

Tommi Siik

KAUKOLÄMPÖTYÖMAIDEN ESTEETTÖ- MYYDEN KEHITTÄMINEN

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Diplomityö
Huhtikuu 2020

TIIVISTELMÄ

Tommi Siik: Kaukolämpötyömaiden esteettömyyden kehittäminen
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Huhtikuu 2020

Diplomityön tavoitteena oli kehittää kaukolämpötyömaiden rakennustyön aikaista kevyen liikenteen esteettömyyttä toimivampaan ja yhtenäisempään suuntaan. Kaukolämpötyömaat voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: uudisrakennustyömaihin ja perusparannustyömaihin. Varsinkin perusparannustyömaat sijoittuvat tyypillisesti valmiiksi rakennettuun taajamaympäristöön. Taajamaympäristössä kaukolämpötyömaat sijoittuvat yleensä kevyen liikenteen kulkuväylille tai niiden välittömään läheisyyteen ja koostuvat tavallisesti syvästä ja pitkään auki olevista kaivannoista. Kun syviä ja pitkään auki olevia kaivantoja tehdään kevyen liikenteen käyttämien kulkureittien välittömään läheisyyteen, vaikuttavat ne yleensä myös kevyen liikenteen järjestelyihin. Työmaan päätoteuttajan tulee laatia ja hyväksyttää suunnitelma, jossa kuvataan tilapäiset liikennejärjestelyt, eli miten päätoteuttaja varmistaa työmaan vaikutuspiirissä kulkevien ihmisten turvallisen ja sujuvan työmaa-aikaisen liikkumisen.

Useat lait, asetukset ja yhteiset sopimukset edellyttävät, että työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen tulee olla kaikkien liikkujaryhmien kannalta turvallisia ja riittävän helppokäyttöisiä. Turvallisten ja helppokulkuisten eli esteettömien tilapäisten kevyen liikenteen järjestelyjen suunnittelua ja toteutusta ohjaamaan on laadittu erilaisia määräyksiä ja ohjeita. Näiden perusteella pystytään toteuttamaan vähimmäisvaatimukset täyttäviä tilapäisiä liikennejärjestelyratkaisuja. Varsinainen esteettömyys edellyttää kuitenkin usein, että liikennejärjestelyjen suunnittelussa huomioidaan määräysten ja ohjeiden lisäksi työmaan sijainnista riippuvat erityispiirteet, kuten alueen pääkäyttäjäryhmät ja pääkulkuväylät sekä topografia.

Työmaa-aikaisen kevyen liikenteen esteettömyyden kehittämiseksi järjestettiin esteettömyyskierroksia Oulun ja Helsingin alueilla kesällä 2019 toteutetuille kaukolämpötyömaille. Esteettömyyskierroksilla kevyen liikenteen eri käyttäjäryhmien esteettömyysvaatimuksiin perehtyneet asiantuntijat arvioivat kaukolämpötyömaiden aikaisia tilapäisiä liikennejärjestelyjä kevyen liikenteen esteettömyyden näkökulmasta. Tarkoituksena oli tutkia, miten hyvin kaukolämpöurakoitsijat huomioivat kevyen liikenteen sujuvan ja turvallisen liikkumisen toteuttaessaan työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä. Esteettömyyskierroksilla pyrittiin selvittämään, millaisia esteettömyyspuutteita liikennejärjestelyissä esiintyi, mistä nämä esteettömyyspuutteet saattoivat johtua ja miten kyseiset esteettömyyspuutteet voitaisiin jatkossa välttää. Päättävänä oli löytää kevyen liikenteen esteettömyyden kannalta olennaiset ja systemaattisesti esiintyvät puutteet, jotka johtuivat muista syistä kuin suorittavan portaan huolimattomasta työskentelystä.

Merkitseviä esteettömyyspuutteita havaittiin kaivantojen ylityksissä käytetyissä kulkusilloissa ja niiden asennuksessa, tilapäisten kiertoreittien toteutuksessa, väli aikaisten suojateiden perustamisessa sekä kevyen liikenteen työmaa-aikaisessa opastamisessa. Tietämättömyydestä johtuvien virheiden korjaamiseksi tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutuksesta vastuussa olevien henkilöiden tulisi kouluttaa alaisensa noudattamaan asianmukaisia toimintatapoja.

Työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelu on yleensä päätoteuttajan velvollisuus. Jotta urakoitsija voi saada luvan työskennellä katualueella, on liikennejärjestelysuunnitelman oltava kadun omistajan vaatimusten mukainen. Jos vaatimustaso ei täyty, voi kadun omistaja suunnitella liikennejärjestelyt myös itse. Liikennejärjestelyjen suunnittelemisen voidaan katsoa olevan myös etuoikeus, sillä urakoitsija voi suunnitella ratkaisuja, jotka sujuvoittavat työskentelyä, mikä tarkoittaa yleensä työmaan kannattavuuden paranemista. Tästä syystä päätoteuttajan tulisi jo oman etunsa nimissä huolehtia tilapäisten liikennejärjestelyjen asianmukaisesta suunnittelusta ja toteutuksesta, jotta saisi jatkossakin säilyttää tämän etuoikeuden.

Avainsanat: Työmaa-aikainen esteettömyys, kevyt liikenne, tilapäiset liikennejärjestelyt, kaukolämpö

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Tommi Siik: Improving the Accessibility of District Heating Construction Sites
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Civil Engineering
April 2020

The objective of this Master of Science Thesis was to improve the practicality and congruence of temporary traffic arrangements for non-motorised transport during district heating construction. District heating construction can be roughly divided into two categories: repair construction and new construction. Repair construction sites in particular are typically located in built environments. District heating construction sites in urban settlement areas are usually either overlapping or situated in the close proximity of non-motorised transport pathways. District heating construction usually requires deep trenches which often remain uncovered for long periods of time and since they are located in the close proximity of non-motorised transport pathways, they tend to affect the traffic arrangements. The main contractor is required to formulate a plan describing the temporary traffic arrangements and how they intend to ensure the safety of the public during the construction work. The plan must be approved by officials.

Several laws, decrees and agreements stipulate that any temporary traffic arrangements due to construction work must be safe and functional for all transport groups. There are several guides and instructions on how to ensure that temporary traffic arrangements allow for both safety and accessibility. The best results often require that temporary traffic arrangements are executed according to these instructions, but also that the distinctive features of each work site, including the main transport groups, the main pathways and the topography of the area, are taken into consideration.

In order to improve the accessibility of temporary traffic arrangements, district heating construction sites in Oulu and Helsinki were inspected in summer 2019. During the inspections, experts on the special requirements of different non-motorised transport groups assessed the temporary traffic arrangements for accessibility. The objective was to examine how well district heating contractors take into consideration the safety and functionality aspects when executing traffic arrangements for non-motorised transport. The aim was to note any deficiencies in accessibility, to identify possible causes behind them and to consider possible solutions for how to avoid them in the future. The main objective was to pinpoint the deficiencies that had a major impact on accessibility and that occurred systematically, but not due to negligence of construction workers.

Major deficiencies in accessibility were observed due to the installation work and the structural flaws of temporary bridges, the arrangements concerning temporary rerouting, the establishment of temporary pedestrian crossings and directing traffic. In order to minimise errors due to ignorance, the construction manager should train their staff on how to correctly execute temporary traffic arrangements.

The main contractor is usually obligated to plan the temporary traffic arrangements. In order to obtain permission to begin construction, the temporary traffic arrangement plan must meet the requirements of the street owner. If the requirements are not met, the temporary traffic arrangements can also be planned by the street owner. Planning the temporary traffic arrangements can also be seen as a privilege, since this allows the main contractor to plan solutions that help the construction work to proceed smoothly, which is usually financially advantageous. Consequently, the main contractor should plan and execute temporary traffic arrangements appropriately and meticulously, as this will help ensure that they will continue to have this privilege in the future.

Keywords: accessibility, non-motorised transport, temporary traffic arrangements, district heating

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

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu oman tietämykseni lisäämiseksi ja ammattitaitoni kehittämiseksi Tampereen yliopiston opinnäytteenä vuonna 2020. Diplomityön aiheena olevan kevyen liikenteen työmaa-aikaisen esteettömyyden merkityksen ymmärsin aloittaessani työskentelyn Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy:llä keväällä 2017. Yrityksen kaukolämpöosaston vastaavana työnjohtajana toiminut Petri Konola edellytti työryhmiltään paitsi laadukasta työnjälkeä, myös työmaan esteettömyydestä huolehtimista. Konolan esimerkin innoittamana aloin kiinnittää erityistä huomiota kevyen liikenteen esteettömyyteen myös omilla työmaillani ja huomasin, kuinka tärkeää on suunnitella kevyen liikenteen järjestelyt huolellisesti ja toteuttaa ne suunnitelmien mukaan.

Haluan kiittää diplomityön ohjanneita Tampereen yliopiston professori Pauli Kolisojaa sekä yliopisto-opettaja Minna Leppästä. Kiitän myös Helen Oy:n työmaapyöräilijänä toiminutta Aleksii Pippuria Helsingin alueen kaukolämpötyömailla toteutetuista esteettömyystarkastuksista sekä Energiateollisuus ry:n pitkäaikaista asiantuntijaa Veli-Pekka Sirolaa kaukolämpötoimintaan liittyvästä konsultaatiosta. Kiitokset myös Oulun Järvitien esteettömyyskierrokselle osallistuneille Näkövammaisten liitto ry:n, Pohjois-Pohjanmaan Näkövammaiset ry:n ja Oulun Invalidien Yhdistys ry:n edustajille. Lisäksi kiitokset saamastani tuesta haluan osoittaa rakkaalle avopuolisolleni Millalle.

Tampereella, 22.4.2020

Tommi Siik

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	1
1.1 Tausta.....	1
1.2 Tavoitteet ja rajaus	2
1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto	2
2. KAUKOLÄMPÖ	4
2.1 Kaukolämmitys	4
2.2 Kaukolämmön markkina-asema	5
2.3 Ympäristöystävällisyys.....	8
2.4 Kaukolämpöverkko	9
2.4.1 Kaukolämpöverkon rakenne	9
2.4.2 Uudisrakentaminen	10
2.4.3 Perusparantaminen	13
2.5 Kaukolämpötyömaat katukuvassa	18
3. KAUKOLÄMPÖTYÖMAAN AIKAISTEN LIIKENNEJÄRJESTELYJEN ESTEETTÖMYYS	19
3.1 Esteettömyys ihmisen perusoikeutena	19
3.2 Esteettömyysvaatimukset käyttäjäryhmittäin	20
3.2.1 Lapset ja lapsiperheet.....	20
3.2.2 Ikäihmiset.....	21
3.2.3 Liikuntavammaiset	21
3.2.4 Näkövammaiset	22
3.2.5 Kuulovammaiset	23
3.2.6 Kehitysvammaiset.....	23
3.2.7 Allergiaa sairastavat	23
3.3 Liikennejärjestelyjen esteettömyys	24
3.3.1 Rakennuttajan turvallisuusasiakirja	25
3.3.2 Päätoteuttajan turvallisuussuunnitelma	25
3.3.3 Työmaan sijainnin huomioiminen	26
3.3.4 Tiedottaminen ja opasteet	27
3.3.5 Liikenteenohjauslaitteet	29
3.4 Vaihtoehtoisia kevyen liikenteen järjestelyjä.....	37
3.4.1 Kulkutila kevyen liikenteen väylän reunasta	37
3.4.2 Kulkutila ajoradan reunasta	38
3.4.3 Kevyen liikenteen ohjaaminen kiertoreitille	41
4. ESTEETTÖMYYDEN NYKYTILANTEEN KARTOITUS	43
4.1 Kaukolämpötyömaiden turvallisuussuunnitelmat.....	44
4.2 Toteutettujen kaukolämpötyömaiden kevyen liikenteen esteettömyys ..	46
4.2.1 Esteettömyystutkimuksen lähtökohdat ja toteutus.....	46
4.2.2 Työmaa	48
4.2.3 Kaivannot.....	51
4.2.4 Liikennemerkit ja opasteet	55
4.2.5 Kiertotiet.....	59

4.2.6 Väliaikaiset suojatiet	61
4.2.7 Joukkoliikennepysäkit	65
4.2.8 Muut huomiot	66
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	67
6. YHTEENVETO	71
LÄHTEET	73
LIITE A: 2MPUK- JA MPUK-KAIVANTOJEN POIKKILEIKKAUSMITAT	1
LIITE B: KAUKOLÄMPÖTYÖMAA RISTEÄVÄLLÄ KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄLLÄ	1
LIITE C: KAUKOLÄMPÖTYÖMAAN OHITTAVA KIERTOREITTI AJORADAN REUNASSA.....	1
LIITE D: TYYPIESIMERKKI TURVALLISUUSSUUNNITELMASTA.....	1
LIITE E: ESTEETTÖMYYSKIERROKSILLA KÄYTETTY TARKASTUSLISTA JA TÄYTTÖOHJE.....	1
LIITE F: ESTEETTÖMYYSKIERROKSILLA TÄYTETYT TARKASTUSLISTAT	1

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Kaksiputkijärjestelmän periaatekuva. Perustuu lähteeseen [1, s. 43].....</i>	<i>5</i>
Kuva 2.	<i>Lämmitystapojen markkinaosuudet asuin- ja palvelurakennuksissa käytetyn energiamäärän mukaan Suomessa vuonna 2017. [10].....</i>	<i>6</i>
Kuva 3.	<i>Lämmitystapojen markkinaosuudet lämmitetyn rakennustilavuuden mukaan uudisrakennuksissa Suomessa vuosina 2000-2018. [11, s. 13].....</i>	<i>7</i>
Kuva 4.	<i>Kaukolämmön tuotanto energialähteittäin Suomessa vuonna 2018. Perustuu lähteeseen [11, s. 5].....</i>	<i>9</i>
Kuva 5.	<i>Yksi- ja kaksiputkijohtokanavien tyyppipoikkileikkaukset. Perustuu lähteeseen [5, s. 45–46].....</i>	<i>11</i>
Kuva 6.	<i>Kaivantotukielementeillä osittain tuettu kaukolämpökaivanto. [29].....</i>	<i>13</i>
Kuva 7.	<i>Tehdasvalmisteisten betonielementtikanavien rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 8].....</i>	<i>15</i>
Kuva 8.	<i>Muovisuojakuorijohtojen Mpul ja 2Mpul rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 13].....</i>	<i>16</i>
Kuva 9.	<i>Asbestisementtisuojaputkijohtojen rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 20].....</i>	<i>17</i>
Kuva 10.	<i>Kevyen liikenteen opastustaulu. Perustuu lähteeseen [6, s. 14].....</i>	<i>29</i>
Kuva 11.	<i>Yleisperiaate liikennemerkkien sijoittamisesta tiepoikkileikkauksessa. [57, s. 22].....</i>	<i>31</i>
Kuva 12.	<i>Esimerkki kevyen liikenteen väylän sulkemiseen käytettävästä sulkuaidasta. Perustuu lähteeseen [41, s. 15].....</i>	<i>33</i>
Kuva 13.	<i>Esimerkki kevyen liikenteen väylän sulkemiseen ja kaivannon suojaamiseen soveltuvista työaidoista. Perustuu lähteeseen [41, s. 26, 28].....</i>	<i>34</i>
Kuva 14.	<i>Esimerkki sulkupuomin mitoituksesta. [41, s. 27].....</i>	<i>34</i>
Kuva 15.	<i>Esimerkki teräskaiteellisesta ja betonijalustaisesta raskassuoja-aidasta. Perustuu lähteeseen [59, s. 34].....</i>	<i>35</i>
Kuva 16.	<i>Sulkupylväiden käyttö tilapäisen korkean reunatuen yhteydessä. [6, s. 22–23; 31, s. 79; 41, s. 52].....</i>	<i>36</i>
Kuva 17.	<i>Työmaan tilapäisissä liikennejärjestelyissä käytettävät varoitusvalot. Perustuu lähteeseen [60].....</i>	<i>37</i>
Kuva 18.	<i>Kevyelle liikenteelle ajoradan reunasta järjestetty kiertoreitti, jossa kevyt liikenne on erotettu ajoneuvoliikenteestä raskaalla suojauksella ja työmaa-alueesta muovisilla työaidoilla. [62].....</i>	<i>39</i>
Kuva 19.	<i>Esimerkki kevyen liikenteen kulkusillasta.....</i>	<i>40</i>
Kuva 20.	<i>Selkeästi toteutettu kiertoreitin opastus tilanteessa, jossa kevyen liikenteen väylä on jouduttu sulkemaan liikenteeltä.</i>	<i>42</i>
Kuva 21.	<i>Kaukolämpötyömaan ja työmaan vuoksi käytöstä poistetun bussipysäkin pistemäinen yhteisvaikutus. Käytössä oleva jalkakäytävä on kaventunut kaukolämpötyömaan vaikutuksesta, joten bussipysäkin ohittaminen edellyttää kiertämistä nurmialueen puolelta.....</i>	<i>50</i>
Kuva 22.	<i>Kevyen liikenteen kulkusilloissa esiintyneet turvallisuusriskit: nostoreiät sekä siltojen välinen hammastus ja rako.....</i>	<i>52</i>
Kuva 23.	<i>Helposti havaittava kaivannon ylityspaikka.</i>	<i>54</i>
Kuva 24.	<i>Kaukolämpötyömaan takia suljetun kevyen liikenteen väylän puutteellinen opastus, jonka seurauksena kevyt liikenne voi ajautua umpikujaan. [65].....</i>	<i>55</i>
Kuva 25.	<i>Parannusehdotus kuvassa 24 esitetylle kevyen liikenteen opastukselle.</i>	<i>56</i>

Kuva 26.	<i>Puutteellinen kevyen liikenteen opastus väliaikaiselle suojatielle.....</i>	<i>57</i>
Kuva 27.	<i>Kehitysehdotus kuvassa 26 olevalle kevyen liikenteen opastukselle.</i>	<i>58</i>
Kuva 28.	<i>Työmaa-aikaisella kevyen liikenteen kiertoreitillä oleva jyrkkä ylämäki, jonka hienorakeinen murskepinta aiheuttaa haasteita pyörätuolilla liikkuvalla.....</i>	<i>60</i>
Kuva 29.	<i>Ajoneuvoliikenteen kannalta vaikeasti havaittava väliaikaisen suojatien paikka.</i>	<i>62</i>
Kuva 30.	<i>Punaisella katkoviivalla merkitty kevyen liikenteen väylän heikosta ohjaavuudesta johtuva suojatien ulkopuolelle ajautuminen. Vihreällä katkoviivalla merkitty väliaikaisen suojatien oikea paikka.</i>	<i>63</i>
Kuva 31.	<i>Parannusehdotus kuvassa 30 esitetylle kevyen liikenteen väylän heikolle ohjaavuudelle.....</i>	<i>64</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

a	Liitoskohdissa edellytettävä hitsaus- ja liitostöiden vaatima vähimmäistyövara yksiputkirakenteisten kaukolämpöjohtojen keskinäiselle sekä kaukolämpöjohtojen ja kaivannon reunan väliselle etäisyydelle.
Amv	Kaksiputkirakenteinen asbestisementtisuojaputkijohto, jossa meno- ja paluupuolen virtausputket sijaitsevat saman mineraalivillalla eristetyn asbestisementtisuojaputken sisällä. Teräksiset virtausputket voivat liikkua vapaasti suojaputken sisällä.
2Amv	Yksiputkirakenteinen asbestisementtisuojaputkijohto, jossa on erilliset meno- ja paluujohdot. Kumpikin johto koostuu mineraalivillaeristetystä, vapaasti liikkuvasta teräksisestä virtausputkesta ja asbestisementtisuojaputkesta.
DN	Kaukolämpöjohdon kokoluokka, joka kuvastaa sen virtausputken sisähalkaisijaa.
e	Kaukolämpökaivannon pohjan leveys.
Emv	Tehdasvalmisteinen kaksitukinen kokoelementtikanava, jossa betonisten ala- ja yläelementtien sisällä ovat teräksestä valmistetut meno- ja paluujohdot sekä näitä ympäröivät mineraalivillaeristekourut.
Epu	Tehdasvalmisteinen kaksitukinen kokoelementtikanava, jossa betonisten ala- ja yläelementtien sisällä ovat teräksestä valmistetut meno- ja paluujohdot sekä näitä ympäröivät polyuretaanieristekourut.
h	Kaukolämpöjohdon ulkohalkaisija.
Mpuk	Kiinnivaahdotettu kaksiputkirakenteinen kaukolämpöjohto, jossa meno- ja paluupuolen virtausputket sijaitsevat saman polyeteenisuojakuoren sisällä. Polyeteenisuojakuori ja kaksi teräksistä virtausputkea on liitetty polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen.
2Mpuk	Kiinnivaahdotettu yksiputkirakenteinen kaukolämpöjohto, jossa on erilliset meno- ja paluujohdot. Kumpikin johto koostuu polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen liitetystä polyeteenisuojakuoresta ja teräksisestä virtausputkesta.
Mpul	Vapaasti liikkuva kaksiputkirakenteinen kaukolämpöjohto, jossa meno- ja paluupuolen virtausputket sijaitsevat saman polyeteenisuojakuoren sisällä. Teräksisiä virtausputkia vapaasti ympäröivät lasikuitusuojaputket ja polyeteenisuojakuori on liitetty polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen.
2Mpul	Vapaasti liikkuva yksiputkirakenteinen kaukolämpöjohto, jossa on erilliset meno- ja paluujohdot. Kumpikin johto koostuu teräksistä virtausputkea vapaasti ympäröivästä lasikuitusuojaputkesta ja siihen polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen liitetystä polyeteenisuojakuoresta.
puA	Kaksiputkirakenteinen asbestisementtisuojaputkijohto, jossa meno- ja paluupuolen virtausputket sijaitsevat saman polyuretaanivaahdolla eristetyn asbestisementtisuojaputken sisällä. Teräksiset virtausputket voivat liikkua vapaasti suojaputken sisällä.
Wmv	Tehdasvalmisteinen kolmitukinen kokoelementtikanava, jossa betonisten ala- ja yläelementtien sisällä ovat teräksestä valmistetut meno- ja paluujohdot sekä näitä ympäröivät mineraalivillaeristekourut.

1. JOHDANTO

1.1 Tausta

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto [1, s. 5]. Siinä lämpöenergiaa siirretään lämpöä tuottavista voimalaitoksista ja lämpökeskuksista maahan asennettavan putkijärjestelmän välityksellä asiakkaille. Kaukolämpöjohdot asennetaan tavallisesti 0,5–1 metrin syvyyteen katujen, jalkakäytävien ja kevyen liikenteen väylien alle tai puistomaalle. [2] Jakeluverkon rakentaminen on suurin yksittäinen investointi koko kaukolämpöjärjestelmässä. Kaukolämmön kilpailukyky riippuu olennaisesti verkon suuruudesta suhteessa toimitettuun tehoon. Tästä syystä kaukolämpöverkkoa rakennetaan lähtökohtaisesti tiheästi rakennetuille taajama-alueille, joissa lämmönkysyntä on suurta. [1, s. 26]

Suomessa kaukolämmitys on yleistynyt 1970-luvulta alkaen. Vuonna 1978 kaukolämmitystä hyödynnettiin jo 89:llä eri paikkakunnalla [1, s. 35]. Kaukolämpöverkon ikä sekä ennen 1980-luvun puoltaväliä käytetyt rakenneratkaisut ovat syy siihen, että merkittävä osa vanhoista johto-osuuksista on joko uusittu tai täytyy uusia lähitulevaisuudessa [3, s. 3, 8, 14]. Vanhojen ja vaurioherkkien rakenteiden uusimiseksi kaukolämpöverkon perusparannustöitä toteutetaan tulevaisuudessakin vilkkaasti liikennöidyillä katualueilla ja niiden välittömässä läheisyydessä [4, s. 40].

Katualueelle suunniteltavat kaivutyöt vaativat aina kadunpitäjän luvan. Yksi tärkeimmistä luvansaantikriteereistä on rakennustöiden aikaisesta liikenneturvallisuudesta ja esteettömyydestä huolehtiminen. Jos kaivutyöt vaikuttavat olemassa oleviin liikennejärjestelyihin, tulee näiden väliaikaisesta toteuttamisesta laatia suunnitelma, joka toimitetaan lupahakemuksen yhteydessä kadunpitäjälle. [5, s. 20]

Vilkkaasti liikennöidyille taajama-alueille mahtuu monenlaisia tienkäyttäjiä, joiden kaikkien turvallinen ja esteetön liikkuminen tulee varmistaa myös rakennustöiden aikana. Tämä edellyttää rakennustöiden aikaisten liikennejärjestelyjen huolellista suunnittelua, jossa huomioidaan ennen kaikkea jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuus sekä erityisryhmien kuten vanhusten, lasten ja liikuntarajoitteisten esteettömyys. Jokaisella tiealuetta käyttävällä ryhmällä on omat erityistarpeensa, joiden huomioon ottaminen vaatii erityistä perehtymistä asiaan. [6, s. 8]

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia Suomessa toteutettavien kaukolämpötyömaiden aikaisia tilapäisiä liikennejärjestelyjä. Tavoitteena on tutkia tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavien urakoitsijoiden toimintatapoja sekä selvittää näissä mahdollisesti esiintyviä puutteita. Tarkoituksena on tutkia kaukolämpöurakoitsijoiden laatimia ohjeistuksia työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutuksesta sekä havainnoida työmaille tehdyistä liikennejärjestelyistä aiheutuneita esteettömyyspuutteita. Selvityksen perusteella on mahdollista yhtenäistää ja päivittää olemassa olevia käytäntöjä, mikä osaltaan mahdollistaa toimivamman ja yhdenvertaisemman liikkumisympäristön meille kaikille.

Tutkimus rajataan koskemaan taajamissa ja erityisesti katualueilla toteutettavia kaukolämpöverkon rakennustöitä ja niihin liittyviä tilapäisiä liikennejärjestelyjä. Tilapäisissä liikennejärjestelyissä keskitytään pääasiassa työmaan vaikutuspiirissä olevien jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja ennen kaikkea erityisryhmien turvalliseen ja esteettömään liikkumiseen työmaan aikana.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Tutkimuksessa selvitetään olemassa olevien määräysten ja ohjeiden sekä hyvien toimintatapojen toteutumista työmaa-aikaisissa liikennejärjestelyissä. Liikennejärjestelyistä vastuussa olevien urakoitsijoiden velvollisuutena on huolehtia kaikille työmaan vaikutuspiirissä oleville henkilöille turvallinen ja esteetön liikkuminen koko työmaan keston ajan [1, s. 417]. Liikennejärjestelyjen suunnitteluun löytyy vapaasti saatavilla olevaa aineistoa, jota urakoitsijat voivat hyödyntää laatiessaan ohjeita työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamiselle. Voidaan siis olettaa, ettei merkittäviä puutteita urakoitsijoiden laatimissa ohjeissa ja näiden perusteella toteutetuissa liikennejärjestelyissä esiinny eivätkä ne sen vuoksi poikkea paljoakaan toisistaan.

Diplomityössä käytetään kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Lähdekirjallisuuteen perehtymällä hankitun teorian perusteella analysoidaan työn aikana kerättävää tutkimusaineistoa. Aineistoa kerätään sekä työnaikaisista liikennejärjestelyistä vastuussa olevilta urakoitsijoilta että liikennejärjestelyihin perehtyneiltä asiantuntijoilta. Urakoitsijoilta hankittava tieto koostuu heidän laatimistaan kaukolämpötyömaiden turvallisuussuunnitelmista sekä näiden avulla toteutetuista työmaa-aikaisista liikennejärjestelyistä. Turvallisuussuunnitelmissa tulisi olla käsiteltynä mm. tie- ja katualueilla tehtävät työt, kaivantojen putoamissuojaus sekä kulkuteihin liittyvät esteettömyysasiat [1, s. 417–418], joiden tulisi

näkyä myös käytännön toteutuksessa. Urakoitsijoiden toteuttamia työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä tarkastellaan ja arvioidaan yhdessä niihin perehtyneiden asiantuntijoiden kanssa. Heiltä pyritään keräämään käyttökelpoista tietoa tarkoitusta varten laadittavaa kyselylomaketta ja haastattelua apuna käyttäen.

Analysointiosuudessa tutkitaan, kuinka hyvin turvallisuussuunnitelmat vastaavat yleisiä määräyksiä ja ohjeita sekä miten hyvin suunnitelmia noudatetaan käytännössä. Asiantuntijoiden näkemyksiä hyödynnetään käytännön toteutuksessa esiintyvien puutteiden tunnistamisessa sekä nykykäytäntöihin liittyvien epäkohtien kehittämässä. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnetään erityisryhmiin kuuluvien henkilöiden kokemuksia katualueilla toteutetuista kaukolämpötyömaista sekä niihin liittyvistä liikennejärjestelyistä. Analysointiosuuden tuloksena pyritään löytämään tilapäisissä liikennejärjestelyissä piileviä puutteita, mikä on avainasemassa niiden systemaattisen korjaamisen mahdollistamisessa.

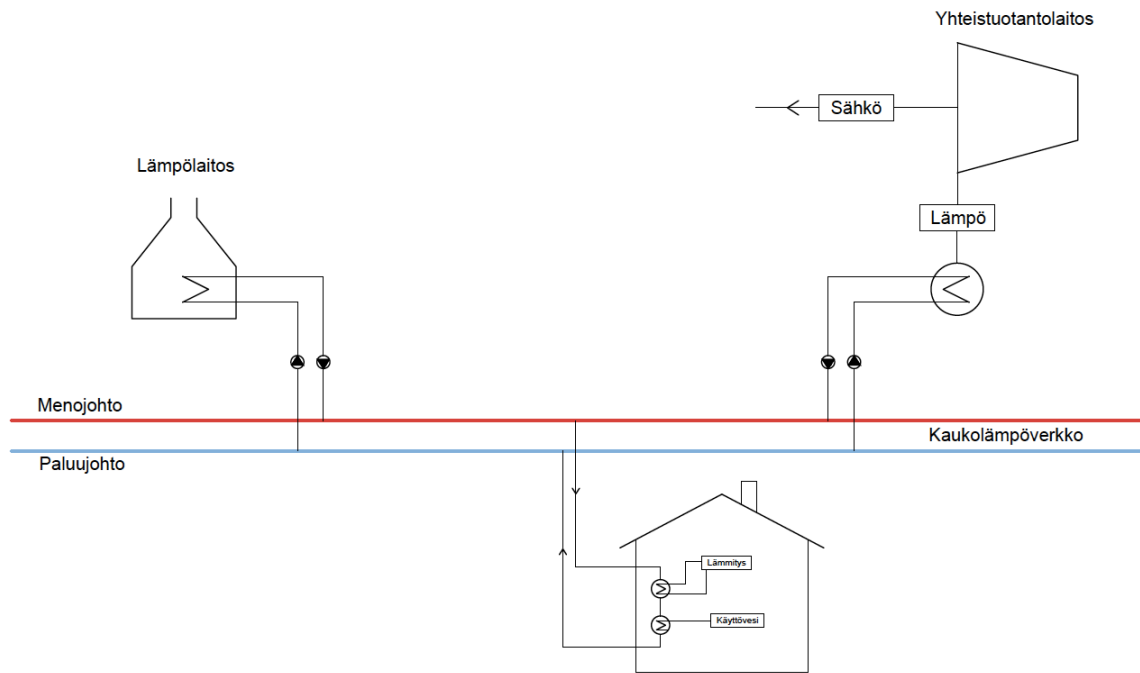
2. KAUKOLÄMPÖ

2.1 Kaukolämmitys

Kaukolämmitys on pääasiassa rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavan lämmön keskitettyä tuotantoa ja julkista jakelua asiakkaina oleville kiinteistöille. Menetelmässä siirrettävä lämpö tuotetaan voimalaitoksissa, joista se siirretään joko veden tai höyryn välityksellä asiakkaina oleville kiinteistöille, joita ovat asuin-, liike- ja julkiset rakennukset sekä teollisuus. Asiakkaat voivat hyödyntää lämpöä esimerkiksi rakennusten ja käyttöveden lämmitykseen. [1, s. 25]

Suomessa noin kolmasosa kaukolämmöstä tuotetaan lämpökeskuksissa, jotka ovat pelkästään lämpöä tuottavia laitoksia. Loput noin kaksi kolmasosaa kaukolämmöstä tuotetaan yhteistuotantolaitoksissa, jotka tuottavat sekä sähköä että lämpöä [7]. Yhteistuotantolaitosten suosio selittyy niiden merkittävästi paremmalla hyötysuhteella verrattuna erillistuotantolaitoksiin. Se osa polttoaineen energiasta, jota ei saada muutettua sähköksi, saadaan yhteistuotantolaitoksissa talteen lämpönä. Käytännössä erillistuotantolaitoksissa tuotettu energiamäärä saadaan valmistettua yhteistuotantolaitoksessa lähes kolmanneksen pienemmällä polttoainemäärällä ja ympäristöpäästöillä. [8]

Suomessa on käytössä yksinomaan niin sanottu vesikaukolämmitys, jossa lämpö siirtyy tuotantolaitokselta kuluttajalle kaukolämpöverkossa kiertävän vihreäksi värjätyn kaukolämpöveden mukana [1, s. 43–44; 9]. Vihreä väri ei kerro kaukolämpöveden myrkyllisyydestä: se on ihmisille ja ympäristölle täysin vaaratonta. Värin tarkoituksena on paljastaa kaukolämpöverkkoon mahdollisesti syntynyt vuoto kohta. [9] Kuluttajalla kiertovedessä olevaa lämpöä siirtyy lämmönsiirtimien välityksellä rakennuksen sisäisiin kiertopiireihin, joita ovat lämmitysverkko, käyttövesi ja ilmastointi. Varsinainen kaukolämpövesi ei siis kierrä rakennuksen lämmönkulutuskojeissa, vaan se luovuttaa osan lämmöstään rakennuksen lämmönsiirtimille, minkä jälkeen se palaa verkkoa pitkin takaisin tuotantolaitokselle uudelleen lämmitystä varten. Kuvassa 1 on esitetty yksinkertaistettu piirros kaksiputkijärjestelmän toimintaperiaatteesta. [1, s. 43–44]



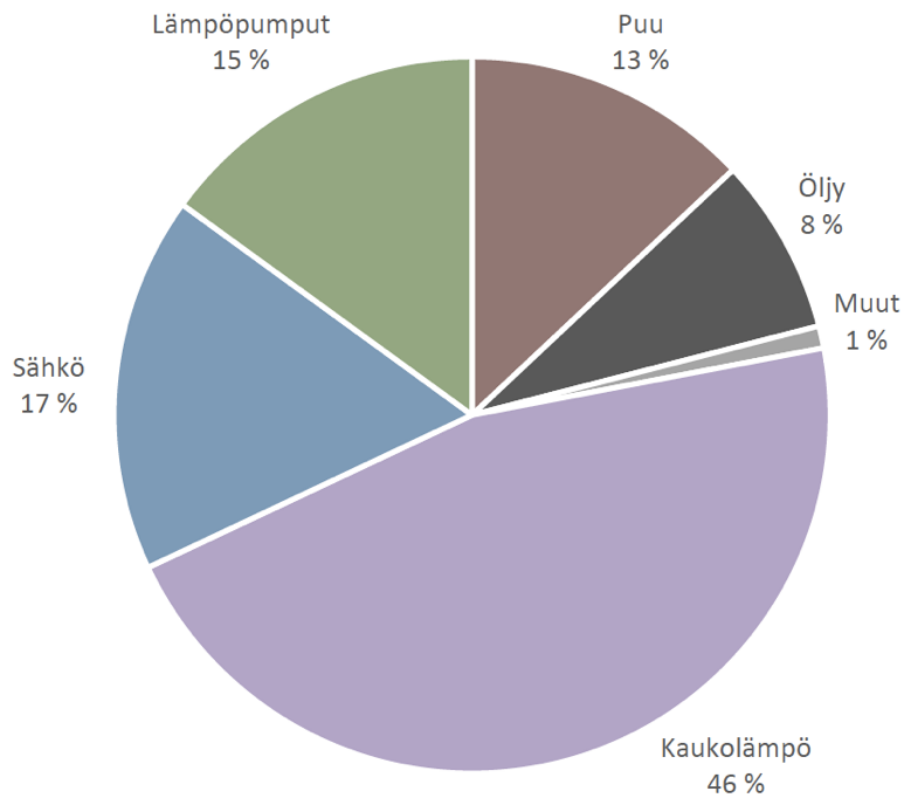
Kuva 1. Kaksiputkijärjestelmän periaatekuva. Perustuu lähteeseen [1, s. 43]

