Tampereen yliopisto

Mia Tikka

VESIHUOLLON VERKOSTOTYÖMAAN HAITTOJEN MITTAAMINEN JA ARVIOINTI

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastajat: Marja Palmroth,
Minna Leppänen
Kesäkuu 2025

TIIVISTELMÄ

Mia Tikka: Vesihuollon verkostotyömaan haittojen mittaaminen ja arviointi
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Ympäristö- ja energiatekniikan DI-ohjelma
Kesäkuu 2025

Vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat lähiympäristölle ja alueen käyttäjille monenlaista haittaa. Tyypillisiä haittoja ovat melu, pöly, tärinä sekä erilaiset häiriöt liikenteelle. Jotta työmaiden haittoja voidaan hallita, tulee haitat tunnistaa ja arvioida.

Työn tavoitteena oli selvittää, millaisia haittoja vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat työmaan vaikutusalueen käyttäjille ja lähiympäristölle sekä miten kyseisiä haittoja voidaan mitata ja arvioida. Työn tutkimusmenetelminä olivat kirjallisuusselvitys, työmaa-auditoinnit sekä haastattelututkimus. Niiden pohjalta luotiin vesihuoltolaitoksen käyttöön verkostotyömaiden haittojen arviointityökalu, jolla voidaan arvioida työmaan haittojen merkittävyyttä ja siten kohdistaa haittojen hallinnan resurssit merkittävimpiin haittoihin.

Tutkimuksen perusteella työmaiden liikenteelle aiheuttamien haittojen hallinnassa on eniten kehitettävää. Verkostotyömaat aiheuttavat liikenteelle muun muassa viivästyksiä ja kiertoreittejä. Liikenteelle haittoja aiheuttavat erityisesti työnaikaiset liikennejärjestelyt, jotka eivät ole aina vaatimusten tai ohjeiden mukaisia. Pahimmillaan puutteet liikennejärjestelyissä voivat johtaa vaaratilanteisiin. Liikennejärjestelyjen vaatimustenmukaisuutta voidaan seurata muun muassa TLJ-mittarilla, joka perustuu oikein- ja väärin-havaintojen tekemiseen liikennejärjestelyistä. Esteettömyyden osaamisessa on työmailla puutteita. Esteettömän kulun varmistaminen on tärkeää erityisesti esteettömyyden erikoistason alueilla, joille sijoittuvilla työmailla on suositeltavaa tehdä erillisiä esteettömyyskierroksia.

Melu, pöly ja tärinä ovat tutkimuksen perusteella yleisesti tunnistettuja ja hallittuja haittoja. Melua aiheutuu verkostotyömailla esimerkiksi pontituksesta ja tiivistyksestä ja sen haittoja hallitaan työajoilla. Pölyä aiheuttavat erityisesti pölyävien materiaalien, kuten kuivien maamassojen, käsittely. Sekä melua että pölyä voidaan mitata mittauslaitteilla, mutta niitä ei tyypillisesti käytetä verkostotyömailla. Tärinän yksi merkittävä aiheuttaja on louhintaan liittyvät räjäytykset. Tärinää hallitaan tärinäkatselmuksilla ja -mittauksilla.

Muita haittoja ovat muun muassa vesihuoltopalveluiden häiriöt, kuten vesikatkot, painumahaitat viereisillä kiinteistöillä sekä viihtyvyyden heikentyminen, joka johtuu esimerkiksi melusta ja tärinästä. Tällaisia haittoja voidaan seurata saadun palautteen seurannalla, asukaskyselyillä tai yhdistetyllä MVR- ja haittamittarilla.

Haittojen arviointityökalussa arviointimenetelmänä on riskimatriisi, josta laadittiin tähän työhön ”haittamatriisi”. Riskimatriisi on riskien arviointimenetelmä, jolla arvioidaan riskin toteutumisen todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta. Haastattelujen mukaan se soveltuu myös haittojen arviointiin. Riskimatriisissa on tietyt perusoletukset, joita noudattaen haittamatriisi rakennettiin. Todennäköisyysasteikkona hyödynnettiin vesihuoltolaitoksen omaa asteikkoa yhtenäisen riskeihin suhtautumisen nimissä. Seurausten vakavuus -asteikkoja luotiin useita eri haittoihin sopivia kirjallisuuden ja haastattelujen perusteella sekä soveltuen vesihuoltolaitoksen muihin asteikkoihin. Koska riskimatriisi ei sovellu riskien tai haittojen tunnistamiseen, haittojen aiheita tunnistettiin malliksi työkaluun kirjallisuudesta, työmaa-auditoinneista sekä haastatteluista.

Kehitetty haittojen arviointityökalu selkeyttää ja yhtenäistää työmaan haittojen arviointia, johon ei ole olemassa selkeitä käytäntöjä. Työkalun testaamista ennen varsinaista käyttöönottoa suositellaan, jotta työkalua voidaan kehittää. Jokaiseen arviointiin tulisi osallistua useampia henkilöitä, jotta arvioinnin subjektiivisuutta ja arviointien hajontaa voidaan vähentää. Hankkeessa arvioidut haitat ja etenkin kirjatut toimenpiteet suositellaan siirrettävän myös urakka-asiakirjoihin, jotta haittojen hallintaan voidaan varata resursseja.

Avainsanat: vesihuolto, verkostotyömaa, melu, pöly, tärinä, liikennehaitat, riskimatriisi

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ABSTRACT

Mia Tikka: Measurement and Assessment of the Negative Impacts of Water Supply and Sewer Network Construction Site
Master's Thesis
Tampere University
Master of Science Degree Program in Environmental and Energy Engineering
June 2025

Water supply and sewer network construction causes various nuisances to the surrounding environment and users of the area. Typical nuisances include noise, dust, vibration, and traffic disruptions. To manage these impacts effectively, they must first be identified and assessed.

The aim of this study was to examine the types of nuisances that network construction sites cause to the surrounding environment and users of the area, and to explore how these impacts can be measured and assessed. The research methods included a literature review, site audits, and interviews. Based on these, an impact assessment tool was developed for water utilities. This tool helps to evaluate the significance of nuisances and thereby allocate mitigation resources to the most critical ones.

The study found that the greatest need for improvement lies in managing traffic-related disturbances. Network construction can cause traffic delays and detours. These impacts are closely linked to temporary traffic arrangements, which are not always compliant with requirements or guidelines. At worst, deficiencies in traffic arrangements can lead to dangerous situations. Traffic-related impacts can be monitored using different methods such as a certain measuring tool which is based on making correct and incorrect observations of traffic arrangements. Accessibility expertise on construction sites is limited. Ensuring accessible passage is especially important in designated areas of special level of accessibility where accessibility tours through the site are recommended.

Noise, dust, and vibration were found to be generally recognized and managed construction nuisances. Network construction generates noise, for example from sheet piling and compaction work, which is typically controlled by working hours. Dust arises particularly from handling dusty materials such as dry soil masses. Both noise and dust can be measured with appropriate instruments, although such measurements are not commonly used on network construction sites. One major source of vibration is blasting during rock excavation, which is managed with vibration inspections and monitoring.

Other nuisances include, for example, interruptions to water services such as water outages, settlement damage to adjacent properties, and reduced living comfort due to noise and vibration, for example. These types of impacts can be monitored through feedback collection, resident surveys or combined safety and impact monitoring tools.

The developed impact assessment tool uses a risk matrix methodology, adapted into a "disturbance matrix" for this work. A risk matrix is used to assess the likelihood and severity of risks, and interview responses indicated it is also suitable for assessing construction nuisances. The matrix was built based on certain axioms. A probability scale specific to the water utility was used to ensure consistent risk interpretation. Several consequence severity scales were created for different types of nuisances, based on literature, interviews, and compatibility with other scales used by the utility. As the risk matrix is not intended for identifying risks or nuisances, the tool includes a pre-identified list of typical impact sources derived from literature, site audits, and interviews.

The developed tool helps to clarify and standardize the assessment of construction site nuisances, for which no clear procedures currently exist. It is recommended to test the tool before full implementation to support its further development. Each assessment should involve multiple participants to reduce subjectivity and the variation in evaluations. It is also recommended that all assessed impacts and especially the planned mitigation measures be transferred to the contract documents to ensure sufficient resources are allocated for impact management.

Keywords: water management, network construction site, noise, dust, vibration, traffic disruptions, risk matrix

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin Originality Check service.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

☐ Ei
☒ Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmaprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia:

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: ChatGPT, versiot GPT-3.5, GPT-4 mini ja GPT-4.1 mini.

Käyttötarkoitus: Lähdemateriaalin kääntäminen, tekstin kieliasun tarkastus ja viimeistely.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty: Lähdemateriaalin kääntämisessä luvut 2, 3 ja 5.3. Tekstin kieliasun tarkastuksessa ja viimeistelyssä koko työn osalta.

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymälle. Sain ilokseni jatkaa kolmen kesätyökesän jälkeen tutussa paikassa diplomityön merkeissä. Kiitos luottamuksesta kuuluu työn ohjaajalle, Vesihuollon Investointiosaston johtajalle Jarno Köykälle. Haluan myös kiittää muita työkavereitani HSY:llä, jotka olette aina auttaneet, tukeneet ja piristäneet työpäiviä.

Tampereen yliopistolta työn tarkastajina toimivat yliopistonlehtori Marja Palmroth ja yliopisto-opettaja Minna Leppänen. Kiitos kannustavasta, hyväntuulisesta ja sopivan haastavasta ohjauksesta.

Suuret kiitokset kaikille haastateltaville, kun annoitte arvokasta aikaanne ja osaamistanne. Opin paljon, ja toivon, että keskustelumme herätti teissäkin ajatuksia.

Pitkä ja ajoittain kivinen, mutta sitäkin antoisampi opintaipaleeni tulee nyt päätökseen. Kiitos kaikille opiskelukavereilleni, jotka olette myötäeläneet ja auttaneet selviämään vaikeistakin kursseista yhdessä. Kiitos myös kaikille muille ystävilleni. Teidän kanssanne viettämäni aika on korvaamatonta. Lopuksi haluan kiittää vanhempiani. Ilman teidän tukeanne ja apuanne ihan kaikessa en olisi nyt tässä.

Helsingissä, 24.6.2025

Mia Tikka

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO ... 1
2. VESIHUOLLON VERKOSTOTYÖMAAN HAITAT JA NIIDEN MITTAAMINEN ... 3
2.1 Vesihuollon verkostotyömaa ... 3
2.2 Melu ... 5
2.3 Pöly ... 8
2.4 Tärinä ... 11
2.5 Häiriöt liikenteelle ... 14
2.6 Muut haitat ... 18
2.7 Viestintä ja tiedottaminen osana työmaiden haittoja ... 19
2.8 Työmaan auditointi haittojen tarkastelussa ... 20
3. RISKIMATRIISI HAITTOJEN ARVIOINNISSA ... 22
4. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT ... 27
4.1 Tutkimusstrategia ... 27
4.2 Kohdeorganisaatio ... 28
4.3 Työmaa-auditoinnit ... 30
4.4 Tutkimushaastattelu ... 31
4.5 Haastatteluaineiston analysointi ... 32
4.6 Haittojen arviointityökalun kehitys ... 33
5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU ... 36
5.1 Työmaa-auditointien tulokset ... 36
5.2 Haastattelujen tulokset ja niiden analysointi ... 39
5.2.1 Työmaiden haitat ... 40
5.2.2 Haittojen tunnistaminen ja arviointi suunnitteluvaiheessa ... 42
5.2.3 Työkalu haittojen arviointiin ... 44
5.2.4 Haittojen mittaaminen ja seuranta rakennusaikana ... 45
5.2.5 Ennakoimattomat haitat ... 48
5.2.6 Työmaiden haitat joukkoliikenteen näkökulmasta ... 48
5.3 Työkalu haittojen arviointiin ... 49
5.4 Mittarit haittojen seurantaan ... 54
6. JOHTOPÄÄTÖKSET ... 56
LÄHTEET ... 58
LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET ... 65
LIITE B: TIETOSUOJAILMOITUS ... 66
LIITE C: HAITTOJEN ARVIOINTITYÖKALU ... 68

1. JOHDANTO

Vanhentuva infrastruktuuri sekä kaupunkien väestönkasvu luovat painetta korjata ja rakentaa uutta (RIL 2023; Helsingin kaupunki n.d.). Vesihuollon tehtävä yhteiskunnan elintärkeänä perustoimintona on varmistaa puhtaan veden saatavuus ja jätevesien asianmukainen käsittely (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.). Suomen vesihuoltoverkostoja on laajamittaisesti rakennettu 1970-luvulta lähtien, joten ne ovat jo tulleet tai ovat lähivuosina tulossa teknisen käyttöikänsä päähän (Laakso & Virta 2019). Siten saneerausinvestointien tarve on jatkuvassa kasvussa. Tällä hetkellä jo nykytilanteen ylläpitäminen edellyttäisi verkostojen saneerausmäärien selkeää kasvattamista. (RIL ry 2023, s. 25–27)

Vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat merkittävää haittaa lähiympäristölle sekä alueen käyttäjille, kuten asukkaille. Tyypillisiä haittoja ovat melu, pöly, tärinä sekä erilaiset häiriöt liikenteelle, kuten kiertotiet, viivästykset ja vaikeutuneet kulkuyhteydet kiinteistöihin (Çelik et al. 2017; Matthews et al. 2015). Työmaiden aiheuttamat haitat ovat viime vuosina myös nousseet aika ajoin uutisiin. Työmaita on kritisoitu muun muassa niiden pitkästä kestosta (Helsingin Uutiset 2021), epäselvistä ja vaaratilanteita aiheuttavista jalankulkuopasteista (Helsingin Sanomat 2024) sekä työmaiden aiheuttamista liikenneruuhkista (Helsingin Uutiset 2023). Jotta työmaiden haittoja voidaan hallita, tulee haitat tunnistaa ja arvioida.

Työn tavoitteena on selvittää kirjallisuuden, työmaa-auditointien sekä haastatteluiden perusteella, millaisia haittavaikutuksia vesihuollon verkostotyömailla on niiden lähiympäristölle sekä alueen käyttäjille ja miten kyseisiä haittoja voidaan tunnistaa, arvioida ja mitata. Näiden pohjalta tavoitteena on luoda haittojen arviointityökalu, jonka sisältämällä riskimatriisilla (”haittamatriisilla”) voidaan arvioida tietyn työmaan jokainen haitta sen seurausten vakavuuden sekä todennäköisyyden perusteella. Työkalun avulla on mahdollista tunnistaa merkittävimmät haitat ja resurssit voidaan kohdistaa niiden hallintaan.

Tässä tutkimuksessa työmaa koskee vesihuollon verkostotyömaita ja se rajataan vielä ennakolta suunniteltuihin työmaihin. Työmaista siis rajataan pois esimerkiksi putkirikkojen korjaukset ja muut vastaavat äkilliset työmaat. Rajaus on oleellinen ja perusteltu, koska haittojen arviointityökalu on tarkoitettu käytettäväksi hankkeiden suunnittelussa jo

aikaisessa vaiheessa ja siten siinä oletetaan, että haitat ehditään huomioimaan asianmukaisesti. Työmaan haittoja tutkitaan työmaan lähiympäristön ja alueen käyttäjien, kuten asukkaiden näkökulmasta. Tutkimuksessa ei siis tarkastella, mitä haitat aiheuttavat työmaan työntekijöille. On kuitenkin tiedostettava, että työntekijöille aiheutuvat haitat ovat samankaltaisia ja niitä voidaan mitata ja hallita osittain samoilla keinoilla. Lisäksi tutkimuksessa keskitytään ainoastaan työmaan haittojen tunnistamiseen, arviointiin ja mittaamiseen. Kyseisten haittojen hallinta jätetään tutkimuksen ulkopuolelle. Tämä rajaus tehdään, jotta tutkimuksen laajuus on sopiva diplomityöksi.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä vesihuollon verkostotyömaiden lähiympäristölle ja alueen käyttäjille aiheuttamia haittoja ei vielä pystytä arvioimaan tai mittaamaan kuvaavasti?
2. Minkälaisella työkalulla voidaan arvioida vesihuollon verkostotyömaan haittojen merkittävyyttä hankkeen suunnitteluvaiheessa?

Työn tutkimusmenetelminä on kirjallisuusselvitys, työmaa-auditoinnit sekä haastattelututkimus. Työssä kehitetyn työkalun tavoitteena on palvella mahdollisimman hyvin sekä käyttötarkoitustaan että sen käyttäjiä. Tästä syystä tutkimuksen osana toteutetaan haastattelu, jonka tarkoituksena on saada alan ammattilaisilta kirjallisuuden tueksi raportoimatonta ja kokemuspohjaista tietoa työmaan haitoista sekä niiden mittaamisesta. Haastattelujen lisäksi käydään seuraamassa työmaa-auditointeja, jotka keskittyvät nimenomaan työmaan lähiympäristölle, alueen käyttäjille ja asukkaille aiheuttamiin vaikutuksiin ja ovat tiettävästi ensimmäistä laatuaan. Työmaa-auditointien tarkoituksena on havaita käytännössä, minkälaista haittaa työmaat aiheuttavat.

Työn toinen ja kolmas luku käsittelevät aiheen kannalta olennaista teoriaa. Toisessa luvussa tarkastellaan vesihuollon verkostotyömaita toimintaympäristöinä sekä niiden lähiympäristölle ja alueen käyttäjille aiheuttamia haittoja ja haittojen nykyisiä arviointi- ja mittaamistapoja. Kolmannessa luvussa käsitellään riskimatriisia haittojen arviointimenetelmänä. Neljännessä luvussa kuvataan tutkimuksen aineisto ja tutkimusmenetelmät. Viidennessä luvussa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia. Kuudennessa, työn viimeisessä luvussa, esitellään tutkimuksen johtopäätökset.

2. VESIHUOLLON VERKOSTOTYÖMAAN HAITAT JA NIIDEN MITTAAMINEN

Tässä luvussa tarkastellaan vesihuollon verkostotyömaiden aiheuttamia haittoja lähiympäristölle ja alueen käyttäjille, kuten asukkaille ja liikenteelle. Ensimmäisessä alaluvussa kuvataan vesihuollon verkostotyömaan tyypilliset työvaiheet ja toimintatavat, jotta voidaan ymmärtää työmaiden aiheuttamia haittoja. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan verkostotyömaiden haittoja sekä niiden mittaamista.

2.1 Vesihuollon verkostotyömaa

Vesihuolto koostuu vedenhankinnasta, talousveden käsittelystä ja jakelusta sekä jätevesien käsittelystä eli viemäröinnistä ja puhdistuksesta (Kuntaliitto 2024). Näin ollen hulevesi, eli se sade- ja kuivatusvesi, joka johdetaan pois pihoilta ja kaduilta (vesi.fi 2019) ei määritelmän mukaisesti kuulu vesihuoltoon. Tässä työssä vesihuollon verkostotyömaa kuitenkin kattaa myös hulevesiverkostot, sillä ne rakennetaan usein vesijohto- ja jätevesiverkoston kanssa samassa yhteydessä. Monet vesilaitokset myös vastaavat hulevesiverkoston rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta, joten verkostoinvestoinnit koskevat myös niitä.

Infrahankkeen vaiheet vaihtelevat sen mukaan, onko kyse esimerkiksi kuntien katuhankkeista vai vesihuollon hankkeista. Katuhankkeissa tyypillisesti samalla työmaalla tehdään usean eri tilaajan töitä ja esimerkiksi eri verkostoja, kuten vesihuolto-, sähkö- ja televerkostoja. Tätä kutsutaan yhteisrakentamiseksi. (SKTY ry 2020, luku 2.6) Kuntien hankkeet alkavat tarveselvityksellä, yleissuunnitelmalla tai rakennettavuussuunnitelmalla. Niitä seuraavat kaavoitusvaihe, katusuunnitelma, katurakennussuunnitelma ja toteutussuunnitelma. (Ratu KI-6034 2019, s. 85) Vesihuoltohankkeen suunnittelu jakautuu yleensä kolmeen vaiheeseen, jotka ovat esisuunnittelu, yleissuunnittelu sekä rakennussuunnittelu. Esisuunnitelmalla pyritään antamaan tiedot suunnittelukohteen toteuttamispäätöstä varten sekä selvittämään hankkeen pääpiirteittäinen aikataulu ja karkea kustannusarvio. Yleissuunnittelussa arvioidaan muun muassa maastotutkimusten perusteella, onko hanke oikein suunniteltu esimerkiksi tekniseltä ja taloudelliselta kannalta ja miten kohde on rakennettavissa. Rakennussuunnittelu on yksityiskohtaista ja siinä laaditaan muun muassa työselostukset ja yksityiskohtaiset piirrokset. Rakennussuunnittelun perusteella kohteen urakointi voidaan kilpailuttaa ja toteuttaa. (RIL 237-1-2010, s. 71–75)

Kun suunnittelusta siirrytään rakentamiseen, uuden vesihuoltoverkoston rakentamisen vaiheet ovat työmaan valmistelu, kaivannon tuenta tarvittaessa, kaivutyöt, pohjaveden lasku tarvittaessa, mahdollinen pohjanvahvistus, kuten stabilointi, perustusrakenteet, kuten paalutus, putkien asennus ja liitosten tekeminen, kaivannon täyttö ja tiivistys sekä lopuksi putkiston testaus ja desinfiointi. Työmaan valmistelu sisältää muun muassa työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamisen ja kaivannon aitaamisen. Työmaan valmistelun jälkeen muut vaiheet toteutetaan tyypillisesti samaan aikaan useassa eri kohdassa putkireittiä, jotta työmaan ajantarve ja sitä kautta haittojen kesto saadaan minimoitua. Ennen päällystettyjen pintojen ja katurakenteen kaivamista kaivannon reunat leikataan, jotta päästään käsiksi alempiin rakennekerroksiin. Jos pinta ei ole päällystetty, pintamaa poistetaan kaivinkoneen kauhalla ja varastoidaan käytettäväksi työmaan kunnostuksessa. Ylijäämämassoille etsitään hyödyntämiskohteita ensisijaisesti mahdollisimman läheltä. Mikäli ylijäämämassoille ei löydetä hyödyntämiskohteita, tulee ne toimittaa ympäristöluvalliselle maankaatopaikalle. Vesi poistetaan kaivannosta yleensä pumppaamalla. (Trifunovic 2020, s. 261–273; InfraRYL 2024a; InfraRYL 2024b, luku 6.2)

Vesihuoltolinjan rakenteessa on arina (tarvittaessa), alkutäyttö, lopputäyttö sekä käytettävät putkilinjat (vesijohto, jätevesi, hulevesi) (InfraRYL 2024a). Putkien asennusalustan alle tehdään mahdolliset arinarakenteet. Asennusalusta on erillinen maapohjan tai arinarakenteen päälle tehtävä rakennekerros, joka tehdään aina kun kaivannon pohja ei sellaisenaan tai tiivistettynä täytä asennusalustalle asetettuja vaatimuksia (InfraRYL 2024a, 18310). Putkien ja liitosten lisäksi vesijohtoverkostossa on erilaisia laitteita, kuten sulkuventtiilejä, paloposteja ja ilmaventtiilejä, jotka asennetaan verkoston rakennuksen yhteydessä (InfraRYL 2024a, 31300). Jätevesi- ja hulevesiverkostossa on putkien ja liitosten lisäksi ilmaventtiilejä, tarkastuskaivoja ja -putkia sekä paineviemärin purkukaivoja (InfraRYL 2024a, 31100). Hulevesiverkostossa on niiden lisäksi imeytyskaivoja ja kitakaivoja (InfraRYL 2024a, 31200).

Putkien asennuksen ja liittämisen jälkeen kaivanto täytetään. Kaivannon täyttö tehdään kahdessa vaiheessa: alkutäyttö heti putkien asennuksen jälkeen estämään rankkasateiden aiheuttama putken kelluminen ja lopputäyttö putkiston testauksen jälkeen (Trifunovic 2020, s. 288). Liikennöitävällä alueella alkutäyttö tehdään helposti tiivistettävästä routimattomasta hiekasta, sorasta tai murskeesta. Liikennöitävän alueen ulkopuolella materiaalina voidaan myös käyttää savea, silttiä tai moreenia, mikäli niiden soveltuvuus on esitetty suunnitelma-asiakirjoissa. Toppauksena tunnettu alkutäytön ensimmäinen vaihe tehdään lapiotyönä tai vastaavilla menetelmillä siten, että putket pysyvät paikallaan vaurioitumattomina. Alkutäyttö tehdään ja tiivistetään tiivistyskoneella kerroksittain. (Infra-

RYL 2024a, 18320) Lopputäyttö ulotetaan liikennöitävällä alueella liikennealueen rakennekerrosten alapintaan ja liikennöitävän alueen ulkopuolella olemassa olevan maanpinnan tasoon (InfraRYL 2024a, 18330).

Uuden vesihuoltoverkoston rakentamisen lisäksi olemassa olevaa verkostoa tulee saneerata. Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraus voidaan toteuttaa erilaisilla putkilinjan saneerausmenetelmillä tai rakentamalla uusi putki vanhan tilalle. Suomessa yleisesti käytössä olevia saneerausmenetelmiä ovat muun muassa erilaiset sujutusmenetelmät, joissa vanhan putken sisälle sujutetaan vetämällä tai työntämällä uusi putki. Sujutusmenetelmät kuuluvat kaivamattomiin tekniikoihin eli verkoston saneeraus tehdään tekniikoilla, joissa kaivantotyöt ovat vähäisiä tai niitä ei tehdä ollenkaan. Tällöin aiheutuu vähemmän haittaa. (Infra-31-710119 2013)

2.2 Melu

Ääni on mekaanista värähtelyä eli aaltoliikettä, joka etenee kaasussa, nesteessä tai kiinteässä aineessa ja saa aikaan kuuloaistimuksen. Melu puolestaan on ei-toivottua ääntä, joka voi tuntua epämiellyttävältä tai häiritsevältä tai olla kuulolle haitallista. (THL 2024) Äänen kokeminen määräytyy sen fysikaalisten ominaisuuksien, kuten taajuuden ja ajallisen vaihtelun, psykologisten ominaisuuksien, kuten sisällön ja laadun, altistuvan henkilön yksilöllisten ominaisuuksien sekä altistumistilanteen perusteella. Melutason kokemisen kannalta keskeinen tekijä on äänenpainetasoina L_p ilmaistava äänen voimakkuus. Sen yksikkö on äänenvoimakkuutta kuvaava logaritmista asteikkoa noudattava suhdeluku desibeli (dB). Äänenpainetason arvo 0 dB tarkoittaa äänenvoimakkuutta, joka vastaa ihmisen kuuloaistin alarajaa eli hiljaisinta havaittavaa ääntä. Äänenpainetason arvo 120 dB vastaa kipukynnystä, jonka ylittäminen saa kuuloaistimuksen muuttumaan kipuaistimukseksi. Yhden desibelin muutos äänenpainetasossa on kuuloaistimuksen kannalta havaittavissa oleva muutos, ja kolmen desibelin muutos on merkityksellinen muutos. (Kokkonen et al. 2023, s. 10–16)

Melu voi aiheuttaa ihmiselle monenlaisia vakaviakin terveyshaittoja. Niitä ovat esimerkiksi kuulon heikkeneminen, verenpainetauti, sydän- ja verisuonitaudit ja niihin liittyvät riskit, jotka voivat johtaa edelleen sydäninfarktiin, raskauskomplikaatiot, levottomuus, päänsäryt, nukkumisvaikeudet sekä emotionaaliset ja psykologiset vaikutukset, kuten ärtyneisyys, oppimiskyvyn heikentyminen ja työtehon lasku (Mir et al. 2022). Läheisen rakennustyömaan melu ei kuitenkaan tyypillisesti aiheuta asukkaille terveysriskiä tai vahingoita asukkaiden kuuloa, mutta se voi huonontaa elämänlaatua. Se voi heikentää ihmisen terveyttä esimerkiksi aiheuttamalla stressiä ja ärsytystä sekä häiritsemällä unta. Nämä tekijät voivat puolestaan johtaa kohonneeseen verenpaineeseen, ahdistukseen

sekä kielteisiin tunteisiin melua aiheuttavia henkilöitä tai tahoja kohtaan. (FHWA 2017, luku 3.1)

Meluntorjunnan keskeiset tavoitteet on esitetty Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) sekä Valtioneuvoston asetuksessa ympäristönsuojelusta (713/2014). Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on muun muassa ehkäistä ja vähentää toiminnan aiheuttamia päästöjä, jollainen ihmisen toiminnasta aiheutuva melu ympäristönsuojelulain mukaan on. Ympäristönsuojelulain nojalla annettu Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä (621/2001) määrää melupäästöjen raja-arvot työmailla käytetyille laitteille. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992) puolestaan määrittelee ulkona sallituille melutasoille ohjearvot, jotka ovat asuinalueilla 55 dB päiväsaikaan ja 50 dB yöaikaan. Uusilla asuinalueilla yöohjearvo on 45 dB.

