston selvityksen johtopäätöksessä todetaan, että hiilidioksidi- ja mikromuovikuorituksen tulokset ovat vain karkeita arvioita muun muassa lähtötietoihin liittyvien epävarmuuksien vuoksi. Materiaalitoimittajien vetoaminen liikesalaisuuteen antaa mahdollisuuden tehdä vain oletuksia standardin SFS-EN 15804+A1 moduulien A1-A3 tuotevaiheista. Esimerkiksi ulkomaalaisten raaka-aineiden kuljetus valmistukseen laskettiin vasta Suomen satamasta tehtaalle, ei raaka-aineen lähtömaasta käsin. Selvityksessä ei myöskään eritelty eri tieluokkia; valtateitä, kantateitä, seututeitä tai yhdysteitä toisistaan, vaan päästöt jakaantuivat laskennallisesti tasan kaikkien näiden kesken. Maali- ja massamerkintöjen keskinäinen vertailu vaatisi puolestaan tietoa tien päällysteen koko elinkaaren aikaisista päästöistä verrattuna ajoneuvomäärään, jolloin selviäisi päästömäärät milligrammaa per ajokilometri. (Linnakoski ym. 2020, 13, 16, 27.)

Kaikista epävarmuustekijöistä ja arvioista huolimatta, selvitys toi esiin sen, että tiemerkin-tämateriaalien raaka-aineet ja niiden tuotevaiheet kattavat ison osan päästömääristä. Pääst-  
töjen pienentäminen vaatii yhteisiä tavoitteita alan toimijoiden kesken, kuten päästöväh-  
enystavoitteiden määrittelyä ja hankintojen kehittämistä sekä tienpidon, ja kuljetus- ja kone-  
kaluston vaatimusten kehittämistä. (Linnakoski ym. 2020, 29–30.) Uudet cleantech -ratkai-  
sut ovat myös keskeisessä roolissa, kun halutaan pienentää päästöjä veteen, ilmaan ja  
maaperään. Yksi tärkeimmistä toimista on hulevesien hallinta ja sen kehittäminen.

## 5.6 Hulevesien hallinnan ratkaisut

Uudenmaan liiton myöntämä, valtion AIKO-rahoittama Uudet hulevesien hallinnan Smart &  
Clean ratkaisut -hanke toteutettiin ajalla 1.1.2018 – 30.4.2019 (Lahden kaupunki 2019, 5).  
Hanketta veti Lahden kaupunki yhdessä Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunkien kanssa.  
Hankkeeseen osallistuivat myös Finavia Oyj, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Hel-  
singin yliopisto, Aalto-yliopisto sekä useita muita yhteistyötahoja. (Pääkaupunkiseudun  
Smart & Clean -säätiö – Helsinki Metropolitan Smart & Clean Foundation 2019, 3.)

Hankkeen aikana hulevesien uusia puhdistus- ja hallintamenetelmiä suunniteltiin, rakennet-  
tiin ja testattiin kenttä- sekä laboratorio-olosuhteissa seitsemässä eri paikassa ja toteutu-  
neiden tulosten seuranta on jatkunut myös itse hankkeen päättymisen jälkeenkin. (Pääkau-  
punkiseudun Smart & Clean -säätiö – Helsinki Metropolitan Smart & Clean Foundation  
2019, 2.)

Hulevesien hallinta yhteiskuntien teknisissä perusrakenteissa on yksi ilmastonmuutokseen  
varautumisen ja sopeutumisen keskeisimmistä kysymyksistä Pohjois-Euroopassa. Huleve-  
sien hallintaa hyödyntämällä onkin mahdollista hillitä tulvahaittojen määrää rakennetuilla  
kaupunkialueilla sekä vähentää merkittävästi vesistöihin kulkeutuvia päästöjä ja haitta-ai-  
neita ja saada myös ravinteita talteen erilaisten uusien ratkaisujen turvin. (Lahden, Helsin-  
gin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017, 2.)

Hule S&C-hankkeen päämääränä oli siten tarttua tähän ympäristöhaasteeseen nimen-  
omaisesti käytännön ratkaisuja luomalla ja testaamalla, parantamalla sitä kautta kaupunki-  
alueiden ja niissä asuvien ihmisten viihtyisyyttä, turvallisuutta ja elämänlaatua sekä edistä-  
mällä myönteistä ympäristörakentamisen liiketoimintapotentiaalia niin Suomessa kuin ulko-  
mailla. (Lahden, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017, 2.)

Hankesuunnitelmassa yksilöityinä tavoitteina oli parantaa muun muassa kaupunkiympäris-  
töjen toimivuutta ja kykyä toimia ilmastonmuutosta vastaan uusilla ja edistyksellisillä hule-  
vesiratkaisuilla, lisätä energian, veden, raaka-aineiden, materiaalien ja maa-alueiden teho-

kasta käyttöä päästöjen vähentämiseksi sekä toimia edelläkävijänä hulevesien puhdistamisen ja hallinnan ratkaisuihin kaupallisessa mittakaavassa. (Lahden, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017, 2–3.)

Hankkeeseen valikoitui mukaan viisi eri kohdetta ja hulevesiratkaisua, joiden aihealueet olivat tulvien hallinta muuttuvassa ilmastossa, uudet haitta-aineet, kuten mikromuovit, tiivistyvä kaupunkirakentaminen, luonnonmukaiset käsittelymenetelmät, innovatiiviset tehoratkaisut voimakkaasti pilaantuville vesille, hulevesien käsittelyalueiden monikäyttö, valaistusratkaisut hulevesiviestinnän tehokeinona ja elinympäristön luojana sekä ympäristökasvatus, luonnontieteiden opetus ja asukasvuorovaikutteisuus (Lahden, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017, 4).

Pilottikohteina toimivat Lahdessa Hennala, Helsingissä Taivallahti ja Munkkiniemenranta, Espoossa Merituulentie ja Tonttumaa sekä Vantaalla Aviapolis Urban Blocks -alue (Lahden, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017, 4).

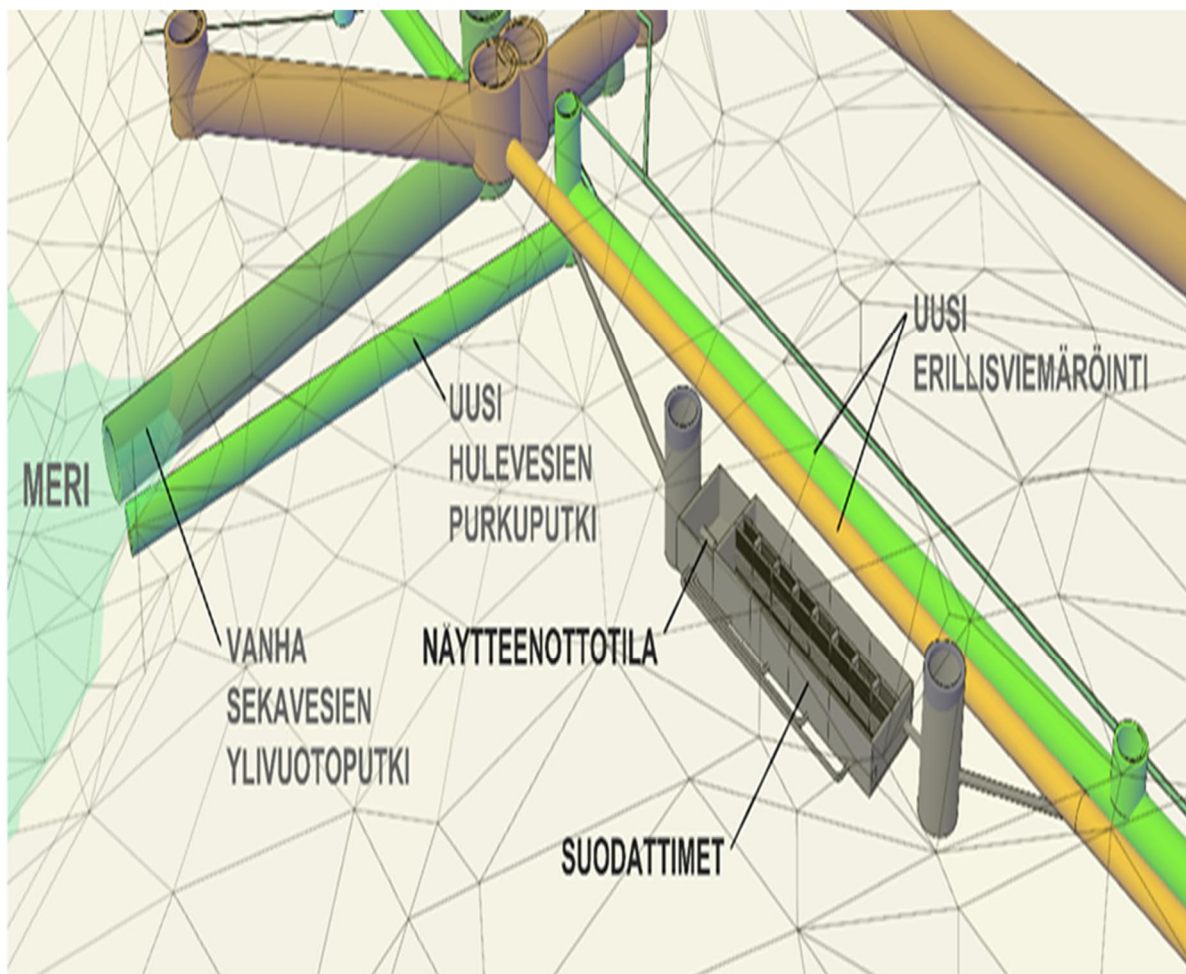
### 5.6.1 Helsingin Taivallahden pilottihanke

Helsingin kaupunki pilotoi kevään ja kesän 2019 aikana hulevesien mikromuovin suodattamista Töölön Taivallahdessa, joka on massiivisten hulevesivirtojen purkupaikka Suomenlahteen (Helsingin kaupunki 2019).

Taivallahden valuma-alueen koko kattaa yhteensä 5,3 hehtaaria, josta rakennettujen, vettä läpäisemättömien pintojen osuus on lähes 70 prosenttia. Suurin osa alueen hulevesistä on peräisin erittäin vilkkaasti liikennöidyiltä Mechelininkadulta ja Eteläiseltä Hesperiankadulta. (Hakala, Pankkonen & Talvitie 2019, 20.)

Pilotin pääsuunnittelijana toimi Olli Hakala, jonka Aalto-yliopistossa ja WSP Finland Oy:ssä kehittämä ratkaisu toteutettiin osana Hule S&C-hanketta. (Ignatius 2019, 13). Hulevesien suodatusarkku asennettiin kohteessa hulevesiviemäriin, jotta osa kaduilta valuvista sade- ja sulamisvesistä saataisiin puhdistettua erilaisista roskista sekä kiinto- ja haitta-aineista, ennen kuin ne kulkeutuisivat viemärin kautta sellaisenaan mereen (Helsingin kaupunki 2019). Suodatusarkun sijoittaminen maan alle johtui siitä, että alueella ei ollut tilaa luonnonmukaiselle kasvilliselle biosuodatukselle (Ignatius 2019, 14).

Suodatusarkku on kooltaan noin 60 kuutiota ja sen yhteyteen kuuluva näytteenottotila rakennettiin joulukuussa 2018 seuraavalla sivulla esitetyn kuvion 6. mukaisesti Taivallahden rannassa olevaan hulevesien purkukohtaan uuden erillisviemäröintiurakan yhteydessä (Ignatius 2019, 13; Lahden kaupunki 2019, 12).

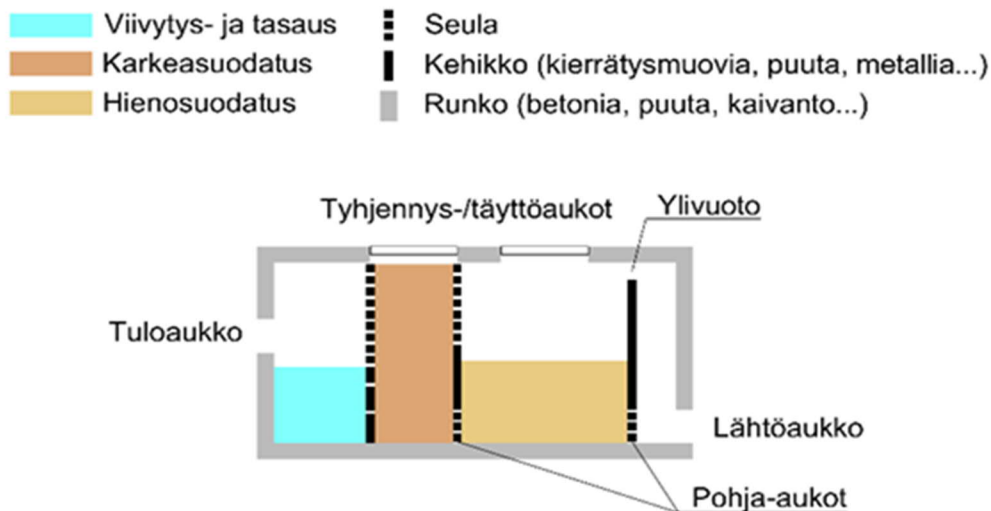


Kuvio 6. Suodatusarkkukokeilun sijoittuminen Taivallahden rantaan. (Lahden kaupunki 2019, 13)

Betonista ja muun muassa kierrätysmuovielementeistä koottavan suodatusarkun puhdistamisprosessi on kolmiosainen. Ensin viivytys- ja laskeutusallas tasaa ja hajauttaa veden virtaaman, josta vesi kulkeutuu seuraavaksi karkeasuodattimena toimivan kevytsoran läpi lopulta biohiiltä ja suodatushiekkaa sisältävään hienosuodattimeen. Hienosuodattimen läpi vesi virtaa vaaka- ja / tai pystysuoraan painekorkeudesta riippuen. Veden virtausta arkussa ohjaavat kolmen eri osaston väliset pato- ja aukkoratkaisut, joita hydraulikka säätelee sateen voimakkuuden mukaan. (Ignatius 2019, 14; Helsingin kaupunki 2019.)

Seuraavalla sivulla, kuviossa 7. esitetään suodatusarkun tyyppipoikkileikkaus, josta selviää kolmeen osaan jaettu puhdistamisprosessi.

## LEIKKAUS, PERUSMALLI



Kuvio 7. Hulevesien suodatusarkun tyyppipoikkileikkaus. (Hakala 2019, 11)

Suodatusarkku mittaa kahden minuutin välein hulevesien virtaamaa, sameutta, sähköjohtokykyä, pH:ta ja lämpötilaa. Mittaukset tapahtuvat kolmessa eri pisteessä, alkaen suodatusarkkuun tulevasta vedestä, päättyen hiekan ja biohiilen läpi suodattuneeseen veteen. Näistä kolmesta mittauspisteestä saaduista hulevesinäytteistä analysoidaan pitoisuudet kiintoaineille, ravinteille, PAH-yhdisteille, öljyille sekä metalleille. Koska sadanta ja sitä kautta huleveden valunta voivat vaihdella suuresti, vaikuttaa se voimakkaasti myös eri haitta-aineiden pitoisuuksiin. (Ignatius 2019, 15.)

### 5.6.2 Pilottihankkeen tuloksia

Suodatusarkun toimivuutta ei pilotin aikana ehditty seuraamaan niin pitkään kuin oli alun perin tarkoitus, sillä liitäntäasennus hulevesiviemäriin valmistui vasta Eteläisen Hesperiankadun ja Mechelininkadun peruskorjausurakan yhteydessä huhtikuussa 2019. Tämä vuoksi seurantajakso jatkuvatoimisilla mittareilla jäi vain kahden kuukauden pituiseksi. Lyhyen seurantajakson aikana ei myöskään ehditty tehdä laboratorioanalyysijä vesinäytteille, joilla olisi tutkittu arkun puhdistustehoa sadepäivien aikana. (Lahden kaupunki 2019, 12.)

Tutkimuksissa saatiin kuitenkin selville hiekan toimivuus hieman biohiiltä parempana suodatusmateriaalina. Sateen aikana hiekka pysäytti 95–100 prosenttia mikromuoveista, biohiilen päästessä 92–100 prosenttiin. (Malve 2020.)

Mikromuovien reduktiota käsittelevässä diplomityössä todettiin, että 96 prosenttia mikromuovista, kooltaan aina 90 mikrometriin saakka, sitoutui perussuodatushiekkään. Suodattimateriaaleista ja laskeutuslietteestä saatiin erotettua myös muita haitta-aineita, kuten sinkkiä, raskasmetalleja ja vastaavia kiintoaineita. Tämä kävi ilmi, kun suodatusarkun laskeutusaltaan lietteestä ja suodattimista otetut näytteet saatiin tutkittua. (Holopainen 2020, 19.)

Pilotin myötä tehtiin niin ikään alkuperäistä suunnitelmaa laajamittaisempi tutkimus mikromuoveista ja niiden uusista tutkimusmenetelmistä sekä selvitettiin samalla suodatusarkun soveltuvuutta sekavesien puhdistamiseen (Lahden kaupunki 2019, 12). Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut (Hule S&C) -hankkeen loppuraportissa todettiin, että maan alle sijoitettua suodatusarkkia voidaan pitää toimivana ratkaisuna hulevesien hallinnan tehostamiseen tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä. (Lahden kaupunki 2019, 32). Suodatusarkun tekniikka on yksinkertainen ja malliltaan sekä materiaaleiltaan hyvin muunneltavissa. Puhdistusprosessi on myös hiilineutraali. (Lahden kaupunki 2019, 34; Holopainen 2020, 19.) WSP Finland Oy on pilottihankkeen jälkeen laatinut Taivallahteen viiden vuoden seurantasuunnitelman, jonka aikana tutkitaan vesinäytteistä tehtäviä lisäanalyysejä. (Holopainen 2020, 19.)

### 5.6.3 Arvioita pilottihankkeesta

Tiiviissä kaupunkiympäristössä hulevesien hallinnalle on selkeä tarve, sillä vettä läpäisemätöntä pinta-alaa on paljon. Sade- ja lumensulamisvesien kulkeutumis- ja purkureitit lähimpiin vesistöihin ovatkin taajamissa tavallisesti suurempia kuin haja-asutusalueilla. (Hakala ym. 2019, 19.)

Ilmastonmuutosennusteiden mukaan säiden ääri-ilmiöt tulevat jatkossa lisääntymään, ja esimerkiksi Helsingissä hulevesitulviminen on todettu jo yhdeksi merkittävimmistä sää- ja ilmatoriskeitä (Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala 2018, 7).

Hulevesivirtaamien määrän lisäksi on tärkeää huomioida myös hulevesien laatu ja miten sitä on mahdollista parantaa. Virtaavien vesien mukana vesistöihin kulkeutuu maalta erilaisia haitta- ja kiintoaineita, kuten mikromuoveja. Suurimpina liikennealueiden mikromuovien lähteinä pidetään tiemerikintämassoja ja maaleja, ajoneuvojen renkaista irtoavia synteettisiä- ja luonnonkumeja sekä ympäristössä yhä pienemmiksi hajoavia muoviroskia ja -raken-teita. Yhdeltä kaupungin valuma-alueelta vesistöön voi päätyä mikromuovia peräti neljästä seitsemään tonnia vuodessa. (Ignatius 2019, 12–13.)

Mereen kulkeutuessaan mikromuovit rikastuvat ravintoketjussa. Ne kuljettavat mukanaan orgaanisia ympäristömyrkyjä ja aiheuttavat kroonisia haittoja vesieliöstölle ja eläimille. (Hakanpää 2018.)

Helsingin keskustan hulevedet johdetaan Suomenlahteen, joka kärsii entuudestaan liiallisesta ravinnekuormasta ja muista saasteista. Nämä ovat jo vaikuttaneet haitallisesti alueen ekosysteemiin ja vähentäneet samalla sen virkistysarvoa.

Hulevesien hallinta vaatii kuitenkin tilaa, jota Helsingissä on varsin rajallisesti käytettävissä. Taivallahden suodatusarkku on siten erittäin lupaava, uudenlainen ratkaisu, jonka avulla pyritään vastaamaan tiiviisti rakennettujen kaupunkiympäristöjen hulevesihaasteeseen.

Vaikka itse pilotti jäi seurantajaksoltaan lyhyeksi, suodatusarkun todettiin tuona aikana pienentävän kiinteiden aineiden, roskien ja erilaisten haitallisten aineiden, kuten mikromuovin, pitoisuuksia hulevesissä. Arkun toimintamalli on erityisesti suunniteltu kaupunkien ranta-alueita varten ja se on mahdollista liittää osaksi kaupungin teknisiä perusrakenteita. Pilotti tarjoaa sen vuoksi erinomaisen alustan hulevesinäytteenotolle, käsittelyn tutkimukselle ja kehittämiselle jatkossa.

Koska kyseessä oli täysin uusi konsepti, ei tulosten vertaaminen johonkin toiseen tapaan puhdistaa hulevesiä, ole vielä mahdollista lyhyen seurantajakson vuoksi. Lisää vesinäytteitä tarvitaankin suodatusarkun puhdistustuloksien tutkimiseksi samoin kuin tutkimustietoa laitteen teknisistä ominaisuuksista ja niiden mahdollisesta parantamisesta sekä hankkeen kustannustehokkuudesta.



## 6 Tiemerkintätyöt massalla 2019–2021

Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos, Stara, pyysi tarjousta vuosina 2019–2021 tiemerkintämassalla tehtävistä tiemerkintätoista Helsingin kaupungin yleisillä alueilla; kaduilla, teillä, kevyen liikenteen väylillä, puistoissa ja pysäköintialueilla, tarjouspyynnön ja sen liiteasiakirjojen mukaisesti.

Hankintamenettelynä oli avoin menettely ja hankintaan sovellettiin lakia julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 sekä tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä annettua lakia 1233/2006.