Kaukolämpöverkko koostuu asiakkaalle lämpöä siirtävästä menojohdosta ja jäähtyneen veden takaisin tuotantolaitokselle siirtävästä paluujohtosta [1, s. 44]. Nykyään johto-osuuksia rakennetaan yksinomaan kiinnivaahdotetusta johtojärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk), joka muodostuu polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen liitetyistä teräksisestä virtausputkesta ja polyeteenisuojakuoresta. Kiinnivaahdotettu johtotyyppi otettiin Suomessa käyttöön 1970-luvun puolivälissä. Käytännössä kaikki johto-osuudet on 1980-luvun puolivälin jälkeen rakennettu kyseistä johtotyyppiä käyttäen. [1, s. 137–138]

2.2 Kaukolämmön markkina-asema

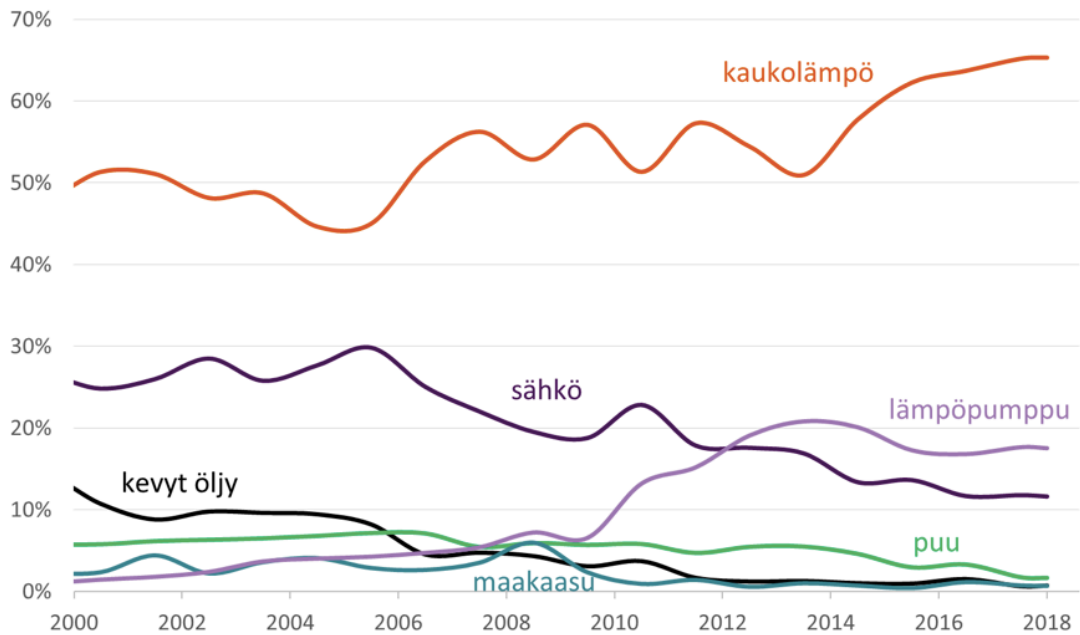
Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto asuin- ja palvelurakennusten sektorilla. Tilastokeskuksen keräämän aineiston perusteella voidaan tutkia eri lämmitysmuotojen markkinaosuuksien kehitystä halutulla aikajaksolla. Kuvassa 2 on esitetty eri lämmitysratkaisuvaihtoehtojen markkinaosuudet asuin- ja palvelurakennusten sektorilla vuonna 2017. Tilastokeskuksen mukaan öljyn osuus asuin- ja palvelurakennusten lämmitysmuotona on pienentynyt vuodesta 2007 (15 %) vuoteen 2017 (8 %) ja erilaisten lämpöpumpputkaisu- ratkaisujen, kuten ilma- ja maalämpöpumppujen osuus on kasvanut vuodesta 2007 (4 %) vuoteen 2017 (15 %). Puun ja sähkön osuudet ovat pysyneet jotakuinkin samana, kun taas kaukolämmön osuus on pienentynyt noin kolme prosenttiyksikköä, osuuden

ollessa 49 % vuonna 2007. Vaikka kaukolämmön markkinaosuus on pienentynyt, on sen kulutus kuitenkin kasvanut noin 13 %. [10]



Kuva 2. Lämmitystapojen markkinaosuudet asuin- ja palvelurakennuksissa käytetyn energiamäärän mukaan Suomessa vuonna 2017. [10]

Markkinaosuuden pienentymisestä huolimatta kaukolämpö on edelleen ylivoimaisesti suosituin vaihtoehto uudisrakennuksen lämmitysratkaisua valittaessa, vaikka sen alueellinen saatavuus vaihtelee. Kuvasta 3 nähdään, että noin kaksi kolmasosaa kaikkien uudisrakennuksien lämmitetystä rakennustilavuudesta lämmitetään kaukolämmöllä. [11, s. 13] Tähän on voinut johtaa muun muassa rakentamisen keskittyminen kaupunkialueille, joilla kaukolämpöverkko on jo valmiiksi tarjolla, sekä kerrostalojen suuri osuus kaupunkialueille rakennettavista uusista rakennuksista [12; 13, s. 4, 6]. Alueella valmiiksi oleva kaukolämpöverkko helpottaa liittymistä ja pienentää liittymisestä syntyviä kustannuksia, mikä lisää kaukolämmön houkuttelevuutta [14]. Kerrostalojen liittyminen kasvattaa pientaloja enemmän valitun lämmitysratkaisun suhteellista osuutta, kun mittarina käytetään lämmitettävää rakennustilavuutta.



Kuva 3. Lämmitystapojen markkinaosuudet lämmitetyn rakennustilavuuden mukaan uudisrakennuksissa Suomessa vuosina 2000-2018. [11, s. 13]

Tulevaisuudessa kaukolämmön markkina-aseman säilyminen eri lämmitysmuotojen välisessä kilpailussa ei ole itsestään selvä. Vuoden 2019 alusta voimaan tullut lakimuutos poisti kuntien oikeuden määrätä asemakaavoituksessa uudisrakennuksen liittämistä kaukolämpöön [15]. Lisäksi rakentamisen trendinä on jo jonkin aikaa ollut asuinrakennusten energiatehokkuuden parantaminen, mikä todennäköisesti vähentää käytettävää lämmitysenergian määrää [4, s. 24]. Edellä mainitut seikat sekä lisäksi maalämmön nousu markkinajohtajaksi uusien pientalojen lämmitysratkaisuissa voivat vähentää hakukkuutta laajentaa kaukolämpöverkkoa pientaloalueille, koska kaukolämpötoiminnan kannattavuus ja kustannustehokkuus perustuvat tietyltä alueelta tulevaan riittävän suureen lämpökuormaan ja asiakasjoukkoon [16]. Kannattavuuden mittarina voidaankin pitää toimitettua energiamäärää suhteessa verkon johtopituuteen, mistä syystä kaukolämpöliiketoiminta on kannattavinta aina suurissa kiinteistöissä, kuten rivi- ja kerrostaloissa [1, s. 469; 16].

Uhkatekijöiden lisäksi kaukolämmöllä on myös useita positiivisia ajureita, jotka tukevat kaukolämmön vahvan markkina-aseman säilymistä. Asiakkaiden näkökulmasta näistä merkittävimpiä ovat lämmöntoimituksen luotettavuus, kaukolämpöjärjestelmän helppokäyttöisyys sekä mahdollisuus ympäristöystävälliseen lämmöntuotantoon. Kaukolämpöä voidaan tuottaa ympäristöystävällisesti käyttäen uusiutuvia energianlähteitä, mitä voi-

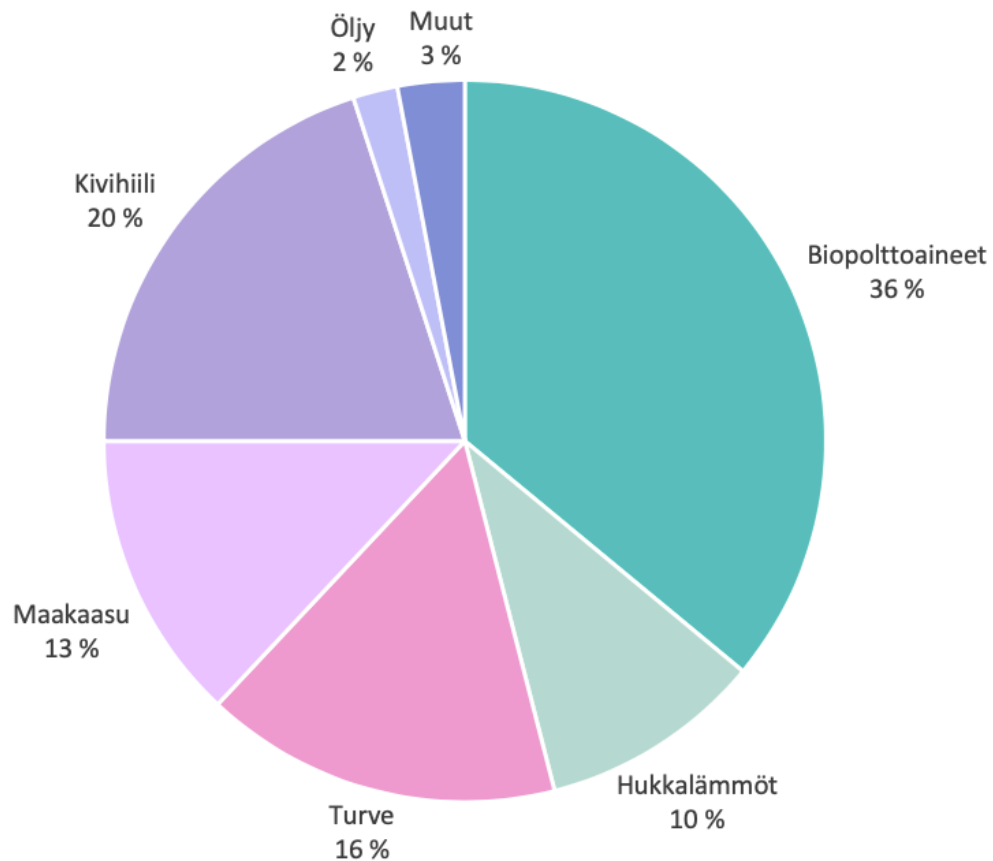
daan pitää myös globaalisti merkittävänä tekijänä, kun mietitään lämmityksestä syntyvien päästöjen vähentämistä ja EU:n jäsenmaiden yhteisten ilmastotavoitteiden saavuttamista. [1, s. 25–26; 4, s. 24]

2.3 Ympäristöystävällisyys

Suomi on sitoutunut noudattamaan YK:n ilmastopuitesopimusta täydentävää Pariisin ilmastopuitesopimusta, jonka tarkoituksena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahdessa asteessa ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen. Tavoitteisiin on tarkoitus päästä ennen kaikkea ilmakehän kasvihuonekaasuja eli ihmisen toiminnasta aiheutuvia päästöjä vähentämällä. [17] Suurin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja Suomessa on energiateollisuus, jonka osuus kaikista kasvihuonepäästöistä oli 32 % vuonna 2017 [18, s. 14]. Niinpä energiateollisuus, johon kaukolämpötoimintakin kuuluu, on avainasemassa asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa.

Päästöjen rajoittaminen on kustannustehokkaampaa keskitetyssä tuotannossa kuin hajautetuissa talokohtaisissa lämmitysratkaisuissa, mikä luo kaukolämpötuotannolle kilpailuetua. Keskitetyssä tuotannossa saadaan muun muassa kokonaishyötysuhde korkeammaksi varsinkin, jos käytetään sähkön ja lämmön yhteistuotantoa. Keskitetyssä tuotannossa voidaan myös hyödyntää laajempaa polttoainevalikoimaa sekä puhdistaa polttoaineiden poltosta syntyviä savukaasuja tehokkaammin kuin talokohtaisia lämmitysratkaisuja käytettäessä. Lisäksi keskitetyssä tuotannossa voidaan hyödyntää muuten hukkaan meneviä energialähteitä eli hukkalämpöjä. [1, s. 26–27]

Merkittävin tekijä päästöjen vähentämisen kannalta on fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biopolttoaineilla [18, s. 47]. Talokohtaisissa lämmitysratkaisuissa voidaan siirtyä fossiilisia polttoaineita käyttävästä järjestelmästä biopolttoaineita hyödyntävään järjestelmään yhtä lailla kuin kaukolämpötoiminnassakin, mutta hyötysuhdeongelmia ja hiukaspäästöjen rajoittamista ei pystytä nykytekniikalla talokohtaisissa järjestelmissä kunolla hallitsemaan. Keskitetyssä tuotannossa näiden hallitseminen on helpompaa ja kustannustehokkaampaa kehittyneemmän ja monipuolisemman teknologian avulla. [1, s. 28] Kaukolämmön tuotannossa fossiilisten polttoaineiden käyttö on vähentynyt viimeisten vuosien aikana, mutta niiden osuus kokonaistuotannosta on edelleen noin puolet [11, s. 5–6]. Tuotanto ollaan kuitenkin kehittämässä hiilineutraalimpaan suuntaan, jotta asetetut ilmastotavoitteet saadaan täytettyä [19, s. 9]. Kuvassa 4 on esitetty kaukolämmön tuotannossa käytetyt energialähteet ja niiden suhteelliset osuudet vuonna 2018.



Kuva 4. Kaukolämmön tuotanto energialähteittäin Suomessa vuonna 2018. Perustuu lähteeseen [11, s. 5]

Kuvasta 4 nähdään, että kaukolämmöstä jo noin 10 % tuotetaan muuten hukkaan meneviä hukkalämpöjä hyödyntämällä. Niiden osuus kaukolämpötuotannosta on kasvanut merkittävästi viime vuosien aikana, kun vuonna 2014 niiden osuus oli vain noin 4 %. [11, s. 8; 20, s. 1] Hukkalämpöä voidaan kerätä muun muassa teollisuudessa syntyvistä savukaasuista ja jätevesistä sekä kaukojäähdytyksen paluuviedestä. Hukkalämpöjen hyötykäytöllä saadaan vähennettyä sekä ilmastopäästöjä että säästettyä maapallomme energiavaroja. [21, s. 2–3]

2.4 Kaukolämpöverkko

2.4.1 Kaukolämpöverkon rakenne

Kaukolämpöverkko koostuu erilaisista laitteista ja varusteista, joista oleellisia ovat suorat putkieleментit, vakiokulmakappaleet (30°, 45°, 60°, 90°), haaroitus- ja liitoskappaleet, sulku-, tyhjennys- ja ilmanpoistiventtiilit sekä erilaiset kiintopisteet [1, s. 138]. Kaukoläm-

pöjohdot voidaan jaotella niiden käyttötarkoituksen mukaan siirto-, jakelu- ja liittymisjohdoin, joista jokaisella on oma merkityksensä verkon toimintaa ajatellen. Siirtojohdot eli pääjohdot ovat verkon suurimpia johtoja ja niiden tarkoituksena on siirtää kaukolämpöä lämmöntuotantolaitoksilta kulutusalueille. Kulutusalueilla kaukolämpöä siirretään jakelujohtojen eli haarajohtojen välityksellä liittymisjohdoille eli talojohdoille, joita pitkin lämpö siirtyy verkkoon liittyneiden kuluttajien lämmönjakohuoneisiin. [22, s. 12] Historiansa aikana kaukolämpöverkkoa on rakennettu erilaisia kanavarakenteita käyttäen. Yleisimmin käytetyt kanavarakenntyytit, niiden arvioidut käyttöajanjaksot sekä edelleen käytössä olevat johtopituudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Käytössä olevan kaukolämpöverkon yleisimmät kanavarakenntyytit. [1, s. 137–138, 144–145; 3, s. 17–18; 23]

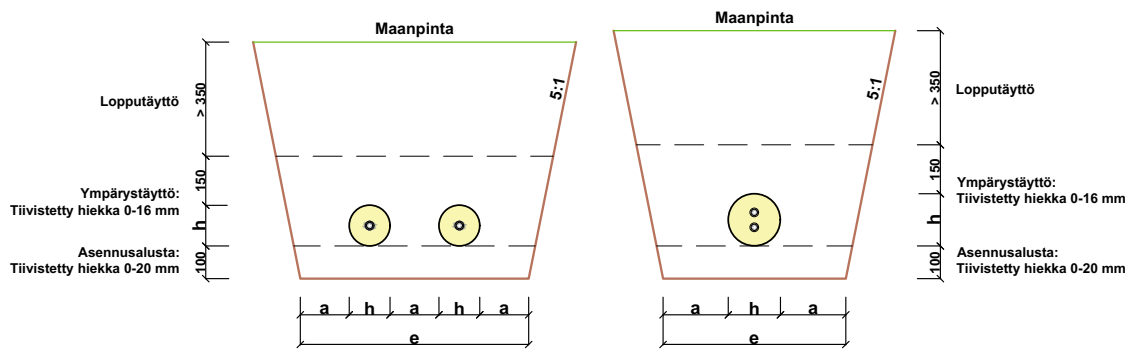
Kanavarakenne	Lyhenne	Johtopituus (km)	Käyttöajanjakso
Asbestisementtisuojaputkijohdot	Amv, 2Amv, puA	100	1960–1980
Betonielementtikanavat	Emv, Epu, Wmv	1000	1953–1985
Vapaasti liikkuvat muovisuojakuorijohdot	Mpul, 2Mpul	800	1964–1985
Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot	2Mpuk, Mpuk	7500 (2Mpuk) 4000 (Mpuk)	1976– (2Mpuk) 1980– (Mpuk)

Kaiken kaikkiaan kaukolämpöverkon pituus Suomessa on reilut 15 000 km. Taulukossa 1 esitettyjen kanavarakenntyyppien lisäksi kaukolämpöverkko sisältää muun muassa erilaisia rakennuspaikoilla valettuja betonikanavarakenteita, taipuisia putkijärjestelmiä, sisäjohtoja ja tunnelijohtoja. [23; 24, s. 18–19]

2.4.2 Uudisrakentaminen

Kaukolämpöverkon uudisrakentaminen on olemassa olevan verkon pituutta lisäävää rakentamista, joka koostuu pääasiassa olemassa olevan verkon täydennysrakentamisesta sekä uusien rakennusten liittämisestä kaukolämpöverkkoon [2]. Sen osuus kaukolämpöverkon rakennustoiminnasta on ollut vähitellen laskussa, mikä voi johtua muun muassa rakentamisen keskittymisestä kaupunkien keskusta-alueille sekä siitä, että pientalot valitsevat päälämmitysmuodokseen yhä kasvavissa määrin maalämmön [16; 23]. Nykyään kaukolämpöverkon uudisrakentamisen määrä on noin 250–500 km vuodessa. [2]

Nykyään käytännössä kaikki johto-osuudet rakennetaan käyttäen kiinnivaahdotettua johdotyyppiä, jota valmistetaan sekä yksiputkijohdona (2Mpuk) että kaksiputkijohdona (Mpuk). Nämä eroavat toisistaan siten, että yksiputkijohdossa on erilliset meno- ja paluujohdot, kun taas kaksiputkijohdossa meno- ja paluupuolen virtausputket ovat saman polyeteenistä valmistetun ulkokuoren sisällä. Kummassakin tapauksessa teräksiset virtausputket on kiinnitetty kiinteästi suojakuoreen polyuretaanieristeen avulla [1, s. 137–139]. Kaksiputkirakenteen etuna yksiputkirakenteeseen verrattuna on sen pienemmät materiaalikustannukset tiettyyn johtokokoon saakka sekä pienemmät käytönaikaiset lämpöhäviöt [25]. Suurilla dimensioilla kaksiputkirakenteen materiaalimenekkiä kuitenkin häviää, minkä lisäksi niiden paikalleen asentaminen vaikeutuu. Näistä syistä kaksiputkijohdtoa ei valmisteta yli DN 250 kokoisena [23]. Kuvassa 5 on esitetty yksi- ja kaksiputkijohdotkanavien tyypipoikkileikkaukset ja liitteessä A eri putkikokoja vastaavien kaivantojen poikkileikkausmitat.



Kuva 5. Yksi- ja kaksiputkijohdotkanavien tyypipoikkileikkaukset. Perustuu lähteeseen [5, s. 45–46]

Kuvasta 5 nähdään, että kaukolämpökaivantojen mitoittamiseen vaikuttavat valittu johtotyyppi (2Mpuk tai Mpuk), yksittäisen johdon halkaisija (h) sekä putkiasennuksen vaatima tila (a). Kaivannon pohjan kokonaisleveyttä kuvaa e. [5, s. 45–46] Näiden lisäksi kaivannon sijaintiin ja lopulliseen laajuuteen voivat vaikuttaa alueella jo olemassa olevat rakenteet, maalaji, kaivussyvyys, pohjaveden pinnan korkeus, pitkäkestoinen sade, kaivannon aukioloaika, ulkopuoliset kuormitukset sekä roudan sulaminen [26].

Lähtökohtaisesti kaukolämpökaivannot pyritään tekemään liitteessä A esitettyjen, suunniteltujen poikkileikkausmittojen mukaan, mutta aina se ei ole mahdollista [5, s. 21–22, 45–46]. Olemassa olevat rakenteet, kuten rakennusten perustukset sekä putki- ja johtolinjat voivat vaikuttaa kaivannon lopulliseen sijaintiin sekä kaivantopoikkileikkauksen to-

teutuneisiin dimensioihin. Stabiiliteetiltaan heikko maakerros sekä kaivussyvyyden kasvaminen voivat vaatia ohjearvoja loivemman luiskakaltevuuden käyttämistä. Pohjaveden suotautuminen, pitkäaikaiset sateet sekä kaivannon pitkä aukioloaika aiheuttavat kaivannon pohjalle ja luiskille eroosioriskin, mikä voi vaatia loivemman luiskakaltevuuden ja/tai eroosiosuojauksen rakentamista. [26] Heikko pohjamaan kantavuus voi puolestaan edellyttää arinan rakentamista kaivannon pohjalle, jolloin kaivanto voidaan joutua kaivamaan hetkellisesti ylisyväksi [27, s. 20–21]. Lisäksi kaivannon ulkopuoliset kuormitukset, kuten työmaaliikenne ja kaivumaiden läjitys sekä keväällä tapahtuvasta roudan sulamisesta aiheutuva maaperän löyhtyminen voivat aiheuttaa kaivannon luiskille sortumariskin, mikä voi edellyttää ohjearvoa loivemman luiskakaltevuuden käyttämistä [26].

Poikkeuksellisissa olosuhteissa, joissa kaivannon tekeminen luiskattuna on epätaloudellista, luiskatun kaivannon vaatima tila on liian suuri tai varmuus luiskan sortumista vastaan on liian pieni, tulee kaivanto suunnitella tuettuna. Matalien, noin 2–4 metriä syvien putkikaivantojen tukemisessa käytetään yleensä teräsrakenteisia kaivantotukielementtejä, jotka asennetaan peräkkäin määräsyyvyyteen kaivetun kaivannon pohjalle (kuva 6). Kaukolämpöputket ja mahdollinen arinarakenne asennetaan kaivantoelementtien poikittaisten puristussauvojen alapuolelle, minkä jälkeen putkityöt toteutetaan samalla tavalla kuin luiskattujen kaivantojen tapauksessa. Syvissä, pohjaveden pinnan alapuolisissa ja pehmeiköille sijoittuvissa putkijohtokaivannoissa voidaan kaivanto joutua tukemaan ennen kaivutöiden tekemistä, jolloin jälkikäteen asennettavia kaivantotukielementtejä ei voida käyttää. Tällaisessa tapauksessa kaivannon reunoille rakennetaan yhtenäinen teräsponttiseinä esimerkiksi kaivinkoneen avulla, minkä jälkeen kaivanto voidaan kaivaa teräsponttiseinien väliin. [28, s. 44, 182]



Kuva 6. Kaivantotukielementeillä osittain tuettu kaukolämpökaivanto. [29]

2.4.3 Perusparantaminen

Kaukolämpöverkon perusparantamisella tarkoitetaan suunnitelmallista käytössä olevan johtoverkon saneeraamista. Siihen ei lueta pienimuotoisia vauriokohtien korjauksia, joiden tarkoituksena on toimia lähinnä väliaikaisina korjaustoimenpiteinä ennen suunnitelmallista johto-osuuden perusparantamista. Näin määriteltynä perusparantaminen voidaan katsoa kuuluvaksi uudisrakentamisen rinnalla osaksi energialaitosten vuotuista rakennusohjelmaa. Perusparantaminen voidaan jakaa lähtökohtien perusteella kolmeen alaryhmään, joita ovat uudistava perusparantaminen, korvaava perusparantaminen sekä kaukolämpötoiminnasta riippumaton perusparantaminen. [1, s. 356, 358]

Uudistavalla perusparantamisella tarkoitetaan perinteistä saneerauskohdetta, jossa heikkokuntoinen verkon osa korvataan uudella, pääasiassa samaa käyttötarkoitusta palvelevalla ja vanhan johto-osuuden välittömään läheisyyteen sijoittuvalla uudella johdolla. Korvaavalla perusparantamisella tarkoitetaan uudisrakennus- ja perusparannuskohteen välimuotoa, jossa uuden johdon rakentamisella korvataan vanhan johto-osuuden käyttötarkoitus sekä rakennetaan uusia, muuttunutta rakentamisympäristöä palvelevia johto-

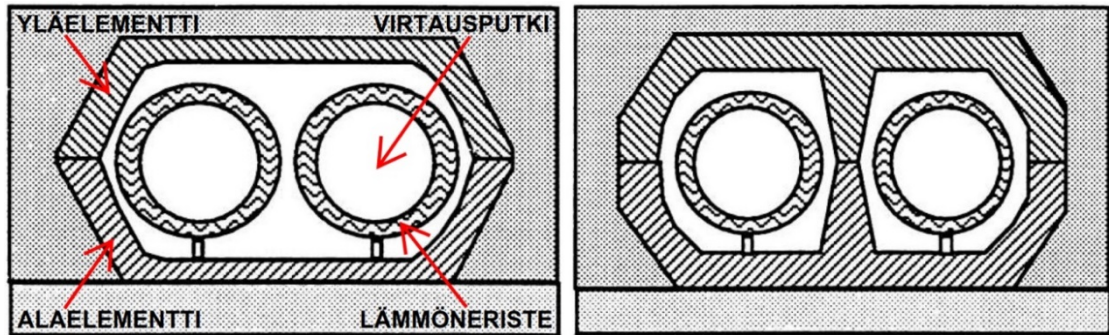
osuuksia. Kaukolämpötoiminnasta riippumattoman perusparantamisen tarve johtuu kaukolämpötoiminnan ulkopuolisista tekijöistä, ei verkon heikosta kunnosta. Tällaisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi kaavamuutokset tai erilaiset rakennushankkeet, jotka edellyttävät myös maanalaisen yhdyskuntarakenteen muokkaamista. [3, s. 3]

Perusparannustoiminnan suhteellinen osuus kaukolämpöverkon rakennus- ja investointitoiminnasta on ollut hiljalleen kasvava, mikä johtuu pääasiassa kaukolämpöverkon uudisrakentamisen hiipumisesta sekä suunnitelmallisen perusparantamisen lisääntymisestä. Aikaisemmin kaukolämpöyritykset toteuttivat perusparantamista lähinnä sitä mukaa, kun vaurioituneita johto-osuuksia tuli esille, mutta nykypäivän kiristyneestä kilpailutilanteesta johtuen yritykset ovat yhä enemmän siirtymässä ennakoiwaan, pitkän tähtäimen perusparantamiseen. Pitkän tähtäimen perusparantamisessa yritys pyrkii kartoittamaan johtoverkkonsa kuntoa ja siinä piileviä potentiaalisia vauriokohtia, joiden perusteella vaurioherkät johto-osuudet saadaan korjattua tehokkaasti ja systemaattisesti ennen vaurioiden syntymistä. Ennakoivan perusparantamisen avulla yritykset saavat varmistettua asiakkailleen mahdollisimman häiriöttömän ja yhtäjaksoisen lämmöntoimituksen. [24, s. 1]

Perusparantamista tehdään nykyään noin 60–80 kilometriä vuodessa, mikä tarkoittaa noin 10–25 %:n osuutta vuosittaisesta rakentamispituudesta [23]. Perusparantaminen keskittyy pääasiassa ennen vuotta 1985 rakennettuihin johto-osuuksiin, koska tämän jälkeen rakennetut johto-osuudet on tehty lähes yksinomaan käyttäen kiinnivaahdotettua johtotyyppiä, jonka käyttöikä on pitkä, jopa 100 vuotta [2]. Kiinnivaahdotetussa johtotyypissäkin on havaittu paikallisesti perusparantamisen tarvetta, mutta valtakunnallisesti tarkasteltuna tätä ei kuitenkaan ole ollut havaittavissa, vaan johtotyyppiin liittyvät korjaukset ovat olleet lähinnä yksittäisten vauriokohtien korjauksia. Näin ollen perusparannettavat johto-osuudet ovat suurimmaksi osaksi betonikanavia, vapaasti liikkuvia muovisuojakuorijohtoja ja asbestisementtisuoja putkijohtoja sekä paikallisesti kiinnivaahdotettuja muovisuojakuorijohtoja, keskittyen 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alkupuolella rakennettuihin johto-osuuksiin. [23; 24, s. 8, 13, 17, 20]

Betoniset kokoelementtikanavarakenteet

Betonisia kokoelementtikanavia on käytetty tyypillisesti verkon tärkeysluokituksessa korkealla olevissa siirtojohdoissa. Kanavarakenteina on käytetty sekä tehdasvalmisteisia kokoelementtikanavarakenteita että rakennuspaikalla valettuja kanavarakenteita, joissa paikallavaluna on tehty joko pelkkä alaelementti tai sekä ala- että yläelementti. [24, s. 8, 18–19] Ylivoimaisesti eniten käytettyjä betonikanavarakenteita ovat olleet kuvassa 7 esitetyt tehdasvalmisteiset kokoelementtikanavat [1, s. 144].



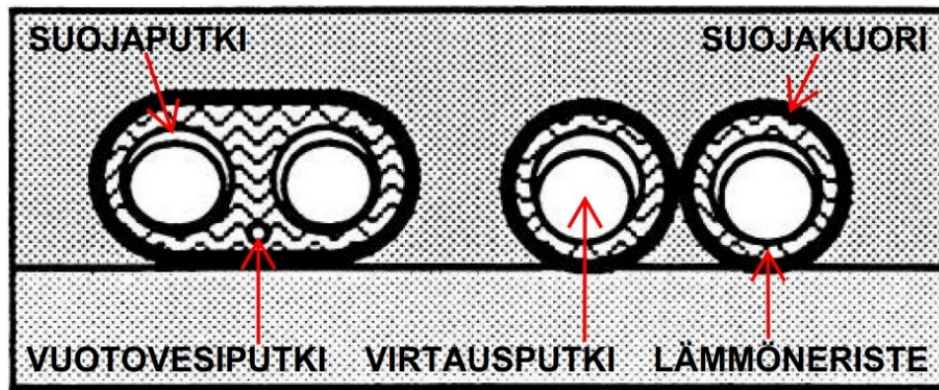
Kuva 7. Tehdasvalmisteisten betonielementtikanavien rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 8]

Kuvassa 7 vasemmalla puolella oleva kanavarakenne koostuu ylä- ja alaelementeistä, teräksisistä virtausputkista sekä virtausputkien ympärillä olevasta lämmöneristeestä. Eriste on joko yleisimmin käytettyä mineraalivillakourua, jolloin elementtirakenteen lyhenne on Emv, tai harvemmin käytettyä polyuretaanikourua, jolloin elementtirakenteen lyhenne on Epu. Kuvassa 7 oikealla puolella oleva kanavarakenne koostuu betonisista ylä- ja alaelementeistä, teräksisistä virtausputkista sekä lämmöneristeinä käytetystä mineraalivillakourusta. Elementtirakenteen lyhenne on Wmv. Kanavarakenteissa käytettyjen betonielementtien pituudet ovat olleet yleensä 4–6 m. [24, s. 8]

Betonisten kokoelementtikanavien merkittävimpiä vaurioiden aiheuttajia ovat epätiivit betonivalut ja betonielementtien samaukset sekä pohjamaan painuminen kanavien alla. Nämä sallivat ulkopuolisen veden pääsyn kanavarakenteen sisälle, mistä seuraa virtausputken ja siihen liittyvien tukirakenteiden korrosiovaurioita. Virtausputkeen liittyvät vauriot kattavat noin puolet betonisten kokoelementtikanavien vaurioista. Loput vauriot liittyvät tasaimiin, haaroituksiin, tyhjennyksiin ja ilmanpoistoon. [24, s. 8–9, 19]

Vapaasti liikkuvat muovisuojuorijohdot

Vapaasti liikkuvan muovisuojuorijohdorakenteen tyypillinen perusparannuskohde on jakelujohto, josta haarautuu suuri määrä liittymisjohtoja. Kuvassa 8 on periaatekuva vapaasti liikkuvista muovisuojuorijohdoista. Kuvassa vasemmalla oleva johtotyyppi on kaksiputkijohto (Mpul) ja oikealla oleva on yksiputkijohto (2Mpul). [24, s. 13]



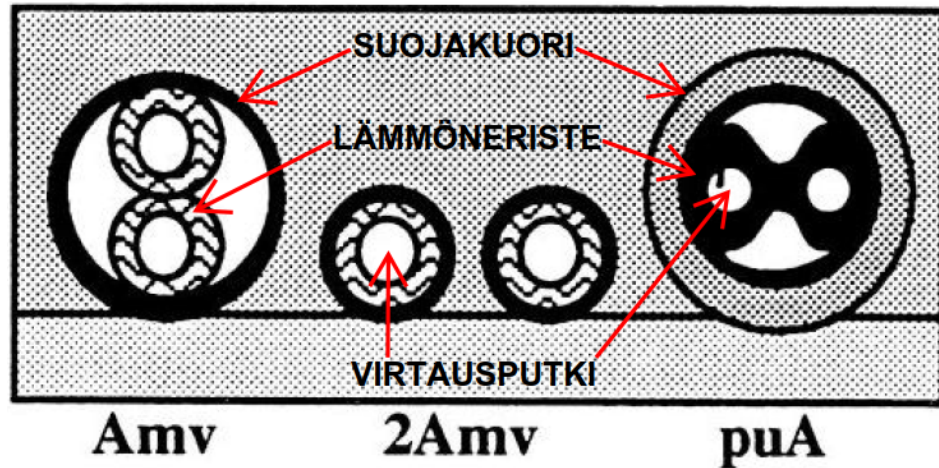
Kuva 8. Muovisuojakuorijohtojen Mpul ja 2Mpul rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 13]

Vapaasti liikkuvat muovisuojakuorijohdot koostuvat polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen liitetystä polyeteenisuojakuoreesta ja virtausputkia ympäröivistä lasikuitusuojaputkista. Tuulettuvien lasikuitusuojaputkien sisällä on vapaasti liikkuvat teräksiset virtausputket. Johtorakenteeseen kuuluu myös erillinen vuotovesiputki. [1, s. 145]

Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorijohtojen tyypillisimpiä vaurioiden aiheuttajia ovat epätiivit suojakuoriliitokset sekä erilaiset tasainvauriot. Merkittäviä vaurioiden aiheuttajia ovat myös johtorakenteen riittämätön kaltevuus ja maapohjan painuminen johdon alla. Kaksi kolmasosaa syntyneistä vaurioista liittyvät virtausputkeen ja sen korrosoitumiseen, ja loput vauriot pääasiassa tasaimiin, haaroituksiin, kiintopisteisiin ja suojakuoriin. [1, s. 145; 24, s. 13]

Asbestisementtisuojaputkijohdot

Yleisimmät asbestisementtisuojaputkijohdot on esitetty kuvassa 9. Ne koostuvat asbestielementtisuojaputkesta, teräksisistä virtausputkista ja lämmöneristeestä. Lämmöneristeinä käytetään joko mineraalivillaa, jolloin kanavarakenteen tunnus on Amv tai 2Amv, tai polyuretaanivaahtoa, jolloin kanavarakenteen tunnus on puA. [1, s. 138; 24, s. 20]



Kuva 9. Asbestisementtisuojaputkijohdojen rakenne. Perustuu lähteeseen [24, s. 20]

Asbestisementtisuojaputkijohdojen tyypillisimmät vauriot johtuvat vuotavista jatkossaumoista, jotka ovat yleensä seurausta pohjamaan epätasaisista painumista johtorakenteen alla. Vuotavat jatkossaumat päästävät ulkopuolisen kosteuden johtorakenteen sisäpuolelle, mikä aiheuttaa muun muassa virtausputkiin korroosiota. [3, s. 14]

Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot

Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohdojen käyttö alkoi 1970-luvun lopulla, joten ne ovat keskimäärin varsin uusia eivätkä siten kuulu vielä suunnitelmallisen perusparantamisen piiriin [24, s. 17]. Paikallista perusparannustarvetta on kuitenkin havaittu pääasiassa 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alkupuolella rakennetuissa johto-osuuksissa, joissa käytetyt liitosratkaisut ja asennustyön laatu eivät ole vastanneet tämän päivän vaatimuksia [23]. Kiinnivaahdotettujen johto-osuuksien heikkona kohtana pidetäänkin niiden liitoskohtia, joiden vuotavat suojakuoriliitokset tai puutteelliset liitoseristykset ovat syynä noin puoleen johtotyyppin vaurioitilanteista [23; 24, s. 17].