Suomen ympäristökeskuksen (2023) mukaan ohjearvot ylittävälle ympäristömelulle altistuu Suomessa ainakin 700 000 ihmistä. Valtaosa melusta tulee tieliikenteestä, mutta tilapäistä melua aiheuttavat esimerkiksi rakennus- ja korjaustyöt. Ohjearvot on määritetty keskiäänitasolle, joka ei anna täyttä kuvaa melutilanteesta. Esimerkiksi sykkivä melu tai lyhyet melupiikit voivat häiritä elämää myös sellaisilla alueilla, joilla ohjearvot eivät ylity. (Syke 2023)

Työmaamelu on siis ympäristömelua ja sillä on omat ominaispiirteensä. Melua aiheuttavat työvaiheet tehdään ulkoilmassa, ja melua aiheuttavat monet erilaiset toiminnot. Melutapahtumat eivät välttämättä tapahdu ennalta määritettyinä aikoina päivän aikana. Melulähteen sijaintia ei usein voida tarkasti määrittää tai ennakoida. Melulla on ohimeneviä ominaisuuksia ja sen kesto sekä toistuvuus vaihtelevat. Melu on jaksottaista, eli melutapahtumat toistuvat väliajoin tai vaiheittain, tai satunnaista ja usein voimakasta. Lisäksi rakennustyöt ovat vilkkaimmillaan keväällä ja kesällä, jolloin myös ihmiset liikkuvat aktiivisemmin ulkona. (Kurra 2021, s. 235)

Työmaameluun vaikuttavat koneisiin sekä työmaahan liittyvät tekijät. Työkoneiden aiheuttamaan meluun vaikuttavat koneen ja moottorin tyyppi, esimerkiksi onko koneessa polttomoottori tai iskumekanismi. Myös koneen teho, pakokaasujärjestelmä, jarrut, voimansiirtojärjestelmät ja tuulettimet vaikuttavat melun suuruuteen. Työkoneen käyttöön liittyen käyttöaika, työn tyyppi ja käsiteltävä materiaali, koneen huolto ja ikä vaikuttavat koneesta aiheutuvaan meluun. Myös käyttötekniikalla, kuten sillä, miten kone on suunnattu, on vaikutusta. Työmaahan liittyy useita meluun vaikuttavia tekijöitä. Niitä ovat työmaan koko ja muoto sekä työmaalla olevien koneiden määrä ja tyypit. Lisäksi meluun vaikuttavat jokaisen koneen toimintatila ja käyttöohjelma, etäisyys koneista työmaan rajalle sekä koneiden sijainti ja asento työmaalla. Melutasoon vaikuttavat myös työmaalla

olevat maa- ja materiaalikasat, maaperän ominaisuudet ja suuret heijastavat pinnat työmaalla. Lisäksi esteet ja rakenteet työmaalla sekä viereisen ympäristön olosuhteet, kuten topografia, metsät ja kasvillisuus, vaikuttavat työmaameluun. (Kurra 2021, s. 236)

Vesihuollon verkostotyömailla melua aiheuttaa tyypillisesti suurihalkaisijaisten putkien rakentaminen tai saneeraus aukikaivumenetelmällä. Erityisesti katupäällysteen leikkaaminen on melua aiheuttava toiminto. (Gilchrist et al. 2003) Muita melua aiheuttavia työvaiheita ovat paalutus, ponttiseinien lyönti ja tiivistys (Kurra 2021, s. 258–259). Pontituksessa kaivantoon asennetaan ponttiseinät, jotka estävät maan sortumisen kaivantoon (RatuTT 10-01060 2013). Useat verkostotyömailla käytettävät työkoneet aiheuttavat melua. Pneumaattiset laitteet, kuten piikkauskoneet ovat yleisimpiä häiritsevän melun lähteitä. Myös jyrsin- ja hiontalaitteet, iskuvasarat, maanrakennuskoneet, murskaimet ja asfalttikoneet tuottavat korkeita melutasoja. (Gilchrist et al. 2003) Lisäksi työkoneiden peruutushälyttimet ovat yksi melun lähde (Brocolini et al. 2013).

Koska melu on fysikaalinen parametri, sitä voidaan mitata, kvantifioida, mallintaa ja ennustaa (FHWA 2017, luku 3.1). Toisaalta Jauhiainen et al. (2007, s. 7) mukaan melu voidaan kokonaisuudessaan vain osittain määritellä fysikaalisesti, koska se määräytyy fysiologisten vaikutusten lisäksi myös aistittujen ja koettujen häiritsevyyspiirteiden perusteella. Ympäristömelun yleisin haittavaikutus on sen häiritsevyys. Häiritsevyyteen vaikuttavat äänitason lisäksi äänen fysikaalinen taajuussisältö ja ajalliset muuttujat, joihin liittyviä elämyksellisiä ominaisuuksia ovat esimerkiksi äänen terävyys, vaihteluvoimakkuus ja karheus, äänen koetut kielteiset ja epämiellyttävät elämyspiirteet sekä äänen merkityssisältö. Häiritsevyys on yksilöllinen ja subjektiivinen kokemus, jota ei voida mitata akustisin menetelmin. Sen arviointi edellyttää melualtistuneen henkilön omaa arviota häiritsevyysvoimakkuudesta tai -asteesta. (Jauhiainen et al. 2007, s. 15)

Ympäristöministeriö on laatinut ympäristömelun mittaamisesta ohjeet, jotka on tarkoitettu käytettäväksi erityisesti silloin, kun tulosta verrataan VNp 993/1992 mukaisiin melutason ohjearvoihin. Mikäli mittauksen tavoitteena on selvittää melun haitallisuutta, ohjeen mukainen mittaus ei kuitenkaan välttämättä ole riittävä. Ohjeen mukainen ympäristömelun mittaus soveltuu parhaiten tilanteisiin, joissa melulähteen ja mittauspisteen välinen etäisyys on pieni. Ohjeen mukaan rakentamismelu on vaihtelevaa melua, jolloin sen keskiäänitaso tulisi mitata integroivalla äänitasomittarilla. (Ympäristöministeriö 1995, s. 7–16) Siten verkostotyömaan melu voidaan myös mitata kyseisellä tavalla.

Yksittäiset melumittaukset antavat tarkan melutason suuruuden tietyssä paikassa tietyllä hetkellä. Siten ne eivät kuvaa melun jakautumista ja leviämistä esimerkiksi koko työmaa-

alueella tai sen ulkopuolella. Melua voidaan kuitenkin arvioida laskennallisesti melumallinnuksella, jolla voidaan analysoida melun alueellista jakaumaa sekä sen ajallista vaihtelua. Melun mallintamismenetelmiä ovat ennustemallit ja kartoitusmenetelmät. Ennustemallit arvioivat tulevia melutasoja muun muassa työmenetelmien, työkoneiden, työmaan tilajärjestelyjen ja ympäristöolosuhteiden perusteella. Kartoitusmenetelmät visualisoivat melun nykyistä alueellista jakaumaa. (Huang et al. 2025)

2.3 Pöly

Pöly tarkoittaa pieniä kiinteitä hiukkasia, jotka voivat leijua ilmassa. Pölyhiukkaset ovat halkaisijaltaan 1–100 µm. Pöly voi olla orgaanista tai epäorgaanista tai sisältää sekä orgaanisia että epäorgaanisia aineita. (TEPA-termipankki n.d.a)

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017) määrittää raja-arvot hiukkasten pitoisuuksille ulkoilmassa niiden terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) raja-arvo on 50 µg/m^3 ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) raja-arvo on 25 µg/m^3. PM_{10}-pitoisuus lasketaan 24 tunnin aikana mitattujen pitoisuuksien tuntikeskiarvona. $PM_{2,5}$-pitoisuus ilmaistaan vuosikeskiarvona. PM_{10} ovat hiukkasia, joiden halkaisija on enintään 10 µm ja $PM_{2,5}$ ovat vastaavasti hiukkasia, joiden halkaisija on enintään 2,5 µm (Tilastokeskus n.d.). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2024/2881 määrittää uudet tiukentuneet ilmanlaadun raja-arvot. $PM_{2,5}$-hiukkasten vuorokausiarvo on 25 µg/m^3 ja vuosikeskiarvo 10 µg/m^3. PM_{10}-hiukkasten vuorokausiarvo on 45 µg/m^3 ja vuosikeskiarvo 20 µg/m^3. Vuorokausiarvo saa ylittyä enintään 18 kertaa kalenterivuoden aikana aiemman 35 sijaan. Direktiivi tuli voimaan 10.12.2024 ja uudet raja-arvot tulee saavuttaa 1.1.2030 mennessä.

PM_{10}- ja $PM_{2,5}$-hiukkasia mitataan, sillä ne ovat hiukkasista erityisen haitallisia terveydelle. Mitä pienempi hiukkanen on, sitä syvemmälle se pääsee etenemään elimistössä. Isot hiukkaset, joiden halkaisija on yli 10 µm, jäävät pääasiassa nieluun ja hengitysteiden yläosiin, mistä ne poistuvat uloshengityksen, yskimisen tai aivastelun kautta. Osa hiukkasista kiinnittyy hengitysteiden limakalvolle ja nousee limanerityksen avulla takaisin nieluun, josta osa nielaistaan. PM_{10}-hiukkaset puolestaan etenevät syvemmälle, alempiin hengitysteihin saakka. Niistä karkeat hengitettävät hiukkaset, joiden halkaisija on 2,5–10 µm, jäävät pääsääntöisesti ylähengitysteihin ja $PM_{2,5}$-hiukkaset kulkeutuvat hengityselimistön ääreisosiin asti. (Yli-Tuomi & Siponen 2023, s. 11–12)

Hiukkasten pitoisuus sekä niille altistumisen kesto vaikuttavat terveyshaitan vakavuuteen. Lyhytaikainen altistuminen korkeille hiukkasten pitoisuuksille aiheuttaa tyypillisesti erilaisia ärsytysoireita ja lieviä hengityselinoireita, kuten kurkun ja silmien kutinaa, nuhaa,

yskää ja hengenahdistusta. Pitkäaikainen hiukkasaltistus voi pahentaa kroonisia sydän-, verisuoni- ja hengityselinsairauksia sekä nopeuttaa sairauksien kehittymistä. Pitkäaikaisessa altistumisessa myös hyvin pienet pitoisuudet voivat aiheuttaa terveyshaittoja. (Yli-Tuomi & Siponen 2023, s. 11–12)

Vesihuollon verkostotyömailla $PM_{2,5}$- ja PM_{10}-hiukkasia syntyy muun muassa murskaustöistä, maamassojen siirtelystä, varastoinnista ja kuljetuksesta sekä työmaiden dieselkäyttöisten laitteiden päästöistä (Jung et al. 2019). Wu et al. (2016) mukaan merkittävimmät pölyn lähteet työmaalla ovat työvaiheet, joissa käsitellään kuivia maamassoja, kuten maankaivaminen, kaivannon täyttö sekä maan tasaus. Maamassojen lisäksi tietyt rakentamisessa käytetyt materiaalit, esimerkiksi sementti ja kalkki, ja erityisesti niiden kuljetus ja käsittely voivat aiheuttaa pölyämistä (Wu et al. 2016). Myös maarakentamisessa käytettävät hienorakeiset uusiomaamateriaalit, kuten tuhkat, kuonat ja betonimurske voivat aiheuttaa pölyämistä (Väylävirasto 2022, s. 14, 53–63). Lisäksi stabiloinnissa sideaineet pölyävät herkästi (Liikennevirasto 2018, s. 23, 40). Työmaan pöly voi myös sisältää haitta-aineita, jolloin se on erityisen haitallista terveydelle. Esimerkiksi kvartsipöly, jota syntyy muun muassa kiven ja betonin porauksessa, voi aiheuttaa keuhkosyöpää (Työterveyslaitos n.d.b). Myös syöpävaarallista asbestipölyä voi esiintyä verkostotyömailla, sillä Suomen vesijohtoverkostossa on vielä asbestiputkia (Työterveyslaitos n.d.a; Työterveyslaitos 2016, s. 6). Työmaalla syntyvä pöly kulkeutuu ilmavirtojen mukana lähialueen teille ja rakennuksiin, jolloin se aiheuttaa haittaa asukkaille (Jung et al. 2019). Työmaan aiheuttamaa pölyhaittaa voi siis esiintyä laajallakin alueella.

PM_{10}- ja $PM_{2,5}$-hiukkaspitoisuuksia voidaan mitata gravimetrisella mittausmenetelmällä sekä jatkuvatoimisilla analysaattoreilla. Gravimetrisella menetelmällä mittaus tehdään standardin SFS-EN 12341 mukaisesti. Gravimetrisessa menetelmässä jaotellaan ulkoilman hiukkaset niiden aerodynaamisten ominaisuuksien avulla kahteen eri fraktioon: PM_{10}- ja $PM_{2,5}$-hiukkasiin. Hiukkasten erottelu tapahtuu näytteenottimella, joka leikkaa hiukkaskokoluokkaa suuremmat hiukkaset pois näyteilmasta. Fraktiot kerätään suodattimelle ja näytteen hiukkasmassa määritetään gravimetrisesti laboratoriossa. Mittausstandardin hyväksymiä suodatinmateriaaleja ovat kvartsi, lasikuitu ja teflon. (Ilmatieteen laitos 2017, s. 29–32)

Gravimetrisella menetelmällä saadaan mitattua ainoastaan vuorokausipitoisuuksia. Lisäksi menetelmän asettamat vaatimukset laboratoriomäärityksille ovat tiukkoja ja edellyttävät laboratorioilta investointeja ja osaavaa henkilökuntaa. Näistä syistä erilaiset jatkuvatoimiset analysaattorit, joilla saadaan mitattua tuntipitoisuuksia, ovat yleisempiä ilmanlaadun seurannassa. Jatkuvatoimiset hiukkasanalysaattorit mittaavat hiukkasten massapitoisuutta yleensä aikajänteillä, jotka vaihtelevat sekunneista tuntiin. Mittausten

tulee noudattaa standardia SFS-EN 16450, joka koskee kaikkia jatkuvatoimisia analysaattoreita, vaikka ne perustuvat eri mittausmenetelmiin. Jatkuvatoimisia mittausmenetelmiä ovat β-säteilyn vaimenemiseen perustuva, värähtelevään mikrovaakaan perustuva sekä optiseen menetelmään perustuva mittausmenetelmä. On kehitetty myös yhdistelmämenetelmiä, joissa β-säteilyn vaimenemista täydentää optinen menetelmä, mikä mahdollistaa hiukkaspitoisuuden arvioinnin nopealla aikaresoluutiolla. Lisäksi on menetelmiä, joissa näyte kerätään β-säteilyn vaimenemiseen perustuvassa menetelmässä suodattimille, joista voidaan jälkikäteen analysoida esimerkiksi raskasmetallit. (Ilmatieteen laitos 2017, s. 29–38)

Esimerkiksi HSY on mitannut PM_{10}-pitoisuuksia työmaiden läheisyydessä vuosittain maalis-lokakuun ajan ja verrannut niitä VNa 79/2017:n raja-arvoihin. Mittaukset liittyvät Helsingin kaupungin ilmansuojelusuunnitelmaan vuosille 2017–2024. Suunnitelmassa on rakennustyömaiden pölyn vähentämiseen tähtäävä toimenpide, jonka mukaisesti työmaiden pölyvaikutusten mittaus- ja seurantajärjestelmiä tulee kehittää (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2016, s. 54). Mittauksiin on käytetty jatkuvatoimista *Osiris*-sensoria (Kuvassa 1), joka mittaa hiukkasmassaa valon sirontaan perustuvalla optisella menetelmällä (HSY 2022, s. 3).

Kuva 1. *Osiris-mittalaite mittaamassa työmaapölyä. 1: Pölyistä ilmaa imevä pumppu. 2: Mittalaite kaapin sisällä. (HSY 2019, s. 7)*

Osiris-laite imee pölyistä ulkoilmaa pumpun avustuksella, jolloin tuloilma läpäisee lasersäteen fotometrissä niin, että hengitettävät hiukkaset päätyvät suodattimelle. Valonsironnassa hengitettävien hiukkasten pöly muutetaan elektroniseksi viestiksi ja hiukkasen kokoluokka saadaan selville. (HSY 2020, s. 5) Laite on valittu sillä perusteella, että Ilmatieteen laitoksen tekemän mittausmenetelmien vertailutestin mukaan se soveltuu PM_{10}-mittauksiin (HSY 2022, s. 3). Kaikkina aiempina vuosina 2016–2023 on käytetty *Osiris*-mittalaitetta, mutta vuonna 2024 käytettiin *AQ Guard Smart* -mittalaitetta (HSY 2024a, s. 3). Uudessa Helsingin ilmansuojelu- ja meluntorjuntasuunnitelmassa 2024–2029 ei ole esitetty työmaapölyn tai -melun mittaamiseen liittyviä toimenpiteitä (Helsingin kaupunki 2024a).

2.4 Tärinä

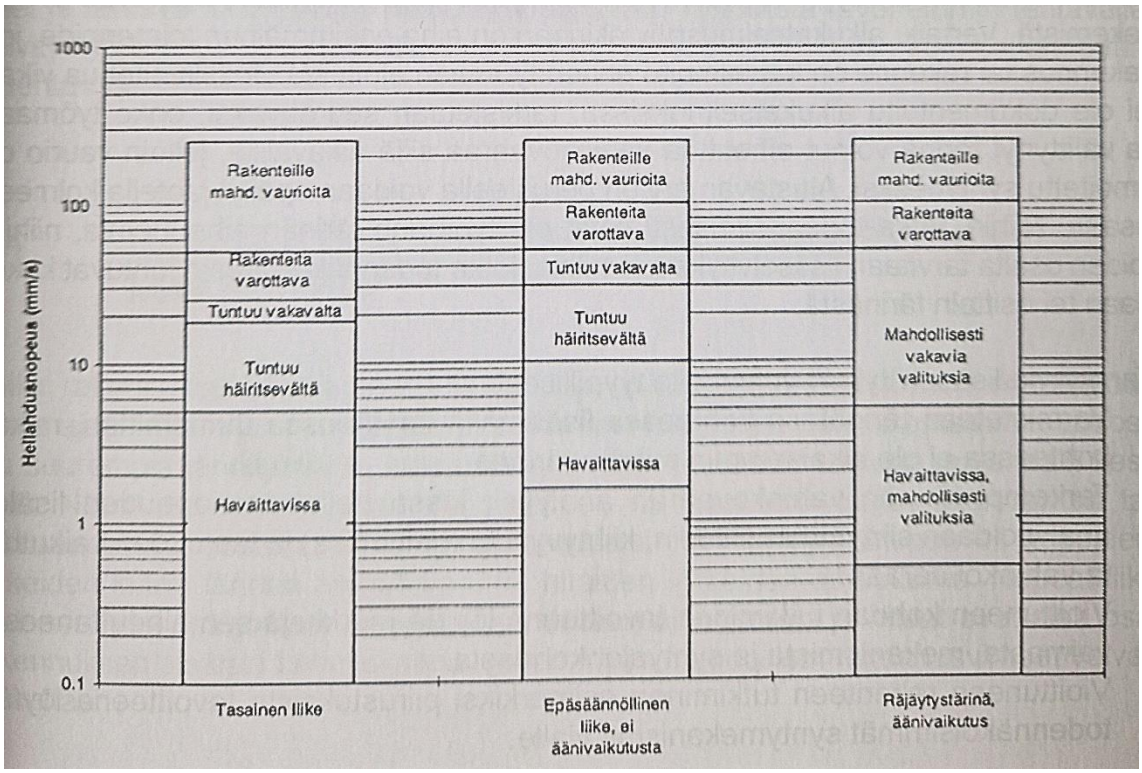
Tärinä on kiinteässä kappaleessa esiintyvää mekaanista värähtelyä (TEPA-termipankki n.d.b). Kun värähtely välittyy henkilöön esimerkiksi pintakosketuksessa, se voi aiheuttaa haittaa tai vaaraa henkilön terveydelle tai turvallisuudelle. Ihmiseen vaikuttava tärinä voidaan jakaa käsi- sekä kehotärinään. Käsitärinä siirtyy henkilön käsiin, kun hän pitelee värähtelevää esinettä, kuten työkalua käsillä. Kehotärinä välittyy henkilön kehoon, kun

hän on kosketuksissa värähtelevään pintaan istuen, seisten tai maaten. (Työsuojeluhallinto 2024)

Ihmiselle tärinä voi aiheuttaa monenlaista terveyshaittaa. Käsitärinä voi vahingoittaa käsien verenkiertoa, hermostoa, jänteitä, lihaksistoa sekä luustoa ja saattaa pahimmillaan aiheuttaa valkosormisuutta tai käden monihermovaurion. Kehotärinä voi lisätä alaselän kipuja ja selkärangan vammoja. (Työsuojeluhallinto 2024) Ympäristössä esiintyvä tärinä voi aiheuttaa ihmisille epämiellyttävinä koettavia aistimuksia. Melun lailla tärinä vaikeuttaa lepoa ja nukkumista ja voi siten aiheuttaa stressiä. (Ympäristöministeriö 2004, s. 18) Tärinän muita haittavaikutuksia ovat rakenteiden räminä, tärinän muuttuminen häiritseväksi ilmaääneksi tai meluksi rakenteiden kautta, viihtyisyyshaitta, kiinteistön arvon aleneminen sekä rakennusten vauriot, kuten seinien halkeamat (SKTY ry 2020, luku 7.2).

Haitallinen tärinä voi olla häiritsevää tärinää, toimintoja haittaavaa tärinää tai vaurioita aiheuttavaa tärinää. Häiritsevä tärinä häiritsee ihmisen toimintoja. Tärinän koetaan tavallisesti olevan häiritsevää, kun sen suuruus on heilahdusnopeuden huippuarvona ilmaistuna vähintään 0,40–0,80 mm/s. Häiritsevän tärinän suuruus vaihtelee, sillä esimerkiksi sisätiloissa häiritsevän tärinän kynnys on pienempi kuin ulkona, ja tärinän ääni-ilmiöt rakennusten rakenteissa ja esineistössä voimistavat sen häiritsevää vaikutusta. Ihmisen sisätiloissa häiritseväksi kokeman tärinän vaikutusalue voi ulottua 50–100 m etäisyydelle tai jopa kauemmas työkohteesta. Toimintoja haittaava tärinä haittaa toimintoja, jotka voivat liittyä laitteiden käyttöön tai ihmisen käyttäytymiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi musiikkiesitykset tai lääketieteelliset toimenpiteet. Vaurioita aiheuttava tärinä pysyvästi alentaa rakenteiden, laitteiden tai luonnonympäristön käyttökelpoisuutta. (RIL 253-2024, s. 12, 49)

Ihmiset kokevat jopa täysin vaarattoman tärinän usein häiritsevänä ja jopa vaarallisena tai pelottavana. Ilmiötä havainnollistaa Kuva 2, josta huomataan, että esimerkiksi alle 1 mm/s suuruisesta räjäytystärinästä ihmiset saattavat valittaa, vaikka rakenteille voi mahdollisesti aiheutua vaurioita vasta noin 100 mm/s suuruisesta tärinästä. Vaurioepäilyt on kuitenkin aina tutkittava. (RIL 253-2024, s. 59)



Kuva 2. *Ihmisten reaktiot tärinään verrattuna sen aiheuttamaan todelliseen vahinkovaaraan (Hendron 1977, RIL 253-2024, s. 59 mukaan).*

Vesihuollon verkostotyömailla tärinää aiheutuu työkoneista ja kuljetuskalustosta sekä erityisesti louhinnasta ja siihen liittyvistä räjäytyksistä (InfraRYL 2024b, luku 6.7). Räjäytyksessä syntyvän ympäristön rakenteisiin ja herkkiin laitteisiin kohdistuvan tärinän suuruus riippuu useista tekijöistä. Niitä ovat kallioperän kivilajit ja rakenne tai muun materiaalin kuin kallion tärinänjohto-ominaisuudet, räjäytyskohteen ja mittauskohteen välinen etäisyys, yhdessä porausreiässä samanaikaisesti syttyvän panoksen suuruus, useamman samalla räjäytyskerralla sytytettävien reikäpanoksien mahdollinen tärinäyhteysvaikutus sekä se, ovatko panokset suojeltavan kohteen suhteen sauvamaisessa vai pistemäisessä asennossa. (Vuolio & Halonen 2012, s. 325–326) Louhinnassa syntyy aina tärinää. Mikäli tärinää ei voida ollenkaan sallia, kalliota on mahdollista irrottaa esimerkiksi kiilaamalla, paisuvalla sementillä sekä timanttivaijerisahauksella. (RIL 253-2024, s. 51)

Verkostotyömailla tärinää aiheutuu lisäksi pontin asennuksesta lyömällä ja täryttämällä, hydraulitoimisen iskuvasaran käytöstä, tiivistyksestä tärymenetelmin sekä työmaaliikenteestä. Yleensä pontituksesta täryttämällä syntyy vähemmän tärinää kuin lyömällä asennettaessa. Hydraulitoimista iskuvasaraa käytetään roudan, betonin, kiven, asfaltin ja kallion rikkomiseen. Tärytiivistys on yleinen menetelmä irtorakeisten luonnon maa-ainesten, kuten hiekan, soran ja karkearakeisten moreenien tiivistämisessä. Työmaaliikennetärinää aiheuttavat erityisesti raskaat tela-alustaiset työkoneet ja raskaat ajoneuvot. (RIL 253-2024, s. 51–57)

Tärinä voi levitä maa- ja kallioperässä sekä aiheuttaa vaurioita rakennuksille, rakenteille tai maaperässä sijaitseville putkistoille (InfraRYL 2024b, luku 6.7). Värähtelyn leviäminen maaperässä sekä sen taajuussisältö määräytyvät pitkälti maalajin, pehmeän maakerroksen paksuuden ja sen alla olevan peruskallion tai kovan maapohjan topografian mukaan. Tärinän siirtyminen rakennuksen rakenteisiin ja rakennuksen tärinänkestävyys riippuvat rakentamistavasta, rakennuksen kunnosta ja aikaisemmasta kuormituksesta. Tärinälle herkkiä kohteita ovat asutus, päiväkodit, koulut ja sairaalat, herkät rakenteet ja laitteet sekä turvallisuuskriittiset rakenteet ja laitteet, kuten padot, sillat ja sairaalalaitteet. Tärinää ja maaperän värähtelyä aiheuttavia ongelmakohtia ovat muun muassa raitiokiskon vaihteet ja katujen epäjatkuvuuskohdat, kuten hidastetöyssyt, kynnykset, kaivot, kuopat ja montut. (SKTY ry 2020, luku 7.2)

Tärinälle ei ole lainsäädännössä määrättyjä terveys- tai viihtyvyyspohjaisia raja- tai ohjearvoja (Ympäristöministeriö 2004, s. 18), vaan niitä tarkastellaan tapauskohtaisesti. Louhinnasta sekä maa- ja pohjarakennustöistä rakennuksille aiheutuvalle tärinälle on annettu ohjearvoja, jotka edustavat hyvää rakennustapaa tärinän vaikutusten huomioimisessa. Ohjearvot määräytyvät laskukaavoilla työmaan vaikutusalueen rakennusten rakennus- ja perustamistavan, maaperäolosuhteiden ja etäisyyden mukaan. Tärinäherkkien laitteiden tapauksessa tulee noudattaa valmistajan ilmoittamia tärinän raja-arvoja. (Vuolio & Halonen 2012, s. 309–312; RIL 253-2024, s. 27–29)

Tärinää mitataan tärinämittareilla. Erilaisia mittaustehtäviä ovat rakennustyön aikana tehtävät valvontamittaukset varottavasta kohteesta, tärinäherkkien laitteiden tärinämittaukset sekä tutkimuksiin liittyvät tärinämittaukset. Mittaustehtävästä riippuen voidaan mitata tärinän heilahdusnopeuden huippuarvoa, taajuutta, siirtymää, kiihtyvyyttä ja tärinän tehollisarvoa. (RIL 253-2024, s. 91)

2.5 Häiriöt liikenteelle

Vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat lähiympäristön liikenteelle monenlaisia haittoja, jotka etenkin kaupunkiympäristössä kohdistuvat useisiin erilaisiin liikenteenkäyttäjäryhmiin ja liikennemuotoihin. Liikennemuotoja ovat jalankulkijat, pyöräilijät, joukkoliikenne, autoliikenne sekä huoltoliikenne. Työnaikaisissa liikennejärjestelyissä on huomioitava kaikki liikennemuodot. Liikenteen järjestäjät ja liikennöitsijät on otettava mukaan liikennejärjestelyjen suunnitteluun ja toteutukseen. (SKTY ry 2020, luku 4.1)

Vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat liikenteelle erilaisia haittoja. Liikenteen viivästykset aiheutuvat työmaa-alueen alennetusta nopeudesta, kaistojen sulkemisesta ja lii-

kennejärjestelyjen muutoksista. Työmaat tarvitsevat tilaa koneiden sijoittamiseen ja liikuttamiseen, materiaalien (esim. kaivumassojen) varastoimiseen, työn tekemiseen, opasteiden ja sulku- ja varoituslaitteiden pystytykseen sekä työmaan sisään- ja uloskäyntien järjestämiseen. Verkostotyömaissa tarvittava tila otetaan käyttöön usein olemassa olevista ajokaistoista tai jalkakäytävistä, mikä väistämättä aiheuttaa liikenneruuhkia, pysäköintipaikkojen menetyksiä ja muutoksia vakiintuneisiin liikennejärjestelyihin. Tällöin matka-ajat ja -etäisyydet voivat pidentyä sekä onnettomuudet lisääntyä. (Gilchrist & Allouche 2005)

Vesihuollon verkostotyömaat voivat myös vaikuttaa joukkoliikenteen toimintaan. Koska verkostotyömaat sijaitsevat katualueella, ne vaikuttavat joukkoliikenteen osalta raitiovaunu- sekä linja-autoliikenteeseen. Raitiovaunuliikenne voidaan joutua ohjaamaan poikkeusreitille tai se voidaan joutua korvaamaan linja-autoliikenteellä. Myös linja-autot voivat joutua kulkemaan poikkeusreittiä. Muita vaikutuksia ovat joukkoliikenteen pysäkkien siirrot tai väliaikaiset pysäkit. (HSL n.d.)