Tämän lisäksi sovellettiin Helsingin kaupunkikonsernin harmaan talouden torjuntaohjetta, joka on tarkoitettu Helsingin kaupunkikonsernin hankintayksiköiden ja sopimusvastaavien avuksi tilaajavastuulain soveltamisessa hankintamenettelyn ja sopimuskauden aikana.

Hankinta oli tarkoitus toteuttaa yksikköhintaperusteisena kokonaisurakkana ja sitä toteuttamaan valita yksi sopimusurakoitsija. Tarjouspyynnön mukaisesti tarjoukset tuli tehdä käyttäen tarjouspyynnön liitteenä olevia tarjouslomakkeita.

Tarjoajan oli liitettävä tarjoukseensa myös Rakentamisen laatu RALA ry:n pätevyystodistus tai Suomen Tilajavastuun (nykyinen Vastuu Group) palvelun tosite, joista ilmenevät yrityksen

- verovelkatodistus
- ilmoitus eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta
- ennakkoperintärekisteri-ilmoitus
- rekisteröinti-ilmoitus arvonlisäverovelvolliseksi merkinnästä
- selvitys laadunvarmistuksesta

Asiakirjat eivät saaneet olla kahta kuukautta vanhempia ja ne oli tilaajan erikseen pyydettyä toimitettava myös sopimuskauden aikana.

Stara julkaisi tarjouspyynnön julkisten hankintojen ilmoituspalvelukanava Hilmassa 6.2 2019. Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa 3. on esitetty tarjoukseen liitetty mukailtu yksikköhintaluettelo merkintälaatuineen, ilman varsinaisessa tarjouspyynnössä ilmoitettuja arvioituja neliö- ja kappalemääriä.

YKSIKÖHINTALUETTELO MASSA			Vuosina 2019-2021		
Staran työkohteet					
HEL 2019-002134					
Littera		Merkintälaatu	Arvioitu määrä m2	Veroton hinta euroa/m2	Veroton hinta yhteensä euroa
32630	2	Keski-, kaista- ja sulkuviiva valk. (10-20 cm) P 3			
32630	3	Keski-, kaista- ja sulkuviiva valk. (10-20 cm) U 7+2			
32630	4	Reunaviiva P 1,5			
32630	5	Reunaviiva P 3			
32630	8	Sulkuviiva, keltainen P 3			
32630	10	Sulkualue, valkoinen P 3			
32630	11	Sulkualue keltainen P 3			
32630	12	Suojatie P 3			
32630	14	Pysäytysviiva, P 3			
32630	16	Pysäköintiviiva, P 3			
32630	17	Heräteraita, valkoinen P 8			
32630	18	Pyörätien jatke, ruutu (50*50 c), P 3			
32630	19	Pintamerkin poisto			
32630	20	Upotusmerkin poisto			
32630	21	Ruutumerkintä, valkoinen P 3			
32630	22	Jk / p-tie, valkoinen erotusviiva P 3			
32630	23	Iso pyöräsymboli, kpl P 3			
32630		Risteysruudukko P 3			
			<b>kpl</b>	<b>euroa/kpl</b>	
32630	24	Ajokaistanuoli, 1-kärkinen P 3			
32630	26	Ajokaistanuoli, 2-kärkinen P 3			
32630	28	Ajokaistanuoli, 3-kärkinen P 3			
32630	33	Väistämisiivän kolmio (h=0,6 m) P 3			
32630	34	Väistämisvelvollisuutta os.ennak. (h=5m) P 3			
32630	35	STOP -merkintä P 3			
32630	36	TAXI tai LAST -merkintä P 3			
32630	37	BUS -merkintä P 3			
32630	38	lnva -merkintä P3			
32630	39	Nopeusrajoitus- tai tienumeromerkintä P 3			
32630	40	P -merkintä P 3			
32630	41	Jalkakäytävä- tai pyörätiemerkintä P 3			
32630	42	CD -merkintä			
32630	43	Tuntityö			
				Veroton hinta	
				Arvonlisävero 24%	
Paikka ja aika				Urakkahinta yhteensä	
Tarjouksen antaja				Allekirjoitus	

Taulukko 3. Tarjouspyynnön yksikköhintaluettelo (mukailtu Staran tarjouspyynnöstä HEL 2019-002134)

Rakentamispalveluliikelaitoksen johtokunta päätti 11.4.2019, että tiemerkitäytyöt massalla vuosina 2019–2021 tilataan Cleanosol Oy:ltä sen 16.3.2019 tekemän tarjouksen mukaisin yksikköhinnoin. Urakkasopimus Staran ja tarjouskilpailun voittaneen Cleanosol Oy:n välillä allekirjoitettiin 8.5.2019.

Urakkaohjelmaan kirjatun mukaisesti, merkintätöiden kohteet sijaitsivat eri puolilla kaupunkia ja jakaantuivat seuraaviin pääryhmiin Liikenneviraston ohjeita 5 / 2015, Tiemerkintöjen teettäminen, ja sen myöhemmin korvanneen Väyläviraston ohjeen 30 / 2020, Tiemerkintöjen suunnittelu, jakoon pääosin perustuen.

1. Pituussuuntaiset merkinnät (keski-, ajokaista-, sulkua- ja varoitusviiva, keskitien viivayhdistelmät, sulkualue ja reunaviiva).
2. Poikkisuuntaiset ja muut tiemerkinnät sekä tunnuksiset (mm. pysäytys- ja väistämiskiiva, suojatiet, pyörätien jatke, töyssy, heräteraidat, ajokaistanuoli, ajokaistan vaihtamisnuoli, pyöräkaista ja linja-autokaista).

Massamerkintäurakkaan kuuluvat työt olivat urakkaohjelmassa lueteltu seuraavasti:

- tarvittavat työaikaiset liikennejärjestelyt
- alustan puhdistus
- merkittävän kohdan yksityiskohtainen mitoitus
- pysäköityjen autojen suojaus massauksen aiheuttamilta roiskeilta
- apumerkinnät
- jyrästä (kohteen mukaan)
- materiaalin hankinta; standardien SFS-EN 1423:2012+AC:2013 ja SFS-EN 1463-1:2009 mukaisesti (heijastavat tiemerkintänaamat, sirottemateriaalit)
- työselityksen noudattaminen (lasihelmiä ei tarvitse käyttää)
- massan levitys
- viimeistely
- työalueen puhdistus
- laadun toteaminen ja vertaus laatuvaatimukseen

Urakan valvonta siirtyi Kaupunkitekniikan rakentamiselta Kaupunkitekniikan ylläpitoon 14.4.2020, jolloin otin tilaajan puolesta vastuun urakka-asiakirjoja koskevista kysymyksistä ja urakan sopimuksenmukaisen suorittamisen valvonnasta. Heti kesäkuun alusta alkaen urakasopimukseen vaikutti uuden tieliikennelain 729/2018 astuminen voimaan ja sen mukanaan tuomat muutokset. Näistä merkittävimmät olivat:

- Keltaiset sulkuviivat, varoitusviivat ja sulkualueet muuttuvat valkoisiksi. Siirtymäaika on sekä valkoisia että keltaisia sulkuviivoja, mutta ne pitää olla muutettu valkoisiksi viimeistään 31.5.2023. Kaikki uudet ja kunnostettavat viivat tehdään valkoisina tieliikennelain 729/2018 mukaisesti. Valkoisia ja keltaisia viivoja ei jätetä sekaisin, vaan keltaiset viivat korvataan valkoisilla.
- Pyörätien jatke merkitään vain, jos muulle liikenteelle on osoitettu väistämisvelvollisuus liikennemerkillä.

## 6.1 Tiemerkintätöiden työselostus

Staran tiemerkintöjä koskevan työselostuksen mukaisesti, massamerkinnot tehdään katuun joko pintamerkintänä tai upottaen. Pintamerkinnot tehdään kolme millimetriä paksuina (P 3), jolloin massamenekiksi tulee vähintään kuusi kiloa neliötä kohden. Upotetuissa merkinnöissä päällysteen pintaan jyrsitään seitsemän millimetriä syvät urat, jotka sitten täytetään tiemerkintämassalla. Valmiin merkinnän on noustava kaksi millimetriä ajoratapäällystettä korkeammaksi, jolloin sen paksuudeksi tulee yhdeksän millimetriä (U 7+2). Massamenekin määrä on tällöin vähintään 18 kiloa neliötä kohden. (Stara 2022, 5.)

Pituussuuntaisissa viivamerkinnoissa käytetään lasihelmiä. Lasihelmet sirotellaan heti vastalasketun kovettumattoman massan pinnalle levityskoneen annostelulaitteella ja niiden tulee jakautua tasaisesti merkinnän pinnalle. Lasihelmien tuotevaatimukset on määritelty Tiemerkintöjen laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 38/2015, mukaisesti. (Stara 2022, 5.)

Suojatiemerkinnät tehdään pääsääntöisesti puolen metrin levyisinä liikenteen suuntaisina merkintöinä. Merkinnät ovat pintamerkintöjä, massapaksuudeltaan kolme millimetriä tai upotusmerkintöjä, massapaksuudeltaan yhdeksän (7+2) millimetriä. (Stara 2022, 5.)

Ajoratojen nuoli- ja symbolimerkinnot tehdään ajokaistan keskelle nuolten ollessa joko yksi-, kaksi- tai kolmikärkisiä. Mitoituksen suhteen on huomioitava, että nuolet ovat pidemmät kaduilla, joilla nopeusrajoitus on yli 60 kilometriä tunnissa. Ajoratojen nuoli- ja symbolimerkintöjen massapaksuudet ovat samat kuin kaistaviivamerkinnoissa. Lasihelmiä saa, mutta ei tarvitse levittää ajoradalle tehtävien nuoli- tai symbolimerkintöjen päälle. (Stara 2022, 5.)

Kevyenliikenteenväylille tehtävät symbolit ja nuolimerkinnot tehdään käyttäen valmiiksi muotoiltuja kuumaliimattavia premark-symboleja tai tiemerkintämaalaa. Kevyenliikenteenväylälle tehtävien tai uusittavien suojatien- / pyörätien jatkeiden pintasirottelussa käytetään kitkaa lisäävää aineita standardin SFS-EN 1423 mukaisesti. Merkinnän osittaista korjaamista ei sallita. (Stara 2022, 5.)

## 6.2 Tiemerkintätöiden tekeminen

Staran Cleanosol Oy:llä teettämät tiemerkinnät muodostuivat sekä ylläpitomerkinnöistä että rakennuskohteiden tiemerkinnöistä. Urakka-alue kattoi koko Helsingin kaupungin alueen, lukuun ottamatta niitä kokonaisvastuualueita, joissa tiemerkinnät kuuluivat kokonaisalueen urakkaan. Urakoitsijalla oli tekemisen tukena ja töitä ohjaamassa Staran sisäiset ohjeistukset; urakkaohjelma, työselostus, turvallisuusasiakirja sekä laatuvaatimukset ja arvovähennykset.

Cleanosol Oy:n työmaapäällikkö Tomi Telavuori kertoo tarkemmin, kuinka pienmerkintä- ja viivatyöryhmät toimivat Staran antamissa työkohteissa:

Ennen töiden aloitusta kaikki Staran urakkaan tulevat työntekijät perehdytetään. Perehdytyksessä käydään läpi Staralta saadut ohjeistukset, tiedossa olevat työkohteet sekä muut tarvittavat tiedot, joita työn tekemiseen tarvitaan. Samalla käydään läpi liikenteenohjaussuunnitelmat, joista ilmenee mitä merkintätöitä ollaan tekemässä, missä niitä tehdään ja miten. (Telavuori 2022.)

Itse työskentely tapahtuu edellä mainittujen liikenteenohjaussuunnitelmien mukaan. Tiemerkintätyöt edellyttävät asianmukaisia turva- ja liikenneohjauslaitteita, jotka takaavat niin tienkäyttäjien kuin työntekijöidenkin turvallisuuden. Ennen varsinaisen työn aloitusta varmistetaan aina, että tarvittavat liikennejärjestelyt on tehty, eli sulkua- ja varoituslaitteet, kuten kartiot ovat kohteessa paikoillaan ja työryhmän auton liikennemerkki oikeassa asennossa tienkäyttäjien tilapäiseksi varoittamiseksi. (Telavuori 2022.)

Liikennejärjestelyjen jälkeen tehdään merkittävässä kohteessa pinnoitteen tarvittava puhdistus. Pienmerkinnöissä tämä tapahtuu käsin harjalla tai puhaltimella, viivakoneessa on ilmaveitsi pinnan puhdistamiseksi irtonaisesta aineesta. Samaan aikaan tapahtuu työvälineiden esivalmistelu, eli esimerkiksi massakauha lämmitetään ja materiaalit laitetaan tankkiin. (Telavuori 2022.)

Seuraavaksi tehdään tarvittavat apumerkinnät pienmerkintään, viivakonetta varten ne on tehty jo etumerkitsijän toimesta. Tämän jälkeen pienmerkinnässä täytetään massakauha ja aloitetaan varsinaisen materiaalin levitys kohteeseen. (Telavuori 2022.)

Toinen ryhmän jäsen tekee merkintää, toinen avustaa tarpeen mukaan ja seuraa tarkemmin muuta liikennettä sekä levittää ohjeen mukaisesti lasimurskaa tai lasihelmeä. Kitkarvon kohottamiseksi lasimurskaa käytetään lähinnä vain uusille pinnoille. (Telavuori 2022.)

Viivakone tekee viivat itsenäisesti ja merkinnän päälle tulee koneesta automaattisesti lasihelmeä. Tarvittaessa voidaan laittaa vielä jäähdytysvettä merkinnän päälle nopeuttamaan

sen jäähtymistä varsinkin vilkkaissa työkohteissa. Tässä ryhmän toinen jäsen auttaa liikenteenohjauksessa autossa olevien merkkien avulla tai jalkautumalla ja tätä kautta ohjeistamalla muuta liikennettä. Hän myös järjestää koneille tankkauspaikan. Kun kohteen merkinnät on saatu tehtyä, työvälit puutetaan materiaalista, liikennejärjestelyt puretaan ja siirytään seuraavaan työkohteeseen (Telavuori 2022).

Perinteisten tiemerkintämenetelmien lisäksi Cleanosol Oy:llä on käytössä Trafficprinter, josta Telavuori toteaa näin:

Tiemerkintöjen tekeminen kuorma-autoalustaisella automaattisella Trafficprinterillä, eli printeriautolla, on tiemerkintäalan viimeisimpiä innovaatioita. Staran urakassa teimme sen avulla ensimmäiset tiemerkinnät toukokuussa 2021. (Telavuori 2021).

Printeriauton avulla pyritään saamaan tiemerkintöjen tekeminen tietyissä työkohteissa turvallisemmaksi. Merkintöjen tekeminen on joissakin tapauksissa myös nopeampaa ja näin ollen siitä on muulle liikenteelle vähemmän haittaa. Työ- ja liikenneturvallisuuden lisäksi haemme tässä myös kustannustehokkuutta. (Telavuori 2021).

Koneella tehtävät merkinnät ovat materiaaliltaan kuumamassaa, jota käytetään suurimassa osassa varsinkin pienmerkintöjä sekä viivamerkinnoissa vilkkaissa paikoissa. Laitteen keulassa on skanneri, jolla jo olemassa oleva merkintä voidaan uusiksi tai täysin uusi merkintä kohdistaa sen ja kameran avulla. Pääsääntöisesti kuljettaja syöttää tietokoneelle halutun mukaisen merkinnän, kuten nuoli tai nopeusrajoitus. Auton tietokone käsittelee sen ja auton perässä oleva ”tulostin” toteuttaa merkinnän. Tulostukseen käytetään 200 eri massaluokkaa, jolloin merkinnästä saadaan vaivattomasti tehtyä erilaisia ja kokoisia merkintöjä. Tarvittaessa tulostetun merkinnän päälle saadaan suihkutettua myös vettä, jolla se saadaan jäähtymään nopeammin. (Telavuori 2021).

### 6.3 Urakkadata

Staran ja Cleanosol Oy:n välisen tiemerkintäurakan töiden vastaanottotarkastus pidettiin 13.12.2021. Tämän jälkeen sovimme Tomi Telavuoren kanssa, että hän kokoaa ja toimittaa minulle urakkadataa liittyen Staralle tehtyihin massamerkintöihin vuosina 2019–2021. Tarkoituksena oli saada selville sopimuskauden aikaiset merkintämäärät, tiemerkintämassan kokonaisuus sekä tietoa siitä, minne kohteisiin massaa menee ja missä sitä siten kuluu eniten.

Tomi Telavuori lähetti minulle sähköpostitse kolmen vuoden urakkadatan 23.2.2022. Alla näkyvässä koontitaulukossa (taulukko 4.) näkyvät ylläpitokohteisiin ja uusille pinnoille tehtyjen merkintöjen neliö- ja kappalemäärät koskien suojaiteita, pyörätien jatkeita ja viivamerkintöjä.

Helsinki		2019	2020	2021
	<b>Jätkäsaari</b>			
	suojaiteet m2	9269,5	10475,5	7581
	pyörätien jatkeet kpl	263,25		113,25
	suojaiteet uudet pinnat m2	251,5	1467,5	
	pyörätien jatkeet uudet pinnat kpl	5	7	
	viivamerkinnät m2	716,5	1009,5	2047
	<b>Kyläsaari</b>			
	suojaiteet m2	7155,5	9754,5	7868
	pyörätien jatkeet kpl	622	24,5	101
	suojaiteet uudet pinnat m2	165	319	
	pyörätien jatkeet uudet pinnat kpl	12,5	4	
	viivamerkinnät m2	2361	3892	3540,5
	<b>Vuosaari</b>			
	suojaiteet m2	2353	4897,5	2153
	pyörätien jatkeet kpl	342,25		179
	suojaiteet uudet pinnat m2	266,5	1233	
	pyörätien jatkeet uudet pinnat kpl	47,5		
	viivamerkinnät m2	1437,5	1842,5	1795,5
	<b>Malmi</b>			
	suojaiteet m2	6191,5	8015	7100
	pyörätien jatkeet kpl	772,75		356,75
	suojaiteet uudet pinnat m2	139	35,5	
	pyörätien jatkeet uudet pinnat kpl	3,75		
	viivamerkinnät m2	958	2657	1993,5

Taulukko 4. Cleanosol Oy:n massamerkintöjen kokonaismäärät vuosina 2019–2021 (mukailtu Tomi Telavuori 2022)

Taulukosta selviää massamerkintöjen kokonaismäärät vuositasolla tukikohdittain. Urakka-aikana 2019–2021 KP1 ja KP2 -alueilla merkintämäärät olivat yhteenlaskettuna seuraavat:



- suojatiemerkintöjä 82 814 neliötä
- pyörätien jatkeita 2774,75 kappaletta
- suojatiemerkintöjä uusille pinnoille 3877 neliötä
- pyörätien jatkeita uusille pinnoille 79,75 kappaletta
- viivamerkintöjä 24 250,50 neliötä

Tämän lisäksi tehtiin myös katujen uudelleenpäällystysurakoihin liittyviä massamerkintöjä, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa 5.

<b>Uudelleenpäällystysurakoihin liittyvät merkinnät</b>	2019	2020	2021
<b>KP1 uudet pinnat</b>			
suojatiet uudet pinnat m2	2563	806	1753,5
pyörätien jatkeet kpl	143,75		21,75
viivamerkinnät m2	1428	730	1103
<b>KP2 uudet pinnat</b>			
suojatiet uudet pinnat m2	966	2224,5	2730
pyörätien jatkeet kpl	101		109,75
viivamerkinnät m2	2064,5	1170,5	731,5

Taulukko 5. Uudelleenpäällystysten jälkeen tehdyt massamerkinnät KP1 ja KP2 -alueilla vuosina 2019–2021 (mukailtu Tomi Telavuori 2022)

Uudelleenpäällystysurakoiden jälkeen tehtyjen merkintöjen määrät olivat yhteensä:

- suojatiemerkintöjä 11 043 neliötä
- pyörätien jatkeita 376,25 kappaletta
- viivamerkintöjä 7227,50 neliötä

Taulukoiden mukaisiin työmääriin kului kokonaisuudessaan noin 794 000 kiloa, eli 794 tonnia tiemerkintämassaa (Telavuori 2022).

Arvioidessani kyseisen merkintämassan mikromuovipäästöjä, käytin apuna Väyläviraston CO<sub>2</sub>-päästömuuttujat ja mikromuovit tiemerkinnöissä -selvitystä ja siinä käytettyjä laskelmia; ilman hartsia neljällä ja hartsin kanssa yhdeksällätoista painoprosentilla merkintämäärästä (Linnakoski ym. 2020, 25).

Laskelmieni mukaan tiemerkinnöistä hioutuneen mikromuovin määrät Staran kolmivuotisen massamerkintäurakan aikana olivat siten arviolta seuraavat:

- 32 tonnia (% = 0,04), jos tiemerkinntämässan hartseja ei lasketa mikromuoviksi
- 151 tonnia (% = 0,19), jos tiemerkinntämässan hartsit lasketaan todennäköisiksi mikromuovin lähteiksi

### 6.3.1 Massamerkinntöjen alueellinen kuormittavuus

Ajosuoritemäärien ja massamenekin avulla selvisi, että merkinntöjä tarvitsee uusia eniten liikenteellisesti kuluttavissa kohdissa. Näin tapahtuu varsinkin silloin, kun asfaltin pinta alkaa olla jo iältään vanhaa, eli siitä on kulunut paljon pois sideaineena käytettävää bitumia, jolloin merkinntää tehdään lähinnä kiviaineksen päälle. Staran urakan hot spotit, eli tietyt paikat, missä materiaalin menekki, kuluminen ja ympäristökuormitus ovat suurinta, ovat Helsingin pääväylät, joita ei ole viime vuosina uudelleenpäällystetty ja/tai joissa vuorokausiliikennemäärät ovat suuret. Näihin väyliin lukeutuvat muun muassa Mäkelänkatu, Hämeenentie, Itäväylä, Kustaa Vaasan tie ja Mechelininkatu. Samoin vanhoilla kividuilla, kuten Pohjoisesplanadilla, tiemerkinntät joudutaan maalaamaan uusiksi pari kertaa vuodessa.