Perusparantaminen toteutetaan yleensä uudella kiinnivaahdotetusta johtotyyppistä rakennetulla johto-osuudella, jolla korvataan vanha, käytöstä poistuva johto-osuus. Perusparannettavat asbestisementtisuojaputkijohdorakenteet sekä vapaasti liikkuvat että kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot korvataan lähes yksinomaan kiinnivaahdotetulla johtorakenteella. [24, s. 9, 13, 18, 20] Betonielementtikanaavien perusparantaminen toteutetaan yleensä joko vanhan johto-osuuden kunnostuksella tai uuden johto-osuuden rakentamisella vanhan johto-osuuden tilalle. Toteutustavan valintaan vaikuttaa perusparannettavan johto-osuuden pituus, koska lyhyillä johtopituuksilla johtorakenteen vaihtaminen ei ole rakenteellisen toimivuuden ja rakenteen vaihdosta syntyvät kustannukset huomioiden järkevää. Uuden johtorakenteen rakentaminen on perusteltua, kun uusittava

johtopituus kasvaa muutamiin kymmeniin metreihin. Tällöin korvaava johtorakenne rakennetaan lähes poikkeuksetta kiinnivaahdotettua yksiputkijohtoa käyttäen. Mikäli uusittava johto-osuus on lyhyt, kunnostetaan olemassa oleva betonielementtikanava vaihtamalla kanavassa olevat virtausputket ja lämmöneristeet uusiin, jolloin ainoastaan betonikanavan yläelementti joudutaan käyttämään pois paikoiltaan. [24, s. 9]

2.5 Kaukolämpötyömaat katukuvassa

Rakennuksen liittäminen kaukolämpöverkkoon on moneen muuhun lämmitysratkaisuun verrattuna ympäristöystävällinen tapa hankkia lämmitysenergiaa. Tulevaisuuden ilmastotavoitteet tukevat keskitettyä lämmitysenergian tuotantoa, jolloin lämpöenergian valmistukseen käytettävien polttoaineiden sisältämä energia voidaan hyödyntää ja tuotannosta syntyvät päästöt käsitellä mahdollisimman tehokkaasti. [1, s. 25–26] Asumisen keskittyminen taajamien keskusta-alueille, missä uudisrakennukset ovat pääsääntöisesti suuria ja kaukolämpöverkko valmiiksi olemassa, on kaukolämpö todennäköinen valinta lämmitysratkaisuksi [12; 13, s. 4; 16]. Lisäksi kaukolämmön maine luotettavana ja helpokäyttöisenä lämmitysmuotona houkuttelee uusia asiakkaita kaukolämmön piiriin sekä nostaa nykyisten asiakkaiden kynnystä vaihtaa lämmitysmuotoaan [4, s. 40].

Taajamien kasvaessa tulee uudet, kaukolämmön lämmitysratkaisuun valinneet kiinteistöt yhdistää olemassa olevaan kaukolämpöverkkoon, mikä edellyttää kaivutöitä kaualueilla. Kaivutöitä edellyttää myös olemassa olevan verkon perusparantaminen, joka painottuu ennen 1980-luvun puoliväliä rakennettuihin johto-osuuksiin ja siten myös taajama-alueille [1, s. 26; 23; 24, s. 8, 13, 17, 20]. Kummassakin tapauksessa kaukolämpötyömaat sijoittuvat rakennettuun ympäristöön ja ovat luonteeltaan pitkäkestoisia, syviä kaivantoja sisältäviä työmaita [6, s. 22; 5, s. 45–46]. Kun tällaiset pitkäkestoiset, syviä kaivantoja sisältävät työmaat perustetaan tiheästi asutuille taajama-alueilla, joissa asuu ja liikkuu paljon erilaisia ihmisiä, on työmaa suunniteltava kaikki liikennemuodot ja käyttäjäryhmät huomioiden esteettömäksi [6, s. 8, 22; 30, s. 4].

3. KAUKOLÄMPÖTYÖMAAN AIKAISTEN LIKENNEJÄRJESTELYJEN ESTEETTÖMYYS

Kaukolämpötyömaat sijoittuvat tyypillisesti taajama-alueiden jo valmiiksi rakennettuun tai rakenteilla olevaan katu ympäristöön varsinkin, jos kyseessä on perusparannustyökohde [1, s. 26; 23; 30, s. 4]. Mustia kaukolämpöputkia sisältävät syvät ja pitkään auki olevat kaivannot ovat tyypillinen näky etenkin siirto- ja jakelujohtoja rakennettaessa [6, s. 22; 5, s. 45–46; 22, s. 12]. Valmiissa katu ympäristössä toteutettavilla kaivutöillä ei yleensä voida olla vaikuttamatta alueen liikennejärjestelyihin, minkä vuoksi tilapäisistä liikennejärjestelyistä tulee laatia ja hyväksyttää suunnitelma. Työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä käsittelevässä suunnitelmassa tulee huomioida kaikki työmaan vaikutuspiirissä olevat ihmiset sekä heidän erityispiirteensä, jotta kaikkien turvallinen ja sujuva liikkuminen saadaan varmistettua koko työmaan keston ajan. [30, s. 4; 31, s. 29]

3.1 Esteettömyys ihmisen perusoikeutena

Jokaisella ihmisellä on oikeus esteettömään liikkumisympäristöön. Sitä edellyttää YK:ssa vuonna 2006 hyväksytty ja Suomessa vuonna 2016 ratifioitu vammaisten henkilöiden oikeuksia koskeva yleissopimus. Kyseinen yleissopimus on kansainvälinen ihmis-oikeusasiakirja, joka vahvistaa esteettömyyden olevan jokaiselle henkilölle täysimääräisesti kuuluva perusoikeus. Myös Suomessa vuonna 2015 voimaan tullut yhdenvertaisuuslaki kieltää syrjinnän ja pyrkii edistämään ihmisten yhdenvertaisuutta. Periaatteessa syrjintäkiellon toteutuminen edellyttää ympäristön esteettömyyttä, jotta jokainen henkilö liikkumis- tai toimintarajoitteistaan huolimatta pystyy osallistumaan yhteiskunnan eri toimintoihin yhdenvertaisesti muiden ihmisten kanssa. [32, s. 5–6, 9, 14]

Esteettömällä liikkumisympäristöllä tarkoitetaan jokaisen liikkujaryhmän kannalta helpokulkuisia ja turvallisia liikkumismahdollisuuksia jokaisena vuoden- ja vuorokauden aikana. Sen tarkoituksena on madaltaa ihmisten heikentyneen liikkumiskyvyn ja esteitä sisältävän ympäristön välistä kuilua, mikä on tärkeää jo liikkumisen tuomien positiivisten fyysisten ja psyykkisten vaikutusten takia. [33, s. 5–6] Vaikka ympäristön esteettömyys edesauttaa erityisesti tiettyjen käyttäjäryhmien, kuten fyysisesti vammaisten, vanhusten ja lastenrattaita työntävien vanhempien liikkumista, on esteettömyys kuitenkin kaikkien ihmisten etu [32, s. 15]. Erityisen tärkeä esteetön liikkumisympäristö on niille arviolta kahdeksalle sadalle tuhannelle suomalaiselle, jotka ovat joko pysyvästi tai väliaikaisesti liikkumis- tai toimintaesteisiä. Heille pienikin toimimaton yksityiskohta liikkumisympäristössä voi aiheuttaa vaaraa tai estää koko matkan tekemisen. [33, s. 9, 13]

Esteettömyysvaatimukset eivät koske pelkästään valmista ympäristöä, vaan ne tulee ottaa huomioon myös työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä suunniteltaessa. Alueen käyttäjäkunnalla on suuri merkitys siihen, millaisia esteettömyystekijöitä liikennejärjestelysuunnitelmassa tulee ottaa huomioon, jotta työmaan vaikutuspiirissä olevien ihmisten liikkumistarpeet saadaan turvattua myös työmaan keston ajan. [33, s. 13]

3.2 Esteettömyysvaatimukset käyttäjäryhmittäin

Työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä suunniteltaessa tulee huomioida eri käyttäjäryhmien asettamat esteettömyysvaatimukset. Erityistä huomiota yksittäisen käyttäjäryhmän tarpeisiin tulee kiinnittää silloin, kun työmaa sijaitsee kyseisen käyttäjäryhmän suosimalla asuinalueella tai kun työmaan vaikutuspiirissä sijaitsee käyttäjäryhmälle suunnattuja palveluja. [31, s. 10; 33, s. 13] Esteettömyysnäkökulmasta käyttäjäryhmät voidaan jaotella karkeasti lapsiin ja lapsiperheisiin, ikäihmisiin, liikuntavammaisiin, näkövammaisiin, kuulovammaisiin, kehitysvammaisiin ja allergiaa sairastaviin. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta: se mikä on yksittäiselle käyttäjäryhmälle välttämätöntä, merkitsee yleensä helpoutta ja sujuvuutta myös muille käyttäjäryhmille. [33, s. 9–13]

3.2.1 Lapset ja lapsiperheet

Lasten turvallinen liikkuminen edellyttää työmaa-alueen suojauksilta yhtenäisyyttä ja läpinäkyvyyttä. Mikäli työmaan läheisyydessä on poikkeuksellisen paljon lapsia houkuttelevia toimintoja, on työmaa-aitauksen paikoillaan pysymiseen ja aukottomuuteen kiinnitettävä erityistä huomiota. Ajoneuvoliikenteellä voi olla vaikeuksia havaita varsinkin pienempiä lapsia umpinaisen työmaa-aidan takaa, joten kriittisissä kohdissa, kuten suoja-aidan ja muiden tienylityskohtien läheisyydessä työmaa-aitauksen läpinäkyvyydellä tulee varmistaa lasten hyvä havaittavuus. [33, s. 21–22]

Lastenvaunuja ja -rattaita käyttävät lapsiperheet kohtaavat myös esteitä liikkumisessaan, jos työmaan vaikutuksesta muuttuneiden kulkuväylien pintarakenteisiin ei kiinnitetä riittävästi huomiota. Pintamateriaalin tulisi olla kova, tasainen ja märkänäkin luistamaton. Jos työmaan takia joudutaan käyttämään kulkusilloja tai muita luiskia sisältäviä rakenteita, tulisi luiskan pituuskaltevuuden olla korkeintaan 8 % ja sivukaltevuuden korkeintaan 2 %. Lisäksi luiskissa ja kulkusilloissa tulisi käyttää vähintään 5 cm korkuista suojareunusta, ettei lastenvaunujen pyörä pääse putoamaan reunan ylitse. Suojareunusta edellyttävät myös pyörätuolia ja rollaattoria käyttävät liikuntavammaiset sekä valkoista keppiä käyttävät näkövammaiset. [34]

3.2.2 Ikäihmiset

Suomen väestö vanhenee. Tällä hetkellä suomalaisista noin 20 % on täyttänyt 65 vuotta, ja vuonna 2025 osuuden ennustetaan olevan jo neljäsosa koko väestöstä. [35, s. 3] Iän myötä ihmisen näkö, kuulo ja lihasvoima sekä fyysinen ja henkinen toimintakyky heikenevät, minkä seurauksena iäkkäiden ihmisten havainto- ja reaktiokyky laskevat ja liikkuminen vaikeutuu [33, s. 8]. Ikäihmisistä noin 180 tuhatta sairastaa lisäksi jonkinasteista muistisairautta [36]. Heikentyneestä toimintakyvystä johtuen ikäihmiset saattavat vähentää ulkona liikkumistaan esimerkiksi kaatumisen, liukastumisen tai eksymisen pelossa [37, s. 25; 38, s. 101]. Tätä ei kuitenkaan saisi tapahtua, koska ulkoilu on tärkeässä roolissa heikentyvän tasapainon ja lihasvoiman kehittämisessä sekä liikkumisvarmuuden ylläpitämisessä [39, s. 2].

Iäkkäät ihmiset edellyttävät työmaa-aikaisilta liikennejärjestelyiltä selkeyttä [39, s. 3]. Muuttuneiden kulkureittien tulee olla selkeästi opastettuja ja pinnoiltaan tasaisia. Kulkureittien talvikunnossapidosta tulee huolehtia, koska suurin osa iäkkäiden ihmisten vammoista syntyy talvisin tapahtuneista liukastumisista ja kaatumisista, mistä syystä iäkkäät saattavatkin jättää matkoja tekemättä liukastumisen pelossa. Myös riittävä kulkureittien valaistus on tärkeää. [37, s. 26, 35]

3.2.3 Liikuntavammaiset

Liikuntavammaiset ovat suurin vammaisryhmä. Heitä yhdistää jokin liikkumista ja toimintaa hankaloittava vamma. Osa liikuntavammaisista käyttää apunaan erilaisia apuvälineitä kuten kävelykeppiä, rollaattoria tai pyörätuolia. Erityisiä vaikeuksia heille tuottavat liikkuminen epätasaisessa tai liukkaassa maastossa, pitkät välimatkat sekä mäkien ja jyrkkien portaiden nouseminen. [33, s. 10]

Liikuntavammaisten kannalta on tärkeää panostaa muuttuneista liikennejärjestelyistä tiedottamiseen, jotta he voivat suunnitella reittinsä etukäteen ja välttyvät esimerkiksi turhilta tienylityksiltä. Tiedotteessa tulisi mainita käytössä olevien jalankulkureittien sijainti sekä reitillä mahdollisesti olevat esteet kuten portaat tai väylän suuri pituuskaltevuus. [34] Lisäksi mahdollisten tienylityskohtien kuten väliaikaisten suojateiden reunat tulisi suunnitella liikunta- ja näkövammaisten tarpeet huomioiden. Tienylityksissä liikuntavammaisia auttaa madallettu reunakivi, mutta näkövammaiset tarvitsevat kohtisuoraan tienylitykseen pystysuoran reunakiven. Tässä tilanteessa liikunta- ja näkövammaista kumppaakin palvelee luiskattu reunakivi, jonka pystysuoran reunan korkeuden tulisi olla noin 30 mm, jolloin liikuntavammaisen pystyy sen helposti ylittämään ja näkövammaiset tunnistavat sen valkoisella kepillään. [40]

Samaan tapaan kuin pienten lasten tapauksessa, pyörätuolia käyttävät henkilöt tarvitsevat suojateiden ja liittymien läheisyydessä työmaa-aitoja, jotka eivät aiheuta näköestettä tienkäyttäjille. Ajoradan reunassa noin viisi metriä ennen suojatietä sekä kevyen liikenteen väylän reunassa juuri ennen suojatietä tulisi käyttää työmaa-aitaa, jonka läpi pystyy havaitsemaan suojatietä ylittämään lähtevät henkilöt. [41, s. 26]

3.2.4 Näkövammaiset

Ihminen määritellään näkövammaiseksi, kun paremman silmän laseilla korjattu näöntarkkuus on heikompi kuin 0,3, jolloin siitä katsotaan aiheutuvan huomattavaa haittaa ihmisen jokapäiväisessä elämässä [33, s. 11; 42]. Näön heikentymisen lisäksi suurimmalla osalla näkövammaisista on haittanaan ikärasite. Näkövammaisen henkilö käyttää liikkueessaan apuna usein valkoista keppiä, opaskoira tai henkilökohtaista opasta sekä pyrkii hyödyntämään jäännösnäkönsä lisäksi kuulo- ja tuntoaistiaan. [33, s. 11] Näkövammaisten liitto ry:n mukaan tavallisimpia näkövammaisen henkilön kohtaamia ongelmia rakennetussa ympäristössä ovat suunnistamisen vaikeus, etäisyyksien arvioiminen, opasteiden lukeminen sekä törmäys-, kompastumis- ja putoamistilanteet [43].

Näkövammaisten liikkumisedellytyksiä ajatellen työmaa-aikaisten kevyen liikenteen kulkureittien tulisi olla yksiselitteisiä, selkeästi opastettuja, hyvin valaistuja sekä putoamiselta ja törmäämiseltä suojattuja. Tilapäiset kulkureitit pitäisi pyrkiä suunnittelemaan mahdollisimman suoraviivaisiksi ja niitä tulisi täydentää tarkoitukseen soveltuvilla opasteilla. Näkövammaisille hyvin soveltuvat opasteet ovat mustavalkoisia, pinnaltaan heijastamattomia ja sisältävät riittävän suurella kirjainkoolla kirjoitettuja lyhyitä ja yksinkertaisia sanoja. Lisäksi opasteita tulee päästä lukemaan riittävän läheltä ja ne tulee sijoittaa noin 1,4–1,6 metrin korkeudelle. [44, s. 30, 55–57]

Kevyen liikenteen kulkureitit tulee erottaa kaivannoista, työkoneista ja rakennusmateriaaleista sekä törmäysvaaraa aiheuttavista rakenteista yhtenäisellä ja tukevalla suojaaidalla, jota valkoista keppiä käyttävä näkövammaisen pystyy hyödyntämään myös ohjaavana elementtinä [33, s. 11; 34; 44, s. 73]. Ohjaavuuden edellytyksenä on suojaaitaan noin 0,1 m:n korkeudelle kulkuväylän pinnasta asennettu yhtenäinen alajohde. Lisäksi suojaaidassa tulee olla putoamisturvallisuuden kannalta noin 0,9 m:n korkeudella yläjohde sekä putoamisen estävä suojaosuus johteiden välissä erityisesti silloin, jos kaivannon syvyys ylittää 0,7 m. [40] Erityistä huomiota tulee kiinnittää vyötärötason yläpuolella oleviin esteisiin, joita näkövammaisen ei pysty havaitsemaan valkoisella kepillä [33, s. 11]. Tällaisia esteitä voivat olla muun muassa ylhäältä tai sivulta kulkuväylälle ulottuvat opasteet ja valaisimet sekä kuorma-autojen lavat, jotka tulee erottaa kulkuväylän ulkopuolelle esimerkiksi sulkupuomeja tai suojakaidetta apuna käyttäen [34; 40].

Aivan kuten liikuntavammaisten, myös näkövammaisten tapauksessa on olennaista huolehtia muuttuvien liikennejärjestelyjen ennakkotiedottamisesta, jotta näkövammaiset voivat suunnitella reittinsä ja ennakoida tuttuun reittiin tehtävät muutokset. Näkövammaiset, kuten muukin kevyt liikenne tulee pyrkiä ohjaamaan tien ylitse aina suojateitä pitkin. Näkövammaisten kannalta onkin erityisen tärkeää, että työmaa-alueena oleva kevyen liikenteen väylä suljetaan täsmälleen suojatien vierestä, vaikka työmaatoiminnot eivät ulottuisikaan suojatielle asti. Näin näkövammaiset saadaan ohjattua tien ylitse suojatietä pitkin. Mikäli kevyen liikenteen väylää ei suljeta suojatien kohdalta, on tarpeellista perustaa väliaikainen suojatie sulkukohtaan viereen. [34] Suojatien kohdalla kevyen liikenteen väylän reunan tulee olla noin 30–40 mm korkuinen, jotta se ohjaa näkövammaisten liikkumista, mutta mahdollistaa sujuvan ylityksen myös pyörätuolilla [33, s. 16].

3.2.5 Kuulovammaiset

Kuulovammaiset voidaan jakaa kolmeen ryhmään: kuurot, kuuroutuneet sekä heikko-kuuloiset. Heille varsinainen liikkuminen ei yleensä ole erityinen ongelma, mutta ääninformaation saaminen voi kuitenkin olla haasteellista tai jopa mahdotonta kuulovamman laadusta ja taustamelun määrästä riippuen. Kuulovammaiset hyödyntävätkin liikkumisessaan erityisesti näköaistin avulla saatavaa informaatiota, jolloin liikkumisympäristön hyvä valaistus on tärkeässä roolissa. Lisäksi johdonmukainen opastus ja selkeä viitoitus auttavat kuulovammaisia liikkumisessaan. [45, s. 13, 15]

3.2.6 Kehitysvammaiset

Kehitysvammaisilla ihmisillä ilmenee vaikeuksia uusien asioiden oppimisessa ja ymmärtämisessä sekä ongelmanratkaisukyvyssä. Kehitysvammaan voi liittyä myös kommunikoinnin ja motoriikan vaikeuksia. [46] Monimutkaiset tai vaikeasti hahmotettavat kulkureitit sekä kirjallinen informaatio voivat hankaloittaa kehitysvammaisen itsenäistä liikkumista [45, s. 14]. Kehitysvammaisten kannalta työmaa-aikaisissa liikennejärjestelyissä tulisi panostaa erityisesti selkeisiin ja yksinkertaisesti opastettuihin kulkureitteihin. Lisäksi opasteissa tulisi suosia mahdollisuuksien mukaan tekstin sijasta kuvia ja symboleita.

3.2.7 Allergiaa sairastavat

Allergiaa sairastavien ihmisten puolustus- ja immuunijärjestelmän toiminta ulkoisia tekijöitä kohtaan on virheellistä. Heidän immuunijärjestelmänsä voi reagoida liiallisesti esi-

merkiksi hengitysteihin kulkeutuneeseen kiviainespölyyn, mikä aiheuttaa allergisen reaktion. [47] Työmaiden tulisi rajoittaa pölyn muodostumista sekä muodostuneen pölyn leviämistä työmaa-alueen ulkopuolelle. Työmaaliikenteelle suunnitellaan kovapintaiset ja pölyämättömät kulkureitit, joita tarpeen tullen kastellaan pölyämisen ehkäisemiseksi. Työmaalta lähtevien ajoneuvojen renkaat puhdistetaan ja pölyämisherkät kuormat peitetään ennen niiden siirtymistä yleisen liikenteen joukkoon. Työmaalla olevat pölyämialttiit kaivannot ja maakasat peitetään tai kostutetaan mahdollisuuksien mukaan. Työmaalla syntyvän pölyn leviämisen estämiseksi työmaan ympärillä käytetään tiiviitä suoja-aitoja. [48, s. 2–3]

3.3 Liikennejärjestelyjen esteettömyys

Esteettömillä liikennejärjestelyillä pyritään varmistamaan turvalliset liikkumismahdollisuudet työmaan vaikutuspiirissä koko työmaan keston ajan. Vaikka esteettömyys mielletäänkin yleensä eri käyttäjäryhmien liikkumista hankaloittavista esteistä vapaaksi liikkumisympäristöksi, tarkoitetaan sillä myös liikkumisen turvallisuutta. [33, s. 5, 22] Turvallinen liikkumisympäristö edellyttää työmaan mukanaan tuomien vaaratekijöiden kuten kaivantojen, työmaaliikenteen ja muuttuneiden liikennejärjestelyjen tunnistamista ja hallitsemista [49, s. 6]. Työmaa-aikaisilla liikennejärjestelyillä pyritään ehkäisemään ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen vaaratilanteet muuttuneessa liikenneympäristössä [6, s. 20, 22].

Kaukolämpötyömaalle täytyy laatia liikennejärjestelysuunnitelma, mikäli työn toteuttaminen edellyttää teiden, katujen, kevyen liikenteen väylien tai jalkakäytävien kaventamista, joukkoliikennejärjestelyjen muuttamista, nopeusrajoitusten alentamista, pysäköinnin rajoittamista tai muuten olemassa oleviin liikennejärjestelyihin puuttumista [31, s. 29; 49, s. 8]. Suunnitelman laatimisen perustana käytetään rakennuttajan laatimaa turvallisuusasiakirjaa. Suuria hankkeita varten rakennuttajan tulee laatia aina työmaakohtainen turvallisuusasiakirja, mutta pienille ja tavanomaisille työmaille riittää yhteinen, yleispätevä turvallisuusasiakirja. Yleistä turvallisuusasiakirjaa käytetään esimerkiksi vuosisopimusten yhteydessä, kun sama urakoitsija vastaa tietyn määräajan kaikista rakennuttajan tilaamista töistä. [50, s. 4, 8]

Työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä kuvaavan liikennejärjestelysuunnitelman laatimisesta vastaa tavallisesti hankkeen päätoteuttaja [31, s. 53]. Suunnitelman laatijalla, kuten myös suunnitelmassa esitettyjen liikennejärjestelyjen toteutuksesta vastaavalla henkilöllä tulee olla voimassa oleva Tieturva 2 -pätevyys [51, s. 14]. Liikennejärjestelyt tulee suunnitella siten, että ne eivät liioittele, mutta eivät toisaalta myöskään vähättele työ-

maan vaativuutta. Liikennesääntöjen ja ohjeiden tulee olla loogisia sekä järjestelyjen yhteneviä muiden lähialueella sijaitsevien työmaiden kanssa. Liikennejärjestelyihin liittyvistä muutoksista tulee tiedottaa hyvissä ajoin ja käyttäen useita tiedotuskanavia. Lisäksi tulee välttää kohtuuttoman haitan aiheuttamista liikenteelle huomioimalla järjestelyjen toteutuksessa esimerkiksi eri liikennemuotojen ruuhka-ajankohdat ja kohtuulliset odotusajat. Suunnitelma tulee hyväksyttäväksi tilaajalla ennen liikennejärjestelyjen toteuttamista ja töiden aloittamista. [31, s. 7, 29]

3.3.1 Rakennuttajan turvallisuusasiakirja

Rakennuttajan velvollisuutena on laatia työkohteesta turvallisuusasiakirja ja luovuttaa se päätoteuttajalle ennen rakennushankkeen käynnistymistä. Turvallisuusasiakirjassa rakennuttaja esittää hankkeen toteuttamisen kannalta olennaiset turvallisuuteen liittyvät vaara- ja haittatekijät, joita ei voida pitää tavanomaisina rakentamisen riskitekijöinä. [52, s. 6, 8]

Turvallisuusasiakirjassa rakennuttaja arvioi muun muassa eri liikennemuotojen tarpeet ja määrittää niiden perusteella vaatimukset, jotka tulee ottaa huomioon työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä suunniteltaessa [6, s. 6; 31, s. 9]. Vaatimuksia laatiessaan rakennuttaja voi tarvittaessa kuulla myös kunnan viranomaisia, jotka voivat asettaa omia reunaehtojaan liikennejärjestelyjen toteuttamiselle. Tällaisia reunaehtoja voivat olla esimerkiksi, saako kevyen liikenteen väyliä tai ajokaistoja sulkea, miten liikenne ohjataan turvallisesti korvaavalle reitille, voidaanko töitä tehdä öisin ja onko lähistöllä erityisryhmiä, joiden tarpeet tulee ottaa huomioon liikennejärjestelyjä suunniteltaessa. [6, s. 6] Suunnittelijoiden olisi syytä huomioida turvallisuusasiakirjan sisältämät tiedot jo putkilinjan sijaintia mietittäessä. Järkevän linjauksen avulla voidaan helpottaa työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelua käytännön olosuhteissa toimivaksi, kun tavoitteena on kaikille käyttäjärhyhmille esteetön liikkumisympäristö. [50, s. 4]

3.3.2 Päätoteuttajan turvallisuussuunnitelma

Päätoteuttajan vastuulla on rakennustöiden turvallisuuden suunnittelu ja turvallinen käytännön toteuttaminen. Ennen rakennustöiden aloittamista päätoteuttajan tulee laatia kirjallinen turvallisuussuunnitelma, jossa hän huomioi yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi turvallisuusasiakirjassa esitetyt kohdekohtaiset erityispiirteet. [52, s. 6–7]

Keskeisiä turvallisuussuunnitelmassa tarkasteltavia asioita ovat rakennustöiden turvallisuussuunnittelu, rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelu sekä turvallisen työskente-

lyn ohjaukseen ja valvontaan liittyvien asioiden suunnittelu. Kyseisiä asioita suunniteltaessa tulee ottaa huomioon työmaan vaikutuspiirissä liikkuvat ihmiset ja heidän turvallisuuteensa vaikuttavat asiat, kuten yleisillä kulkuväylillä tehtävät työt, kaivantojen puotamissuojaus sekä käytössä olevien kulkuväylien työmaa-aikainen esteettömyys. [1, s. 417–418]

3.3.3 Työmaan sijainnin huomioiminen

Työmaa-aikaiset liikennejärjestelyt tulee suunnitella työmaan sijainti huomioon ottaen. Työmaan vaikutuspiirissä olevien teiden, katujen, jalkakäytävien ja kevyen liikenteen väylien eri käyttäjäryhmät vaikuttavat liikennejärjestelyille asetettaviin esteettömyysvaatimuksiin. Mikäli työmaan lähistöllä on tiettyjen erityisryhmien asuntoja tai heille suunnattuja palveluja, tulee liikennejärjestelyt suunnitella kyseisten erityisryhmien vaatimukset huomioiden. Esimerkiksi lähistöllä sijaitseva koulu voi edellyttää tiukempia turvallisuusvaatimuksia tai työkohteen vieressä sijaitseva seniorikoti erityisiä ikäihmisten huomioon ottavia esteettömyysratkaisuja. [31, s. 10]

Työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen ulkoasulla tulisi viestiä alueen käyttäjille työmaan vaativuudesta. Vaativissa kohteissa liian vaatimattomat suojaukset ja varoitusmerkit saattavat johtaa alueen käyttäjien liialliseen varomattomuuteen, kun taas työmaahan nähden suhteettoman järeät suojaukset ja varoitukset voivat jatkossa heikentää niiden vaikuttavuutta. Järjestelyjen antaman informaation tulisi olla yhteneväistä lähialueen muiden työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen kanssa, jotta alueella liikkuminen olisi mahdollisimman johdonmukaista ja liikennejärjestelyissä tapahtuvat muutokset helposti ennakoitavissa. [31, s. 7]

Ajokaistojen ja kevyen liikenteen väylien sulkemisessa tulisi huomioida muut samalla alueella käynnissä olevat työmaat sekä lähialueille suunnitteilla olevat tapahtumat [31, s. 19; 6, s. 6]. Kulkuväylien välityskykyä ei pitäisi heikentää kohtuuttomasti varsinkaan ruuhka-ajankohtina [6, s. 8]. Useamman samansuuntaisen kulkuväylän tai ajokaistan yhtäaikaista sulkemista tulisi välttää [31, s. 19].

Mikäli työmaa-aikaiset liikennejärjestelyt vaikuttavat joukkoliikennereitteihin tai -pysäkkeihin, on siitä sovittava joukkoliikenteen järjestäjän kanssa hyvissä ajoin. Lähtökohtaisesti joukkoliikenteen sujuminen on aina turvattava, ja jos esimerkiksi pysäkin sijaintia joudutaan muuttamaan, on väliaikaiselle pysäkille järjestettävä riittävä opastus. [6, s. 13] Lisäksi uudet pysäkit tulee merkitä hyväksyttävien liikennemerkein, jotka tulee vastaavasti poistaa tai peittää käytöstä pois jääviltä pysäkeiltä [31, s. 36]. Asianmukaista opastusta

tarvitaan myös silloin, jos pysäkeille johtavia kulkureittejä joudutaan sulkemaan. Tällaisessa tilanteessa suljetun kulkureitin päähän tulee asentaa karttapohjalla varustettu opastustaulu, johon on merkattu lyhin kiertoreitti kyseiselle pysäkille. [6, s. 13]

Työmaan ja yleisen liikenteen välillä kulkeva työmaaliikenne tarvitsee turvallisen työmaaliittymän. Liittymän sijainti tulee suunnitella sellaiseksi, että työmaaliikenne häiritsee muita tienkäyttäjiä mahdollisimman vähän, mutta mahdollistaa työmaa-ajoneuvojen turvallisen ja sujuvan liikkumisen työmaan ja yleisen liikenteen välillä. Liittymän havaittavuutta voidaan parantaa esimerkiksi opastekylteillä, joiden avulla työmaaliikenne pystyy ennakoimaan kulkuaan paremmin. [49, s. 8–9] Työmaan päättyessä liikennejärjestelyt tulee palauttaa ennalleen tai mahdollisen uuden liikenteenohjaussuunnitelman mukaiseksi [6, s. 39].

3.3.4 Tiedottaminen ja opasteet

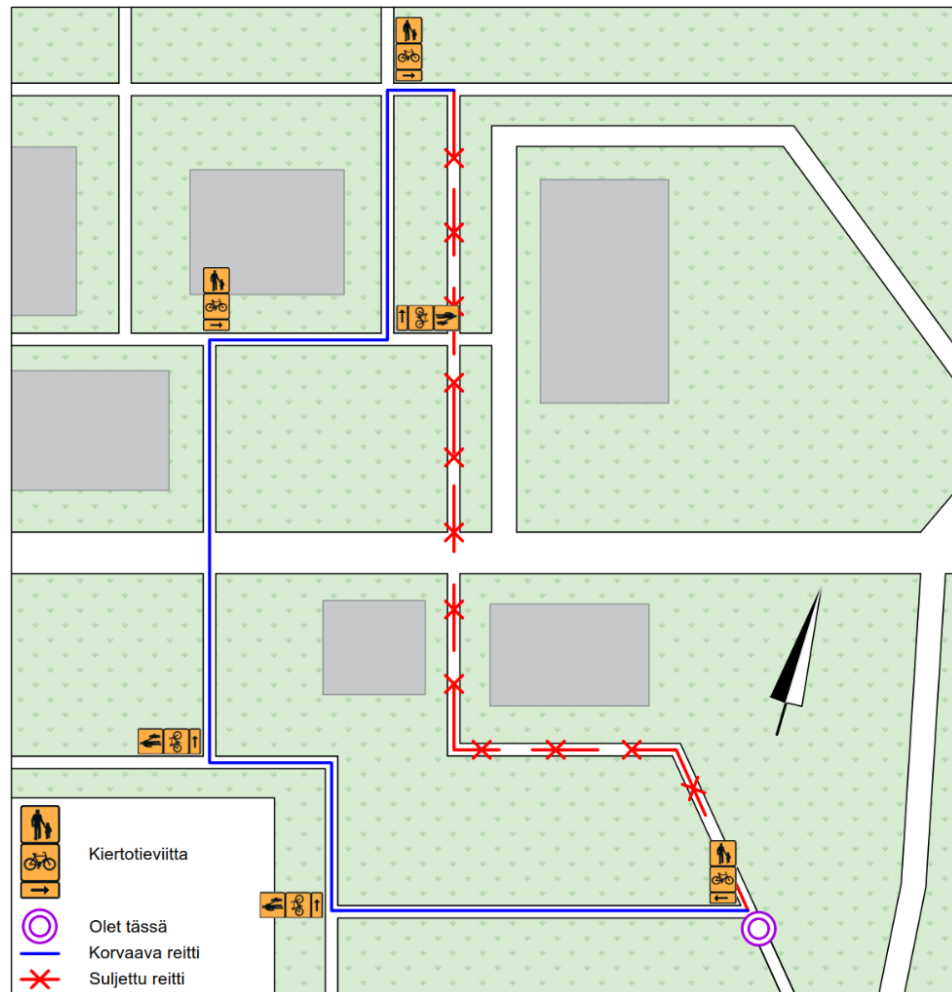
Työmaa-aikaisista liikennejärjestelyistä tiedottamisella on keskeinen rooli tilapäisten liikenneratkaisujen toimivuuden kannalta. Tilajalla on päävastuu huolehtia eri sidosryhmien tiedottamisesta ennen työn alkua sekä sen aikana. Urakoitsija huolehtii yleensä työnaikaisesta tiedottamisesta alueen asukkaille ja toimijoille sekä tarvittavasta työvaihekohtaisesta sidosryhmien tiedottamisesta, kuten esimerkiksi ilmoituksesta paikalliselle pelastusviranomaiselle, jos katu joudutaan kokonaan sulkemaan liikenteeltä. Tärkeää on, että tiedottaminen tapahtuu hyvissä ajoin ennen liikennejärjestelyjen toteuttamista, jotta alueella liikkuvat ihmiset ehtivät suunnitella kulkureittinsä ja aikataulunsa sen mukaan. [6, s. 6–7, 11]

Liikennejärjestelyjä koskevassa tiedotteessa tulisi kertoa olennaiset muutokset ajoneuvoliikenteen, joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen osalta. Tiedotteessa tulisi mainita eri kulkumuotoja koskevat osittain tai kokonaan suljetut kulkuväylät sekä näitä korvaavat kiertoreitit. Tiedotteessa olisi hyvä tuoda ilmi työmaan sijainti, työn tarkoitus ja työn arvioitu kesto sekä työstä vastaavan henkilön nimi ja puhelinnumero mahdollisia yhteydenottoja varten. Tarvittaessa tiedotetta täydennetään karttapohjalla, jossa esitetään muutuneet liikennejärjestelyt. [53, s. 20]

Tiedotteita tulisi jakaa riittävän usein ja monipuolisia tiedotuskanavia hyödyntäen [31, s. 53]. Liikenteen kannalta merkittävistä muutoksista laaditaan lehdistötiedote esimerkiksi paikallislehteen tai -radioon [6, s. 11]. Työnaikaisista muutoksista informoidaan vähintään työmaan vaikutuspiirissä olevia asukkaita ja yrityksiä esimerkiksi postiluukkuihin ja

ettavilla tiedotteilla tai sosiaalisen median välityksellä [6, s. 11; 49, s. 10]. Alueella liikkuva kevyttä liikennettä ohjataan tilapäisille kiertoreiteille työmaan päihin pystytettävillä opastustauluilla ja kulkureittien varsille pystytettävillä opasteilla [44, s. 73; 54, s. 24].