Yksi liikennemuotojen huomioitava ryhmä on lisäksi liikkumis- tai toimintarajoitteiset henkilöt, joille esteetön ympäristö on välttämättömyys. Esteettömyys merkitsee sitä, että jokaisella on yhdenvertaiset mahdollisuudet osallistua ja vaikuttaa yhteiskunnan toimintaan toimintakyvystään riippumatta. Esteettömyydessä huomioidaan ihmisten moninaisuus rakennetun ympäristön suunnittelussa, toteuttamisessa ja kunnossapidossa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi lastenvaunujen kanssa liikkuvien, heikkonäköisten, huonokuuloisten sekä pyörätuoleilla ja rollaattoreilla liikkuvien huomioimista. Rakennetun ympäristön esteettömyyteen liittyvät julkiset rakennukset, asuinrakennukset, ulkoalueet sekä joukkoliikenne. Esteettömässä ympäristössä muun muassa opasteet ovat helposti ymmärrettäviä, kulkuväylien luiskat loivia ja valaistus on riittävä. (Invalidiliitto ry 2019, s. 5; Invalidiliitto ry n.d.a) Näin ollen esteetön ympäristö hyödyttää kaikkia, sillä se esimerkiksi helpottaa työmaan kulkuopasteiden lukemista.

Vesihuollon verkostotyömaat sijaitsevat ulkoalueella, jolloin niihin sovelletaan ulkoalueiden esteettömyyden ohjeistuksia. Suomessa esteettömän ympäristön rakentamisen lähtökohtana on SuRaKu-ohjeistus (*Suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito: Esteettömien julkisten alueiden suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon ohjeistaminen katu-, viher- ja piha-alueilla*). SuRaKu-projektissa määriteltiin ulkoalueille esteettömyystavoitteet, jotka jaettiin kahteen tavoitetasoon: erikoistaso ja perustaso. Esteettömyyden erikoistason alueilla esteettömyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Erikoistason kohteiden valitseminen ja aluerajaukset ovat tapauskohtaisia. Erikoistason alueiksi suositellaan muun muassa keskusta-alueita, joissa sijaitsee julkisia palveluja, vammais-, vanhus- sekä sosiaali- ja terveyspalvelujen alueita sekä julkisen liikenteen pysäkki- ja

terminaalialueita. Esteettömyyden perustasoa ovat kaikki muut alueet, joita ei ohjeisteta erikoistason alueiksi. (Invalidiliitto ry n.d.b)

Kunnilla on omia ohjeita työmaiden työnaikaisten liikennejärjestelyiden suunnittelusta, hyväksymisestä, toteutuksesta ja ylläpidosta. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla (Helsinki, Vantaa, Espoo, Kauniainen) on yhteinen ohje ”yleisten alueiden käytöstä, tilapäisistä liikennejärjestelyistä ja katutöistä”, jonka mukaan liikennejärjestelyt tulee toteuttaa (PKS-kaupungit 2024). Mikäli kunnan omia ohjeita ei ole, noudatetaan ohjetta *Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueella (SKTY 19/99)*. Esteettömyys tulee huomioida esteettömän ympäristön suunnitteluohjekortin *SuRaKu 8, Tilapäiset liikennejärjestelyt* mukaisesti. (Infra-31-710119 2013)

Työn suorittajan tulee laatia työnaikainen liikenteen järjestelysuunnitelma, joka huomioi kaikki liikennemuodot. Suunnitelmaa on päivitettävä töiden edetessä, ja työmaan tilanteen on aina vastattava ajantasaista suunnitelmaa. Liikennejärjestelyjä suunniteltaessa on erityisesti huolehdittava siitä, että jalankulkijoille ja pyöräilijöille taataan turvallinen kulku työmaan ohi kaikissa työvaiheissa. (Infra-31-710119 2013)

Tutkimuksissa työmaan haittoja liikenteelle on tyypillisesti tarkasteltu laadullisesti tai ns. yhteiskunnallisina kustannuksina (engl. *social cost*), jotka johtuvat esimerkiksi liikenteen viivästyksistä tai parkkipaikkojen menetyksistä. Haittojen suuruuksia on siis määritetty rahallisesti erilaisten laskukaavojen avulla. Esimerkiksi Matthews et al. (2015) tunnistivat kunnallistekniikan työmaan yhteiskunnallisten kustannusten kahdeksan kategoriaa, joista liikenteeseen liittyviä olivat matkan viivästyminen, pidentyneiden matkojen kasvattamat ajoneuvon käyttökustannukset sekä pysäköintitulojen menetykset. Gilchrist & Allouche (2005) mukaan kaupunkeihin sijoittuvien infrahankkeiden liikenteeseen liittyviä yhteiskunnallisia kustannuksia ovat parkkipaikkojen menetys, kasvanut polttoaineen kulutus, tiepäällysteen nopeampi kuluminen, matkan viivästyminen, liikenneonnettomuudet sekä rattiraivo.

Työnaikaisten liikennejärjestelyiden (TLJ) toteutuksen onnistumista voidaan mitata TLJ-mittarilla. TLJ-mittari on Kruunusillat-allianssihankkeen vuonna 2022 kehittämä työkalu työnaikaisten liikennejärjestelyjen arvioimiseen. TLJ-mittarilla mitataan, kuinka hyvin työnaikaiset liikennejärjestelyt noudattavat Helsingin kaupungin ohjeita. TLJ-mittari on kehitetty MVR-mittarin pohjalta muokkaamalla sitä niin, että se soveltuu työnaikaisten liikennejärjestelyjen arviointiin. (Jalonen 2023) MVR-mittari on 1990-luvun lopulla kehitetty maa- ja vesirakennustyömaiden (infratyömaiden) turvallisuustason mittari. MVR-mittauksella voidaan tehdä lakisääteiset työmaan viikoittaiset kunnossapitotarkastukset.

MVR-mittauksessa arvioidaan työmaan turvallisuutta viideltä osa-alueelta: työskentelystä ja koneenkäytöstä, kalustosta, suojauksista ja varoalueista, ajo- ja kulkuväylistä sekä järjestyksestä ja varastoinnista. Jokaisesta osa-alueesta tehdään oikein- ja väärin-havaintoja. MVR-mittauksen tulokseksi saadaan MVR-taso, joka kuvaa oikein-havaintojen prosenttiosuutta kaikista havainnoista. (INFRA ry & Työterveyslaitos 2017) MVR-mittarin lisäksi on kehitetty muitakin mittareita erilaisten työmaiden työturvallisuustason arviointiin, kuten Murskamittari kiviainesalan murskauslaitoksille ja -työmaille (INFRA ry 2020), TR-mittari talonrakennustyömaille (RatuTT 05-01307 2020) sekä Asfalttimittari asfaltin levitystyömaille (INFRA ry 2018a) ja asfalttikoneasemille ja -tehtaille (INFRA ry 2018b). Kaikki mainitut mittarit perustuvat oikein- ja väärin-havaintojen tekemiseen eri turvallisuuden osa-alueilta ja turvallisuustason laskemiseen havaintojen lukumäärän perusteella. Myös TLJ-mittarissa tehdään oikein- ja väärin-havaintoja, mutta lopputulos, TLJ-taso, kuvaa työnaikaisten liikennejärjestelyiden ohjeiden- ja vaatimustenmukaisuutta (Jalonen 2023).

Sekä MVR-mittarissa että TLJ-mittarissa on tuloksen luotettavuuden kannalta olennaista tehdä tarpeeksi havaintoja. MVR-mittarissa ohjeen mukaan havaintoja tulisi olla yli 50 (INFRA ry & Työterveyslaitos 2017). Jalosen (2023) mukaan TLJ-mittarissa havaintoja tulisi puolestaan olla yli 100. Jos havaintoja tulee liian vähän, yksittäisen havainnon painoarvo on mittarin tuloksessa suuri.

TLJ-mittarissa mitattavat elementit on jaettu neljään kategoriaan: sivusuuntaisiin elementteihin, alapintaan, yläpintaan ja toiminnallisuuteen/toimivuuteen. Jokaisessa kategoriassa arvioidaan eri kokonaisuuksia. Sivusuuntaisissa elementeissä arvioidaan liikennemerkkejä sekä aitoja, suojauksia ja raskasesteitä. Alapinta eli kulkuväylä, arvioidaan leveyden, materiaalin ja esteettömyyden osalta. Yläpinta tarkoittaa kulkuväylien yläpuolisia rakenteita, joista arvioidaan alituskorkeus kulkumuodoittain sekä liikennemerkit. Toiminnallisuutta ja toimivuutta arvioidaan eri kulkumuotojen kohdatessa risteyksissä sekä havaittaessa yksittäinen paikallinen poikkeama, kuten yksittäinen kaventunut kohta jalkakäytävällä. (Jalonen 2023)

Sekä MVR- että TLJ-mittarissa jokainen havainto on samanarvoinen lopputuloksen kannalta. Mittareissa ei siis huomioida yksittäisen väärin-havainnon vakavuutta. Jalosen (2023) mukaan TLJ-mittarin kehitysvaiheen alussa pohdittiin esimerkiksi painotettua pisteytystä, jossa havaitut väärin-havainnot olisivat korostettu niiden vakavuuden perusteella, mutta ideasta luovuttiin, koska vakavuuden määrittämisen arvioitiin vähentävän mittarin objektiivisuutta.

TLJ-mittaria on käytetty Kruunusillat-allianssihankkeen työmailla sekä ainakin muutamalla muulla Helsingin kaupungin infrahankkeen työmaalla Jalosen (2023) tutkimuksessa testimittauksina. Jalosen (2023) mukaan TLJ-mittarissa on paljon potentiaalia, mutta se vaatii vielä jatkokehittämistä muun muassa käytettävyyden osalta, jotta se voitaisiin ottaa laajemmin käyttöön. Ei ole tiedossa, onko tätä kehitystyötä jatkettu ja onko TLJ-mittarista tullut vakiintunut työkalu Helsingin kaupungin työmailla. Jalosen (2023) tutkimuksessa ei tarkasteltu sitä, sopisiko TLJ-mittari sellaisenaan muiden kaupunkien työnaikaisten liikennejärjestelyjen arviointiin tai voisiko sitä kehittää niin, että se sopisi valtakunnallisesti kaikille infratyömaille samaan tapaan kuin MVR-mittari. TLJ-mittari on tällä hetkellä kuitenkin ainoa olemassa oleva mittari, jolla voidaan arvioida työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuksen onnistumista.

Helsingin kaupungilla on työnaikaisten liikennejärjestelyiden tarkistuslista, joka on tarkoitettu avustamaan työnsuorittajaa työnaikaisiin liikennejärjestelyihin liittyvissä tarkastuksissa. Tarkistuslistan avulla voidaan tarkistaa, että työnaikaiset liikennejärjestelyt vastaavat niille asetettuja vaatimuksia. Tarkistuslista on jaettu osa-alueisiin tietyömerkit, siirtokehotusmerkit, työmaa-alueen merkitseminen ja rajaaminen, jalankulkureitit ja pyörätiet, kaivantosillat, liikennemerkit ja muut. Muut-kategoriassa on esimerkiksi työmaatauluun ja liikenteenohjaajaan liittyviä vaatimuksia. (PKS-kaupungit 2024, s. 35)

2.6 Muut haitat

Edellä tarkasteltujen haittojen lisäksi työmaat aiheuttavat lähiympäristölle ja asukkaille muitakin haittoja. Niitä ovat esimerkiksi ihmisten elinolojen ja viihtyvyyden heikentyminen, joka liittyy muihin haittoihin, kuten meluun. Työmaat aiheuttavat myös esteettistä haittaa, kun kaupunkiympäristöä rikotaan. Chung & Poon (1997) mainitsevat mukavuuden ja esteettisten arvojen menetyksen rakentamisen sosiaalisina kustannuksina. He kuitenkin toteavat, että näistä haitoista johtuvia sosiaalisia kustannuksia on vaikea kvantifioida. Myös Çelik et al. (2017) rakentamisen sosiaalisten kustannusten katsausartikkelissaan viittaavat ainoastaan Chung & Poon (1997) artikkeliin mukavuuden ja esteettisten arvojen menetykseen liittyen, joten voisi olettaa, ettei näiden sosiaalisten kustannusten arvioimiseksi ole saatu kehitettyä toimivia tapoja. Työmaan vaikutuksia viihtyvyyteen voidaan seurata muun muassa seuraamalla palautteita tai toteuttamalla asukaskyselyjä. Tällaisia keinoja on annettu esimerkiksi Kattiharjun tuulivoimapuiston (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2014) ja Inkoon Joddbölen polttonesteterminaalin ja laiturin (AFRY Finland Oy 2021) ympäristövaikutusten arviointiselostuksissa.

Verkostotyömaat voivat myös aiheuttaa vesihuoltopalveluille häiriöitä, esimerkiksi vesikatkoja, viemärikatkoja, hajuhaittoja sekä talousveden laadun heikkenemistä, kuten sameutta tai värivirhettä. Suunnitellut vesi- ja viemärikatkot aiheutuvat verkostotyömailla vesijohtojen ja viemäriputkien liitostöistä. Lyhyemmän, esimerkiksi työpäivän kestävän katkon ajaksi vedenkäyttäjien tulee varata vettä omaan käyttöön. (HS-Vesi 2025) Pidemmän vesikatkon aikana väliaikainen vedenjakelu voidaan järjestää ottamalla vettä käyttöön jäävistä verkoston osista pystyputkilla tai paloposteista, rakentamalla väliaikaista maanpäällistä verkostoa tai käyttämällä vedenjakelusäiliöitä. Viemäröinnin häiriötön toiminta työmaan aikana varmistetaan viemäriveden ohipumppauksella. (Infra-31-710119 2013)

Työkoneista voi aiheutua haittaa melun, pölyn ja tärinän lisäksi polttoainevuotoina. Työkoneiden polttoaineet ovat infra- ja maarakennustyömailla määrältään suurin kemikaaliryhmä. Kemikaalien käsittelyä ja varastointia säätelevät Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005), Valtioneuvoston asetus nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista (314/2020) sekä Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (541/2023). Polttoaineet tulee varastoida työmaalla kaksoisvaipallisiin ja ylitäytön estimillä varustettuihin säiliöihin. (InfraRYL 2024b, luku 6.10)

2.7 Viestintä ja tiedottaminen osana työmaiden haittoja

Viestintä ja tiedottaminen ovat keskeisiä keinoja, joilla työmaat voivat jakaa alueen käyttäjille tietoa työmaasta, sen haitoista ja sen vaikutuksista esimerkiksi liikkumiseen tai muihin arjen järjestelyihin. Kaupungeilla ja kunnilla on ympäristönsuojelulain nojalla annetut kuntakohtaiset ympäristönsuojelumääräykset, joissa on vaatimuksia koskien työmaan tiedottamista. Esimerkiksi erityisen häiritsevää melua tai tärinää aiheuttavasta tilapäisestä toiminnasta on tiedotettava melun tai tärinän vaikutuspiirissä olevia asukkaita tai kohteita (Espoon kaupunki 2017; Helsingin kaupunki 2018; Kauniaisten kaupunki 2015; Vantaan kaupunki 2024). Työmaan viestinnän tärkeä keino on myös työmaataulu, joka tiedottaa työmaan läheisyydessä muun muassa työn kohteesta ja aloittamis- ja valmistumisajankohdista. Työmaataulumallipohjia on laadittu esimerkiksi kaupungin työmaille (Helsingin kaupunki 2025b) sekä vesihuoltolaitosten työmaille (HSY 2024c). Suuremmilla hankkeilla voi lisäksi olla omat nettisivut, joiden kautta tiedotus tapahtuu, kuten Kruunusillat-raitiotiehankkeella (Kruunusillat 2025) sekä Mannerheimintien peruskorjauksella (Manskun katutyöt 2025) on.

Infra-31-710119-kortissa (2013) on ohjeita tiedottamiseen vesihuoltoverkostojen saneeraustöissä. Saneerauksissa tiedotetaan kahta erilaista ryhmää: verkoston käyttäjiä ja

työalueella liikkujia. Tiedottamisen on täten oltava molempien ryhmien tarpeisiin sopivaa. Tiedottaminen verkoston käyttäjille tulisi aloittaa niin aikaisessa vaiheessa, että kiinteistöillä on mahdollisuus suunnitella myös tonttijohtojen saneerauksia. Käyttäjille tulee tiedottaa työn vaikutuksista kiinteistöön ja verkostojen käyttöön. Tiedottaminen kohdistuu myös esimerkiksi kadun, pihan, puiston tai kentän käyttäjiin sekä työmaan läheisiin kiinteistöihin. Tiedottamisen määrän ja laadun tulee olla riittävää suhteessa työn merkittävyyteen, kestoon ja aiheutetun haitan määrään. Tiedottamisen kokonaisvastuu on verkonhaltijalla, jonka tulee tiedottaa erityisesti asiakkaitansa eli verkoston käyttäjiä. Työn suorittaja puolestaan vastaa työmaatiedottamisesta. Molempien tahojen tiedottamisen tulee kuitenkin olla keskenään yhdenmukaista. (Infra-31-710119 2013)

Epäonnistunut viestintä voi aiheuttaa haittaa, jos esimerkiksi asukkaat eivät ole tietoisia muuttuneista liikennejärjestelyistä ja joutuvat vaaratilanteisiin. Onnistunut viestintä voi puolestaan vähentää asukkaiden kokemia työmaan haittoja ja auttaa heitä varautumaan niihin. Esimerkiksi YIT Oyj:n (2022) mukaan ihmiset suhtautuvat ymmärtäväisemmin työmaan haittoihin, kun niistä kerrotaan avoimesti. Työmaan viestinnän ja tiedottamisen onnistumisen mittaamisesta tai arvioinnista ei löydy esimerkkejä kirjallisuudesta eikä ole tiedossa, onko esimerkiksi kaupungeilla toimintatapoja mittaamiseen tai arviointiin. Toisaalta voidaan olettaa, että aiemmin mainituilla palautteen seurannalla ja asukaskyselyillä voidaan myös seurata tiedottamisen onnistumista, sillä esimerkiksi asukkaat voivat antaa palautetta epäonnistuneesta tiedottamisesta.

2.8 Työmaan auditointi haittojen tarkastelussa

Johtamisjärjestelmän auditointiohjeita koskevan standardin ISO 19011 (2018) mukaan auditointi tarkoittaa järjestelmällistä, riippumatonta ja dokumentoitua prosessia, jonka avulla hankitaan ja tarkastellaan objektiivista näyttöä sen arvioimiseksi, kuinka hyvin määritellyt auditointikriteerit täyttyvät. Objektiivista näyttöä eli auditointinäyttöä saadaan muun muassa tarkkailemalla, mittaamalla ja testaamalla. Auditointikriteerit voivat olla muun muassa lakisääteisiä vaatimuksia, työohjeita tai sopimuksellisia velvoitteita. Auditoinnin tavoitteena voi siis olla esimerkiksi arvioida organisaation vaatimustenmukaisuuden toteutumista tai arvioida auditoitavan kohteen kykyä määrittää riskit ja mahdollisuudet sekä tunnistaa ja toteuttaa toimenpiteet niitä varten. (ISO 19011 2018, s. 7–8, 15)

Auditoinnit voidaan jaotella sen mukaan, kuka auditoinnin toteuttaa. Ensimmäisen osapuolen auditointeihin kuuluvat sisäiset auditoinnit eli organisaation itse toteuttamat auditoinnit. Toisen osapuolen auditoinnit ovat ulkoisen toimittajan tai muiden ulkoisten sidosryhmien suorittamia auditointeja. Kolmannen osapuolen auditointeja ovat sertifiointi- tai

akkreditointiauditoinnit sekä lakien ja viranomaisten vaatimusten auditoinnit tai muut vastaavat auditoinnit. (ISO 19011 2018, s. 5)

Tyypillisen auditointiprosessin kulku on esitetty Kuvassa 3. Auditointiprosessi (Kuva 3) alkaa tiedonkeruulla, jossa auditointinäyttö kerätään. Auditointihavainnot määritetään arvioimalla auditointinäyttöä suhteessa auditointikriteereihin. Auditointiryhmä katselmoi auditointihavainnot ja muun auditoinnin aikana kerätyn asiaankuuluvan tiedon ja vertaa niitä auditoinnin tavoitteisiin. Lopuksi määritetään auditoinnin johtopäätökset, jotka voivat koskea esimerkiksi auditointikriteerien täyttymistä, auditoinnin tavoitteiden saavuttamista ja mahdollisia korjaustoimenpiteitä. Auditoinnista laaditaan auditointiraportti, joka on dokumentaatio auditoinnista ja sen tuloksista. (ISO 19011 2018, s. 30–33)

Kuva 3. *Auditointiprosessin yleiskuvaus (mukaillen ISO 19011 2018, s. 30).*

Auditointia voidaan hyödyntää millä tahansa alalla, erikokoisissa organisaatioissa ja monissa erilaisissa toimintaympäristöissä (ISO 19011 2018, s. 5). Myös työmaita voidaan auditoida. Esimerkiksi Fingrid Oyj tekee turvallisuus- ja ympäristöauditointeja sähköasemiensa, voimajohtojensa sekä varavoimalaitostensa kunnossapidon ja investointien työmaille (Leinonen 2021).

3. RISKIMATRIISI HAITTOJEN ARVIOINNISSA

Riski on vaarallisen tapahtuman todennäköisyyden sekä seurausten vakavuuden yhdistelmä talousveden jakelun riskienhallintaa koskevan ISO 15975-2 -standardin (2013) mukaan. Riskejä voidaan luokitella eri tavoin sen perusteella, mihin ne kohdistuvat, esimerkiksi työturvallisuusriskeihin, liiketoiminnan riskeihin ja ympäristöriskeihin. Ympäristöriskit ovat riskejä, jotka kohdistuvat ihmisen terveyteen, elin- tai työympäristöön sekä muihin eliöihin ja fyysiseen ympäristöön (Suomen Riskienhallintayhdistys ry n.d.).

Riskienhallinta on järjestelmällistä ja tavoitteellista toimintaa, jolla johdetaan ja ohjataan organisaation riskejä. Riskienhallintaprosessin vaiheet ovat toimintaympäristön määritteleminen, riskien arviointiprosessi ja tunnistettujen riskien käsittely eli riskeihin kohdistettavien toimenpiteiden toteutus. Jokaiseen vaiheeseen liittyy seuranta ja katselmointi sekä viestintä ja tiedonvaihto. Riskien arviointiprosessi koostuu riskien tunnistamisesta, riskianalyysistä sekä riskien merkityksen arvioinnista. Riskianalyysi toimii lähtökohtana päätöksenteolle siitä, mitä tunnistettuja riskejä käsitellään ja miten niitä hallitaan. Analyysissä voidaan tarkastella esimerkiksi riskin todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta. Analyysimenetelmät voivat olla kvantitatiivisia eli määrällisiä tai kvalitatiivisia eli laadullisia tai niiden yhdistelmiä. Riskien merkityksen arvioinnin tarkoituksena on tunnistaa, mitkä riskit edellyttävät käsittelyä eli toimenpiteitä ja määrittää käsittelyn tärkeysjärjestys. (Rousku 2017, s. 11, 18–25)

Riskimatriisi on riskianalyysin työkalu, jolla voidaan arvioida tunnistetun riskin suuruus sen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden perusteella. Riskimatriiseilla on kaksi pääasiallista käyttötarkoitusta: päätöksenteko riskin hyväksyttävyydestä sekä riskien priorisointi sen määrittämiseksi, mihin riskiin tulisi puuttua ensin. (Dujim 2015) Riskien arviointimenetelmiä koskevassa standardissa SFS-EN IEC 31010 on määritelty, miten eri riskien arviointimenetelmiä voidaan soveltaa riskien arviointiprosessin eri vaiheissa. Standardin mukaan riskimatriisi (standardissa seuraus-todennäköisyys-matriisi) on erittäin soveltuva riskitason määrittämiseen sekä soveltuva riskin seurausten ja todennäköisyyden arviointiin ja riskin merkityksen arviointiin. Riskimatriisi ei ole soveltuva riskien tunnistamiseen. (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 37)

Riskimatriisissa on pystysuoralla sivulla todennäköisyys ja vaakasuoralla sivulla seurausten vakavuus. Matriisi voi olla esimerkiksi 4x4, jolloin sekä riskin todennäköisyydelle että seurausten vakavuudelle on arvot 1–4. Matriisin käyttäjä määrittelee riskille ensin sellaisen seurausten vakavuuden arvon, joka sopii parhaiten tilanteeseen ja määrittelee

sitten todennäköisyyden, jolla seurauksen arvioidaan toteutuvan. Näiden perusteella riskille määräytyy matriisin mukaan toimenpideluokka tai riskitaso, joita voivat olla esimerkiksi merkityksetön, vähäinen, kohtalainen, merkittävä ja sietämätön. Riskitason mukaan määräytyy, miten kyseistä riskiä hallitaan. (Kangas 2017; SFS-EN IEC 31010 2019; Väylävirasto 2020) Riskitason lisäksi riskimatriisista saadaan riskille riskiluku joko kertomalla todennäköisyyden lukuarvo seurausten vakavuuden lukuarvolla tai summaamalla ne yhteen (Dujim 2015). Taulukossa 1 on esimerkki 5x5-riskimatriisista, jota Väylävirasto käyttää infrarakennushankkeissaan. Riskimatriisin käytöstä vesihuollon verkostotyömailla ei löydy tietoa kirjallisuudesta. Taulukon 1 riskimatriisissa esimerkiksi riskille, jonka seurausten vakavuus on kohtalainen ja todennäköisyys yleinen, määräytyy riskitasoksi kohtalainen. Saman riskin riskiluvuksi saadaan joko kertomalla 12 tai summaamalla 7.

Taulukko 1. *Esimerkki 5x5-riskimatriisista (mukaillen Väylävirasto 2020, s. 26).*

		Tapahtuman seurausten vakavuus				
		1 Erittäin lieviä/vähäisiä	2 Lieviä/vähäisiä	3 Kohtalaisia	4 Suuria	5 Erittäin suuria
Tapahtuman todennäköisyys	5 Erittäin yleinen	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön	Sietämätön
	4 Yleinen	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön
	3 Satunnainen	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä
	2 Harvinainen	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä
	1 Erittäin harvinainen	Merkityksetön	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen

Väyläviraston riskimatriisin mukaiset riskitasosta riippuvat toimenpiteet on esitetty Taulukossa 2. Taulukosta 2 nähdään, että vähäiset ja merkityksettömät riskit eivät tarvitse toimenpiteitä, mutta riskin kehittymistä voi olla tarpeellista seurata. Vähintään kohtalaiset riskit vaativat aina toimenpiteitä riskin pienentämiseksi.

Taulukko 2. *Riskitason mukaiset toimenpiteet (mukaillen Väylävirasto 2020, s. 26).*

Riskitaso	**Toimenpiteet**
Sietämätön	Välittömät toimenpiteet
Merkittävä	Toimenpiteet meneillään olevassa suunnitteluvaiheessa
Kohtalainen	Toimenpiteet suunniteltava
Vähäinen	Seurataan
Merkityksetön	Ei tarvita toimenpiteitä

Standardissa SFS-EN IEC 31010 on ohjeet riskimatriisin kehittämiseen ja käyttämiseen. Jotta riskimatriisin käyttäjä pystyy arvioimaan jokaisen yksittäisen riskin todennäköisyy-

den ja seurausten vakavuuden tarkoitetulla tavalla, tulee niiden asteikot määritellä mahdollisimman tarkasti ja yksiselitteisesti. Asteikoilla voi olla erilainen määrä pisteitä. Yleisimpiä ovat kolme-, neljä- tai viisipisteiset asteikot. Asteikot voivat olla laadullisia, puolimäärällisiä tai määrällisiä. Mikäli asteikoissa käytetään numeerisia kuvauksia, niiden tulisi olla johdonmukaisia saatavilla olevan datan kanssa ja yksiköt tulisi ilmoittaa. Kun liikutaan numeerisella asteikolla ylöspäin, seurausten vakavuuden ja todennäköisyyden tulee yleensä ottaen kasvaa moninkertaisesti jokaisen asteikon portaan välillä. (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 115–116)

Väylävirasto käyttää kaikille riskeille samaa todennäköisyysasteikkoa, mutta seurausten vakavuus -asteikko on laadittu erikseen eri vahinkolajeille, joita ovat henkilövahingot, omaisuusvahingot, toiminnalliset haitat, liikennevahingot sekä ympäristövahingot (Väylävirasto 2020, s. 26). Taulukossa 3 on Väyläviraston käyttämät asteikot todennäköisyydelle ja seurausten vakavuudelle ympäristövahinkojen osalta. Ympäristövahinkojen seurausten vakavuus -asteikko on esitetty, sillä saman tyylistä asteikkoa voisi mahdollisesti käyttää verkostotyömaiden haitoille. Taulukosta 3 huomataan, että todennäköisyyden asteikolle on tässä käytetty sekä määrällisiä että laadullisia arvoja. Todennäköisyyden määrälliset arvot kasvavat 10-kertaisesti asteikon portaiden välillä. Seurausten vakavuuden asteikko on puolestaan pelkästään laadullinen.