Tarkkaa tietoa yksittäisestä hot spot -kohteesta ei ole saatavilla, sillä kaupunkiurakoinnissa urakoitsijalla ei ole käytössään paikkatietopalvelua. Tällä hetkellä tiedossa on vain katukohdittaisesti, mitä on tehty ja mihin, eikä urakoitsija siten pysty suoraan omasta järjestelmästä löytämään esimerkiksi tiettyä risteystä, jonne kerran tai jopa pari kertaa merkinntäkauden aikana joudutaan tekemään uudet merkinntät. Tomi Telavuori toteaa, että tulevaisuudessa olisikin hyvä, jos Staralle tehtävät tiemerkinntät saisi sidottua paikkatietoon. Paikkatietopalvelun avulla olisi mahdollista saada tarkkaa dataa siitä, mihin kohtiin merkinntöjä on tehty ja miten paljon kerrallaan. Paikkatietopalvelun avulla voisi tarvittaessa myös miettiä tiettyihin täsmäkohteisiin toisenlaista merkinntätapaa, kuten upotettua kestoperkinntää, kulumisen hidastamiseksi. Upotettu kestoperkinntä tarkoittaa sitä, että asfalttipäällysteeseen jyrsitään tasainen ura, syvyydeltään seitsemän millimetriä ja massaa levitetään uraan siten, että tiemerkinntä nousee kaksi millimetriä päällysteen pintaa korkeammaksi. Paikkatiedosta olisi suurta hyötyä myös mikromuovin leviämisen estämisessä, jos useasti uusittavien merkinntäkohteiden hulevesikaivot olisi mahdollista suunnitella ja rakentaa toisella tavalla niin, etteivät mikromuovipartikkelit pääsisi kaivosta enää pidemmälle. (Telavuori 2022.)

Kunnossapidon tuotantopäällikkö Mika Honkasalo jatkaa Telavuoren linjoilla todetessaan, että kunnossapidon täytyy jatkossa miettiä, onko olemassa tarpeettomia tiemerkinntöjä. Tarvitseeko esimerkiksi joka sivukadulla olla suojatieristeyksessä, vai riittääkö, että kyseisissä kohteissa tienkulkijaa ohjaavat pelkät liikennemerkkit. Se, että jättäisimme harkitusti tiemerkinntöjä tekemättä väljemmin liikennöidyillä sivukaduilla pienentäisi kulumisen aiheuttamia

mikromuovipäästöjä. Tämä on asia, jota tulee vakavasti jatkossa pohtia. Kyseessä on kuitenkin lopulta liikennesuunnittelusta lähtevä linjaus- ja päätösasia, ja siksi myös suunnittelijoiden tietoisuutta ratkaisujen ympäristövaikutuksista tulisi lisätä. (Honkasalo 2022.)

Massamerkintöjen alueelliseen kuormittavuuteen vaikuttavat niin liikenne, mahdolliset kadun rakenteelliset viat, sääolosuhteet kuin kunnossapitotyötkin. On kuitenkin selvää, että siellä missä tiemerkinntät kuluvat eniten, sieltä todennäköisesti myös mikromuovia kulkeutuu hulevesien mukana eniten ympäristöön.

### 6.3.2 CO<sub>2</sub> -päästöjen tunnistaminen ja vähentämissyrkimykset

Koska tiemerkinnoistä aiheutuvien CO<sub>2</sub>-päästöjen arvioiminen on todetusti hyvin vaikeaa, tein päätöksen, että Staran massamerkintäurakoitsijan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä käsitellään tässä opinnäytetyössä vain yleisellä tasolla.

Cleanosol Oy:n käyttämä tiemerkinntämateriaali tulee pääosin Etelä-Ruotsista ja lasihelmet / lasimurska Britanniasta. Kaikki Premark ja Decomark -materiaalit tulevat puolestaan Tanskasta. Materiaalien CO<sub>2</sub>-päästöjä olisi mahdollista laskea jollakin tasolla tuotevaiheessa 2, eli kuljetuksessa valmistukseen, vertaamalla tavarankuljetuksen päästöjä autoliikenteen osalta, mutta laivarahdin laskeminen esimerkiksi lasihelmen osalta Skotlannista Suomeen on jo haasteellisempaa. Kaikesta huolimatta tiemerkinntämateriaalien raaka-aineet ja niiden tuotevaiheet kattavat suurimman osan päästöistä. (Telavuori 2022.)

Cleanosol Oy seuraa polttoaineiden kulutusta eri ajoneuvoissa, mutta niiden CO<sub>2</sub>-päästöjä ei ole varsinaisesti suoraan laskettu. Telavuori toteaa, että suoraa dataa on vaikeaa saada. Vaikka polttoaineen kulutus ja käytetyt työtunnit ovat tiedossa, monet muuttuvat tekijät vaikeuttavat tässäkin tapauksessa laskentaa. (Telavuori 2022.)

Uusien kalustohankintojen myötä hiilidioksidipäästöjä on mahdollista päästä jonkin verran hillitsemään. Kokonaan uudenlaisen tekniikan esiintuloa on odoteltu, ja joitain yksittäisiä osin sähköllä toimivia laitteita on jo olemassa, mutta vie vielä jonkin aikaa, että niillä saataisiin korvattua nykyistä tekniikkaa. Tällä hetkellä esteenä on lähinnä akkukapasiteetin koko ja sopiva latausverkosto. Laitevalmistajalta saadun tiedon mukaan esimerkiksi massakattilan lämmittäminen sopivaan käyttöasteeseen vaatii todella paljon energiaa, joten ylläpitävän lämpötilan hallinta sähköllä onnistuu parhaiten kesäisin. Ruotsissa on kehitetty ja jo käyttöön otettu hybridimallinen käsimerkinntäkuorma-auto, joka toimii aurinkopaneeleiden avulla. Tarkempia kokemuksia auton toimivuudesta ei kuitenkaan vielä ole Suomeen asti saatu. (Telavuori 2022.)

Mikromuovi- ja hiilidioksidipäästöjen pienentäminen tiemerkinnoissä vaatii uusia vaatimuksia niin tuotekehittelyyn, hankintakriteereihin kuin hankintaprosesseihinkin. Keskeistä on sitouttaa materiaalitoimittajat ja urakoitsijat yhdessä Staran kanssa päästövähennyksiin omissa toiminnoissaan, jotta halutut ympäristötavoitteet ja -kriteerit ovat mahdollista saavuttaa.

## 7 Kestävät julkiset hankinnat

### 7.1 Julkiset hankinnat

Julkisilla hankinnoilla tarkoitetaan sellaisia tavara-, palvelu- ja rakennusurakkahankintoja, joita valtio, kunnat ja kuntayhtymät sekä muut julkisen sektorin hankintayksiköt tekevät julkisilla varoilla oman organisaationsa ulkopuolelta (Julkisten hankintojen neuvontayksikkö 2016).

Maassamme on yhteensä noin 2800 hankintayksikköä, joiden tekemät hankinnat ja investoinnit ovat yleisesti arvioiden noin 35, mutta kaikki sidosryhmät ja kynnysarvot alittavat hankinnat huomioiden jopa yli 50 miljardia euroa vuodessa (Kalimo, Alhola, Virolainen, Miettinen, Pesu, Lehtinen, Nissinen, Heinonen, Suikkanen, Soukka, Kivistö, Kasurinen, Jansson, Mateo & Ünekbas 2021, 11, 18). Tämä vastaa arviolta noin 20 prosenttia Suomen bruttokansantuotteesta (Linjama 2019).

Julkisten hankintojen taloudellinen merkitys on siten mittava, mutta vaikutusta on myös laajemmin kestäväen kehityksen ja ympäristötavoitteiden saavuttamisen kannalta. Julkisen sektorin hankkimat hyödykkeet tuottavat lähes viidenneksen Suomen kulutusperusteisesti lasketuista kasvihuonekaasupäästöistä ja vajaan neljäsosan raaka-aineiden käytöstä. Samalla ne aiheuttavat myös muita huomattavia ympäristövaikutuksia niin kansallisesti kuin maailmanlaajuisestikin. (Kalimo ym. 2021, 11.)

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen Osallistava ja osaava Suomi - sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta -ohjelmassa vuosille 2019–2023 todetaan, että Suomen valtion ja kuntien on toimittava suunnannäyttäjinä ympäristöystävällisten ratkaisujen käyttöönottamisessa. Tavoitteeksi ohjelmassa on asetettu, että hankintaosaamisen taso ja hankintalain velvoittavuutta kestäviin hankintoihin ja laatuarviointiin nostetaan. Samalla hankintalakia tullaan muuttamaan siten, että hiili- ja ympäristöjalanjälki sisällytetään hankintakriteereihin ympäristövaikutuksiltaan merkittävässä hankinnoissa. Tarkoituksena on ottaa käyttöön työkalu innovatiivisten hankintojen riskien jakamiseksi ja vauhdittaa kestäviä ja innovatiivisia hankintoja koskevien hyvien käytäntöjen yleistymistä. Kuluttajien mahdollisuutta saada tietoa palvelujen ja hyödykkeiden ilmasto- ja ympäristövaikutuksista tullaan myös vahvistamaan ja olemassa olevien kestävää kulutusta tukevien kriteeristöjen käyttöä ja uusien luomista edistetään. Verotusta on tarkoitus uudistaa tukemaan kestäväen kehityksen tavoitteita ja kestävää kuluttamista, jolloin ilmasto- ja ympäristövaikutukset saadaan näkymään vahvemmin tuotteiden ja palveluiden hinnassa. (Valtioneuvosto 2019, 44–45.)

Hallitusohjelman tavoitteena on edistää sosiaalisten, ilmasto- ja kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista julkisten hankintojen kautta. Korjaamalla hankintalain olemassa olevat puutteet on mahdollista lisätä hankintojen vastuullisuutta. Tavoitteen edistämiseksi arvioidaan hankintalain ympäristö-, sosiaali- ja työoikeudellisten rikkomusten poissulkemisperusteiden laajentamistarpeet sekä keinot, joilla voidaan korostaa yritys- ja verovastuullisuutta. (Valtioneuvosto 2019, 109–110.)

## 7.2 Kestävät hankinnat ja niiden ulottuvuudet

Yhtenä julkisia hankintoja ohjaavan hankintalainsäädännön tavoitteista on tehostaa kestävien hankintojen tekemistä. Hankintalain mukaan hankintayksiköiden on pyrittävä järjestämään hankintatoimintansa siten, että hankintoja voidaan toteuttaa mahdollisimman taloudellisesti, laadukkaasti ja suunnitelmallisesti olemassa olevat kilpailuolosuhteet hyväksi käyttäen ja ympäristö- ja sosiaaliset näkökohdat huomioon ottaen. (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016, 2 §.)

Kestävissä hankinnoissa huomioidaan kolme kestävän kehityksen aihealuetta:

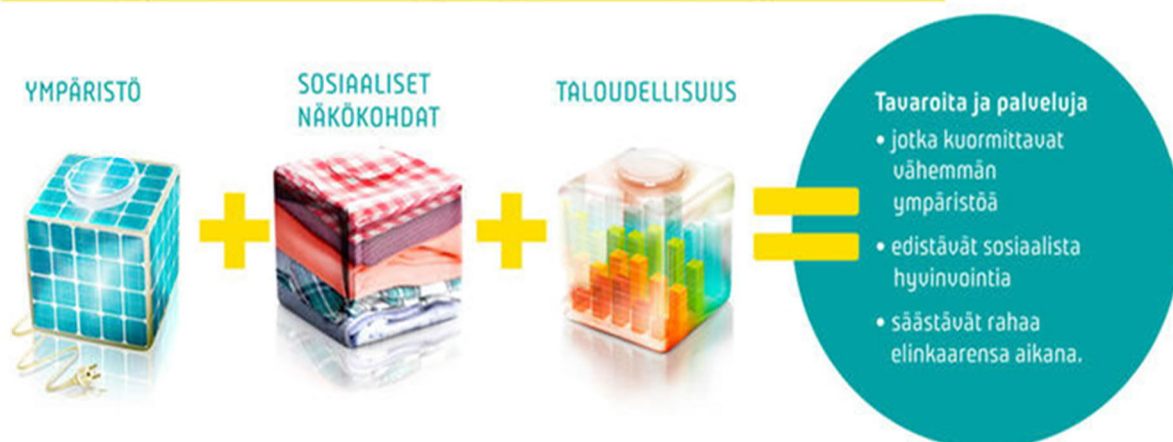
1. ympäristövastuu
2. sosiaalinen vastuu
3. taloudellinen vastuu.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kestäville hankinnoille pyritään samanaikaisesti vähentämään ympäristön kuormitusta, edistämään sosiaalista hyvinvointia ja säästämään rahaa hankintojen koko elinkaari huomioon ottaen. Jos yksikin kolmesta aihealueesta puuttuu, hankintaa ei voida pitää kestäväenä. (Keino-osaamiskeskus 2018.)

Seuraavan sivun kuvassa (kuvio 8.) visualisoidaan nämä kolme kestävien julkisten hankintojen kehityksen eri aihealuetta, jotka yhteen liitettyinä mahdollistavat vastuullisuustavoitteiden saavuttamisen ja toteuttamisen.

## Kestävät julkiset hankinnat

= hankintoja, joissa otetaan huomioon ympäristö, sosiaaliset näkökohdat ja taloudellisuus.



Kuvio 8. Kestävät julkiset hankinnat (Keino-osaamiskeskus 2018)

### 7.2.1 Ympäristövastuu

Ympäristövastuun tavoitteena on parantaa muun muassa hankintojen energia- ja materiaalitehokkuutta sekä pienentää kasvihuonekaasujen määrää ja muita haitallisia ympäristövaikutuksia (Keino-osaamiskeskus 2018).

Ympäristövastuu toteutuu, kun hankintaprosessissa otetaan käyttöön erilaisia ympäristötavoitteita ja -kriteerejä. Tavoitteiden ja kriteerien avulla luodaan hyödykkeelle erilaisia valintaperusteita tai ehtoja, joiden voimin voidaan sitten tehdä päätöksiä ympäristön kannalta kestävästä valinnoista. (Keino-osaamiskeskus 2018; Motiva Oy 2020.)

Ympäristö- ja vastuullisuustavoitteet voivat koskea esimerkiksi uusiutuvan energian käyttöä, energiatehokkuutta, vähähiilisyttä, materiaalivalintoja, jätteen määrän vähentämistä, materiaalien kiertoa ja kiertotaloutta sekä uusia innovatiivisia teknologiaratkaisuja, kuten cleantechia. (Keino-osaamiskeskus 2018; Linjama 2019.)

Kestävien hankintojen avulla on mahdollista edistää julkisorganisaatioiden ympäristö- ja vastuullisuustavoitteiden saavuttamista ja saada aikaan korkealuokkaisia palveluita kustannustehokkaasti (Motiva Oy 2020).

### 7.2.2 Sosiaalinen vastuu

Sosiaalisesti vastuullisissa hankinnoissa varmistetaan, että tavaroiden ja palveluiden tuottamisessa kunnioitetaan ihmisoikeuksia ja työelämän perusoikeuksia (Keino-osaamiskeskus 2018).

Julkisissa hankinnoissa sosiaalisten ja eettisten periaatteiden toteutuminen ja niiden vaikutukset otetaan huomioon laajemmassa yhteiskunnallisessa mittakaavassa. Tarkoituksena ei ole sen vuoksi arvioida ainoastaan hankinnan hintaa vaan myös siihen liittyviä positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 4–7.)

Sosiaalisen vastuun tavoitteita ja -kriteereitä ovat muun muassa hankintaketjujen vastuullinen toiminta, työoikeuksien noudattaminen ja ihmisarvoisen työn edistäminen, työllisyyden edistäminen, väestöryhmien tarpeiden huomioiminen, yhdenvertaisuus, saavutettavuus ja esteettömyys sekä eettisen kaupan näkökulmat (Keino-osaamiskeskus 2018).

Kun hankinnassa otetaan huomioon tuotteiden ja palveluiden alkuperä sekä työolot, on hankintayksikön mahdollista tarjota tukea ja kannustimia sosiaalisesti vastuullisen toiminnan kehittämiseen tuottajamaassa. Julkisten hankintojen kautta voidaan vaikuttaa myös tehokkaasti markkinoiden toimintaan sekä kannustaa erilaisten innovatiivisten ratkaisujen ja tuotteiden kehittämiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 7–8.)

### 7.2.3 Taloudellinen vastuu

Taloudellinen vastuu ottaa julkisissa hankinnoissa huomioon laillisen yritystoiminnan ja tukee tervettä kilpailua. Sen avulla torjutaan harmaata taloutta ja talousrikollisuutta, turvataan verojen ja muiden maksujen kertyminen ja mahdollistetaan pk-yritysten osallistaminen ja osallistuminen. (Keino-osaamiskeskus 2018.)

Yksinkertaistaen taloudellinen vastuu tarkoittaa organisaation omasta kannattavuudesta, kilpailukyvyistä ja tehokkuudesta huolehtimista, mutta laajemmin ajateltuna myös sitä, millaisia ovat yritystoiminnan vaikutukset eri sidosryhmiin. Näitä ovat esimerkiksi henkilöstön palkanmaksu, tulojen maksaminen alihankkijoille sekä verojen maksaminen yhteiskunnalle. (Eljala 2019.)

Taloudellinen vastuu nivoutuu vahvasti yhteen ympäristövastuun ja sosiaalisen vastuun kanssa. Selvää on, että organisaatio voi huolehtia sosiaalisesta- ja ympäristövastuustaan vain, jos sen taloudellinen suorituskyky on hyvä ja riskienhallinta hyvin hoidettu. (Eljala 2019.)

## 7.3 Ympäristönäkökulmien huomioiminen julkisissa hankinnoissa

Kaupungit ja kunnat ovat keskeisiä toimijoita hiilineutraalia kiertotaloutta edistettäessä. Julkisen sektorin oletetaan toimivan esimerkkinä ympäristöystävällisten ja vastuullisten hankintojen edistämiseksi ja käyttöönottamiseksi. Kestävillä julkisilla hankinnoilla on mahdol-



lista tuottaa parempia ja korkealuokkaisempia julkisia palveluja, joissa on huomioitu hiilijalanjälki koko elinkaaren ajalta sekä kestävä luonnonvarojen käyttö. Julkisten hankintojen ja investointien avulla voidaan saada aikaan myös huomattavia taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä. (Alhola, Sankelo, Antikainen, Helonheimo, Kaljonen, Karjalainen, Linjama, Lounasheimo, Peltomaa, Pesu, Sederholm & Tainio 2019, 3–9.)

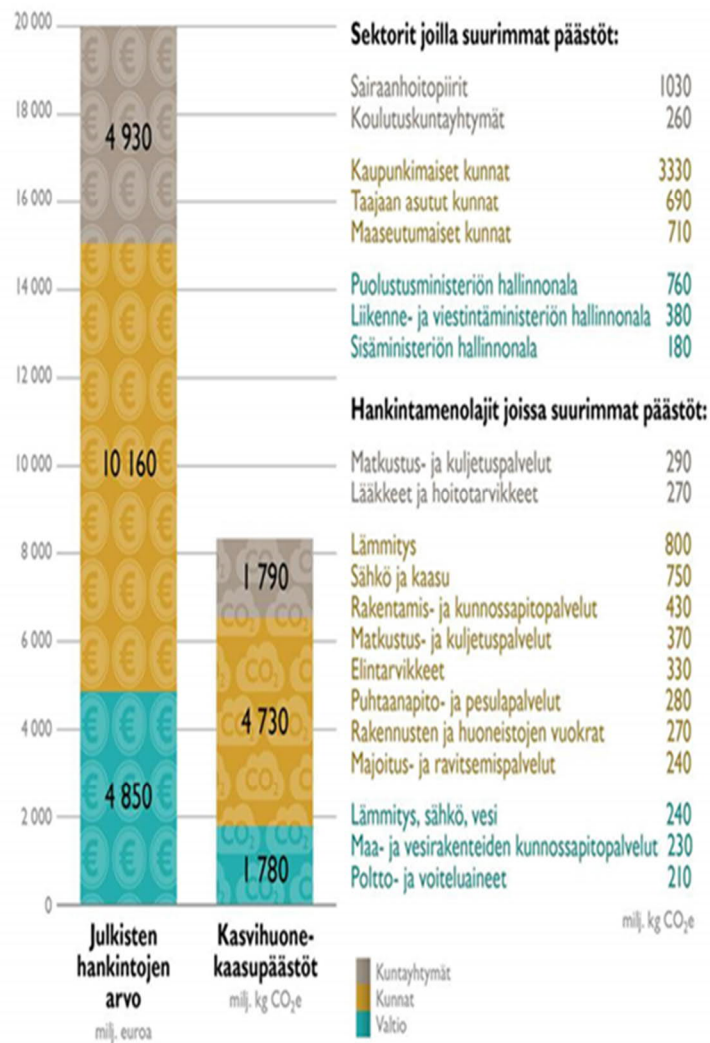
Julkisen sektorin hankintojen ja investointien osuus on noin viidennes Suomen kulutusperusteisesti määritetyistä kasvihuonekaasupäästöistä (Kalimo ym. 2021, 11). Suomen ympäristökeskus julkaisi vuonna 2019 Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia -raportin. Tutkimuksessa analysoitiin julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä sekä raaka-aineiden käyttöä. (Nissinen & Savolainen 2019, 3.)