Työmaa-aikaisten opasteiden väriyksenä käytetään aina mustaa ja keltaista, millä pyritään tuomaan esille merkkien väliaikaisuus [6, s. 24]. Kevyen liikenteen opastemerkkien tulisi olla ennakoivia, yksiselitteisiä ja helposti havaittavia, eivätkä ne saisi heikentää kulkuväylien esteettömyyttä [40]. Ennakoitavuus korostuu sitä enemmän, mitä nopeammin liikkuvista kulkuvälineistä on kysymys. Esimerkiksi polkupyöräilijät vaativat esteettömään liikkumiseensa toimivien kulkuyhteyksien lisäksi ennakoivaa ja selkeää opastusta, jotta he ehtivät reagoida opasteiden antamaan informaatioon ajoissa. Selkeän informaation merkitys korostuu esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa jalankulkua ja pyöräilyä opastetaan samaan suuntaan, mutta eri kulkuväylille. Tällaisessa tilanteessa eri kulkumuotoja koskevat opasteet olisi syytä erottaa toisistaan joko fyysisesti tai lisäkilven avulla, kuten esimerkiksi *Pyöräily ajoradalla* -lisäkilvellä. Ohjattaessa kevyttä liikennettä tilapäiselle kiertoreitille tulee kierrettävä reitti viitoittaa ainakin kaikkien niiden liittymien kohdilla, joissa harhaan ajon mahdollisuus on ilmeinen [31, s. 40]. Viitoituksessa käytetään kuvassa 10 näkyviä 681 *Pyöräilijöille tarkoitettu tilapäinen reitti* ja 682 *Jalankulkijoille tarkoitettu tilapäinen reitti* -merkkejä [31, s. 34]. Monimutkaisempien kiertoreittien yhteydessä voidaan käyttää lisäksi kiertoreitin alkupäähän sijoitettavaa ajoreittiopastusta, jonka periaatekuva on esitetty kuvassa 10. Pääasia kuitenkin on, että kiertotieopastus jatkuu selkeästi pysyvään opastukseen saakka [31, s. 28].



Kuva 10. Kevyen liikenteen opastustaulu. Perustuu lähteeseen [6, s. 14]

3.3.5 Liikenteenohjauslaitteet

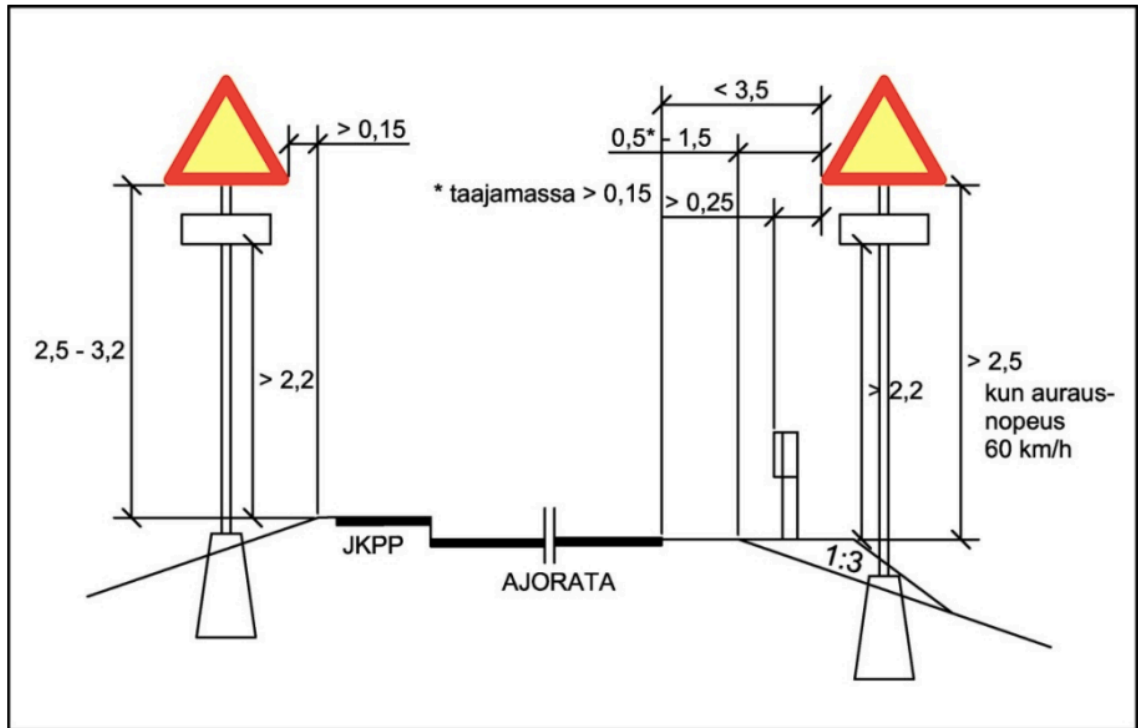
Tässä diplomityössä liikenteenohjauslaitteilla tarkoitetaan ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen työmaa-aikaiseen ohjaamiseen ja suojaamiseen käytettäviä liikennemerkkejä sekä sulkua- ja varoituslaitteita. Liikennemerkeillä varoitetaan kulkuväylillä liikkuvia ihmisiä lähestyvistä työmaista sekä ohjataan heitä toimimaan tilapäisten liikennejärjestelyjen mukaisesti. [6, s. 24, 27] Sulku- ja varoituslaitteilla osoitetaan työmaa-alueen rajat sekä suojataan työntekijöitä liikenteeltä, liikennettä työmaalta ja liikenteen eri osapuolia toisiltaan. Kevyen liikenteen näkökulmasta työmaasuojauksen tavoitteena on estää kevyen liikenteen tahaton joutuminen työkohteeseen, suistuminen työmaa-alueella olevaan kaivantoon sekä ehkäistä eri liikennemuotojen sekoittuminen. Vastuu liikennealueella sijaitsevan työkohteen ja sen sisältämien vaarallisten kaivantojen merkitsemisestä ja suojaamisesta on rakennustyömaan päätoteuttajalla. Vähimmäisvaatimuksena työkohteen merkitsemiselle ja suojaamiselle voidaan pitää tietyömerkkien pystyttämistä kaikkiin tulosuuntiin sekä tarpeellisten kohtien suojaamista tarkoituksenmukaisilla sulkua-

ja varoituslaitteilla. [41, s. 8, 13–14] Laiminlyönnit voivat johtaa vahinkotapauksissa rikosoikeudelliseen käsittelyyn ja tuomioon Suomen rikoslain luvun 44 momentissa 14 esitetystä vaaranmerkintärikkomuksesta [55].

Työmaa-aikaisilla liikenteenohjauslaitteilla varmistetaan, että työmaa on kaikista tulo-suunnista katsottuna helposti ennalta havaittavissa myös pimeässä ja eri sääolosuh-teissa. Liikenteenohjauslaitteiden tulee antaa yksiselitteiset toimintaohjeet työmaan tur-vallisesta ja helppokulkuisesta ohittamisesta. Asianmukaisilla sulkulaitteilla varmistetaan työmaa-alueen ja sen sisältämien kaivantojen eristäminen muusta liikenneympäristöstä sekä estetään kevyen liikenteen ja ajoneuvoliikenteen väliset vaaratilanteet. Kaikki tila-päisissä liikennejärjestelyissä käytettävät liikennemerkkit, suojaukset ja muut liikenteen-ohjauslaitteet sekä niiden sijoittelu tulee esittää liikennejärjestelysuunnitelmassa. [6, s. 8–9] Suunnitelmaan tulee merkitä myös olemassa olevat liikenteenohjauslaitteet eli käy-tännössä pysyvät liikennemerkkit ja näiden peittäminen, jos ne ovat ristiriidassa tilapäis-ten liikenteenohjauslaitteiden kanssa [56, s. 12].

Liikennemerkkit

Työmaa-aikaisissa liikennejärjestelyissä käytettävät liikennemerkkit ovat pääasiassa sa-manlaisia kuin pysyvissä liikennejärjestelyissä käytettävät. Niiden havaittavuuteen ja pystyssä pysymiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, eivätkä ne saa peittää toisiaan tai olla liikenteelle näkemäesteenä. [6, s. 24–25] Kevyen liikenteen näkökulmasta liiken-nemerkkien sijainti ei saa aiheuttaa estevaikutusta tai törmäysvaaraa [33, s. 22]. Ajoneu-voliikennettä koskevat liikennemerkkit sijoitetaan yleensä kulkusuuntaan nähden kadun oikean puoleiselle pientareelle tai kevyen liikenteen väylän sisäreunaan. Mikäli kevyen liikenteen väylä on alle 2 m leveä, merkki sijoitetaan kevyen liikenteen väylän ulkoreu-naan tai tilan salliessa sen ulkopuolelle. [6, s. 25] Sivusuunnassa liikennemerkkin lähim-män reunan etäisyys ajoradan reunasta saa olla korkeintaan 3,5 m tai pientareen ulko-reunasta 1,5 m. Merkin vähimmäisetäisyys ajoradan reunasta on lähtökohtaisesti 0,5 m, mutta taajamassa se voidaan kuitenkin sijoittaa lähemmäksikin, jos siitä ei aiheudu hait-taa tai vaaraa liikenteelle eikä kohtuutonta haittaa kunnossapidolle. Yleisperiaatteen mu-kaisesti liikennemerkkin tai lisäkilven alimman reunan etäisyys ajoradan tai kevyen liiken-teen väylän pinnasta tulee olla vähintään 2,2 m. [57, s. 21–22] Kuvassa 11 on esitetty yleisperiaate liikennemerkkien sijoittamisesta.



Kuva 11. Yleisperiaate liikennemerkkien sijoittamisesta tiepoikkileikkauksessa. [57, s. 22]

Liikennemerkkien asianmukaisella sijoittelulla voidaan parantaa niiden havaittavuutta ja tehostaa niiden noudattamista. Varoitusmerkit tulisi sijoittaa 150–250 m ennen vaaranpaikkaa, jotta tienkäyttäjä ehtii huomioida liikennemerkin sisältämän varoituksen. Taaajama-olosuhteissa tästä vähimmäisetäisyydestä voidaan tarpeen vaatiessa kuitenkin tinkiä, kunhan ei heikennetä liikennejärjestelyjen turvallisuutta. Etuajo-oikeus- ja väistämismerkki sekä kielto- ja rajoitusmerkit sijoitetaan pääsääntöisesti siihen, mistä merkin vaikutus alkaa. [6, s. 27–28, 30] Nopeusrajoitusmerkit olisi hyvä sijoittaa noin 150–250 m ennen varottavaa kohdetta, jotta ajoneuvon kuljettajalle jää riittävästi matkaa reagoida nopeusrajoitukseen. Nopeusrajoituksen vaikutusmatkan tai -ajan turha pidentäminen ei ole tarkoituksenmukaista, koska kuljettajien motivaatio pitkään jatkuvan alhaisen nopeusrajoituksen noudattamiseen on huono. Tästä syystä työnaikaiset nopeusrajoitukset tulisi asettaa mahdollisimman lyhyelle matkalle ja vain siksi ajaksi, kun tieosuudella tehdään töitä tai tien kunto on puutteellinen. [31, s. 7, 14–15]

Työkohteen nopeusrajoitusta voidaan tukea myös nopeusnäyttötauluilla tai rakenteellisilla toimenpiteillä, jos nopeusrajoituksen noudattamisessa esiintyy puutteita. Rakenteellisia tukitoimia ovat muun muassa ajokaistan kaventaminen sulkupyöväiden avulla, ajo-aidat sekä heräteraidat. Lisäksi normaalista poikkeava päällysteen laatu, esimerkiksi

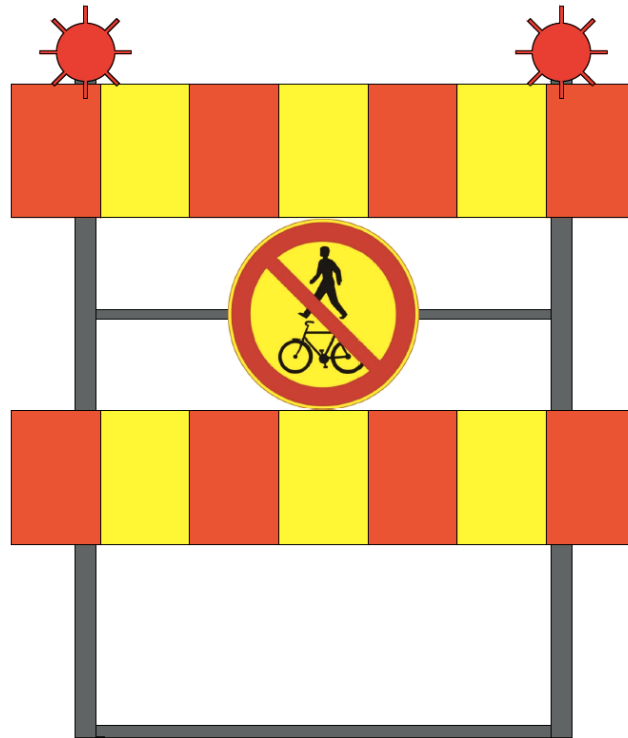
karkea ja epätasainen tukee nopeusrajoituksen noudattamista. [31, s. 11, 13–14] Nopeusrajoitusmerkkien kuten muidenkin liikennemerkkien havaittavuutta voidaan parantaa esimerkiksi merkkien yhteyteen sijoitettavilla varoitusvilkuilla ja sulkupylväillä [31, s. 11; 41, s. 47]. Merkkien kunnosta ja puhtaudesta huolehtiminen tehostavat myös niiden havaittavuutta [31, s. 11].

Sulku- ja varoituslaitteet

Kevyen liikenteen tilapäisiin liikennejärjestelyihin käytettäviksi suunniteltuja sulkulaitteita ovat sulkuaita, sulkupuomi, suojakaide, raskassuoja, tilapäinen korkea reunatuki ja sulkupylväs [41, s. 30]. Lisäksi sulkulaitteiden yhteydessä voidaan hyödyntää tienkäyttäjän varoittamiseksi varoitusvaloja: vilkkuvaa keltaista valoa tai yhtäjaksoisesti palavaa punaista valoa [58]. Sulku- ja varoituslaitteille asetettavat tekniset laatuvaatimukset kuten mitta-, rakenne- ja heijastavuusvaatimukset riippuvat työkohteen sijainnista ja sen perusteella määräytyvästä toimintaympäristöluokasta [41, s. 10–11]. Toimintaympäristöluokan vaikutuksesta sulku- ja varoituslaitteiden teknisiin ominaisuuksiin kerrotaan tarkemmin Liikenneviraston vuonna 2018 julkaisemassa ohjeessa *Sulku- ja varoituslaitteet* [41].

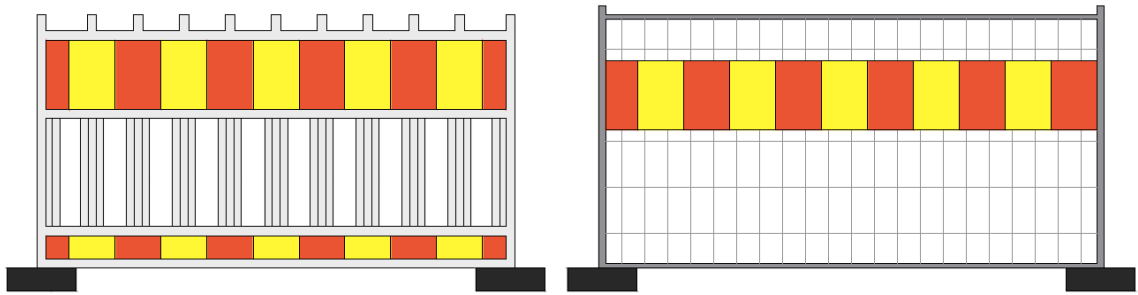
Sulkulaitteiden päätarkoituksena on erottaa työmaa-alue ja sen sisältämät vaaratekijät yleisestä liikenteestä sekä estää eri liikennemuotojen haitallinen sekoittuminen. Lisäksi sulkulaitteilla tehostetaan liikennemerkkien ja opasteiden luomaa optista ohjausta, mikä omalta osaltaan mahdollistaa työmaan sujuvan ohittamisen yleiselle liikenteelle. [41, s. 13–14] Tielle asetettavien sulkulaitteiden väreinä käytetään punaista ja keltaista [58]. Varsinkin pimeään ja hämärän aikaan sulkulaitteiden havaittavuutta tulee parantaa niihin asennettavilla varoitusvaloilla, jotka valitaan käyttötarkoituksen mukaan joko keltaisena tai punaisena [41, s. 47].

Kevyen liikenteen väylillä käytettävä sulkuaita on tavallisesti pystyjuovainen, punakeltainen ja vähintään kaksi metriä korkea levymäinen aitarakennelma, josta esimerkki on esitetty kuvassa 12. Sitä käytetään kevyen liikenteen väylillä niiden sulkemiseen osittain tai kokonaan. [41, s. 15, 30] Sulkuaita, kuten muutkin kevyen liikenteen väylän katkaisuun käytettävät sulkulaitteet on sijoitettava vähintään kahden metrin etäisyydelle kaivannosta tai vastaavasta esteestä [31, s. 35]. Sulkuidalla välitettävää viestiä voidaan tehostaa liikennemerkillä 324 *Jalankulku sekä polkupyörällä ja mopolla ajo kielletty* [41, s. 25].



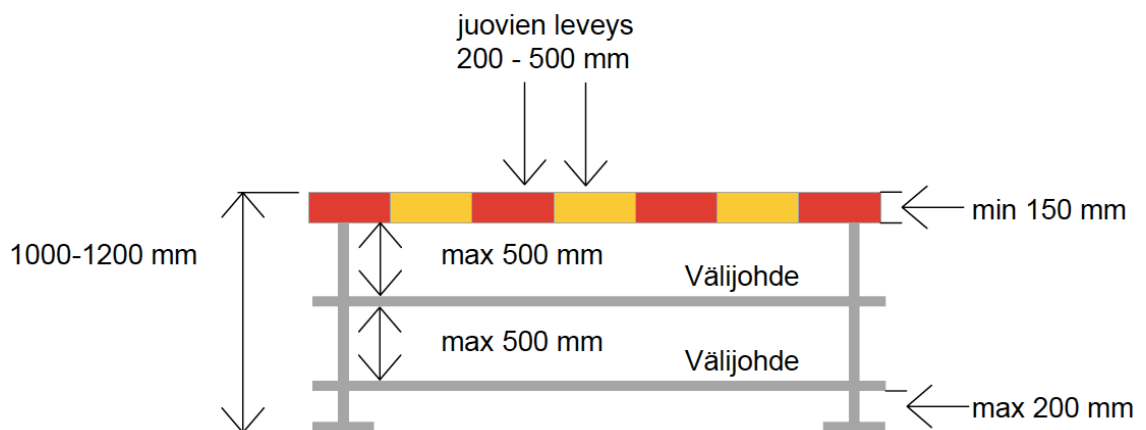
Kuva 12. Esimerkki kevyen liikenteen väylän sulkemiseen käytettävästä sulkuaidasta. Perustuu lähteeseen [41, s. 15]

Sulkupuomeja on kahta erilaista päätyyppiä, aitamaisia ja puomimaisia. Aitamaisella sulkupuomilla tarkoitetaan muovista tai teräksestä valmistettua työaitaa, jonka korkeus on tavallisesti 1–1,2 metriä. Työaitaa käytetään kevyen liikenteen väylien sulkemiseen osittain tai kokonaan, jolloin aidassa tulee olla heijastavaa materiaalia vähintään $0,3 \text{ m}^2/\text{m}$, tai kaivantojen suojaukseen, jolloin työaidan korkeuden tulee olla vähintään 1,2 m, kun kaivannon syvyys on suurempi kuin 0,7 m. Kaivantojen suojaukseen käytettävien työaitojen tulee lisäksi kestää riittävä määrä pistekuormaa ilman, että ne pääsevät kaatumaan tai liikkumaan haitallisesti. Verkkoaidoilla tämä tarkoittaa epäedullisesti sijoitettua 0,5 kN suuruista pistekuormaa ja muilla työaidoilla epäedullisesti sijoitettua 1,0 kN suuruista pistekuormaa. [41, s. 25–28] Verkkoaitoja ei tarvitse varustaa heijastimilla, kun niitä käytetään kevyen liikenteen väylän suuntaisesti [6, s. 36]. Kuvassa 13 on esimerkki kevyen liikenteen väylän sulkemiseen ja kaivannon suojaamiseen soveltuvasta muovisesta työaidasta ja heijastimin varustetusta teräsverkkoaidasta.



Kuva 13. Esimerkki kevyen liikenteen väylän sulkemiseen ja kaivannon suojaamiseen soveltuvista työaidoista. Perustuu lähteeseen [41, s. 26, 28]

Puomimainen sulkupuomi on korkeudeltaan 1–1,2 m ja koostuu vähintään ylä-, ala- ja välijohteesta. Yläjohteen tulee olla kokonaan heijastava ja vähintään 15 cm korkea. Ala-johteen suurin sallittu etäisyys kulkuväylän pinnasta on 20 cm, jotta näkövammaisen henkilö pystyy hyödyntämään sitä kulkusuunnan ohjaimena. Välijohteiden tarkoituksena on estää läpiputoaminen kaventamalla sulkupuomissa oleva korkeussuuntainen vapaa-tila enintään 50 cm suuruiseksi. Puomimaisia sulkupuomeja käytetään pääasiassa työmaa-alueen ja kevyelle liikenteelle varatun alueen erottamiseen toisistaan. Niitä voidaan käyttää myös kaivantojen suojaamiseen, jos ne ovat vähintään 1,2 m korkuisia ja kestävät yläjohteeseen kohdistuvaa epäedullista pistekuormaa vähintään 1 kN:n ja muihin johteisiin kohdistuvaa epäedullista pistekuormaa vähintään 0,5 kN:n verran. [41, s. 25–28] Kuvassa 14 on esimerkki puomimaisen sulkupuomin mitoituksesta.

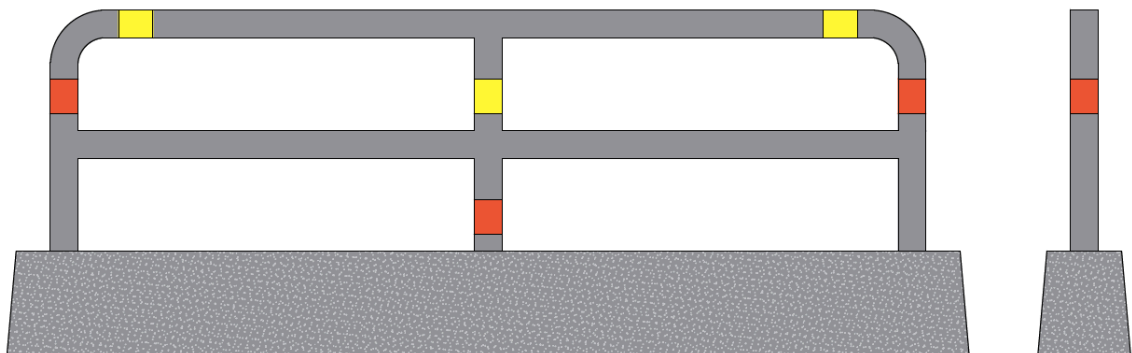


Kuva 14. Esimerkki sulkupuomin mitoituksesta. [41, s. 27]

Suojakaide on puutavarasta tai metallista tehty kevyen liikenteen väylän syvien kaivantojen suojaamiseen tarkoitettu rakenne. Se koostuu vähintään 1,2 m korkeudella ole-

vasta yläjohteesta sekä tarvittavista ala- ja välijohteista. Suojakaiteen kuormituksenkestovaatimukset ovat samat kuin puomimaisella sulkupuomilla, joten sen käyttötarkoitukseen soveltuvat myös puomimainen sekä aitamainen sulkupuomi. Käytettäessä suojakaidetta kaivantojen suojaamiseen tulee se varustaa koko pituudeltaan vähintään 20 cm korkuisella heijastavalla osalla. [41, s. 28, 30]

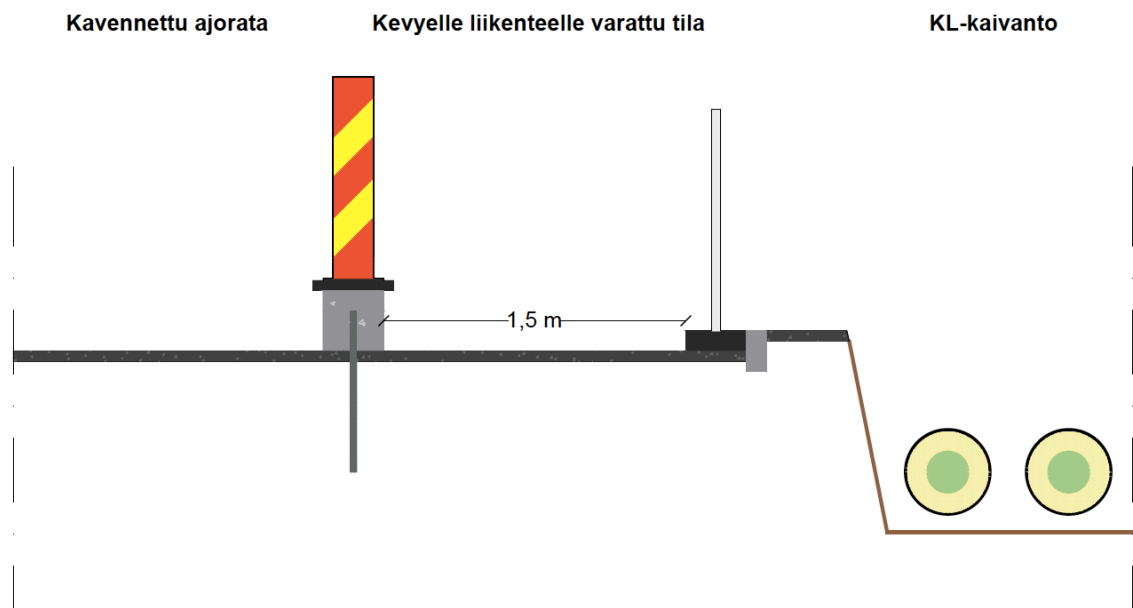
Raskassuoja ja tilapäinen korkea reunatuki kuuluvat raskaaseen suojaukseen, jota käytetään, kun ajoradasta varataan kulkutila kevyelle liikenteelle. Raskassuojalla tarkoitetaan tässä yhteydessä taajamanopeuksiin soveltuvaa, K1-suojausluokan betonielementtijonoa. [41, s. 30, 50, 52] Betonielementtijono muodostuu yksittäisistä, käyttötilanteessa yhteen kytketyistä betonielementeistä, kuten esimerkiksi kuvassa 15 esitetyistä betonijalustasta ja teräskaitteesta koostuvista, noin metrin korkuisista raskassuoja-aidoista [41, s. 52; 59, s. 35]. Tilapäisellä korkealla reunatuella tarkoitetaan poikkileikkaukseltaan 300 x 300 mm² tai 250 x 250 mm² betonipaaluja, jotka ankkuroidaan tienpintaan esimerkiksi halkaisijaltaan 32 mm harjaterästappien avulla. Pienemmän betonipaalun tapauksessa paalu tulee kohottaa 50 mm irti tien pinnasta esimerkiksi puukapuloiden avulla. Reunatukia käytettäessä niiden havaittavuutta tulee parantaa käyttämällä sulkupylväitä, jotka asennetaan tukien päälle tai viereen korkeintaan 10 metrin jaolla. [41, s. 52]



Kuva 15. Esimerkki teräskaitteellisesta ja betonijalustaisesta raskassuoja-aidasta. Perustuu lähteeseen [59, s. 34]

Sulkupylväs on liikenteenohjaukseen käytettävä vähintään 1 m korkuinen ja 180 mm levyinen heijastava levymainen sulkulaite. Sulkupylväitä käytetään työkohteissa rajamaan työalue yleiselle liikenteelle varatusta tilasta tai ohjaamaan liikennettä halutulle ajolinjalle. [41, s. 21] Niitä käytetään myös työkohteen nopeusrajoitusta tukevin rakenteina kaventamalla niiden avulla ajoneuvoliikenteen käytössä olevaa liikennetilaa [6, s. 36]. Sulkupylväillä voidaan parantaa myös tilapäisten liikennejärjestelyjen kriittisten kohtien havaittavuutta kuten väliaikaisten suojateiden paikkoja ja nopeusrajoitusmerkkien

sijaintia [31, s. 11; 33, s. 16]. Sulkupylväät asennetaan paikoilleen siten, että niiden juovat osoittavat alaspäin sille puolelle, jolta tienkäyttäjän toivotaan ohittavan pylväsrivin. Sulkupylväiden pystytystiheys riippuu käyttökohteesta: suoralla linjalla väli saa olla suurimmillaan 50 m, kun taas suljetun alueen päissä ja kohdissa, joissa tienkäyttäjän voi olla vaikea hahmottaa ajolinjoja, välinä käytetään 5–10 metriä. Tärkeintä on, että pylväät muodostavat aina yhtenäisen optisen ohjauksen. [31, s. 32] Kuvassa 16 on esimerkki sulkupylväiden käytöstä tilapäisen korkean reunatuen päällä, kun reunatuella erotetaan ajoradasta kulkutila kevyelle liikenteelle.



Kuva 16. Sulkupylväiden käyttö tilapäisen korkean reunatuen yhteydessä. [6, s. 22–23; 31, s. 79; 41, s. 52]

Varoitusvalolla tarkoitetaan tässä yhteydessä vilkkuvaa keltaista valoa lähettävää varoitusvilkkua ja yhtäjaksoisesti palavaa punaista sulkuvaloa (kuva 17). Varoitusvilkkuja käytetään erityisesti pimeän ja hämärän aikana parantamaan sulkuaitojen ja -puomien näkyvyyttä. Niiden avulla voidaan parantaa myös varoitusmerkkien ja esimerkiksi liikenne-merkin 511 *Suojatie* havaittavuutta. Punaista sulkuvaloa käytetään sulkuidan ja aita-maisen sulkupuomin kanssa, kun kulkuväylä on kokonaan suljettu ja sulkukohdasta tulee kääntyä takaisin. Varoitusvaloista, kuten muistakin tilapäisiin liikennejärjestelyihin kuuluvista osatekijöistä ja niiden ajantasaisuudesta on vastuussa työmaan vastaava työnjohtaja. [41, s. 14, 46–47]



Kuva 17. Työmaan tilapäisissä liikennejärjestelyissä käytettävät varoitusvalot. Perustuu lähteeseen [60]

3.4 Vaihtoehtoisia kevyen liikenteen järjestelyjä

Taajamakohteissa on kiinnitettävä erityistä huomiota työmaa-aikaisiin kevyen liikenteen järjestelyihin. Kevyt liikenne ei saa ohjautua tahattomasti työmaa-alueelle tai moottori-käyttöisten ajoneuvojen käyttämälle ajoradalle eikä sille saisi tulla vastaan umpiperää, josta se joutuu kääntymään takaisin. Mikäli työmaa sijoittuu kevyen liikenteen väylälle ja vaikuttaa kevyen liikenteen järjestelyihin, tulee korvaavat järjestelyt toteuttaa tarkoitukseen soveltuvimmalla tavalla. Vaihtoehtoisia ratkaisuja ovat vähimmäisvaatimukset täyttävän tilan järjestäminen kevyen liikenteen väylän reunasta, riittävän kulkutilan varaaminen ajoradan reunasta tai kevyen liikenteen ohjaaminen korvaavalle reitille. [31, s. 32–33]

3.4.1 Kulkutila kevyen liikenteen väylän reunasta

Työmaa-alueena oleva kevyen liikenteen väylä voidaan pitää käytössä, jos se täyttää työn toteuttamisen kannalta tarvittavien sulku- ja varoituslaitteiden jälkeen sille asetetut vapaan liikkumistilan vaatimukset. Väylän käytettävyys säilyy myös silloin, jos kavennettavaa kevyen liikenteen väylää voidaan leventää vastakkaisen reunan puolelta niin, että vapaaseen liikkumistilaan ja esteettömyyteen, kuten pinnan tasaisuuteen liittyvät vaatimukset täyttyvät. [31, s. 33–34; 40]

Kevyen liikenteen väylällä oleva kaivanto tulee suojata sulkupuomeilla tai suojakaiteella. Kulkuväylän geometriaan liittyviä muutoksia voidaan selkeyttää sulkupylväiden avulla. Käytettyjen sulkulaitteiden havaittavuutta on mahdollista parantaa varoitusvilkuilla, asentamalla niitä esimerkiksi kaivantosuojauksen ulkonurkkiin. [41, s. 25–29, 46–47] Tarvitavien sulkua- ja varoituslaitteiden jälkeen jalankulkijoille osoitetun väylän vapaan leveyden tulee olla vähintään 1,5 m ja pyöräilijöiden kanssa yhdistetyn 2,5 m [6, s. 14]. Mikäli kevyttä liikennettä on paljon, tulee väylän leveyttä kasvattaa tai pyöräilijät ohjata mahdollisuuksien mukaan ajoradalle [6, s. 43; 60, s. 140]. Pyöräilijöiden ohjaaminen ajoradalle voi olla perusteltua, jos jalankulkijoita tai erityisryhmiin kuuluvia liikkujia on alueella paljon ja pyöräilijöiden suuret nopeudet voivat aiheuttaa vaaraa turvallisuudelle [61, s. 41]. Pyöräilijöiden ohjaaminen ajoradalle edellyttää, että ajorata on rauhallinen ja nopeusrajoitus maksimissaan 30 km/h [60, s. 57].

