

Tomi Luokkanen

## **KAIVANNON SUOJAUS VÄYLÄRAKENNUSHANKKEESSA**

# KAIVANNON SUOJAUS VÄYLÄRAKENNUSHANKKEESSA

Tomi Luokkanen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2022  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Yhdyskuntatekniikka

---

Tekijä(t): Tomi Luokkanen

Opinnäytetyön nimi: Kaivannon suojaus väylärakennushankkeessa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi:

Työn ohjaaja(t): Terttu Sipilä, Oulun ammattikorkeakoulu

Juho-Antti Sarajärvi, Saramachine Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 30

---

Väylärakennushankkeisiin sisältyy aina kaivannon suojaustoimia. Kaivantotyöt voivat aiheuttaa vaaratilanteita työntekijöiden lisäksi myös ulkopuoliselle liikenteelle. Koska nykyrakentamisessa kiinnitetään paljon huomiota turvallisuuteen, väylärakennushankkeissa kaivannon suojaukset tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoisuutta kaivantotöiden turvallisuutta vaarantavista tekijöistä tapaturmien ennaltaehkäisystä ja erilaisista suojausmenetelmistä. Lisäksi tarkoituksena oli laatia ohjeistus, jonka avulla kaivantotöihin valmistautuminen helpottuu.

Työssä tutustuttiin väylärakennushankkeen yleisimpiin kaivantotyyppeihin sekä niiden luokitteluun. Lisäksi perehdyttiin kaivantojen suojausmenetelmiin ja työnaikaisiin liikennejärjestelyihin kirjallisuuden ja ohjejulkaisujen avulla sekä valokuvaamalla erilaisia kaivantoja ja niiden suojauksia.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua ohjeellinen raportti, jota noudattamalla kaivannot saadaan suojattua asianmukaisesti. Raportin avulla kaivantotöihin valmistautuminen on helpompaa turvallisuus sekä ajalliset tavoitteet huomioiden. Raporttia voidaan käyttää myös työntekijöiden perehdytyksessä ja työmaan ohjeistuksena.

---

Asiasanat: Kaivannon suojaus, työaikaiset liikennejärjestelyt, kaivantojen luokittelu, kaivantotyö

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

---

Author: Tomi Luokkanen

Title of thesis: Excavation Protection on The Fairway In The Construction

Supervisor(s): Terttu Sipilä, Oulu University of applied Sciences

Juho-Antti Sarajärvi, Saramachine Oy

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2022

Number of pages: 30

---

There are trenches in every traffic routes project, so each fairway construction project also includes trench protection actions. Excavation work can cause accidents not only to construction workers but also to the passing traffic. Since a lot of attention is paid to safety in modern construction, also a lot of effort should be put to the trench protection actions in the fairway construction projects.

The aim of the thesis was to increase awareness of the factors endangering the safety of excavation work and their prevention, so that preparation for excavation work would be effortless. The most common types of trenches in a fairway construction project were introduced in this thesis as well as their classification, trench protection methods and traffic arrangements during the working hours. The trenches and their protection methods were introduced with the help of literature and instructional publications as well as by photographing various trenches and their protection.

As a result of the study, an indicative report which makes excavation work easier to prepare for taking safety and time goals into account, was created. The report can also be used for employee orientation and site guidance.

---

Keywords: Trench protection, working time traffic arrangements, trench classification, trenching safety

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	KAIVANTOTYYPIET JA TYÖNJOHDON KELPOISUUSVAATIMUKSET .....	7
2.1	Yleisimmät kaivantotyytit .....	8
2.2	Kaivantojen luokittelu .....	10
2.3	Suunnittelijan ja työnjohdon kelpoisuusvaatimukset.....	13
3	YLEISIMMÄT VAARATEKIJÄT KAIVANTOTÖISSÄ .....	15
3.1	Kaivantotöiden vaarat ulkopuolisille .....	16
3.2	Kaivantotöiden vaarat työntekijöille .....	17
4	TYÖAIKAISET SUOJAUS- JA VAROITUSLAITTEET .....	19
4.1	Sulkulaita.....	20
4.2	Muovinen työaita .....	22
4.3	Sulkupylväs .....	22
4.4	Raskasesteet.....	23
5	KAIVANNON SUOJAUS JA TYÖNAIKAINEN LIIKENTEENOHJAUS.....	25
5.1	Kaivannon suojaus katu- ja tiealueella .....	25
5.2	Liikenteenohjaus .....	25
5.3	Kaivannon suojauksesta aiheutuvat kustannukset .....	26
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	27
	LÄHTEET.....	28

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa kaivantotöihin valmistautumista sekä lisätä tietoisuutta kaivantotöissä tapahtuvien tapaturmien ennaltaehkäisystä väylärakennushankkeissa. Väylärakennushankkeessa kaivannot ovat arkipäivää ja oikein toteutetulla kaivannon suojauksella ja liikenteenohjauksella työmaan turvallisuutta ja yleisilmettä saadaan parannettua huomattavasti.

Tässä työssä kaivannon suojauksesta puhuttaessa tarkoitetaan kaivannon suojaamista ulkopuolisten henkilöiden ja työntekijöiden joutumiselta kaivantoon tahattomasti. Työn keskeisiä aiheita ovat kaivannon suojauksen suunnittelu, työnaikainen liikenteenohjaus ja kaivannon tuentatarpeet. Käsittelyssä keskitytään nimenomaan väylärakennushankkeisiin.

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Saramachine Oy, joka on Juho-Antti Sarajärven vuonna 2011 perustama maanrakennusalan yritys. Yritys toimii pääasiassa Oulun lähialueilla, ja 16 oman työntekijän lisäksi yrityksessä työskentelee vuodenaajoista riippuen 2–6 aliurakoitsijaa. Saramachine Oy on viime vuosina siirtynyt pohjarakentamisen lisäksi infrarakennushankkeisiin ja saanut hankkeita kokonaisurakoinnin puolelta.

## 2 KAIVANTOTYYPIT JA TYÖNJOHDON KELPOISUUSVAATIMUKSET

Kaivanto on maahan kaivettu kuoppa, jonka tarkoituksena on mahdollistaa maan alle tulevien rakenteiden rakentaminen tai korjaaminen. Väylärakennushankkeessa ollaan erilaisten kaivantojen kanssa tekemisissä lähes päivittäin. Väylärakennushankkeen tyypillisimpiä kaivantoja ovat putkijohto-, kaapeli ja massanvaihtokaivannot. (1, s. 11.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Yleiskuva katusaneeraustyömaan kaivantotyöstä (3)

Laissa kaikki kaivantotyöt luokitellaan vaarallisiksi töiksi, joten kaivantotöiden suunnitteluun ja työjohtamiseen on olemassa kelpoisuusvaatimukset. Mikäli on olemassa sortumavaara, tai kaivannon syvyys on yli 2 m, kaivantotöistä tulee tehdä erillinen kaivantosuunnitelma. Kaivantosuunnitelmasta ilmenee kaivannon tuentatarpeet, luiskakaltevuudet ja muut tarvittavat toimenpiteet kuten pohjavedenalennus, pohjanvahvistusmenetelmät tai räjäytystöihin vaadittavat toimenpiteet. (2. s. 12.)

