

EEVA RANTANEN
MERVI HARJU
LOVIISA NOROKORPI
JUHA UUSITALO

Vaara vaanii kaivannossa

TUTKIMUSHANKE KAIVANTOJEN TURVALLISUUDESTA



Eeva Rantanen, Mervi Harju,
Loviisa Norokorpi, Juha Uusitalo

Vaara vaanii kaivannossa

Tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013

Liikennevirasto
Helsinki 2013

Kannen kuva: Petri Virtanen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-261-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Eeva Rantanen, Mervi Harju, Loviisa Norokorpi, Juha Uusitalo: Vaara vaanii kaivannossa. Tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta. Liikennevirasto, investointien ohjausosasto. Helsinki 2013. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013. 87 sivua ja 4 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-261-7.

Avainsanat: kaivanto, työturvallisuus, infra-ala, vesihuollon putkikaivanto, sortumavaara, rakennusprosessi

Tiivistelmä

Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen tavoitteena oli selkiyttää ja kuvata eri tahojen vastuut ja tehtävät kaivantojen turvallisuuden varmistamisessa infra-alan rakennusprosessin eri vaiheissa. Suunnittelijoiden, rakennuttajien, turvallisuuskoordinaattorien ja urakoitsijoiden vastuut ja tehtävät haluttiin selkiyttää ja kuvata kaivantojen työturvallisuuden varmistamiseen liittyen. Tarkastelussa käsiteltiin työturvallisuuden varmistamista yhteisillä rakennustyömailla eli sellaisilla työmailla, joissa toimii useita (enemmän kuin yksi) eri tahoja joko yhtä aikaa tai peräkkäin. Tutkimushankkeessa kaivantojen turvallisuus otettiin huomioon kokonaisvaltaisesti.

Tutkimus koostui viidestä osa-tehtävästä; kirjallisuuskatsaus, kuolemaan johtaneiden kaivanto-onnettomuuksien analysointi, nykytilatarkastelu, työmaiden nykykäytäntöjen selvittäminen ja toimintamallin kehittäminen. Hankkeessa oli mukana eri tahojen infrarakentamisen edustajia; suunnittelijoita, rakennuttajia, turvallisuuskoordinaattoreita sekä infra-alan urakoitsijoita.

Tutkimushankkeessa saatujen tulosten perusteella luotiin hyviä käytäntöjä kaivanto-työiden suunnitteluun ja toteutukseen. Kaivantojen turvallisuuden takaamiseksi jokaisen rakennusprosessiin kuuluvan osapuolen on kannettava vastuunsa tässä asiassa. Toimintamalli kuvaa toiminnan rakennusprosessissa kaivantojen näkökulmasta. Tiivistettyyn muotoon koottu toimintamalli sisältää 14 kohdan listauksen toiminnan osa-alueista. Näistä tärkeimpiä on hyvien kaivantosuunnitelmien laatiminen, mikä edellyttää tarvittavien lähtötietojen selvittämistä tilaajan ja suunnittelijan yhteistyönä sekä riittävien pohjatutkimusten tekoa. Kaivantotyön turvallisuuden takaamiseksi ei kuitenkaan riitä, että suunnitelmat on tehty hyvin, sillä suunnitelmatieto on vietävä toteutukseen asti ja valvottava, että työ toteutetaan suunnitelmien mukaan. Jos työtä ei pystytä toteuttamaan tehtyjen suunnitelmien mukaisesti, on työstä laadittava uudet suunnitelmat yhteistyössä geoteknisen suunnittelijan kanssa.

Toimintamallin lisäksi tutkimushankkeen tuloksissa toimintamalliin liittyviä rakennusprosessin hyviä käytäntöjä tarkennettiin prosessivaiheittain (esisuunnittelu, suunnittelu, rakennussuunnittelu sekä toteutussuunnittelu ja toteuttaminen). Tutkimustyön lopputuloksena on tämä Liikenneviraston julkaisu, jonka laatiminen on pohjautunut kerättyyn tutkimustietoon ja niihin tietoihin, joita saatiin hankkeen aikana järjestetyistä työpajoista.

Eeva Rantanen, Mervi Harju, Loviisa Norokorpi, Juha Uusitalo: Fara lurar i schakt - forskningsprojekt om säkerheten vid schaktning. Trafikverket, styrning av investeringar. Helsingfors 2013. Trafikverkets undersökningar och utredningar 9/2013. 87 sidor och 4 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-261-7.