Kuten seuraavalla sivulla olevasta kuviosta 9. voidaan todeta, julkisten hankintojen hiilijalanjälki vuonna 2015 oli yhteensä noin 8,3 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Päästöistä 1,78 megatonnia aiheutui valtion, 4,73 megatonnia kuntien ja 1,79 megatonnia kuntayhtymien hankinnoista. (Nissinen & Savolainen 2019, 24–29.)

Kuntien päästöistä 3,33 megatonnia aiheutui kaupunkimaisten kuntien hankinnoista, 0,69 megatonnia taajaan asutuista kunnista ja 0,71 megatonnia maaseutumaisista kunnista. (Nissinen & Savolainen 2019, 24–29.)

Hankintamenoryhmittäin tarkasteltaessa eniten kasvihuonepäästöjä aiheuttivat kunnissa lämmitys, sähkö ja kaasu. Rakentamis- ja kunnossapitopalveluiden aiheuttamat päästöt olivat seuraavaksi suurimmat. Valtiolla suurimmat päästöt kohdistuivat lämmitykseen, sähkөөn ja veteen. Kuntayhtymissä eniten päästöjä tuottivat puolestaan matkustus- ja kuljetuspalvelut sekä lääkkeet ja hoitotarvikkeet. (Nissinen & Savolainen 2019, 24–29.)

## Julkisten hankintojen arvo ja kasvihuonekaasupäästöt 2015



Kuvio 9. Julkisten hankintojen arvo ja kasvihuonepäästöt 2015 (Suomen ympäristökeskus SYKE 2019)

Vaikka suurin osa, eli 66 prosenttia, Suomen hiilijalanjäljestä muodostuu kotitalouksien kulutuksesta, on investoinneilla ja julkisilla hankinnoilla silti merkittävät osuudet päästöissä (Nissinen & Savolainen 2019, 49–53).

Julkisen sektorin on mahdollista hankinnoillaan vauhdittaa siirtymää kohti ympäristöystävällisiä toimintatapoja ja kestävää hyvinvointia. Tämä onnistuu, kun liitetään yhteiskunnalliset tavoitteet hankintaprosessiin, kehitetään ja hankitaan uusia teknologioita sekä edistetään jo olemassa olevien älykkäiden ratkaisujen määrää. Hankintaprosessissa ratkaisevaa on valita vaikuttavuudeltaan oikeat tavoitteet ja kriteerit, jotta hankinta onnistuu. Hankinnasta seuraavia välittömiä vaikutuksia ja hyötyjä tulee arvioida läpi koko elinkaaren. (eOp-palvelu 2019.)

## 7.4 HILMI-hanke

Tammikuussa 2021 julkaistu Hiili- ja ympäristöjalanjälki hankinnoissa – lainsäädäntö ja mittaaminen (HILMI), on osa Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarjaa. HILMI-hankkeen tarkoituksena oli saada selville, miten hankintalainsäädäntöä ja muita ohjauskeinoja tulisi kehittää sekä miten tulisi seurata ja mitata hankintojen toteutumista, jotta julkisten hankintojen hiili- ja ympäristöjalanjälkeä voitaisiin pienentää kustannustehokkaasti. (Kalimo ym. 2021, 4.)

Hanke oli kolmivaiheinen. Ensin julkisten hankintojen tuoteryhmät luokiteltiin niiden ympäristövaikutuspotentiaalin perusteella, jotta saatiin tunnistettua tuoteryhmät, joihin hankintojen ohjauskeinojen tulisi ennen kaikkea painottua. Toiseksi selvitettiin, miten eri ohjauskeinoja tulisi kehittää, jotta ympäristönäkökulmat saataisiin otettua huomioon julkisissa hankinnoissa. Hankkeessa päätettiin keskittyä viiteen aihepiiriin, jotka olivat ympäristövaikutuksiltaan merkittävimpien tuoteryhmien listan laatiminen ja ylläpito, näille tuoteryhmille räätälöityjen ohjauskeinoyhdistelmien kehittäminen, kestävien hankintojen tekemistä tukevien rakenteiden luominen, tiedolla tukemisen ja mittaamisen kehittäminen ja resursointi sekä kestävien hankintojen hankintastrategiat hankintayksiköille. Kolmanneksi mitattiin ja raportoitiin hankintojen ympäristöystävällisyys: input, output, impact -arvioinnin avulla. (Kalimo ym. 2021, 4.)

Tuoteryhmien tunnistamisessa käytettiin useita eri menetelmiä, joita olivat muun muassa ympäristölaajennettu panos-tuotosanalyysi (ENVIMAT), ympäristöjalanjäljen (PEF) tuoteryhmäkohtaiset ohjeet (PEFCR), julkisten hankintojen kriteerien kehittämisessä tunnistetut tärkeät tuoteryhmät sekä ympäristömerkkien tunnistamat ja erityisesti julkisille hankkijoille suuntaamat tuoteryhmät (Kalimo ym. 2021, 20).

Hankkeessa luokiteltiin julkisten hankintojen tuoteryhmät niiden ympäristövaikutuspotentiaalin perusteella neljään eri ryhmään. Näin pystyttiin erottamaan toisistaan ne tuoteryhmät, joiden ympäristövaikutukset ovat suuria ja joille on jo olemassa ympäristökriteerejä tai ne, joille kriteerejä tulisi ennen kaikkea kehittää. Myös tuoteryhmiä, joiden ympäristövaikutukset eivät olleet yhtä tärkeitä, mutta joille silti kannattaa käyttää ympäristökriteerejä luokiteltiin. (Valtioneuvosto 2021.)

Seuraavalla sivulla esitetyssä taulukossa 6. on kuvattu julkisten hankintojen tuoteryhmäesimerkkejä ympäristövaikutuspotentiaalin mukaisesti jaoteltuna.

<b>Luokka I: ympäristövaikutuksiltaan tärkeitä ja ympäristökriteerejä on olemassa</b>
<b>Rakennusten energia</b>
lämmitys, sähkö
<b>Rakentaminen</b>
<i>talonrakennus, rakennusten ja alueiden rakentamis- ja kunnossapitopalvelut</i>
<b>Matkustaminen ja kuljetukset</b>
(matkustus- ja) kuljetuspalvelut, kuljetusvälineet, poltto- ja voiteluaineet
<b>Elintarvikkeet, majoitus- ja ravitsemispalvelut</b>
elintarvikkeet, majoitus- ja ravitsemispalvelut
<b>Koneet, laitteet, kalusto ja niiden korjaukset. Puhtaanapito- ja pesulapalvelut ja puhdistusaineet. EU:n kiertotalouden toimintasuunnitelmassa mainittuja ryhmiä</b>
elektroniikka ja tietotekniikka, tekstiilit, huonekalut
<b>Luokka II: ympäristövaikutuksiltaan tärkeitä, mutta kriteerejä ei juurikaan ole</b>
maa- ja vesirakentaminen, sementti, lääkkeet ja hoitotarvikkeet, laboratoriokemikaalit, akut
<b>Luokka III: vähemmän tärkeitä kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta</b>
toimisto-, asiantuntija- ja tutkimuspalvelut; koulutus- ja kulttuuripalvelut, toimistotarvikkeet; painatukset ja ilmoitukset, painatuspalvelut, sosiaali- ja terveyspalvelut
<b>Luokka IV: vähiten tärkeitä kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta</b>
työterveyspalvelut, vartiointi- ja turvallisuuspalvelut, ilmoitus-, mainos-, ja markkinointipalvelut

Taulukko 6. Julkisten hankintojen tuoteryhmäesimerkkejä ympäristövaikutuspotentiaalin mukaisesti jaoteltuna 2021 (mukailtu Valtioneuvosto 2021, 2)

Taulukon tuoteryhmien arvioidut kasvihuonekaasupäästöt olivat suurimmat rakennusten energialla noin 3000, rakentamisella noin 2800, matkustamisella ja kuljetuksella noin 1200 sekä elintarvikkeilla, majoitus- ja ravitsemuspalveluilla noin 800 miljoonaa kilogrammaa hiilioksidiekvivalenttia (Kalimo ym. 2021, 22).

## 7.5 Ohjauskeinoja ympäristövaikutusten pienentämiseksi

Hankintalaki on ollut yleisin ohjauskeino, kun julkisten hankintojen ympäristövaikutuksiin on haluttu vaikuttaa. Hankintojen ympäristövaikutuksia on mahdollista vähentää hankintalain lisäksi kuitenkin muillakin valikoimilla ohjauskeinoja, kuten tuote- ja sektorikohtaisten ympäristövaatimusten kautta. HILMI-hankkeessa tuotepolitiikan tarjoama laaja ohjauskeinovaikokoima jaettiin kuuteen ryhmään (A - E). (Kalimo ym. 2021, 39–40.)

### 7.5.1 Ryhmä A

Ryhmä A:n ohjauskeinoilla on tarkoitus kohdistaa ympäristövaatimuksia nimenomaan tiettyjen tuoteryhmien julkisiin hankintoihin. Näitä ovat muun muassa direktiivi puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä julkisissa hankinnoissa (2009/33/EY) sekä julkisten hankintojen Green Deal -sopimukset, joista ensimmäinen koskee päästöttömiä työmaita. Ryhmään kuuluvat myös energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU69), jonka mukaan tietyin edellytyksin on hankittava ainoastaan korkeimpaan mahdolliseen energiatehokkuusluokkaan kuuluvia tuotteita, rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010/31/EU70) vähimmäisvaatimuksineen ja suosituksineen energiatehokkuuden laskemisesta ja sertifiointista sekä vapaaehtoiset energiatehokkuussopimukset, jotka kannustavat hankinnoissa energia- ja elinkaaritehokkaisiin ratkaisuihin. (Kalimo ym. 2021, 40–46.)

### 7.5.2 Ryhmä B

Ryhmä B:en kuuluville tuoteryhmille on asetettu yleisiä ympäristövaatimuksia, mutta niitä ei ole kohdistettu vielä nimenomaisesti julkisille hankinnoille. Ohjauskeinoista osa on pakollisia ja osa vapaaehtoisia merkintöjä. Tähän luokkaan kuuluvat muun muassa direktiivi uusiutuvasta energiasta (2018/2001/EU), joka luo yleiset puitteet uusiutuvan energian osuuden lisäämiseksi, asetus renkaiden polttoainetehokkuudesta (2020/740/EU), jonka avulla välitetään tietoja muun muassa renkaiden ympäristöystävällisyydestä ja polttoainetaloudellisuudesta, kiertotalouden toimintasuunnitelma ja ekosuunnitteludirektiivi (2009/125/EY), joilla luodaan vaatimukset tuotteiden pitkäikäisyydelle, korjattavuudelle ja kierrätettävyydelle, sekä energiamerkintäasetus (2017/1369/EU) ja ekosuunnitteludirektiivi, joiden avulla on mahdollista varmistaa tuotteiden energiatehokkuus.

Vapaaehtoisia merkintöjä ovat puolestaan tyypin 1 ja standardin ISO 14024 mukaiset ympäristömerkit, kuten Joutsen, standardi ISO 14021 liittyvät ympäristöväittämät, standardi ISO 14025 mukaiset tyypin 3 ympäristöselosteet sekä menetelmät tuotteen ja organisaation hiilijalanjäljen, -kädenjäljen ja ympäristöjalanjäljen määrittämiseen ja laskemiseen. (Kalimo ym. 2021, 46–52.)

### 7.5.3 Ryhmät C – E

Ryhmä C:n ohjauskeinot kohdistuvat tuotteiden sijaan lähinnä tiettyihin ympäristövaikutuksiin. Näitä ovat esimerkiksi haitallisten kemikaalien rajoitukset, kuten REACH-asetus

1907/2006/EY ja POP-asetus 1021/2019/EU sekä ajoneuvojen ja työkoneiden pakokaasupäästöjen sääntely, johon kuuluu muun muassa työkonemoottoreiden tyyppihyväksyntäasetus 2016/1628/EU.

Ryhmä D:n ohjauskeinot sisältävät tuoteturvallisuuteen liittyvää, pakottavaa lainsäädäntöä, kuten direktiivin yleisestä tuoteturvallisuudesta (2001/95/EY) ja kuluttajaturvallisuuslain (920/2011). Ryhmään E kuuluvat puolestaan erilaiset taloudelliset kannustimet ympäristöystävällisiin hankintoihin, joihin Suomessa tarjoaa rahoitusta muun muassa Business Finland. Tällaiset kestävät, innovatiiviset hankinnat on mahdollista kohdistaa julkishallinnossa muun muassa erilaisiin energiatehokkaisiin tai vähäpäästöisiin rakennus- ja kuljetusratkaisuihin. (Kalimo ym. 2021, 52–53.)

Muina ohjauskeinoina kestävien julkisten hankintojen lisäämiseksi voidaan vielä kyseisten ryhmien lisäksi pitää erilaisia informaatio-ohjauksen keinoja, kuten neuvontaa, tiedottamista ja koulutusta, Motivan koordinoimaa kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen verkostomaista osaamiskeskusta KEINOa sekä vihreät näkökohdat huomioivia rahoitusratkaisuja, kuten Kuntarahoituksen ja Nordic Investment Bankin tarjoamat vihreät lainat tai ESCO-energiatukikonsepti (Kalimo ym. 2021, 53–56).

HILMI:n päätyttyä, hankkeen ohjausryhmä suositteli useiden julkisten hankintojen ohjauskeinojen virallista listausta, jossa ympäristövaikutuksiltaan merkittävimmät hankinnat olisi määriteltävä. Tällä tavoin ne olisi helppo ottaa hankkeen luokittelun mukaisesti julkishallinnossa käyttöön ja päivittää tarvittaessa todennettuun tutkimustietoon nojaten (Valtioneuvosto 2021, 3).

## 7.6 HILMI-hankkeen toimenpidesuosituksukset

Julkisten hankintojen ympäristövaikutusten pienentämiseksi annettiin HILMI-hankkeen päätyttyä useita yksityiskohtaisia toimenpidesuosituksia. Toimenpidesuosituksukset kohdistuivat muun muassa niin hankintalakiin, tuote- ja sektorikohtaisiin ympäristövaatimuksiin kuin tuotepolitiikan muihin ohjauskeinoihin. (Valtioneuvosto 2021, 4–5.)

### 7.6.1 Muutokset hankintalakiin (1397/2016)

Hankkeen ohjausryhmän suosituksena on, että ympäristö- ja sosiaaliset näkökohdat tulee nostaa osaksi hankintalain 2 §:n ensimmäisen momentin tavoitteita korostamaan ympäristönäkökohtien poliittista tukea hankintaprosessin osana. Harkinnanvaraisista poissulkemisperusteista, jolloin hankintayksikkö voi päätöksellään sulkea tarjouskilpailun ulkopuolelle ehdokkaan tai tarjoajan, tulee siirtää osa 80 §:n pakollisiin poissulkemisperusteisiin. Näitä ovat 81 §:n ensimmäisen momentin viides kohta ympäristörakennuksen osalta sekä rikoslain 48

luvun mukaiset ympäristöriskit. Ympäristöriskien muuttaminen pakolliseksi poissulke-  
misperusteeksi lisäisi hankintayksikköjen omaa selvittämisvelvollisuutta toimittajien ja hei-  
dän alihankkijoidensa soveltuvuusvaatimuksia kohtaan. Muutos voimistaisi myös ympäris-  
töriskien sekä harmaan talouden vastaista torjuntaa. (Valtioneuvosto 2021, 4.)

Julkisten varojen käyttöä koskevaan lainsäädäntöön, kuten kuntalakiin 410/2015, tulisi han-  
kintayksiköitä koskien säätää velvoite laatia selvä kustannusarvio ympäristövaikutuksiltaan  
huomattaville hankinnoille. Kustannusarviossa tulee laskea hankinnan elinkaarikustannus,  
joka huomioidaan jo hankintaa suunniteltaessa ja mahdollisuuksien mukaan myös kilpailu-  
tettaessa. Arvio ympäristövaikutuksiltaan merkittävimpien hankintojen ympäristövaikutus-  
ten suuruudesta ja niiden mahdollisesta pienentämisestä on hankintayksiköiden vastuulla  
selvittää. Mikäli ympäristötekijöitä ei hankinnassa huomioida, tämä tulee esimerkiksi han-  
kintalain 124 §:n mukaisessa kertomuksessa täsmentää. (Valtioneuvosto 2021, 4.)

### 7.6.2 Tuote- ja sektorikohtaiset ympäristövaatimukset

Tuote- ja sektorikohtaisia ympäristövaatimuksia tulee julkisille hankinnoille asettaa, kun ympä-  
ristövaatimuksista aiheutuvat hyödyt todistetusti ovat niistä aiheutuvia haittoja suurem-  
mat tuoteryhmäkohtaisessa arvioinnissa. Samoin, jos markkinoilla on tai yksityisen kysyn-  
nän kautta pian tulee olemaan merkittävää kilpailua uusien, ympäristövaatimukset täyttä-  
vien ratkaisujen kesken sekä silloin, kun julkisen sektorin kysynnän osuus markkinoilla on  
merkittävässä suhteessa markkinoiden kokonaiskysyntään. Vaihtoehtoisesti julkinen sek-  
tori voi pyrkiä tietoisesti luomaan itse markkinoita ja toimimaan edelläkävijänä. (Valtio-  
neuvosto 2021, 4.)

Ympäristövaatimukseen liittyviä pakollisia vertailuperusteita voidaan käyttää hankinnoissa,  
joissa pakollisten vähimmäisvaatimusten käyttö aiheuttaa haitallisia kokonaisvaikutuksia.  
Vertailuperusteiden on silloin oltava helposti sovellettavissa ja painoarvoiltaan maltilliset.  
Pakollisia ympäristökriteerejä tulee puolestaan ottaa käyttöön asteittain siten, että avain-  
asemassa ovat ensin ympäristövaikutuksiltaan merkittävimmät tuoteryhmät, joiden säänte-  
lystä ei aiheudu merkittävästi haitallisia kustannus-, markkina- ja muita vaikutuksia. Jos  
hankinnan ympäristövaikutusten kriteerien voidaan helposti todeta liittyvän suorituskykyyn,  
on ne valittava ensisijaisesti pakollisiin vaatimukseen tai vertailuperusteisiin. Jotta näitä suo-  
rituskykyvaatimuksia on mahdollista mitata ja varmistaa, on kehitystyöhön jatkossa panos-  
tettava. (Valtioneuvosto 2021, 4–5.)

Pakollisten tuotekohtaisten ympäristökriteerien tulee mahdollisuuksien mukaan perustua jo  
olemassa oleviin kansainvälisiin kriteeristöihin, joita ovat esimerkiksi erilaiset ympäristömer-  
kit tai EU:n GPP-mallikriteerit. Kriteerien käytön tulee varmistaa markkinoiden terve kilpailu

ja syrjimättömyys, ja olla samalla helppokäyttöisiä ja vaikuttavuudeltaan tehokkaita. Pakolisten tuote- tai sektorikohtaisten ympäristökriteerien noudattamatta jättämisen tulee johtaa aina virheelliseen hankintamenettelyyn, josta seuraa sanktio. Jos hankinta ei kuulu hankintalain soveltamisalaan, on seuraamus määrättävä hallinnollisessa menettelyssä. (Valtioneuvosto 2021, 5.)

### 7.6.3 Tuotepolitiikan muut ohjauskeinot

Ympäristö- ja energiamerkkien ja niiden kriteerien käyttö julkisissa hankinnoissa on toivottavaa muun muassa hankintalain asettamin reunaehdoin. Samoin merkkien sisältämien kriteerien käyttämisestä tulee tehdä tuote- ja sektorikohtaisissa säännöksissä velvoittavaa silloin, jos merkit kuuluvat hankintojen osalta ympäristövaikutuksiltaan merkittäviin tuoteryhmiin. (Valtioneuvosto 2021, 5.)

Ekosuunnitteludirektiivin vähimmäisvaatimuksissa tulee huomioida niitä tuoteryhmiä, joiden ympäristövaikutukset arvioidaan merkittäviksi julkisten hankintojen kannalta. Tarkoitus on erityisesti huomioida hankintojen kestävyuden parantamisen kannalta tärkeimmät tuoteryhmät. (Valtioneuvosto 2021, 5.)

Julkishallinnon on suositeltavaa jatkaa ympäristövaikutuslaskennan, kuten hiilijalan- ja hiilikädenjälkilaskennan sekä ympäristöjalanjälkilaskennan eri työkalujen testausta ja jatkokehittämistä. Samoin on suositeltavaa, että organisaatiot valmistelevat kukin omat ilmasto-ohjelmansa ja ilmastobudjettinsa, joissa julkiset hankinnat on huomioitu. Velvoite hankinnat sisältävän ilmasto-ohjelman ja ilmastobudjetin laatimisesta tulee kirjata ilmastolakiin (609/2015).

Ilmastobudjetti tulee ottaa esiin myös keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa vastaamaan hallituksen tavoitetta saavuttaa hiilineutraali Suomi vuoteen 2035 mennessä. (Valtioneuvosto 2021, 5.)

### 7.6.4 Mittaaminen

Suomessa julkishallinnon on tärkeää mitata hankinnoista koituvia hiili- ja ympäristöjalanjälkiä ja raportoida niistä säännöllisesti. HILMI-hankkeen ohjausryhmä suosittaa, että mittauksen tueksi tulee luoda tekoälyyn perustuva, enimmäkseen automatisoitu kansallinen tietokanta. Hankintoja suorittavat yksiköt veloitetaan lakiin ja muihin määräyksiin perustuen luovuttamaan kyseiseen tietokantaan aineistot koskien hankintojen ympäristövaikutuksia. Tällaisen hankintojen tiekartan avulla on mahdollista saavuttaa asetetut tavoitteet ympäristönäkökohtien mittaamisen ja raportoinnin osalta niin panos (input), tulos (output) kuin vaikutus (impact) -vaiheissakin. (Valtioneuvosto 2021, 5–6.)