Mikäli työmaa on risteävällä kadulla alle 20 metrin päässä risteyksestä, tulee työmaasta varoittaa myös kääntyvää liikennettä liikennemerkillä 142 *Tietyö*. Kulkuväyliä kavennettaessa tulee huomioida myös väylien kunnossapito. Jos kaventaminen estää väylän kunnossapidon normaalia kunnossapitokalustoa käyttämällä, siirtyy väylän kunnossapitovastuu pääsääntöisesti työmaan päätoteuttajalle. [6, s. 21, 50] Liitteessä B on esimerkki kevyen liikenteen järjestelyistä, kun kaukolämpötyömaa sijaitsee risteävällä kevyen liikenteen väylällä ja vaatimukset täyttävä kulkutila työmaan ohitse on aikaansaatu kevyen liikenteen väylää viheralueelle leventämällä.

3.4.2 Kulkutila ajoradan reunasta

Kevyt liikenne voidaan ohjata kevyen liikenteen väylällä olevan työmaan ohitse ajoradasta erotetulla, sulkulaittein yhtenäisesti merkityllä tilalla, mikäli ajorataa voidaan liikenteen turvallisuus ja sujuvuus huomioiden kaventaa. Kaventamisen jälkeen ajoradan leveydeksi tulee jäädä vähintään 5,5 m, jos liikenne säilytetään kaksisuuntaisena, ja 4,0 m, jos liikenne vuorottelee esimerkiksi tilapäisten liikennevalojen tai etuajo-oikeus- ja väistämismerkkien avulla. Poikkeuksellisesti vuorottelevan liikenteen tapauksessa ajoradan leveydeksi voidaan jättää 3,0 m, mutta joukkoliikennereiteillä leveyden tulee olla kuitenkin vähintään 3,5 m. [6, s. 14, 43]

Ajoradasta erotetun kevyen liikenteen reitin mitoitus riippuu sille tulevista käyttäjäryhmistä ja -määristä sekä työmaan kestosta. Pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden kanssa yhdistetyn reitin leveyden tulee olla vähintään 2,5 m ja pelkille jalankulkijoille suunnatun reitin 1,5 m, joskus poikkeuksellisesti 1,2 m. Reitin leveyttä tulee kasvattaa, mikäli alueella on paljon kevyttä liikennettä, varsinkin erityisryhmiin kuuluvia liikkujia, tai työmaa on erityisen pitkäkestoinen. [6, s. 41–44]

Kevyt liikenne ja kaivanto erotetaan toisistaan sulkupuomeilla tai suojakaiteilla, kun taas kevyt liikenne ja ajoneuvoliikenne erotetaan toisistaan raskaalla suojauksella [6, s. 8; 41, s. 25–30]. Raskassuojaus on tärkeä aloittaa hyvissä ajoin ennen suojattavaa kohdetta, vähintään joustotilan edellyttämää 1,5 m aikaisemmin. Sen on tärkeä jatkaa ajoradan kavennuksen päissä viistosti kevyen liikenteen väylän reunaan saakka, millä varaudutaan kuljettajaan, joka ei ole havainnut muuttuneita liikennejärjestelyjä ja jatkaisi muuten suoraan kevyelle liikenteelle varatulle reitille. Päätysuojauksen viistoon asentamisella parannetaan raskassuojauksen törmäysturvallisuutta, mikä voidaan toteuttaa myös törmäysvaimenninta käyttämällä. [31, s. 10; 41, s. 53, 55] Kuvassa 18 on esimerkki kevyen liikenteen väylälle sijoittuvasta työmaasta ja ajoradan reunasta kevyelle liikenteelle järjestetystä tilapäisestä kiertoreitistä.

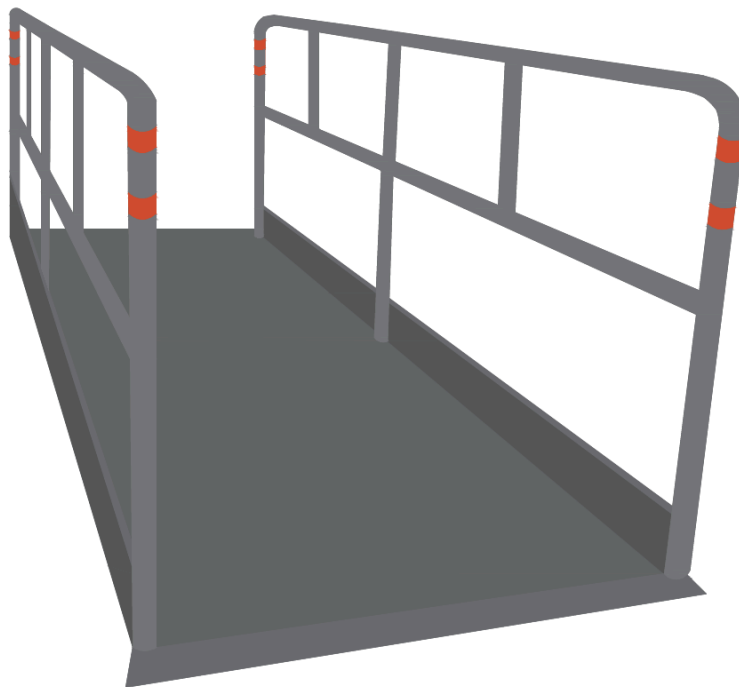


Kuva 18. Kevyelle liikenteelle ajoradan reunasta järjestetty kiertoreitti, jossa kevyt liikenne on erotettu ajoneuvoliikenteestä raskaalla suojauksella ja työmaa-alueesta muovisilla työaidoilla. [62]

Liikennejärjestelyihin tehdyistä muutoksista on tärkeää varoittaa tilanteeseen sopivilla sulku- ja varoituslaitteilla. Ajoradan kaventumista ja kevyen liikenteen kiertoreitin alkamista voidaan osoittaa kavennuksen päihin asennetuilla sulkuaidoilla, joista tulosuunnan sulkuaita voidaan varustaa lisäksi liikennemerkillä 417 *Liikenteenjakaaja*. Ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen ajolinjoja on mahdollista selkeyttää sulkupylväiden avulla ja

käytettyjen sulkulaitteiden havaittavuutta parantaa suoja-aitojen ulkonurkkiin asennettavilla varoitusvilkuilla, joita tulisi käyttää etenkin pimeään ja hämärään aikaan. Kevyen liikenteen ohjautumista sille varatulle kiertoreitille voidaan parantaa reitin päihin asennettavilla pyöräilijöille ja jalankulkijoille tarkoitetuilla opasteilla. [6, s. 41–42]

Kevyen liikenteen väylällä oleva kaivanto ei saa missään tilanteessa estää kiinteistöille tai rakennuksiin pääsyä, vaan tarvittaessa järjestetään asianmukaisen kevyen liikenteen kulkusillan (kuva 18) avulla kulku kaivannon toiselle puolelle [6, s. 15; 31, s. 35]. Kevyen liikenteen sillan ohjeellinen vähimmäisleveys on 1,5 m, mutta poikkeuksellisesti voidaan sallia myös 1,2 m levyisen sillan käyttö [6, s. 57]. Sillan kaiteiden tulee olla ainakin 1,1 m korkeat ja niiden yläjohteiden on kestettävä vähintään 1 kN:n ja muiden johteiden 0,5 kN:n suuruisen epäedullisesti sijoitettu pistekuorma. Sillan alareunoissa tulee olla vähintään 5 cm korkuinen reunus ja pintamateriaalin tulee olla kaikissa sääolosuhteissa luisuttamaton. [6, s. 57; 41, s. 28] Sillan asennuksessa tulee huomioida, että sillan päiden maksimikaltevuus on 8 % ja useampaa siltaa vierekkäin käytettäessä niiden väliin ei saa jäädä hammastusta, johon esimerkiksi polkupyöränrenkas voisi tökätä [6, s. 57; 54, s. 25]. Lisäksi pimeään ja hämärään aikoihin sillan kaiteiden ulkonurkkiin voidaan asentaa varoitusvilkut sen havaittavuuden parantamiseksi [6, s. 8]. Liitteessä C on esimerkki kevyen liikenteen järjestelyistä, kun kaukolämpöyömaa sijoittuu kevyen liikenteen väylälle ja kiertoreitti työmaan ohitse järjestetään ajorataa kaventamalla.



Kuva 19. Esimerkki kevyen liikenteen kulkusillasta.

3.4.3 Kevyen liikenteen ohjaaminen kiertoreitille

Kevyen liikenteen väylällä oleva työmaa voi edellyttää kevyen liikenteen ohjaamisen erilliselle kiertoreitille, jos kevyen liikenteen väylän tai viereisen ajoradan reunasta ei saada järjestettyä sille esteettömyysvaatimukset täyttävää tilaa. Mikäli kevyen liikenteen väylä joudutaan sulkemaan, ohjataan kevyt liikenne pysyvää tai väliaikaista suojatietä pitkin kadun toisen puolen kevyen liikenteen väylälle tai suljettavasta kevyen liikenteen väylästä haarautuvalle muulle vaihtoehdoiselle kiertoreitille. [6, s. 14, 46]

Väliaikaista suojatietä tarvitaan, jos pysyvää suojatietä ei ole käytettävissä riittävän lähellä sulkukohtaa. Väliaikainen suojatie tulee merkitä selkeästi sekä sijoittaa paikkaan, jossa kevyt liikenne ja ajoneuvoliikenne pystyvät havaitsemaan toisensa ongelmitta. Liikenneturvallisuutta parantaa myös kevyen liikenteen reittien jatkuvuuden huomioiminen. [31, s. 34] Vaikka kevyen liikenteen väylällä oleva työmaa ei ulottuisikaan valitun kiertoreitin kohdalle, tulee väylä sulkea juuri suojatien tai vaihtoehdoisen reitin kohdalta, ettei kevyt liikenne ajaudu turhaan umpikujaan, ja näkövammaiset huomaavat lähteä tien ylitukseen suojatien kohdalta [6, s. 46; 34]. Kevyen liikenteen väylän sulkemisessa tulee käyttää sulkuaitaa tai aitamaista sulkupuomia, jotka tarvittaessa varustetaan yhtäjaksoisesti palavalla punaisella sulkuvalolla ja liikennemerkillä 324 *Jalankulku sekä polkupyörällä ja mopolla ajo kielletty* [41, s. 25; 58]. Sulkukohdissa ja tarvittaessa myös kiertoreitin varrella kevyttä liikennettä ohjataan kevyen liikenteen opasteiden avulla [6, s. 14; 31, s. 28]. Kuvassa 20 on esimerkki suljetun kevyen liikenteen väylän sulkukohdasta ja tilapäisen kiertoreitin selkeästi toteutetusta opastuksesta.



Kuva 20. Selkeästi toteutettu kiertoreitin opastus tilanteessa, jossa kevyen liikenteen väylä on jouduttu sulkemaan liikenteeltä.

Suljettavan kevyen liikenteen väylän taakse jääville kiinteistöille ja rakennuksille tulee järjestää kulku koko työmaan keston ajan [31, s. 37]. Kulku kadun toiselta puolelta suljetun kevyen liikenteen väylän takana olevien kiinteistöjen sisäänkäynneille voidaan järjestää väliaikaisten suojaiteiden ja kevyen liikenteen kulkusiltojen avulla. Kevyen liikenteen kulkusilta asennetaan sisäänkäynnin kohdalle ja turvallinen kulku kadun toiselta puolelta sillalle järjestetään väliaikaisen suojaiteen avulla. [6, s. 46] Tarvittaessa ajoneuvoliikennettä varoitetaan muuttuneista suojaitejärjestelyistä merkillä 151 *Suojaiteiden ennakkovaroitus* tai suojaitemerkkien yhteyteen sijoitettavilla sulkupylväillä ja varoitusvilkuilla [31, s. 34].

4. ESTEETTÖMYYDEN NYKYTILANTEEN KARTOITUS

Diplomityön tarkoituksena on kehittää kaukolämpötyömaiden aikaista kevyen liikenteen esteettömyyttä toimivampaan ja yhtenäisempään suuntaan. Tavoitteiden saavuttamiseksi tutkittiin olemassa olevia määräyksiä ja ohjeita, joiden perusteella määritettiin tämänhetkinen vaatimustaso tilapäisille kevyen liikenteen järjestelyille. Käytännön järjestelyjen vaatimustenmukaisuutta selvitettiin perehtymällä tilapäisistä liikennejärjestelyistä vastuussa olevien urakoitsijoiden laatimiin ohjeistuksiin sekä niiden avulla toteutettuihin liikennejärjestelyihin. Vaatimusten mukaiset liikennejärjestelyt eivät vielä tarkoita täydellistä esteettömyyttä. Vaatimustenmukaisuutta voidaan pitää tässä tutkimuksessa vähimmäisvaatimustasona, jonka pitäisi täytyä kaikilla tutkimuksen kohteina olevilla kaukolämpötyömailla. Esteettömyyden kannalta paras lopputulos saavutetaan kuitenkin huomioimalla yleisten vaatimusten lisäksi myös työmaakohtaiset erityispiirteet. Kevyen liikenteen esteettömyyden kannalta paras ratkaisu ei aina ole suunnittelupöydällä esteettömyysvaatimukset parhaiten täyttävä vaihtoehto, jos alueella liikkuvat ihmiset eivät toimi suunnitelman mukaisesti. Tästä syystä tilapäisiä liikennejärjestelyjä suunniteltaessa tulisi löytää tasapaino esteettömyyden edellyttämän turvallisuuden ja työmaan erityispiirteistä riippuvan käytännöllisyyden välillä. Tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta vastaavan henkilön on syytä tutustua työmaa-alueeseen etukäteen, jotta alueen erityispiirteet, kuten merkittävimmät liikkujaryhmät sekä kevyen liikenteen käyttämät pääkulkuväylät olisi mahdollista huomioida liikennejärjestelyjen suunnittelussa.

Diplomityössä tehtyyn tutkimukseen pyydettiin mukaan Suomen kuuden suurimman kaupungin kaukolämpötoimijoita. Halukkuutensa kehitystyöhön ilmaisivat Oulun alueen kaukolämpöverkosta vastaava Oulun Energia Oy sekä Helsingin alueen kaukolämpöverkosta vastaava Helen Oy. Tutkimuksessa kerättiin Helsingin ja Oulun alueilla päätoimittajan rooleissa toimivien kaukolämpöurakoitsijoiden laatimat turvallisuussuunnitelmat sekä tehtiin tarkastuskierroksia kyseisten urakoitsijoiden kesällä 2019 toteuttamille kaukolämpötyömaille. Tarkastuskierroksilla keskityttiin työmaa-aikaisten kevyen liikenteen järjestelyjen vaatimustenmukaisuuteen. Lisäksi kierroksilla kiinnitettiin huomiota mahdollisiin vaatimustenmukaisuudesta riippumattomiin esteettömyysepäkohtiin. Urakoitsijoiden laatimia turvallisuussuunnitelmia tutkittiin kevyen liikenteen esteettömyyden näkökulmasta ja verrattiin niiden sisältöä yleiseen ohjeistukseen ja sen käytännön järjestelyille asettamaan vaatimustasoon.

4.1 Kaukolämpötyömaiden turvallisuussuunnitelmat

Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelusta vastaa työturvallisuuslain perusteella pää-toteuttaja [63]. Pää-toteuttajan vastuulla on laatia työmaan turvallisuussuunnitelma, jossa tulisi olla kuvattuna muun muassa tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutukseen liittyviä asioita kuten rakennustöiden tekeminen katualueella sekä kaivantojen putoamissuojaus [1, s. 417–418; 64]. Turvallisuussuunnitelmaan perehtymällä tulisi saada käsitys siitä, miten pää-toteuttaja ottaa huomioon esteettömyysnäkökohdat tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutuksessa, jotta voidaan osoittaa, että työmaan turvallisesta toteutuksesta vastuussa oleva yritys on huolehtinut sille asetetuista velvollisuuksista.

Tutkimuksessa tarkastettiin kolmen pää-toteuttajan roolissa toimivan kaukolämpöurakoitsijan turvallisuussuunnitelmat. Turvallisuussuunnitelmat olivat vuosisopimuskohtaisia käsittäen lähtökohtaisesti kaikki sopimuskauden aikana toteutettavat kaukolämpötyömaat. Turvallisuussuunnitelmat oli hyväksytetty paikallisen kaukolämpöverkon rakennuttajalla. Tutkimuksessa turvallisuussuunnitelmien sisältöä arvioitiin tilapäisten liikennejärjestelyjen esteettömyyden näkökulmasta. Niiden odotettiin osoittavan rakennuttajalle, miten pää-toteuttaja huomioi työmaan vaikutuspiirissä liikkuvien ihmisten esteettömyyden sekä soveltuvan ohjeeksi, jota noudattamalla suorittava porras pystyy toteuttamaan esteettömyyden kannalta vähimmäisvaatimukset täyttäviä liikennejärjestelyratkaisuja.

Diplomityössä analysoinnin kohteena olleita turvallisuussuunnitelmia yhdisti luettelomaisuus, joten ne muistuttivat enemmän muistilistoja kuin varsinaisia suunnitelmia. Esimerkki tyypillisestä turvallisuussuunnitelman rakenteesta on esitetty liitteessä D. Turvallisuussuunnitelmassaan kukin urakoitsija luetteli heidän mielestään tärkeitä työmaan turvalliseen ja sujuvaan toteuttamiseen liittyviä asioita. Kevyen liikenteen esteettömyyteen liittyvistä asioista kaikki kolme urakoitsijaa olivat maininneet liikenteenohjaussuunnitelman tarpeellisuuden tilanteissa, joissa rakennustöiden tekeminen vaikuttaa olemassa oleviin liikennejärjestelyihin. Niin ikään työmaa-alueen ja sen sisältämien kaivantojen suojaaminen oli mainittu jokaisessa turvallisuussuunnitelmassa.

Turvallisuussuunnitelmien sisällöt poikkesivat toisistaan, ja useita kevyen liikenteen turvallisuuteen vaikuttavia asioita oli suunnitelmassaan käsitellyt kaksi urakoitsijaa kolmesta. Kaikissa suunnitelmissa oli mainittu asioita, joita muut urakoitsijat eivät olleet huomioineet, mutta kaikissa suunnitelmissa oli myös puutteita. Kaksi urakoitsijaa kolmesta oli maininnut turvallisuussuunnitelmassaan seuraavat asiat: Työmaan asianmukaisesta merkitsemisestä on tärkeä huolehtia sen havaittavuuden varmistamiseksi esimerkiksi liikennemerkkejä ja vilkkuvaloja käyttämällä. Työmaa-aikaisesta siisteydestä tu-

lee huolehtia. Työmaan sisältämät kaivannot ylitetään mahdollisuuksien mukaan tarkoitukseseen suunniteltuja kulkusiltoja käyttämällä. Ennen työmaan käynnistämistä tehdään riskien arviointi. Työmaan käynnissä olon aikana toteutetaan turvallisuuskierroksia säännöllisin väliajoin. Työmaalle hankittavien koneiden ja laitteiden kunto tarkistetaan niille asetettujen turvallisuusvaatimusten täyttymisen varmistamiseksi.

Turvallisuussuunnitelmissa oli myös asioita, jotka vain yksi urakoitsija kolmesta oli huomionnut. Turvallisuussuunnitelmassa yksi kolmesta urakoitsijasta oli maininnut seuraavat asiat: Työmaalla työskentelevän urakoitsijan tulee huolehtia työntekijöidensä perehdyttämisestä. Työntekijöiden havaittavuuden varmistamiseksi työntekijöiden tulee käyttää asianmukaista suojavaatetusta. Työajoneuvojen tarkoituksenmukaiseen pysäköimiseen tulee kiinnittää huomiota niiden aiheuttaman estevaikutuksen estämiseksi. Työmaan vaikutuspiirissä olevien ihmisten tiedottamisesta on huolehdittava. Työmaan järjestelyissä ja aikataulutuksessa pyritään huomioimaan kolmannen osapuolen tarpeet. Työmaa pyritään saamaan valmiiksi aina mahdollisimman nopeasti. Talvella toteutettavien työmaiden aikana huolehditaan yleisten kulkuväylien talvikunnossapidosta.

Tutkimuksen kohteina olleissa turvallisuussuunnitelmissa esitettiin työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen kannalta olennaisia asioita, mutta suunnitelman käytettävyyden näkökulmasta esitystapa oli hyvin pintapuolinen. Suunnitelmien käytettävyyttä voitaisiin parantaa aikaisemmin mainitun vähimmäisvaatimustason täyttävien ratkaisujen läpikäymisellä, jolloin suunnitelmaan tutustuva saisi käsityksen urakoitsijan asettamista tavoitteista tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutukselle. Rakennustyön turvallisuutta käsittelevän valtioneuvoston asetuksen (205/2009) mukaan tilapäisiin liikennejärjestelyihin liittyvät turvallisuusasiat voidaan käsitellä muissakin kirjallisissa asiakirjoissa, mutta tarkoituksenmukaisinta olisi käsitellä ne työmaan turvallisuussuunnitelmassa, jonka päätoteuttaja joutuu joka tapauksessa laatimaan ja toimittamaan tilaajalle ennen töiden aloittamista [5, s. 20; 64]. Myös turvallisuussuunnitelman käyttökelpoisuus osana työntekijän perehdyttämismateriaalia paranisi, jos se sisältäisi kuvauksen vähimmäisvaatimukset täyttävistä työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen perusratkaisuista, mikä voisi vähentää työmaa-aikaisissa liikennejärjestelyissä esiintyviä tavanomaisia puutteita, jotka voivat johtua esimerkiksi suorittavan portaan tietämättömyydestä. Vastuun työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen vaatimustenmukaisesta toteutuksesta kantaa päätoteuttaja ja hänen nimeämänsä vastuuhenkilö. Siitä huolimatta myös suorittavan portaan olisi hyvä sisäistää perusasiat turvallisten ja toimivien liikennejärjestelyratkaisujen toteuttamisesta eri tilanteissa, sillä tilapäiset liikennejärjestelyt ovat keskeinen osa kaukolämpötyömaiden turvallista ja sujuvaa läpivientä.

Turvallisuussuunnitelman tilapäisiä liikennejärjestelyjä käsittelevä osuus ei saa olla liian yksityiskohtainen, jotta se olisi hyödynnettävissä myös käytännön työssä. Turvallisuussuunnitelmassa tulisi keskittyä lähinnä pääasioihin, sillä tarkemmat yksityiskohdat käsitellään kohdekohtaisessa liikennejärjestelysuunnitelmassa ja lopullisesta toteutuksesta vastaa työmaan vastaava työnjohtaja. Pääasioiksi voidaan lukea lain edellyttämät vähimmäisvaatimukset sekä esteettömyyteen liittyvät perusasiat. Laki edellyttää, että työkohte merkitään jokaisesta tulosuunnasta tietyömerkillä ja että työmaa ja sen sisältämät kaivannot on suojattu tarkoituksenmukaisilla sulkua- ja varoituslaitteilla. Sulkulaitteiden valinta riippuu käyttötarkoituksesta. Turvallisuussuunnitelmassa esiteltävissä esteettömyysasioissa tulisi keskittyä tilapäisten liikennejärjestelyjen toimivuuden kannalta välttämättömiin ja mahdollisimman suurta ihmisjoukkoa palveleviin perusasioihin.

4.2 Toteutettujen kaukolämpötyömaiden kevyen liikenteen esteettömyys

4.2.1 Esteettömyystutkimuksen lähtökohdat ja toteutus

Diplomityössä tutkittiin Oulun ja Helsingin alueilla kesällä 2019 toteutettujen kaukolämpötyömaiden kevyen liikenteen esteettömyyttä. Työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen esteettömyyttä verrattiin liikennejärjestelyjen esteettömyyttä käsittelevissä määräyksissä ja ohjeissa esitettyihin vaatimukset täyttäviin toteutusratkaisuihin sekä esteettömyyttä käsittelevissä julkaisuissa esiin tuotuihin liikkujaryhmäkohtaisiin erityisvaatimuksiin. Lisäksi työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen arvioinnissa kiinnitettiin huomiota niiden vaatimustenmukaisesta toteutuksesta riippumattomiin epäkohtiin, jotka johtuivat työmaaympäristön erityispiirteistä ja niiden aiheuttamasta tilapäisten liikennejärjestelyjen epäkäytännöllisyydestä.

Kaukolämpötyömaiden aikaista kevyen liikenteen esteettömyyttä arvioitiin liitteessä E esitetyn tarkastuslistan avulla. Tarkastuslistassa työmaa on jaettu kevyen liikenteen esteettömyyden näkökulmasta kuuteen eri osajoukkoon; työmaa, kaivannot, liikennemerkit/opasteet, kiertotiet, väliaikaiset suojatiet ja joukkoliikennepysäkit. Nämä on jaettu edelleen vielä osajoukkoja kuvaaviin alkioihin. Jaon tarkoituksena on helpottaa esteettömyyspuutteiden havaitsemista tarkastuskierroksen aikana. Tarkastuskierroksella esteettömyyteen perehtyneet henkilöt arvioivat työmaan tilapäisiä liikennejärjestelyjä kevyen liikenteen esteettömyyden näkökulmasta ja pisteyttivät tarkastuslistassa olevat alkiot sen perusteella, miten hyvin työmaan liikennejärjestelyt täyttivät tälle alkiolle asetetut esteettömyysvaatimukset. Lisäksi tarkastuskierrokselle osallistuneet asiantuntijat arvioivat ky-

seisen työmaan kevyen liikenteen esteettömyyteen liittyviä puutteita sekä miettivät kehittämistoimia, joilla nämä puutteet voitaisiin korjata. Merkittäviä arvioitavia kaukolämpötyömaita olivat Helsingin Kauppalantien ja Kettutien kaukolämpötyömaat sekä Oulun Järvitien kaukolämpötyömaa. Näiden osalta täytetyt tarkastuslistat löytyvät liitteestä F.

Järvitien kaukolämpötyömaa oli kokonaisuudessaan noin 2 km pituinen perusparannustyömaa, joka rakennettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen vaikutukset pysyviin kevyen liikenteen järjestelyihin olivat selvästi suuremmat kuin toisen tai kolmannen vaiheen vaikutukset, mistä syystä tarkastuskierros järjestettiin ensimmäisen vaiheen aikana. Ensimmäisen vaiheen pituus oli noin 600 m. Sen tarkastuskierrokselle osallistuivat Näkövammaisten liitto ry:n, Pohjois-Pohjanmaan Näkövammaiset ry:n ja Oulun Invalidien Yhdistys ry:n edustajat sekä rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori ja päätoteuttajan vastaava työnjohtaja sekä diplomityön tekijä, joka toimi Järvitien työmaamestarina. Esteettömyyskierroksella tehdyt havainnot kirjasi ylös ulkopuolinen sihteeri. Kauppalantien kaukolämpötyömaa oli noin 170 m ja Kettutien kaukolämpötyömaa noin 320 m pituinen perusparannustyömaa. Niiden tarkastuskierrokset toteutti Helen Oy:n palveluksessa työskennellyt työmaapyöräilijä, jonka vastuualueeseen kuului Helsingin alueen kaukolämpötyömaiden kevyen liikenteen esteettömyyden tarkkailu.

Ennen tarkastuskierrosten toteuttamista kierroksille osallistuville henkilöille lähetettiin liitteestä E löytyvät tarkastuslista sekä johdanto työmaan tarkastuslistan täyttämiseen sähköpostilla. Helsingin tarkastuskierrosten toteutuksesta vastuussa ollut työmaapyöräilijää ohjeistettiin tarkastuskierrosten asianmukaisesta toteuttamisesta tulosten oikeellisuuden ja käyttökelpoisuuden varmistamiseksi. Tarkastuskierroksilla työmaapyöräilijä kulki tarkastuksen kohteena olleen kaukolämpötyömaan läpi käytössä olevia kevyen liikenteen väyliä pitkin. Tarkastaja kirjasi ylös kierroksen aikana havaitsemansa kevyen liikenteen esteettömyyspuutteet myöhempää analysointia varten. Kauppalantien ja Kettutien työmailla tarkastaja täytti lisäksi työmaakohtaisen tarkastuslistan. Tarkastuskierroksen jälkeen tarkastaja kertoi oman näkemyksensä esteettömyyspuutteiden aiheuttajista sekä mahdollisesta korjaustoimenpiteistä esteettömyyspuutteiden poistamiseksi. Tarkastuskierroksilla tekemänsä muistiinpanot tarkastaja toimitti tämän diplomityön tekijälle lopullista analysointia varten.

Diplomityön tekijä perehdytti Järvitien tarkastuskierrokselle osallistuneet henkilöt tarkastuskierroksen asianmukaiseen toteuttamiseen ennen tarkastuskierroksen aloittamista. Tarkastuskierroksella työmaa käveltiin läpi käytössä olevia kevyen liikenteen väyliä pitkin. Kierroksen aikana pysähdyttiin arvioimaan liikennejärjestelyjen toimivuutta kevyen liikenteen esteettömyyden kannalta merkityksellisissä paikoissa, kuten kevyen liikenteen

väylien sulkukohdissa, kaivantojen ylityspakoissa sekä väliaikaisten suojateiden läheisyydessä. Sihteeri kirjasi ylös tarkastuskierroksella havaitut kevyen liikenteen esteettömyyspuutteet, arviot esteettömyyspuutteisiin johtaneista syistä sekä näkemykset esteettömyyspuutteiden korjaamiseksi. Kierroksen lopussa täytettiin työmaakohtainen tarkastuslista.

Edellä esitettyjen tarkastuskierrosten lisäksi toteutettiin useita muita työmaakierroksia, jotka keskittyivät tilapäisiin kevyen liikenteen järjestelyihin ja niissä mahdollisesti esiintyviin esteettömyyspuutteisiin. Helsingin alueella työmaakierroksia toteutettiin 30:lle työmaalle, joista perusparannustyömaita oli 20, korjausrakennustyömaita 7 ja loput olivat uudisrakennustyömaita. Työmaat olivat kokoluokaltaan siirto- ja jakelujohtotyömaita. Helsingin alueen työmaakierrosten toteutuksesta vastasi työmaapyöriilijä. Oulun alueella työmaakierroksia toteutettiin Järvitien tarkastuskierroksen lisäksi kaksi, joista kumpikin tehtiin jakelujohtojen perusparannustyömaille. Työmaakierrosten toteutuksesta vastasi diplomityön tekijä. Kyseisillä työmaakierroksilla keskityttiin havainnoimaan ja kirjaamaan ylös kevyen liikenteen esteettömyyspuutteita samaan tapaan kuin Kauppalan tien, Kettutien ja Järvitien tarkastuskierroksilla, mutta niiden osalta ei täytetty tarkastuslistaa.

Työmaakierroksilla havaitut kevyen liikenteen esteettömyyspuutteet on käsitelty tässä diplomityössä osajoukoittain ja anonymiteettiä kunnioittaen, sillä tutkimuksen tarkoituksena ei ole osoittaa sormella yksittäisiä kaukolämpötoimijoita, vaan löytää ratkaisuja nykyisten käytäntöjen kehittämiseen. Lisäksi on syytä painottaa, että työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä tarkasteltiin varsin kriittisesti. Tarkastuskierroksia käsittelevissä kappaleissa asiantuntijoilla tarkoitetaan Helsingin tarkastuskierrosten toteutuksesta vastuussa ollutta työmaapyöriilijää sekä Oulun tarkastuskierrokselle osallistuneita Näkövammaisten liitto ry:n, Pohjois-Pohjanmaan Näkövammaiset ry:n ja Oulun Invalidien Yhdistys ry:n edustajia sekä Oulun energia Oy:n turvallisuuskoordinaattoria ja Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy:n vastaavaa työnjohtajaa.

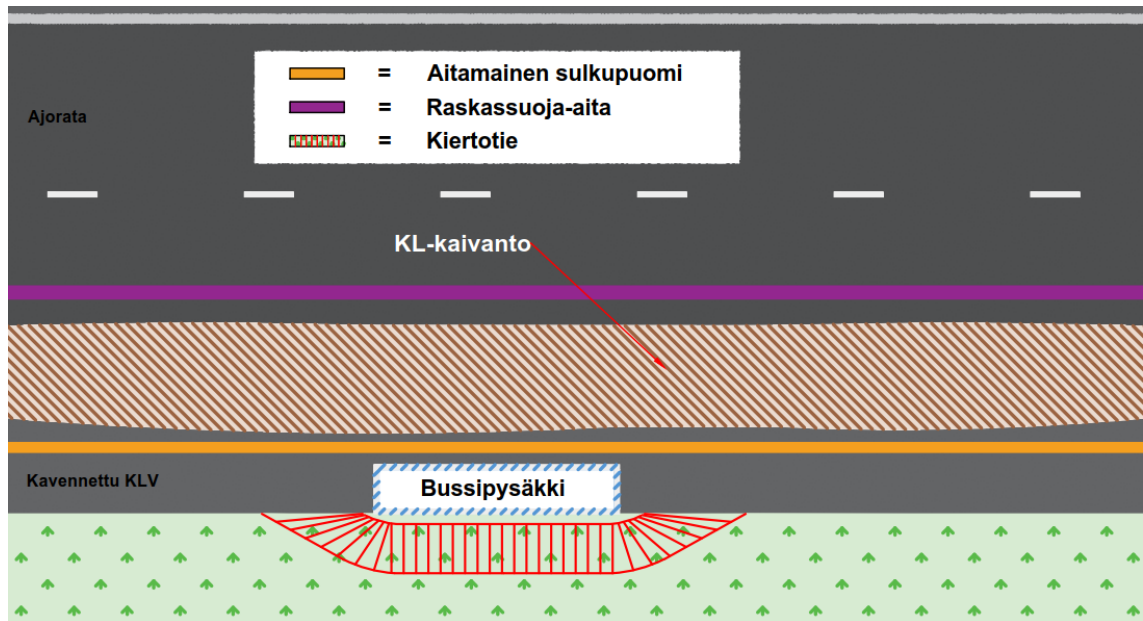
4.2.2 Työmaa

Esteettömyyskierroksilla esiin nousseita asioita olivat työmaan havaittavuus sekä työmaan välittömässä läheisyydessä olevien kulkuväylien esteettömyys. Pääpiirteittäin työmaat olivat ohjeiden mukaisesti aidattuja. Yksittäisissä tapauksissa työmaa-aidoista puuttui heijastinpinta. Riskitekijöitä olivat kevyen liikenteen kulkusuuntaan nähden poikittaissuuntaiset työmaa-aitaukset, joissa aitana oli käytetty heijastimilla varustamatonta teräsverkkoaitaa. Tällainen suojausratkaisu on varsinkin hämärän ja pimeän aikaan erittäin vaikeasti havaittava, mikä aiheuttaa suuren törmäysriskin. Asiantuntijoiden mukaan

työmaan havaittavuuden kannalta paras ratkaisu olisi käyttää heijastinkalvoilla varustettuja valkoisia työaitoja.

Pysyvät liikennejärjestelyt olisi syytä pyrkiä säilyttämään mahdollisimman ennallaan. Muuttuneet liikennejärjestelyt voivat aiheuttaa ihmisissä vastarintaa ja johtaa liikenneturvallisuuden kannalta epäedullisen kulkureitin valitsemiseen, koska ihmisten on luontevinta käyttää heille tuttuja kulkureittejä. Mikäli työmaa-aikaisissa liikennejärjestelyissä huomioitaisiin vain terveiden ja hyväkuntoisten ihmisten tarpeet, riittäisivät usein huomattavasti vähäisemmät pysyviin liikennejärjestelyihin tehtävät muutokset kuin silloin, kun huomioidaan kaikki liikkujaryhmät. Terveet ja hyväkuntoiset ihmiset voivat liikkua esteettömästi huomattavasti haastavammissa olosuhteissa kuin esimerkiksi apuvälineen kanssa liikkuvat ikäihmiset tai liikuntavammaiset. Esteettömyystarpeiltaan kriittisimpien käyttäjäryhmien liikkuminen voi estyä pienenkin puutteellisesti toteutetun yksityiskohdan vaikutuksesta, mistä syystä työmaa-aikaiset liikennejärjestelyt täytyy suunnitella aina heikoimman liikkujaryhmän tarpeet huomioiden. Tämä saattaa joissakin tapauksissa tarkoittaa suuriakin muutoksia pysyviin liikennejärjestelyihin.