Taulukko 3. *Riskin todennäköisyyden ja ympäristövahingon seurausten vakavuuden asteikot (mukaillen Väylävirasto 2020, s. 26).*

Tapahtuman todennäköisyys	Tapahtuman seurausten vakavuus (ympäristövahinko)
1 Erittäin harvinainen Esiintyy harvemmin kuin kerran 100 vuodessa. Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen rakentamisen tai käytön aikana	**1 Erittäin lieviä/vähäisiä** Erittäin vähäisiä ympäristövahinkoja tai haittaa, erittäin helposti korjattavissa
2 Harvinainen Esiintyy ainakin kerran 100 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen käytön aikana	**2 Lieviä/vähäisiä** Vähäisiä ympäristövahinkoja, lievää haittaa, helposti korjattavissa
3 Satunnainen Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen toteutusaikana	**3 Kohtalaisia** Kohtalaisia ympäristövahinkoja / haittaa, korjattavissa
4 Yleinen Esiintyy ainakin kerran vuodessa	**4 Suuria** Suuria ympäristövahinkoja, huomattavaa ja laajaa haittaa, korjattavissa
5 Erittäin yleinen Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa	**5 Erittäin suuria** Erittäin suuria ympäristövahinkoja, vakavaa pitkävaikutteista haittaa, vaikeasti korjattavissa

Riskimatriisin koko, käytetyt riskitasot sekä riskitasosta riippuvat toimenpiteet voivat vaihdella. Riskimatriisi tulisikin aina suunnitella siten, että se sopii käyttötarkoitukseensa ja että toimenpideluokat johtavat tarvittaviin riskienhallintatoimenpiteisiin. Kankaan (2017) mukaan parittomilla kertoimilla (esimerkiksi 3x3, 5x5 tai 7x7) rakennettujen matriisien heikkoutena on, että epävarmuuden korostuessa valinnat osuvat eniten keskimmäisiin ruutuihin. Seurausten vakavuus -asteikon tulisi ulottua suurimmasta uskottavasta seurauksesta alimpaan merkitykselliseen seraukseen. Todennäköisyysasteikon tulee kattaa tutkimuksen kannalta oleellinen vaihteluväli huomioiden, että pienimmän todennäköisyyden on oltava hyväksyttävissä vakavimman määritellyn seurauksen kohdalla. Muutoin kaikki riskit, joilla on vakavin seuraus, määritellään sietämättömiksi. (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 116) Dujim (2015) mukaan riskimatriiseissa, joissa on määrälliset asteikot, riskiluku tulisi määrittää kertomalla todennäköisyys vakavuudella, kun asteikot ovat ”periaatteessa lineaariset” ja summaamalla todennäköisyys ja vakavuus, kun asteikot ovat ”periaatteessa logaritmiset”. Periaatteessa lineaariset asteikot ovat asteikkoja, joissa asteikkojen portaat etenevät suunnilleen tasavälein, esimerkiksi 0–0,2, 0,2–0,4, 0,4–0,6 ja niin edelleen. Periaatteessa logaritmisilla tarkoitetaan sellaisia asteikkoja, joissa jokainen asteikon porras eroaa edellisestä kertaluokalla eli peräkkäisten portaiden rajojen suhde on vakio. (Dujim 2015) Esimerkiksi Väyläviraston riskimatriisin todennäköisyyden asteikko Taulukossa 3 on periaatteessa logaritminen.

Cox (2008) mukaan selkeästi määritellyn riskimatriisin tulee täyttää kolme perusoletusta: heikko johdonmukaisuus (engl. *weak consistency*), välitasoisuus (engl. *betweenness*) ja yhdenmukainen värikoodaus (engl. *consistent coloring*). Heikko johdonmukaisuus tarkoittaa, että jokainen korkean (esim. punaisen) riskitason riski edustaa suurempaa riskiä kuin matalamman (esim. vihreän) riskitason riskit (Cox 2008). Tästä johtuu, että matalan riskitason riski ei saisi matriisissa jakaa sivua korkean riskitason riskin kanssa ja korkean riskitason riskejä ei saa olla matriisin vasemmassa sarakkeessa tai alimmalla rivillä (Olson 2014, s. 34). Välitasoisuus tarkoittaa, että riskimatriisissa jokaisen matalimmasta riskitasosta korkeimpaan riskitasoon kulkevan positiivisesti kaltevan janan on kuljettava keskisuuren (esim. keltaisen) riskitason kautta (Cox 2008). Tästä johtuu, että matriisissa on oltava vähintään kolme väriä. Toisaalta värejä ei saa olla liian monta, sillä ne tuottavat harhaanjohtavia tuloksia. (Olson 2014, s. 34) Yhdenmukainen värikoodaus tarkoittaa, että likimain yhtä suurille riskeille määräytyy sama väri eli riskitaso (Cox 2008).

Riskimatriisi tulee laatia toimintaympäristöön sopivaksi. Tämä edellyttää, että jonkin verran tietoa on saatavilla, jotta realististen asteikkojen laatiminen on mahdollista. Riskimatriisin käyttö edellyttää myös, että riskiä voi edustaa yksi seuraus-todennäköisyyspari. Luonnosteltu matriisi tulee testata, jotta voidaan varmistua siitä, että matriisin mukaiset

toimenpiteet vastaavat organisaation asennetta riskiin ja että käyttäjät ymmärtävät matriisin asteikot oikein. (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 114, 118)

SFS-EN IEC 31010 -standardin mukaan riskimatriisia voidaan soveltaa mille tahansa alalle. Riskimatriisilla on myös monia muita vahvuuksia. Se on suhteellisen helppokäyttöinen ja luokittelee riskit nopeasti eri riskitasoihin. Se tarjoaa selkeän visuaalisen esityksen riskin suhteellisesta merkityksestä sen seurauksen, todennäköisyyden tai riskitason kannalta. Lisäksi sitä voidaan käyttää vertaamaan riskejä, joilla on erityyppisiä seurauksia. Riskimatriisilla on kuitenkin rajoituksia. Yksiselitteisten todennäköisyyden ja seurausten asteikkojen määrittely on haastavaa ja riskimatriisin käyttö on aina jollain tasolla subjektiivista. Eri henkilöt voivat siis antaa samalle riskille hyvin erilaisia luokituksia. Tehtyjen riskiluokitusten paikkansapitävyys riippuu siitä, kuinka hyvin riskimatriisin asteikot on kehitetty. (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 118)

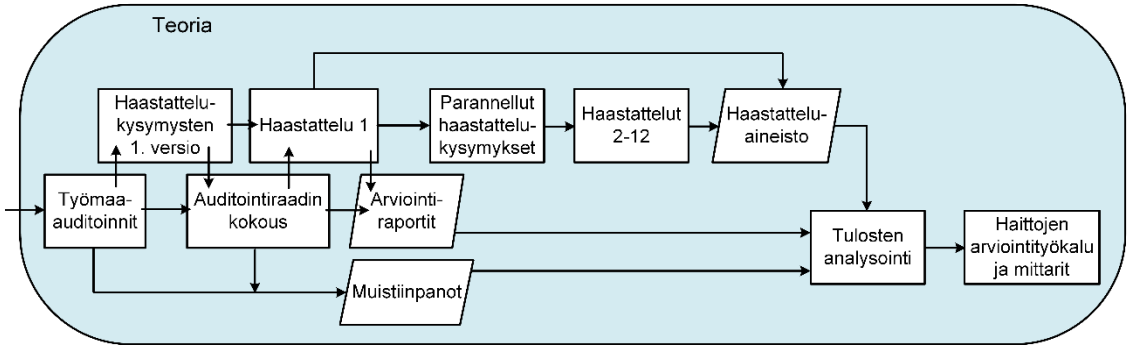
Yksi riskimatriisin heikkous on, että useat eri todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden kombinaatiot voivat johtaa samaan riskitasoon tai riskilukuun. Tätä kutsutaan ”riskitasapeliksi” (engl. *risk tie*). (Dujim 2015) Esimerkiksi Taulukon 1 riskimatriisista huomataan, että riskit, jotka ovat kaikki seurauksiltaan erittäin lieviä, mutta joiden todennäköisyydet vaihtelevat erittäin harvinaisesta yleiseen, ovat kaikki riskitasoltaan merkityksettömiä. Dujim (2015) mukaan riskitasapelit estävät riskien luokittelun yksiselitteisesti, mikäli riskimatriisia käytetään riskien priorisointia ja riskienhallintatoimenpiteiden määrittämistä varten. Oletettavasti tällöin voi olla matriisin käyttäjälle epäselvää, mikä saman riskitason (tai -luvun) saaneista riskeistä tulisi priorisoida.

4. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä luvussa kuvataan tutkimuksen aineisto ja käytetyt tutkimusmenetelmät. Ensimmäisessä alaluvussa esitellään tutkimusstrategia ja tutkimuksen vaiheet. Toisessa alaluvussa kerrotaan tutkimuksen kohteena olevasta organisaatiosta. Kolmannessa alaluvussa kuvataan työmaa-auditoinnit. Neljännessä alaluvussa kuvataan käytetty haastattelumenetelmä ja perustellaan sen käyttö sekä kerrotaan haastattelujen käytännön toteutuksesta. Viidennessä alaluvussa kerrotaan haastatteluaineiston analysoinnista. Viimeisessä alaluvussa kerrotaan haittojen arviointityökalun kehityksestä.

4.1 Tutkimusstrategia

Tutkimuksen eteneminen on esitetty Kuvan 4 kaaviossa. Haastattelut ja työmaa-auditoinnit ovat muuten toisistaan riippumattomia prosesseja, mutta työmaa-auditointikäynneiltä kerätyt havainnot vaikuttivat haastattelukysymysten laadintaan. Tutkimuksen vaiheet on sijoitettu kaavioon aikajärjestyksessä eli esimerkiksi auditointiraadin kokous pidettiin ennen ensimmäistä haastattelua.



Kuva 4. *Kaavio tutkimuksen etenemisestä. Suorakulmiot kuvaavat tehtäviä tai prosesseja ja suunnikkaat dataa eli tässä tapauksessa tutkimusaineistoa. Teoria vaikuttaa tutkimuksen taustalla kaikkiin vaiheisiin.*

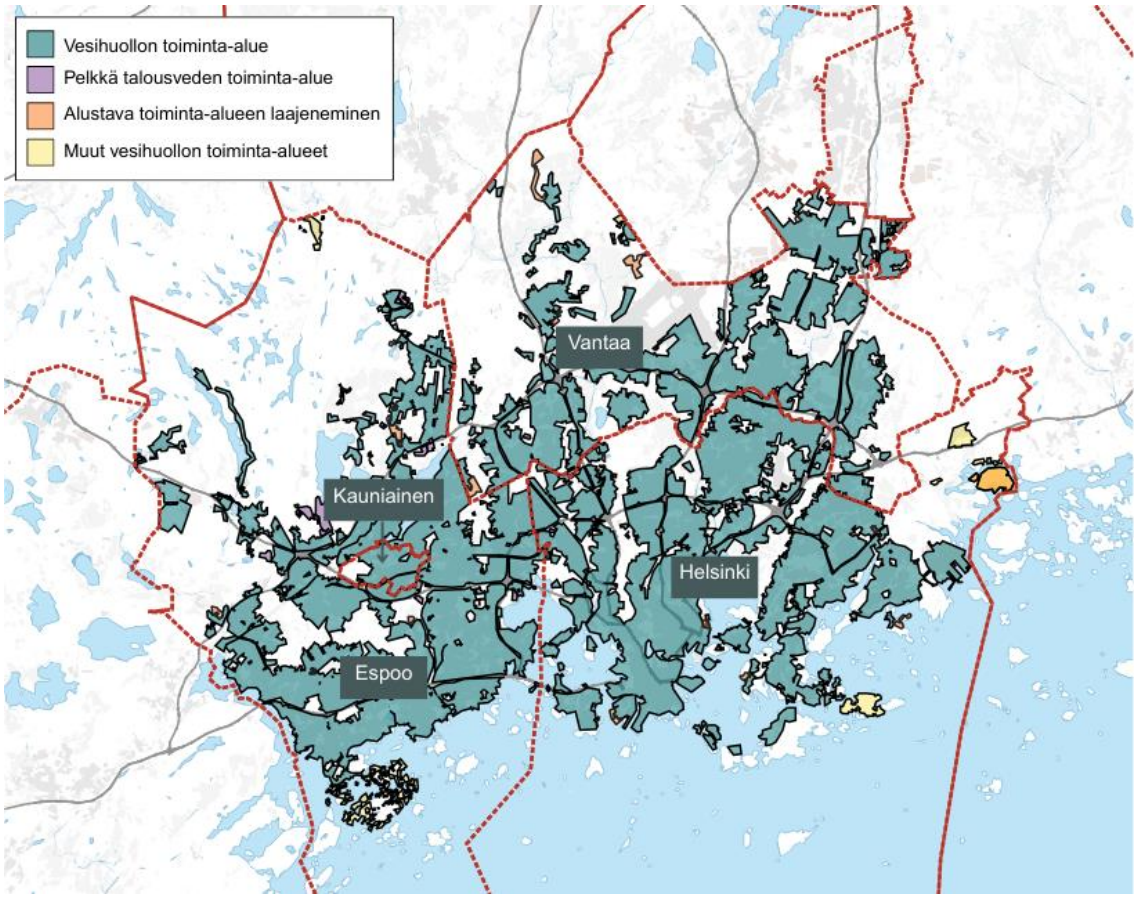
Työmaa-auditoinneista muodostuneet arviointiraportit ja muistiinpanot sekä haastatteluaineisto ovat tämän tutkimuksen tutkimusaineistoa, jota lopuksi analysoitiin tuloksien saamiseksi. Työmaa-auditointien ja haastattelujen pohjalta luotiin työkalu työmaan haittojen arviointiin sekä määritettiin mittarit haittojen seurantaan. Työkalu sekä mittarit ovat myös tutkimuksen tuloksia. Tutkimuksen vaiheista kerrotaan tarkemmin seuraavissa alaluvuissa kohdeorganisaation kuvauksen jälkeen.

4.2 Kohdeorganisaatio

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) on kuntayhtymä, joka tuottaa kunnallisia vesi- ja jätehuoltopalveluja sekä tarjoaa tietoa pääkaupunkiseudusta ja ympäristöasioista (HSY n.d.a). Kuntayhtymän perustaja- ja jäsenkunnat ovat Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen (HSY 2021). HSY on Suomen suurin julkinen ympäristöalan toimija ja sen toiminta-alueella on yli miljoona asukasta (HSY n.d.c).

HSY:n vesihuolto vastaa vesijohto- ja viemäriverkostojen rakennuttamisesta, käytöstä ja valvonnasta Helsingin, Vantaan, Espoon ja Kauniaisten alueella (HSY n.d.d). HSY:n vesijohtoverkoston kokonaispituus on noin 3 100 km. Jäte- ja sekavesiviemäreitä on noin 2 900 km ja hulevesiviemäreitä noin 2 900 km. Vuoden 2021 ennusteen mukaan HSY:n alueelle tulee noin 150 000 uutta asukasta vuoteen 2030 mennessä, mikä lisää verkostoinvestointien tarvetta. (HSY 2021, s. 11–12, 40)

HSY:n vesihuollon toiminta-alue on esitetty Kuvan 5 kartassa. Suurin osa toiminta-alueesta on vesihuollon toiminta-aluetta, jolla HSY huolehtii talousveden jakelusta ja jätevesiviemäröinnistä. Pelkällä talousveden toiminta-alueella ei ole viemäröintiä. Kartassa näkyy myös alustavasti suunniteltu toiminta-alueen laajeneminen seuraavan kahden vuoden osalta. Muilla vesihuollon toiminta-alueilla vesiosuuskunnat ja muut vesihuoltolaitokset vastaavat vesihuollosta. (HSY n.d.b)



Kuva 5. *HSY:n vesihuollon toiminta-alue (mukaillen HSY n.d.b).*

HSY:n vesihuollon investointiohjelma tehdään kahden vuoden välein. Uusin versio sisältää vesihuollon suunnitellut investoinnit vuosille 2025–2044. Investointiohjelma määrittää tulevat investoinnit ja siten se myös vaikuttaa olennaisesti tulevien vesihuollon verkostotyömaiden määrään. Investointiohjelmakauden aikana vesijohtoja saneerataan n. 420 km, jätevesiverkostoa n. 400 km, hulevesiverkostoa n. 200 km ja sekaviemäriverkostoa eriytetään n. 60 km. Uutta vesijohto- ja jätevesiverkostoa rakennetaan kutakin n. 1 040 km ja uutta hulevesiverkostoa n. 880 km. (HSY 2024b, s. 5, 13, 15)

HSY:n strategiana on tehdä pääkaupunkiseudusta yhdessä maailman kestävin kaupunkiseutu. Strategian tavoitteita ohjaavat kymmenen ohjelmaa, joiden painopisteet ovat ympäristövastuu, työn murros, kestävä talous ja asukaskokemus. Asukaskokemuspainopisteeseen sisältyy ohjelma ”Toimintaa lähiympäristöstä huolehtien”. Ohjelman yhtenä tavoitteena on tunnistaa ja vähentää toiminnan haitallisia vaikutuksia lähiluontoon ja lähiasukkaisiin. (HSY n.d.c) Tavoitteen pohjalta on kehitetty eräs HSY:n vuoden 2025 kärkihankkeista ”Työmaiden yhteiskunnallisen haitan hallinta”. Hankkeen vielä julkaisemattoman esittelymateriaalin mukaan hankkeen tavoitteena on vähentää rakennushankkeissa yhteiskunnan haittavaikutuksia sekä HSY:n mainehaittaa. Diplomityö on osa tätä kärkihanketta.

4.3 Työmaa-auditoinnit

Työmaa-auditointeja ei toteutettu tätä tutkimusta varten, mutta niitä päätettiin hyödyntää tutkimuksessa. Tarkoituksena oli seurata auditoinnin toteutusta ja havaita käytännössä, minkälaisia haittoja työmaat aiheuttavat lähiympäristölle ja alueen käyttäjille. Työmaa-auditoinnit olivat ensimmäisiä, joissa näkökulmana oli haitat asukkaille.

Auditointeja tehtiin kolme, jokainen eri työmaalle ja eri kaupungissa. Työmaat oli valittu sillä perusteella, että ne olivat käynnissä olevia hankkeita, joilla oli ilmennyt haasteita tai ne olivat luonteeltaan haastavia. Tavoitteena oli auditoida työmaa jokaisesta HSY:n jäsenkunnasta, mikä onnistui lukuun ottamatta Kauniaisia, sillä siellä ei ollut käynnissä sopivia hankkeita. Auditoinnin päävastuu oli konsulttiyrityksellä, mutta auditoinneissa oli myös mukana asiantuntijoita rakennusalan järjestöstä, esteettömyysasiantuntijoita sekä yhdessä auditoinnissa myös kaupungin edustaja. Työmaan puolelta mukana oli urakoitsijan edustaja sekä tilaajan eli tässä tapauksessa HSY:n edustaja.

Ennen auditointeja auditoijat olivat tutustuneet auditoitaviin työmaihin ja käyneet läpi muun muassa urakkasopimuksia sekä asukaspalautteita. Auditointien runko oli jokaisella kerralla samanlainen: ensin keskusteltiin hankkeesta yleisesti ja sen jälkeen käytiin läpi mahdolliset haasteet ja pohdittiin parannusehdotuksia. Auditoijien mukaan auditointien tavoitteena olikin ensisijaisesti auttaa työmaita ratkaisemaan mahdollisia ongelmia esimerkiksi asukkaille tiedottamisessa ja tulevaisuutta ajatellen parantaa työmaiden toimintatapoja haittojen vähentämiseksi. Keskustelun jälkeen oli työmaakierros, jonka tarkoituksena oli kävellä työmaa tai sen osa läpi ja tarkastella sivullisen, kuten jalankulkijan tai pyöräilijän, näkökulmasta esimerkiksi liikennejärjestelyjen selkeyttä.

Auditoijat kirjoittivat auditoinneista arviointiraportit. Sen jälkeen pidettiin auditointiraadin kokous, jossa keskusteltiin raporteista. Kokouksen tarkoituksena oli käydä raportit läpi yhdessä ja pohtia mahdollisia muokkausehdotuksia. Lisäksi tavoitteena oli keskustella suositusehdotuksista jatkoa varten. Raadin kokouksen jälkeen auditoijat tekivät raporteista lopulliset versiot HSY:lle. Jokaisesta raportista kirjoitettiin myös versio kyseiselle työmaalle annettavaksi.

Diplomityön tekijä oli mukana kaikissa työmaa-auditoinneissa seuraamassa niiden kulkua ja kirjoitti omat muistiinpanot tehdyistä huomioista. Diplomityön tekijä osallistui myös auditointiraadin kokoukseen. Muistiinpanoja ja auditoijien tekemiä arviointiraportteja käytettiin tutkimusaineistona. Työmaa-auditointien tulosten analysoinnissa tarkasteltiin, minkälaisia haittoja kullakin työmaalla esiintyi ja mitä kehitys- tai ratkaisuehdotuksia audi-

tointiraati niihin suositteli. Arviointiraporteista käytettiin HSY:lle tehtyjä versioita, sillä työmaaversiot ovat niistä supistettuja versioita. Auditoijat ovat tietoisia siitä, että työmaa-auditoinnit ja auditointiraportit ovat osa tätä tutkimusta.

4.4 Tutkimushaastattelu

Tutkimusmenetelmäksi valittiin haastattelu, joka soveltuu vähän kartoitettuun tai tuntemattomaan tutkimusaiheeseen (Hirsjärvi & Hurme 2022, luku 3.1). Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna. Hirsjärven & Hurmeen (2022, luku 4.2.3) mukaan puolistrukturoiduille haastatteluille ominaista on, että osa haastattelun näkökohdista on etukäteen määritelty. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset, mutta he voivat vastata omin sanoin ilman ennalta määrättyjä vastausvaihtoehtoja (Hirsjärvi & Hurme 2022, luku 4.2.3). Puolistrukturoitu haastattelu sopii tähän tutkimukseen, koska haastatteluiden tavoitteena on tuoda aiheeseen mahdollisimman paljon lisätietoa, minkä takia haastateltavien on hyvä saada vastata omin sanoin. Lisäksi haastateltavilla on erilaista tutkimuksen aiheeseen liittyvää osaamista ja kokemusta, joten mahdollisuus esittää erilaisia kysymyksiä haastateltavasta riippuen koettiin merkittäväksi. Tarkoituksena oli muotoilla pääkysymykset valmiiksi ja haastattelutilanteen edetessä vastausten perusteella esittää mahdollisia lisäkysymyksiä. Haastattelukysymyksistä tehtiin ensimmäinen versio ennen ensimmäistä haastattelua, jonka perusteella niitä paranneltiin seuraavia haastatteluja varten. Kysymykset luotiin siten, että ne tukevat työn tavoitteita ja tutkimuskysymyksiin vastaamista ja tuovat esille tietoa, jota ei kirjallisuudessa ole saatavilla. Lopulliset haastattelukysymykset ovat työn liitteenä A.

Haastattelut toteutettiin etähaastatteluina Teams-sovelluksen avulla ja ne nauhoitettiin videotallenteiksi. Tämä tapa valittiin, jotta haastatteluaineiston myöhempi analysointi olisi helpompaa ja luotettavampaa. Haastattelut myös litteroitiin Teams-sovelluksen automaattisella transkriptiotoiminnolla. Haastatteluaineisto pseudonymisoitiin eli muutettiin sellaiseen muotoon, josta henkilötietoja ei voida yhdistää tiettyyn henkilöön ilman lisätietoja (Tietosuojavaltuutetun toimisto n.d.). Henkilötietoja käsiteltiin liitteenä B olevan tietosuojailmoituksen mukaisesti. Haastateltaville lähetettiin haastattelukysymykset hyvissä ajoin ennen haastattelua, jotta haastateltavat pystyivät pohtimaan vastauksiaan etukäteen. Kysymysten ohessa kerrottiin lisäksi työn taustaa, sen tavoitteet ja selitettiin, millainen työkalu oli tarkoitus kehittää. Samassa yhteydessä haastateltaville kerrottiin henkilötietojen käsittelystä tutkimuksessa ja heille lähetettiin liitteen B tietosuojailmoitus.

Haastateltaviksi oli tavoitteena löytää asiantuntijoita ja/tai työntekijöitä, jotka tuntevat työmaaympäristön ja sen aiheuttamat haitat. Määriteltiin, että haastateltavat voivat olla

HSY:ltä sekä sen sidosryhmistä, kuten jäsenkaupungeilta, suunnitteluyrityksistä tai urakoitsijoilta, sillä näitä ryhmiä edustavilta henkilöiltä oletettiin löytyvän monipuolisia näkemyksiä tutkimuksen aiheeseen. Tavoitteena oli saada jokaisesta jäsenkaupungista ainakin yksi haastateltava, jotta saataisiin kokonaiskuva koko HSY:n toiminta-alueesta sekä voitaisiin tarkastella mahdollisia kaupunkien välisiä eroja, mutta lopulta haastateltavia saatiin vain yhdestä jäsenkaupungista. Haastateltavia oli yhteensä 12: kolme tilaajan edustajaa rakennuttajapuolelta, kaksi HSY:n jäsenkaupungin edustajaa, kaksi asiantuntijaa sekä yksi suunnittelija konsulttiyrityksestä, yksi joukkoliikenteen tarjoajan edustaja, yksi urakoitsija, yksi infra-alan järjestöstä (Järjestö 1) sekä yksi näkövammaisten järjestöstä (Järjestö 2). Kolme haastateltavaa on ollut mukana Vuoden katutyömaa -kilpailuraadissa. Vuoden katutyömaa on vuodesta 2021 järjestetty kilpailu, jossa valitaan Helsingin paras katutyömaa ja jonka tavoitteena on edistää ja jakaa alan toimijoiden kesken hyviä käytäntöjä katutöiden haittojen vähentämiseksi (Finnbuild 2024; Helsingin kaupunki 2024b). Raadin jäsenyys vaikutti kyseisten haastateltavien valintaan, sillä kilpailussa tarkastellaan työmaita kaupunkilaisen näkökulmasta. Haastateltavilta kysyttiin ammattinimikettä/titteliä, mutta niitä ei käytetä tulosten analysoinnissa, jotta haastateltavia ei voida tunnistaa. Haastateltavien tarkemmat taustatiedot esitellään tulosten analysoinnin yhteydessä luvussa 5.2.

Kaikilta haastateltavilta ei kysytty kaikkia liitteen A haastattelukysymyksiä. Joukkoliikenteen tarjoajan edustajalta ei kysytty varsinaisia haastattelukysymyksiä, vaan häneltä kysyttiin haitoista sekä niiden hallinnasta joukkoliikenteen näkökulmasta. Urakoitsija ei vastannut haittojen arviointityökaluun liittyviin kysymyksiin. Näkövammaisten järjestön edustajalta kysyttiin lisäkysymyksiä liittyen työmaiden esteettömyyden kehityskohteisiin sekä esteettömyyden mittaukseen ja seurantaan.

4.5 Haastatteluaineiston analysointi

Haastatteluaineiston analysointi aloitettiin luomalla pseudonymisoitu taulukko haastateltavien taustatiedoista, jotta vastauksia voisi ryhmitellä esimerkiksi ammattiryhmien mukaan. Tämän jälkeen tallenteet ja transkriptiot käytiin useaan kertaan läpi, jotta aineisto tulisi tutuksi ja siitä tulisi huomioitua kaikki työn kannalta oleelliset asiat. Aineistosta kirjoitettiin muistiinpanoja oleellisista esille tulleista asioista sekä ilmiöistä.

Haastattelujen vastaukset analysoitiin tarkastelemalla, kuinka moni haastateltavista oli ollut tiettyä mieltä kysytystä asiasta. Luvuissa otettiin aina huomioon, kuinka moni oli ylipäätään vastannut kysymykseen, sillä haastateltavilla oli keskenään erilaista osaamista ja kokemusta. Luvut ilmoitettiin murtolukuina prosenttien sijaan haastateltavien vähyyden takia ja tulosten vertailun helpottamiseksi.

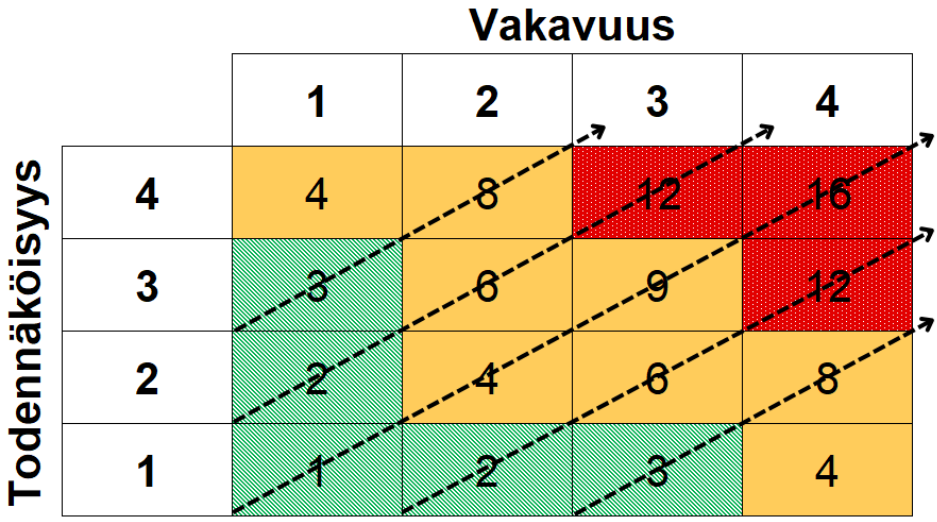
4.6 Haittojen arviointityökalun kehitys

Diplomityössä kehitetyn haittojen arviointityökalun tarkoituksena on arvioida vesihuollon verkostotyömaiden asukkaille ja lähiympäristölle aiheuttamia haittoja. Työkalu tulee HSY:lle käyttöön. Työkalun käyttäjä eli haittojen arvioija on ulkopuolinen konsultti, joka tekee yleissuunnitelman vesihuoltohankkeelle. Yleissuunnittelun yhteydessä konsultti tekee haittojen arvioinnin, joka käydään HSY:n kanssa yhdessä läpi.