### 7.6.5 Tuotekohtaisten vaatimusten asettaminen

Tuotekohtaisten vaatimusten asettaminen on suositeltavaa eri hallinto- ja organisaatorakenteissa. Yhteistyön tulee olla tiivistä kyseisten hallinnonalojen, mutta erityisesti ympäristöhallinnon kanssa. Yhteistyötä on mahdollista tukea ja velvoittavuutta nostaa eri ohjauskeinojen avulla. Tämä toteutuu sektorikohtaisesti säädettyjen vaatimusten, kuten puitesäännösten kautta, joihin hankintayksiköt voivat reagoida esimerkiksi julkisten hankintojen ilmoituskanava HILMAN ja kilpailutusjärjestelmien CPV-koodien avulla. (Valtioneuvosto 2021, 6.)

Ympäristövastuullisten julkisten hankintojen tehostaminen vaatii tämänhetkistä kestävämpää tukea julkishallinnon organisaatorakenteisiin ja rahoituspohjaan. Hyvän tuen tulee sisältää kaiken tarvittavan tiedon tuottamisesta, osaamisen kehittamisestä ja parhaiden käytänteiden mitoittamisesta aina hankintaorganisaatioiden kehittymiseen asti. Tämä mahdollistuu perustamalla oma virasto tai muu vastaava pysyvämpiluonteinen organisaatio, jolla on selkeä toiminnallinen tavoite, tunnettu asema kohderyhmän joukossa sekä riittävät voimavarat toimia tuloksellisesti. (Valtioneuvosto 2021, 6.)

### 7.6.6 HILMI-hankkeen yhteenveto

Julkisen sektorin oletetaan toimivan esimerkkinä, kun ollaan menossa kohti hiilineutraalia Suomea vuoteen 2035 mennessä. Julkiset hankinnat suuntaavat päätöksentekoaan ja valintojaan sitä kohti kymmenillä miljardeilla euroilla vuosittain. Hankintalaki mahdollistaa ympäristönäkökohtien huomioimisen hankinnoissa, mutta silti vähähiiliset hankinnat eivät vielä ole yleisesti vallitseva suuntaus organisaatioiden käytännön toimeenpanoissa. Samaan aikaan myös hankintojen kustannustehokkuutta on arvosteltu. Jotta julkiset hankinnat saadaan toimimaan kustannustehokkaasti ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi, tarvitaan sisällöiltään erilaisia ja erikseen suunnattuja ohjauskeinoja eri tuoteryhmiä tai toimialoja koskien. (Alhola, Kalimo & Miettinen 2021.)

Kestävien hankintojen kautta on mahdollista saada aikaan paljon yhteiskunnallista hyvää, kuten palvelun laadun paranemista, alhaisempia elinkaarikustannuksia sekä vähäisempiä ympäristövaikutuksia. Ympäristötavoitteita ja -kriteerejä, joita Suomessa on jo hyvällä menestyksellä käytetty, ovat muun muassa uusiutuvaan energiaan perustuvat ratkaisut, kestävät liikenneratkaisut, vähähiiliset julkiset rakennukset sekä kiertotalouden mukaisesti toteutetut jäte- ja vesihuollon ratkaisut. Hankinnat, jotka eniten ovat vähentäneet ilmasto- ja muita ympäristövaikutuksia, ovat olleet tavoitteiltaan lainsäädännön minimivaikutuksia tiukempia. Näiden kestävien ja innovatiivisten hankintojen taustalla on toiminut hyvä markkinavuoropuhelu ja toimittajamarkkinoiden tuntemus, elinkaarikustannusten huomioiminen

kustannuslaskennassa sekä selkeästi määritellyt tavoitteet, kriteerit ja mittarit. (Alhola ym. 2021.)

Tehty tutkimustyö ja käytännön kokemus puhuvat sen puolesta, että julkinen sektori voi toimia erityisesti cleantech-markkinoiden vauhdittajana ja vaikuttaa osaltaan rakennetason muutokseen johtavien ratkaisujen ja järjestelmien syntyemisessä ja mitoittamisessa. Julkiset hankinnat ja investoinnit ovat keskeisessä osassa muun muassa hiilineutraalin yhteiskunnan mahdollistavassa energiamurroksessa, kun tulevaisuuden energijärjestelmät rakentuvat yhä voimakkaammin uusiutuvan energian varaan. Hankintojen ja investointien avulla on näin ollen mahdollista kehittää esimerkiksi paikallisia uusiutuvaan energiaan perustuvia verkostoja ja rakentaa vaihtoehtoisia käyttövoimaratkaisuja mahdollistavia liikennejärjestelmiä. (Alhola ym. 2021.)

Julkisen sektorin hankinnoissa piilee hyvät mahdollisuudet ostovoiman viisaaseen, ympäristöystävälliseen käyttöön. Kustannustehokkaat kestävät julkiset hankinnat edellyttävät kuitenkin harkittuja ohjauskeinojen yhdistelmiä ja vaikutusten mittaamisen kehittämistä. Tämän lisäksi tarvitaan myös tuotekohtaisten säännösten, ympäristömerkkien ja ilmastoraportoinnin monipuolista edistämistä. Organisaatioilla tulee olla jatkossa tarkka tieto ja käsitys hankittavasta tuoteryhmästä ja sen käytöstä, kyseisten tuotteiden ja toimenpiteiden taloudellisista- ja ympäristövaikutuksista, hankintapäätösten eri vaiheista ja tekijöistä, sekä eri ohjauskeinojen mahdollisuuksista vaikuttaa tehokkaasti koko lopputulokseen. Edelleen tarvitaan hankintaan käytettävien panosten eli tarjouspyyntöjen, tulosten eli sopimusten sekä hankinnan toteutuneiden vaikutusten arviointia ja mittaamista. (Alhola ym. 2021.)

Valtion, kuntien ja kuntayhtymien vastuulla on edistää suunnitelmallisesti ilmasto- ja kestävä kehityksen tavoitteiden toteutumista julkisten hankintojen avulla. Näiden kunnianhimoisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää, että hankinnat ovat vaikuttavia, vastuullisia ja ilmastoviisaita. Koska kestävä kasvun turvaaminen ja kokonaisvaltaisen taloudellisen, sosiaalisen ja ekologisen kestävyuden varmistaminen on monissa kaupunkistrategioissa yksi tärkeimmistä tavoitteista, on tarkkaan mietittävä, mitä ovat ne arvot, joista kestävässä hankinnoissa halutaan maksaa. Halutaanko mennä pelkästään halvin ostohinta edellä vai ollaanko valmiita huomioimaan myös alhaisemmat elinkaarikustannukset ja saavutettavat ympäristöhyödyt. Selvää kuitenkin on, ettei hankintojen merkittävää päästövähennyspotentiaalia ilmastotavoitteiden saavuttamisen keinona ole varaa menettää. (Alhola ym. 2021.)

## 7.7 Kansallinen hankinta tiemerkintämassat

Hankintalaki, eli Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 määrittelee sen, miten muun muassa valtion ja kuntien viranomaisten hankintayksiköiden on kilpailutettava hankintansa ja käyttöoikeussopimuksensa (Hankintalaki 1397/2016, § 1). Staran hankintoja ohjaavat tämän lainsäädännön lisäksi Helsingin kaupungin tekemät linjaukset ja ohjeet sekä Staran omat hankintaohjeet (Stara 2019, 2).

Staran Logistiikan Hankinnassa edellisen kerran kilpailutettu kolmivuotinen tiemerkintämassatoimittajan kanssa solmittu hankintapuitesopimus oli päättymässä maaliskuun lopussa 2021. Tulevan kilpailutuksen valmistelu alkoi olla siten ajankohtaista tammikuussa, jolloin Logistiikan hankintapäällikkö Heikki Haloselta tuli sähköpostitse tiedustelu uuden 1.4.2021 alkavan puitesopimuksen kilpailuttavasta tahosta. Kaupunkitekniikan ylläpidon yksikönjohtaja Ville Alatyppö ilmoitti vastauksessaan 15.1.2021, että Kaupunkitekniikan ylläpito ottaa jatkossa kyseisen puitesopimuksen hoitaakseen. (Alatyppö, 2021.)

Esimieheni, kunnossapito 2 tuotantopäällikön Mika Honkasalon kanssa keskusteltuani päätimme, että kunnossapito tiemerkintämassan pääkäyttäjänä toteuttaa hankintaprosessissa ympäristövastuutaan ja on täten jatkossa kestävien, ympäristöä vähemmän kuormittavien hankintojen edelläkävijä Starassa. Kyseessä oli kansallinen hankinta, sillä kolmivuotinen tavarahankinta ylittäisi kansallisen kynnyсарvon 60 000 euroa, mutta jäisi alle vastaavan EU-kynnyсарvon (Julkisten hankintojen neuvontayksikkö 2019).

Tiemerkintämassa on itsessään yksinkertainen tuote, jota käytetään teiden, katujen, paikoitusalueiden ynnä muiden liikenteen vaatimien kohtien kestoperäisyydessä. Massa on kuitenkin kemikaali, jossa on mukana muun muassa öljypohjaista hartsia, joka kuluessaan aiheuttaa mikromuovipäästöjä (Linnakoski ym. 2020, 13–14). Starassa tulee ottaa hankinnoissa huomioon kestävyys- ja ympäristönäkökohdat, ja Mika Honkasalolla olikin tietoa, että joillakin toimittajilla tiemerkintämassan öljypohjainen hartsi oli jo osittain korvattu esimerkiksi mäntyöljyjalosteella. Tuon niin sanotun biohartsin hiilijalanjälki on pienempi, kun valmistuksessa on käytetty uusiutuvia raaka-aineita. (Honkasalo, 2021.)

Havupuiden sellunkeiton sivutuote raakamäntyöljy on kotimainen, luonnollinen raaka-aine. Biopohjaisena jatkojalosteena se korvaa monissa tuotteissa perinteisesti käytettyjä fossiilipohjaisia ainesosia. (Forchem Oyj, 2021a.) Raumalla sijaitseva mäntyjalostamo Forchem on innovatiivinen ympäristöliiketoiminnan yritys, jonka päämääränä on tehdä kestävä työtä kotimaisten luonnonvarojen hyödyntämiseksi ja luoda uusia cleantech -ratkaisuja ympäristöhaittojen pienentämiseksi (Forchem 2021b).

Mäntyöljyharts (TOR) on mäntyöljystä jalostettu resiinihapposekoite, jota käytetään muun muassa tieliikennemaaleissa ja -massoissa. Forchemin kehittämien TOR-tuotteiden päästöt verrattuna fossiilipohjaisen kumin resiinihappoon ovat ainoastaan yhdeksän prosenttia. Vastaavasti mäntyöljyhartsin hiilijalanjälki on vain 89 grammaa hiilidioksidiekvivalenttia per kilo, kumin resiinihapon 980 grammaan verrattuna. (Forchem 2021c.)

### 7.7.1 Markkinakartoitus

Päällysteurakoissa ja tavarahankinnoissa CO<sub>2</sub>- ja mikromuovipäästöjen pudottamiseen oli mielestämme hyvä käyttää kannustinjärjestelmää ja asettaa tietyt vaatimuksia tarjottaviin materiaaleihin.

Ympäristövastuun toteuttaminen hankintaprosessissa oli mahdollista ottamalla käyttöön erilaisia ympäristötavoitteita ja -kriteerejä. Mahdollisuus päästä korvaamaan fossiilipohjaisia raaka-aineita biopohjaisilla, oli yksikössämme itsestään selvä hankintakriteeri hinnan lisäksi. Tiemerintämassojen ja -maalien raaka-aineilla on iso osuus tiemerinnän päästävolyymista, joten raaka-ainetoimittajat tuli mielestämme sitouttaa selvittämään esimerkiksi tuotteidensa CO<sub>2</sub>ekv-päästöjä ja kehittämään tuotteitaan vähäpäästöisemmiksi. Vaihtoehtoiset raaka-aineet, kuten esimerkiksi biopohjainen harts, toi hankintaan Helsingin kaupungin ja Staran linjausten mukaisesti myös ympäristömyönteisyyttä, ympäristövaikutusten hallintaa sekä kestävyttä.

Hankintaprosessin aluksi teimme markkinakartoitukset, eli alustavat tuote- ja hintatiedustelut eri yrityksille tarjolla olevista vaihtoehdoista. Markkinakartoituksessa tiedustelimme yrityksiltä ja heidän materiaalitoimittajiltaan näkevätkö he ympäristöystävällisyyden ja ympäristövastuullisuuden vaihtoehtona ja tuoko se tuotteelle lisäarvoa. Samalla kysyimme, onko heillä jo käytössään jollakin tavalla ympäristöä vähemmän kuormittavaa tiemerintämassaa.

Tiemerkintöjä tekevien yritysten tietoisuus ympäristönäkökulmista oli erittäin rohkaisevaa. Sähköpostikeskustelussa Cleanosol Oy:n laativastaava, työmaapäällikkö Tomi Telavuori muun muassa totesi, että heidän käyttämiään tiemerintämateriaaleja on jo vuosia testattu pohjoismaisilla testikentillä ja tietoisesti kehitetty ympäristöä vähemmän rasittaviksi. Tästä esimerkkinä muun muassa biohartsin käyttö tiemerintämassassa sekä haitallisille terveysriskeille altistavan kvartsihiekan vaihtaminen turvalliseen lasimurskaan. (Telavuori, 2021.)

Hot Mix Oy Finlandin toimitusjohtaja Tapani Ritamäen mukaan ympäristövastuullisuuteen voi helposti vaikuttaa valitsemalla mäntyöljypohjaisen hartsin öljypohjaisen C5-hartsin tilalle. Hartsin vaikutus tiemerintämassan hintaan on hyvinkin vaihteleva, sillä C5-hartsin hinta määrittäyty raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan mukaan. Ritämäki kertoo, että koska

öljyn hinta on ollut nyt nousussa, ovat hartsien väliset hintaerot tasoittuneet. Helmikuussa 2021 heidän tekemänsä raaka-ainehankinnat viittasivat siihen, että hintaero öljy- ja biohartsin välillä oli käytännössä olematon. (Ritamäki, 2021.)

### 7.7.2 Geveko Markings

Vuonna 1924 Ruotsin Göteborgissa perustettu Geveko Markings on maailmanlaajuinen tienmerkinämateriaalien valmistaja (Geveko Markings, 2021a). Yrityksen arvoihin kuuluu muun muassa sitoutuneisuus testata, kehittää ja parantaa tuotteitaan ja prosessejaan jatkuvasti siten, että lisäarvon tuottaminen asiakkaille varmistuu (Geveko Markings, 2021b).

Tomi Telavuori kertoo, että Cleanosol Oy:n käyttämät Gevego Markings -tienmerkinämateriaalit ovat ISO 9001 ja ISO 14001 sertifikaatin omaavia. Materiaalinvalmistaja on ollut valmis kehittämään jatkuvasti tuotteitaan ympäristöystävälliseen suuntaan ja niitä on testattu vuosien ajan Pohjoismaisella testikentällä. Myös kvartsihiekan vaihtaminen lasimurskaksi jo pari vuotta sitten on ollut yksi ympäristöä vähemmän kuormittava tekijä. Tällä hetkellä kehitystyö on kohdistunut suuresti mikromuoveihin. (Telavuori, 2021.)

Geveko Markingsin Suomen ja Tanskan myyntipäällikkö Karsten Munkin kanssa käymäsäni sähköpostiviestittelyssä saimme lisää tietoa tuotteiden kehitystyöstä. Yrityksen kehittämä tuote, ThermLite™ CCR0-35E, on ympäristöystävällinen termoplastinen tienmerkinämateriaali, jonka sisältämät luonnonmukaiset komponentit ja pigmentit eivät ole haitallisia ympäristölle (Geveko Markings, 2021c).

Tuote on valmistettu ISO 14001 -ympäristöjärjestelmäsertifioitussa tuotantoyksikössä ja sen hiilijalanjälki on positiivinen. Positiivinen hiilijalanjälki tunnetaan paremmin käsitteellä hiilikädenjälki, joka tarkoittaa, että Geveko Markings on pystynyt päästövähennyksiin omassa toiminnassaan. (Munk, 2021.)

Tienmerkinämateriaalituotteille ei ole vielä toistaiseksi olemassa omia tuoteryhmäsääntöjä, Product Category Rules, joten virallista EPD:tä ei ole mahdollista täyttää (Munk, 2021). Euroopan komission suosituksen (EU) 2021/2279 mukaisesti, tuoteryhmäsäännöt (PCR) ovat joukko määritellyjä sääntöjä, vaatimuksia ja suuntaviivoja tyyppiin III ympäristöselosteiden kehittämiseksi yhtä tai useampaa tuoteryhmää varten (Euroopan komissio 2021, 18).

EPD, eli Environmental Product Declaration, on riippumattoman tahon vahvistama ympäristöselosteasiakirja, joka perustuu elinkaarianalyysiin. EPD on yrityksille vapaaehtoinen ja standardoitu tapa tuoda luotettavasti esiin kaikki olennaiset, varmennetut ja vertailukelpoiset tiedot valmistetun tuotteen tai vastaavan tuoteryhmän ympäristövaikutuksista koko elinkaaren aikana. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021.)

Tuoteryhmäsääntöjen puuttumisesta huolimatta Geveko Markings pyrkii arvioimaan kaikkien tuotteidensa ympäristövaikutukset LCA-menetelmän mukaisesti, joka kuuluu osana EPD-ympäristöselostetta (Munk, 2021).

LCA, eli Life Cycle Assessment, tarkoittaa menetelmää, jossa tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset analysoidaan ja arvioidaan ”kehdosta hautaan” -periaatteella, alla olevan kuvion 10. mukaisesti (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2013).



Kuvio 10. Monivaiheinen tuotteen tai palvelun elinkaariarviointi (© SYKE 2022)

Tiemerkintämassan valmistuksessa on pyritty minimoimaan niin tuotteen hiilijalanjälki, päästöt kuin jätteetkin. Tuotteen valmistuksessa käytetty energia tulee täysin uusiutuvista lähteistä, kuten vesivoimasta, ja hiilidioksidipäästöt tuhatta kiloa tuotettua materiaalia kohden ovat nolla. (Munk, 2021.)

Massan sisältämä hartsia on biopohjaista ja 99 prosenttisesti peräisin uusiutuvista lähteistä, kuten mänty- ja biomassasta. Myös yli 77 prosenttia tuotteen sideaineesta on valmistettu uusiutuvista lähteistä. Tuote ei myöskään sisällä ftalaatteja, joita yleisesti käytetään muovien pehmentämisessä, jotta taipuisuus, läpinäkyvyys ja kestävyys paranisi. (Terveyden- ja hyvinvoinnin laitos 2019 & Munk, 2021.)

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa 7. esitetään ThermLite™ CCR0-35E:n tuotantovaiheen elinkaarimalliarviointi ”kehdosta portille” (cradle-to-gate). Geveko Markingsin tekemä selvitys on toukokuulta 2021. (Munk, 2021.)

Environment impact		Unit	ThermLite™ CCR0-35E
ECI	Environmental Cost Indicator	Euro	121,73
ADPE	Abiotic depletion potential for non-fossil resources	kg Sb-eq	0,002
ADPF	Abiotic depletion potential for fossil resources	kg Sb-eq	6,86
GWP	Global warming potential	kg CO <sub>2</sub> -eq	627,68
ODP	Depletion potential of the stratospheric ozone layer	kg CFC-11-eq	0,000
POCP	Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	1,16
AP	Acidization potential of land and water	kg SO <sub>2</sub> -eq	4,79
EP	Eutrophication potential	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eq	0,41
HTP	Human toxicity potential	kg 1,4-DB-eq	648,23
FAETP	Freshwater aquatic ecotoxicity potential	kg 1,4-DB-eq	47,65
MAETP	Marine aquatic ecotoxicity potential	kg 1,4-DB-eq	40883
TETP	Terrestrial ecotoxicity potential	kg 1,4-DB-eq	4,18
PERT	Total use of renewable primary energy resources	MJ	658,75
PENRT	Total use of non-renewable primary energy resources	MJ	14582
PET	Total Energy	MJ	15241
FW	Water Consumption	m <sup>3</sup>	7,86
HWD	Hazardous Waste Disposed	Kg	0,007
NHWD	Non-Hazardous Waste	Kg	169,51
RWD	Radioactive Waste Disposed	Kg	0,028

Taulukko 7. ThermLite™ CCR0-35E:n tuotantovaiheen elinkaarimalliarviointi (Munk 2021)

### 7.7.3 Markkinakartoituksen vaikuttavuuden arviointi

Markkinakartoituksen tarkoituksena oli pohtia hankintaprosessia monesta eri näkökulmasta ja vakuuttua siitä, että kunnossapidolla on toimiensa kautta mahdollisuus tehdä jotakin konkreettista työprosesseista aiheutuvien päästöjen vähentämiseksi ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Kartoituksen aikana saimme paljon hyvää informaatiota alan eri toimijoilta, mutta halusimme varmistua myös siitä, että emme tule viherpestyiksi, esimerkiksi vaillinaisten sertifi kaattien ja kriteerien vuoksi.

Tutustuin tarkemmin aiheeseen ja huomasin, että tuotteiden ympäristövaikutuksia mittaavat menetelmät, kuten elinkaarilaskelmat, voivat olla ongelmallisia tulkita. Koska elinkaarilaskelman yleensä tilaa tuotteen valmistaja, on luonnollista, että tuotetta markkinoidaan ja myydään mahdollisimman myönteisen yrityskuvan turvin. Valmistaja voi esittää elinkaarilaskelman tuloksia haluamallaan painotuksilla, kuten ilmastonlämpenemispotentiaalilla tai rajata ympäristövaikutusten laskelmat tuotantovaiheen elinkaarimalliarvioinnissa vain kehdesta portille, jättäen muut tuotantovaiheet huomiotta. Tällaiset rajoitetut elinkaarilaskelmat voivat siten esittää tuotteen totuudenmukaiset ilmastovaikutukset osittain väärässä valossa. (Kohvakka & Leskinen 2019, 92.)