Eräällä esteettömyyskierroksella huomiota kiinnitti kaukolämpötyömaa, joka sijoittui jalkakäytävän ja ajoradan väliin. Työmaan sijainnista johtuen jalkakäytävää oli jouduttu kaivantamaan. Kevyen liikenteen esteettömyyden kannalta ongelmallista oli jalkakäytävän keskellä oleva bussipysäkki, joka katkaisi käyttöön jääneen jalkakäytävän pistemäisesti. Bussipysäkin kiertäminen edellytti nurmialueelle siirtymistä, mikä todennäköisesti aiheutti estevaikutuksen tiettyjen erityisryhmien edustajille. Esimerkiksi lastenrattaita työntävät voivat kokea nurmialueen käyttämisen haasteelliseksi, mutta ennen kaikkea pyörätuolia tai rollaattoria käyttäville henkilöille kyseinen järjestely tarkoittaa helposti umpikujaa ja kiertoreitin etsimistä. Havainnollistava esimerkki tilanteesta on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21. Kaukolämpötyömaan ja työmaan vuoksi käytöstä poistetun bussipysäkin pistemäinen yhteisvaikutus. Käytössä oleva jalkakäytävä on kavennunut kaukolämpötyömaan vaikutuksesta, joten bussipysäkin ohittaminen edellyttää kiertämistä nurmialueen puolelta.

Esteettömyyden näkökulmasta tilapäiset kevyen liikenteen järjestelyt olisi pitänyt toteuttaa joko sulkemalla jalkakäytävä ja ohjaamalla jalankulkijat suojaiteita pitkin toisella puolella katua olevalle jalkakäytävälle tai rakentamalla bussipysäkin kohdalle tasainen ja kapeapintainen vähintään 1,5 m leveä kiertotie nurmialueen poikki. Asiantuntijoiden mukaan kadunliitykset ovat turvallisuusriski varsinkin erityisryhmiin kuuluville henkilöille, joten toteutusvaihtoehdon valinnassa tulisi huomioida erityisryhmiin kuuluvien liikkujien määrä alueella. Bussipysäkin ympäri rakennettava kiertotie on paras vaihtoehto myös niissä tapauksissa, joissa työmaan läheisyydessä ei ole pysyviä suojaiteita, väliaikaisten suojaiteiden perustaminen olisi turvallisuustekijät huomioiden vaarallista tai viereisen kadun liikennemäärät ja ajonopeudet ovat suuria.

Asiantuntijoiden mukaan työmaalta läheisille kulkuväylille kulkeutuva irtoaines on esteettisen haitan ja pölyämisen lisäksi myös liikkumisturvallisuutta alentava tekijä. Irtoaineksesta kärsivät ennen kaikkea pyörillä varustetuilla liikkumisvälineillä kulkevat henkilöt, kuten polkupyöräilijät ja rullaluistelijat sekä rullaavia apuvälineitä, kuten pyörätuolia ja rollaattoria käyttävät henkilöt. Erityisen vaarallista irtoaines on kovavauhtisissa mutkissa, joissa se aiheuttaa merkittävän liukastumis- ja kaatumisriskin. Tästä syystä työmaaliikenteen ja työkoneiden vaikutuspiirissä olevat yleisen liikenteen kulkuväylät tulisi säännöllisesti tarkistaa irtoaineksen varalta ja puhdistaa tarvittaessa.

4.2.3 Kaivannot

Esteettömyyskierroksilla havaittujen kaivantojen suojaukset olivat ohjeiden mukaisesti toteutettuja lukuun ottamatta muutamia, todennäköisesti huolimattomuudesta johtuvia, puutteita. Yksittäisissä tapauksissa suoja-aitausta ei ollut rakennettu yhtenäiseksi tai riittävän tukevaksi. Suoja-aitauksen jatkuvuudella tulisi pyrkiä siihen, etteivät ulkopuoliset henkilöt ainakaan tahtomattaan joudu työmaa-alueen sisäpuolelle, mikä korostuu erityisesti näkövammaisten käyttämien kulkureittien läheisyydessä. Myös lapsiperheiden suositusten asuinalueiden läheisyydessä aukottoman suoja-aitauksen rakentaminen on tärkeää, jotta lapset eivät pääsisi kaivantoihin satuttamaan itseään.

Tukevalla suoja-aitauksella on tarkoitus estää niihin törmäävän henkilön putoaminen kaivantoon ja siitä johtuva vakava loukkaantuminen, sekä suoja-aitauksen kaatuminen poikkeuksellisten sääolosuhteiden, kuten kovan tuulen vaikutuksesta. Tukevaan suoja-aitaukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota pyöräilijöille tarkoitettujen kulkuväylien välittömässä läheisyydessä, sillä suoja-aitauksen tulee pysäyttää kulkuväylältä ulos ajautunut pyöräilijä ennen kaivantoon putoamista. Heikosta pystytyksestä ja kovasta tuulesta johtuvat suoja-aitojen kaatumiset aiheuttavat samoja ongelmia kuin epäyhtenäinen suoja-aitaus, mutta näiden lisäksi ne voivat estää kulkuväylällä liikkumisen sekä pahimmassa tapauksessa aiheuttaa kulkuväylällä liikkuvan henkilön loukkaantumisen päälle kaatuessaan.

Suorittavalta portaalta edellytetään huolellisuutta, jotta suoja-aitaus saadaan rakennettua aukottomaksi ja riittävän tukevaksi. Työnjohdon tehtäviin kuuluu varmistaa ja valvoa, että työntekijät suojaavat kaivannot asianmukaisesti. Kriittisissä kohdissa, kuten kulkuväylien läheisyydessä, suoja-aitauksen pystyssä pysymistä voidaan parantaa kytkemällä ne tukevasti kiinni toisiinsa ja niiden lähellä oleviin rakenteisiin kuten esimerkiksi kevyen liikenteen kulkusiltoihin, liikennemerkkiputkiin ja bussipysäkkeihin. Suoja-aitoja voidaan tukea myös esimerkiksi tarkoitukseen valmistetuilla vinotuilla, maakiiloilla, betonisilla lisäpainoilla tai tilan salliessa niiden jalkojen päälle kasattavalla maa-aineksella.

Merkittävimmät esteettömyyskierroksilla havaitut ongelmat liittyivät kaivantojen ylityksissä käytettyihin kevyen liikenteen kulkusiltoihin. Kulkusiltojen asennuksessa käytettävät nostoreiät sekä vieretysten asennettujen siltojen välinen hammastus ja raot paljastuivat toistuviksi puutteiksi. Esimerkki nostorei'istä sekä siltojen välisestä raosta ja hammastuksesta on esitetty kuvassa 22. Pienillä eturenkailla varustettu pyörätuoli tai näkövammaisen valkoinen keppi voivat pudota kulkusillassa oleviin nostoreikiin, jolloin kyseisiä apuvälineitä käyttävä henkilö voi pahimmassa tapauksessa kaatua ja loukkaantua. Lisäksi pyörätuolia käyttävien henkilöiden liikkumiskyky voi olla jo lähtökohtaisesti niin

heikko, että kaatumisen sattuessa he eivät pysty nousemaan ylös omin voimin. Siltojen välinen hammastus voi aiheuttaa etenkin pyörillä varustettujen liikkumis- ja apuvälineiden käyttäjille tasapainon horjumisen ja pahimmassa tapauksessa kaatumisen. Vaarallisinta tasapainon järkkäminen on henkilöille, jotka käyttävät tasapainoa vaativia kulkuvälineitä kuten polkupyörää, liikkuvat suurilla nopeuksilla, tai joilla on jo edeltävästi heikentynyt tasapaino. Samaa tapaan siltojen väliset raot voivat aiheuttaa esimerkiksi polkupyörän tai pyörätuolin renkaan putoamisen rakoon ja siitä johtuvan kaatumisen.



Kuva 22. Kevyen liikenteen kulkusilloissa esiintyneet turvallisuusriskit: nostoreiät sekä siltojen välinen hammastus ja rako.

Valitettavasti yhdellä kaukolämpötyömaalla sattui edellä kuvattu tilanne, jossa iäkäs polkupyöräilijä ajoi siltojen väliseen hammastukseen, menetti tasapainonsa ja kaatui sillankaidetta vasten. Pyöräilijälle ei kuitenkaan käynyt pahemmin, sillä sillankaide esti kaivantoon putoamisen. Siltojen välinen hammastus voi johtua joko huolimattomasta asennustyöstä, erityyppisten siltojen yhdistämisestä tai siltojen kuormituskestävyyden ylittymisen seurauksena syntyneistä pysyivistä muodonmuutoksista. Kaksi ensimmäistä tekijää voitaisiin poistaa huolellisella asennustyöllä. Työnjohdon tulisi varmistaa, että työntekijät osaavat asentaa sillat oikein ja ymmärtävät puutteellisesta asennuksesta aiheutuvat riskit. Siltoja asennettaessa tulisi huolehtia, että asennusalusta on tasainen ja suora, vierekkäiset sillat ovat keskenään saman tyyppisiä ja siltojen päät ovat asennuksen jälkeen

samassa linjassa. Muodonmuutoksista johtuvan hammastuksen korjaamiseksi asiantuntijat ehdottivat joko taipuneiden siltojen korvaamista uusilla tai hammastuksen sivuttaisuuntaista luiskaamista esimerkiksi tiivistetyllä öljysoralla, jota käytetään myös siltojen päiden luiskaamisessa.

Siltojen väliset raot selittyvät yleensä huolimattomalla asennustyöllä ja ne voitaisiin estää painottamalla oikeaoppisen asennustyön merkitystä ja valvomalla sen toteutumista. Mitä ilmeisimmin kulkusiltojen suunnittelussa ei ole otettu huomioon siltojen asennuksessa tarvittavien nostoreikien aiheuttamaa käytönaikaista turvallisuusriskiä, sillä nostoreiät on sijoitettu vapaan kulkuleveyden sisäpuolelle. Kulkusiltojen turvallisuutta parantaisi huomattavasti se, että jokaiseen edellä kuvatun kaltaiseen kulkusiltaan teetettäisiin nostoreiät peittävät suojakorkit, jotka asennettaisiin nostoreikien päälle siltojen asennuksen jälkeen. Korkkien käytöstä tulisi tehdä mahdollisimman vaivatonta. Korkit voisi liittää kulkusiltoihin kiinteästi esimerkiksi kettingin avulla, mikä takaisi, että ne olisivat asennustilanteessa aina helposti saatavilla. Valistuneimmilla toimijoilla suojakorkit ovat jo käytössä, mutta syystä tai toisesta kaikki toimijat eivät niitä käytä.

Positiivisina asioina esteettömyyskierroksilla esiin nousivat kaivantojen ylityspaikkojen hyvä havaittavuus, josta esimerkki on esitetty kuvassa 23, sekä kulkusiltojen riittävä leveys, suojakaiteiden turvallisuus ja ohjaavuus sekä kulkusiltojen päiden luiskaus. Asiantuntijoiden mukaan ylityspaikkojen havaittavuutta paransivat erityisesti niiden reunoilla olevat heijastimilla varustetut valkoiset työaidat. Kulkusiltojen käytettävyyttä paransivat niiden vaatimuksia suurempi vapaa leveys sekä päiden loiva luiskaus, joka auttaa erityisesti liikkumis- ja apuvälineitä käyttäviä henkilöitä. Aukottomat, alajohteella varustetut sillankaiteet keräsivät myös kiitosta esteettömyyskierroksille osallistuneilta asiantuntijoilta. Esimerkiksi kuvassa 22 näkyvä teräsverkkoaita toimii hyvänä ohjaajana valkoista keppiä käyttävälle näkövammaiselle ja estää samalla pienimpienkin kulkijoiden putoamisen kaivantoon.

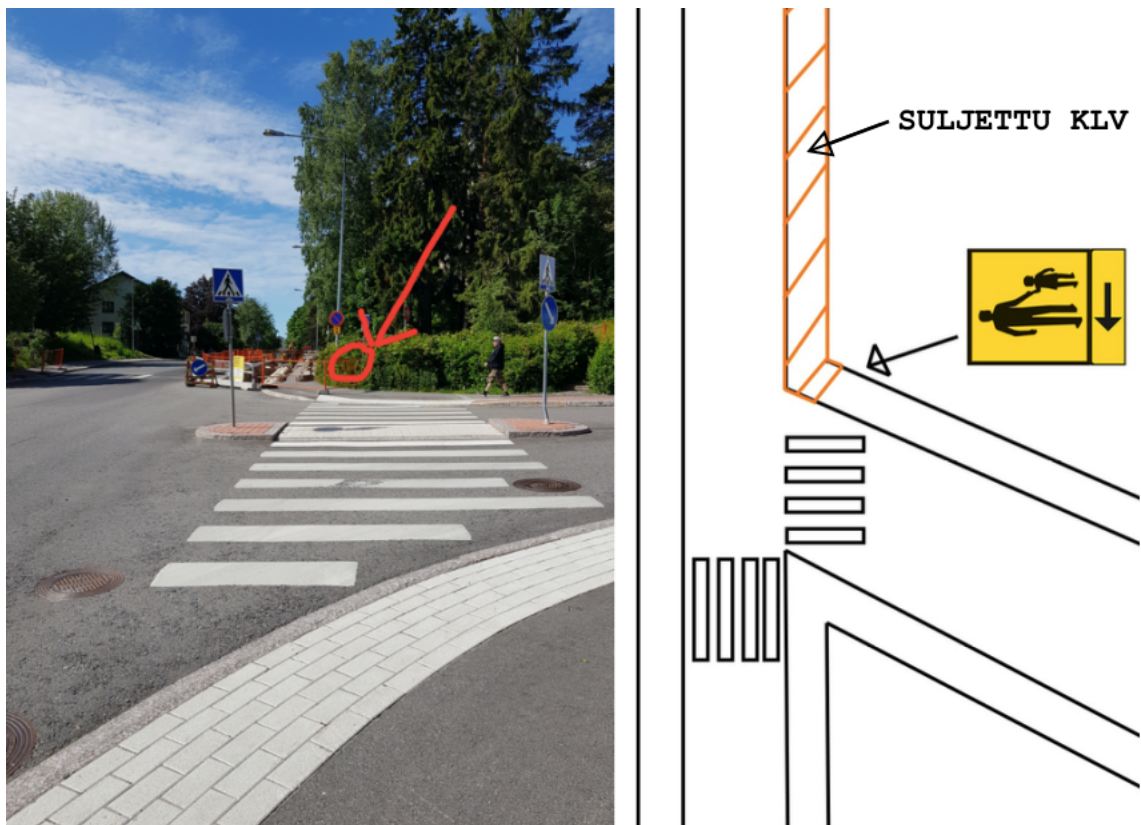


Kuva 23. Helposti havaittava kaivannon ylityspaikka.

Kulkuväylille sijoittuvien kaivantojen täyttötöissä on tärkeää huolehtia, että niiden pintamateriaali on kova, tasainen ja siten helppokulkuinen. Pintamateriaalin valinnassa tulee huomioida myös työmaan erityispiirteet, kuten käyttöön otettavan kulkuväylän läheisyydessä olevat toiminnot ja niiden houkuttelemat käyttäjäryhmät. Esteettömyyskierroksilla tarkasteltiin kaukolämpötyömaata, jonka lähellä sijaitsi skeittipuisto. Kaukolämpökaivanto sijoittui ajoradan ja skeittipuiston väliselle kevyen liikenteen väylälle. Täyttötöiden jälkeen kyseistä kaivantoa ei päällystetty tasaisella ja kovalla pinnoitteella kuten öljysoralla, vaan hienorakeisella murskeella, joka on edullisempi vaihtoehto. Tiivistettynä hieno murske soveltuu yleisesti kevyen liikenteen kulkuväylien väliaikaiseksi pintamateriaaliksi, mutta kyseisessä kohteessa se ei ollut paras vaihtoehto. Lievästi epätasaiseksi jäävä ja öljysoraa merkittävästi häiriintymisherkempi hieno murske ei täyttänyt viereisen skeittipuiston käyttäjien edellyttämiä tasaisuusvaatimuksia. Tästä syystä merkittävä osa skeittipuiston potku- ja skeittilautailijoista valitsi kulkureitiksensä murskepintaisen kevyen liikenteen väylän sijaan sen vieressä olleen, verrattain vilkasliikenteisen ajoradan, jonka nopeusrajoitus oli 50 km/h.

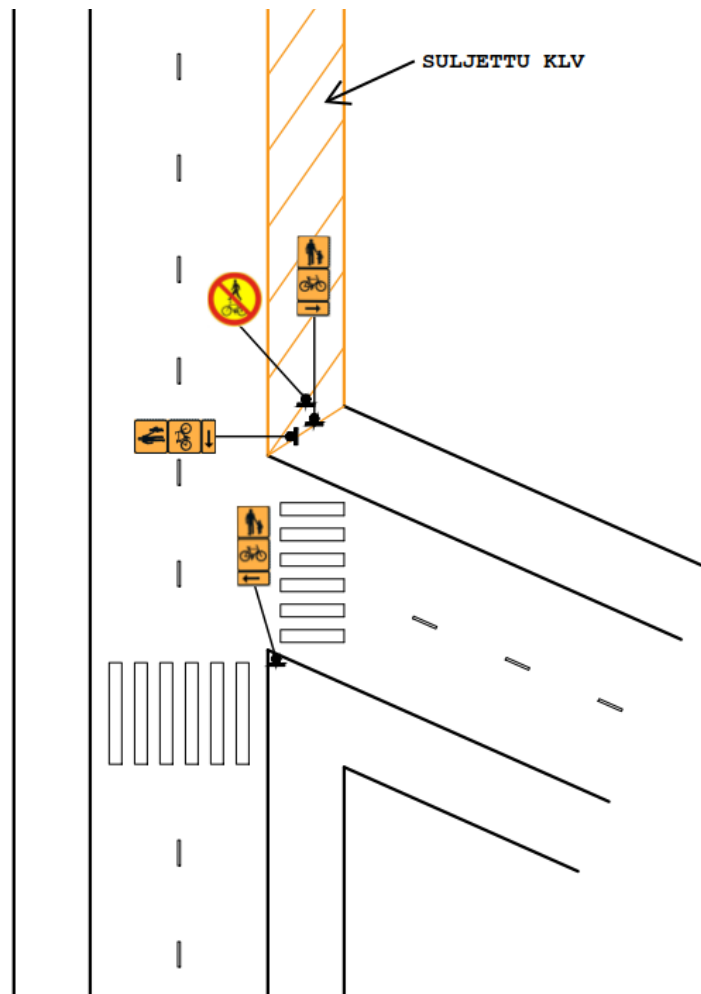
4.2.4 Liikennemerkit ja opasteet

Esteettömyyskierroksilla valtaosa havaituista puutteista liittyi kevyen liikenteen opasteiden väärään sijaan tai niiden puuttumiseen kokonaan. Kuvassa 24 näkyy kevyen liikenteen väylän ja ajoradan väliin sijoittuva kaukolämpöyömaa. Kevyen liikenteen väylä jouduttiin väliaikaisesti sulkemaan liikenteeltä rakennustöiden vuoksi. Mikäli kevyt liikenne halusi kulkea suljetun väylän suuntaan, tuli sen siirtyä käyttämään kadun toisella puolella olevaa kevyen liikenteen väylää. Ongelmana oli, että kadun toisella puolella olevalle kevyen liikenteen väylälle ei ollut opasteita, vaan ainoa kevyen liikenteen opaste löytyi nuolen osoittamasta kohdasta, suljetun kevyen liikenteen väylän päästä. Tällaisessa tilanteessa on todennäköistä, että väärällä puolella katua suoraan pyrkivä kevyt liikenne ei ymmärrä siirtyä kadun toisella puolella olevalle kevyen liikenteen väylälle ennen risteystä, vaan ylittää risteuksen ja huomaa olevansa umpikujassa. Tämän jälkeen suljetun kevyen liikenteen väylän päässä oleva opastemerkki ohjaa heidät takaisin risteuksen toiselle puolelle, minkä jälkeen suurin osa liikkujista ymmärtää todennäköisesti siirtyä suojatietä pitkin kadun toiselle puolelle.



Kuva 24. Kaukolämpöyömaan takia suljetun kevyen liikenteen väylän puutteellinen opastus, jonka seurauksena kevyt liikenne voi ajautua umpikujaan. [65]

Kuvassa 24 esitettyjä liikennejärjestelyjä voitaisiin parantaa lisäämällä risteysalueelle kevyen liikenteen opasteita sekä tilanteeseen sopiva kieltomerkki, jotka on esitetty kuvassa 25. Kuvaussuunnasta eli alhaalta päin katsottuna suoraan pyrkivä kevyt liikenne tulisi opastaa kadun toiselle puolelle ennen risteuksen ylittämistä, mistä syystä yksi opastemerkki tulisi sijoittaa kuvassa näkyvien suojateiden nurkkaukseen, kevyen liikenteen väylän reunaan. Risteuksen ylityksen jälkeen kevyt liikenne saa kulkea oikealle, mistä syystä risteuksen toiselle puolelle voitaisiin lisätä oikealle ohjaava opastemerkki selkeyttämään tilannetta. Kuvaussuunnasta päin katsottuna suljetun kevyen liikenteen väylän päähän olisi syytä asentaa *Jalankulku sekä polkupyörällä ja mopolla ajo kielletty* -liikennemerkki, joka kertoisi lähestyvälle kevyelle liikenteelle väylän käyttökiellosta. Kyseinen liikennemerkki tulisi asentaa paikkaan, josta se on helposti havaittavissa, jotta alhaalta päin lähestyvä kevyt liikenne ehtisi reagoida siihen ja siirtyä ohjaavien opasteiden saattelemana kadun toiselle puolelle ennen risteuksen ylittämistä ja umpikujaan ajautumista.



Kuva 25. Parannusehdotus kuvassa 24 esitetylle kevyen liikenteen opastukselle.

Kevyen liikenteen opasteita puuttui myös kuvassa 26 esitetyltä kaukolämpötyömaalta. Työmaan seurauksena toisella puolella päätietä oleva kevyen liikenteen väylä jouduttiin väliaikaisesti sulkemaan liikenteeltä. Päätieltä kohtisuoraan haarautuvan poikkitien vieressä oleva kevyen liikenteen väylä säilyi koko työmaan ajan liikennekäytössä. Siirtyminen kuvassa 26 näkyvältä kevyen liikenteen väylältä päätien toisella puolella olevalle, poikkisuuntaan kulkevalle kevyen liikenteen väylälle on järjestetty risteysalueelle perustettua väliaikaista suojatietä pitkin. Väliaikaisen suojatien paikka on merkitty asianmukaisesti suojatiemerkeillä, mutta kuvassa näkyvältä kevyen liikenteen väylältä suojatietä on vaikea havaita. Vaarana on, että kevyt liikenne kulkee suunnitellun tienylityspaikan ohitse ja ylittää päätien jostain muusta, merkitsemättömästä ja siten turvattommasta paikasta.



Kuva 26. Puutteellinen kevyen liikenteen opastus väliaikaiselle suojatielle.

Kuvassa 26 näkyvän väliaikaisen suojatien havaittavuutta tulisi parantaa kevyen liikenteen opasteiden avulla, jotta kevyt liikenne ohjautuisi päätien ylitykseen yhtä, tarkoitukseen suunniteltua ylityspaikkaa käyttäen. Opasteet tulisi sijoittaa kumpaankin tulosuuntaan kevyen liikenteen väylän varteen, väliaikaisen suojatien kohdalle. Kevyen liikenteen näkökulmasta suojatien havaittavuutta voidaan parantaa vielä kuvassa 27 esitettyjä, tarkoitukseen soveltuvia työaitoja ja sulkupylyvöitä käyttämällä.



Kuva 27. Kehitysehdotus kuvassa 26 olevalle kevyen liikenteen opastukselle.

Esteettömyyskierroksilla havaittiin puutteita myös väliaikaisten joukkoliikennepysäkkien ja toissijaisten kevyen liikenteen kulkureittien opastuksessa. Joukkoliikennepysäkkejä ei saa siirtää ilman joukkoliikenteen järjestäjän lupaa. Siirtoluvan saaneille pysäkeille täytyy aina järjestää asianmukainen opastus. Opastuksen tulee olla selkeä, jotta joukkoliikennettä satunnaisestikin käyttävä henkilö löytää pysäkille ilman turhia ongelmia eikä myöhästy tämän takia esimerkiksi töistä tai sovitusta lääkärikäynnistä. Työmaa-aikaisessa opastuksessa tulisi huomioida myös toissijaiset kevyen liikenteen kulkureitit, jos työmaatoiminnoilla on vaikutusta niiden käytettävyyteen. Epäviralliset kulkureitit kuten puisto- ja pihapolut, jotka selkeästi ovat kevyen liikenteen käytössä, tulee varustaa niiden alkupäähän sijoitettavilla tiedotteilla ja tarvittaessa opastustauluilla. Näillä estetään kevyen liikenteen ajautuminen umpikujaan ja pahimmassa tapauksessa eksyminen työmaa-alueelle.

Esteettömyyskierroksilla asiantuntijat huomasivat myös liian matalalle asennettuja liikennemerkkejä sekä työmaa-ajoneuvon, joka oli pysäköity väistämisvelvollisuusmerkin eteen. Merkin peittyminen aiheutti hämmennystä pyöräilijöiden ja autoilijoiden liikennekäyttäytymisessä. Työmaa-ajoneuvojen kulkureittejä ja pysäköintipaikkoja mietittäessä tulee muistaa, ettei niillä lähtökohtaisesti ole mitään erityisoikeuksia yleiseen liikenteeseen verrattuna. Matalalle asennetut, kulkuväylän vapaan liikennetilän päälle ulottuvat liikennemerkkit puolestaan aiheuttavat törmäys- ja loukkaantumisvaaran etenkin näkö-

vammaisille ja polkupyöräilijöille. Liikennemerkkien ja opasteiden sijoittelussa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että ne sijoitetaan vähintään 2,2 m:n korkeudelle ja mahdollisuuksien mukaan kulkuväylän vapaan liikkumistilan ulkopuolelle.

4.2.5 Kiertotiet

Esteettömyyskierroksilla asiantuntijat havaitsivat työmaa-aikaisten kiertoreittien opastuksissa puutteita. Suljettujen väylien päissä ei ollut kaikissa tapauksissa asianmukaisia opastustauluja eikä näkövammaisten henkilöiden kannalta helposti ymmärrettäviä toimintaohjeita. Selkeät karttapohjalla ja siihen merkityillä kiertoreiteillä varustetut opastustaulut ovat tarpeellisia varsinkin silloin, jos sulkukohtaan saapuva henkilö ei ole paikallinen. Näkövammaisia ajatellen opastustaulusta ei ole vastaavaa hyötyä, vaan näkövammaisten kannalta paras tapa on sulkea väylä aukottomasti ja kirjoittaa väylän päähän selkeä viesti väylän sulkemisesta. Asiantuntijoiden mukaan selkeästi kirjoitettu viesti on lyhyt, isolla fontilla kirjoitettu musta teksti valkoisella pohjalla. Täysin sokeat ihmiset eivät tarvitse erillistä opastusta, koska he eivät lähtökohtaisesti liiku yksin, vaan riittävän näkökyvyn omaavan henkilön seurassa.

Merkittävimmit esteettömyyskierroksilla havaitut ongelmakohdat liittyivät kevyen liikenteen työmaa-aikaisiksi kiertoreiteiksi valittujen kulkuväylien pintamateriaaleihin. Kuvassa 28 on esitetty kaukolämpötyömaa, jossa kaivanto sijoittui suhteellisen jyrkässä ylämäessä olevalle kevyen liikenteen väylälle. Kevyen liikenteen väylää oli jouduttu kaventamaan ja tilapäinen kulkureitti kevyelle liikenteelle oli järjestetty alkuperäisen väylän vierestä. Alkuperäisestä väylästä poiketen tilapäisen kulkureitin pintamateriaaliksi oli valittu hieno murske. Sitomattomana materiaalina häiriintymisherkkä hieno murske oli aiheuttanut sähköpyörätuolilla liikkuvan henkilön kiinnijäämisen ylämäkeen, minkä seurauksena pyörätuolia käyttävä henkilö oli joutunut turvautumaan ohikulkijan apuun päästäkseen mäen päälle.



Kuva 28. Työmaa-aikaisella kevyen liikenteen kiertoreitillä oleva jyrkkä ylämäki, jonka hienorakeinen murskepinta aiheuttaa haasteita pyörätuolilla liikkuvalla.

Kevyen liikenteen kannalta oli hyvä, että kuvassa 28 esitetty tilapäinen kulkureitti järjestettiin väliaikaisesti käytöstä poistetun kevyen liikenteen väylän viereen, jolloin se toimi luontevana valintana työmaa-aikaiseksi kiertoreitiksi. Suurimmalle osalle ihmisistä kyseinen kiertoreitti soveltuu kohtuullisesti, mutta erityisryhmiin kuuluville henkilöille sen käyttäminen voi olla haasteellista tai jopa mahdotonta. Vaikeaksi sen käyttämisen tekee pehmeä ja epätasainen pintamateriaali sekä kapea kulkuleveys, joka voi aiheuttaa yhteentörmäysriskin kohdattaessa. Tilapäisen kulkureitin esteettömyyttä olisi voitu parantaa käyttämällä sen pinnalla kovaa ja tasaista materiaalia, kuten tiivistettyä öljysoraa. Lisäksi kapean kulkuleveyden aiheuttamaa turvallisuusriskiä olisi voitu vähentää ohjaamalla jalankulkijat ja polkupyöräilijät erillisille kiertoreiteille. Polkupyöräilijöitä ajatellen kiertoreitin pituudella ei ole niin suurta merkitystä, kunhan se on sujuva käyttää. Pelkästään pyöräilijöille tarkoitetulla reitillä pyöräilijät eivät joudu myöskään turhaan hidastamaan vauhtiaan, saati taluttamaan pyöräänsä.

Toinen kaukolämpötyömaa, jossa kevyen liikenteen kiertoreitin pintamateriaalivalinta osoittautui epäonnistuneeksi, sijaitsi vilkkaasti liikennöidyllä pyöräilyväylällä. Työmaan takia kyseinen pyöräilyväylä jouduttiin tilapäisesti sulkemaan liikenteeltä ja pyöräilijät ohjaamaan kiertoreitille. Kiertoreitiksi valittiin lähellä työmaata sijainnut, olemassa ollut maastoreitti, jonka linjaus kulki sorapintaisen mäen ylitse. Soramäen irtonainen pintamateriaali aiheutti usean pyöräilijän kaatumisen ja sairaalahoitoon hakeutumisen.

Pyöräilijöiden kiertoreittejä suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että kiertoreitin tulee sopia erilaisille polkupyörille ja eritasoisille käyttäjille. Jokaisen polkupyöräilijän tulee pystyä käyttämään tilapäistä kulkureittiä turvallisesti ja sujuvasti omalla polkupyörällään. Vilkkaan pyöräilyväylän tapauksessa ensisijaiseksi kiertoreitiksi pitäisi valita turvallinen ja helppokulkuinen vaihtoehto, vaikka se lisäisi kiertoreitin pituutta. Soramäen kautta kulkevan kiertoreitin turvallisuutta olisi voitu parantaa mäen juurelle asennettavilla varoituskylteillä, joissa pyöräilijöitä varoitetaan mäessä olevista irtokivistä ja kehoitetaan taluttamaan polkupyöriä mäen kohdalla.

Tarkastuskierroksille osallistuneiden asiantuntijoiden mielestä työmaa-aikaisten kevyen liikenteen väylien vaakageometrian suunnittelussa tulisi kulkuväylän vapaan leveyden lisäksi huomioida myös riittävät kaarresäteet. Varsinkin polkupyöräilijöille tarkoitetuilla kulkuväylillä olevat mutkat tulisi pyöräilijöiden suuret ajonopeudet huomioiden suunnitella loivapiirteisiksi, jotta väylien käyttäminen olisi turvallista ja sujuvaa. Myös pyörätuolia ja rollaattoria käyttävät henkilöt edellyttävät kiertoteiden mutkilta riittäviä kaarresäteitä, pystyäkseen kääntämään ja ohjaamaan apuvälinettään turvallisesti ja sujuvasti.

4.2.6 Väliaikaiset suojatiet

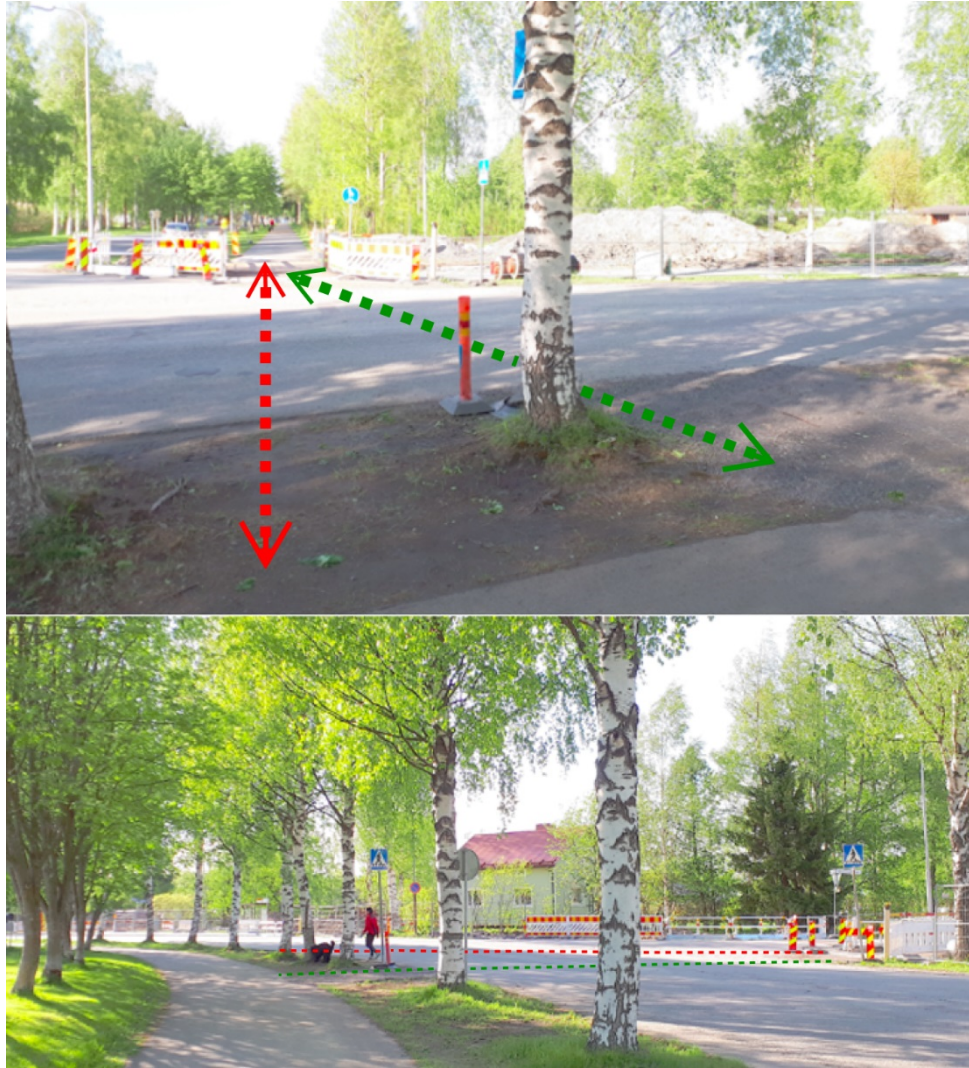
Esteettömyyskierroksille osallistuneet asiantuntijat tekivät useita havaintoja väliaikaisiin suojateihin liittyvistä esteettömyyspuutteista. Kuvassa 29 esitetyn väliaikaisen suojatien paikkaa ei pidetty turvallisena, koska kuvaussuunnasta lähestyvä ajoneuvoliikenne saapui suojatielle koivukujan peittämän mutkan takaa. Suojatien ennakkovaroitusmerkkiä ja alennettua nopeusrajoitusta asiantuntijat pitivät tarpeellisena suojatien hankalan sijainnin takia, mutta niiden ei katsottu riittävän varmistamaan suojatien turvallista käyttämistä.