## 2.1 Yleisimmät kaivantotyypit

**Putkijohtokaivannot** ovat tyypillisesti 1–5 m:n syvyisiä kapeita vesijohto-, -viemäri- tai salaoja-putkille ja niiden osille kuten kaivoille tai venttiileille kaivettuja kaivantoja (kuva 2). Putkien asentamisen ja liitosten takia putkijohtokaivannoissa joudutaan työskentelemään lähes poikkeuksetta, joten turvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota niin suojausten kuin sortumisenkin osalta. Koska kaivannossa joudutaan työskentelemään, turvallisuuden parantamiseksi kaivannon pohjan minimileveys on 1 m. Putkijohtokaivannon turvallisuutta voidaan joissain tilanteissa parantaa kaivamalla putkijohtokaivanto massanvaihtokaivannon pohjalta, jolloin kaivannon syvyyttä saadaan pienennettyä. Sortumavaaran välttämiseksi kaivinkoneella työskentely kaivannon reunalla tulee suorittaa telat kaivannon suuntaisesti riittävän etäältä kaivannosta. (2, s. 15.)



KUVA 2. Luiskattu putkijohtokaivanto (4)

**Massanvaihtokaivannot** ovat usein putkijohtokaivantoja huomattavasti leveämpiä 0,5–3 m:n syvyisiä väylän rakennekerroksille tarkoitettuja kaivantoja (kuva 3). Ajoneuvoliikenneväylien massanvaihtokaivannot ovat yleensä 3–15 m leveitä ja kevyenliikenteen massanvaihtokaivannot 2–7 m



leveitä kaivantoja. Massanvaihtokaivannot voivat olla satojen metrien mittaisia, joten olosuhteiden salliessa kaivannon suojauksessa voi olla järkevää hyödyntää kaivumassoja. Kaivumaillo suojattaessa täytyy huomioida kaivumaan laatu ja kaivumaiden riittävä etäisyys kaivannosta sortumisen välttämiseksi. (5, s.17.)



*KUVA 3. Kevyenliikenteenväylän- ja kadun massanvaihtokaivanto (6)*

**Kaapelikaivannot** ovat sähkö- ja telekaapeleita varten kaivettuja, usein alle metrin syvyisiä ojaa muistuttavia kaivantoja (kuva 4). Hyvissä olosuhteissa kaapelikaivannossa ei tarvitse työskennellä ollenkaan, joten kapeimmat kaapelikaivannot voivat olla jopa alle 0,3 m kapeita. Mikäli kaivannossa joudutaan työskentelemään, tulee kaivannon pohjan leveys olla vähintään 1 m. Väylärakennushankkeessa kaapelit voidaan usein asentaa suurilta osin täyttöjen yhteydessä, joten kaapelikaivantoja on monissa hankkeissa hyvin vähän tai ei ollenkaan. (7, s.15–16.)



*KUVA 4. Luiskattu kaapelikaivanto (2)*

## **2.2 Kaivantojen luokittelu**

Kaikki kaivannot voidaan jakaa tuentatavan perusteella tuettuihin ja tukemattomiin kaivantoihin. Tuetuksi luetaan kaivannot, joissa on käytetty erillistä tukirakennetta kaivannon sortuman estämiseksi (kuva 5). (8, s. 464.)



KUVA 5. Tuettuja putkijohtokaivantoja (2)

Tukemattomalla eli luiskatulla kaivannoilla tarkoitetaan kaivantoa, jonka koossa pysyminen on hoidettu riittävän loivalla luiskakaltevuudella ilman erillistä tukirakennetta (kuva 6). (8, s. 464.)



KUVA 6. Tukemattomia putkijohto- ja massanvaihtokaivantoja (9)

Tuentatavan perusteella jaon lisäksi Rakennusinsinööriliiton (RIL) kaivanto-ohjeessa kaivannot on luokiteltu vaativuuden mukaan kolmeen eri luokkaan: tavanomaiset, vaativat ja erittäin vaativat (taulukko 1). Kaivannon luokittelun tarkoituksena on varmistaa kaivannon turvallisuus vaikuttamalla kaivannon toteutukseen niin suunnittelun, pohjatutkimusten, rakentamisen kuin valvonnankin kautta. Kaivannon vaativuusluokituksen tekeminen kuuluu pohjarakennesuunnittelijan tehtäviin. (8, s. 12.)

Kaivannon luokittelu ja kaivantotyyppin valinta lähtee turvallisuusnäkökulmasta, jonka jälkeen tulevat taloudelliset ja ajalliset tavoitteet. Ulkoiset tekijät, kuten lähellä olevat rakennukset tai muut rakenteet, tulee myös huomioida kaivannon luokituksen määrittämisessä. RIL:n kaivanto-ohjeessa vaativuusluokituksessa huomioidaan pohjaolosuhteiden vaihtelu, kaivannon syvyys, pohjavesiolosuhteet, ympäristöolosuhteet ja niiden hallinta sekä kaivantorakenteisiin kohdistuvat kuormat. Vaikka taulukossa 1 on esitetty suhteellisen tarkasti kaivantoluokkien tunnusomaisia piirteitä, vastaa kaivantoluokan valinnasta pohjarakennesuunnittelija kokonaisvaltaisella harkinnallaan. (8, s.13.)