Geveko Markingsin lähettämä elinkaarimalliarviointi oli juuri tällainen ”kehdesta portille” tapahtuva laskelma, josta ei siten ilmene myöhemmät kuljetusten, työmaatoimintojen tai loppukäsittelyn aikaisten päästöjen vaikutukset. Kun biopohjaisesta raaka-aineesta valmistetun tuotteen elinkaarilaskelma rajoitetaan tällä tavalla portille, on valmistajan mahdollista saada tuotteen hiilijalanjälki näyttämään negatiiviselta. Standardoidun elinkaarilaskelman mukaisesti, kun tuote menee loppukäsiteltäväksi ja sen sisältämä hiili tuolloin vapautuu, pitäisi ilmoitetun hiilijalanjäljen olla vähintään neutraali. (Kohvakka & Leskinen, 93.)

Staran urakoissa suurin osa tiemerkintämassasta vain kuluu kadun pinnalta pois ja kulkeutuu sitten eri reittejä ympäristöön. Joissakin tapauksissa merkintämassan elämä jatkuu uusiosäilytyksessä, kun jyrityt massat menevät asfalttirouheeseen mukana asfaltinkierätykseen. Jos tiemerkintämassan osuus on kuitenkin liian suuri verrattuna asfalttiin, niin silloin materiaali viedään suoraan ongelmajätteenä lajitteluasemalle jatkokäsiteltäväksi. Asfalttiasemat eivät voi ottaa vastaan rouhetta, jonka seassa on liikaa tiemerkintämassaa, sillä se vaikuttaa tulevan uusiosäilytyksen laatuun ja kestävyys.

Elinkaarimalliarvioinnin tuotantovaiheiden rajaamisen lisäksi elinkaarilaskelmien tulosten ilmoittaminen prosentteina aiheuttaa myös vääristymää vaikutusluokissa, jos mitään todellista tietoa ei ole saatavilla tarpeellisten ja vähemmän tarpeellisten lukuarvojen välisistä eroista. Tämä tapahtuu erityisesti silloin, kun laskelmiin vaikuttavat tuotevalmistajien liikesalaisuuksiksi katsottava tieto. Näissä tapauksissa yritysten täytyisikin tarkkaan ilmoittaa elinkaarilaskelmassa käytettävät rajaukset, otaksumat sekä erilaiset epävarmuustekijät, jotta tulokset olisivat varmuudella ymmärrettävät ja läpinäkyvät. (Kohvakka & Leskinen, 87, 93.)



Markkinakartoituksen vaikutusten arvioinnissa jouduimme myös pohtimaan, mitä vaikutuksia maaöljypohjaisen hartsin korvaamisella olisi. Olimme saaneet tietoa Forchemilta sekä raakamäntyöljystä että siitä jalostettavasta mäntyöljyhartsista (TOR). Raakamäntyöljy oli meille ensimmäinen vaihtoehto, sillä havupuiden sellunkeiton sivutuotteena, se on luonnollinen raaka-aine ja kestävä vaihtoehto. Raaka-aineena mäntyöljy on ympäristöä säästävä materiaali ja havupuumetsissä kasvava, uusiutuva luonnonvara.

Puun riittävydestä koskien omia metsiämme, on kuitenkin kiistelty erityisesti uusien sellutehdashankkeiden yhteydessä. Suunnittelu- ja konsultointiyhtiö AFRY:n Metsäteollisuus ry:lle vuonna 2021 tekemän metsäteollisuuden tuotteiden kasvupotentiaalista vuoteen 2035-selvityksen mukaan, Suomen kestävästi hoidettujen metsien mittava ja kasvava raaka-ainepotentiaali riittää vastaamaan metsäteollisuustuotteiden kysynnän kasvuun tulevaisuudessakin. (AFRY Management Consulting 2021, 7.)

Metsäteollisuustuotteiden kokonaismarkkinat jatkavat kasvuaan vuoteen 2035 noin 1,8 prosenttia vuodessa. Tästä markkinasellun osuuden kasvu on arviolta yhdestä kolmeen prosenttia vuodessa, eli noin 16 miljardia euroa vuoteen 2035 asti. (AFRY Management Consulting 2021, 2, 4.)

Metsäteollisuus vakuuttaa kestävien periaatteiden täyttyvän ja metsävarojen riittävän tulevaisuudessakin siten, että luonnon monimuotoisuus, ilmastonmuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen ovat turvatut. Mutta hoidetaanko metsiämme varmuudella kestävästi ja järkevästi niin, että meillä on alati ehtymätön raaka-aineväara?

Ilmastohyötyjä tutkivien asiantuntijoiden mukaan metsänhakuista aiheutuvien ilmastopäästöjen mittakaava on Suomessa nyt sellainen, ettei päästöjä ole mahdollista sitoa riittävästi teollisuuden tuotteisiin ja vähentää niiden käytön avulla markkinoiden päästöjä. Lisähakkuut vaikeuttavat matkaa kohti hiilineutraalia Suomea 2035. (Ikävalko 2021.)

Hallituksen metsäpolitiikassa hakkuiden yläraja on 80 miljoonaa kuutiota vuodessa. Tämän jälkeen hakkuiden haittojen uskotaan kasvavan jo liian suuriksi saatuihin hyötyihin nähden. Hakkuupuiden volyyymi ja maaperässä tapahtuvat hiilen muutokset vaikuttavat siihen, millainen hiilinielujen luonnollinen kehitys on. Aiempina vuosina toteutetut hakkuut ovatkin aiheuttaneet sen, että hiilinielun sijasta Suomen metsät ovat osittain olleet päästölähteitä. (Ikävalko 2021.)

Ympäristöarvoja mittaavat mittarit eivät olleet millään muotoa meille helpot, kun pyrimme tekemään oikeita ratkaisuja ja valintoja tulevaan hankintaprosessiin. Perusteita oli puolesta sekä vastaan ja monet asiat olivat meille vielä täysin tuntemattomia, sillä kyse ei ollut pelkästään kansallisista vaatimuksista ja toimenpiteistä. Päätimme kuitenkin käyttää tulevassa

tavarahankinnassa kriteerinä ympäristöystävällisyyttä ja painottaa biohartsin osuutta kuumamassan sisältämässä hartsissa. Meille kunnossapidossa oli tärkeää tehostaa Helsingin kaupunkistrategian mukaisesti kestävien hankintojen etenemistä ja kokeilla rohkeasti uudenlaista linjaa ympäristökriteerien käytössä.

#### 7.7.4 Hankintaprosessi

Hankinnoissa noudatetaan hankintalakia ja hankintalain soveltamisalan piiriin kuuluvat kaikki Staran tavara-, palvelu- ja urakkahankinnat, jotka ylittävät hankintalaissa määritellyt kansalliset kynnyksarvot tai EU-kynnyksarvot (Stara 2019, 2).

Tiemerkintämassan hankinta aloitettiin ilmoittamalla siitä sähköisessä Cloudian kilpailutusjärjestelmässä sekä julkisten hankintojen Hilma ilmoitusportaalissa.

Hankinnan kohteena oli tiemerkinnässä käytettävä kuumamassa sekä massan päälle siroteltava lasimurska toimitettuna tilaajalle Helsingin alueella. Massan oli oltava pakattuna 15–25 kilon muovipusseihin, jotka voidaan käyttää pussin sisällön kanssa. Tarjottavan massan tuli täyttää Tiehallinnon laatuvaatimukset ohjejulkaisun LIVI/7087/05.00/2015 kohdan 4. "Merkintämateriaalit ja niiden vaatimukset" mukaisesti. Merkintämassan tuli lisäksi täyttää ne voimassa olevat turvallisuus- ja muut määräykset, jotka on annettu työ- ja ympäristönsuojelua sekä myrkyllisiä palavia aineita koskevissa säädöksissä, myös pakkausten osalta.

Hankintamenettelynä oli hankintalain mukainen avoin menettely, jossa kaikki halukkaat tarjoajat voivat tehdä tarjouksen. Hankintaa koskeva kansallinen hankintailmoitus julkaistiin Cloudian Tarjouspalvelussa 19.4.2021 tunnuksella HEL 2021-003467. Ilmoitusta käytiin täydentämässä hankinnan kohteen kriteerien osalta vielä 28.4.2021.

Tarjouspyynnön mukaisesti tarjousten valintaperusteena oli kokonaistaloudellinen edullisuus siten, että vertailu- eli arviointiperusteina olivat hinnan lisäksi tuotteen ympäristöystävällisyys. Halvimman hinnan osalta oli mahdollista saada 80 pistettä ja laadun osalta 20 pistettä.

Seuraavalla sivulla näkyvässä kuviossa 11. näkyy osa kansallisen tarjouspyynnön hankintailmoitusta ja vaadittua kriteeristöä, eli biohartsin osuutta prosenttiyksiköinä kuumamassan sisältämästä hartsista. Luodun kriteeristön mukaisesti tarjoaja sai laadusta täydet 20 pistettä, jos biohartsin osuus oli 30 prosenttia tai enemmän.

Ympäristöystävällisyys			
Ryhmän yleiset kriteerit	Minimi-vaatimus	Maksimi-vaatimus	Maksimi-pisteet
Biohartsin osuus prosenttiyksiköinä kuumamassan sisältämästä hartsista	0	20.00	yhtä suuri tai pienempi kuin 2.99 = 0p suurempi kuin 2.99 = 5p suurempi kuin 9.99 = 10p suurempi kuin 19.99 = 15p suurempi kuin 29.99 = 20p
<i>Kuumamassan sisältämän biohartsin, esim. mäntyöljyn osuus prosenttiyksiköinä kuumamassan sisältämästä hartsista.</i>			

Kuvio 11. Kuvakaappaus kansallisesta hankintailmoituksesta (Cloudia Kilpailutus 2021, 15)

Määräaikaan 7.5.2021 klo 12.00 mennessä saapui yhteensä viisi tarjousta, joista jokaisella oli tarjota ympäristöystävällistä, biopohjaista hartsia sisältävää tiemerkitämassaa.

Kilpailutuksen voittaneen toimittajan Elfving Signumin tarjoama ympäristöystävällisempi kuumamassa sisältää mäntyöljypohjaista hartsia ja on kokonaisuudessaan 91 prosenttisesti biopohjaista. Kuumamassan hinnaksi muodostui 0,11 senttiä halvempi kilohinta edelliseen sopimuskauteen verrattuna.

#### 7.7.5 Biopohjaisen hartsin radiohiilianalyysiselvitys

Elfving Signum toimitti heti toukokuussa 2021 Staralle toimittamansa tiemerkitämassan ja sen sisältävän hartsin käyttöturva- sekä tuotetiedotteet. Hartsin materiaalitoimittaja Kraton Corporationin tuotetiedotteessa todetaan, että SYLVATAC RE 101 RM:n hartsiesteri täyttää biopohjaisen sisällön sertifiointijärjestelmässä NCS 16785:2016–11 kuvatut vaatimukset. (Palmroos, 2021.)

NCS 16785 on sertifiointijärjestelmä, jonka avulla on mahdollista laskea ja määrittää tietyn raaka-aineen, kemikaalin, välituotteen, puolivalmisteen tai valmiin tuotteen biopohjaisuusaste. Tuotteen biopohjaisen sisällön määrittäminen perustuu valmistajan antamaan lausuntoon, jonka vahvistavat useat erilaiset analyysit. (NEN 2016, 5.)

Tuotantopäällikkö Mika Honkasalo halusi varmistaa biohartsin määrän tiemerkitämassasta ja teetätti Measurlabsilla Helsingissä biopohjaisen hartsin radiohiilianalyysin standardin ASTM D 6866 mukaisesti loppuvuodesta 2021.

Sopivaa menetelmää haettiin Tiemerkitävaliokunnan ympäristöjaoksessa, jossa ryhmän jäsen Samuel Hintukainen ehdotti radiohiilianalyysiä. Kyseessä oli täysin koeluontoinen

määrittäminen, jonka tarkoituksena oli saada tietoa siitä, onko kyseinen menetelmä sopiva, millaisia tuloksia se antaa sekä yleisesti hankkia kokemusta radiohiilianalyysin käytöstä laadunvarmistuksessa.

Tiemerkintämassassa on valmistajalta tullessaan koostumukseltaan rakeista / jauheista. Tiedossa oli, että tiemerkintämassan seassa oli mahdollisesti pieni määrä fossiilista öljyä sisältäviä apukemikaaleja. Ensimmäisen yhteydenoton aikana Measurlabilta kysyttiin, soveltuuko massa sellaisenaan radiohiilianalyysiin, vai pitääkö se sulattaa ensin levitys- ja käyttötilannetta vastaavaksi, jolloin olisi mahdollista, että jotain komponentteja voisi sulatuksen aikana haihtua ilmaan. Laboratoriosta kerrottiin, että näytteen analysointi onnistuu yhtä hyvin rakeista / jauheista, kuin sulatetusta tuotteesta ja analyysiin riittää noin 50 gramman näytemäärä. Testinäyte tuli kerätä useasta eri säkistä, jotta analyysiin lähtevä näyte edustaisi mahdollisimman hyvin toimituserää.

Näytteet toimitettiin laboratorioon marraskuun lopussa. Laboratorio havaitsi pian, että massan sisältämien vaaleiden jauhemaisten näytteiden joukossa oli myös pieniä hartsimaisia paloja, eli näytteiden saattaminen täydellisen tasalaatuisiksi analyysiin ei valitettavasti onnistunut. Näytteet olivat toistensa rinnakkaisnäytteitä, joten vasta lopullisista analyysituloksista paljastuisi, kuinka paljon tämä näytteiden epätasalaatuisuus tulee vaikuttamaan tuloksiin.

Laboratorion mukaan analyysin tuloksiin saattaa aiheuttaa vaihtelua se, minkälainen suhde massan sisältämän valkoisen jauheen ja pienten hartsimaisten palojen välillä on ollut kussakin näytepuskissa. Näytteen esikäsittelylläkään näistä hartsimaisista paloista ei siten välttämättä olisi saatu poistettua karbonaatteja yhtä tehokkaasti kuin jauheen muodossa olleesta materiaalista.

Näytteet päätettiin lopulta sulattaa analyysiä varten, jotta näyte olisi ainesosiltaan mahdollisimman tasalaatuista. Analyysin tulokset saataisiin näin kuvastamaan mahdollisimman hyvin näytteen koostumusta ja rinnakkaisten näytteiden tulosten välinen ero jäisi oletettavasti silloin myös pienemmäksi.

17.12.2021 päivätyssä Measurlabsin tutkimustodistuksessa todettiin, että hartsin biopohjainen hiilipitoisuus määritettiin osana näytteen orgaanisen hiilen kokonaismäärää (TOC). TOC-arvo osoittaa orgaanisen hiilen pitoisuuden, joka on peräisin luonnollisista, kasvi- ja eläinperäisistä lähteistä, fossiilisiin, maaöljypohjaisiin lähteisiin verrattuna. Hiilipitoisuus mitattiin kertoimella pMC, percent modern carbon, jolla osoitettiin näytteen radioaktiivisen hiiliisotoopin C14 -pitoisuus verrattuna nykyaikaiseen vertailustandardiin NIST 4990C.

Alla näkyvässä taulukossa 8. esitetään Staran toimittamien tiemerkintämassanäytteiden biopohjainen hiilipitoisuus Measurlabsin tutkimustodistuksesta.

Sample name	Biobased Carbon Content (as a fraction of TOC)*	Percent modern carbon (pMC)	Atmospheric adjustment factor (REF)
ID 1025/1	29 %	29.44 ± 0.14 pMC	100.0 = pMC/1.000
ID 1025/2	35 %	35.02 ± 0.15 pMC	100.0 = pMC/1.000
ID 1025/3	27 %	27.02 ± 0.13 pMC	100.0 = pMC/1.000
ID 1025/4	45 %	45.03 ± 0.19 pMC	100.0 = pMC/1.000

Taulukko 8. Tiemerkintänäytteiden biopohjainen hiilipitoisuus (Hirvi 2021)

Tuloksista ilmenee, että tiemerkintämassan sisältämä biopohjainen hiilipitoisuus oli lähes kansallisen hankintailmoituksen kriteeristön mukainen. Hankintailmoituksessa sai täydet 20 pistettä, jos kuumamassan sisältämä biohartsin osuus prosenttiyksikköinä kuumamassan sisältämästä hartsista oli suurempi kuin 30 prosenttia. Näytteissä ID 1025/2 ja 1025/4 tämä hiilipitoisuus ylittyi, kun taas näytteissä 1025/1 ja 1025/3 ne jäivät hieman sen alle. Kuten aiemmin todettiin, näytteiden heterogeenisyys aiheutti kuitenkin hieman haasteita analyysin määrittämisessä ja se saattoi osaltaan vaikuttaa näihin näytteiden välisiin eroihin tuloksissa.

## 8 Sitoutuva ympäristöjohtajuus

Helsingin kaupungin päämääränä on sisällyttää ympäristöasioiden hallinta osaksi kaupunginhallinnon johtamista. Ympäristöjohtamisen kehittämisen painopiste on kohdennettu ympäristönsuojelun osa-alueohjelmiin sekä toimialojen ja liikelaitosten ympäristöohjelmiin ja -järjestelmiin.

Stara kunnossapidon tavoitteena oli sitoutua yhteisesti määriteltyihin ympäristötavoitteisiin ja tehdä töitä niiden eteen. Ympäristöohjelmaan sitoutuminen ja sen toteuttaminen vaati ymmärrystä ympäristönäkökulmien merkityksestä ja halua sisäistää omassa toiminnassa tapahtuvia välittömiä ja välillisiä ympäristövaikutuksia. Alusta alkaen olimme avoimia luodessamme uusia vastuullisen hankinnan toimintamalleja ja kävimme vuoropuhelua useamman tahon kanssa saavuttaaksemme itsellemme asetetut tavoitteet.

Hankinnan ympäristövaikutuksia arvioitaessa olisi aina hyvä pyrkiä vaikuttamaan kaikista merkittävimpiin ympäristövaikutuksiin. Aluksi jouduimmekin kartoittamaan, mitkä voisivat olla hankinnan mahdolliset muut ympäristövaikutukset ja kuinka suuria ne ovat, onko kyseessä ainoastaan materiaalihankinta, vai liittyykö siihen esimerkiksi kuljetuksia tai työmaatöitä sekä onko hankinnassa aiemmin hyödynnetty mitään ympäristökriteereitä.

Hankintaprosessin käänteen määrittäminen, eli se, mihin hankinnassamme halusimme päätyä, tapahtui analysoimalla ensin alkutilanne, jonka jälkeen määritimme halutun muutostapauksen ja päätimme milloin muutos voi alkaa. Muutoksen alkuhetki koski tässä tapauksessa tavarahankintaa, jonka avulla pyrimme kohti tiemerkinnoista aiheutuvan ympäristökuormituksen vähentämistä.

Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 12. esitetyissä Helsingin kierto- ja jakamistalouden tiekarttaan kirjatuihin toimenpiteisiin on huomioitu hankintojen kiertotaloustavoitteet. Kiertotaloustavoitteiden toteuttamiseksi on kaupungilla käynnistetty useampia kehityshankkeita vähähiilisten hankintojen edistämiseksi sekä hankintojen hiilijalanjäljen laskemiseksi. Vuoteen 2035 asti asetetut tavoitteet tulevat mahdollistamaan sen, että lopulta kaikissa Helsingin kaupungin hankinnoissa toimintaperiaatteena on resurssiviisas talous ja hiilineutraali yhteiskunta.

2020–2021	2021–2025	2025 →	2035
Lisätään ymmärrystä resurssiviisaista ja elinkaarivaikutusten kannalta järkevistä hankintatavoista.	Siirrytään palveluhankintoihin niissä tuoteryhmissä, joiden osalta se on todettu järkeväksi.	Kaikissa kaupungin hankinnoissa on kiertotalouskriteerejä.	Kaupungin hankinnoissa keskeisenä periaatteena on neitseellisten luonnonvarojen säästeliäs käyttö ja jätteen synnyn ehkäisy.
Lisätään kiertotaloutta tukevia kriteerejä kaupungin hankintoihin.	Lisätään kiertotaloutta tukevia kriteerejä kaupungin hankintoihin.	Kaupunki seuraa aktiivisesti kierrätysmuovin sekä muovia korvaavien materiaalien käytössä tapahtuvaa kehitystä. Uusia ratkaisuja pilotoidaan ja otetaan käyttöön.	
	Kaupunki luopuu tarpeettoman muovin käytöstä omissa hankinnoissaan.		

Kuvio 12. Hankintojen kiertotaloustavoitteet Helsingin kaupungilla (Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala 2020, 13)

Olimme kunnossapidossa tiekartan aikajännetavoitteita jo edellä alkaessamme ottaa selvää muovia korvaavien materiaalien käytössä tapahtuvaa kehitystä ja pyrkiessämme kohti mikromuovipäästöjen hillintää. Kunnossapidon ympäristöjohtamisessa on tapahtunut viimeisen viiden vuoden aikana selkeä käänös kohti uutta toimintakulttuuria suunnitelmallisen ilmasto- ja kestävä kehityksen tavoitteiden toteuttamiseksi. Uskallankin väittää, että olemme Staran työyksiköistä innovatiivisin ja kehittymiskykyisin ympäristönäkökulmien esiin nostamisessa. Olen henkilökohtaisesti ylpeä siitä, että kunnossapidossa on pystytty irtautumaan vanhoista, totutuista hankintatavoista. Uudistamalla toimintojamme ja muuttamalla kriteereitämme, olemme vahvistaneet ympäristön eteen tehtävää työtä. Samalla olemme luoneet mahdollisuuden uusien tuotteiden ja toimintojen vahvemmalle kehitykselle ympäristölle.