Sammanfattning

Syftet med forskningsprojektet om säkerheten vid schaktning var att klargöra och beskriva olika instansers ansvar och uppgifter för att trygga säkerheten i olika faser av byggnadsprocesser inom infrabranschen. Man ville klargöra och beskriva planerarnas, byggherrarnas, säkerhetssamordnarnas och entreprenörernas ansvar och uppgifter i anknytning till att säkerställa arbetarskyddet vid schaktningar. I granskningen behandlades säkerställandet av arbetarskyddet på gemensamma byggarbetsplatser eller arbetsplatser där flera än en instans verkar antingen samtidigt eller efter varandra. I forskningsprojektet beaktades schaktsäkerheten övergripande.

Undersökningen bestod av fem deluppgifter; litteraturstudie, analys av schaktolyckor med dödlig utgång, granskning av nuläget, utredning om nuvarande praxis vid byggarbetsplatserna och utformning av en verksamhetsmodell. I projektet deltog representanter för olika infrabyggande; planerare, byggherrar, säkerhetssamordnare samt entreprenörer inom infrasektorn.

På basis av resultaten från forskningsprojektet skapade man god praxis för att planera och genomföra schaktningsarbeten. För att trygga säkerheten vid schaktning måste varje part i byggprocessen ta sitt ansvar. Verksamhetsmodellen beskriver byggprocessen ur schaktningssynvinkel. Den komprimerade verksamhetsmodellen innehåller en förteckning med 14 verksamhetsdelområden. De viktigaste av dessa delområden är att utarbeta en schaktningsplan som förutsätter att beställaren och planeraren tillsammans tar reda på nödvändiga utgångsuppgifter samt gör tillräckliga markundersökningar. Väl gjorda planer räcker dock inte till för att trygga säkerheten i schaktningsarbeten, utan planerna måste genomföras och dessutom måste man övervaka att arbetet görs enligt planerna. Om arbetet inte kan genomföras enligt de uppgjorda planerna, måste man utarbeta nya planer tillsammans med en geoteknisk planerare.

I resultaten av forskningsprojektet preciserades, utöver verksamhetsmodellen, god praxis inom byggprocessen i anknytning till verksamhetsmodellen enligt processfas (förstudie, planering, konstruktionsplanering samt genomförandeplanering och genomförande). Denna Trafikverkets publikation är resultatet av forskningsarbetet. Publikationen baserar sig på insamlade forskningsuppgifter och de uppgifter som erhöles vid de workshoppar som ordnades under projektets gång.

Eeva Rantanen, Mervi Harju, Loviisa Norokorpi, Juha Uusitalo: Danger lurks underground - research project on excavation safety. Finnish Transport Agency, Investment steering. Helsinki 2013. Research reports of the Finnish Transport Agency 9/2013. 87 pages and 4 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-261-7.

Summary

The aim of the research project on excavation safety was to clarify and describe the responsibilities and tasks held by those working to ensure safety at all stages of the infrastructure construction process. The project attempted to provide further clarification and description on the responsibilities and tasks of planners, clients, safety coordinators and contractors with regard to ensuring safety in excavations. It was examined how safety at work is ensured at shared worksites, i.e. multi-employer worksites where more employers or self-employed workers than one operate simultaneously or successively. The research project included a comprehensive study of excavation safety.

The study was divided into five parts: a literary review, an analysis of excavation accidents with deadly outcome, an examination of the current status, an examination of the current worksite practices and development of an operating model. Different representatives of the infrastructure construction sector participated in the project, i.e. planners, clients, safety coordinators and contractors from the infrastructure sector.

Best practices, based on the results of the research project, were created for the planning and implementation of the excavation work. In order to ensure safe excavations, each party in the construction process must have a clear understanding of its respective responsibility. The operating model describes the operations in the construction process from an excavation perspective. The concise operating model includes a list of 14 subsections describing the operations. Two of the most important subsections include drawing up good excavation plans, a process which requires cooperation on source data between the client and planner, and carrying out sufficient ground investigations. Good plans alone are not enough to guarantee safe excavations, but the plans also have to be implemented. Moreover, it must be monitored that the work is carried out according to plan. If the work cannot be implemented according to plan, new work plans must be drawn up together with a geotechnical engineer.