Työkalu on Excel-pohjainen ja siihen luodaan riskimatriisi (”haittamatriisi”), joka toimii työkalussa haittojen arviointimenetelmänä. Riskimatriisin kehittämisessä tulee päättää matriisin koko, todennäköisyys- ja vakavuusasteikkojen määritelmät, riskitasojen lukumäärä sekä niiden kuvaukset ja niiden määrittämät riskien toimenpidetarpeet. Riskimatriisi ei kuitenkaan yksinään riitä haittojen arviointiin, vaan työkaluun luodaan lisäksi haittataulukko, johon varsinainen haittojen arviointi kirjataan. Koska riskimatriisi ei sovellu riskien tai haittojen tunnistamiseen, haittataulukkoon kirjataan valmiiksi haitan aiheita, jotka ovat oleellisia verkostotyömailla. Haitan aiheet muodostuvat kirjallisuuden sekä työmaa-auditointien ja haastattelujen tulosten pohjalta. Tavoitteena on listata mahdollisimman kattavasti verkostotyömaiden haitan aiheita, jotta arvioijan ei tarvitse keksiä niitä tyhjästä.

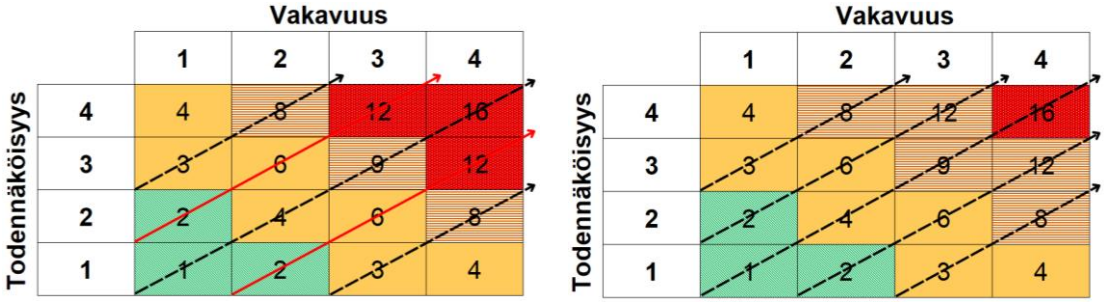
Yleisimmät riskimatriisin koot ovat 3x3, 4x4 ja 5x5 (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 115–116). Kuitenkin parittomilla kertoimilla rakennetuissa matriiseissa arviointien on huomattu osuvan eniten keskimmäisiin ruutuihin epävarmoissa tilanteissa (Kangas 2017). Lisäksi 3x3-matriisi on luultavasti liian pieni, eikä mahdollista tarpeeksi variaatiota arvioinnissa. Siten sopiva matriisin koko on 4x4.

Matriisi rakennetaan niin, että se noudattaa kolmea Cox (2008) esittämää perusoletusta. Kuvassa 6 on 4x4-matriisi, jossa riskiluku on määritetty kertomalla ja jossa riskitasoja on kolme. Matriisissa matalaan riskitasoon kuuluvat riskiluvut 1–3, keskisuureen riskitasoon riskiluvut 4–9 ja korkeaan riskitasoon riskiluvut 12 ja 16. Perusoletus heikko johdonmukaisuus toteutuu matriisissa, koska suuremmat riskit edustavat aina korkeampaa riskitasoa. Esimerkiksi riskiluku 8 kuuluu keskisuureen riskitasoon, koska myös riskiluku 9 kuuluu siihen. Matriisi noudattaa perusoletusta yhdenmukainen värikoodaus, sillä saman riskiluvun riskeille määräytyy sama riskitaso. Esimerkiksi kaikille riskiluvun 4 riskeille määräytyy keskitason riskitaso. Katkoviivanuolista huomataan, että myös perusoletus välitasoisuus toteutuu matriisissa. Kaikki nuolet matalan riskitason riskistä korkean riskitason riskiin kulkevat keskitason riskin kautta.



Kuva 6. *4x4-riskimatriisi kolmella riskitasolla. Nuolet kuvaavat välitasoisuuden toteutumista matriisissa.*

Mikäli 4x4-matriisissa olisi neljä riskitasoa, joko välitasoisuus ei toteutuisi tai vähintään yhdessä riskitasossa riskin suuruuksia olisi ainoastaan yksi. Tätä havainnollistaa Kuva 7, jossa vasemmanpuoleisessa matriisissa välitasoisuus ei toteudu ja oikeanpuoleisessa välitasoisuuden toteutuessa korkeimmassa riskitasossa on ainoastaan riskiluku 16. Vasemmanpuoleisessa matriisissa riskiluvut 1 ja 2 kuuluvat matalimpaan riskitasoon, 3–6 toiseksi matalimpaan riskitasoon, 8 ja 9 toiseksi korkeimpaan riskitasoon sekä 12 ja 16 korkeimpaan riskitasoon. Oikeanpuoleisessa matriisissa on muuten samat riskitasomäärittelyt, mutta riskiluku 12 kuuluu toiseksi korkeimpaan riskitasoon. Vaihtoehtoisesti matriisia voisi muuttaa esimerkiksi siten, että matalimmassa riskitasossa olisi ainoastaan riskiluku 1.



Kuva 7. *4x4-riskimatriisivaihtoehtoja neljällä riskitasolla. Vasemmanpuoleisessa välitasoisuus ei toteudu punaisten yhtenäisten nuolien kohdalla. Oikeanpuoleisessa välitasoisuus on korjattu.*

Tämän perusteella haittojen arviointityökalussa käytettävä 4x4-riskimatriisi muodostetaan kolmella riskitasolla Kuvan 6 mukaisesti. Mikäli työkalua käytettäessä huomataan, että esimerkiksi kaikista suurimmille haitoille (todennäköisyys 4 ja vakavuus 4) tarvitaan oma riskitaso, se voidaan helposti lisätä myöhemmin. Riskitasojen määritelmiin otetaan

mallia Väyläviraston käyttämistä riskitasoista (Väylävirasto 2020, s. 26) Taulukossa 2. Käytetyt riskitasot (”haittatasot”) on esitetty Taulukossa 4. Koska riskitasoja on nyt viiden sijaan kolme, kaksi riskitasoa tulee jättää pois. Riskitasot merkityksetön ja vähäinen yhdistetään yhdeksi riskitasoksi vähäinen ja niiden mukaiset toimenpiteet yhdistetään. Keskisuurena riskitasona on kohtalainen, joka vaatii toimenpiteiden suunnittelua. Korkeana riskitasona on sietämätön, joka edellyttää välittömiä toimenpiteitä.

Taulukko 4. *Haittojen arviointityökalussa käytetyt haittatasot.*

Haitan suuruus	Haittataso	Haitan toimenpiteet
12–16	Sietämätön	Välittömät toimenpiteet.
4–9	Kohtalainen	Toimenpiteet suunniteltava.
1–3	Vähäinen	Ei tarvita toimenpiteitä. Haitan kehittymistä seurataan.

Myös todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden asteikkojen nimityksiin otetaan mallia Väyläviraston riskimatriisista (Väylävirasto 2020, s. 26) Taulukossa 1. Todennäköisyyden asteikkona on harvinainen – satunnainen – yleinen – erittäin yleinen. Seurausten vakavuuden asteikkona on vähäinen – kohtalainen – suuri – erittäin suuri. Näitä asteikkojen nimityksiä on perusteltua käyttää, sillä muissa HSY:n riskimatriiseissa on samat nimitykset ja tällöin organisaatio suhtautuu riskeihin yhtenäisesti (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 118). Asteikkojen tarkemmat määrittelyt kuvataan luvussa 5.3.

Arvioinnin havainnollistamiseksi luodaan myös muutamia esimerkkejä haitoista, jotka arvioidaan arviointityökalun avulla. Esimerkit valittiin sillä perusteella, että ne liittyvät eri haitan aiheen kategorioihin ja edustavat eri haittatasoja. Haittojen arvioinnin esimerkkejä tarkastellaan luvussa 5.3.

5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tässä luvussa esitellään työn tulokset. Ensimmäisessä alaluvussa kuvataan työmaa-auditointien tulokset. Toisessa alaluvussa analysoidaan haastattelujen tulokset. Kolmannessa alaluvussa kuvataan vesihuollon verkostotyömaan haittojen arviointityökalun kehitys. Viimeisessä alaluvussa tarkastellaan mittareita haittojen seurantaan.

5.1 Työmaa-auditointien tulokset

Taulukossa 5 on esitetty yhteenvetona työmaa-auditointien tulokset. Useat auditoitujen työmaiden haitat liittyvät liikennejärjestelyihin ja tiedottamiseen. Havaittuja haittoja voidaan hallita tai korjata kattavammalla tiedottamisella, vuoropuhelulla asukkaiden ja muiden työmaan vaikutuspiirissä olevien toimijoiden kanssa sekä työnaikaisten liikennejärjestelyjen säännöllisellä tarkastuksella, jonka jälkeen puutteet myös korjataan.

Taulukko 5. *Työmaa-auditointien tulokset.*

Työmaa	Työmaan tyyppi	Haitat	Ehdotetut ratkaisut
1	Vesihuollon saneeraus ja katujen korjaus	Puutteelliset ja epäselvät liikennejärjestelyt (useita epäkohtia)	Erillinen liikennejärjestelyjen tarkastus
		Liikennejärjestelyjä ei yhteensovitettu läheisten muiden työmaiden kanssa	Yhteistyö muiden työmaiden kanssa
		Puutteellinen vuoropuhelu asukkaiden kanssa, aiheuttanut turvattomuuden tunnetta	Asukasraadit, lisää tiedotusta kaupunginosan sosiaalisen median ryhmien kautta, lisää vuorovaikutusta herkkien ryhmien kanssa
2	Sekaviemärin eriyttäminen	Aikataulun viivästyminen pilaantuneiden maiden takia	Tiedotus asukkaille, mistä viivästys johtuu
		Pysäköintipaikkojen muutokset	Tiedotus asukkaille, mihin autot voi pysäköidä
		Kalliota kiilattu räjäyttämisen sijaan (vähemmän melua, mutta pitkäkestoisempaa)	Valitun työtavan syiden tiedotus
		Aukko työmaa-aidassa	Työmaa-aidan sulkeminen
		Pyörätien katkeaminen	Sääntöjen ja ohjeiden mukainen opastus pyöräilijöille
3	Vesihuollon rakennus ja saneeraus	Jalankulun kiertoreitit	Mahdollisimman lyhyt kiertoreitti
		Epäselvät kevyen liikenteen opasteet	Ei liikaa informaatiota, opasteet lukukorkeudelle, nuolet osoittamaan oikeaan suuntaan, opasteiden sijoitus

Ensimmäinen auditointikohde oli hanke, jossa saneerataan vesihuoltoa ja samassa yhteydessä kaupunki korjaa huonokuntoisten katujen rakenteita. Työmaa-alue on pitkä (n. 4 km) sekä sen vaikutusalueella on paljon asutusta ja koulu. Suurimpana ongelmana ovat puutteelliset tai epäselvät työnaikaiset liikennejärjestelyt (TLJ). Asukkailta on tullut paljon valituksia. He ovat esimerkiksi olleet huolissaan lasten koulumatkojen turvallisuudesta. Työnaikaiset liikennejärjestelyt on tehty alemmalla, ns. ei niin vaativalla tasolla kuin olisi pitänyt. Tämän auditointikohteen kaupungissa työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelussa käytetään kolmea eri vaativuustasoa työmaan liikenteelle aiheuttaman haitan tai työmaan keston perusteella. Taso 1 vastaa työmaita, joilla liikennejärjestelyt voidaan toteuttaa tyyppikuvien mukaisesti. Tasojen 2 ja 3 työmaat vaativat kohdekohtaiset TLJ-suunnitelmat ja niiden välinen ero on, että tason 3 suunnitelma tulee tehdä suunnitteluohjelmilla mittatarkasti. Auditointikohteen TLJ-suunnitelmat on hyväksytetty kaupungilla, eikä ole selvää, miten ne on hyväksytty. Raadin kokouksessa tuli ilmi, että TLJ-suunnitelmat olivat muuttuneet niin monta kertaa, että oli epäselvää, mikä oli voimassa oleva versio. Kaikkia liikennejärjestelyjä ei myöskään pystytty tekemään suunnitelmien mukaan, kun esimerkiksi kaivanto oli leveämpi kuin aiemmin suunniteltiin.

Työmaa auditoitiin aiemmin kesällä 2024. Yli 50-sivuisessa auditointiraportissa esitettiin korjaustoimenpiteitä työmaan liikennejärjestelyihin. Tämän jälkeen työmaalle on palkattu TLJ-vastaava ja järjestelyitä on parannettu. Työmaakierroksella kuitenkin huomattiin joitain puutteita liikennejärjestelyissä. Jalankulkijat ja pyöräilijät oli ohjattu ylittämään tie kohdasta, jossa ei ollut suojatietä. Liikennejärjestelyjä ei ollut yhteensovitettu muiden läheisten työmaiden kanssa, sillä esimerkiksi risteyksessä väistämisvelvollisuutta osoittava liikennemerkki ei ollut oikeassa paikassa. Uudessa auditoinnissa auditointiraati suositteli erillistä liikennejärjestelyjen viikoittaista tarkastusta esimerkiksi TLJ-mittarilla. Työmaan mukaan liikennejärjestelyjen tarkastusta ei ehditä tekemään normaalin viikkotarkastuksen yhteydessä.

Työmaan vuoropuhelu asukkaiden ja herkkien ryhmien (esim. koulun) kanssa on ollut puutteellista, mikä on osaltaan lisännyt turvattomuuden tunnetta. Auditointiraati suositteli järjestämään asukasraatitilaisuuksia, lisäämään tiedotusta kaupunginosan sosiaalisen median ryhmien kautta sekä lisäämään vuorovaikutusta erityisesti herkkien ryhmien kanssa. Asukasraatitilaisuuksilla tarkoitetaan tässä tilaisuuksia, joissa työmaan vaikutusalueen asukkaiden kanssa keskustellaan työmaasta ja sen aiheuttamista haitoista. Tilaisuuksissa voidaan esimerkiksi sopia yhdessä asukkaiden kanssa, mitä tiedotuskanavia käytetään sekä mitkä ovat parhaat kulkureitit koulun läheisyydessä.

Toinen auditointikohde oli hanke, jossa sekaviemäri eriytetään. Alueelta oli löytynyt pilaantunutta maata, minkä takia työmaa oli pysäytetty. Kalliota päätettiin kiilata räjäyttämisen sijaan, jotta melua tulisi vähemmän. Asukkaille ei ole kuitenkaan viestitty työmaan etenemisestä tai sen kestosta. Asukkailta on tullut paljon valituksia tiedottamiseen liittyen. Muun muassa pysäköintipaikkojen muutoksista ei ollut tiedotettu. Auditointiraati suositteli lisäämään tiedotusta ja kertomaan asukkaille syyt työtapojen valintaan. Tiedotusta voisi tehdä kaupunginosan sosiaalisen median ryhmien kautta sekä järjestämällä asukasraatitilaisuuksia. Työmaan vaikutusalueella on koulu ja päiväkoti, mikä vaikuttaa muun muassa meluavien töiden sallittuihin työaikoihin. Auditointiraati suositteli lisäämään yhteistyötä koulun ja päiväkodin kanssa esimerkiksi järjestämällä tilaisuuksia, joissa lapset pääsevät tutustumaan työmaahan ja oppimaan, miten työkoneet kohdataan turvallisesti.

Työmaakierroksella havaittiin puutteita liikennejärjestelyissä. Kulkureittiä työmaalle ei ollut suljettu, vaan sinne pääsi ohikulkija kävelemään suoraan. Kyseisen kohdan vieressä on päiväkoti ja koulu, joten kulkureitin sulkeminen on entistä tärkeämpää. Eräässä kohtaa pyörätie päättyi, mutta pyöräilijää ei ollut opastettu mihinkään. Lisäksi osa jalankulkuopasteista oli epäselviä. Esimerkiksi opastekartasta ei saanut selvää ja osa opasteista ei ollut virallisia.

Kolmas auditointikohde oli hanke, jossa rakennetaan uutta ja saneerataan olemassa olevaa vesihuoltoa. Työmaa sijoittuu usean eri maanomistajan alueelle. Työmaa oli alkuvaiheessa eikä siellä ollut vielä ilmennyt haasteita eikä ollut tullut valituksia. Tosin auditointiin mennessä töitä oli tehty lähinnä metsäalueella kauempana liikenteestä ja asutuksesta. Metsäalueella on pitänyt huomioida luontoarvot, esimerkiksi lintujen pesintä. Metsään on myös jätetty isoja kantoja luonnon monimuotoisuuden vaalimiseksi. Työmaan lähellä on lentokenttä, mikä vaikuttaa oleellisesti muun muassa työnaikaisten liikennejärjestelyjen vaatimuksiin sekä työaikoihin. Mahdollisia haasteita voisi tulla eri maanomistajien erilaisista vaatimuksista, jotka työmaan tulee yhteensovittaa.

Työmaakierroksella ei huomattu vakavia puutteita liikennejärjestelyissä. Korjausehdotukset liittyivät lähinnä opasteiden sijoitteluun niin, että jalankulkijalle ja pyöräilijälle on selkeää, mistä tulee kulkea ja että opasteet ovat helposti luettavissa. Esimerkiksi jotkut opasteet eivät olleet lukukorkeudella ja nuolet osoittivat väärään suuntaan. Yhdessä kohtaa pyöräilijöiden opasteet olisi voinut sijoittaa sellaiseen kohtaan, että pyöräilijä näkee heti, mistä kiertoreitti menee. Keskustelussa nousi esiin myös tulevat suojateiden ja linja-autopysäkkien siirrot. Auditointiraati suositteli lyhyempää jalankulun kiertoreittiä tämänhetkisen suunnitellun suhteellisen pitkän kiertoreitin tilalle.

5.2 Haastattelujen tulokset ja niiden analysointi

Haastateltavien taustatiedot ovat Taulukossa 6. Haastateltavat on ryhmitelty ammattiryhmän (tilaaja/suunnittelija/urakoitsija/valvoja/asiantuntija) mukaan. Haastateltavilla oli monipuolisia työtehtäviä, jotka liittyvät työmaan haittojen hallintaan ja minimointiin. Haastateltavien kokemus vesihuoltohankkeista oli vaihtelevaa: osalla oli jopa kymmenien vuosien kokemus erilaisista hankkeista ja osalla kokemus liittyi lähinnä työmaiden arviointi- tai kehitystehtäviin.

Taulukko 6. *Haastateltavien taustatiedot.*

Haastateltavan ammattiryhmä	Haastateltavan edustama organisaatio	Haastateltavan työtehtävä työmaan haittoihin liittyen
Asiantuntija	Kaupunki	Työmaan haittojen arvioinnin työkalun kehitys
Asiantuntija	Konsulttiyritys	Työmaiden neuvonta, arviointi ja kehitys
Tilaaja	Kuntayhtymä 1 (HSY)	Suunnitteluttajien ohjaaminen haittoja vähentävien ratkaisujen mahdollistamiseksi, valvojien ohjaaminen, huolehtiminen palautteisiin vastaamisesta
Tilaajan valvoja	Kuntayhtymä 1 (HSY)	Turvallisuuskoordinaattorin tehtävät
Urakoitsija	Urakoitsija	Vastaaminen työmaan toteutuksesta haittoja minimoivalla tavalla
Asiantuntija	Järjestö 1	Työturvallisuus- ja laatuasiat infra-alalla
Tilaajan suunnittelija	Kuntayhtymä 1 (HSY)	Haittojen hallinnan suunnittelu
Asiantuntija	Järjestö 2	Työmaiden arviointi ja kehitys, erityisesti esteettömyyden osalta
Suunnittelija	Kuntayhtymä 2	Työnaikaisten joukkoliikenteen poikkeusjärjestelyjen suunnittelu
Asiantuntija	Kaupunki	Katutyömaahaittojen vähentäminen -projekti
Asiantuntija	Konsulttiyritys	Liikennejärjestelyjen mittaustyökalun kehitys
Suunnittelija	Konsulttiyritys	Haittojen hallinnan suunnittelu

Haastatteluaineisto on kattava siinä mielessä, että haastateltavia saatiin riittävä määrä ja he edustavat monipuolisesti eri ammattiryhmiä ja eri tahoja, joilla on näkemyksiä tutkimuksen aiheeseen liittyen. Kuitenkin urakoitsijoita edustaa ainoastaan yksi haastateltava. Täten työmaapuolen näkemys on haastatteluissa aliedustettuna verrattuna asiantuntijoiden ja suunnittelijoiden näkemyksiin. Myös konsulttiyrityksiä on vain yksi. Eri konsulttiyritysten suunnittelijoilla voi olla esimerkiksi erilaisia työmaan haittojen arvioinnin

toimintatapoja, joita ei tässä tutkimuksessa päästä tarkastelemaan. Lisäksi vain yhdestä kaupungista saatiin haastateltavia, joten mahdolliset kaupunkien väliset erot eivät tule esiin tuloksissa.

Haastatteluaineistosta muodostettiin haastattelukysymysten sekä vastausten perusteella 5 pääkategoriaa: Työmaiden haitat, Haittojen tunnistaminen ja arviointi suunnitteluvaiheessa, Työkalu haittojen arviointiin, Haittojen mittaaminen ja seuranta rakennusaikana sekä Ennakoimattomat haitat. Joukkoliikenteen edustajan haastattelu käsiteltiin omana kategoriana Työmaiden haitat joukkoliikenteen näkökulmasta.

5.2.1 Työmaiden haitat

Kahta haastateltavaa lukuun ottamatta haastateltavilta kysyttiin, mitkä vesihuollon verkostotyömaiden asukkaille ja lähiympäristölle aiheutuvat haitat ovat sellaisia, joita ei tunnisteta tai hallita tarpeeksi hyvin. Ensimmäisenä haastatellulta kaupungin asiantuntijalta sekä joukkoliikenteen edustajalta ei kysytty tätä kysymystä. Tilaaja, tilaajan valvoja sekä urakoitsija olivat sitä mieltä, että kaikki haitat tunnistetaan ja ovat hallinnassa. Heillä oli samankaltaisia vastauksia siitä, että kaikki haitat tunnistetaan ja niitä hallitaan parhaan mukaan, mutta kaikkea ei pystytä poistamaan. Urakoitsija lisäsi, että vuosi vuodelta haittojen hallintaan panostetaan enemmän. Valvoja mainitsi, että viime aikoina yllätyksenä tulleet viereisten kiinteistöjen painumahaitat ovat aiheuttaneet hankaluuksia.

Asiantuntija infra-alan järjestöstä vastasi, että kaikki haitat tunnistetaan ja hallitaan yhden työmaan osalta, mutta laajemmassa kuvassa, esimerkiksi koko kaupungin keskustaalueen työmailla, on kehitettävää. Hän lisäsi, että haittojen hallinta on paljon kiinni tilaajan vaatimuksista. Hänen mukaansa urakoitsijat tekevät mielellään laadukasta työtä, mikäli siitä ollaan valmiita maksamaan. Myös toinen haastateltava, asiantuntija kaupungilta, sanoi, että eri työmaiden yhteensovittamisessa on kehitettävää. Työmaiden yhteensovittamisen mahdollisuuksia on kehitetty ainakin Helsingissä, sillä Helsingin karttapalvelusta näkee voimassa olevat kaivuilmoitukset ja työn tarkoituksen, kaivuluvan hakijan ja työn suorittajan sekä voimassaoloajan (Helsingin kaupunki n.d.). Tällöin läheiseen työmaahan voisi olla yhteydessä ja esimerkiksi yhdessä suunnitella liikennejärjestelyt toimivaksi kokonaisuudeksi.

Puolet kysymykseen vastanneista (5/10) oli sitä mieltä, että liikenteelle aiheutuvat haitat eivät ole täysin hallinnassa. Tätä mieltä olivat asiantuntija ja suunnittelija konsulttiyrityksestä, tilaajan suunnittelija, asiantuntija näkövammaisten järjestöstä sekä asiantuntija kaupungilta. Myös työmaa-auditoinneissa useat haitat liittyivät liikennejärjestelyihin. Sekä konsulttiyrityksen asiantuntijan että tilaajan suunnittelijan mukaan liikenteelle ai-

heutuvista haitoista tulee eniten palautetta. Myös urakoitsija sanoi, että niistä tulee selkeästi eniten palautetta ja valituksia, vaikka hän koki niiden olevan hallinnassa. Tilaajan suunnittelija sanoi, että liikennejärjestelyillä voidaan vaikuttaa liikenteelle aiheutuviin haittoihin, mutta niiden vaikutus on rajallinen. Hän lisäsi, että vaikka liikennejärjestelyistä laaditaan suunnitelmat, niitä ei aina toteuteta tavalla, joka toimisi todellisessa ympäristössä. Konsulttiyrityksen asiantuntijan mukaan työnaikaisten liikennejärjestelyjen ohjeistuksia on jopa ”*räikeästi rikottu*”, esimerkiksi jättämällä työmaa-aita auki, jolloin ohikulkija pääsee kävelemään suoraan työmaalle. Hän epäili, että syynä liikennejärjestelyjen epäkohdille saattaa olla se, että järjestelyt muuttuvat usein ja nopealla tahdilla. Lisäksi liikennejärjestelyt eivät välttämättä kuulu muutoksia tekevän henkilön pääasiallisiin työtehtäviin, jolloin ne halutaan tehdä äkkiä pois alta. Infra-alan järjestön asiantuntija sanoi, että vaaratilanteita aiheutuu, koska kävelijät ja pyöräilijät eivät noudata suunniteltuja reittejä. Liikennejärjestelyjä suunnitellessa olisi hänen mukaansa hyvä tarkastella, mitä reittejä todellisuudessa kuljetaan.

Asiantuntija kaupungilta mainitsi, että asukkaille kriittisiä ovat liikennejärjestelyjen lisäksi katkot talousveden jakelussa. Asukkaita kiinnostaa erityisesti se, että kauan katko kestää, millaiseen ajankohtaan se sijoittuu sekä miten siitä viestitään. Asukkaiden näkökulmasta on myös tärkeää, miten mahdollinen toiseen verkostoon liittäminen hoidetaan, mikäli katko kestää kauemmin kuin ns. siedettävissä olevan ajan.

Infra-alan järjestön asiantuntijan mukaan urakoitsijat eivät osaa riittävästi huomioida esteettömyyttä. Näkövammaisten järjestön asiantuntijalta kysyttiin erikseen esteettömyydestä työmailla, ja myös hän oli sitä mieltä, että siinä on vielä kehitettävää. Hän mainitsi, että tulisi kiinnittää enemmän huomiota esimerkiksi valaistukseen pimeän aikaan sekä sopivien pintojen tekemiseen, kuten kivituhkan tai väliaikaisen asfaltin käyttöön karkean sepelin tilalla. Sopiva pinta esteettömyydessä tarkoittaa, että kulkeminen esimerkiksi pyörätuolilla on mahdollista. Työnaikaisten liikennejärjestelyjen SuRaKu-kortissa ohjeistetaan, että työnaikaiset kevyen liikenteen väylän osuudet tulee päällystää tai rakentaa muuten niin tasaisiksi, että pyörätuolin ja lastenvaunujen kanssa on helppo kulkea sekä luiskan pinnan kitkan tulee olla riittävä (SuRaKu-ohjekortit 2022). Asiantuntijan mukaan pinnoissa ja valaistuksessa on kuitenkin myös kehitytty, esimerkiksi LED-valojen yleistyminen on parantanut valaistusta.

Kaksi haastateltavaa kymmenestä, asiantuntija konsulttiyrityksestä sekä tilaajan suunnittelija, mainitsi, että haitoista melu, pöly ja tärinä ovat hallinnassa. Asiantuntijan näkemys on, että ne ovat hyvin säänneltyjä asioita, joissa laki ja ohjeistukset ohjaavat toimin-

taa. Tilaajan suunnittelijan mukaan melu, pöly ja tärinä ovat usein vaikutuksiltaan paikallisia ja lyhytkestoisia haittoja, jotka tunnistetaan jo suunnitteluvaiheessa ja joita pystytään hyvin hallitsemaan.