## 9 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä tutkimushankkeessa tarkasteltiin tiemerkintämässalla tehtyjen tiemerkintöjen aiheuttamia ympäristövaikutuksia Helsingin kaupungin alueella. Työn päätavoitteena oli toimek-siantajan pyynnöstä kartoittaa nykytilanne kaupunkitekniikan ylläpidon tiemerkintöjen mas-samenekistä ja sen aiheuttamista mikromuovipäästöistä. Staran tiemerkintätöitä massalla tehtynä ja niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia tutkittiin ensimmäisen kerran tässä tutki-mushankkeessa.

Haastatteluista ja kyselytutkimuksen vastauksista selvisi, että massamerkinntät aiheuttavat selkeästi ympäristövaikutuksia, kuten mikromuovipäästöjä. Tutkimushankkeessa käytetty materiaali kerättiin haastatteleamalla kunnossapidon tuotantopäälliköitä, vastaavia työnjoh-tajia ja muita tiemerkintäalan ja ympäristöalan ammattilaisia sekä lähettämällä sähköpos-titse urakkadatakysely massamerkintäurakoitsijalle. Saadun urakkadatan perusteella luotiin taulukot, joista ilmeni ylläpitokohteisiin ja uusille pinnoille sekä katujen uudelleenpäällystys-urakoihin tehtyjen merkintöjen neliö- ja kappalemäärät koskien suojateitä, pyörätien jatkeita ja viivamerkintöjä. Saadun aineiston perusteella tutkimushankkeeseen saatiin vastaus ma-teriaalimenekin kokonaismäärästä, alueellisista merkintäkohteiden hot spoteista ja mikro-muovipäästöjen suuruudesta. Mikromuovipäästöjen suuruus kolmen vuoden urakka-ajalta yllätti määrältään. Vaikka kyseessä on pelkkä laskennallinen arvio, voi saatuja tonnimääriä pitää ympäristövaikutuksiltaan erittäin merkittävinä.

Tutkimustulokset osoittivat myös tärkeimmät syyt siihen, miksi ja missä tiemerkinnät kuluvat eniten. Materiaalin menekki, kuluminen ja ympäristökuormitus voitiin todentaa olevan suu-rinta väylillä, joita ei ole viime vuosina uudelleenpäällystetty, jotka ovat vanhoja kivikatuja ja/tai joissa vuorokausiliikennemäärät ovat suuret. Helsingin pääväylien suurten liikenne-määrien lisäksi myös vuodenaikojen ja sään nopeilla vaihteluilla sekä erityisesti katujen tal-vihoidolla on todistettavasti vaikutusta merkintöjen kulumiseen.

Tiemerkintöjen ympäristövaikutusten pienentämisen mahdollisina keinoina nousivat haas-tatteluissa esiin muun muassa jyrsimällä tehdyt upotetut merkinnät sekä harkitusti tiemer-kintöjen tekemättä jättäminen väljemmin liikennöidyillä sivukaduilla. Kestävien julkisten hankintojen ympäristövastuun korostaminen organisaation hankintaprosesseissa sekä han-kintaan osallistuvien toimittajien sitouttaminen vähäpäästöisempien ja sitä kautta ympäris-töystävällisempien raaka-aineiden käyttöön todettiin myös selkeästi vaikuttavan ympäristön kuormituksen vähentämiseen. Kestävän tiemerkintämässan hankintaprosessin yhdistämi-nen tiemerkintätöistä aiheutuviin mikromuovipäästöihin nivoikin tämän opinnäytetyön yh-deksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi.



Tiemerkintöjen ympäristövaikutukset kaupunkitekniikan ylläpidossa oli tutkimuksellisesti erittäin vaativa hanke. Tiemerkintämässän ympäristövaikutuksia mittaavat menetelmät, kuten elinkaarilaskelmat, osoittautuivat osittain ongelmallisiksi tulkita. Hankaluutta lisäsi myös se, että tienmerkintätuotteille ei ole vielä toistaiseksi olemassa omia tuoteryhmäsääntöjä, joten virallista EPD:tä, riippumattoman tahon vahvistamaa ympäristöselosteasiakirjaa, joka perustuu elinkaarianalyysiin, ei ole ollut mahdollista käyttää.

Tiemerkintöjen kulumisesta aiheutuvat mikromuovipäästöt ovat aiemmissa tutkimuksissa jääneet vähemmälle huomiolle, ja tietoa pelkästään tiemerkintöjen kulumisen vaikutuksista ympäristöön on siten ollut olemassa vain rajallinen määrä. Tiedossa on kyllä ollut tiemerkintöihin käytettyjä materiaalimääriä, mutta niiden kulumamääristä, materiaalikoostumuksesta, partikkelikoosta, kulkeutumisreiteistä ja hallintaratkaisuksista ei ole ollut olemassa kovin tarkkaa tutkimustietoa.

Tutkimushankkeeni aikana jouduin käymään läpi useita mikromuovitutkimuksia ja olemaan yhteydessä tiemerkintä- ja ympäristöalan ammattilaisiin niin koti- kuin ulkomaillakin. Samat huomiot, joita oli tehty jo autojen rengaskumin osalta, pätevät myös tiemerkintöihin, eli mikromuovipitoisuuksia ympäristönäytteistä on julkaistu todella vähän ja mikromuovianalytiikkaan ei ole standardoitua menetelmää, jolloin tulosten vertailu on vaikeaa.

Tutkimushankkeessa täysin luotettavien tulosten saaminen oli mahdotonta, mutta massamerkintäurakoitsijalta saadun datan perustella teoreettiset mikromuovipäästöt pystyttiin kuitenkin laskemaan Staran ylläpito- sekä uudelleenpäälystyskohteiden kolmen vuoden materiaalikulutuksen mukaisesti koko ylläpidetylle katuosuudelle. Laskutoimitukset tehtiin Väyläviraston selvitystä ja laskelmia apuna käyttäen.

Omassa tutkimushankkeessani pyrittiin vastaamaan kysymyksiin, aiheuttaako massalla tehtävien tiemerkintöjen tekeminen Staran kaupunkitekniikan ylläpidossa mikromuovipäästöjä, onko kyseisiä tiemerkintöjen ympäristövaikutuksia helppoa todentaa, kuinka paljon niitä kauden aikana arviolta muodostuu sekä miten päästöjen määrään on mahdollista tulleisuudessa vaikuttaa. Kaikkiin kysymyksiin saatiin tutkimushankkeen aikana vastaukset ja niiden avulla on nyt mahdollista tehdä jatkotoimenpiteitä sekä tarvittaessa kohdentaa resursseja uusiin tutkimuksiin.

Mikromuovi- ja hiilidioksidipäästöjen pienentäminen tiemerkinnöissä vaatii uusia vaatimuksia niin tuotekehittelyyn, hankintakriteereihin kuin hankintaprosesseihinkin. Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelman mukaisesti hankintojen vaikuttavuuden arviointi tulee tehdä ympäristönäkökulmasta. Starassa on jatkossa tunnistettava ilmastopäästöjen ja kiertotalouden kannalta merkittävät hankinnat ja kehitettävä päästölaskentaa, elinkaarimalleja ja ilmastovaikutusten arviointia näihin hankintoihin.

HILMI-hankkeessa julkisten hankintojen tuoteryhmät luokiteltiin ympäristövaikutuspotentiaalin perusteella. Ympäristövaikutuksiltaan merkittävimmiksi tunnistettiin muun muassa rakentaminen ja kunnossapito. Julkisten hankintojen ohjausta kehittämällä on mahdollista pienentää ympäristövaikutuksia, jos ympäristövaikutuspotentiaali otetaan hankintastrategiassa teemakohtaisesti huomioon. HILMI-hankkeen ohjenuoraa noudattamalla Stara voi tukea vähähiilisiä ja kiertotaloutta edistäviä ratkaisuja muun muassa laatimalla ja ylläpitämällä listausta ympäristövaikutuksiltaan merkittävimmistä tuoteryhmistä, kehittää räätälöityjä ohjauskeinoja näille tuoteryhmille, luoda kestäviä hankintoja tukevia rakenteita, kehittää ja resursoida tiedolla tukemista ja mittaamista sekä laatia kaikille Staran hankinnoista vastaaville kestävien hankintojen hankintastrategiat.

Keskeistä on sitouttaa materiaalitoimittajat ja urakoitsijat yhdessä Staran kanssa päästövähennyksiin omissa toiminnoissaan, jotta halutut ympäristötavoitteet ja -kriteerit on mahdollista saavuttaa. Tärkeää olisi saada tienmerkintätuotteille pian omat tuoteryhmäsäännöt, jolloin elinkaariarvioinnin avulla tuotteiden ympäristötehokkuutta voitaisiin arvioida koko sen elinkaaren ajalta, aina materiaalin hankinnasta valmiiseen tuotteeseen, sen käyttövaiheeseen ja käyttöään päättymiseen asti.

Päästöjen pienentäminen vaatii yhteisiä tavoitteita alan toimijoiden kesken, kuten päästövähennystavoitteiden määrittelyä ja hankintojen kehittämistä sekä tienpidon, ja kuljetus- ja konekaluston vaatimusten kehittämistä. Uudet cleantech -ratkaisut ovat myös keskeisessä roolissa, kun halutaan pienentää päästöjä veteen, ilmaan ja maaperään. Yksi tärkeimmistä toimista on hulevesien hallinta ja sen kehittäminen.

Tiemerkintäprosesseissa on tutkittava vaihtoehtoisten raaka-aineiden, kuten esimerkiksi biopohjaisten hartsien käyttöä ja sen vaikutuksia ympäristövaikutusten hillinnässä. Tiemerkintöjen kulumisen ehkäisemiseksi on käytävä keskustelua upotettujen merkintöjen järjestyksestä tietyissä vilkasliikenteisissä kohteissa. Tällä hetkellä ylläpidon tuotekortissa upotettavaa massamerkintää ei suositella käytettäväksi. Järkevää olisi myös pohtia mahdollisuutta olla tekemättä ja/tai uusia tiemerkintöjä kaikista väljemmin liikennöidyillä sivukaduilla.

Tiemerkinnät ovat osa liikenteen ohjauksjärjestelmää ja niiden tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta, liikenteen sujuvuutta ja sitä kautta ajomukavuutta. Tiemerkintöjen aiheuttamat ympäristövaikutukset eivät tule kokonaan katoamaan minnekään, mutta meillä on mahdollisuus hillitä niitä materiaalivalinnoilla, laatuvaatimuksilla, kulutusta vähentämällä, kiertotaloutta edistämällä sekä toimimalla resurssiviisaasti. Ympäristövaikutuksiin ja niiden ratkaisuihin tulee perehtyä huolellisesti lisätutkimuksin ja samalla tunnistaa sekä puuttua virheellisiin ympäristöväittämiin.

Staran tiemerkinnoissä kaupunkiympäristön arvostaminen ja sen vaaliminen näkyy sitoutumisena ilmastojohtajuuteen. Pienikin askel ympäristötoimissa on askel aina eteenpäin. Tällä hetkellä olemme kunnossapidossa valmiita osaltamme edistämään suunnitelmallisesti ilmasto- ja kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista Helsingin kaupungilla ja luomaan uutta toimintakulttuuria kohti ilmastoviisaampaa tulevaisuutta.

## Lähteet

AFRY Management Consulting 2021. Uusien ja kasvutuotteiden potentiaali 2035. Selvitys Metsäteollisuus ry:lle metsäteollisuuden tuotteiden kasvupotentiaalista vuoteen 2035. Julkaistu 17.6.2021. Viitattu 1.4.2022. Saatavissa [https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/613882e9df8393f6a693bb7b\\_AFRY\\_Uusien%20ja%20kasvutuotteiden%20potentiaali%202035\\_website.pdf](https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/613882e9df8393f6a693bb7b_AFRY_Uusien%20ja%20kasvutuotteiden%20potentiaali%202035_website.pdf)

Alatyttö, V. 2021. VS: Tiemerintämässän puitesopimus. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Halonen, H., Koppinen, T., Sirén, R., Honkasalo, M. & Nurminen, K. Lähetetty 15.1.2021.

Alhola, K., Sankelo, P., Antikainen, R., Helonheimo, T., Kaljonen, M., Karjalainen, L., Linjama, J., Lounasheimo, J., Peltomaa, J., Pesu, J., Sederholm, C. & Tainio, P. 2019. Vähähiilisyys ja kiertotalous julkisissa hankinnoissa. Kiihdyttämö -hankkeen tulokset, opit ja kokemukset. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 45/2019. Viitattu 5.2.2021. Saatavissa [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/306901/SYKEra\\_45\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/306901/SYKEra_45_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Alhola, K., Kalimo, H. & Miettinen, M. 2021. Kestävät julkiset hankinnat vauhdittavat ilmastotavoitteiden toteuttamista. Tieto käyttöön! -blogi. 29.1.2021. Viitattu 15.2.2021. Saatavissa <https://tietokayttoon.fi/ajankohtaista/blogi/-/blogs/kestavat-julkiset-hankinnat-vauhdittavat-ilmastotavoitteiden-toteuttamista>

Almqvist, C. 2021. Helsingissä testattiin uusia innovaatioita Itämeren muovirokkan torjuntaan. STTInfon tiedote 20.1.2021. Viitattu 7.12.2021. Saatavissa <https://www.sttinfo.fi/tiedote/helsingissa-testattiin-uusia-innovaatioita-itameren-muovirokkan-torjuntaan?published=60590288&releaseId=69898784>

Andersson-Sköld, Y., Johannesson, M., Gustafsson, M., Järllskog, I., Lithner, D., Polukarova, M. & Strömvall, A-M. 2020. Microplastics from tyre and road wear. A literature review. VTI rapport 1028A. Viitattu 1.3.2022. Saatavissa <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1430623/FULLTEXT02.pdf>

Capful Oy 2019. Staran tahtotila 2020. Nykytila, tahtotila ja tahtotilaan vievät menestystekijät. Viitattu 7.12.2021. Saatavissa <http://helmi.hel.fi/Stara/Johtaminen/Strategia/Documents/Stara%20tahtotila%202020.pdf>

Cloudia Kilpailutus 2021. Kuvakaappaus kansallisesta hankintailmoituksesta HEL 2021-003467. Viitattu 7.7.2021. Saatavissa <https://kilpailutus.cloudia.fi/Kilpailutusjarjestelma#>

Eljala, J. 2019. Yritys, tee vastuullisuus näkyväksi – se vaikuttaa ostopäätökseen. Kauppalehti 23.4.2019. Viitattu 4.2.2021. Saatavissa <https://studio.kauppalehti.fi/onhan-siina-avainlippu/yritys-tee-vastuullisuus-nakyvaksi-se-vaikuttaa-ostopaatokseen>

eOppiva-palvelu 2019. Miksi kestäviä ja innovatiivisia hankintoja? Julkisilla hankinnoilla kestävä tulevaisuus -verkkokoulutus. Osio 1/9. Viitattu 5.2.2021. Saatavissa <https://www.eoppiva.fi/kurssit/julkisilla-hankinnoilla-kestava-tulevaisuus/#/lessons/AEx-mIYCKfkV-iDsJ6fRHWHDOb-rYGw3y>

Euroopan kemikaalivirasto ECHA, 2022. Mikromuovit. Tieteen ajankohtaisia aiheita. Viitattu 28.2.2022. Saatavissa <https://echa.europa.eu/fi/hot-topics/microplastics>

Euroopan komissio 2017. Komission yksiköiden valmisteluasiakirja. EU:n ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja koskevat kriteerit - maalit, lakat ja tiemerkinnot. Bryssel 20.12.2017 SWD (2017) 484 draft. Viitattu 17.1.2022. Saatavissa [https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria\\_for\\_paints\\_varnishes\\_and\\_road\\_marking\\_fi.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria_for_paints_varnishes_and_road_marking_fi.pdf)

Euroopan komissio 2021. Komission suositus (EU) 2021/2279 ympäristöjalanjälkeä koskevien menetelmien käyttämisestä tuotteiden ja organisaatioiden elinkaaren ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja siitä tiedottamiseen 15.12.2021. Viitattu 4.4.2022. Saatavissa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021H2279&from=EN>

Euroopan parlamentti 2018. Mikromuovit: lähteet, haitat ja EU:n ratkaisut. Viitattu 24.2.2022. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20181116STO19217/mikromuovit-lahteet-haitat-ja-eu-n-ratkaisut>

Forchem Oyj 2021a. Tuotteet. Viitattu 7.7.2021 Saatavissa <https://www.forchem.com/fi/tuotteet/>

Forchem Oyj 2021b. Tarinamme. Viitattu 7.7.2021. Saatavissa <https://www.forchem.com/fi/forchem/>

Forchem Oyj 2021c. Vastuullisuus. Viitattu 7.7.2021. Saatavissa <https://www.forchem.com/fi/vastuullisuus/>

Geveko Markings 2021a. About us. Our story. Viitattu 6.7.2021. Saatavissa <https://www.geveko-markings.com/about-us/our-story/>

Geveko Markings 2021b. About us. Our values. Viitattu 6.7.2021. Saatavissa <https://www.geveko-markings.com/about-us/our-values/>

Geveko Markings 2021c. Products. Hot-applied Thermoplastics. ThermLite. Viitattu 6.7.2021. Saatavissa <https://www.geveko-markings.com/products/hot-applied-thermoplastics/thermlite/>

Hakala, O., Pankkonen, P. & Talvitie, J. 2019. Hulevesien laadullista hallintaa ja mikro-muovitutkimusta kehitetään samanaikaisesti Helsingin Taivallahdessa. Vesitalous 4/2019, 19–23. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa [https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/09/Vesitalous\\_04\\_2019\\_netti.pdf](https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/09/Vesitalous_04_2019_netti.pdf)

Hakala, O. 2019. Suodatusarkkupilotti, Taivallahti. Viitattu 25.2.2022. Saatavissa <https://docplayer.fi/193593834-Suodatusarkkupilotti-taivallahti.html>

Hakala, O. 2020. Ohje 7.4. Mikro- ja makroroskat. Suomen kuntatekniikan yhdistys SKTY:n Katu2020-sivusto. Kadun suunnittelun ohjeet. Viitattu 7.6.2021. Saatavissa <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/mikro-ja-makroroskat/>

Hakanpää, L. 2018. Muovisaasteen ongelma on pakko ratkaista — tutkijoiden lisäksi tarvitaan sekä päättäjiä että teollisuutta. Yliopisto-lehti Y/07/18. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa <https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/kestava-kehitys/muovisaasteen-ongelma-on-pakko-ratkaista-tutkijoiden-lisaksi-tarvitaan-seka-paattajia-etta-teollisuutta>

Hankintalaki 29.12.2016/1397. Viitattu 28.6.2021. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161397?search%5btype%5d=pika&search%5bpika%5d=puitej%C3%A4rjestely#a1397-2016>

Hartikainen, V. 2022. Vastaava työnjohtaja. Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara, kaupunkitekniikan ylläpito, kunnossapito 2. Haastattelu 27.1.2022.

Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala 2018. Helsingin kaupungin hulevesiohjelma. Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön julkaisuja 2018:3. Viitattu 25.1.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-03-18.pdf>

Helsingin kaupunki 2019. Kaupunkiympäristön uutiset. Töölössä kokeillaan uutta tapaa suodattaa mikromuoveja hulevesistä. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa [https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunkiymparisto/hulevesikokeilu\\_150519](https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunkiymparisto/hulevesikokeilu_150519)

Helsingin kaupunki 2020a. Rakentamispalveluliikelaitos (Stara). Toimintasäntö 1.3.2020. Viitattu 15.7.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/static/liitteet/stara/Staran-toimintasaanto-132020.pdf>

Helsingin kaupunki 2020b. Liikelaitos Stara. Staran historia. Viitattu 14.7.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/stara/fi/staran-esittely/Historia/>

Helsingin kaupunki 2020c. Helsingin kaupungin organisaatio. Viitattu 14.7.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/hallinto/organisaatio/>

Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala 2020. Helsingin kierto- ja jakamistalouden tiekartta. Kaupunkiympäristön julkaisuja 2020:10. Viitattu 7.4.2022. Saatavissa <https://www.hel.fi/static/kanslia/Julkaisut/helsingin-kierto-ja-jakamistalouden-tiekartta.pdf>

Helsingin kaupunki 2021a. Staran vuosi 2020. Päätöksenteko. Johtokunta ohjaa Staran toimintaa. Viitattu 14.7.2021. Saatavissa <https://hel.fi/stara/staran-vuosi-2020-fi/paatoksen-teko/johtaminen-paatoksen-teko>

Helsingin kaupunki 2021b. Kaupunkiympäristön toimiala. Toimintasääntö 1.6.2020. Viitattu 14.7.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Helsinki/saannot-ja-luvat/kaupunkiymparisto-toimintasaanto-01062021.pdf>

Helsingin kaupunki 2021c. Helsingin kaupungin hallintosääntö. Kaupunginvaltuusto 16.6.2021 § 186. Viitattu 14.7.2021. Saatavissa <https://www.hel.fi/static/liitteet/kanslia/saannot/kaupungin-hallintosaanto.pdf>

Helsingin kaupunki 2021d. Liikelaitos Stara. Staran organisaatiokaavio 2021. [https://www.hel.fi/wps/wcm/connect/6bc71a3e-65f3-48dd-819b-39ad58dad82c/1/Organisaatiokaavio\\_8\\_2021.jpg?MOD=AJPERES](https://www.hel.fi/wps/wcm/connect/6bc71a3e-65f3-48dd-819b-39ad58dad82c/1/Organisaatiokaavio_8_2021.jpg?MOD=AJPERES)

Hirvi, M. 2021. Measurlabs test report ID 1025. Biobased carbon content of road marking mass samples. FW: Biopohjaisen hartsin radiohiilianalyysi? Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 17.12.2021.