## TAULUKKO 1. Kaivannon vaativuusluokitus (8 s.14)

Luokituskriteerit	Tavanomainen		Vaativa		
<b>1 Pohjaolosuhteiden vaihtelu</b>		<b>GL1</b>		<b>GL2</b>	<b>GL3</b>
1.1 Maapohjan kerrosrakenteen vaihtelu	pientä		keskimääräistä		suurta
1.2 Geoteknisten mitoitusarvojen vaihtelu	pientä		keskimääräistä		suurta
1.3 Maapohjan kivisyys, lohkaraisuus ja tiivisyys	ei haittaa teräsponttien maahan-saattamista		haittaa jossain määrin teräsponttien maahansaattamista		estää teräsponttien maahansaattamisen normaaliomenetelmin
<b>2 Kaivannon syvyys</b>		<b>GL1</b>		<b>GL2</b>	<b>GL3</b>
2.1 Rakennuskaivannon syvyys	Su > 25kN/m <sup>2</sup> Ø > 32°	< 5m	5..10m		> 10 m
	Su = 25..10 kN/m <sup>2</sup> Ø > 32..25°	< 4m	4..8m		> 8m
	Su < 10kN/m <sup>2</sup>	< 3m	3..6m		> 6m
2.2 Putkikaivannon syvyys	Su > 25kN/m <sup>2</sup> Ø > 32°	< 3m	3..6m		> 6m
	Su = 25..10 kN/m <sup>2</sup> Ø > 32..25°	< 2m	2..4m		> 4m
	Su < 10kN/m <sup>2</sup>	< 1,5m	1,5..3m		> 3m
2.3 Tukiseinän korkeus, rakennuskaivanto	< 10m		10..15m		> 15m
2.4 Tukiseinän korkeus, putkikaivanto	tukematon/tuentaelementti		<12		> 12m
2.5 Maapohjan lujuus tukiseinän alapäässä					Su < 10kN/m <sup>2</sup>
<b>3 Pohjavesiolosuhteet ja pohjaveden hallinta</b>		<b>GL1</b>		<b>GL2</b>	<b>GL3</b>
3.1 Pohjaveden virtausyhteys kaivantoon maapohjan kautta	on		on		on
3.2 Pohjaveden virtausyhteys kaivantoon kalliopohjan kautta	ei		ei		on
3.3 Kaivannon pohjan hydraulisen murtuman riski	ei		ei		on
3.4 Ympäristön pohjavesitason aleneminen	sallitaan		ei sallita		ei sallita
3.5 Pohjaveden alennustarve kaivannossa	< 0,5m kaivun jälkeen		0,5..3m ennen kaivua		> 3m ennen kaivua
3.6 Kaivannon vesitiivisyysvaatimus	ei vesitiivisyysvaatimusta		osittainen vesitiiveys		hyvä vesitiivisyys
3.7 Tukiseinän alapään kallioliitosten tiivistys	ei tarvetta		kaivun jälkeen kalliopinnalta		ennen kaivua maanpinnalta
3.8 Kalliopohjan verhoinjektointi	ei tarvetta		kaivun jälkeen kalliopinnalta		ennen kaivua maanpinnalta
<b>4 Ympäristöolosuhteet ja ympäristövaikutusten hallinta</b>		<b>CC1</b>		<b>CC2</b>	<b>CC3</b>
4.1 Kaivannon vaikutusalueella olevat rakenteet					
Perustusten sijainti	ei maapohjan muodonmuutosalueella		maapohjan muodonmuutosalueella (kaivannon pohjatason yläpuolella)		maapohjan muodonmuutosalueella (kaivannon pohjatason yläpuolella)
Perustamistapa			paalutus tai kalliionvarainen		maanvarainen
4.2 Rakenteiden lujitus-, tiivistys- ja tuentatarve	ei tarvetta		vaatii lujitusta- ja/tai tiivistystä		vaatii tuentaa (pystykuormien siirtoa) tai jäykkää siirtymätöntä tukiseinää
4.3 Louhinnan vaikutus ympäristöön		<b>CC1</b>		<b>CC2</b>	<b>CC3</b>
Louhinnan etäisyys säilytettävästä rakenteesta	> 25 m		25..5 m		< 5 m
Louhinnan etäisyys tärinäherkästä laitteesta	> 50 m		50..15 m		< 15 m
4.5 Tärinän vaikutuksesta tiivistyvät löyhät kitkamaakerrokset	ei		ei		on
4.6 Rakennuspaikan ahtaus	väljä		ahdas		hyvin ahdas (rakennuksen sisätila, sisäpiha tai vastaava)
<b>5 Kaivantorakenteisiin kohdistuvia kuormia</b>		<b>GL1</b>		<b>GL2</b>	<b>GL3</b>
5.1 Maanpaine	maanpaine		maanpaine		maanpaine siirtymätöntä rakennetta vastaan
5.2 Vedenpaine	ei		vedenpaine		vedenpaine
5.3 Liikennekuormat	ei		tieliikennekuorma tai vastaava		junakuorma tai vastaava
5.4 Tärinä	tiivistettyinä		paalutus- ja lohintatärinä		paalutus- ja louhintatärinä
<b>6 Muut kriteerit</b>					

### 2.3 Suunnittelijan ja työnjohdon kelpoisuusvaatimukset

Kaivannon suunnittelu- ja työnjohtotehtävät on luokiteltu vaatimustason mukaan neljään eri luokkaan: poikkeuksellisen vaativa, vaativa, tavanomainen ja vähäinen. (taulukko 2). (8, s 15.)

TAULUKKO 2. Kaivannon suunnittelu- ja työnjohtotehtävien vaativuusluokittelu (8 s.15)

Kaivannon vaativuusluokka	Suunnittelutehtävän MRL 120 d §	Työnjohtotehtävän vaativuusluokka MRL 122 b §
Erittäin vaativa	Poikkeuksellisen vaativa	Poikkeuksellisen vaativa
vaativa	Vaativa	Vaativa
tavanomainen	Tavanomainen	Tavanomainen
	Vähäinen	Vähäinen

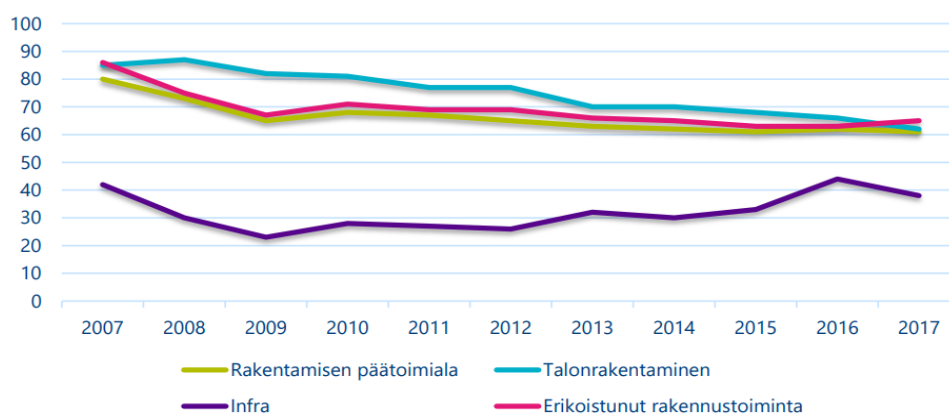
Vaatimustasoluokittelun perusteella kaivantotyönsuunnittelijalle- ja työnjohtajalle on määritelty kelpoisuusvaatimukset, jotka muodostuvat pohjarakennesuunnittelun koulutuksesta ja työkokemuksesta (taulukko 3). (8, s 15.)