Apart from the operating model, the results of the research project also included best practices in the construction process specified according to the process stage (pre-planning, planning and construction planning; implementation planning and implementation). The final result of this study is this Finnish Transport Agency publication, which is based on the gathered research data and the data collected at workshops arranged during the project.

Esipuhe

Rakennustöiden kaivantojen sortumat ovat aiheuttaneet vuosien varrella sekä loukkaantumisiin että kuolemaan johtaneita työtapaturmia. Kaivantojen sortuminen aiheuttaa 1–3 kuolemaan johtanutta onnettomuutta vuodessa. Infra-alalla on sattunut 2000-luvulla noin 50 kuolemaan johtanutta työtapaturmaa, joista seitsemän on liittynyt kaivannon sortumiseen.

Rakennusalan lainsäädäntö kiristyi vuoden 2009 lakimuutoksessa maanrakennustöiden osalta. Onnettomuudet ovat herättäneet alalla yleistä keskustelua ja nämä kaksi seikkaa ovat nostaneet esille selvittää tarkemmin asiaa. STM, Liikennevirasto, ELY, Kuntaliitto, TVL ja Infra ry olivat aktiivisesti käynnistämässä työn suunnittelua ja Liikennevirasto otti lopulta rahoittajan roolin. Tältä pohjalta Liikennevirasto käynnisti Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen, johon se sai valtion työsuojelurahaston rahoitusta työsuojelun tutkimushankkeelle. Oman työpanoksensa lisäksi Liikennevirasto rahoitti tutkimusta viraston T&K-rahoituksella. Myös aluehallintoviraston (AVIn) työsuojelun vastuualue sekä Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL) osallistuivat hankkeeseen työpanoksellaan.

Työn toteutti Ramboll Finland Oy, jossa projektipäällikkönä toimi Eeva Rantanen, asiantuntijana Mervi Harju ja suunnittelijoina Loviisa Norokorpi, Juha Uusitalo ja Ilkka Nummelin. Hanke käynnistettiin keväällä vuonna 2011 ja se päättyi vuoden 2012 lopussa.

Johtoryhmään kuuluivat:

- Outi Luukkonen, Liikennevirasto (pj:n roolissa 1.11.2011 lähtien)
- Simo Sauni, Liikennevirasto (pj 31.10.2011 saakka)
- Esa Virtanen, Sosiaali- ja terveysministeriö (STM)
- Heikki Ikonen, Pirkanmaan ELY-keskus
- Ari Huhtala, Infra ry
- Janne Sysi-Aho, Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL)
- Marika Kämpö, Suomen Kuntaliitto
- Janne Hokkanen, Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto (AVI), työsuojelun vastuualue
- Mika Rontu, Suomen Vesilaitosyhdistys ry (VVY)
- Eeva Rantanen, Ramboll Finland Oy (siht)
- Loviisa Norokorpi, Ramboll Finland Oy

Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen johtoryhmä kokoontui hankkeen aikana kuusi kertaa, jonka lisäksi johtoryhmän jäseniä oli mukana tutkimushankkeen aikana järjestetyissä muissa tilaisuuksissa, kuten kokouksissa työmaatarkastuksiin liittyen sekä asiantuntijoiden työpajassa. Johtoryhmän kokouksissa käytiin rakentavaa ja monipuolista keskustelua. Konsultti esittää kiitoksen kaikille osapuolille aktiivisesta osallistumisesta työn aikana. Hankkeen osapuolet toivat eri näkökulmista asioita esille ja näin johtoryhmätyöskentely oli erittäin antoisaa.