Holopainen, R. 2020. Mikromuovien suodatukseen vilkasliikennealueilla löytyy kevyitä ratkaisuja. Tie & Liikenne. Suomen Tieyhdistyksen ammattilehti 5/2020. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa [https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1351/t\\_l\\_52020\\_lowres.pdf](https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1351/t_l_52020_lowres.pdf)

Honkasalo, M. 2019. Päivitys aluejaoissa, Stara KTY / Rakenteellinen kunnossapito, KP1 Jätkäsaaren ja Kyläsaaren vastuualue. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 11.1.2019.

Honkasalo, M. 2021. Tuotantopäällikkö. Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara, kaupunkitekniikan ylläpito, kunnossapito 2. Haastattelu 18.1.2021.

Honkasalo, M. 2022. Tuotantopäällikkö. Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara, kaupunkitekniikan ylläpito, kunnossapito 2. Haastattelu 25.1.2022.

Ignatius, S-M. 2019. Uusia hulevesiratkaisuja tiiviissä kaupunkiympäristössä. Vesitalous 2/2019, 12–16. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa [https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/03/VT1902\\_lowres.pdf](https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/03/VT1902_lowres.pdf)

Ikävalko, K. 2021. Tutkijoiden laskelmat teollisuudelle: kaikki puusta tehtävä sellu pitäisi käyttää vaatteisiin, jotta edes nykyhakkuita voitaisiin perustella. Yle uutiset 16.3.2021. Päivitetty 17.3.2021. Viitattu 1.4.2022. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-11821086>

Julkisten hankintojen neuvontayksikkö 2016. Mikä on julkinen hankinta? Hankintayksiköt. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa <https://www.hankinnat.fi/mika-julkinen-hankinta/hankintayksikot>

Julkisten hankintojen neuvontayksikkö 2019. Mikä on julkinen hankinta? Kynnysarvot. Viitattu 30.6.2021. Saatavissa <https://www.hankinnat.fi/mika-julkinen-hankinta/kynnysarvot>

Jyväskylän yliopisto 2021. Tutkimuksen suunnittelu. Tutkimusongelman täsmentäminen ja konkreettisten tutkimuskysymysten muotoileminen. Viitattu 9.12.2021. Saatavissa <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-suunnittelu>

Kalimo, H., Alhola, K., Virolainen, V-M., Miettinen, M., Pesu, J., Lehtinen, S., Nissinen, A., Heinonen, T., Suikkanen, J., Soukka, R., Kivistö, T., Kasurinen, H., Jansson, M., Mateo, E. & Ünekbas, S. 2021. Hiili- ja ympäristöjalanjälki hankinnoissa – lainsäädäntö ja mittaaminen (HILMI). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:2. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162672/VNTEAS\\_2021\\_2.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162672/VNTEAS_2021_2.pdf)

Keino-osaamiskeskus 2018. Mikä kestävä hankinta? Viitattu 3.2.2021. Saatavissa <https://www.hankintakeino.fi/fi/hankintaosaamisen-kehittaminen/mika-kestava-ja-innovatiivinen-hankinta/mika-kestava-hankinta>

Kohvakka, J. & Lehtinen, L. 2019. Hyvä, paha muovi – vähennä viisaasti. Helsinki: Minerva Kustannus Oy. Viitattu 31.3.2022.

Lahden, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit 2017. Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut (Hule S&C). Hankesuunnitelma 16.11.2017. Viitattu 20.1.2021. Saatavissa <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/38/3854effb50213c50349c0b9c4a87514c922c9239.pdf>

Lahden kaupunki 2019. Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut (Hule S&C) Loppuraportti 30.8.2019. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/hulevesi-smart-clean/>



Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161397>

Liikenne- ja viestintäministeriö 2021. Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaikutusten arviointi. Ympäristöselostus. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:9. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163020/LVM\\_2021\\_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163020/LVM_2021_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Liikennevirasto 2015. Tiemerkintöjen laatuvaatimukset. Liikenneviraston ohjeita 38/2015. Viitattu 27.7.2021. Saatavissa [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-38\\_tiemerkintojen\\_laatuvaatimukset\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-38_tiemerkintojen_laatuvaatimukset_web.pdf)

Liikennevirasto 2017. Liikenne tietyömaalla - Päälystys- ja tiemerkintätyöt. Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus päälystys- ja tiemerkintätyöissä. Liikenneviraston ohjeita 6/2017. Viitattu 27.7.2021. Saatavissa [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/130978/lo\\_2017-06\\_paallystys\\_tiemerkintatyot\\_web.pdf?sequence=4](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/130978/lo_2017-06_paallystys_tiemerkintatyot_web.pdf?sequence=4)

Linjama, J. 2019. Kestävät julkiset hankinnat. Suomen ympäristökeskus 16.9.2019, päivitetty 26.11.2020. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalu/Kestavat\\_julkiset\\_hankinnat](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalu/Kestavat_julkiset_hankinnat)

Linnakoski, H., Juurikka, J., Kirjavainen, J. & Hakala, E-M. 2020. CO2-päästömuuttajat ja mikromuovit tiemerkinnöissä. Väyläviraston julkaisuja 13/2020. Viitattu 30.6.2021. Saatavissa [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-13\\_co2\\_paastomuuttajat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-13_co2_paastomuuttajat_web.pdf)

Malve, R. 2020. Hulevesien mikromuovit pysähtyvät suodatusarkkuun. Rakennustaito 21.9.2020. Viitattu 24.3.2022. Saatavissa <https://rakennustaito.fi/hulevesien-mikromuovit-pysahtyvat-suodatusarkkuun/?shared>

Motiva Oy 2020. Kestävät julkiset hankinnat. Viitattu 4.2.2021. Saatavissa [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kestavat\\_julkiset\\_hankinnat](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat)

Munk, K. 2021. SV: EPD Statement. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 21.6.2021.

NEN, The Netherlands Normalisatie-instituut 2016. Bio-based content certification scheme. NCS 16785: 2016–11. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <http://www.biobasedcontent.eu/wp-content/uploads/2016/11/NCS-16785-2016-11.pdf>

Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.) 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019. Korjattu 26.2.2020. Viitattu 8.2.2021. Saatavissa

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra\\_15\\_2019\\_korjattu\\_26\\_02\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2018. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Viitattu 7.6.2021

Palmroos, T. 2021 VS: Tiemerikintämässän biohartsin. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 28.5.2021.

Piironen, N. 2021. VS: Kunnossapidon liikevaihdot. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 20.7.2021.

Pikkarainen, K. 2017. Puhdas kuin lumi? Lumi mikromuovien ja muun roskan reittinä kaupunkialueelta mereen, Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta. Viitattu 7.6.2021. Saatavissa [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/299030/Pro%20gradu\\_Pikkarainen.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/299030/Pro%20gradu_Pikkarainen.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Pääkaupunkiseudun Smart & Clean -säätiö – Helsinki Metropolitan Smart & Clean Foundation 2019. Smart & Clean - urban stormwater management ekosysteemikuvaus. Viitattu 19.1.2020. Saatavissa [https://smartclean.fi/wp-content/uploads/2020/02/Hulevesien\\_laadunhallinta\\_ekosysteemikuvaus.pdf](https://smartclean.fi/wp-content/uploads/2020/02/Hulevesien_laadunhallinta_ekosysteemikuvaus.pdf)

Rakennustietosäätiö RTS sr 2021. Tietotuotteet. RTS EPD -ympäristöselosteet. Viitattu 6.7.2021. Saatavissa [https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/EPD\\_ymparistoselosteet.html](https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/EPD_ymparistoselosteet.html)

Ritamäki, T. 2021. VS: Biohartsin tiemerikintämässässä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 23.2.2021.

Setälä, O. & Suikkanen, S. 2020. Suomen merialueen roskaantumisen lähteet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2020. Viitattu 1.3.2022. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5140-8> <http://hdl.handle.net/10138/313542>

Stara 2019. Yleinen hankintaohje. Staran Hallinnon pysyväisohje 1.7.1.2. Voimassa 15.10.2019 alkaen. Viitattu 29.6.2021. Saatavissa <http://helmi.hel.fi/Stara/Johtaminen/pysyvaisohjeet/Hallinto/1.7.1.2%20Yleinen%20hankintaohje.pdf>

Stara 2020. Tukipalvelut. Ympäristöohjelma. Viitattu 6.4.2022. Saatavissa <http://helmi.hel.fi/Stara/Tukipalvelut/Ymparisto/Sivut/Ymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma.aspx>

Stara 2021. Tukipalvelut. Ympäristö. Viitattu 7.12.2021. Saatavissa <http://helmi.hel.fi/Stara/Tukipalvelut/Ymparisto/Sivut/default.aspx>

Stara 2022. Tiemerintätyöt massalla vuosina 2022–2024. Yleinen työselostus. Sisäinen asiakirja. Viitattu 16.3.2022.

Somerpuro, V. 2020. Helsingin kaupungin aineistopankki. Viitattu 14.3.2022. Saatavissa <https://aineistopankki.hel.fi/f/PgNm>

Suomen kuntatekniikan yhdistys SKTY 2020. Katu2020-sivusto. Kadun suunnittelun ohjeet. Viitattu 7.6.2021. Saatavissa <https://katu2020.info/2020/>

Suomen ympäristökeskus SYKE 2013. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Viitattu 6.7.2021. Saatavissa [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/tuotesuunnitelu\\_ja\\_tuotteet/elinkaariarviointi\\_jalanjaljet\\_ja\\_panostuotosmalli#Elinkaariarviointi%20\(LCA\)](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnitelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli#Elinkaariarviointi%20(LCA))

Suomen ympäristökeskus SYKE 2017. Primaaristen ja sekundaaristen mikromuovien lähteet. © Muokattu Peter J. Kershawin alkuperäiskuvasta (UNEP2016). Viitattu 24.2.2022. Saatavissa [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Mikromuovit\\_riski\\_myos\\_Suomen\\_ve-sistoill\(42492\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Mikromuovit_riski_myos_Suomen_ve-sistoill(42492))

Suomen ympäristökeskus SYKE 2019. Julkisten hankintojen arvo ja kasvihuonepäästöt 2015. (© SYKE). Viitattu 6.7.2021. Saatavissa [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen\\_kotitalouksien\\_kulutuksen\\_hiilija\(49873\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen_kotitalouksien_kulutuksen_hiilija(49873))

Suomen ympäristökeskus SYKE 2022. Monivaiheinen tuotteen tai palvelun elinkaariarviointi 2022. (© SYKE). Viitattu 4.4.2022. Saatavissa <https://www.syke.fi/elinkaariarviointi>

Suomen ympäristöopisto SYKLI 2021. Ympäristöosaava.fi. Ympäristöosaava ammattilainen verkkopalvelu. Ympäristövaikutukset. Viitattu 17.1.2022. Saatavissa <https://www.ymparistoosaava.fi/kone-ja-metalliala/index.php?k=22564>

Telavuori, T. 2021. VS: Tieliikennemassa. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 15.3.2021.

Telavuori, T. 2021. VS: Kuvapyyntö. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 13.12.2021. Viitattu 11.1.2022.

Telavuori, T. 2022. VS: Pyyntö saada urakkadataa opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 23.2.2022

Telavuori, T. 2022. VS: Pari kysymystä vielä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 17.3.2022.

Terveysten- ja hyvinvoinnin laitos 2019. Ympäristömyrkyt. Ympäristöterveys. Ftalaatit. Viitattu 7.7.2021. Saatavissa <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/ftalaatit>

Tervonen, M. 2022. VS. Kunnossapidettävät katuneliöt. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Nurminen, K. Lähetetty 24.2.2022. Viitattu 2.3.2022.

Tieliikennelaki 729/2018. Viitattu 20.7.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729#V11>

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. Tampere: Suomen yliopistopaino – Juvenes Print Oy. Viitattu 7.6.2021.

Traficom 2021. Liikenteenohjaus. Liite 14 Tieliikennelain merkkiryhmän K tiemerkinöjen mitoitus. Pituussuuntaiset merkinnät. Viitattu 27.7.2021. Saatavissa [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liite%2014\\_Tieliikennelain\\_merkki-ryhm%C3%A4n\\_K\\_tiemerkint%C3%B6jen\\_mitoitus\\_1%206%202021.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liite%2014_Tieliikennelain_merkki-ryhm%C3%A4n_K_tiemerkint%C3%B6jen_mitoitus_1%206%202021.pdf)

Tuomivara, T. 2005. Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. (pdf). Viitattu 7.6.2021. Saatavissa <https://www.mv.helsinki.fi/home/ttuomiva/Y125luku6.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2017. Opas sosiaalisesti vastuullisiin julkisiin hankintoihin. TEM oppaat ja muut julkaisut 3/2017. Viitattu 4.2.2021. Saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80010/3\\_2017\\_Opas\\_Sosiaalisesti\\_vastuulliset\\_hankinnat\\_31052017\\_WEB.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80010/3_2017_Opas_Sosiaalisesti_vastuulliset_hankinnat_31052017_WEB.pdf?sequence=1)

Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN\\_2019\\_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valtioneuvosto 2021. Toimenpidesuosituksia julkisten hankintojen ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Policy brief 2/2021. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. Viitattu 8.2.2021. Saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162672/2-2021-Toimenpidesuosituksia\\_julkisten\\_hankintojen\\_ymparistovaikutusten\\_pienentamiseksi.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162672/2-2021-Toimenpidesuosituksia_julkisten_hankintojen_ymparistovaikutusten_pienentamiseksi.pdf)

VNa 379/2020. Valtioneuvoston asetus liikenteenohjauslaitteiden käytöstä. Viitattu 20.7.2021. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2020/20200379#L4P42>

Vogelsang, C., Lusher, A. L., Dadkhah, M. E., Sundvor, I., Umar, M., Ranneklev, S. B., Eidsvoll, D. & Meland, S. 2020. Microplastics in road dust – characteristics, pathways and measures. NIVA REPORT SNO. 7526-2020. Report sno. 7231-2018 revised 08.03.2019 and Report sno7361-2019 revised 07.09.2020.

Väylävirasto 2020. Raaka-aineiden CO<sub>2</sub>-päästöarvot. Väyläviraston julkaisuja 13/2020. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/176831/vj\\_2020-13\\_978-952-317-767-3.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/176831/vj_2020-13_978-952-317-767-3.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Väylävirasto 2021a. Tiemerkintöjen koneellisten ja visuaalisten kuntoarvomittausten vertailu 2020. Väyläviraston julkaisuja 15/2021. Viitattu 26.1.2022. Saatavissa [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/180638/vj\\_2021-15\\_978-952-317-851-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/180638/vj_2021-15_978-952-317-851-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Väylävirasto 2021b. Tiemerkintöjen suunnittelu. Väyläviraston ohjeita 30/2020. Viitattu 20.7.2021. Saatavissa [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-30\\_tiemerkintojen\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-30_tiemerkintojen_suunnittelu_web.pdf)

Winqvist, E. 2020. Hiilineutraali liikenne ei riitä – myös liikenteen mikromuovipäästöt tulisi huomioida. Luonnonvarakeskus Luken blogiartikkeli 10.11.2020. Viitattu 21.6.2021. Saatavissa <https://www.luke.fi/blogi/hiilineutraali-liikenne-ei-riita-myos-liikenteen-mikromuovi-paastot-tulisi-huomioida/>

Winqvist, E., Vahvaselkä, M., Vuola, M. & Sainio, P. 2021- Traffic microplastics – solutions to mitigate the problem. FanPLESStic-sea project report. Natural resources and bioeconomy studies 56/2021. Luke, Natural Resources Institute Finland. Viitattu 1.3.2022. Saatavissa [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547717/luke-luobio\\_56\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547717/luke-luobio_56_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

WWF Suomi 2022. Merten muoviroska. Viitattu 28.2.2022. Saatavissa <https://wwf.fi/uhat/merten-muoviroska>



Yksikönjohtaja

**Yksikönjohtajan hankintapäätös, Tiemerkintämassat ajalle 1.6.2021 - 31.5.2024**

HEL 2021-003467 T 02 08 01 00

**Päätös**

Yksikönjohtaja päätti valita Staran tiemerkintämassatoimittajaksi kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen jättäneen Elfving Signum Oy Ab:n urakoitsijaksi ajalle 1.6.2021 - 31.5.2024. Hankinnan ennakoitu arvo on 140.000,00 euroa (alv 0 %).

Hankintasopimus ei synny tällä päätöksellä, vaan myöhemmin tehtävällä erillisellä sopimuksella. Sopimuksen suunniteltu alkamispäivä on 1.6.2021.

**Päätöksen perustelut**

Hankinnan kohteena on tiemerkinnässä käytettävä kuumamassa sekä massan päälle siroteltava lasimurska toimitettuna tilaajalle Helsingin alueella. Tarjouspyyntöasiakirjoissa ilmoitetut hankintamäärät ovat arvioita, eikä sopimus muodosta tilaajalle määräostovelvoitetta tai sopimuskumppanille yksinoikeutta kyseisten toimitusten osalta.

Hankintamenettelynä on ollut hankintalain (laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016) mukainen avoin menettely, jossa kaikki halukkaat tarjoajat voivat tehdä tarjouksen. Hankintaa koskeva kansallinen hankintailmoitus on julkaistu Tarjouspalvelussa 19.4.2021 tunnuksesta HEL 2021-003467. Ilmoitusta on käytetty täydentämässä hankinnan kohteen kriteerien osalta 28.4.2021.

Määräaikaan 7.5.2021 klo 12.00 mennessä saapui viisi (5) tarjousta. Tarjoukset avattiin tarjousten jättämiselle varatun ajan päätyttyä. Tarjousten avaamisesta on laadittu pöytäkirja. Tarjouksen jättäneet yritykset:

Cleanosol Oy  
Elfving Signum Oy Ab  
GVK Coating Technology Oy  
Hot Mix Oy Finland  
Tiemerkintä A&E Oy

Tarjoajien soveltuvuuden osalta hankintayksikkö edellytti, että tarjoajat antavat tarjouksensa osana vakuutuksen, että ne täyttävät hankintayksikön tarjouspyynnössä asettamat soveltuvuutta koskevat vaatimukset.

**Postiosoite**  
PL 1570  
00099 HELSINGIN KAUPUNKI  
stara@hel.fi

**Käyntiosoite**  
Taittakuja 1  
Helsinki 70  
<http://www.hel.fi/stara>

**Puhelin**  
+358 9 310 17000  
**Faksi**

**Y-tunnus**  
0201256-6

**Tilinro**  
FI7081199710000581  
**Alv.nro**  
FI02012566





#### Yksikönjohtaja

Soveltuvuutta koskevin vaatimuksina esitettiin tarjoajien ammatillista, taloudellista ja rahoituksellista tilannetta koskevia vähimmäisvaatimuksia. Tarjoajien soveltuvuutta koskeneet vaatimukset tarkastettiin alustavasti tarjouksissa annettujen tietojen perusteella. Alustavassa tarkastuksessa todettiin, että kaikki tarjoajat täyttävät tarjoajille asetetut soveltuvuusvaatimukset.

Tarjottavaa tuotetta ja tarjousta koskevat vaatimukset määriteltiin tarjouspyynnössä ja sen liiteasiakirjoissa. Tarjousten tarkastamisessa kaikki tarjoukset todettiin tarjouspyynnön mukaisiksi.

Tarjouspyynnön mukaisesti tarjousten valintaperusteena oli kokonaistaloudellinen edullisuus siten, että vertailu- eli arviointiperusteina olivat hinnan lisäksi tuotteen ympäristöystävällisyys. Halvimman hinnan osalta oli mahdollista saada 80 pistettä ja laadun osalta oli mahdollista saada 20 pistettä. Vertailupisteiden tarkempi laskentatapa kummankin vertailtavan tekijän osalta kuvattiin tarjouspyynnössä kohdassa pisteiden laskentatapa. Korkeimmat vertailupisteet, 100 pistettä on saanut Elfving Signum Oy Ab. Vertailutaulukko on tämän päätöksen liitteenä.

Hankintayksikkö on tarkastanut voittamassa olevan tarjoajan tilaajavastuulain (1233/2006) 5 §:ssä tarkoitettuja velvoitteita ja muut tarjouspyynnössä edellytetyt vaatimukset. Hankintayksikkö on tarkistanut tiedot Vastuu Group -palvelusta (entinen Tilaaajavastuu.fi) ja asiakastieto.fi palvelusta.

Hankinta-asiakirjojen julkisuutta säätelee laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (621/1999). Hankintaa koskevat tarjousasiakirjat tulevat julkisiksi asianosaisille hankintaa koskevien päätösten tekemisen yhteydessä. Yleisesti julkisiksi tarjousasiakirjat tulevat, kun hankintaa koskeva sopimus on tehty.

#### Lisätiedot

Jake Hakulinen, projektipäällikkö, puhelin: 310 39616  
jake.hakulinen(a)hel.fi

#### Liitteet

- 1 [Tarjouspyyntö](#)
- 2 [Tarjous](#)
- 3 [Avauspöytäkirja](#)
- 4 [Vertailutaulukko](#)
- 5 [Yhteenveto vertailuista](#)

#### Muutoksenhaku

Muutoksenhaku hankintapäätökseen, rakentamispalveluliikelaitoksen johtokunta

Postiosoite  
PL 1570  
00099 HELSINGIN KAUPUNKI  
stara@hel.fi

Käyntiosoite  
Talittakuja 1  
Helsinki 70  
http://www.hel.fi/stara

Puhelin  
+358 9 310 17000  
Faksi

Y-tunnus  
0201256-6

Tilinro  
FI7081199710000581  
Alv.nro  
FI02012566



Yksikönjohtaja

---

**Otteet**

**Ote**  
Asianosaiset

**Otteen liitteet**  
Muutoksenhaku hankintapäätökseen, rakentamispalveluliikelaitoksen johtokunta  
Liite 1  
Liite 2  
Liite 3  
Liite 4  
Liite 5



Liite 2. Katujen rakenteellisen kunnossapidon aluejakokartta