TAULUKKO 3. Suunnittelijan ja työnjohtajan kelpoisuusvaatimukset (8. s.16)

Suunnittelu- ja työnjohtotehtävän vaativuusluokka	Suunnittelijan kelpoisuusvaatimukset	Kaivantotyöstä vastaavan työnjohtajan kelpoisuusvaatimukset
<b>Poikkeuksellisen vaativa</b>	Kyseiseen suunnittelutehtävään rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ylempi korkeakoulututkinto sekä vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä	Kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto tai aiempi sitä vastaava tutkinto sekä riittävä kokemus ja hyvä perehtyneisyys kyseisen alan vaativista työnjohtotehtävistä
<b>Vaativa</b>	Kyseiseen suunnittelutehtävään rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto sekä vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja vähintään kahden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä	Kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi tekniikan tai sitä vastaava tutkinto jonka lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus ja perehtyneisyys kyseisen alan työnjohtotehtävistä
<b>Tavanomainen</b>	Kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu tutkinto, joka on vähintään aiemman tekniikan tai sitä vastaavan tutkinnon tasoinen sekä vähintään kolmen vuoden kokemus avustamisesta vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä	Tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ammattikorkeakoulututkinto tai aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi tekniikan tai sitä vastaava tutkinto taikka muuten osoitetut vastaavat tiedot jonka lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus rakennusalalla
<b>Vähäinen</b>	Hänellä tulee rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen kyseiseen suunnittelutehtävään	Henkilö, jolla ei ole edellä mainittua tutkintoa, mutta jolla muutoin voidaan katsoa olevan tehtävään tarvittavat edellytykset kyseiseen tehtävään

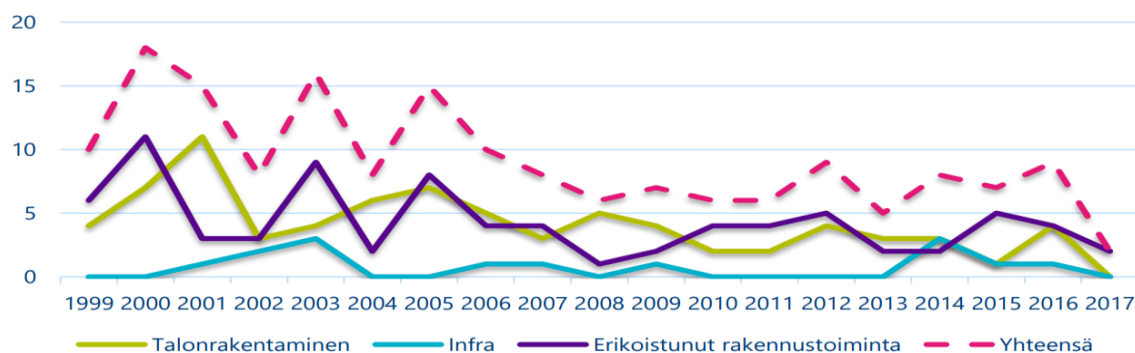
### 3 YLEISIMMÄT VAARATEKIJÄT KAIVANTOTÖISSÄ

Rakentamisen turvallisuus on viimeisen vuosikymmenen aikana kehittynyt huomattavasti parempaan suuntaan ja nykyään jokaisen työvaiheen suunnittelussa huomioidaan aiempaa enemmän myös turvallisuusnäkökulma. Etenkin vakavien tapaturmien kohdalla työturvallisuuden kehitys on ollut positiivista ja nykyään vakavia tapaturmia sattuu vuodessa useita satoja vähemmän kuin vuosikymmen sitten. Kuvassa 7 on esitetty rakentamisen tapaturmataajuudet (työtapaturmat miljoonaa tuntia kohden) toimialaa kohden. Infran vuosien 2016 ja 2017 olevat nousut johtuvat infran huippusuhdanteesta. (10, s. 5.)



KUVA 7. Rakentamisen tapaturmataajuuksia 2007–2017 (10, s. 5)

Myös kuolemantapaukset ovat vähentyneet, vaikkakin kuolemantapausten määrässä on isoja eroja vuosittain. Kuvassa 8 on esitetty työpaikkakuolemat vuodesta 1999 vuoteen 2018 toimialoitain. (10, s.5.)



KUVA 8. Rakentamisen työpaikkakuolemat 1999–2018 (10, s. 6)

### 3.1 Kaivantotöiden vaarat ulkopuolisille

Etenkin saneerauskohteessa työskennellään hyvin usein liikenteen välittömässä läheisyydessä, mikä täytyy huomioida kaivantotöissä (kuva 9). Yleisimmät vaaratekijät työmaan ulkopuoliselle liikenteelle muodostuvat huonosti merkityistä tai suojaetuista kaivannoista, sillä ne voivat aiheuttaa ulkopuolisen tahattoman joutumisen kaivantoon. Etenkin kevyt liikenne kulkee lyhintä mahdollista reittiä, joten suoja-aitoja asennettaessa reiät ja raot tulee peittää huolellisesti. Kiertoteiden selkeällä ja näkyvällä merkitsemisellä riskiä ulkopuolisen liikenteen joutumisesta kaivantoon saadaan pienennettyä. (1, s. 57.)



*KUVA 9. Työskentely ulkopuolisen liikenteen välittömässä läheisyydessä (3)*

Hyvin usein kaivantotöissä tarvitaan kuljetuskalustoa niin tuleville kuin lähteville maamassoille. Kaivantotöissä tarvittavat maamateriaalit tuodaan lähes aina työmaan ulkopuolelta ja kaivannoista ylimääräiset massat kuljetetaan maankaatopaikalle tai toiselle työmaalle, mikä aiheuttaa paljon raskaan kaluston liikennettä työmaalle ja työmaalta pois. Koska kuorma-autojen tulee päästä lähelle

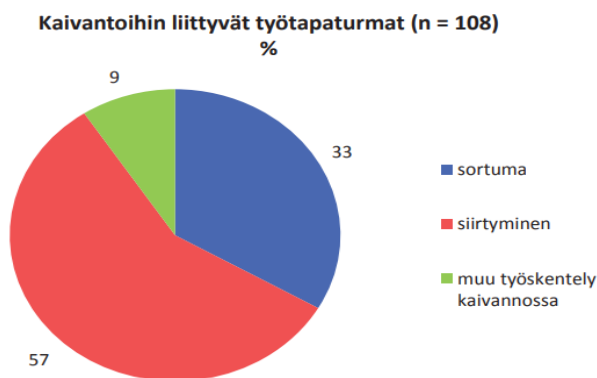


kaivantoa, voi olla haastavaa estää myös ulkopuolisten joutuminen työalueelle. Tällaisissa tapauksissa suoja-aitojen lisäksi ulkopuolisia varoittavat ja kieltävät merkit ovat tärkeässä roolissa. Haastavimmissa paikoissa on järkevää käyttää liikenteenohjaajaa kontrollin säilyttämiseksi.