Kuva 29. Ajoneuvoliikenteen kannalta vaikeasti havaittava väliaikaisen suojatien paikka.

Kevyen liikenteen turvallisuuden kannalta parempi ratkaisu olisi, jos väliaikainen suojatie perustettaisiin suoralle tieosuudelle sellaiseen kohtaan, jossa ei ole välittömässä läheisyydessä puita tai muita vastaavia näkemäesteitä. Kuvassa 29 esitetyn väliaikaisen suojatien havaittavuutta voitaisiin parantaa työmaa-aikaisella suojatiemaalauksella, josta hyötyisivät sekä ajoneuvoliikenne että kevyt liikenne. Asiantuntijoiden mukaan maalimerkintä auttaisi myös näkövammaisia henkilöitä suojatien paikantamisessa, koska he pysyvät usein erottamaan suuria kontrastieroja, kuten mustan asfaltin ja valkoisen maalin välisen eron. Ajoneuvoliikenteen kannalta katvealueen takana sijaitsevan väliaikaisen suojatien havaittavuutta voitaisiin tehostaa myös suojatien ennakkovaroitusmerkin yhteyteen kiinnitettävällä lisäkilvellä, kuten esimerkiksi *Suojatie mutkan takana* -lisäkilvellä.

Kevyen liikenteen kannalta ongelmalliseksi koettiin myös suojatiehen yhteydessä olevan kevyen liikenteen väylän puutteellinen ohjaavuus suojatielle. Kuvassa 30 esitettyssä tilanteessa kevyen liikenteen väylän jatkeena olevat työaidat eivät ohjaa kevyttä liikennettä suoraan suojatietä pitkin tien ylitse, jolloin suojatien käyttäjä saattaa ohjautua tienylityksen aikana suojatien ulkopuolelle. Ohjaavuuden merkitys korostuu etenkin näkövammaisten henkilöiden kohdalla: heikosti toteutettu ohjaus voi johdattaa heidät suojatien ulkopuolelle ja ajoneuvoliikenteen sekaan. Lisäksi toisella puolella väliaikaista suojatietä suojatielle ohjaavat työaidat loppuivat liian kaukana tien reunasta. Tällaisessa tilanteessa valkoista keppiä käyttävä näkövammaisen saattaa pysähtyä liian kauaksi suojatiestä ja siten jäädä ajoneuvoliikenteen kannalta näköyhteyden ulkopuolelle.



Kuva 30. Punaisella katkoviivalla merkitty kevyen liikenteen väylän heikosta ohjauudesta johtuva suojatien ulkopuolelle ajautuminen. Vihreällä katkoviivalla merkitty väliaikaisen suojatien oikea paikka.

Tien ylitys tulisi suunnitella siten, että se tapahtuisi ajorataan nähden kohtisuorassa, jolloin ylitysmatka olisi mahdollisimman lyhyt. Kohtisuoraa tien ylitystä voidaan tukea ohjaamalla suojatielle saapuva henkilö ylitettävään tiehen nähden kohtisuoraan kulmaan. Kuvan 30 tilannetta olisi voitu parantaa asentamalla kevyen liikenteen väylältä suojatielle ohjaavat työaidat tarkasti toisella puolella tietä olevan suojatien aloituspaikan suuntaisesti, jolloin kevyt liikenne olisi luontevasti ohjautunut tarkoituksenmukaiseen tienlylykseen. Näkövammaisia ajatellen suojatielle ohjaavissa elementeissä tulisi olla alajohde, jonka avulla näkövammaisen henkilö pystyttäisiin ohjaamaan halutun suuntaiseen tienlylykseen. Suojatielle ohjaavan elementin tulisi myös ulottua riittävän lähelle ajoradan reunaa, ettei valkoisella kepillä alajohdetta seuraava näkövammaisen henkilö py-

sähtyisi liian kauaksi suojatiestä ja näin ollen jäisi ajoneuvoliikenteen näkemäalueen ulkopuolelle. Suojatielle ohjaavien elementtien tulisi mahdollistaa myös niiden läpi näkeminen, etteivät ne muodosta näköestettä ajoradalta suojatielle. Asiantuntijoiden mielestä suojatielle ohjaavaksi elementiksi soveltuu esimerkiksi teräsverkkoaita, jonka alareunassa oleva vaakaputki toimii näkövammaisten tarvitsema alajohteena. Tarkoituksenmukaista tienylitystä voidaan tukea lisäksi aikaisemmin mainitulla suojatiemaalauksella, jolloin suojatien raidoitus ohjaa suojatietä käyttävän henkilön halutun suuntaiseen tienlytykseen. Kuvassa 31 on esitetty suojatien tarkoituksenmukaisen ylittämisen eteen tehdyt parantamistoimenpiteet kuvan 30 tilanteeseen verrattuna.



Kuva 31. Parannusehdotus kuvassa 30 esitetylle kevyen liikenteen väylän heikolle ohjaavuudelle.

Usealla kaukolämpötyömaalla havaittiin väliaikaisten suojateiden kohdilla korkeita reunakiviä ajoradan ja kevyen liikenteen väylän välissä. Luiskaamattomat reunakivet aiheuttavat ongelmia erityisesti liikuntarajoitteisille henkilöille, jotka eivät välttämättä pysty jalkaisin tai apuvälineellään ylittämään luiskaamatonta reunakiveä ja joutuvat näin ollen kulkemaan ajorataa pitkin seuraavalle esteettömälle ajoradalta poistumispaikalle. Väliaikaisia suojateita rakennettaessa työnjohdon tulisi varmistaa, että suojateiden kohdilla olevat korkeat reunakivet viistetään kovalla ja tasaisella materiaalilla, kuten öljysoralla. Esteettömyyden kannalta optimaalisin ratkaisu olisi, jos viiste lopetettaisiin noin 30 mm ennen reunakiven yläreunaa, jolloin näkövammaiset pystyisivät tunnistamaan reunakiveen jääneen pykälän valkoisella kepillään ja käyttämään sitä ajorataan nähden kohtisuoran ylityssuunnan ohjaajana.

Asiantuntijoiden mielestä väliaikaisen suojatien heikkoa havaittavuutta ja samalla ajoneuvoliikenteen nopeusrajoituksen noudattamista voitaisiin tehostaa tilapäisten liikennejärjestelyjen aikaisilla rakenteellisilla toimenpiteillä. Liikenteenjaka- ja suojatiemerkeillä varustetun törmäysturvallisen suojatiesaarekkeen rakentaminen väliaikaisen suojatien kohdalle parantaisi asiantuntijoiden mukaan suojatien havaittavuutta ja alentaisi ajoneuvoliikenteen nopeuksia ajokaistojen kaventuessa. Lisäksi ajonopeuksien hillitsemiseksi voitaisiin asiantuntijoiden mielestä käyttää ennen väliaikaista suojatietä ajokaistoille asennettavia heräteraitoja.

Näkövammaisten henkilöiden suunnistautumista väliaikaiselle suojatielle voitaisiin asiantuntijoiden mukaan helpottaa käyttämällä suojatien kohdalla tarkoitukseen soveltuvaa ääniopastetta. Vakioitu äänimerkki kertoisi näkövammaisille väliaikaisen suojatien lähestymisestä ja opastaisi heidät ajoradan reunaan. Käyttötarkoitukseen standardoitua ääniopastetta ei vielä ole markkinoilla, mutta sen tarve on tiedostettu.

4.2.7 Joukkoliikennepysäkit

Esteettömyyskiirroksilla havaittiin puutteita siirretyille joukkoliikennepysäkeille sekä pysäkeille johtavien kulkureittimuutoksien opastamisessa. Eräällä kaukolämpötyömaalla, jossa pysyvä joukkoliikennepysäkki oli jouduttu poistamaan käytöstä, ei korvaavalle pysäkille ollut minkäänlaista opastusta. Käytöstä poistetulle pysäkille saapuva henkilö joutui siis itse etsimään sekä korvaavan pysäkin että pysäkille johtavan kulkureitin. Toisella työmaalla, jossa oli jouduttu sulkemaan pysyvälle joukkoliikennepysäkille johtavia kulkuväyliä, ei suljettujen väylien päissä ollut opasteita kyseiselle joukkoliikennepysäkille. Sulku kohdalle saapuvan henkilön tuli itse päätellä, miten kyseiselle joukkoliikennepysäkille päästään.

Mikäli joukkoliikennepysäkkiä on tarve siirtää, tulisi käytöstä poistetulle pysäkille tai sen välittömään läheisyyteen sijoittaa opastetaulu, johon on merkitty lyhin esteettömyysvaatimukset täyttävä kulkureitti korvaavalle pysäkille. Tauluun olisi asianmukaista merkitä myös etäisyys kyseiselle pysäkille. Kulkureitin varrelle, kohtiin, joissa eksymisriski on ilmeinen, tulisi sijoittaa kevyen liikenteen opastamiseen tarkoitettuja viittoja. Viittojen tarkoitusta selventämään voitaisiin niiden yhteyteen lisätä kuva joukkoliikennevälineestä, jonka pysäkille viitta opastaa. Joukkoliikennepysäkeille johtaneiden alkuperäisten kulkuväylien sulkukohtiin tulisi sijoittaa karttapohjalla varustettu opastustaulu, johon merkitään sulkukohdan ohittavan reitin lisäksi myös kulkureitti sulkukohdan taakse jääneelle joukkoliikennepysäkille. Kyseinen kulkureitti tulee viitoittaa noudattaen samoja periaatteita kuin siirretyn joukkoliikennepysäkin tapauksessa.

4.2.8 Muut huomiot

Esteettömyyskierroksilla havaittiin myös tarkastuslistan ulkopuolisia, kevyen liikenteen esteettömyyteen oleellisesti liittyviä asioita. Yhdessä kohteessa asiantuntijat havaitsivat esteettömyyskierroksella pysyvän suojatien, jossa oli korotettu keskisaareke. Suojatien käyttäminen olisi edellyttänyt pyörätuolilla kulkevalta liikuntavammaiselta saarekkeen kiertämistä. Suojatien keskisaarekkeen estevaikutuksesta ilmoitettiin pysyvistä liikennejärjestelyistä vastaavalle kunnan edustajalle. Toisessa tapauksessa työmaan takia perustettu väliaikainen suojatie paransi alueen esteettömyyttä lyhentämällä turvalliselle kadunylityspaikalle kuljettavaa matkaa sekä mahdollistamalla viistettyjen reunakivien ansiosta sujuvamman siirtymisen kevyen liikenteen väylältä kadun toiselle puolelle.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tilapäisten liikennejärjestelyjen esteettömyydestä huolehtiminen on päätoteuttajan roolissa olevalle urakoitsijalle asetettu velvollisuus. Urakoitsijan on suunniteltava liikennejärjestelyt siten, että ne täyttävät kadun omistajan vaatimukset. Tällöin urakoitsija voi saada luvan työskennellä katualueella sekä oikeuden varata yleiseen käyttöön tarkoitettua katutilaa omaan käyttöönsä. Tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelua voidaan pitää myös etuoikeutena. Kun päätoteuttaja suunnittelee liikennejärjestelyt, on hänellä mahdollisuus suunnitella kustannustehokkaita ja työskentelyä sujuvoittavia ratkaisuja. Jos päätoteuttajan suunnittelemat liikennejärjestelyt eivät täytä kadun omistajan vaatimuksia, voi kadun omistaja myös itse suunnitella omalla katualueellaan toteutettavat tilapäiset liikennejärjestelyt, joita katualueelle töihin tulevan urakoitsijan tulee sitoutua noudattamaan saadakseen työskentelyluvan. Päätoteuttajan roolissa olevan urakoitsijan tulisi siis jo oman etunsa nimissä huolehtia tilapäisten liikennejärjestelyjen asianmukaisesta suunnittelusta ja toteutuksesta, jotta tämä etuoikeus säilyisi myös jatkossa.

Päätoteuttaja pystyy huolehtimaan työmaansa sujuvasta etenemisestä tarkoituksenmukaisesti suunnitelluilla liikennejärjestelyratkaisuilla, joiden merkitys korostuu etenkin vilkkaasti liikennöidyille alueille sijoittuvilla, laajoilla työmailla. Työmaaliikenteen ja työkoneiden esteettömään liikkumiseen, varastointitilojen riittävyteen ja käyttökelpoisuuteen sekä työmaan suojausratkaisujen kokonaistaloudellisuuteen voidaan yleensä vaikuttaa panostamalla työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen suunnitteluun. Laajoilla työmailla, jotka sijoittuvat vilkkaasti liikennöidyille alueille, voidaan työmaan ja siten myös tilapäisten liikennejärjestelyjen osittelulla usein sekä parantaa kevyen liikenteen työmaa-aikaista esteettömyyttä että tehostaa työmaan läpivientä. Jakamalla työmaa erikseen toteutettaviin lohkoihin saadaan tilapäisten liikennejärjestelyjen yhtäjaksoinen tarve rajattua pienemmälle alueelle, mikä selkeyttää liikennejärjestelyjä sekä vähentää tarvittavia suojausrakenteita. Järkevällä lohkojaolla saadaan tarvittaessa myös lyhennettyä työmaan läpimenoaikaa, mikäli eri lohkoja rakennetaan samanaikaisesti.

Työmaan läpimenoaikaa voidaan pitää merkittävänä tekijänä tarkasteltaessa työmaan aiheuttamaa kokonaisesteveikutusta. Mitä lyhyempi on työmaan ajallinen kesto, sitä lyhyemmän aikaa on tarvetta tilapäisille liikennejärjestelyille, jotka tyypillisesti heikentävät alueen esteettömyyttä. Läpimenoajan lyhentäminen parantaa alueella liikkuvan kevyen liikenteen turvallisuutta ja yleensä myös työmaan kannattavuutta. Suunnittelulla pitäisi pyrkiä mahdollistamaan työmaan eteneminen ilman tarpeettomia keskeytyksiä, jolloin niistä aiheutuvat perusteettomat este- ja kustannustekijät saataisiin eliminoitua. Erityisen

tärkeää tämä olisi vilkkaasti liikennöidyillä alueilla, joissa yleisen liikenteen sujuvuuspuutteet voivat aiheuttaa huomattavan määrän vaaratilanteita lyhyessäkin ajassa. Lämpimöaika riippuu merkittävästi siitä, kuinka sujuvasti työt saadaan toteutettua. Rakennustyön turvallisuutta käsittelevän valtioneuvoston asetuksen mukaan yksi päätoteuttajan tehtävistä on huolehtia työmaalla työskentelevien eri osapuolten toimintojen yhteensovittamisesta. Tarkoituksenmukaisella yhteensovittamisella saadaan mahdollistettua rakennustöiden keskeytymätön eteneminen. Yhteensovittaminen kuitenkin edellyttää, että päätoteuttajalla on realistiset mahdollisuudet vaikuttaa kaikkien työmaalla työskentelevien urakoitsijoiden töiden aikataulutukseen. Työmaan sujuvan toteuttamisen kannalta myös lähtötilanne, kuten olemassa olevat rakenteet, maaperä- ja vesiolosuhteet sekä yleisen liikenteen tarpeet, tulisi kartoittaa huolellisesti ennen töiden aloittamista. Käytettävät resurssit, töiden aloitusajankohta ja mahdollinen lohkojako sekä tilapäiset liikennejärjestelyt tulisi suunnitella nämä erityispiirteet huomioiden.

Työmaan erityispiirteiden huomioiminen on tilapäisiä liikennejärjestelyjä suunniteltaessa olennaista. Alueen pääkäyttäjryhmät ja pääkulkureitit vaikuttavat merkittävästi siihen, millaiset liikennejärjestelyratkaisut parhaiten palvelevat alueella liikkuvien ihmisten tarpeita esteettömyyden näkökulmasta. Mikäli alueella liikkuu esimerkiksi paljon näkö- tai kehitysvammaisia henkilöitä, tulisi heidän erityisvaatimuksiaan painottaa tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelussa. Kyseiset erityisryhmät edellyttävät liikennejärjestelyiltä muun muassa yksinkertaisia kulkureittejä, selkeää opastusta sekä ennakkotiedotamista käytössä oleviin liikennejärjestelyihin tulevista muutoksista. Heidän näkökulmastaan toimivinta olisi se, että pysyviä liikennejärjestelyjä muutettaisiin mahdollisimman vähän. Tällaisissa erikoistapauksissa tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta ja hyväksymisestä vastaavien tahojen tulisikin tarvittaessa soveltaa tilapäisiä liikennejärjestelyjä käsitteleviä määräyksiä ja ohjeita. Voidaan esimerkiksi pohtia, kummasta on enemmän haittaa: siitä, että yksinkertaisia ja tuttuja kulkureittejä tarvitsevat ihmiset ohjataan kiertotielle, vai siitä, että useissa ohjeissa määritellyt jalankulkureitin 1,5 m:n vähimmäisleveys ei täysin toteudu.

Työmaa-aikaisia kulkureittejä suunniteltaessa paras ratkaisu olisi, jos olemassa olevat kulkureitit saataisiin pidettyä ennallaan eikä tilapäisiä kiertoreittejä tarvittaisi. Kun alkuperäinen reitti on suljettu, kulkuväylän käyttäjä voi yleensä valita tarkoitukseen suunnitellun ja oman vaihtoehdoisen kiertoreitin väliltä. Tällaisessa valintatilanteessa etenkin terveet ja hyväkuntoiset ihmiset, jotka pystyvät ylittämään pienet esteet ja kulkemaan hankalammassakin maastossa, valitsevat usein mielestään helpoimman ja nopeimman

kulkureitin, eivätkä esimerkiksi turvallisinta. Tästä syystä tutun ja turvallisen reitin säilyttäminen olisi tärkeää, jolloin ihmisen ei tarvitse valita kiertoreitin ja oman vaihtoehtoisen kiertoreitin välillä.

Mikäli alkuperäisiä kulkureittejä ei pystytä työmaan aikana säilyttämään, korvataan käytöstä poistuvat kulkureitit niitä korvaavilla kiertoreiteillä. Kiertoreittien tulisi olla esteettömiä ja selkeästi opastettuja, eivätkä ne saisi pidentää matkaa tarpeettomasti. Kiertotien pituus tulee huomioida etenkin liikuntarajoitteisia ihmisiä palvelevien kulkuväylien suunnittelussa, koska heille pienikin lisämatka voi olla suuri este. Eräällä kaukolämpötyömaalla kiertoreitti kasvatti joukkoliikennepysäkeille kertyvää matkaa 150 m:llä. Asiantuntijoiden mielestä tämä ei ollut kohtuuton lisämatka. Kiertoreitit on pyrittävä suunnittelemaan myös mahdollisimman käytännöllisiksi, koska turvallisista kiertoreiteistä ei ole merkittävää hyötyä, jos ne suunnitellaan liian vaikeiksi noudattaa. Kiertoreittien suunnittelussa on tärkeää huomioida myös eri kulkumuotojen erottelu, varsinkin jos joudutaan poikkeamaan pysyvistä liikennejärjestelyistä. Mikäli kevyen liikenteen väylää joudutaan kaventamaan alkuperäisestä tai pyöräilyväyliä joudutaan sulkemaan, tulee harkita pyöräilyn siirtämistä väliaikaisesti ajoneuvoliikenteen joukkoon. Silloin pyöräilijät eivät joudu väistelemään jalankulkijoita ja saavat säilytettyä kulkunopeutensa mahdollisimman ennallaan. Joissakin tilanteissa kevyelle liikenteelle voidaan järjestää työmaan ohittava kiertoreitti myös ajoradan reunasta, jolloin tilapäinen kulkureitti pysyy alkuperäisen reitin kaltaisena eikä pidennä ratkaisevasti kuljettavaa matkaa. Ajoradan kaventaminen voi olla mahdollista etenkin silloin, kun kadun varressa on pysäköinnille varattua tilaa, samansuuntaisesti on useampia ajokaistoja tai kun ajoradan liikennemäärät ja ajonopeudet ovat alhaisia.

Riittävä ennakkotiedottaminen liikennejärjestelyihin tehtävistä muutoksista sekä selkeät opasteet ovat sekä työmaan vaikutuspiirissä liikkuvien ihmisten, että työmaan toteutuksesta vastaavien urakoitsijoiden etu. Joillekin erityisryhmille nämä ovat äärimmäisen tärkeitä asioita, mutta niistä hyötyvät kaikki alueella liikkujat. Ennakkotiedottamisella saadaan usein vähennettyä työmaan vaikutuspiirissä liikkuvien ihmisten määrää, kun ihmiset ehtivät tutustua vaihtoehtoihin kulkureitteihin. Epätietoisuudesta johtuvat vaaratilanteet ja negatiivinen suhtautuminen työmaata kohtaan vähenevät, kun ihmiset ehtivät valmistautumaan tuleviin muutoksiin, eivätkä muutokset tule heille yllätyksenä. Selkeän ja jatkuvan opastamisen tarve korostuu sitä enemmän, mitä merkittävämpiä muutoksia pysyviin liikennejärjestelyihin tehdään ja mitä suurempaa ja monimuotoisempaa joukkoa ne koskevat. Tilapäisten liikennejärjestelyjen käyttökelpoisuus tulisi tarkistaa heti niiden toteuttamisen jälkeen. Järjestelyissä ja opastuksessa olevat puutteet ja epäjohtonmu-

kaisuudet voidaan tunnistaa käymällä läpi työmaan vaikutuspiirissä olevat yleiset kulkureitit kaikista tulosuunnista. Arvioimisen apuna voitaisiin käyttää alueelle tyypillisistä käyttäjäryhmistä valittuja testikäyttäjiä, jolloin työmaa-aikaisista kulkureiteistä saataisiin kriittisten käyttäjäryhmien kannalta mahdollisimman esteettömät. Arviointikierroksella havaittuihin puutteisiin tulee reagoida viipymättä.

Pääsääntöisesti työmaat ja niiden takia toteutettavat tilapäiset liikennejärjestelyt heikentävät alueen esteettömyyttä, mikä on ymmärrettävää, koska kyseessä on ohimenevä tilanne. Tilapäisiä liikennejärjestelyjä ei ole tarkoituksenmukaista tehdä pysyvien liikennejärjestelyjen veroisiksi, sillä se johtaisi kohtuuttoman suurin kustannuksiin saavutettaviin hyötyihin verrattuna. Tilapäisillä liikennejärjestelyillä täytyy kuitenkin taata jokaiselle työmaan vaikutuspiirissä kulkevalle ihmiselle esteettömyyden kannalta inhimilliset liikkumisolosuhteet koko työmaan keston ajan. Tilapäiset liikennejärjestelyt voivat joskus myös paljastaa pysyvissä liikennejärjestelyissä esiintyviä puutteita. Hyvin sijoitetut väliaikaiset suojatiet sekä eri kulkumuotoja erottavien korkeiden reunakivien viistäminen ovat hyviä esimerkkejä siitä, miten tilapäisten liikennejärjestelyjen järkevällä suunnittelulla voidaan kehittää myös pysyvää liikkumisympäristöä toimivampaan suuntaan.

Lähtökohtaisesti työmaat ovat niiden vaikutuspiirissä asuville tai liikkuville ihmisille kuitenkin haitta ja niiden saama huomio on yleensä negatiivista. Mitä vähäisempi vaikutus työmailla on alkuperäiseen liikkumisympäristöön tai mitä vähemmän ne herättävät huomiota, sen parempi. Työmaan siisteydellä on suuri vaikutus siihen, miten työmaahan ja sen toteutuksesta vastuussa oleviin yrityksiin suhtaudutaan ja millainen mielikuva yrityksistä muodostuu. Työmaan hyvällä järjestyksellä ja siisteydellä voidaankin välttyä turhalta negatiiviselta asiakaspalautteelta, mikä osaltaan helpottaa työmaan läpiviemistä.

6. YHTEENVETO

Kaukolämpötyömaat sijoittuvat tyypillisesti kevyen liikenteen kulkuyälille tai niiden välittömään läheisyyteen, joten ne yleensä vaikuttavat kevyen liikenteen järjestelyihin. Rakennustyön turvallisuutta käsittelevän valtioneuvoston asetuksen (205/2009) mukaan päätoteuttajan tulee suunnitella kirjallisesti, miten hän toteuttaa kevyen liikenteen järjestelyihin vaikuttavan työmaan vaarantamatta sen aikana kevyen liikenteen turvallisuutta. Turvallisuuden lisäksi päätoteuttajan tulee huomioida työmaan vaikutuspiirissä liikkuvien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden riittävän sujuva liikkuminen, mitä edellyttävät muun muassa YK:n ihmisoikeussopimus sekä Suomessa voimassa oleva yhdenvertaisuuslaki. Asianmukaisten liikennejärjestelyjen toteutukselle on olemassa määräyksiä ja ohjeita, joiden perusteella tehdyt tilapäiset liikennejärjestelyt täyttävät kevyen liikenteen esteettömyyden vähimmäisvaatimukset. Varsinainen esteettömyys edellyttää kuitenkin näiden perusratkaisujen soveltamista yksittäisen työmaan erityispiirteiden mukaan.

Diplomityössä tutkittiin, kuinka hyvin kaukolämpöurakoitsijat huomioivat kevyen liikenteen sujuvan ja turvallisen liikkumisen toteuttaessaan työmaa-aikaisia liikennejärjestelyjä, millaisia esteettömyyspuutteita liikennejärjestelyissä ilmeni, mistä nämä esteettömyyspuutteet johtuivat ja miten kyseiset esteettömyyspuutteet voitaisiin jatkossa välttää. Tutkimukseen osallistuivat Oulun alueen kaukolämpöverkosta vastaava Oulun Energia Oy sekä Helsingin alueen kaukolämpöverkosta vastaava Helen Oy. Tutkimuksessa diplomityön tekijä ja kevyen liikenteen esteettömyyteen perehtyneet asiantuntijat tekivät tarkastuskierroksia yhteensä 35:lle kesän 2019 aikana toteutetulle kaukolämpötyömaalle. Tarkastuskierrosten avulla selvitettiin kaukolämpötyömaiden kevyen liikenteen esteettömyystaso, jota verrattiin tilapäisiin liikennejärjestelyjä käsittelevien määräysten ja ohjeiden asettamaan vaatimustasoon. Havaittuihin esteettömyyspuutteisiin johtaneita syitä ja toimia esteettömyyspuutteiden korjaamiseksi pohdittiin yhdessä asiantuntijoiden kanssa.

Tutkimuksen kohteena olleiden turvallisuussuunnitelmien tilapäisiä liikennejärjestelyjä käsittelevät osuudet olivat odotettua suppeampia. Työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamisesta on vapaasti saatavilla runsaasti tietoa, jota urakoitsijat voivat hyödyntää turvallisuussuunnitelmaa tehdessään. Sen vuoksi oletettiin, että turvallisuussuunnitelmat olisivat sisältäneet kattavan ja havainnollistavan kokoelman ratkaisuja, jotka täyttävät liikennejärjestelyille asetetut vähimmäisvaatimukset ja soveltuvat käytettäväksi erilaisissa tilanteissa. Tällöin turvallisuussuunnitelma olisi ollut hyödynnettävissä myös käytännön

työssä. Tutkitut turvallisuussuunnitelmat olivat kuitenkin rakenteeltaan luettelomaisia, joten niistä ei ollut merkittävää hyötyä työmaa-aikaisten liikennejärjestelyjen toteuttamisen kannalta, vaan ne soveltuivat lähinnä asiansa osaavien työntekijöiden muistilistoiksi. Työntekijät, jotka eivät ennestään osaa toteuttaa liikennejärjestelyratkaisuja vaatimusten mukaisesti, eivät pysty hyödyntämään luettelomaista turvallisuussuunnitelmaa tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutuksessa, vaan tarvitsevat työnjohdon tai kokeneempien ammattilaisten avustusta.

Työmaan turvallisuussuunnitelmat eivät tarjonneet tukea tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutukseen, mikä saattoi osaltaan vaikuttaa siihen, että työmaille tehdyillä tarkastuskierroksilla havaittiin tilapäisiä liikennejärjestelyjä käsittelevien määräysten ja ohjeiden vastaisia toteutusratkaisuja. Tutkimuksessa havaittiin esteettömyyspuutteita, joista osa johtui ohjeistusten vastaisesta toiminnasta ja osa siitä, että niissä ei ollut riittävästi huomioitu työmaan erityispiirteitä, vaikka tilapäiset liikennejärjestelyt olisivatkin olleet ohjeistusten mukaisia. Merkittävimmät esteettömyyspuutteet liittyivät kaivantojen ylityksissä käytettyihin kulkusiltoihin ja niiden asennukseen, tilapäisten kiertoreittien toteutukseen, väliaikaisten suojateiden perustamiseen sekä kevyen liikenteen työmaa-aikaiseen opastamiseen. Tutkimuksessa pystyttiin esittämään jokaiselle ilmenneelle esteettömyyspuutteelle mahdollinen korjausehdotus, mikä osoittaa, että tilapäisistä liikennejärjestelyistä pystytään asiaan perehtymällä ja oikeita tietolähteitä hyödyntämällä suunnittelemaan ja toteuttamaan kaikille liikkujaryhmille esteettömät.

Tutkimuksessa saatuja tuloksia voidaan hyödyntää kaikilla tilapäisiä kevyen liikenteen järjestelyjä vaativilla työmaille. Ensisijaisesti ne soveltuvat katualueilla toteutettaville, suunnitelmallisille, pitkäkestoisille ja syviä kaivantoja sisältäville työmaille. Tilapäisiä liikennejärjestelyjä suunniteltaessa on kuitenkin muistettava, että kadun omistajalla voi olla myös omia käytäntöjä ja ohjeita, joita katualueella työskentelevän tulee ensisijaisesti noudattaa. Diplomityö antaa työkaluja esteettömyysnäkökulman huomioimiseen henkilöille, jotka vastaavat tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta, toteutuksesta tai valvonnasta. Pysyvien kevyen liikenteen järjestelyjen suunnittelussa diplomityötä ei voi suoraan hyödyntää, mutta sen avulla voidaan saada yleiskäsitys siitä, mitä asioita esteettömän liikkumisympäristön suunnittelussa tulee ottaa huomioon.

LÄHTEET

- [1] L. Koskelainen, R. Saarela, K. Sipilä. Kaukolämmön käsikirja, Energiateollisuus ry, 2006.
- [2] Energiateollisuus ry. Kaukolämpöverkkoja lähes 15 000 km. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/kaukolampoverkot. Hakupäivä 16.4.2019.
- [3] E. Kiiskinen, P. Pietilä, H. Iivonen, H. Muukkonen, A. Saviniemi, T. Aho, R. Lassila, J. Miettinen, M. Kuortinen, V-P. Sirola, Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan yhtenäistäminen, Energiateollisuus ry, 2008. Saatavissa: https://energia.fi/files/839/SuositusKK4_2008.pdf. Hakupäivä 16.4.2019.
- [4] VALOR Partners Oy, Kaukolämpöön liittyvä palveluliiketoiminta, Energiateollisuus ry, 2015. Saatavissa: https://energia.fi/files/432/Kaukolampoon_liittyva_palveluliiketoiminta_loppuraportti_2015-08-28.pdf. Hakupäivä 16.4.2019.
- [5] R. Lassila, J. Aaltonen, J. Arko, J. Miettinen, H. Ojansuu, J. Parpola, H. Muukkonen, O. Uotila, M. Vesterinen, V-P. Sirola, Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamishjeet, Energiateollisuus ry, 2013. Saatavissa: https://energia.fi/files/2353/SuositusL11_2013_Kl-johtojen_suunnittelu_ ja_rakentamishjeet_paivitetty_20180130.pdf. Hakupäivä 16.4.2019.
- [6] E. Kivilaakso, Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla, Suomen kuntatekniikan yhdistys ry, 2013.
- [7] Tilastokeskus, Energia 2018 -taulukkopalvelu, Taulukko 4.1 Kaukolämmön tuotanto ja kulutus. Saatavissa: https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2018/html/suom0003.htm. Hakupäivä 17.4.2019.
- [8] Energiateollisuus ry, Lämmön ja sähkön yhteistuotanto on energiatehokasta. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/yhteistuotanto. Hakupäivä 17.4.2019
- [9] Energiateollisuus ry, Miksi kaukolämpövesi on vihreää?, 2017. Saatavissa: <https://www.energiauutiset.fi/uutiset/miksi-kaukolampovesi-on-vihreaa.html>. Hakupäivä 18.1.2020.
- [10] Tilastokeskus, Energia 2018 -taulukkopalvelu, Taulukko 7.2 Asuin- ja palvelurakennusten lämmityksen hyötyenergia. Saatavissa: https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2018/html/suom0006.htm. Hakupäivä 17.4.2019.
- [11] Energiateollisuus ry, Energiavuosi 2018 Kaukolämpö, 2019. Saatavissa: https://energia.fi/files/3308/Energiavuosi2018_Kaukolampo_20190116.pptx. Hakupäivä 26.4.2019.
- [12] P. Sallinen, Kaukolämmitys porskuttaa! Energiauutiset, 2018. Saatavissa: <https://www.energiauutiset.fi/uutiset/kaukolammitys-porskuttaa.html>. Hakupäivä 25.4.2019.

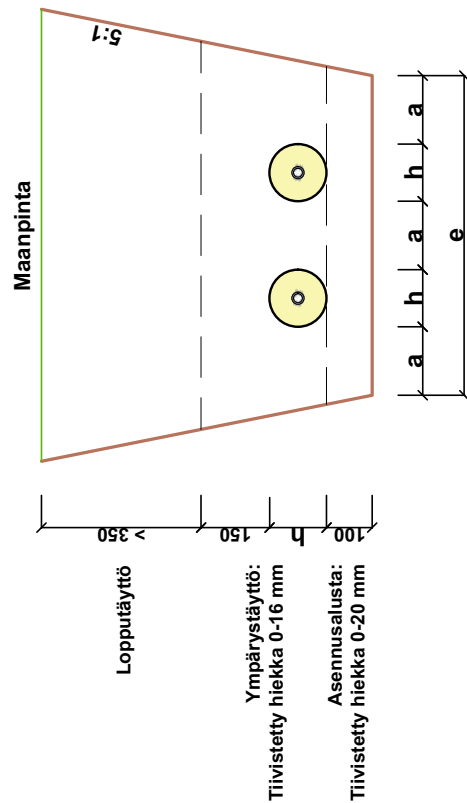
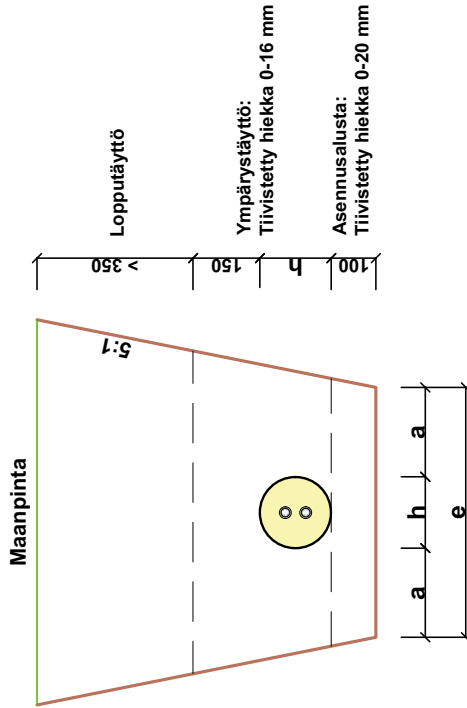
- [13] Tilastokeskus, Asunnot ja asuinolot, 2018, yleiskatsaus. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/asas/2017/01/asas_2017_01_2018-10-10_fi.pdf. Hakupäivä 25.4.2019.
- [14] Kaukolämpöön liittyminen, Rakentaja.fi, 2008. Saatavissa: <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4002/kaukolampo.htm>. Hakupäivä 16.1.2020.
- [15] Maankäyttö- ja rakennuslaki, Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 57 a kumoamisesta, Vahvistettu 09.11.2018.
- [16] P. Sallinen, Kaukolämmön liittymisvelvoite tarpeeton, Energiauutiset, 2017. Saatavissa: <https://www.energiauutiset.fi/uutiset/kaukolammon-liittymisvelvoite-tarpeeton.html>. Hakupäivä 18.4.2019.
- [17] Ympäristöministeriö, Pariisin ilmastopimus, 2019. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/FI/Ilmasto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitsemisen/Kansainvaliset_ilmastoneuvottelut/Pariisin_ilmastopimus. Hakupäivä 19.4.2019.
- [18] Tilastokeskus, Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2017. Saatavissa: https://tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2017_2018_19735_net.pdf. Hakupäivä 19.4.2019.
- [19] Energiateollisuus ry, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Turun kauppakorkeakoulu, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Haasteista mahdollisuuksia – sähkön ja kaukolämmön hiilineutraali visio vuodelle 2050, Energiateollisuus ry, 2010. Saatavissa: https://energia.fi/files/238/Hiilineutraali_visio_vuodelle_2050.pdf. Hakupäivä 20.4.2019.
- [20] Energiateollisuus ry, Kaukolämpötilasto 2014, 2015. Saatavissa: https://energia.fi/files/776/ktilasto_julkaisu_2014.pdf. Hakupäivä 27.4.2019.
- [21] Motiva Oy, Tuotannon hukkalämpö hyödyksi, 2013. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/8501/Tuotannon_hukkalampo_hyodyksi.pdf. Hakupäivä 20.4.2019.
- [22] M. Niikkula, T. Lietolahti, J. Vilkkumäki, M. Pajunen, P. Rantio, K. Lehtonen, A. Saviniemi, T. Aho, E. Kiiskinen, R. Lassila, V-P. Sirola, Kaukolämpöjohdot ja maantiet, Tiehallinto, Energiateollisuus ry, 2005. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100032-v-05kaukol_ ja_maant.pdf. Hakupäivä 25.4.2019.
- [23] V-P. Sirola, Energiateollisuus ry:n asiantuntija, Sähköpostiviesti, Huhtikuu 2019.
- [24] J.Parpola, J. Arko, O. Hyvärinen, K. Kupila, M. Mäkinen, H. Ojansuu, S. Rantio, H. Muukkonen, O. Uotila, V-P. Sirola, Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusrantaminen, Energiateollisuus ry, 2016. Saatavissa: https://energia.fi/files/1340/SuositusL7_2016_Kaukolampoverkon_suunnitelmallinen_perusrantaminen.pdf. Hakupäivä 8.5.2019.
- [25] V-P. Sirola, Suositus L1/2016 ”Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot” julkaisu, Energiateollisuus ry, 2016. Saatavissa: https://energia.fi/files/594/Jasentiedote_20160401_Suositus_L1_2016_Kiinnivaahdotetut_kaukolampojohdot.pdf. Hakupäivä 27.4.2019.
- [26] InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet. Maakaivannot, Rakennustieto Oy, 2017.