Helsingissä maaliskuussa 2013

Liikennevirasto
Investointien ohjausosasto

Sisällysluettelo

KÄYTETYT TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT	9
1 JOHDANTO	11
1.1 Tausta	11
1.2 Tavoite	11
1.3 Tarkastelun kohde ja työn rajaus	12
1.4 Toteutus	12
2 KAIVANTOTURVALLISUUS RAKENNUSPROSESSISSA - KIRJALLISUUSKATSAUS	14
2.1 Lainsäädännön määrittämät vastuut ja velvoitteet	14
2.2 Kaivantoja koskevat menettelyt ja ohjeet	17
2.2.1 Yleistä	17
2.2.2 Rakennussuunnittelu ja suunnittelun ohjaus	17
2.2.3 Toteutussuunnittelu	22
2.2.4 Rakentaminen	24
2.2.5 Huomioita ohjeista	27
2.3 Pätevyudet	28
2.4 Kaivantojen tuennat	29
2.4.1 Tuentatavat	29
2.4.2 Kevyet tuennat	30
2.4.3 Teräsponttiseinät	32
2.4.4 Settiseinät	33
2.4.5 Patoseinät	34
2.4.6 Muut kaivantotyytit	35
2.4.7 Asiantuntijakommentti tukiseinien käytöstä	36
2.5 Yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta	37
3 KAIVANTO-ONNETTOMUUKSIEN ANALYSOINTI	38
3.1 TOT-raportit	38
3.1.1 TOT-raporttien tausta	38
3.1.2 Havainnot TOT-raporteista	38
3.1.3 TOT-tapausten taustatiedot	39
3.1.4 TOT-tapausten tapaturmatekijöiden luokittelu	43
3.1.5 Yhteenveto TOT-raporttien analysoinnista	46
3.2 Tapaturmapakki	47
3.2.1 Havainnot analysoiduista tiedoista	47
3.2.2 Yhteenveto Tapaturmapakin tietojen analysoinnista	50
4 NYKYTILATARKASTELU SUUNNITTELUPROSESSISSA	51
4.1 Suunnittelijoiden taustakysely ja työpaja	51
4.1.1 Prosessivaiheet	52
4.2 Suunnittelijoiden kokemuksia tilaajaprosessista	52
4.2.1 Yleistä	52
4.2.2 Tarjouspyyntö ja suunnittelun lähtötiedot	52
4.2.3 Rakennuttajan asiakirjat	54
4.2.4 Kaivantosuunnitelma	54
4.2.5 Suunnittelun ohjaus ja valvonta	55
4.3 Kaivantojen suunnitteluun liittyvät haasteet	56
4.3.1 Kaivantotyyppi	56

4.3.2	Ympäristötekijät	56
4.4	Kaivannot rakentamisessa suunnittelijan näkökulmasta	56
4.4.1	Tuentatyytit	56
4.4.2	Kaivantojen suojaus.....	57
4.4.3	Maalajien häiriintymisherkkyys.....	57
4.4.4	Muita kokemuksia.....	57
4.5	Yhteenvedo suunnitteluprosessista.....	58
5	TYÖMAIDEN NYKYKÄYTÄNNÖT	60
5.1	Työsuojeluvastuualueiden tarkastukset.....	60
5.2	Rakennuttajien valvontahanke.....	60
5.2.1	Puutteiden luonne asiakohdittain	62
5.3	Infra-alan työmaille suunnatut tarkastukset.....	63
5.4	Urakoitsijoiden haastattelut	64
5.4.1	Urakka-asiakirjat ja suunnitelmat	65
5.4.2	Työmaan valvonta	68
5.4.3	Kaivannon toteuttaminen	69
6	TOIMINTAMALLIEN KEHITTÄMINEN, ASiantuntijoiden työPaja.....	73
7	UUSI TOIMINTAMALLI JA HYVÄT KÄYTÄNNÖT	75
7.1	Jokaisen osapuolen on kannettava vastuu.....	75
7.2	Suunnittelun ohjaus ja tarpeet seuraavissa suunnitteluvaiheissa.....	77
7.2.1	Hankinnan valmistelu	78
7.2.2	Reagoiminen työmaalla.....	79
7.2.3	Häiriötilanteet	80
8	JATKOTOIMENPITEET	83
	LÄHTEET	85

LIITTEET

- Liite 1 Suunnittelijoiden työpaja: Osallistujat
- Liite 2 Nykytila ja tavoitetila erilaisissa toimeksiannoissa – suunnittelijoiden näkökulma
- Liite 3 Asiantuntijoiden työpaja: Osallistujat
- Liite 4 Asiantuntijoiden työpaja: Ryhmätyöskentelyyn asetetut ongelmatilanteet ja kysymykset