Yli puolet haastateltavista (6/10) korosti haittojen hallinnassa tiedottamisen ja viestinnän merkitystä. Asiantuntija konsulttiyrityksestä sanoi, että haitoista viestiminen vaikuttaa siihen, millä tavalla ihmiset kokevat haitan. Asiantuntija infra-alan järjestöstä mainitsi, että mitä enemmän tiedotetaan, sitä tyytyväisempiä ihmiset ovat, vaikka haitat olisivatkin suuria. Myös asiantuntija kaupungilta sanoi, että hyvä tiedotus lisää ihmisten ymmärrystä. Hän lisäsi, että ihmiset kyllä ymmärtävät, mikäli työmaalla tapahtuu ennakoimattomia asioita, mutta sitä varten tulee olla yhteys ihmisiin. Yhteyden saa avoimella tiedottamisella. Yhteyden puute asukkaisiin huomattiin ensimmäisessä työmaa-auditoinnissa, kun vähäinen vuoropuhelu asukkaiden kanssa lisäsi turvattomuuden tunnetta työmaan läheisyydessä liikkuessa. Tilaaja huomautti, että tiedotus tulee myös aloittaa ajoissa. Tilaaja, infra-alan järjestön asiantuntija sekä näkövammaisten järjestön asiantuntija puhuivat sosiaalisen median kanavista asukkaiden tiedotuksessa ja heidän mielestään ne ovat toimivia tiedotuskanavia. Sosiaalisen median kaupunginosien ryhmissä tiedottamista myös ehdotettiin usein työmaa-auditoinneissa toimivaksi tiedotuskanavaksi.

Kaksi haastateltavaa, asiantuntija näkövammaisten järjestöstä ja suunnittelija konsulttiyrityksestä, korosti asenteen merkitystä työmaalla. Asiantuntijan mukaan Vuoden katutyömaa -auditointiraadin kierroksilla on huomattu, että niillä työmailla, joilla on sellainen asenne, että he haluavat esitellä parasta laatua, myös näkee todella hyviä ratkaisuja. Vastaavasti sellaiset työmaat, joilla asenne on haastateltavan sanoin ”*me ollaan aina tehty tää juttu näin*”, ovat olleet huonosti toteutettuja ja jopa vaarallisia.

Vastausten perusteella liikenteelle aiheutuvat haitat ovat merkittävimpiä haittoja, jotka eivät ole täysin hallinnassa. Työnaikaiset liikennejärjestelyt ovat nopeasti ja usein muuttuva kompleksinen kokonaisuus, jonka haittavaikutukset voivat näkyä laajallakin alueella. Muita ei hallinnassa olevia haittoja haastateltavat eivät maininneet. Melu, pöly ja tärinä vaikuttavat olevan haitoista hallinnassa, sillä vaikka vain 2/10 totesi näin, ei muissa haastatteluissa tullut ilmi, etteivät ne olisi hallinnassa. Haastateltavat eivät maininneet muita hallinnassa olevia työmaan aiheuttamia haittoja.

5.2.2 Haittojen tunnistaminen ja arviointi suunnitteluvaiheessa

Suurimmalta osalta haastateltavista (9/12) kysyttiin, miten haittoja tällä hetkellä tunnistetaan ja arvioidaan vesihuoltohankkeiden suunnitteluvaiheissa. Urakoitsija, joukkoliikenteen edustaja ja toinen asiantuntija konsulttiyrityksestä eivät osanneet vastata kysy-

mykseen, sillä heillä ei ollut kokemusta suunnittelusta. Haastateltavista 3/9, tilaaja, tilaajan suunnittelija sekä suunnittelija konsulttiyrityksestä, kertoi, että haittoja tunnistetaan ja arvioidaan tapauskohtaisesti riippuen urakan vaativuudesta ja laajuudesta. Kaksi haastateltavaa yhdeksästä, asiantuntija infra-alan järjestöstä ja suunnittelija konsulttiyrityksestä, mainitsi riskinarvioinnit, joissa on myös huomioitu työmaan vaikutusalueen asukkaat tai muut työmaan vaikutusalueen toimijat, kuten läheiset päiväkodit tai muut häiriintyvät kohteet ja niiden vaikutus työaikoihin. Tilaajan valvoja kertoi, että rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään haitanhallintaohjelmat, joissa on mietitty liikennejärjestelyt ja määritetty painuma- ja tärinämittausohjelmat. Myös asiantuntija konsulttiyrityksestä mainitsi työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnitelmat. Asiantuntija kaupungilta sanoi, että tarkastellaan alueen ajoneuvomääriä ja minkälaisia määriä liikennettä siirtyy mahdollisille kiertoreiteille sekä käydään vuoropuhelua asukkaiden kanssa. Vaikka urakoitsija ei osannut vastata varsinaiseen kysymykseen, hän puhui siitä, että suunnittelupuoli ei aina välttämättä suunnittele ratkaisuja toteutuskelpoisiksi, mistä aiheutuu haasteita työmaalla.

Asiantuntija kaupungilta kertoi Haitaton-työkalusta, jolla Helsingissä kaivulupaa hakevan pitää arvioida eri asiakasryhmien merkittävyyksiä. Asiakasryhmät on jaettu dynaamisiin ja staattisiin. Dynaamiset asiakasryhmät ovat sellaisia, jotka voivat päästä haittaa karkuun, kuten polkupyöräilijät tai moottoriajoneuvoliikenne. Staattiset asiakasryhmät taas pysyvät paikallaan ja niitä ovat esimerkiksi asukkaat, päiväkodit ja sairaalat. Asiantuntija kertoi myös kehityksessä olevasta Haitaton 2.0 -työkalusta, joka antaa automaattisesti ns. haittaindeksin eri kulkumuodoille paikkatietoon perustuen, kun Haitaton 1.0:ssa työkalun käyttäjä arvioi haittaindeksin itse. Haastattelun jälkeen Haitaton 2.0 on lanseerattu ja samalla on julkaistu haittojen hallinnan lisätietokortit, joissa esitetään yksityiskohtaisemmin Helsingin kaupungin vaatiman perustason toimet sekä hankekohtaisesti sovellettavia lisätason toimia (Helsingin kaupunki 2025a).

Kysymykseen haittojen tunnistamisesta ja arvioimisesta suunnitteluvaiheessa tuli hyvin erilaisia vastauksia. Vastausten perusteella vaikuttaa siltä, ettei haittojen tunnistamiseen ja arviointiin ole mitään tiettyä prosessia tai työkaluja. Sitä tehdään tapauskohtaisesti ja toteutustapa riippuu arvioijasta sekä tilaajan vaatimuksista. Voi myös olla, että haastateltavat ymmärtävät haittojen tunnistamisen ja arvioinnin eri tavalla, jos sitä ei esimerkiksi tietoisesti tehdä, vaan se on ennemminkin hajautunut osaksi vesihuoltohankkeen toteutusta. Kokonaisuudessaan voisi sanoa, että haittojen arviointityökalulle on tarvetta, sillä se voisi selkeyttää haittojen hallintaa, yhtenäistää käytäntöjä, varmistaa, ettei jokin haitta jää tarkastelematta, sekä helpottaa tilaajaa asettamaan vaatimuksia urakoitsijalle.

5.2.3 Työkalu haittojen arviointiin

Yhteensä 9/12 haastateltavalta kysyttiin haittojen arviointityökaluun liittyviä kysymyksiä. Urakoitsija, joukkoliikenteen edustaja sekä ensimmäisenä haastateltu kaupungin asiantuntija eivät osanneet vastata työkaluun liittyviin kysymyksiin. Haastateltavilta kysyttiin aluksi yleisesti, millainen työkalu voisi sopia haittojen arviointiin. Tässä vaiheessa asiantuntija konsulttiryityksestä ja asiantuntija kaupungilta mainitsivat, että riskimatriisi voisi olla sopiva menetelmä.

Muilta 7 haastateltavalta kysyttiin erikseen riskimatriisin sopivuudesta ja kaikki vastasivat, että se voisi sopia haittojen arviointiin. Perusteluina sanottiin, että ala on tottunut käyttämään vastaavia menetelmiä, matriisilla saadaan selvitettyä merkittävimmät riskit tai haitat ja keskityttyä niiden hallintaan sekä siitä jää dokumentti, että haitat on tiedostettu ja arvioitu. Lisäksi haastateltava infra-alan järjestöstä sanoi, että arviointia voidaan tarkentaa urakan edetessä, kun saadaan lisää tietoa. Haastateltavilta ei tullut esille muita menetelmiä haittojen arviointiin.

Samoilta 9 haastateltavalta kysyttiin todennäköisyys- ja vakavuusasteikkojen soveltuvuudesta haittojen arviointiin. Suurimman osan (8/9) mielestä ne ovat sopivat asteikot. Tilaajan suunnittelijan mukaan niiden alle saadaan ainakin riskityöskentelyssä yleensä kaikki asiat sovitettua. Hän ideoi, että todennäköisyysasteikolla voisi olla lisäksi esimerkiksi ”toteutuu aina” -vaihtoehto sellaisille haitoille, joiden tiedetään toteutuvan joka tapauksessa. Sekä tilaajan suunnittelija että asiantuntija näkövammaisten järjestöstä sanoivat perusteluiksi, että haitoilla on moninaisia seurauksia, joten vakavuutta pystyy arvioimaan. Tilaaja mainitsi, että haittoja voisi myös arvioida keston kautta. Kestoon vaikuttavat oleellisesti valitut työtavat. Esimerkiksi kallion irrottaminen kiilaamalla on pitkäkestoisempaa kuin räjäytys, jolloin myös haitat kestävät pidempään. Toisen auditoinnin työmaalla kiilaus oli valittu räjäytyksen sijaan, sillä se aiheuttaa vähemmän melua ja työmaa oli asutuksen keskellä. Myös tilaajan valvoja puhui työtapojen vaikutuksesta haitan suuruuteen. Asiantuntija kaupungilta epäili, olisiko todennäköisyys sopiva asteikko. Hän mainitsi, että on itse arvioinut sietokykyä ja vaikutusta, mutta ei avannut tarkemmin, miten asteikot on määritelty.

Haastateltavat antoivat myös muita näkemyksiä haittojen arviointityökaluun. Työkalussa tulisi huomioida liikenne, mahdollinen joukkoliikenne ja sen tarpeet, kevyt liikenne, alueen asukkaat, yrittäjät ja herkät toiminnot, kuten päiväkodit, koulut ja sairaalat, sekä sijaitseeko työmaa esteettömyyden erikoistason alueella. Työkalun kehittämisessä kannattaisi hyödyntää dokumentoituja tietoja ja kokemuksia aiemmista urakoista. Haittojen arviointi tulisi olla työkalussa niin selkeästi ohjeistettu, että eri tahot, kuten projektipäälliköt ja konsulttitoimistot tekisivät ne samalta pohjalta.

Vastausten perusteella riskimatriisi on sopiva menetelmä haittojen arviointiin ja todennäköisyys ja vakavuus sopivat riskimatriisin arviointiasteikoiksi. Haastatteluissa ei tullut ilmi muita sopivia tapoja arvioida haittoja. Työkalun tulee huomioida kattavasti kaikki työmaan vaikutuspiirissä olevat tahot ja eri liikenteenkäyttäjäryhmät. Sen tulee olla selkeä ja arviointiasteikot pitää määritellä niin tarkasti, että arviointi on sujuvaa ja mahdollisimman objektiivista.

5.2.4 Haittojen mittaaminen ja seuranta rakennusaikana

Kaikilta muilta haastateltavilta paitsi joukkoliikenteen edustajalta kysyttiin, millaisilla menetelmillä haittoja mitataan tai seurataan rakennusaikana tällä hetkellä sekä millaisia uusia mittareita tai seurantamenetelmiä voisi käyttää. Tilaaja kertoi, että kiinteistöissä tehdään alkukatselmuksia ja lisäksi tehdään painumamittauksia, tärinämittauksia ja pohjaveden alennusmittauksia. Myös tilaajan valvoja ja konsulttiyrityksen suunnittelija mainitsivat samoja mittauksia. Tilaaja sanoi, ettei melun mittaamista ole vaadittu, koska sen aiheuttamia haittoja hallitaan työajoilla ja meluavista töistä on ilmoitusvelvollisuus. Esimerkiksi Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräyksissä määrätään, että kaupungin ympäristönsuojeluviranomaiselle on tehtävä ilmoitus erityisen häiritsevää melua tai tärinää aiheuttavasta toiminnasta, joka voi olla muun muassa kiviaineksen murskausta, louhintaa, paalutusta tai piikkausta, mikäli työtä tehdään muuna aikana kuin arkisin maanantaista perjantaihin kello 7.00–18.00 tai työpäiviä on yli 25 (Helsingin kaupunki 2018). Pölyn mittaamista ei tilaajan mukaan myöskään ole edellytetty. Urakoitsija sanoi, että työmaalla tehdään ns. jatkuvaa seurantaa, esimerkiksi silmämääräisesti tarkkaillaan pölyämistä.

Kaikki haastateltavat paitsi tilaajan valvoja olivat sitä mieltä, että palautteen seuranta on hyvä mittari. Asiantuntija kaupungilta ja urakoitsija sanoivat, että positiivista palautetta ei oikeastaan tule, vaan palaute on aina valituksia. Jos ei tule tai tulee vain vähän palautetta, voi yleensä olettaa, että asiat hoidetaan työmaalla hyvin. Myös näkövammaisten järjestön asiantuntija sanoi, että Vuoden katutyömaa -kilpailuraadin kierroksilla on huomattu tämä sama ilmiö. Tilaaja ideoi, että voisi mitata aikaa, jolloin ei ole tullut yhtään palautetta. Asiantuntija konsulttiyrityksestä oli sitä mieltä, että tällä hetkellä keskitytään liikaa vain palautteeseen vastaamiseen eikä kehitetä toimintaa siten, ettei samasta asiasta tulisi enää palautetta. Tilaajan valvoja sanoi, että palautteen seurannassa haasteina on, että tällä hetkellä palautetta tulee useisiin eri kanaviin ja eri tahoille ja saattaa olla ”*ammattivalittajia*” eli samoja henkilöitä, jotka valittavat joka päivä. Urakoitsija lisäsi palautteen seurannan haasteisiin, että kaikki palautteet eivät välttämättä ole ajankohtaisia, vaan voivat liittyä johonkin vanhaan asiaan, johon ei enää voida vaikuttaa.

Usean haastateltavan (5/11) mielestä työmaa-/asukaskyselyt voisivat olla hyvä mittari. Kaupungin edustajien mukaan kaupunki on toteuttanut niitä jonkin verran. Kyselyissä on kysytty asukkailta työmaan valmistumisen jälkeen, miten työmaa on heidän mielestään onnistunut. HSY on tehnyt yhden kyselyn, joka keskittyi tonttijohtojen saneeraukseen. Haasteina kyselyiden toteutuksessa mainittiin, ettei niistä saa positiivista palautetta ja vastaukset voivat olla polarisoituneita, sillä yleensä he, jotka eivät ole kärsineet haittaa, eivät vastaa. Urakoitsijan näkemys oli, ettei hän ”*missään nimessä lähtisi siihen, että asukkaat pääsevät arvostelemaan, miten homma on hoidettu*”.

Kaksi haastateltavaa, asiantuntija infra-alan järjestöstä sekä tilaajan suunnittelija, mainitsi oma-aloitteisesti, että MVR-mittarilla voisi seurata myös haittoja, jotka liittyvät kyseiseen työmaahan. Perusteluksi sanottiin, että MVR-mittariin on helppo lisätä tarkastettavia asioita. Tämän puolesta puhuu myös Turpeisen (2018) diplomityössä kehitetty infrarakennustyömaan ympäristömittari, joka on ympäristönäkökohdilla (työskentelyn ympäristövaikutukset, kaluston ympäristövaikutukset, varastoinnin ja jätehuollon ympäristövaikutukset sekä työmaakohtaiset havainnot) täydennetty MVR-mittari. Lisäksi 3 haastateltavaa, asiantuntija kaupungilta sekä asiantuntija ja suunnittelija konsulttiyrityksestä, totesi kysyttäessä, että yhdistetty MVR- ja haittamittari voisi olla hyvä työkalu haittojen seurantaan. Tilaajan valvojalla oli eriävä mielipide MVR:n tyylisistä mittareista, sillä hänen mukaansa niistä urakoitsija saa juuri sen tuloksen, jonka tilaaja on asettanut tavoitetasoksi. Lisäksi on huomattu, että tulos muuttuu, kun tilaajan edustaja on ollut mukana mittauksissa.

Haastateltavista valtaosa (7/11) oli sitä mieltä, että jonkinlainen liikennejärjestelyjen tarkastus olisi hyvä mittari. Myös ensimmäisen auditoinnin työmaalle suositeltiin liikennejärjestelyjen säännöllistä tarkastusta esimerkiksi TLJ-mittarin avulla. Haastatteluissa puhuttiin TLJ-mittarista, sen jatkokehitetyistä versioista sekä liikennejärjestelyjen tarkastuskierroksista. HSY:n hankkeissa tehdään liikennejärjestelyjen tarkastuskierroksia, joissa perehdytään järjestelyihin työmaalla ja kirjataan puutteet. Urakoitsijan mukaan yhdessä meneillään olevassa hankkeessa niitä on tehty systemaattisesti, mutta aiemmin niitä on tehty vain tarpeen mukaan, jos esimerkiksi on tullut paljon valituksia liikennejärjestelyistä. Kaupungin asiantuntijan mielestä TLJ-mittari on raskas ja vie liikaa aikaa, joten hän on tehnyt TLJ-mittarista helppokäyttöisemmän version. Heidän mittarikokeilussaan todettiin, että mittaus kannattaa tehdä aina liikennejärjestelyjen muuttuessa. Myös infra-alan järjestön asiantuntijan mukaan mittauksen voisi tehdä järjestelyjen muuttuessa.

Asiantuntija infra-alan järjestöstä mainitsi esteettömyyskierrokset, joissa kierretään työmaa esimerkiksi pyörätuolia käyttävän henkilön kanssa ja tarkastellaan esteettömyyden

toteutumista. Myös näkövammaisten järjestön asiantuntijalta kysyttiin lisäkysymyksiä esteettömyyskierroksista. Molemmat sanoivat, että kierrokset ovat olleet silmiä avaavia ja ovat parantaneet työmaahenkilöstön suhtautumista ja ymmärrystä esteettömyysasioihin. Näkövammaisten järjestön asiantuntijan mukaan kierroksia ei tehdä säännöllisesti vaan tarpeen mukaan, jos esimerkiksi on huomattu puutteita. Hänen mielestään niitä voisi järjestää säännöllisemmin ainakin suuremmissa tai vaativammissa hankkeissa tai esimerkiksi silloin, kun työmaa sijaitsee esteettömyyden erikoistason alueella.

Vastaukset haastatteluissa esiintyneistä mittareista on koottu Taulukkoon 7, josta huomataan, että yleisesti kaikkiin mittareihin suhtauduttiin positiivisesti tai neutraalisti ja selkeästi kielteisiä vastauksia tuli vain vähän. Tästä voidaan päätellä, että haastateltavat pitävät haittojen mittaamista tarpeellisena.

Taulukko 7. *Haastateltavien vastaukset haittojen mittareihin. Vihreä väri (+) tarkoittaa, että mittari on haastateltavan mielestä soveltuva, punainen (-) tarkoittaa, että mittari ei ole soveltuva ja harmaa (0) tarkoittaa, että mittaria ei mainittu tai vastaus ei ollut selkeä. Joukkoliikenteen edustaja ei ole taulukossa, sillä hän ei vastannut kysymyksiin mittareista.*

		Mittari				
Haastateltava		Palautteen seuranta	Työmaa-/ asukaskysely	MVR+haitta-mittari	TLJ/liikenne-järjestely-kierros	Esteettömyys-kierros
Asiantuntija	Kaupunki	+	+	0	0	0
Asiantuntija	Konsulttiyritys	+	0	0	+	0
Suunnittelut-taja/kilpailut-taja/ rakennuttaja	Kuntayhtymä	+	0	0	+	0
Rakennuttaja/ valvoja	Kuntayhtymä	-	0	0	-	0
Urakoitsija	Urakoitsija	+	-	0	+	0
Asiantuntija	Järjestö 1	+	+	+	+	+
Suunnittelija/ rakennuttaja	Kuntayhtymä	+	0	+	0	0
Asiantuntija	Järjestö 2	+	+	0	0	+
Asiantuntija	Kaupunki	+	+	+	+	0
Asiantuntija	Konsulttiyritys	+	+	+	+	0
Suunnittelija	Konsulttiyritys	+	0	+	+	0

Vastausten perusteella palautteen seuranta on ainakin tunnetuin mittari. Myös liikennejärjestelyjen tarkastuksia voidaan pitää tarpeellisena ainakin niiden muuttuessa. Haastatteluissa ei tullut esille, että melun tai pölyn mahdollisia mittauskäytäntöjä tai nykyisiä tärinämittauksia olisi tarpeen muuttaa.

5.2.5 Ennakoimattomat haitat

Viideltä haastateltavalta (tilaaja, tilaajan valvoja, tilaajan suunnittelija, urakoitsija sekä suunnittelija konsulttiyrityksestä) kysyttiin, miten toimitaan tilanteissa, joissa rakennusaikana ilmenee ennakoimattomia haittoja. Ennakoimattomiksi haitoiksi sanottiin muun muassa aikatauluviiveet, toimimattomat liikennejärjestelyt sekä viereisten kiinteistöjen painumahaitat. Urakoitsijan mukaan on yleistä, että työmaalla tapahtuu jotain suunnittelematonta, sillä suunnittelussa lähtötiedot ovat usein rajallisia. Myös suunnittelija sanoi, että tällaiset tilanteet ovat yleisiä. Ensimmäisen auditointikohteen työmaalla oli myös ennakoimaton haitta, kun kaivannon suunniteltua suuremman leveyden takia liikennejärjestelyjä ei pystytty tekemään suunnitelmien mukaisesti.

Kaikki 5 haastateltavaa sanoivat, että ennakoimattomien haittojen tilanteet hoidetaan tapauskohtaisesti. Esimerkiksi aikatauluviiveet urakoitsija ja tilaaja käyvät läpi ja yhdessä sopivat, miten toimitaan. Tilaaja sanoi, että viranomaisille, esimerkiksi poliisille tulee ilmoittaa, jos katu joudutaan sulkemaan tai joudutaan tekemään meluavaa työtä sallittujen työaikojen ulkopuolella. Hän sanoi myös, että vesikatkoista HSY:n verkko-osasto tiedottaa häiriöilmoituksella. Konsulttiyrityksen suunnittelija sanoi, että suunnittelijoille tieto ennakoimattomista haitoista pitäisi tulla valvojan kautta, mutta ilmeisesti näin ei aina ole. Hän kertoi, että tiedon saamisen jälkeen järjestetään yleensä työmaalla katselmus, jossa selvitetään, millainen haitta on ja keneen tulee olla yhteydessä. Kukaan haastateltavista ei sanonut, että vastuunjako ennakoimattomissa tilanteissa olisi epäselvä. Konsulttiyrityksen suunnittelija huomautti, että hyvä puoli näissä tilanteissa on, että ne lähentävät rakennuttajaa ja työmaata, kun he joutuvat ratkaisemaan samaa ongelmaa.

Haastateltavat vastasivat hyvin yksimielisesti ennakoimattomien haittojen kysymyksiin. Vastausten perusteella ennakoimattomien haittojen tilanteissa ei ole tiettyä prosessia tai toimintatapaa, miten tilanteet hoidetaan. Keskeistä tilanteiden ratkaisemisessa vaikuttaa olevan työmaan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden välinen yhteistyökyky. Vastauksista ei suoraan ilmene kehityskohteita ennakoimattomien haittojen tilanteissa.

5.2.6 Työmaiden haitat joukkoliikenteen näkökulmasta

Haastateltavana ollut joukkoliikenteen edustaja hoitaa työssään joukkoliikenteen poikkeusjärjestelyjä, joihin kuuluvat myös työmaan aikaiset liikennejärjestelyt, kuten joukkoliikenteen pysäkkien siirrot sekä poikkeusreitit. Hän toimii yhteistyössä urakoitsijan kanssa, kun urakoitsija ilmoittaa joukkoliikenteen tarjoajalle joukkoliikenteeseen vaikuttavasta työmaasta. Työmaasta ilmoittamiseen on tietyt vähimmäisaikataulut, joiden toteutuminen mahdollistaa sujuvan haittojen hallinnan. Ilmoituksen jälkeen urakoitsija ja

joukkoliikenteen tarjoaja yleensä sopivat yhdessä työmaan aikaisista joukkoliikenteen poikkeusjärjestelyistä.

Haastateltavan mukaan työmaat aiheuttavat joukkoliikenteelle monenlaisia ja erisuuruisia haittoja. Pienimmillään haitat ovat liikenteen hidastumisia, jos esimerkiksi tie joudutaan kaventamaan yksikaistaiseksi. Pahimmillaan haitta on joukkoliikenteen reitittäminen täysin eri reittiä. Oleellisia haittoja ovat myös joukkoliikenteen pysäkkeihin liittyvät muutokset, jos esimerkiksi pysäkki joudutaan siirtämään pois työmaan tieltä. Myös esteettömyyden huonontuminen joukkoliikenteen poikkeusjärjestelyjen aikana on tunnistettu ja se näkyy esimerkiksi siinä, ettei reunakivikorkeus ole optimaalinen siirretyn pysäkin kohdalla.

Haastateltavan näkemys on, että useimmat työmaat tunnistavat joukkoliikenteelle aiheutuvat haitat hyvin, etenkin sellaiset tahot, jotka ovat olleet aiemmin joukkoliikenteen kanssa tekemisissä. Kehityskohteina haittojen tunnistamisessa hän kuitenkin mainitsi linja-autojen vaatiman tilan mm. etu- ja peräylityksen muodossa. Linja-autojen vaatima tila tulee huomioida esimerkiksi työmaa-aitojen sekä liikennemerkkien sijoittelussa, työnaikaisissa ajosilloissa sekä ajoväylän tasaisuudessa. Pahimmillaan voi käydä niin, että linja-auton kuljettaja joutuu ennakoimattomasti laittamaan linjan poikkeusreitille, mikäli hän huomaa, ettei työmaan kohdalta pysty ajamaan turvallisesti.

Puutteet joukkoliikenteen haittojen hallinnassa tulevat yleensä ilmi, kun kuljettajat ilmoittavat niistä. Haastateltavan mukaan ”*paras valvonta on kuljettajan silmät*”. Lisäksi mahdollisten vaurioiden kautta sekä asiakaspalautteista tulee ilmi puutteita. Urakoitsijan tulee korjata puutteet. Haastateltavan mukaan he ovat myös olleet halukkaita tekemään niin, sillä kyse on mahdollisesta mainehaitasta.

Haastattelun perusteella työmaiden joukkoliikenteelle aiheutuvat haitat ovat pääosin hallinnassa, mutta joukkoliikenteen ajoneuvojen tilantarpeeseen tulisi työmaiden järjestelyissä kiinnittää enemmän huomiota. Yhteistyö työmaan osapuolten ja joukkoliikenteen välillä vaikuttaa toimivan hyvin. Oleellisinta joukkoliikenteelle aiheutuvien haittojen hallinnassa on työmaasta ilmoittaminen joukkoliikenteen tarjoajalle hyvissä ajoin, mikä edellyttää, että joukkoliikenteen tarpeet on tunnistettu tarpeeksi aikaisessa suunnitteluvaiheessa.

5.3 Työkalu haittojen arviointiin

Haastattelujen perusteella riskimatriisi on sopiva menetelmä haittojen arviointiin, joten haittojen arviointityökaluun kehitettiin riskimatriisi. Haittojen arviointityökalu on kokonaisuudessaan liitteessä C.

Työkaluun tehtiin kolme välilehteä: Ohje, Haittamatriisi ja Haittataulukko. Ohje-välilehdellä on arvioijalle ohjeet työkalun käyttöön. Haittamatriisi-välilehdellä on luotu haittamatriisi, todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden asteikot sekä haittatasojen määritelmät. Haittataulukko on arviointipohja, jota arvioija täyttää kunkin työmaan kohdalla. Haittataulukossa on haitan aihe, haitan kuvaus, haitan seurausten vakavuus, haitan todennäköisyys, haitan suuruus, toimenpiteet haitan hallitsemiseksi ja mittari haitan seurantaan. Haitan aiheet ovat tekijöitä, joista työmaan haitat aiheutuvat. Haitan kuvaus -kohtaan arvioija täyttää tarkemmin haitan aiheeseen liittyvän tapahtuman, jota on tarkoitus arvioida. Tapahtumat ovat työmaakohtaisia ja yhtä haitan aihetta kohti voi olla useampi tapahtuma. Tämän jälkeen arvioija määrittää tapahtumalle seurausten vakavuuden ja todennäköisyyden haittamatriisin mukaisesti sekä kirjaa ne haittataulukkoon. Haitan suuruus määräytyy taulukossa automaattisesti vakavuuden ja todennäköisyyden tulosta ja solu värjäytyy vastaamaan oikeaa haittatasoa. Kohtalaisiksi ja sietämättömiksi arvioiduille haitoille tulee kirjata haittataulukkoon toimenpiteet haitan hallitsemiseksi. Mittari haitan seurantaan -kohtaan voidaan kirjata haitalle mittari, mikäli sellainen koetaan tarpeelliseksi. Esimerkiksi esteettömyyden toteutumisen seurantaan voidaan käyttää haastatteluissa ilmi tulleita työmaan esteettömyyskierroksia.