Liikennejärjestelyt ovat olennainen osa kaivantoturvallisuutta. Vaaratilanteita voi syntyä työmaaliikenteen liittyessä ulkopuoliseen liikenteeseen. Työmaaliikenteen liittymisessä ulkopuoliseen liikenteeseen tärkeässä roolissa on molemmin puolinen hyvä näkyvyys ja selkeät liikennejärjestelyt. Näkyvyyttä voidaan parantaa suunnittelemalla työmaan kulkureitit oikein, raivaamalla näköesteet liittymäalueelta ja pölyntorjunnalla.

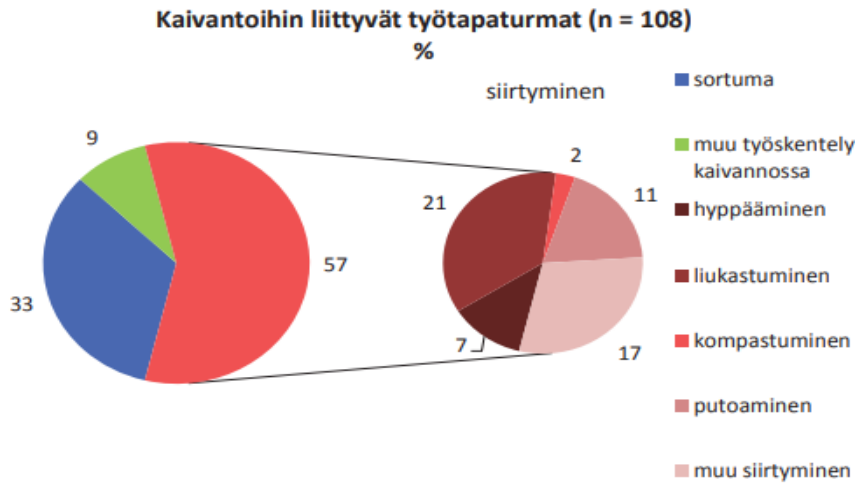
### 3.2 Kaivantotöiden vaarat työntekijöille

Väyläviraston tutkimuksen mukaan yli puolet kaivantotöissä tapahtuvista tapaturmista tapahtuu työntekijän siirtyessä kaivannossa tai kaivantojen läheisyydessä (kuva 10). (1, s.48.)



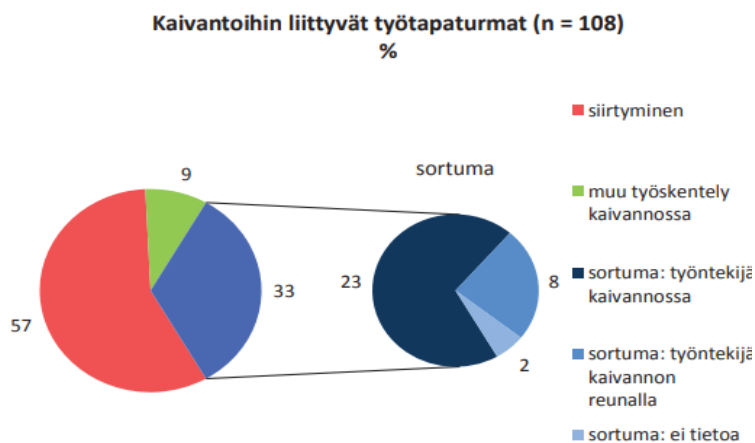
KUVA 10. Kaivantotöihin liittyvät työtapaturmat (1, s.48)

Tutkimuksessa siirtyminen on jaettu viiteen eri osa-alueeseen (kuva 11), jotka ovat hyppääminen, liukastuminen, kompastuminen, putoaminen sekä muu siirtyminen. Siirtymisen yleisin tapaturman syy on liukastuminen, jonka jälkeen tulee muu siirtyminen, johon kuuluu mm. alas kaivantoon astuminen. Tutkimuksen perusteella kaivantoturvallisuutta voidaan lisätä järjestämällä kulkuteitä kaivantoon ja sieltä pois, joka on osa kaivannon suojausta ja kuuluu kaivantotyön suunnittelijan tehtäviin. (1, s.48.)



KUVA 11. Tarkempi tarkastelu kuvan 8 osalta työntekijän siirtymiseen liittyvistä tapaturmista (1, s.48)

Tutkimuksen mukaan toiseksi yleisin kaivantotöihin liittyvä työtaturma on kaivannon sortuminen. Sortumisia tutkittaessa tarkemmin sen mukaan, onko työntekijä kaivannossa vai sen läheisyydessä, huomataan, että suurin osa tapaturmista tapahtui työntekijän ollessa kaivannon pohjalla (Kuva 12). Kaivannon sortumiseen vaikuttavat pohjamaan laatu, pohjaveden korkeus, luiskakaltevuus ja ulkopuoliset tekijät kuten koneista tai massoista syntyvät kuormat ja värinät. Kaivannon vakavuus voidaan laskea liukupinta-analyysinä, joka tulee tehdä kaikkiin yli 1,5 m syviin kaivantoihin tai jos kaivanto on tien, rautatien, rakennuksen tai muun rakenteen vieressä. (11, s.21.)



KUVA 12. Tarkempi tarkastelu kuvan 8 osalta kaivannon sortumaan liittyvistä tapaturmista (1, s.49)

## 4 TYÖAIKAISET SUOJAUS- JA VAROITUSLAITTEET

Työnaikaiset suojaus- ja varoituslaitteet on luokiteltu kolmeen toimintaympäristöluokkaan S1, S2 ja S3, joista korkein on S3. Luokittelussa otetaan huomioon laitteiden käyttöalue, kunto, heijastavien laitteiden pintamateriaali ja tarvittaessa muita ominaisuuksia, kuten hinattavan varoituslaitteen yläreunan korko. (12, s.10–12.)

Toimintaympäristöluokan S3 käyttöalueeseen kuuluu vilkasliikenteiset yksiajorataiset tiet (keskivuorokausiliikenne > 6 000 ajon/vrk) sekä vilkkaat kaksiajorataiset tiet kuten moottori- ja moottori-liikennetiet. Toimintaluokan S2 käyttöalueeseen kuuluu keskivuorokausiliikennemäärältään alle 6 000 ajon/vrk olevat tiet ja taajamissa olevat kokoojakadut, joissa S3-luokan vaatimustaso ei ylitä. S1 luokkaa voidaan käyttää päiväsaikaan tehtävissä liikkuvissa töissä, jos tien keskivuorokausiliikenne on alle 1 500 ajon/vrk tai jos työ tehdään pelkästään jalankulku- ja pyöräilyväylillä sekä taajamissa tai muilla kaduilla tehtävissä töissä. (12, s. 11.)