Käytetyt termit ja niiden määritelmät

Geosuunnittelija	Geotekninen suunnittelija, joka on geotekniikkaan perehtynyt erikoissuunnittelija. Geotekniikka on tekniikan osa-alue, joka käsittelee maa- ja kallioperän teknisiä ominaisuuksia ja niiden soveltamista maa- ja pohjarakentamiseen.
Kaivantosuunnitelma	Suunnitteluvaiheessa tehtävä suunnitelma, jonka laatiminen on suunnittelijan vastuulla. Kaivantosuunnitelman sisältö on kuvattu nykyisissä alan ohjeissa.
Kaivutyösuunnitelma	Kaivutyösuunnitelmassa pohjautuu kaivantosuunnitelmaan ja siinä mm. tarkennetaan käytettävää työmenetelmää, tuentakalustoa ja aikataulua. Kaivutyösuunnitelman laatiminen on työmaan vastuulla.
Pohjatutkimus	Pohjatutkimus on maaperätutkimustoimintaa, jossa tutkitaan maaperän rakennetta liittyen rakennustoimintaan ja tarkemmin pohjarakentamiseen. Pohjatutkimuksen tavoitteena on saada selville mm. maaperän rakenne, kantavuus ja pohjaveden taso.
Rakennusprosessi	Tapahtumaketju, joka alkaa siitä, kun syntyy päätös rakentamisesta ja päättyy käyttöönottoon. Tässä on käsitelty infra-alan rakentamisprosessia, jossa voidaan yleisellä tasolla puhua vaiheista esisuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennussuunnittelu, toteutussuunnittelu ja rakentaminen. Eri rakennuttajatahoilla on käytössä alakohtaisia termejä.
Suunnitelmakatselmus	YSE 1998 mukainen suunnitelmien ennen töiden aloittamista tehtävä katselmus, jossa tavoitteena on saada suunnitelmien sisältöön tai toimittamiseen liittyvän seikan taikka töiden aloittamiseen liittyvän suunnitelma-avalmiuden pätevästi todetuksi.
Turvallisuusasiakirja	Rakennustyön suunnittelua ja valmistelua varten laadittu asiakirja, joka sisältää rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaara- ja haittatekijät sekä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvät tarpeelliset turvallisuustiedot. Turvallisuusasiakirjan laatimisessa on otettava huomioon työmaahan liittyvä teollinen tai muu siihen rinnastettava toiminta ja sen laatimisesta vastaa rakennuttaja.

Turvallisuussuunnittelu	Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville.
Työmaa-alueen käytön suunnitelma	Päätoteuttajan laatima kirjallinen suunnitelma työmaa-alueen käytöstä. Keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti ja tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rakennustöiden yhteydessä joudutaan lähes poikkeuksetta tekemään kaivantoja, kun rakennuksia, rakenteita ja niiden osia sijoitetaan kohteen alkuperäistä maanpintaa syvemmälle ja maata kaivetaan sekä siirretään pois. Kaivannot ja kaivutyö koskee käytännössä kaikkia rakennusalan sektoreita, maa- ja pohjarakennusta tehdään niin talonrakennus, tienrakennus, radan rakennus ja vesihuollon hankkeilla.

Lainsäädännössä määritellään kaivantotyöt vaarallisiksi töiksi. Kaivantojen sortuminen aiheuttaa 1-3 kuolemaan johtanutta onnettomuutta vuodessa. Infra-alalla on sattunut 2000-luvulla noin 50 kuolemaan johtanutta työtapaturmaa, joista seitsemän on liittynyt kaivannon sortumiseen. (TVL 2011). Lisäksi kaivannoista aiheutuu vuosittain moninkertainen määrä tapaturmia ja vaaratilanteita.

Kirjallisuudessa on todettu, että kaivantotyö on aina suunniteltava hyvin. Suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava vallitsevat olosuhteet huomioon ja suunnitelmien tulisi perustua riittävän kattaviin pohjatutkimuksiin (Rantamäki & Tammirinne, 1994).

Kokemukset hankkeilta sekä tapaturmatutkinnasta saadut tiedot ovat osoittaneet, että kaivantoja koskevat suunnitelmat ja pohjatutkimukset ovat kuitenkin usein puutteellisia tai tehtyjä suunnitelmia ei noudateta.