- [27] Maahan ja veteen asennettavat kestmuoviputket, Muoviteollisuus ry, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., 2013.
- [28] Kaivanto-ohje, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Suomen Geoteknillinen Yhdistys SGY ry, 2014.
- [29] T. Matila. Kaivantotukielementeillä osittain tuettu kaukolämpökaivanto, valokuva, 2019.
- [30] S. Vaahtola, E. Partanen, J. Munukka, S. Kumpulainen, Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä, Lämpölaitosyhdistys ry, 1995. Saatavissa: https://energia.fi/files/834/RaporttiL18_1995.pdf. Hakupäivä 28.4.2019.
- [31] J. Hopeavuori, R. Lappalainen, T. Syrjänen, K. Lehtonen, P-O. Linsén, j. Saarelainen, T. Österman, O. Kulonen, M. Penttinen, Liikenne tietäyömaalla – Tienrakennustyömaat, Liikennevirasto, 2017. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-28_tienrakennustyomaat_web.pdf. Hakupäivä 26.11.2019.
- [32] H. Gustafsson, YK:n vammaissopimus käyttöön! -käsikirja, Invalidiliitto ry, 2019. Saatavissa: https://www.invalidiliitto.fi/sites/default/files/2019-03/YK_vammaissopimus_paivitys2019_1.pdf. Hakupäivä 25.11.2019.
- [33] T. Viinikainen, E. Helin, P. Partanen. Esteetön ympäristö kaikille, Tiehallinto, 2002. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/heik1.pdf>. Hakupäivä 26.11.2019.
- [34] Helsingin rakennusvirasto, Helsinki kaikille SuRaku-ohjeet, 2008. Saatavissa: https://www.hel.fi/static/hkr/helsinkikaikille/ohjeet/Suraku_Kortti-8_060208.pdf. Hakupäivä 27.11.2019.
- [35] Tilastokeskus, Väestöennuste 2018-2070, 2018. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/vaenn/2018/vaenn_2018_2018-11-16_fi.pdf. Hakupäivä 27.11.2019.
- [36] Terveystieteiden tutkimuskeskus, Muistisairauksien yleisyys, 2019. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/muistisairaudet/muistisairauksien-yleisyys>. Hakupäivä 2.12.2019.
- [37] V. Lehmuskoski, K. Rönkä, M. Wiik, R. Kallio, Ikääntyneiden liikkuminen ja tienpito, Tiehallinto, 2002. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200746-02.pdf>. Hakupäivä 28.11.2019.
- [38] O. Jolanki, E. Leinonen, J. Rajaniemi, E. Rappe, T. Räsänen, O. Teittinen, P. Topo, Asumisen yhteisöllisyys ja hyvä vanhuus, Valtioneuvoston kanslia, 2017. Saatavissa: https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/47_ASUVA-loppuraportti+2017_NETTI.indd.pdf/81ebc84d-3636-4314-a2d5-a223b38d30d4/47_ASUVA-loppuraportti+2017_NETTI.indd.pdf?version=1.0. Hakupäivä 2.12.2019.
- [39] Suositukset iäkkäiden turvallisen ja säännöllisen ulkona liikkumisen edistämiseksi, Ikäinstituutti, 2008. Saatavissa: <https://www.ikainstituutti.fi/content/uploads/2017/01/Ulkoilusuositukset-3.pdf>. Hakupäivä 28.11.2019.
- [40] Jalankulkuväylä, suojatie ja tilapäinen liikennejärjestely, Invalidiliitto ry. Saatavissa: <https://www.invalidiliitto.fi/esteettomyys/ulkoalue/jalankulkuvayla-suojatie-ja-tilapainen-liikennejarjestely>. Hakupäivä 29.11.2019.

- [41] J. Hopeavuori, T. Syrjänen, O. Kulonen, Sulku- ja varoituslaitteet, Liikennevirasto, 2018. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-02_sulku_varoitustulaitteet_web.pdf. Hakupäivä 29.11.2019.
- [42] Näkövammaisuuden määrittäminen, Näkövammaisten liitto ry. Saatavissa: <https://www.nkl.fi/fi/etusivu/nakeminen/maaritys>. Hakupäivä 29.11.2019.
- [43] Ympäristö, Näkövammaisten liitto ry, Saatavissa: <https://www.nkl.fi/fi/etusivu/saavutettavuus-esteettomyys/rakennetun-ympariston-esteettomyys-ja-opasteet/ymparisto>. Hakupäivä 29.11.2019.
- [44] I. Verhe, Selkeä ympäristö: näkövammaisille soveltuvan toimintaympäristön suunnittelu, Näkövammaisten keskusliitto, 1996.
- [45] A. Korhonen, S. Somerpalo, Esteettömyyden tila, Tiehallinto, 2002. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf/esteettomyiden_tila.pdf. Hakupäivä 1.12.2019.
- [46] Kehitysvammainen henkilö asiakkaana, Verkkopalvelu kehitysvammaisuudesta, 2019. Saatavissa: <https://verneri.net/yleis/kehitysvammainen-henkilo-asiakkaana>. Hakupäivä 1.12.2019.
- [47] H. Jalanko, Allergian perusteet, Kustannus Oy Duodecim, 2009. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skl00027. Hakupäivä 2.12.2019.
- [48] Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, Rakennustyömaiden pölyhaittojen vähentäminen, 2010. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/rakennustyomaapoly.pdf>. Hakupäivä 12.3.2020.
- [49] A. Leino, T. Pinomäki, H. Litmanen, M. Ahlfors, Rakennustyömaan aluesuunnittelu, Työturvallisuuskeskus, Rakennusalojen työalatoimikunta, 2019. Saatavissa: https://ttk.fi/files/6729/Rakennustyomaan_aluesuunnittelu_201901.pdf. Hakupäivä 5.12.2019.
- [50] J. Mäntynen, T. Lietolahti, S. Loisa, Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa, Energiateollisuus ry, 2005. Saatavissa: https://energia.fi/files/831/RaporttiL16_2005.pdf. Hakupäivä 3.12.2019.
- [51] T. Syrjänen, O. Lehtonen, R. Lappalainen, A. Helin, Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset, Liikennevirasto, 2015. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-02_liikenne_tietuomaalla_web.pdf. Hakupäivä 4.12.2019.
- [52] RT 10-10982, Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteet rakennushankkeessa, Ohjetiedosto, Rakennustieto Oy, 2010.
- [53] Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt, Pääkaupunkiseudun määräykset ja ohjeet, 2018. Saatavissa: https://www.hel.fi/static/hkr/luvat/kaivu_taskuohje.pdf. Hakupäivä 8.12.2019.
- [54] Helsingin rakennusvirasto, Ulkotilojen esteettömyyden kartoitus- ja arviointiprosessi, 2005. Saatavissa: http://www.sotera.fi/pdf/suraku_opas.pdf. Hakupäivä 10.12.2019.

- [55] Oikeusministeriö, Rikoslaki, Edita Publishing Oy, 1889. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1889/18890039001#L44>. Hakupäivä 12.12.2019.
- [56] J. Hopeavuori, T. Syrjänen, T. Kiviranta, M. Siiskonen, U. Nummelin, Liikenne tietyömaalla – Lyhytaikaiset ja luvanvaraiset työt, Liikennevirasto, 2018. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-04_lyhytaikaiset_luvanvaraiset_web.pdf. Hakupäivä 15.12.2019.
- [57] T. Österman, K. Lehtonen, P-O. Linsén, M. Uljas, E. Ekrias, P. Hautala, Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, Liikennevirasto, 2013. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-20_liikennemerkkien_rakenne_web.pdf. Hakupäivä 19.12.2019.
- [58] Liikenne- ja viestintäministeriö, Tieliikenneasetus, Edita Publishing Oy, 1982. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182>. Hakupäivä 26.12.2019.
- [59] Ramirent, Liikenneturvatuotteet, 2018. Saatavissa: https://assets.ctfassets.net/ladmj97id-jas/6lFEdFFdMA2KCu8CGAcWCS/0a99973cc39a676d4e91784ee1537d9d/Liikenneturvallisuus_taskuopas_2018.pdf. Hakupäivä 3.1.2020.
- [60] Elpac Oy, Työmaavilkut. Saatavissa: <https://elpac.fi/fi/tuote-osasto/varoitustaitteet/tyomaavilkut/>. Hakupäivä 4.1.2020.
- [61] A. Liimatainen, A. Aalto, M. Salermo, J. Salo, T. Väistö, T. Seimelä, J. Heikkinen, J. Mäkinen, T. Vuoriainen, M. Hoikkanen, M. Karhunen, M. Kelkka, S. Siltala, M. Hirvonen, Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu, Liikennevirasto, 2014. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf. Hakupäivä 6.1.2020.
- [62] S. Somerpalo, Linea Konsultit Oy, Liikennejärjestelmän esteettömyys. Yhteenvedo säädöspohjasta, suunnitteluohjeista ja keskeisistä kehittämishaasteista, Liikenne- ja viestintäministeriö, 2015. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78294/Julkaisu_16-2015.pdf. Hakupäivä 8.1.2020.
- [63] H. Mäkinen, Kevyen liikenteen kiertoreitti ajoradan reunasta, valokuva, 2016. Teoksessa: L. Sokura, Tilapäiset liikennejärjestelyt käyttäjien näkökulmasta, Opinnäytetyö, Tampere 2017, Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka, Infrarakentaminen. Saatavissa: http://www.tut.fi/eee/opetus/pdf/Opinnaytteen_kirjoittaminen_TTYssa.pdf. Hakupäivä 26.2.2020.
- [64] Sosiaali- ja terveysministeriö, Työturvallisuuslaki, Edita Publishing Oy, 2002. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>. Hakupäivä 19.1.2020.
- [65] Sosiaali- ja terveysministeriö, Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 2009. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>. Hakupäivä 22.1.2020.
- [66] A. Pippuri, Puutteellinen kevyen liikenteen opastus, Puutteellinen kevyen liikenteen opastus, valokuva, 2019.

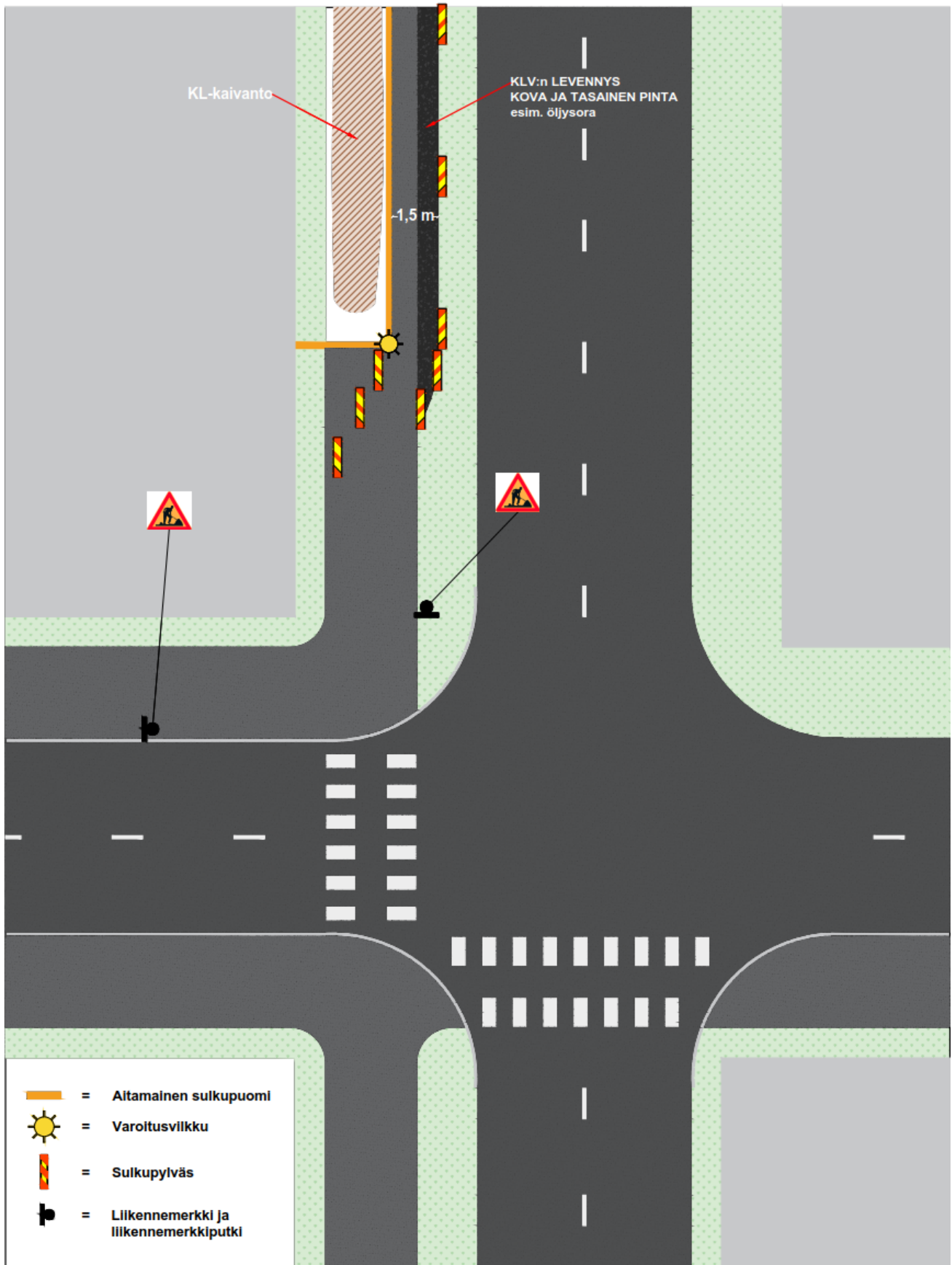
LIITE A: 2MPUK- JA MPUK-KAIVANTOJEN POIKKILEIKKAUSMITAT



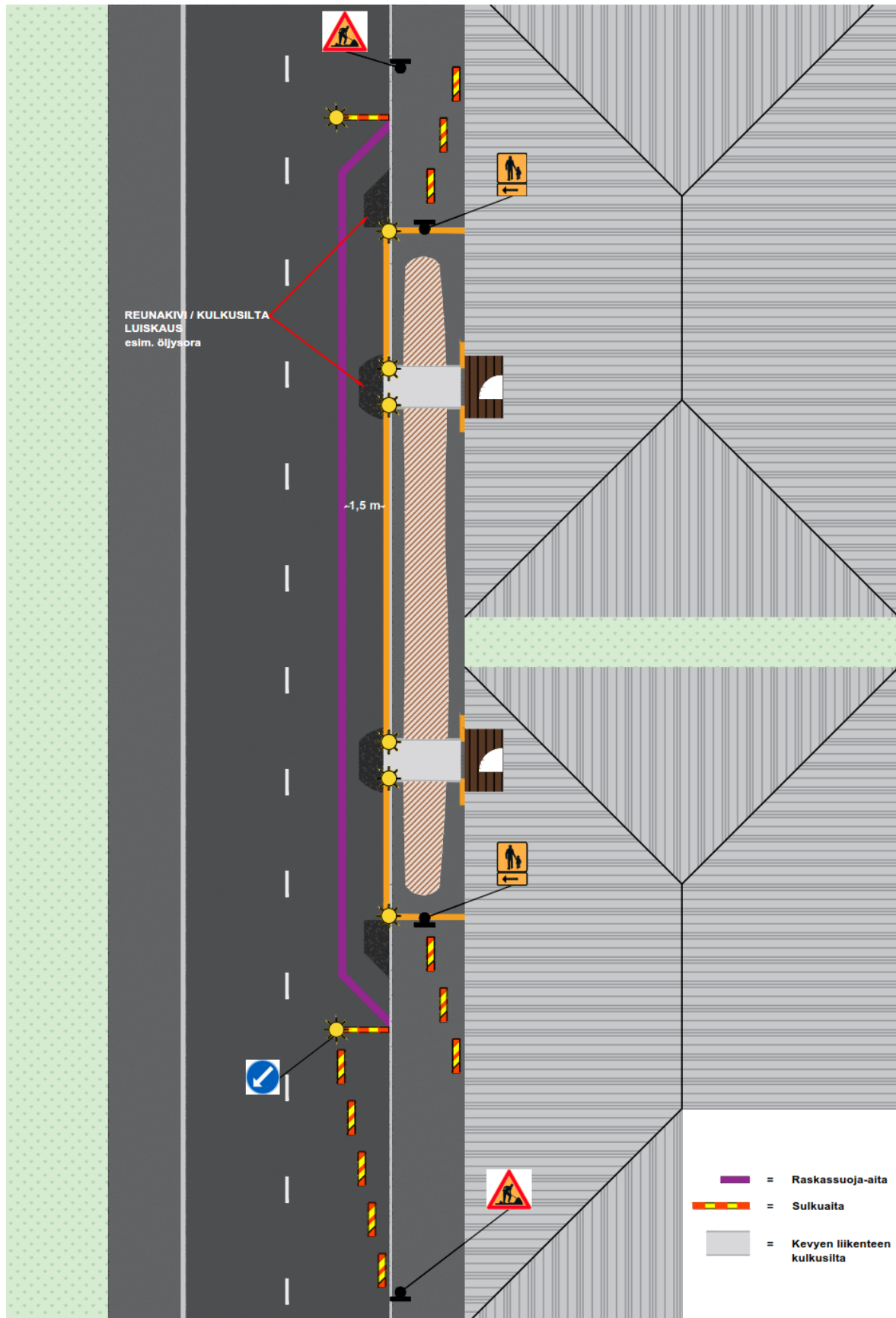
DN	Kanava		Kaivu [m ³ kr/m]	Täyttö [m ³ rtr/m]	Pinta [m ² /m]
	h [mm]	a [mm]			
15	160	560	0,54	0,50	0,86
20	160	560	0,54	0,50	0,86
25	180	580	0,57	0,52	0,89
32	200	600	0,61	0,55	0,92
40	200	600	0,61	0,55	0,92
50	250	650	0,70	0,60	0,99
65	280	680	0,75	0,63	1,03
80	315	715	0,82	0,67	1,08
100	400	800	1,00	0,75	1,20
125	500	900	1,23	0,84	1,34
150	560	960	1,38	0,89	1,42
200	710	1110	1,80	1,01	1,63
250	900	1300	2,40	1,13	1,90

DN	Kanava		Kaivu [m ³ kr/m]	Täyttö [m ³ rtr/m]	Pinta [m ² /m]
	h [mm]	a [mm]			
15	110	670	0,58	0,56	0,95
20	125	700	0,61	0,59	0,99
25	140	730	0,65	0,62	1,03
32	140	730	0,65	0,62	1,03
40	160	770	0,70	0,66	1,07
50	180	810	0,75	0,70	1,12
65	200	850	0,81	0,75	1,17
100	250	950	0,95	0,85	1,29
125	280	1010	1,04	0,92	1,36
150	315	1080	1,16	1,00	1,45
200	400	1400	1,60	1,35	1,80
250	500	1600	2,00	1,61	2,04
300	560	1720	2,26	1,77	2,18
400	710	2020	2,99	2,20	2,54
500	800	2200	3,47	2,47	2,76
600	900	2400	4,05	2,78	3,00

LIITE B: KAUKOLÄMPÖTYÖMAA RISTEÄVÄLLÄ KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄLLÄ



LIITE C: KAUKOLÄMPÖTYÖMAAN OHITTAVA KIERTOREITTI AJORADAN REUNASSA



LIITE D: TYYPIESIMERKKI TURVALLISUUSSUUNNITELMASTA

TURVALLISUUSSUUNNITELMA KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN RAKENTAMISEEN

Vaara- ja haittatekijät

Päätoteuttaja on selvittänyt ja tunnistanut työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti. Jos vaara- ja haittatekijät sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle.

Työmaan järjestelyt

Työkohteelle haetaan johtoselvitys, kaivulupa ja laaditaan liikenteenohjaussuunnitelma. Työkohteet merkitty asianmukaisin liikennemerkein ja vilkuin. Kohteet aidataan raskailla suojauksilla ja työaidoilla. Tarvittaessa käytetään ajosiltoja.

Työmaalla ylläpidetään yleistä siisteyttä ja pyritään mahdollisimman nopeaan työmaan valmistumiseen. Urakoitsija hoitaa omasta työstään johtuvan ympäristön puhtaanapidon. Työmaan järjestelyissä ja aikatauluissa pyritään huomioimaan kolmannen osapuolen tarpeet.

Työmaan turvallisuuskierroksia suoritetaan viikon väliajoin.

Louhinta- ja kaivuutyöt

Kaivutoissa noudatetaan tilaajan rakennusteknisiä ohjeita, ohjeita kaivutöiden suorittamisesta katualueella, sekä rakennuspaikan omistajan ohjeita.

Louhintatyöt tehdään pääsääntöisesti kiilaamalla.

Maapohjan kantavuus ja kaivantojen tuenta

Maapohjan kantavuus tarkastetaan tilaajan ja putkiurakoitsijan kanssa työmaakäyntien yhteydessä ja ennen kaivannossa työskentelyn aloittamista.

Kaivanto tuetaan tarvittaessa tai tilaajan niin vaatiessa.

Hitsaustöitä ei suoriteta tukemattomissa kaivannoissa normaalin työajan ulkopuolella.

Työmaaliikenne, kulku

Tarvittavat työmaatien rakennetaan, muutoin työmaaliikenne yleisiä liikenneväyliä myöten. Jalankulkijoiden ja kevyenliikenteen turvallisuus otetaan erityisesti huomioon.

Työmenetelmät

Työmenetelminä käytetään yleisesti hyväksytyjä- ja työturvallisuudelle asetettujen vaatimusten täyttäviä työmenetelmiä, sekä noudatetaan tilaajan ohjeita työmenetelmistä.

Koneiden ja laitteiden käyttö

Koneet ja laitteet tulee olla tarkoituksenmukaisia. Niiden tulee täyttää työturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Käyttäjän tulee varmistaa em. asiat ennen työn aloittamista. Koneelle suoritetaan vastaanottotarkastus ennen työn aloittamista.

Nostot ja siirrot

Nosto- ja siirtotöissä käytetään työhön tarkoitettua kalustoa, joka on katsastettu ja hyväksytty nosto- ja siirtotyötä varten.

Putoussuojauksen toteutuminen

Työmaakaivanto aidataan ja merkitään siten, ettei putoamisvaaraa synny kenellekään.

Purkutyöt

Purkutyöt suoritetaan tilaajan antamien ohjeiden mukaisesti niin, ettei käytössä olevaa putkistoa vahingoiteta. Tilaaja huolehtii asbestikartoitukset. Purkujäte toimitetaan asianmukaisesti vastaanottoaikkoihin. Siirtoasiakirjat laaditaan ja toimitetaan tilaajalle.

Eri töiden ja työvaiheiden ajoitus ja yhteensovittaminen

Päätoteuttaja vastaa hankkeeseen liittyvien töiden ja työvaiheiden yhteensovittamisesta.

Työaikataulut sovitaan tilaajan edustajan kanssa yhteistyössä ennen töiden aloittamista. Työaikataulut käydään läpi työmaakokouksissa.

Vaaraa aiheuttavat putkistot ja sähkökaapelit

Ennen kaivutöiden aloittamista urakoitsija selvittää putkistojen ja kaapeleiden sijainnit ja niihin liittyvät turvallisuusmääräykset ao. johdon omistajan tai haltijan kanssa.

Henkilösuojainten käyttötarpeet ja -ajankohdat

Urakoitsija hankkii tarvittavat henkilösuojaimet. Noudatetaan tilaajan ohjeistusta suojainten käytöstä.

Toiminta tapaturmissa ja onnettomuuksissa

Ennen työn aloitusta urakoitsija toimittaa työntekijöille ja aliurakoitsijoille listan tarvittavista hälytysnumeroista sekä muut tarvittavat viranomaisten ja laitosten yhteystiedot. Ensihoitovälineet ja alkusammutuskalusto sijaitsevat työmaalla olevissa kaivinkoneissa ja huoltoautoissa.

Työmaalla toimivat henkilöt

Urakoitsija lähettää tilaajalle kahden viikon välein henkilölistan työmaalla työskentelevistä henkilöistä.

Urakoitsijan huolehtii, että työkohteessa työskentelevillä on töiden suorittamiseen vaadittavat luvat ja pätevyudet.

LIITE E: ESTEETTÖMYYSKIERROKSILLA KÄYTETTY TARKASTUSLISTA JA TÄYTTÖOHJE

TYÖMAAN TARKASTUSLISTA					
TYÖMAA	1	2	3	4	5
Työmaan havaittavuus					
Väylien kunto ja leveys, katetun väylän korkeus					
Liikkumisen turvallisuus ja johdonmukaisuus					
Työntekijöiden ja työkoneiden havaittavuus					
Työkoneiden ja rakennusmateriaalien estevaikutus					
KAIVANNOT					
Suojauksien havaittavuus, aukottomuus ja paikoillaan pysyvyys					
Kaivantosiltojen havaittavuus, helppokulkaisuus ja turvallisuus					
Täytettyjen kaivantojen pintamateriaali					
LIIKENNEMERKIT/OPASTEET					
Riittävä määrä					
Havaittavuus					
Informaation selkeys ja johdonmukaisuus					
KIERTOTIET					
Opastuksen riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus					
Kohtuullinen pituus					
Kunto					
VÄLIAIKAISET SUOJATIET					
Valittu sijainti					
Havaittavuus ajoneuvo- ja kevyen liikenteen näkökulmasta					
Helppokulkaisuus					
JOUKKOLIIKENNEPYSÄKIT					
Kiertoreitin sijainti ja kunto					
Opasteiden riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus					

Johdanto työmaan tarkastuslistan täyttämiseen

Työmaan tarkastuslistan avulla työmaan eri osatekijät pisteytetään kevyen liikenteen esteettömyyden näkökulmasta. Yksi piste tarkoittaa, että kyseinen osatekijä ei täytä esteettömyyteen liittyviä vaatimuksia millään tavalla ja viisi pistettä tarkoittaa, että osateki- jässä on huomioitu kaikki esteettömyyteen liittyvät yksityiskohdat erittäin hyvin. Pistey- tys tulisi tehdä siitä näkökulmasta, että työmaaolosuhde on väliaikainen, jolloin pysy- ville rakennelmille asetettuja vaatimuksia joudutaan aina soveltamaan.

Seuraavassa on esitetty eri osatekijöiden arvioinnissa tarkasteltavia yksityiskohtia:

- Työmaa-kohdassa arvioidaan työmaan yleisiä asioita. Pystyykö työmaan havait- semaan riittävän aikaisin vai tuleeeko se yllätyksenä? Ovatko työmaa-alueella ole- vat kulkuväylät riittävän tilavia ja riittävän hyvässä kunnossa? Onko työmaan vai- kutusalueella turvallista liikkua ja ovatko järjestelyt loogisia käyttää? Ovatko työ- maalla työskentelevät henkilöt ja työkonet helposti havaittavia ja aiheuttavatko työkonet tai työmaalla säilytettävät rakennusmateriaalit työmaan vaikutusalu- eella liikkuville estevaikutuksen?
- Kaivannot-kohdassa arvioidaan työmaa-alueella olevien kaivantojen vaikutusta alueen käytettävyyteen. Ovatko kaivantojen suojaukset helposti havaittavia, yhte- näisiä ja riittävän tukevia estämään kaivantoon putoamisen? Ovatko kaivantoja ylittävät sillat riittävän aikaisin havaittavia, putoamisturvallisia, tilavia, riittävän loivaluiskaisia, tukevia, tasaisia ja ylitystä ohjaavia? Onko täytettyjen kaivantojen pinta riittävän tasainen ja helposti kuljettava?
- Liikennemerkki- ja opasteet -kohdassa arvioidaan työmaasta saatavaa informaatiota. Onko työmaan vaikutusalueella riittävästi liikennemerkkejä, opastintauluja ja tiedotteita sekä ovatko nämä riittävän helposti havaittavissa? Onko liikenne- merkeistä ja opasteista saatava informaatio helposti ymmärrettävää ja johdonmu- kaista?
- Kiertotiet-kohdassa arvioidaan työmaan aiheuttamia kiertotieratkaisuja. Onko kiertoteiden vaivattoman käyttämisen edellyttämä opastus riittävää, selkeää ja johdonmukaista? Onko kiertoteiden aiheuttama lisämatka kohtuullinen ja ovatko kiertotiet käytettävyyden kannalta riittävän hyvässä kunnossa?
- Väliaikaiset suojatiet -kohdassa arvioidaan työmaan takia rakennettuja väliaikai- sia suojateitä. Onko väliaikaisten suojateiden sijainti järkevä ja mahdollistavatko ne turvallisen tien ylityksen?
- Joukkoliikennepysäkit-kohdassa arvioidaan väliaikaisten kulkureittien vaikutusta joukkoliikennepysäkkien saavutettavuuteen. Ovatko joukkoliikennepysäkeille johtavat kiertoreitit järkevästi suunniteltuja ja helppokäyttöisiä? Onko joukkoli- ikennepysäkeille ohjaavia opasteita riittävästi ja ovatko ne tarpeeksi selkeitä ja joh- donmukaisia?

Kommentit-sivulle on tarkoitus avata merkittävimpiä (pisteet 1 tai 2) kevyen liikenteen esteettömyyteen liittyviä puutteita, joita työmaakierroksen aikana havaittiin. Lisäksi olisi hyvä miettiä kehittämistoimia, joilla nämä puutteet voitaisiin korjata.

LIITE F: ESTEETTÖMYYSKIERROKSILLA TÄYTETYT TARKASTUSLISTAT

TYÖMAAN TARKASTUSLISTA					
TYÖMAA	1	2	3	4	5
Työmaan havaittavuus			X		
Väylien kunto ja leveys, katetun väylän korkeus				X	
Liikkumisen turvallisuus ja johdonmukaisuus				X	
Työntekijöiden ja työkoneiden havaittavuus	N/A				
Työkoneiden ja rakennusmateriaalien estevaikutus				X	
KAIVANNOT					
Suojauksien havaittavuus, aukottomuus ja paikoillaan pysyvyys			X		
Kaivantosiltojen havaittavuus, helppokulkuisuus ja turvallisuus			X		
Täytettyjen kaivantojen pintamateriaali					
LIIKENNEMERKIT/OPASTEET					
Riittävä määrä					X
Havaittavuus			X		
Informaation selkeys ja johdonmukaisuus					X
KIERTOTIET					
Opastuksen riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus	N/A				
Kohtuullinen pituus	N/A				
Kunto	N/A				
VÄLIAIKAISET SUOJATIET					
Valittu sijainti					X
Havaittavuus ajoneuvo- ja kevyen liikenteen näkökulmasta				X	
Helppokulkuisuus			X		
JOUKKOLIIKENNEPYSÄKIT					
Kiertoreitin sijainti ja kunto	N/A				
Opasteiden riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus	N/A				

TYÖMAAN TARKASTUSLISTA					
TYÖMAA	1	2	3	4	5
Työmaan havaittavuus			×		
Väylien kunto ja leveys, katetun väylän korkeus		×			
Liikkumisen turvallisuus ja johdonmukaisuus		×			
Työntekijöiden ja työkoneiden havaittavuus				×	
Työkoneiden ja rakennusmateriaalien estevaikutus					×
KAIVANNOT					
Suojauksien havaittavuus, aukottomuus ja paikoillaan pysyvyys				×	
Kaivantosiltojen havaittavuus, helppokulkuisuus ja turvallisuus				×	
Täytettyjen kaivantojen pintamateriaali	N/A				
LIIKENNEMERKIT/OPASTEET					
Riittävä määrä			×		
Havaittavuus				×	
Informaation selkeys ja johdonmukaisuus					×
KIERTOTIET					
Opastuksen riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus				×	
Kohtuullinen pituus					×
Kunto					×
VÄLIAIKAISET SUOJATIET					
Valittu sijainti	N/A				
Havaittavuus ajoneuvo- ja kevyen liikenteen näkökulmasta	N/A				
Helppokulkuisuus	N/A				
JOUKKOLIIKENNEPYSÄKIT					
Kiertoreitin sijainti ja kunto				×	
Opasteiden riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus	×				

TYÖMAAN TARKASTUSLISTA					
TYÖMAA	1	2	3	4	5
Työmaan havaittavuus			X		
Väylien kunto ja leveys, katetun väylän korkeus			X		
Liikkumisen turvallisuus ja johdonmukaisuus		X			
Työntekijöiden ja työkoneiden havaittavuus					
Työkoneiden ja rakennusmateriaalien estevaikutus				X	
KAIVANNOT					
Suojauksien havaittavuus, aukottomuus ja paikoillaan pysyvyys				X	
Kaivantosiltojen havaittavuus, helppokulkuisuus ja turvallisuus			X		
Täytettyjen kaivantojen pintamateriaali					
LIIKENNEMERKIT/OPASTEET					
Riittävä määrä		X			
Havaittavuus	X				
Informaation selkeys ja johdonmukaisuus		X			
KIERTOTIET					
Opastuksen riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus			X		
Kohtuullinen pituus				X	
Kunto				X	
VÄLIAIKAISET SUOJATIET					
Valittu sijainti		X			
Havaittavuus ajoneuvo- ja kevyen liikenteen näkökulmasta		X			
Helppokulkuisuus	X				
JOUKKOLIIKENNEPYSÄKIT					
Kiertoreitin sijainti ja kunto					
Opasteiden riittävyys, selkeys ja johdonmukaisuus					