Haitan aiheet jaettiin kategorioihin melu, pöly, tärinä, liikennehaitat, vesihuoltopalveluiden häiriöt ja muut haitat. Kirjallisuuden ja haastatteluiden perusteella meluun, pölyyn ja tärinään vaikuttavat työkoneet, työmenetelmät ja työmaaliikenne. Työkoneista ja -menetelmistä on annettu taulukossa esimerkkejä. Esimerkiksi kiilaus aiheuttaa melua ja louhinta tärinää (RIL 253-2024). Pölyn haitan aiheissa on erikseen pölyävien materiaalien, kuten kuivien maamassojen ja joidenkin uusiomaamateriaalien, käsittely (Väylävirasto 2022, s. 14, 53–63; Wu et al. 2016) sekä haitta-aineita sisältävä pöly, kuten kvartsi- tai asbestipöly (Työterveyslaitos n.d.a; Työterveyslaitos n.d.b; Työterveyslaitos 2016, s. 6). Lisäksi haastatteluissa ja työmaa-auditoinneissa merkittävänä pidettiin herkkien kohteiden, kuten päiväkodin, koulun tai sairaalan, sijaitsemista työmaan vaikutuspiirissä. Tästä syystä herkkien kohteiden altistuminen on erillisenä haitan aiheena melun, pölyn ja tärinän kohdalla. Melun ja tärinän kohdalla on erikseen myös ilta- ja yöaikainen työskentely, sillä haastatteluissa tuli ilmi, että se voi olla ennakoimaton haitta ja kuntien ympäristönsuojelumääräyksissä sitä pidetään häiritsevänä (Espoon kaupunki 2017; Helsingin kaupunki 2018; Kauniaisten kaupunki 2015; Vantaan kaupunki 2024).

Liikennehaitoissa haitan aiheet huomioivat kaikki liikennemuodot eli jalankulkijat, pyöräilijät, autoliikenteen ja joukkoliikenteen, kuten haastatteluissa puhuttiin ja kuten useat ohjeet määräävät (Infra-31-710119 2013; PKS-kaupungit 2024; SKTY ry 2020, luku 4.1). Lisäksi esteettömyys huomioidaan erikseen, sillä haastattelujen perusteella siihen tulisi

kiinnittää enemmän huomiota ja esteettömän kulun varmistaminen on tärkeää etenkin esteettömyyden erikoistason alueilla (Invalidiliitto ry n.d.b).

Vesihuoltopalveluiden häiriöihin liittyvät kirjallisuuden perusteella talousveden laadun heikkeneminen, vesi- ja viemärikatkot sekä hajuhaitat (HS-Vesi 2025; Infra-31-710119 2013). Lisäksi haastatteluiden perusteella vesikatkot ovat vedenkäyttäjille, kuten esimerkiksi asukkaille, merkittäviä riippuen muun muassa niiden kestosta ja ajoituksesta. Sammutusvesijärjestelmien katko on erillisenä haitan aiheena samaan tapaan kuin muissakin HSY:n riskimatriiseissa.

Muut haitat -kohdassa on kemikaalivuodot, putken/kaapelin rikkoutuminen, vaikutukset pohjaveden pintaan, painumahaitat viereisellä kiinteistöllä sekä luontoarvojen heikentyminen. Kemikaalivuodot voivat olla esimerkiksi työkoneiden polttoainevuotoja (InfraRYL 2024b, luku 6.10). Putki tai kaapeli, jonka ei tiedetty olevan tietyssä kohtaa, voi mennä rikki. Siihen voi vaikuttaa esimerkiksi haastatteluissakin esiintyneet suunnittelun puutteelliset lähtötiedot. Haastatteluissa mainittiin painumien aiheuttaneen haasteita, joten se oli oleellista sisällyttää taulukkoon. Luontoarvot tulivat ilmi, kun työmaa-auditointikohteessa oli pitänyt huomioida muun muassa lintujen pesintä.

Tapahtuman seurausten vakavuudelle laadittiin asteikot yleinen asteikko, haitat ihmisille/asukkaille, liikennehaitta ja turvallisuuspuute sekä haitta vesihuoltopalveluille. Yleinen asteikko laadittiin Väyläviraston ympäristövahinkojen seurausten vakavuus -asteikosta (Taulukossa 3) mallia ottaen. Asteikko muokattiin kuitenkin yleisempään muotoon ja korjattavuuden lisäksi lisättiin haitan hallittavuusaspekti. Asteikkoon lisättiin myös haastatteluissa ehdotettu haitan keston vaikutus. Yleistä asteikkoa on tarkoitus käyttää, mikäli muut haittamatriisin asteikot eivät sovi kyseisen haitan arviointiin.

Haitat ihmisille/asukkaille -asteikkoa käytetään esimerkiksi arvioitaessa melun, pölyn ja tärinän aiheuttamaa haittaa ihmisille, asukkaille tai muille työmaan vaikutusalueen tahoille, kuten kouluille tai sairaaloille. Tässäkin asteikossa haitan kesto vaikuttaa seurausten vakavuuteen. Koska haastatteluiden ja työmaa-auditointien perusteella herkkien kohteiden sijaitseminen työmaan vaikutusalueella osoittautui merkittäväksi haittojen hallinnassa, asteikkoon sisällytettiin herkät kohteet. Herkkien kohteiden sijaitseminen työmaan vaikutusalueella tekee seuraukset vakavammiksi. Arvioijan tulee kuitenkin käyttää omaa harkintaa pohtiessaan, miten herkät kohteet vaikuttavat seurausten vakavuuteen, sillä herkkiä kohteita ja niille aiheutuvia haittoja on monenlaisia, eikä niitä pysty yhtenäistämään.

Liikennehaitta ja turvallisuuspuute -asteikossa hyödynnettiin HSY:n riskienhallinnassa jo aiemmin luotua asteikkoa. Liikennehaitan seurausten vakavuuden arvioinnissa huomioidaan väylän merkittävyys, haitan kesto sekä onko mahdollisuutta kiertotiehen. Asteikkoon lisättiin turvallisuusnäkökulma, sillä esimerkiksi työmaa-auditoinneissa ja haastatteluissa esiin noussut työmaa-aitojen auki jättäminen voi johtaa vaaratilanteisiin.

Haitta vesihuoltopalveluille -asteikko on HSY:n riskienhallinnassa yleisesti käytössä, joten sitä on perusteltua käyttää myös tässä työkalussa, jotta organisaation yhtenäinen suhtautuminen riskeihin toteutuu (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 118). Asteikolla seurausten vakavuus määräytyy vaikutusalueen vedenkäyttäjämäärän mukaan sekä sen, onko vaikutusalueella kriittisiä vedenkäyttäjiä. Kriittisillä vedenkäyttäjillä tarkoitetaan tahoja, joiden toiminta on erittäin riippuvaista vedestä ja jonka vedensaannin keskeytyminen aiheuttaisi välitöntä uhkaa terveydelle, turvallisuudelle tai merkittävää haittaa tahon toiminnalle, kuten sairaalat ja vankilat (Huoltovarmuusorganisaatio 2016, s. 14). Arvioijan tulee myös huomioida vesi- tai viemärikatkon kesto ja ajoitus.

Haittamatriisin todennäköisyysasteikkona käytetään samaa asteikkoa, joka HSY:llä on muissa riskimatriiseissa käytössä. Samaa asteikkoa on perusteltua käyttää organisaation yhtenäisen riskeihin suhtautumisen nimissä (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 118). Asteikolla todennäköisyydet on ilmaistu prosenttilukuina. Tällaista todennäköisyysasteikkoa on tarkoituksenmukaista käyttää, sillä todennäköisyysasteikolla suositellaan käytettävän numeerisia vaihteluvälejä nimellisten luokkien sijaan tai niiden ohella (Dujim 2015). Lisäksi Lane & Hrudey (2023) mukaan todennäköisyyttä ei tule määritellä jo toteutuneiden tapahtumien perusteella, sillä se voi johtaa tulevien tapahtumien todennäköisyyden aliarviointiin. Tällä asteikolla todennäköisyyttä ei määritellä menneiden tapahtumien perusteella. Käytetty todennäköisyyden asteikko on ”periaatteessa lineaarinen”, jolloin haitan suuruus kannattaa määrittää kertomalla seurausten vakavuus todennäköisyydellä (Dujim 2015).

Taulukossa 8 on esimerkkejä haittojen arviointityökalulla tehdyistä haittojen arvioinnista. Tärinään liittyen esimerkkihaittatapahtumana on ”lääketieteellinen toimenpide estyy”. Se aiheutuu työmaan tärinästä, jota lääketieteellinen laite ei kestä. Sen haitan aiheena herkkien kohteiden, tässä tapauksessa sairaalan, altistuminen. Haitan seurausten vakavuudeksi on arvioitu 4 eli erittäin suuri, sillä kyseessä on ihmisten terveys. Haitan todennäköisyydeksi on arvioitu 1 eli harvinainen. Tällöin haitan suuruudeksi tulee 4 eli haitta on haittatasoa kohtalainen ja sille tulee kirjata toimenpiteet. Toimenpiteiksi on kirjattu tärinäkatselmukset ja kommunikointi sairaalan kanssa. Liikennehaittoihin liittyen esimerkkihaittatapahtumana on ”jalankulkija päätyy työmaa-alueelle avonaisen työmaa-aidan takia ja loukkaantuu”. Haitan seurausten vakavuudeksi on arvioitu 4 eli erittäin suuri, sillä

kyseessä on henkilövahinko. Haitan todennäköisyydeksi on arvioitu yleinen eli 3. Tällöin haitan suuruus on 12 eli haitta on haittatasoa sietämätön ja haitalle tulee tehdä välittömät toimenpiteet. Toimenpiteenä on yhtenäisen työmaa-aidan varmistaminen. Muista haitoista on otettu esimerkiksi ”työkoneesta vuotaa maaperään pieni määrä polttoainetta”. Haitan seurausten vakavuudeksi on arvioitu vähäinen eli 1, sillä polttoainetta vuotaa vain pieni määrä ja haitta on helposti korjattavissa. Haitan todennäköisyydeksi on arvioitu harvinainen eli 1, sillä oletettavasti polttoaineita käsitellään työmaalla asianmukaisesti. Näin ollen haittatasoksi määräytyy vähäinen, eikä haitalle tarvitse määrittää hallintatoimenpiteitä, mutta haitan kehittymistä hankkeen edetessä tulee seurata.

Taulukko 8. *Esimerkkejä haitan arvioinnista haittojen arviointityökalulla.*

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seurausten vakavuus	Haitan todennäköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi
Tärinä					
- Herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.)	Lääketieteellinen toimenpide estyy	4	1	4	Tärinäkatselmukset ja kommunikointi sairaalan kanssa
Liikennehaitat					
- Jalankulun ja pyöräilyn kiertoreitit ja muuttuneet liikennejärjestelyt	Jalankulkija päätyy työmaa-alueelle avonaisen työmaa-aidan takia ja loukkaantuu	4	3	12	Yhtenäisen työmaa-aidan varmistaminen
Muut haitat					
- Kemikaalivuodot (esim. polttoainevuodot työkoneista)	Työkoneesta vuotaa maaperään pieni määrä polttoainetta	1	1	1	

Kuten riskien arviointimenetelmiä koskeva standardi SFS-EN IEC 31010 (2019, s. 118) ohjeistaa, riskimatriisi tulisi testata eli myös haittojen arviointityökalua olisi hyödyllistä testata. Testauksen jälkeen haittojen arviointityökaluun olisi suositeltavaa tehdä korjauksia ja lisäyksiä, mikäli siinä havaittaisiin puutteita tai epäselvyyksiä. Koska eri henkilöt voivat arvioida eri haitat samalla haittamatriisilla eri tasoisiksi (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 118), jokaisessa arvioinnissa olisi hyvä olla useampi henkilö mukana tai yhden arvioijan suorittaman arvioinnin jälkeen tuloksista olisi ainakin suositeltavaa keskustella useamman henkilön kesken. Arvioinnin subjektiivisuutta voidaan vähentää myös ottamalla mukaan arvioijia eri tahoilta sekä ammattiryhmistä. Haittojen arviointityökalua käytettäessä on huomioitava, että työkalun ensisijainen tavoite on avustaa ja selkeyttää haittojen

hallintaa. Jokaisen arvioinnin tuloksia kannattaa siis tarkastella kriittisesti ja pohtia, edustavatko tulokset asianmukaista haittojen hallintaa. Haittojen hallinnan näkökulmasta on suositeltavaa, että arvioidut haitat ja etenkin kirjatut toimenpiteet siirtyvät myös urakka-asiakirjoihin, jotta haittojen hallintaan voidaan varata resursseja. Lisäksi tehtyä haittojen arviointia olisi hyvä päivittää hankkeen edetessä, jotta haastatteluissakin esiintynyt moniportainen haittojen arviointi toteutuisi.

Haittojen arviointityökalu soveltuu käytettäväksi laajemminkin eri vesihuoltolaitosten verkostotyömaiden haittojen arvioinnissa. On kuitenkin tiedostettava, että haittamatriisin asteikot pitäisi aina laatia toimintaympäristöön sopivaksi sekä vastaamaan kyseisen organisaation suhtautumista riskeihin (SFS-EN IEC 31010 2019, s. 117–118). Todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden asteikkojen kohdalla tulisi siis pohtia, voidaanko samoja asteikkoja käyttää vai pitääkö niitä muokata. Haittojen arviointityökalun haitan aiheet ovat kuitenkin samanlaisia eri vesihuoltolaitoksilla, joten niitä voidaan hyödyntää helpottamaan haittojen tunnistamista.

5.4 Mittarit haittojen seurantaan

Haastattelujen perusteella verkostotyömaan melua ja pölyä ei ole tarpeellista mitata erikseen omilla mittareilla. Lisäksi tarkasteltaessa meluhaittaa työmaan vaikutusalueen käyttäjille, kuten asukkaille, melu on lähinnä häiritsevää, eikä häiritsevyyttä pystytä mittaamaan tavallisilla melumittareilla, vaan sen arviointi edellyttää melualtistetun omaa arviota (Jauhiainen et al. 2007, s. 15). Tällä perusteella häiritsevyyttä voidaan tarkastella palautteen seurannalla. Tärinän seurantaan vaikuttaa haastattelujen perusteella olevan jo toimivat toimintatavat eli alkukatselmukset ja tärinämittaukset.

Koska sekä työmaa-auditointien että haastattelujen perusteella verkostotyömaiden liikenteelle aiheuttamat haitat ovat niin merkittäviä ja niiden hallinta on tällä hetkellä puutteellista, niiden seurantaan ja mittaukseen tulisi käyttää resursseja. Haittoja liikenteelle voidaan seurata TLJ-mittarilla (Jalonen 2023), liikennejärjestelykierroksilla sekä esteettömyyskierroksilla. Työmaa-auditointien ja haastattelujen mukaan työnaikaisia liikennejärjestelyjä ei ehditä tarkastamaan viikoittaisen MVR-mittauksen yhteydessä. Näin ollen suositeltavaa on tehdä erillinen liikennejärjestelyjen tarkastus. Haastatteluista ilmeni, että TLJ-mittari on työläs ja aikaa vievä, joten liikennejärjestelyjen vaatimustenmukaisuuden ja toimivuuden seurantaan kannattaa käyttää muuta menetelmää. Haastattelujen perusteella HSY:n eräässä hankkeessa käytössä oleva liikennejärjestelyjen tarkastuskierros on havaittu toimivaksi, joten sen käyttämistä systemaattisemmin, esimerkiksi

aina liikennejärjestelyjen muuttuessa, voidaan suositella. Lisäksi erillisiä esteettömyyskierroksia suositellaan tehtäväksi ainakin silloin, kun työmaa sijaitsee esteettömyyden erikoistason alueella.

Muita haittoja voidaan seurata saadun palautteen perusteella, asukaskyselyillä sekä yhdistetyllä MVR- ja haittamittarilla. MVR-mittari on osoittautunut muuntelukelpoiseksi (Jalonen 2023; Turpeinen 2018), joten siihen voidaan lisätä myös haittoihin liittyviä tarkastettavia asioita. Haittojen arviointityökalulla arvioitujen haittojen perusteella voisi määräytyä, minkälaisia haittoja otettaisiin mukaan kunkin työmaan MVR-mittaukseen.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää, millaisia haittoja vesihuollon verkostotyömaat aiheuttavat työmaan vaikutusalueen käyttäjille ja lähiympäristölle sekä miten kyseisiä haittoja voidaan mitata ja arvioida. Verkostotyömaan haitat aiheutuvat käytetyistä työmenetelmistä, työkoneista sekä työmaan tilantarpeesta johtuvista liikennejärjestelyjen muutoksista. Merkittävimpiä haittoja ovat melu, pöly, tärinä ja häiriöt liikenteelle. Niiden lisäksi verkostotyömaat voivat aiheuttaa vesihuoltopalveluiden häiriöitä sekä viihtyvyyshaittaa.

Melu, pöly ja tärinä ovat tutkimuksen mukaan yleisesti tunnistettuja ja hallittuja haittoja. Verkostotyömaalla melua voivat aiheuttaa paalutus, pontitus ja tiivistys. Melua on mahdollista mitata melumittareilla tai tehdä ennustavia melumallinnuksia, mutta verkostotyömailla tällaisia ei tyypillisesti tehdä, vaan melun haittavaikutuksia hallitaan rajoitetuilla työajoilla. Pölyä aiheuttavat erityisesti pölyävien materiaalien, kuten kuivien maamassojen ja eräiden uusiomaamateriaalien käsittely. Pölyä voi myös mitata esimerkiksi jatkuvatoimisilla hiukkasanalysaattoreilla. Tällaisia pölymittauksia on tehty valikoiduilla verkostotyömailla, mutta yleisesti pölyä ei erikseen mitata, vaan pölyämistä tarkastellaan yleensä silmämääräisesti. Tärinää aiheutuu esimerkiksi louhintaan liittyvistä räjäytyksistä sekä pontituksesta. Tärinän hallintaan verkostotyömailla liittyvät olennaisesti tärinäkatselmukset sekä -mittaukset.

Haitat liikenteelle ovat tutkimuksen perusteella verkostotyömaan haitoista sellaisia, joiden hallinnassa on kehittämistä. Verkostotyömaat aiheuttavat liikenteelle muun muassa viivästyksiä, kiertoreittejä sekä esteettömän kulun estymisiä. Haastattelujen perusteella työmaiden esteettömyysosaamisessa on puutteita. Esteettömän kulun varmistaminen on tärkeää etenkin esteettömyyden erikoistason alueilla, joille sijoittuvilla työmailla on suositeltavaa tehdä erillisiä esteettömyyskierroksia. Liikenteelle haittoja aiheuttavat erityisesti työnaikaiset liikennejärjestelyt, jotka eivät ole aina vaatimusten tai ohjeiden mukaisia eivätkä aina selkeästi ohjeista eri liikenteenkäyttäjäryhmille, kuten jalankulkijoille tai pyöräilijöille, mistä kulkeminen työmaan vaikutusalueella tapahtuu. Liikennejärjestelyjen vaatimustenmukaisuutta ja toimivuutta voidaan seurata esimerkiksi TLJ-mittarilla, joka perustuu oikein- ja väärin-havaintojen tekemiseen liikennejärjestelyistä, tai liikennejärjestelykierroksilla, joissa kirjataan ylös puutteet. Liikennejärjestelytarkastuksia olisi suositeltavaa tehdä aina, kun liikennejärjestelyt muuttuvat.

Verkostotyömaat voivat myös aiheuttaa vesihuoltopalveluiden häiriöitä, kuten vesi- ja viemärikatkoja, sammutusvesijärjestelmien katkoja, hajuhaittoja sekä talousveden laadun heikkenemistä. Muita verkostotyömaan haittoja ovat kemikaalivuodot, kuten polttoainevuodot työkoneista, putken tai kaapelin rikkoutuminen, vaikutukset pohjaveden pintaan, painumahaitat viereisellä kiinteistöllä sekä luontoarvojen heikentyminen, esimerkiksi lintujen pesinnän häiritseminen. Lisäksi verkostotyömaat voivat heikentää ihmisten elinoloja ja viihtyvyyttä, jotka liittyvät muihin haittoihin, kuten meluun ja tärinään. Tällaisille haitoille ei ole suoraan kehitetty mittareita, mutta niitä voidaan seurata esimerkiksi saadun palautteen seurannalla tai järjestämällä asukaskyselyjä. Myös yhdistetty MVR- ja haittamittari on mahdollinen menetelmä haittojen seurantaan niin haastattelujen kuin aiempienkin tutkimusten perusteella. MVR-mittariin voidaan lisätä työmaalla tarkastettavia asioita esimerkiksi haittojen arviointityökalulla tehdyn arvioinnin perusteella.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että verkostotyömaiden haittojen arviointiin on vaihtelevia käytäntöjä, arviointitapa riippuu arvioijasta eikä arviointi ole systemaattista. Näin ollen haittojen arviointityökalulle vaikuttaa olevan tarvetta. Työssä luotiin vesihuoltolaitoksen käyttöön verkostotyömaiden haittojen arviointityökalu, joka hyödyntää riskimatriisia (”haittamatriisia”) haittojen arvioinnissa, sillä haastattelujen perusteella se soveltuu myös verkostotyömaan haittojen arviointiin. Haittamatriisi rakennettiin riskimatriisien suositusten pohjalta. Haittamatriisissa käytetään vesihuoltolaitoksen jo käytössä olevaa todennäköisyysasteikkoa sekä liikennehaittojen ja vesihuoltopalveluiden häiriöiden seurausten vakavuuden asteikkoja soveltuvin osin. Lisäksi laadittiin uudet seurausten vakavuus -asteikot yleinen asteikko sekä haitat ihmisille ja asukkaille, jotta mahdollisimman monenlaisia haittoja pystyisi arvioimaan. Työkaluun lueteltiin kirjallisuudesta, työmaa-auditoinneista sekä haastatteluista saadut verkostotyömaiden olennaiset haitat. Esimerkkihaitat helpottavat haittojen tunnistamista, johon riskimatriisi ei yksinään sovellu.

Työkalun testaamista ennen varsinaista käyttöönottoa suositellaan, jotta mahdolliset puutteet ja epäselvyydet voidaan korjata ja jotta työkalua voidaan kehittää. Jokaiseen arviointiin tulisi osallistua useampia henkilöitä, jotta arvioinnin subjektiivisuutta ja eri arvioijien tekemien arviointien välisiä eroja voidaan vähentää. Haittojen arviointia olisi hyödyllistä päivittää vesihuoltohankkeen eri suunnitteluvaiheissa, kun tiedot tarkentuvat. Arvioidut haitat ja etenkin kirjatut toimenpiteet suositellaan siirrettävän myös urakka-asiakirjoihin, jotta haittojen hallintaan voidaan varata resursseja. Työssä kehitetty haittojen arviointityökalu selkeyttää ja yhtenäistää vesihuollon verkostotyömaan haittojen arviointia ja mahdollistaa ennakoivan haittojen hallinnan.

LÄHTEET

AFRY Finland Oy. (2021). St1 Oy. Polttonesteterminaali ja laituri – Inkoon Joddböle. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 319 s. Saatavilla (viitattu 10.6.2025): https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/st1-oyn-polttonesteterminaali-ja-laituri-inkoon-joddbole

Brocolini, L., Leger, L., Parizet, E., Verlhac, J.-M., & Carniel, X. (2013). Comparison of discomfort caused by two types of backup alarm. Proceedings of Meetings on Acoustics. Vol. 19(1).

Çelik, T., Kamali, S., & Arayici, Y. (2017). Social cost in construction projects. Environmental Impact Assessment Review. Vol. 64, pp. 77–86.

Chung, S.-S., & Poon, C.-S. (1997). Quantifying Externalities in Solid Waste Management in Hong Kong. Journal of Environmental Engineering. Vol. 123(3), pp. 282-289.

Cox, A. L. J. (2008). What's Wrong with Risk Matrices. Risk Analysis. Vol. 28(2), pp. 497–512.

Dujim, N. J. (2015). Recommendations on the use and design of risk matrices. Safety Science. Vol. 76, pp. 21–31.

Espoon kaupunki. (2017). Ympäristönsuojelumääräykset. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 5.2.2025): https://www.espoo.fi/fi/asuminen-ja-rakentaminen/ymparistonsuojelu/ymparistonsuojelumaaraykset

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/2881, annettu 23 päivänä lokakuuta 2024, ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. Saatavilla (viitattu 3.2.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=OJ%3AL_202402881

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. (2014). PROKON Wind Energy Finland Oy. Kattiharjun tuulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavilla (viitattu 10.6.2025): https://www.ymparisto.fi/fi/osallistu-ja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/kattiharjun-tuulivoimapuisto-laihia-isokyro

Federal Highway Administration (FHWA). (2017). Construction Noise Handbook. Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/construction_noise/handbook/

Finnbuild. (2024). Vuoden katutyömaa -kilpailussa palkitaan innovatiivisuudesta ja hyvästä asenteesta työmaasta aiheutuvien haittojen vähentämisessä. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 16.4.2025): https://finnbuild.messukeskus.com/vuoden-katutyomaa-kilpailu/

Gilchrist, A., Allouche, E. N., & Cowan, D. (2003). Prediction and mitigation of construction noise in an urban environment. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 30(4), pp. 659–672.

Gilchrist, A., & Allouche, E. N. (2005). Quantification of social costs associated with construction projects: state-of-the-art review. Tunnelling and Underground Space Technology. Vol. 20(1), pp. 89–104.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus. (2016). Helsingin kaupungin ilmansuojelusuunnitelma 2017–2024. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 11/2016. Saatavilla (viitattu 31.1.2025): https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-11-16.pdf

Helsingin kaupunki. (n.d.). Helsingin karttapalvelu. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://kartta.hel.fi/

Helsingin kaupunki. (2018). Ympäristönsuojelumääräykset. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 5.2.2025): https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/ympariston-ja-luonnon-suojelu/ymparistohaittojen-ehkaisy/ymparistonsuojelumaaraykset

Helsingin kaupunki. (2024a). Ilmansuojelu- ja meluntorjuntasuunnitelma ILME 2024-2029. Kaupunkiympäristön julkaisuja 2024:4. Saatavilla (viitattu 31.1.2025): https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-04-24.pdf

Helsingin kaupunki. (2024b). Vuoden katutyömaa -kilpailun voittajaksi Kruunusiltojen Hakaniemen osaprojekti. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 16.4.2025): https://www.hel.fi/fi/uutiset/vuoden-katutyomaa-kilpailun-voittajaksi-kruunusiltojen-hakaniemen-osaprojekti

Helsingin kaupunki. (2025a). Haittojenhallinnan lisätietokortit. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://haitaton.hel.fi/fi/tyoohjeet/haittojenhallinta

Helsingin kaupunki. (2025b). Työmaatauluohjeet. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 10.6.2025): https://helsinki.contenthub.fi/ui/shares/w22834026/p2yAKWBw2yd/fi/workspaces/22834026/browse?page=0&pageSize=50&selectedId=23627565&selectedIndex=1&sortBy=name&tags=

Helsingin Sanomat. (2024). Mannerheimintien työmaan kaoottisuus hämmentää ja huolettaa: ”Ehkä parin vuoden päästä tälle keksitään selitys”. (Uutinen). Saatavilla (viitattu 15.1.2025): https://www.hs.fi/helsinki/art-2000010840930.html

Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL). (n.d.). Urakoitsijat. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 2.6.2025): https://www.hsl.fi/hsl/urakoitsijat

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (n.d.a). HSY. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 8.1.2025): https://www.hsy.fi/hsy/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (n.d.b). HSY:n avoimen datan karttapalvelu. Saatavilla (viitattu 9.5.2025): https://kartta.hsy.fi/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (n.d.c). Strategia ja vastuullisuus. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 8.1.2025): https://www.hsy.fi/hsy/organisaatio/strategia-ja-vastuullisuus/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (n.d.d). Vesihuollon investointihankkeet. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 8.1.2025): https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/nain-vesihuolto-toimii/vesihuollon-investointihankkeet/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2019). Mittausraportti. Kalasataman työmaiden pölymittaukset vuonna 2018. Saatavilla (viitattu 3.6.2025): https://www.hsy.fi/499221/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/kalasatama-23.3.-31.10.2018.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2020). Mittausraportti. Työmaapölymittaukset vuonna 2019. Saatavilla (viitattu 31.1.2025): https://www.hsy.fi/49c016/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/tyomaapolymittaukset-helsinki-espoo-vantaa-2019.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2021). HSY:n alueen vesihuollon kehittämissuunnitelma 2021–2030. Saatavilla (viitattu 30.1.2025): https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/nain-vesihuolto-toimii/vesihuollon-kehittamissuunnitelma/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2022). Työmaapölymittaukset vuonna 2022. PM_{10}-mittaukset työmaiden läheisyydessä (Espoo ja Vantaa). Saatavilla (viitattu 31.1.2025): https://www.hsy.fi/4933ec/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/tyomaapolymittaukset-2022.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2024a). Työmaapölymittaukset vuonna 2024. PM10-mittaukset työmaiden läheisyydessä (Espoo). Saatavilla (viitattu 31.1.2025): https://www.hsy.fi/4affcd/contentassets/5560666c5caf49738a3ec36efb8ae54c/tyomaapolymittaukset-vuonna-2024.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2024b). Vesihuollon investointiohjelma 2025–2044. Saatavilla (viitattu 30.1.2025): https://ahjojulkaisu.hel.fi/0D81BE1B-4914-CD01-8568-907742000001.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). (2024c). Visuaalinen ilme. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 10.6.2025): https://www.hsy.fi/hsy/ajankohtaista/medialle/visuaalinen-ilme/

Helsingin Uutiset. (2023). Laajasalontie jälleen tukossa kaistan sulkemisen takia – "Miten liikennesuunnittelu voi epäonnistua näin pahasti?" (Uutinen). Saatavilla (viitattu 15.1.2025): https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/6050509

Helsingin Uutiset. (2021). "Työmailla ei tapahdu kuukausiin mitään" – Useita esimerkkejä listaavan rakennusmestarin mielestä Helsingin tapa tehdä katutöitä on käsittämätön, näin vastaa kaupunki. (Uutinen). Saatavilla (viitattu 15.1.2025): https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/4332654

Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2022). Tutkimushaastattelu : teemahaastattelun teoria ja käytäntö. 2. painos. Gaudeamus. 213 s.