Suojaus- ja varoituslaitteiden kunto on jaettu kuntoluokkiin 1-5, joista 5=erittäin hyvä, 4=hyvä, 3=tyytyttävä, 2=välttävä ja 1= huono. Toimintaympäristöluokan S3 välineet tulee olla kuntoluokitukseltaan vähintään luokassa 4, toimintaympäristöluokan S2 välineet vähintään kuntoluokassa 3 ja toimintaympäristöluokan S1 välineet tulee olla vähintään kuntoluokassa 2. (12, s.11.)

Liikennemerkkien kalvotyypille eli heijastavuudelle on myös kolme eri luokkaa. Merkit on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, joista suurimman numeron omaava luokka heijastaa valoa parhaiten. Toimintaympäristöluokissa S3 ja S2 käytetään työnaikaisissa liikenteenohjauksissa heijastavuusluokan R3 tai R2 päiväloistekalvoa. Heijastavuusluokkaa R1 voidaan käyttää vain toimintaympäristöluokassa S1. (13, s.9.)

Lisäksi työnaikaiset merkit on luokiteltu kolmeen merkkiryhmään, joita ovat vakioliikennemerkkit, opastusmerkit sekä sulk- ja varoituslaitteet. Yhdessä merkkiryhmässä ei saa käyttää montaa eri kalvotyyppiä eli, jos yhden opastusmerkin kalvotyyppi on luokkaa R2, tulee kaikkien opastusmerkkien kalvotyyppien olla luokassa R2. Merkkien päiväloisteominaisuuksia tulee tarkkailla silmämääräisesti etenkin merkkejä käyttöönotettaessa. (13, s.10.)

Työnaikaisille kaiteille on määritetty omat suojausluokat, joilla kuvataan sitä, millä tavoin rajoitetaan suistuvan auton joutumista työntekijöille tai kuljettajalle vaaralliseen paikkaan. Suojausluokan valintaan vaikuttaa tien liikennemäärä, nopeustaso, vaaran laatu ja kesto. Suojausluokat on esitelty taulukossa 4. (12, s.50.)

TAULUKKO 4. Suojausluokat. (12, s.50)

Suojausluokat:	
K0	Suistumista ei estetä, mutta tien reunan näkyvyyttä parannetaan sulkupyylillä.
K1	Alhaisella nopeudella (yleensä alle 50 km/h) tapahtuneet suistumiset estetään aukottomalla betonielementtijonolla. Betonielementtijonon ei tarvitse olla testattu SFS-EN 1317-2 mukaisesti. Kapean tien suoralla tulee kysymykseen myös korkea reunatuki.
K2	Suistuminen estetään testatulla kaiteella, joka on mitoitettu henkilöautolle ja liikkuu kuorma-auton törmäyksessä. Lisäksi liikennevirasto voi hyväksyä muunkin ratkaisun.
K3	Suistuminen estetään testatulla kaiteella, joka on mitoitettu myös loiville kuorma-autotörmäyksille.

#### 4.1 Sulkulaita

Sulkuaita on etenkin saneerauskohteissa paljon käytetty sulkulaite, jolla suljetaan ajorata tai kevyenliikenteenväylä liikenteeltä. Sulkuaitoja on olemassa pystyjuovaisia (kuva 13) ja nuolikuvioisia (kuva 14), joista yleisempi on pystyjuovainen. Pystyjuovaisia aitoja käytetään väylien osittaiseen tai kokonaan sulkemiseen ja nuolikuvioista aita käytetään, jos ajonopeutta joudutaan alentamaan nopeiden ajolinjamuutosten takia, kuten esimerkiksi kiertoteiden kohdalla. (12, s.15)



KUVA 13. Pystyjuovainen sulkuaita (14)

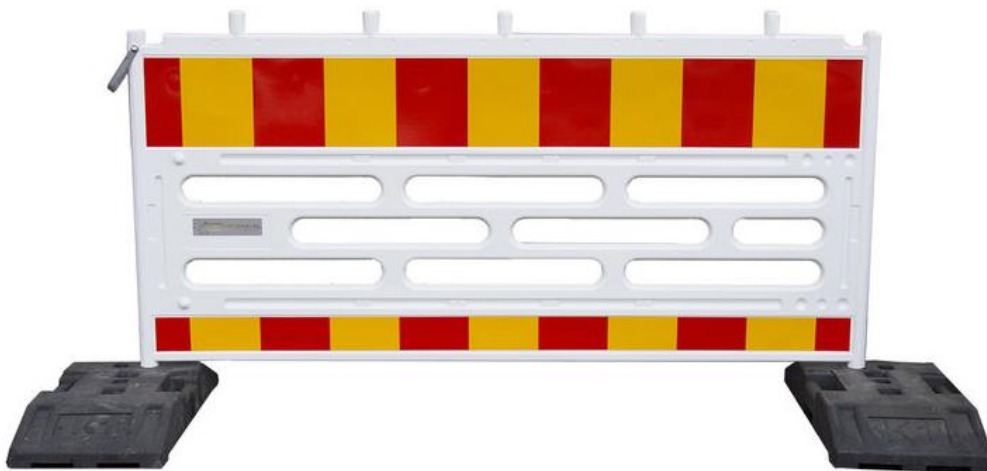


KUVA 14. Nuolikuviainen sulkuaita (15)

Nuolikuvioiden aitojen tehokkuutta voidaan etenkin hämärän aikaan parantaa keltaisilla suuntaa antavilla vilkuilla ja pystyjuovaisten yhtä aikaa vilkkuvilla parivilkuilla. Kun sulkuaitoja käytetään väylän kokonaan sulkemiseen, käytetään yhtäjaksoisesti palavaa punaista valoa. Lisäksi sulkuaitoihin voidaan tarvittaessa asentaa liikennevalot tai erilaisia liikennemerkkejä. Kiinteiden sulkuaitojen lisäksi on olemassa myös hinattavia varoituslaitteita, joita voidaan käyttää lyhytaikaisissa töissä, kuten tiemerkitöiden maalauksessa. Käytettäessä hinattavaa varoituslaitetta pidempiaikaisessa kohteessa laite on irrotettava. (12, s.15)

## 4.2 Muovinen työaita

Muovinen työaita on yksi yleisimmistä väylärakentamisessa käytetyistä kevyistä suojausvälineistä (kuva 15). Muoviaidalla suojataan kevyenliikenteen pääsy työaluelle ja kaivantoihin. Muoviaidat on yleensä varustettu puna keltaisella R1-heijastinkalvolla näkyvyyden parantamiseksi. Lisäksi muoviaitaan on saatavilla keltaisia vilkkuvaloja parantamaan turvallisuutta hämärän ja pimeän aikaan. Yksi muoviaitaelementti on noin 2 metriä pitkä ja se asennetaan paikoilleen laskemalla aita sille tarkoitettuihin kumisiin jalkoihin. Yksi muoviaitaelementti ilman jalkaa painaa 10–20 kg, joten aitojen liikuttelu käsin onnistuu helposti. Keveytensä vuoksi muoviaidat eivät sovellu törmäys- eikä raskasasteiksi ajoneuvoliikenteelle. (12, s 25.)



KUVA 15. Muovinen työaita kumisilla jaloilla (16)

## 4.3 Sulkupylväs

Toinen yleisesti käytössä oleva kevyt suojausväline on sulkupylväs (kuva 16). Sulkupylväitä saa litteinä ja pyöreinä, mutta pyöreiden sulkupylväiden käyttö liikennejärjestelyissä on kiellettyä. Sulkupylväitä käytetään ohjaamaan liikenne sille tarkoitetulle ajolinjalle ja rajaamaan työalue liikenne-

teenteeltä. Sulkupylväät on yleensä varusteltu R2-heijastinkalvolla, joka mahdollistaa pylvään käytön kaikissa toimintaympäristöluokissa. Sulkupylvään minimikorkeus jalustoineen on 100 cm ja minimileveys on 18 cm. Sulkupylväs asennetaan upottamalla se kumiseen jalustaan, jonka maksimikorkeus on turvallisuussyistä 12 cm. Lamellien väreissä on juova, jonka tarkoitus on ohjata liikenne oikealle puolen lamellia, joten asennusvaiheessa tulee huomioida, että juova osoittaa oikeaan suuntaan. Mikäli työkohte sisältää kaivantoja, täytyy kaivannot suojata muulla tavoin, kuten esimerkiksi työnaikaisella kaiteella. (12, s.21.)



KUVA 16. Sulkupylväitä voidaan käyttää rajaamaan työalue liikenteeltä (17)

#### 4.4 Raskasesteet

Raskasesteet ovat yleensä betonista tai betonista ja teräksestä valmistettuja kaivannon suojaukseen tarkoitettuja 1,5–3 m:n pituisia aitoja (kuva 17). Raskasesteiden tarkoituksena on estää ajoneuvoliikenteen pääsy työalueelle ja kaivantoon. Raskasesteiden paino vaihtelee työkohteesta riippuen 300 kg:sta 600 kg:aan, joten niiden asentamisessa kannattaa huomioida niiden vaikea liikuteltavuus. (12, s.57.)



*KUVA 17. Betoni/betoniteräs raskassuojia (18)*

Raskasesteeksi kaivannon suojaukseen voidaan käyttää myös sora- tai murskekasaa. Murskekasaa tulee olla riittävän korkea, jolloin se estää ajoneuvon joutumisen kaivantoon. Mursketta käytettäessä täytyy esteen näkyvyyttä parantaa asentamalla esimerkiksi muoviaidat murskekasaa eteen. (12, s.57.)



## 5 KAIVANNON SUOJAUS JA TYÖNAIKAINEN LIIKENTEENOHJAUS

Alueilla, jossa on ulkopuolista liikennettä, kaivannon suojauksen suunnittelulle tulee varata riittävästi aikaa ja resursseja. Etenkin saneerauskohteissa työskentely tapahtuu hyvin usein ulkopuolisen liikenteen välittömässä läheisyydessä, mikä luo erityishaasteita kaivantotöille. Yleisillä teillä ja kaduilla liikkuu sekä ajoneuvoja että henkilöitä, joiden vaaratekijöiden havaitsemiskyvyt ovat erilaisia, joten liikennejärjestelyt ja suojaukset tulee olla selkeitä, näkyviä ja niissä tulee huomioida myös erilaiset liikuntarajoitteiset sekä vammaiset kuten pyörätuolipotilaat ja sokeat.

### 5.1 Kaivannon suojaus katu- ja tiealueella

Moottoriajoneuvoille tarkoitettujen katujen ja teiden läheisyydessä kaivannon suojauksen lähtökohdiana on, että kukaan ei saa missään tilanteessa joutua kaivantoon tahattomasti. Kaivannon suojaukselle asetetut vaatimukset vaihtelevat jonkin verran paikkakunnan ja tilaajien mukaan. Nykyisin hyvin usein vaaditaan raskassuojat myös alhaisilla nopeusrajoitusalueilla tien poikittaissuuntaisille kaivannon reunoille sekä paikkoihin, joista kaivantoon tahaton ajaminen on todennäköistä.

Katu- ja tiealueella kaivantotöiden turvallisuutta voidaan parantaa alentamalla ajonopeuksia. Ajonopeuksien alentamisessa kannattaa kuitenkin huomioida, että nopeusrajoituksia ei välttämättä noudateta. Nopeusrajoitusten noudattamista voidaan tehostaa rakenteellisin toimenpitein sekä alentamalla rajoitusta vain tarvittavasta kohdasta vain silloin, kun työvaihe on käynnissä. Mikäli rajoitusalue on liian pitkä eikä työntekijöitä näy, ajonopeudet lähtevät helposti nousuun.

### 5.2 Liikenteenohjaus

Aina kun työskennellään tiealueella, tulee työstä laatia liikenteenohjaussuunnitelma, joka pidetään ajan tasaisena koko työmaan ajan. Liikenteenohjaussuunnitelmassa esitetään kevyen- ja moottoriliikenteen kiertotiet, liikenteenpysäytyksen tarve ja nopeusrajoitukset. Liikenteenohjaus tulee toteuttaa niin, ettei työmaa yllätä tiellä liikkujaa ja liikennejärjestelyt ovat mahdollisimman selkeitä. Liikenteenohjaussuunnitelmaa laatiessa tulee ottaa huomioon työkoneiden vaatima tila, jotta kulukuväylille jää riittävästi tilaa. (19)

### 5.3 Kaivannon suojauksesta aiheutuvat kustannukset

Kaivannon suojauksen kustannukset muodostuvat suunnittelutyöstä, toteutustyöstä sekä välineistä aiheutuvista kustannuksista. Kaivannon suunnittelutyön kustannukset sisältävät liikenteenohjaussuunnitelman tekemisen sekä päivittämisen, tilanteeseen sopivan suojausmenetelmän valitsemisen ja suojaus

Toteutustyön kustannukset sisältävät suojausvälineiden asentamisen, purkamisen ja kuljettamisen työmaalle ja työmaalta pois. Lisäksi lähes jokaisella työmaalla suojaustarpeet muuttuvat työn edetessä, joten suojausvälineitä joudutaan siirtämään myös työmaan aikana useamman kerran, mikä lisää kustannuksia.