HS-Vesi. (2025). Ohjeita talousveteen liittyviin häiriötilanteisiin. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 3.6.2025): https://hsvesi.fi/henkiloasiakkaat/ohjeita/

Huang, X., Luo, H., Kang, J., & Liu, J. (2025). Worker-Centric Construction Noise Management: A Systematic Review of Assessment, Monitoring, Modelling, and Control. Building and Environment. Vol. 280.

Huoltovarmuusorganisaatio. (2016). Vesihuoltolaitoksen opas häiriötilanteisiin varautumiseen. Suomen Vesilaitosyhdistys ry. Saatavilla (viitattu 17.6.2025): https://www.vesilaitosyhdistys.fi/verkkokauppa/tuotteet/vesihuoltolaitoksen-opas-hairiotilanteisiin-varautumiseen/

Ilmatieteen laitos. (2017). Ilmanlaadun mittausohje 2017. Raportteja 2017:6. Saatavilla (viitattu 3.2.2025): https://helda.helsinki.fi/items/dfde5a5e-8596-4e35-86d7-6eee03dc4094

Infra-31-710119. (2013). Vesihuoltoverkkojen saneeraus. Rakennustieto Oy. 15 s.

INFRA ry. (2020). Murskamittari. 4. painos. 32 s.

INFRA ry, & Työterveyslaitos. (2017). MVR-mittari - Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi ja kehittäminen. 4. painos. 20 s.

INFRA ry. (2018a). Asfalttimittari. Levitystyömaa. Opas asfaltin levitystyömaiden turvallisuustason arviointiin ja kehittämiseen. 18 s.

INFRA ry. (2018b). Asfalttimittari. Tehdas. Opas asfalttikoneasemien ja -tehtaiden turvallisuustason arviointiin ja kehittämiseen. 24 s.

InfraRYL. (2024a). Rakennustieto Oy.

InfraRYL. (2024b). Infra- ja maarakentamisen ympäristövaikutukset ja niiden hallinta. Rakennustieto Oy.

Invalidiliitto ry. (2019). Esteettömyyskartoitusopas. Invalidiliiton julkaisuja O. 64. 64 s. Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://www.invalidiliitto.fi/eskeh-kartoituslomakkeet-ja-opas

Invalidiliitto ry. (n.d.a). Esteettömyys. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://www.invalidiliitto.fi/esteettomyys

Invalidiliitto ry. (n.d.b). Ulkoalue. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://www.invalidiliitto.fi/esteettomyys/ulkoalue

Jalonen, O. (2023). Työnaikaisten liikennejärjestelyiden arviointimittarin käyttökelpoisuuden arviointi ja jatkokehitystarpeet. Diplomityö, Aalto-yliopisto. 93 s.

Jauhiainen, T., Vuorinen, H. S., & Heinonen-Guzejev, M. (2007). Ympäristömelun vaikutukset. Suomen ympäristö 3/2007. Ympäristöministeriö, Helsinki. 82 s. Saatavilla (viitattu 24.1.2025): https://helda.helsinki.fi/items/93272551-2a7e-4885-9c48-d3eb82eadf2f

Jung, S., Kang, H., Sung, S., & Hong, T. (2019). Health risk assessment for occupants as a decision-making tool to quantify the environmental effects of particulate matter in construction projects. Building and Environment. Vol.161.

Kangas, A. (2017). VM 22/2017 Ohje riskienhallintaan. Riskiarviointityökalu - käyttö- ja täyttöohje. Valtiovarainministeriö. 14 s. Saatavilla (viitattu 7.2.2025): https://vm.fi/documents/10623/1898625/Riskiarviointi+ohje/fe847307-0fc9-4389-bc0c-f003a98c150f

Kauniaisten kaupunki. (2015). Kauniaisten kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. Saatavilla (viitattu 5.2.2025): https://www.kauniainen.fi/wp-content/uploads/2021/05/YSmaarayksset_KV_Hyvaks.pdf

Kokkonen, J., Huhtala, T., & Kylliäinen, M. (2023). Melun- ja tärinäntorjuntaratkaisut sekä niiden vaikutukset kaavoituksessa. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:28. Ympäristöministeriö, Helsinki. 75 s. Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165049

Kruunusillat. (2025). (www-sivu). Saatavilla (viitattu 7.2.2025): https://kruunusillat.fi/

Kuntaliitto. (2024). Vesihuolto. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://www.kuntaliitto.fi/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tekniikka/vesihuolto

Kurra, S. (2021). Environmental noise and management : overview from past to present. John Wiley & Sons, Incorporated. 816 p.

Laakso, T., & Virta, S. (2019). Suomen vesihuoltoverkostojen kunto ja saneeraustarpeen kehittyminen tulevaisuudessa. Vesitalous. Vol. 3/2019, s. 21–23.

Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta. (2023). L 541/2023. Saatavilla (viitattu 17.6.2025): https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadoskokoelma/2023/541

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta. (2005). L 390/2005. Saatavilla (viitattu 17.6.2025): https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2005/390

Lane, K., & Hrudey, S. E. (2023). A critical review of risk matrices used in water safety planning: improving risk matrix construction. Journal of Water and Health. Vol. 21(12), pp. 1795–1811.

Leinonen, P. (2021). Turvallisuuskävelyt ja auditoinnit kehittävät työturvallisuutta. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 28.4.2025): https://www.fingridlehti.fi/turvallisuuskavelyt-ja-auditoinnit-kehittavat-tyoturvallisuutta-2/

Liikennevirasto. (2018). Syvästabiloinnin suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 17/2018. 165 s.

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). Vesihuolto. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://mmm.fi/vesi/vesihuolto

Manskun katutyöt. (2025). (www-sivu). Saatavilla (viitattu 7.2.2025): https://manskunkatutyot.fi/

Matthews, J. C., Allouche, E. N., & Sterling, R. L. (2015). Social cost impact assessment of pipeline infrastructure projects. Environmental Impact Assessment Review. Vol. 50, pp. 196–202.

Mir, M., Nasirzadeh, F., Lee, S., Cabrera, D., & Mills, A. (2022). Construction noise management: A systematic review and directions for future research. Applied Acoustics, Vol. 197.

Olson, D. L. (2014). Supply chain risk management : tools for analysis (Second edition.). Business Expert Press. 106 p.

PKS-kaupungit. (2024). Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt. Pääkaupunkiseudun (PKS) määräykset ja ohjeet. 40 s. Saatavilla (viitattu 3.2.2025): https://www.hel.fi/static/hkr/luvat/pks_kaivutyoohje.pdf

Ratu KI-6034. (2019). Rakennushankkeen työturvallisuus. Rakennustieto Oy. 312 s.

RatuTT 05-01307. (2020). Työmaan viikoittaisen kunnossapitotarkastuksen toteuttaminen TR-mittauksella. Rakennustieto Oy. 2 s.

RatuTT 10-01060. (2013). Vaara vaanii kaivannossa. Opas kaivannon turvalliseen toteuttamiseen. Rakennustieto Oy. 4 s.

RIL 237-1-2010. (2010). Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 177 s.

RIL 253-2024. (2024). Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 131 s.

Rousku, K. (2017). Ohje riskienhallintaan. Valtiovarainministeriön julkaisuja 22/2017. 34 s. Saatavilla (viitattu 17.2.2025): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80013

SFS-EN 12341:2023. (2023). Ambient air. Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or PM2,5 mass concentration of suspended particulate matter. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 59 p.

SFS-EN 15975-2:2013. (2013). Security of drinking water supply. Guidelines for risk and crisis management. Part 2: Risk management. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 15 p.

SFS-EN 16450:2017. (2017). Ambient air. Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM10; PM2,5). Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 49 p.

SFS-EN ISO 19011:2018. (2018). Johtamisjärjestelmän auditointiohjeet. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 103 s.

SFS-EN IEC 31010:2019. (2019). Riskienhallinta. Riskien arviointimenetelmät. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 250 s.

Suomen kuntatekniikan yhdistys (SKTY) ry. (2020). Katu 2020. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 3.2.2025): https://katu2020.info/2020/

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto (RIL) ry. (2023). ROTI Rakennetun omaisuuden tila 2023. 44 s. Saatavilla (viitattu 15.1.2025): https://www.ril.fi/media/2023/vaikuttaminen/roti-2023/roti_2023_final_suojattu.pdf

Suomen Riskienhallintayhdistys ry. (n.d.). Ympäristöriskit. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 6.2.2025): https://pk-rh.fi/riskien-luokittelu/vahinkoriskit/ymparistoriskit.html

Suomen ympäristökeskus (Syke). (2023). Melulle altistutaan laajasti. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://www.ymparisto.fi/fi/ympariston-tila/terve-ymparisto/melu

SuRaKu-ohjekortit. (2022). Saatavilla (viitattu 21.5.2025): https://helsinkikaikille.hel.fi/ohjeita-esteettomyyden-toteuttamiseen/valtakunnalliset-ulkoalueita-koskevat-ohjeet/

TEPA-termipankki. (n.d.a). Pöly. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/p%C3%B6ly

TEPA-termipankki. (n.d.b). Tärinä. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/t%C3%A4rin%C3%A4

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). (2024). Melu. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 20.1.2025): https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/melu

Tietosuojavaltuutetun toimisto. (n.d.). Pseudonymisoidut ja anonymisoidut tiedot. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 10.3.2025): https://tietosuoja.fi/pseudonymisointi-anonymisointi

Tilastokeskus. (n.d.). Pienhiukkaset (PM2.5 ja PM10). (www-sivu). Saatavilla (viitattu 23.1.2025): https://stat.fi/meta/kas/pienhiukkaset.html

Trifunovic, N. (2020). Introduction to Urban Water Distribution: Theory (Second edition, Vol. 1). CRC Press. 460 p.

Turpeinen, S. (2018). Infrarakennustyömaan ympäristömittari. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 103 s.

Työsuojeluhallinto. (2024). Tärinä. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/tarina

Työterveyslaitos. (n.d.a). Asbesti. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 18.6.2025): https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/asbesti

Työterveyslaitos. (n.d.b). Kvartsi (kiteinen piidioksidi). (www-sivu). Saatavilla (viitattu 18.6.2025): https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/kvartsi-kiteinen-piidioksidi

Työterveyslaitos. (2016). Asbesti rakennusmateriaaleissa. Saatavilla (viitattu 18.6.2025): https://www.ttl.fi/sites/default/files/2021-11/asbesti-rakennusmateriaaleissa.pdf

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. (2017). L 79/2017. Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170079

Valtioneuvoston asetus nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista. (2020). L 314/2020. Saatavilla (viitattu 17.6.2025): https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadskokoelma/2020/314

Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä. (2001). L 621/2001. Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010621

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta. (2014). L 713/2014. Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140713

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. (1992). L 993/1992. Saatavilla (viitattu 28.1.2025): https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993

Vantaan kaupunki. (2024). Vantaan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 5.2.2025): https://www.vantaa.fi/fi/ymparisto-ja-luonto/vantaan-kaupungin-ymparistonsuojelumaaraykset

vesi.fi. (2019). Mitä on hulevesi? (www-sivu). Saatavilla (viitattu 22.1.2025): https://www.vesi.fi/vesitieto/mita-on-hulevesi/

Vuolio, R., & Halonen, T. (2012). Räjäytystyöt. 2. painos. Suomen Rakennusmedia Oy, Helsinki. 425 s.

Väylävirasto. (2020). Ohje riskienhallinnan menetelmistä. Väyläviraston ohjeita 51/2020. 28 s. Saatavilla (viitattu 7.2.2025): https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-51_ohje_riskienhallinnan_web.pdf

Väylävirasto. (2022). Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa. Väyläviraston ohjeita 20/2022. 66 s. Saatavilla (viitattu 3.6.2025): https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-20_uusiomateriaalien_kaytto_web.pdf

Wu, Z., Zhang, X., & Wu, M. (2016). Mitigating construction dust pollution: state of the art and the way forward. Journal of Cleaner Production. Vol. 112, pp. 1658–1666.

YIT Oyj. (2022). Tuoretta tietoa työmaalta – aktiivinen viestintä ja keskustelu helpottavat kaupunkilaisten arkea. (www-sivu). Saatavilla (viitattu 4.2.2025): https://www.yit.fi/ytimessa/tuoretta-tietoa-tyomaalta

Yli-Tuomi, T., & Siponen, T. (2023). Katsaus sisätilojen PM2,5- ja PM10-hiukkasista Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos THL. 45 s. Saatavilla (viitattu 23.1.2025): https://www.julkari.fi/handle/10024/147280

Ympäristöministeriö. (1995). Ympäristömelun mittaaminen. Ohje 1/1995. 82 s. Saatavilla (viitattu 28.1.2025): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/42692

Ympäristöministeriö. (2004). Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma. Suomen ympäristö 696. 64 s. Saatavilla (viitattu 4.3.2025): https://helda.helsinki.fi/items/70025a16-a1d0-40b6-a87f-a29ab5cf50a9

Ympäristönsuojelulaki. (2014). L 527/2014. Saatavilla (viitattu 21.1.2025): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527

LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET

Haastateltavan taustatiedot:

1. Mikä on ammattinimikkeesi/tittelisi?
2. Mitä tahoa edustat (tilaaja/rakennuttaja/suunnittelija/urakoitsija/valvoja/asiantuntija)?
3. Millaista kokemusta sinulla on vesihuoltoverkoston rakentamisesta/rakennuttamisesta/suunnittelusta jne.? Kuinka pitkä kokemus, millaisista hankkeista ja missä roolissa?

Työmaiden haitat ja niiden huomioiminen suunnitteluvaiheessa:

4. Mitkä työmaiden lähiympäristölle ja asukkaille aiheuttamat haitat yleisesti tunnistetaan ja ovat hallinnassa? Mitkä haitat ovat sellaisia, joita ei tunnisteta/hallita tarpeeksi hyvin?
5. Miten haitat tunnistetaan ja miten niitä arvioidaan hankkeiden eri suunnittelu/-ohjelmointivaiheissa tällä hetkellä? Mitä menetelmiä siihen on käytössä?
6. Millainen työkalu tukisi haittojen arviointia suunnitteluvaiheessa?
7. Onko haittamatriisi mielestäsi sopiva menetelmä arvioida haittojen merkittävyyttä hankkeen suunnitteluvaiheessa? Miksi on/ei? Onko olemassa joku muu sopiva menetelmä?
8. Mitä työkalun kehittämisessä tulisi huomioida?

Työmaiden haittojen seuranta/mittaaminen rakennusaikana:

9. Millä menetelmillä tunnistettuja haittoja mitataan/seurataan rakennusaikana? Miten ne toimivat?
10. Miten toimitaan, jos rakennusaikana tulee ennakoimattomia haittoja?
11. Millaisilla menetelmillä haittoja voisi mitata/seurata?
12. Mitä hyötyjä ja haasteita haittojen mittaamisessa/seurannassa on?

LIITE B: TIETOSUOJAILMOITUS

Tampereen yliopisto
Tampereen ammattikorkeakoulu

1 (2)

Opinnäytetutkimuksen tietosuojailmoitus
EU:n yleinen tietosuoja-asetus (2016/679), art. 12–14

Rekisterin nimi	Diplomityö: Työmaan haittojen arviointi ja mittaaminen
Päiväys	12.2.2025
Rekisterinpitäjä(t)	Mia Tikka mia.tikka@tuni.fi
Ohjaaja tai oppilaitoksen yhteyshenkilö	Marja Palmroth marja.palmroth@tuni.fi Minna Leppänen minna.leppanen@tuni.fi
Henkilötietojen käsittelytarkoitus ja käsittelyperuste	Henkilötietojasi käsitellään vesihuollon verkostotyömaiden haittoihin liittyvässä opinnäytetutkimuksessa. Työn tavoitteena on kirjallisuuden sekä haastattelujen pohjalta selvittää verkostotyömaiden aiheuttamat haitat lähiympäristölle ja asukkaille ja mittarit niille sekä luoda työkalu haittojen arviointiin. Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Henkilötietojen käsittelyperusteena on: ☐ suostumus. EU:n yleinen tietosuoja-asetus 6 artikla 1.a-kohta. Suostumuksen voi peruuttaa milloin tahansa ilmoittamalla tästä rekisterinpitäjälle. Suostumuksen peruuttaminen ei vaikuta ennen suostumuksen peruuttamista suoritetun käsittelyn lainmukaisuuteen. TAI ☒ yleisen edun mukainen tieteellinen tutkimus. EU:n yleinen tietosuoja-asetus 6 artikla 1 e-kohta. Ks. ohje Henkilötieto opinnäytetyössä
Henkilötietojen säilytysaika	Aineisto säilytetään HSY:n OneDrivessä rekisterinpitäjän diplomityötä varten. Opinnäytteen valmistuttua aineisto ja henkilötiedot tuhotaan.

Opinnäytetutkimuksen tietosuojailmoitus
EU:n yleinen tietosuoja-asetus (2016/679), art. 12–14

	Siltä osin kuin ohjaajalla on pääsy aineistoon opinnäytetyön ohjaamista ja tarkastamista varten, ohjaajat ja tarkastajat käsittelevät henkilötietoja ainoastaan niin kauan kuin on tarpeellista työn hyväksymistä varten.
Rekisterin tietosisältö ja tietolähteet	Kuvaus rekisterissä käsiteltävistä henkilötietotyypeistä tietoryhmittäin: - Nimitiedot - Yhteystiedot (sähköpostiosoite) - Työnimike/titteli ja organisaatio, jota henkilö edustaa - Haastattelun tietosisältö Tiedot kerätään tutkittavilta itseltään.
Henkilötietojen vastaanottajat	Henkilötietojasi ei luovuteta ulkopuolisille.
Rekisterin suojauksen periaatteet	Manuaalista aineistoa ei kerätä. Digitaalinen aineisto suojataan käyttäjätunnuksella ja salasanalla tai kaksivaiheisella käyttäjän tunnistuksella (MFA). Aineistosta poistetaan suorat tunnistetiedot. Aineistoa käsitellään ja analysoidaan ainoastaan ilman suoria tunnistetietoja.
Rekisteröidyn oikeudet	Tietosuojalainsäädännön mukaisesti sinulle kuuluu oikeus saada pääsy tietoihin, oikaista tietoja, oikeus tietojen poistamiseen (oikeus tulla unohdetuksi), rajoittaa tietojen käsittelyä ja vastustaa henkilötietojen käsittelyä. Jos haluat käyttää jotain oikeuttasi, ota yhteys rekisterinpitäjään.
Oikeus valittaa viranomaiselle	Sinulla on oikeus tehdä valitus henkilötietojen käsittelyä valvovalle viranomaiselle, jos epäilet henkilötietojasi käsiteltävän vastoin tietosuojalainsäädäntöä: tietosuoja.fi / sähköposti: tietosuoja@om.fi

LIITE C: HAITTOJEN ARVIOINTITYÖKALU

Ohje-välilehti

Verkostotyömaan haittojen arviointityökalu

Tämän työkalun tarkoituksena on arvioida vesihuollon verkostotyömaiden aiheuttamia haittoja lähiympäristölle ja alueen käyttäjille, kuten asukkaille ja liikenteelle.
Näkökulma on hankkeen toteutuksen aikainen, ei käytön aikainen.

Haittamatriisi

Haittamatriisi-välilehdellä on esitetty haittojen arvioinnin perusteet, joita käytetään Haittataulukko-välilehden haittojen arvioinnissa.
Haittamatriisi perustuu riskienarviointityökaluun riskimatriisiin, jolla riskin suuruus määritetään sen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden perusteella. Haittamatriisi toimii samalla tavalla, mutta arvioinnin kohteena on verkostotyömaiden aiheuttamat haitat.
Haittojen arvioinnin selkeyttämiseksi haitan seurausten vakavuudelle on annettu esimerkkimääritelmiä kategorioittain. Muihin haittoihin voi soveltaa seurausten vakavuuden yleistä asteikkoa tai muuta tapauskohtaista arviota. Asteikon esimerkit ovat suuntaa antavia ja arvioijan tulee käyttää omaa harkintaa tilanteen mukaan.

Haittataulukko

Taulukkoon täytetään vain ne kohdat, jotka liittyvät kyseiseen hankkeeseen. Haitan aihe on tekijä, josta haitta aiheutuu. Haitan kuvaus -kohtaan kuvataan tarkemmin aiheutuva haitta. Yhteen haitan aiheeseen voi liittyä useita haittoja. Taulukkoon voi lisätä rivejä, mikäli hankkeeseen liittyy muita haittoja.
Ensin määritellään haitan seurausten vakavuus asteikolla 1–4. Sen jälkeen arvioidaan, millä todennäköisyydellä (asteikolla 1–4) seuraus toteutuu. Seurausten vakavuuden ja todennäköisyyden arviointiasteikot löytyvät Haittamatriisi-välilehdeltä. Seurausten vakavuuden ja todennäköisyyden arvot kirjataan taulukkoon.
Haitan suuruus määräytyy taulukossa automaattisesti ja väri kertoo haittatason. Haittataso määrää, tuleeko haitan hallitsemiseksi tehdä toimenpiteitä. Haitoille, jotka ovat haittatasoltaan kohtalaisia (**keltainen**, tasainen tausta) tai sietämättömiä (**punainen**, pilkullinen tausta), tulee kirjata taulukkoon toimenpiteet. Haittatasoltaan vähäisten haittojen (**vihreä**, vinoviivoitettu tausta) kehittymistä tulee seurata.

Esimerkki haitan arvioinnista

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seurausten vakavuus	Haitan todennäköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi
Tärinä					
- Herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.)	Lääketieteellinen toimenpide estyy	4	1	4	Tärinäkatselmukset ja kommunikointi sairaalan kanssa

Haittamatriisi-välilehti

	Tapahtuman seurausten vakavuus			
	1 Vähäinen	**2 Kohtalainen**	**3 Suuri**	**4 Erittäin suuri**
Yleinen asteikko. Huomioitava kesto ja korjattavuus/hallittavuus	Lievä, hetkellinen haitta. Helposti korjattavissa/hallittavissa.	Häiritsevä, lyhytkestoinen haitta. Korjattavissa/hallittavissa tavanomaisin keinoin.	Merkittävä, pitkäkestoinen haitta, vaikuttaa arkeen tai turvallisuuteen. Korjattavissa/hallittavissa erityisin tai ylimääräisin keinoin.	Vakava/kestämätön, pysyvä/pitkäkestoinen haitta. Vaikeasti korjattavissa/hallittavissa.
Haitat ihmisille/asukkaille. Huomioitava kesto ja mahdollisten herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.).	Lievä epämukavuus, esim. hetkellinen melu / vaikutusalueella ei herkkiä kohteita	Häiritsevä haitta, esim. toistuva melu, häiritsevä tärinä / vaikutusalueella herkkiä kohteita	Merkittävä haitta, esim. pitkäkestoinen asumista häiritsevä melu, pölyn leviäminen sisätiloihin / vaikutusalueella herkkiä kohteita	Vakava haitta tai turvallisuusriski, esim. loukkaantuminen, rakenteita vaurioittava tärinä / vaikutusalueella herkkiä kohteita
Liikennehaitta ja turvallisuuspuute. Suuntaa antava määrittely, huomioitava väylän merkittävyys, haitan kesto, turvallisuusnäkökulma sekä onko mahdollisuus kiertotiehen.	Liikenne estyy pientaloalueen tonttikadulla tai häiriintyy hetkellisesti kerrostaloalueen tonttikadulla. Liikenne estyy alueella, jonne on kiertotie. Ei vaikutusta liikenneturvallisuuteen.	Paikallinen bussiliikenne häiriintyy tai liikenne estyy esim. kerrostaloalueen tonttikadulla. Liikenne estyy alueella, jonne ei ole kiertotietä. Liikenneturvallisuus heikentyy tilapäisesti.	Vaikutus raideliikenteeseen / liikenteelliseen pullonkaulaan / pääkadun liikenne häiriintyy useiksi kuukausiksi. Julkinen liikenne tai kokoojakadun liikenne estyy vuorokausiksi, alueelle ei kiertotietä. Liikenneturvallisuus heikentyy merkittävästi.	Julkinen liikenne estyy tai muu liikenne estyy pääkadulla tai moottoritiellä. Pitkäaikainen vaikutus liikenteelliseen pullonkaulaan. Mahdollisuus henkilö- tai omaisuusvahinkoihin.
Haitta vesihuoltopalveluille. Huomioitava kesto, vaikutusalue ja käyttäjien kriittisyys.	Vaikutus < 100 käyttäjälle. Vaikutusalueella ei kriittisiä vedenkäyttäjiä	Vaikutus 100–500 käyttäjälle / vaikutusalueella kriittisiä vedenkäyttäjiä	Vaikutus 500–1000 käyttäjälle / vaikutusalueella kriittisiä vedenkäyttäjiä	Vaikutus > 1000 käyttäjälle / kaupunginosaan / vaikutusalueella kriittisiä vedenkäyttäjiä

Tapahtuman todennäköisyys
4 Erittäin yleinen Toteutuu 50– % todennäköisyydellä hankkeen aikana
3 Yleinen Toteutuu 20–50 % todennäköisyydellä hankkeen aikana
2 Satunnainen Toteutuu 10–20 % todennäköisyydellä hankkeen aikana
1 Harvinainen Toteutuu < 10 % todennäköisyydellä hankkeen aikana

	Tapahtuman seurausten vakavuus			
	1 Vähäinen	2 Kohtalainen	3 Suuri	4 Erittäin suuri
4 Erittäin yleinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Sietämätön	Sietämätön
3 Yleinen	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Sietämätön
2 Satunnainen	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen
1 Harvinainen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen

Haitan suuruus	Haittataso	Haitan toimenpiteet
12–16	Sietämätön	Välittömät toimenpiteet.
4–9	Kohtalainen	Toimenpiteet suunniteltava.
1–3	Vähäinen	Ei tarvita toimenpiteitä. Haitan kehittymistä seurataan.

Haittataulukko-välilehti

Hankkeen nimi:

Suunnittelun vaihe: Arvioija (henkilö ja organisaatio):

Esisuunnittelu		__.__.202_
Yleissuunnittelu		__.__.202_
Rakennussuunnittelu		__.__.202_

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seurausten vakavuus	Haitan todennäköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi	Mittari haitan seurantaan
Melu						
- Työkoneet/työmenetelmät (mm. kiilaus, pontitus, tiivistys)						
- Työmaaliikenne						
- Ilta-/yöaikainen työskentely						
- Herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.)						
Pöly						
- Työkoneet						
- Työmaaliikenne						

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seurausten vakavuus	Haitan todennäköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi	Mittari haitan seurantaan
- Pölyävien materiaalien käsittely (mm. kuivat maamassat, sementti, uusiomaamateriaalit, stabiloinnin sideaineet)						
- Haitta-aineita sisältävä pöly (esim. kvartsipöly, asbestiputket)						
- Herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.)						
Tärinä						
- Työkoneet/työmenetelmät (mm. iskuvasara, louhinta, pontitus, tiivistys)						
- Työmaaliikenne						
- Ilta-/yöaikainen työskentely						
- Herkkien kohteiden altistuminen (päiväkodit, koulut, sairaalat ym.)						
Liikennehaitat						
- Jalankulun ja pyöräilyn kiertoreitit ja muuttuneet liikennejärjestelyt						

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seurausten vakavuus	Haitan todennäköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi	Mittari haitan seurantaan
- Ajoradan sulkeminen/kaventaminen, nopeuden alentaminen						
- Joukkoliikenteen kiertoreitit, pysäkkien siirrot, väliaikaiset pysäkit						
- Esteettömän kulun estyminen (erit. esteettömyyden erikoistason alueet)						
Vesihuoltopalveluiden häiriöt						
- Talousveden laadun heikkeneminen (esim. veden sameus)						
- Vesikatkot						
- Viemärikatkot						
- Sammutusvesijärjestelmien katkokset (sprinkleriasiakkaat)						
- Hajuhaitat						
Muut haitat						
- Kemikaalivuodot (esim. polttoainevuodot työkoneista)						

Haitan aihe	Haitan kuvaus	Haitan seuraus-ten vakavuus	Haitan toden-näköisyys	Haitan suuruus	Toimenpiteet haitan hallitsemiseksi	Mittari haitan seurantaan
- Putken/kaapelin rik-koutuminen						
- Vaikutukset pohjave-den pintaan						
- Painumahaitat viereisellä kiinteistöllä						
- Luontoarvojen heiken-tyminen (esim. huomioi-tava lintujen pesintä)						