Välineistä aiheutuvat kustannukset ovat aitojen, raskasesteiden, sulkupylväiden ja muiden kaivannon suojauksessa käytettävien välineiden vuokra- tai hankintakustannuksia. Lähes jokaisella työmaalla käytetään vuokravälineitä, sillä monien suojausvälineiden kohdalla vuokraus on kustannustehokkaampaa ja vaivatonta. Suojausvälineitä vuokraavat yritykset kannattaa siis kilpailuttaa ja solmia sopimushinnat valitun yrityksen kanssa, jolloin vuokraus on edullisempää.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin kaivannon suojaukseen, johon vaikuttaa kaivantojen syvyys, sijainti, aukioloaika, ulkopuolinen liikenne sekä muut ulkoiset tekijät, kuten tilanpuute, keliolosuhteet tai lähellä olevat koulut ja päiväkodit. Jokainen kaivantotyö on yksilö, jossa yhdistämällä useat osatekijät syntyy turvallisen kaivantotyön kokonaisuus, jossa on huomioitu niin ulkopuolisten kuin työntekijöidenkin turvallisuus sekä ajalliset ja taloudelliset tavoitteet.

Kaivannon suojauksen tarkoituksena on estää ulkopuolisten- ja työntekijöiden loukkaantuminen kaivantotöissä. Jotta tarkoitus toteutuu, vaatii se huomiota koko työmaan ajan niin työntekijöiden, työnjohdon kuin tilaajankin osalta.

Kaivannon suojauksella voidaan vaikuttaa työmaan yleisilmeeseen huomattavasti ja omien kokemusten perusteella työmaan yleisellä siisteydellä on jonkunlainen yhteys laatuun. Lisäksi asiallisen näköinen työmaa parantaa yrityksen imagoa, joka on mielestäni tärkeä asia näin kovasti kilpailutulla alalla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa selkeä kokonaisuus oikeaoppisesta kaivannonsuojauksesta, sekä käydä läpi yleisimpiä kaivantotöiden vaaratilanteita väylärakennushankkeessa. Tavoitteeseen päästiin mielestäni hyvin ja työhön saatiin kasattua keskeisiä asioita kaivannon suojaukseen liittyen.

## LÄHTEET

1. Liikennevirasto 2013. Vaara vaanii kaivannossa, tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta. Hakupäivä 26.4.2022
2. Erho, Jarmo 2020. TS00BN48-3005 Water Resources Management, Construction and Treatment. Opintojakson materiaali keväällä 2020.
3. Vattula, Ilari kaivinkoneenkuljettaja Saramachine Oy kuljettaja 2021. WhatsApp messenger keskustelu. Hakupäivä 1.5.2022.
4. Räisälä, Mikko huoltomies Saramachine Oy 2021. WhatsApp messenger keskustelu. Hakupäivä 28.4.2022
5. Liikennevirasto 2011. Massanvaihdon suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet. Liikenneviraston ohjeita 11/2011. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2011-11\\_massanvaihdon\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2011-11_massanvaihdon_suunnittelu_web.pdf). Hakupäivä 16.4.2022.
6. Koivukangas, Olli työpäällikkö Saramachine Oy 2021. WhatsApp messenger keskustelu. Hakupäivä 3.5.2022.
7. Liikennevirasto 2018. Sähkö- ja telejohdot maantiet, Liikenneviraston ohjeita 3/2018. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-03\\_sahko\\_telejohdot\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-03_sahko_telejohdot_web.pdf). Hakupäivä 16.4.2022.
8. RIL 263-2014 2.painos. Kaivanto-ohje. Rakennuskaivantojen ja putkikaivantojen suunnittelu- ja rakennusohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL,Helsinki, Suomi.
9. Iisakka, Janne kaivinkoneenkuljettaja 2021. WhatsApp messenger keskustelu. Hakupäivä 2.5.2022.

10. Lantto Eero & Räsänen Tuula 2019. Rakennusalan työturvallisuuden kehitys. Saatavilla: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/tyoturvallisuus/2020\\_sekalainen/raportti\\_fi-nal.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/tyoturvallisuus/2020_sekalainen/raportti_fi-nal.pdf). Hakupäivä 28.4.2022.
11. Liikennevirasto 2013. Vaara vaanii kaivannossa, tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts\\_2013-09\\_vaara\\_vaanii\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2013-09_vaara_vaanii_web.pdf). Hakupäivä: 26.4.2022.
12. Liikennevirasto 2018. Sulku- ja varoituslaitteet, Laatuvaatimukset ja käyttö. Liikenneviraston ohjeita 2/2018. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-02\\_sulku\\_varoituslaitteet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-02_sulku_varoituslaitteet_web.pdf). Hakupäivä 26.4.2022.
13. Liikennevirasto 2013. Liikennemerkkien rakenne ja pystys, Liikenneviraston ohjeita 20/2013. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-20\\_liikennemerkkien\\_rakenne\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-20_liikennemerkkien_rakenne_web.pdf). Hakupäivä 28.4.2022.
14. Liikennevirasto 2015. Liikenne tietyömaalla, Liikenneviraston ohjeita 2/2015. Saatavilla: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-02\\_liikenne\\_tietyomaalla\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-02_liikenne_tietyomaalla_web.pdf). Hakupäivä: 4.5.2022.
15. Elpac Oy 2022. Turvallisuutta teille ja työmaille. Valokuva. Saatavissa: <https://www.vantaanliikenteenohjaustuote.fi/liikenteen-sulku-varoitus-ja-ohjauslaitteet>. Hakupäivä 4.5.2022.
16. As muovi Oy. Aitapaketti muovisilla aidoilla R1, aitateline + eurojalustat 28 kg. Valokuva. Saatavissa: <https://www.asmuovi.fi/product/133/aitapaketti-muovisilla-aidoilla-r1--aitateline--eurojalustat-28kg>.
17. Tuomioja, Aki kaivinkoneenkuljettaja Mty Kivelä 2021. WhatsApp messenger keskustelu. Hakupäivä 3.5.2022.
18. Elpac Oy. 2022. Raskassuojat. Valokuva. Saatavissa: <https://elpac.fi/fi/tuote-osasto/varoituslaitteet/tyomaan-sulku-ja-varoituslaitteet/raskassuojat/>). Hakupäivä 2.5.2022.

19. Elinkeino, - liikenne- ja ympäristökeskus 2022. Liikenteenohjaussuunnitelmat. Valokuva Saatavilla: <https://www.ely-keskus.fi/liikenteenohjaussuunnitelmat>. Hakupäivä 4.5.2022.