Kaivantotyöhön liittyviä määräyksiä ja ohjeita on lainsäädännössä, mutta lainsäädäntö ei määrittele kaivantotyön turvallisuussuunnittelun vastuita. Myös alan toimijoilta on tullut viestiä, että työmailla on ollut epäselvyyttä vastuukysymyksissä. Näistä lähökohdista ja näihin tarpeisiin Kaivantojen turvallisuus -tutkimushanke pyrkii vastaamaan.

1.2 Tavoite

Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen ensisijaisena tavoitteena oli selkiyttää ja kuvata eri tahojen vastuut ja tehtävät kaivantojen turvallisuuden varmistamisessa rakennusprosessin eri vaiheissa. Tavoitteena oli selkiyttää ja kuvata suunnittelijoiden, rakennuttajien, turvallisuuskoordinaattorien ja urakoitsijoiden vastuut ja tehtävät kaivantojen työturvallisuuden varmistamisessa.

Tässä tutkimuksessa kaivantojen turvallisuus otettiin huomioon kokonaisvaltaisesti, eikä pelkästään kaivantotyyppien mukaisesti. Tarkastelussa huomioitiin välillisesti myös mm. liikenne ja muut toimintaympäristön haasteet, jotka voivat aiheuttaa kaivannon sortumavaaran kohteessa. Hankkeessa käsiteltiin ajallisesti sekä lyhyen aikaa että pitkään avoinna olevat kaivannot.

Tavoitteena oli tunnistaa konkreettiset tehtävät ja toimenpiteet työturvallisuuden parantamiseksi kaivantotöissä ja näin luoda hyviä käytäntöjä kaivantotöiden suunnitteluun ja toteutukseen. Ratkaisumallit sekä suunnittele mattomien että suunniteltujen kaivantojen osalta olivat tärkeitä.

Tarkastelussa käsiteltiin työturvallisuuden varmistamista yhteisillä rakennustyömail- la eli sellaisilla työmailloilla, joissa toimii useita (enemmän kuin yksi) eri tahoja joko yh- tä aikaa tai peräkkäin.

1.3 Tarkastelun kohde ja työn raja

Tässä tutkimushankkeessa käsiteltiin infra-alan rakentamisprosessia, jossa voidaan yleisellä tasolla puhua vaiheista esisuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennussuunnitte- lu, toteutussuunnittelu ja rakentaminen. Eri toimialoilla ja eri tilaajatahoilla nämä ra- kennusprosessin vaiheet kuvataan erilaisilla termeillä ja näitä selkiytettiin ennen suunnittelijoiden työpajaa, joka oli yksi osatehtävä tässä tutkimushankkeessa. Eri ta- hoilla käytössä olevat prosessivaiheet on kuvattu tarkemmin kappaleessa 4.1.1 sekä liitteessä 2.

Tutkimushankkeessa tarkastelu rajattiin koskemaan infra-alan rakentamisen proses- sia. Työssä rajattiin hyvien käytäntöjen ja toimintamallin osalta tarkastelun ulkopuo- llelleen kaivutyötä koskeva tekninen toteutus ja menetelmät.

Kaivanto-onnettomuuksien tarkastelu kohdistettiin tässä tutkimushankkeessa vain niihin tapauksiin, joissa maansortuma aiheutti kaivutyössä tapaturman työssä oleville työntekijöille. Muut maanrakennustöiden onnettomuudet rajattiin tarkastelun ulko- puolelle.

1.4 Toteutus

Tutkimushankkeessa oli mukana eri tahojen infrarakentamisen edustajia; suunnitteli- joita, rakennuttajia, turvallisuuskoordinaattoreita sekä infra-alan urakoitsijoita. Talon- rakennusala ja niiden rakennuskaivantoja säädellään rakentamista koskevassa lain- säädännössä infra-alaa tarkemmin, mm. pohjarakennussuunnittelijoiden pätevyyden osalta. Kuitenkin kaikille toimialoille on yhteistä se, että turvallisuuslainsäädäntö koskee kaikkia osapuolia ja edellytetään turvallisuuden huomioon ottamista kaikissa rakennusprosessin vaiheissa eri vaiheiden tarkkuustason edellyttämällä tavalla.

Tutkimus koostui viidestä osa-tehtävästä; kirjallisuuskatsaus, kuolemaan johtaneiden kaivanto-onnettomuuksien analysointi, nykytilatarkastelu, työmaiden nykykäytäntö- jen selvittäminen ja toimintamallin kehittäminen.

Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin tarkemmin nykyisen lainsäädännön vaatimukset ja kaivantoja koskevan ohjeistuksen sisältö. Katsauksessa selvitettiin, miten niissä ohjeistetaan kaivutyön turvallinen toteuttaminen ja sitä, miten se otetaan huomioon rakennusprosessin aikana.

Kuolemaan johtaneiden kaivanto-onnettomuuksien analysoinnin tarkoitus oli selvit- tää tarkemmin niitä tekijöitä, jotka ovat johtaneet työntekijän menehtymiseen kaivan- totöissä. Tutkimusaineistona käytettiin Tapaturmavakuutuslaitosten Liiton (TVL) kai- vantoihin liittyviä TOT-raportteja, joita on laadittu vuodesta 1985 lähtien. TOT on työpaikkaonnettomuuksien tutkintajärjestelmä, jossa on tutkittu vuoteen 2012 saakka lähes kaikki työpaikoilla sattuneet kuolemaan johtaneet työtapaturmat. Työpaikka- kuolemien tutkimus suorittaa kutakin tapausta varten erikseen asetettu tutkintaryh- mä, jonka työtä johtaa ja koordinoi Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. Tässä osateh-

tävässä analysoitiin kaikki ne kaivanto-onnettomuudet, joista on laadittu TOT-raportti vuosien 1985–2009 aikana.

Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia analysoitiin yksityiskohtaisesti tarkastelemalla onnettomuuksiin liittyviä tapaturmatekijöitä. Osatehtävässä käytettiin tutkimuksessa Yhteisen työpaikkojen työturvallisuus, TOT raporttien analyysi (Rantanen & al.) kehitettyä tapaturmatekijöiden luokittelumallia sekä tapaturmatekijöiden syntyyn vaikuttaneiden eri toimijoiden luokittelua sekä ns. VAKTA-luokittelua.

Työssä analysoitiin myös kaivantoihin liittyviä työtaturmia TVL:n ylläpitämän Tapaturmapakin kuvausten pohjalta.

Suunnitteluprosessin nykykäytäntöjen ja suunnittelun tarpeiden selvittämiseksi haastateltiin alan suunnittelijoita yhteisessä työpajassa. Osatehtävässä selvitettiin, miten suunnitteluprosessissa otetaan huomioon tällä hetkellä kaivantojen toteuttaminen turvallisesti. Lisäksi kartoitettiin suunnittelijan tietosisältötarpeita suunnittelu-, toteutus- ja valvontaprosessissa.

Työmaiden nykytilakartoitusta koskevassa osatehtävässä haastateltiin keskeisiä infra-alan rakennusvaiheen toimijoita liittyen työmaiden nykykäytäntöihin kaivantojen turvallisuuden varmistamisessa. Haastatteluissa kartoitettiin yritysten käytössä olevia ohjeita, suunnitelmia ja työmenetelmiä kaivantojen tukemiseen ja luiskaamiseen liittyen. Lisäksi selvitettiin käytössä olevaa kaivantojen tukemiseen tarkoitettua laitekantaa ja muita menetelmiä sekä urakoitsijoiden tietosisältötarpeita suunnittelu-, toteutus- ja valvontaprosessissa.

Työmaiden nykytilaa arvioitiin lisäksi Aluehallintoviraston (AVI) työsuojelun vastuualueen tarkastajien työmaille tehtyjen tarkastusraporttien avulla. Sosiaali- ja terveysministeriö STM toteutti työsuojelun vastuualueiden tarkastajien kanssa vuoden 2011 aikana valvontahankkeen, jonka tavoitteena oli suorittaa vuoden 2011 aikana 100 työmaakäyntiä kaivantotyömaille. Tarkastuksissa kiinnitettiin huomioita työmaan kaivantojen luiskaamiseen, tuentaan ja suojaamiseen. Työmaiden kaivantojen tarkastamiseen laadittiin STM:n ja AVI:n työsuojelun vastuualueiden tarkastajien toimesta tarkastuslomake työmaiden kaivantoja koskevien turvallisuusmenettelyiden arviointiin. Tarkastajat ovat laatineet tarkastuskertomukset jokaisesta tarkastettavasta kohteesta, joihin on kirjattu tarkempia kuvauksia työmaalla läpikäydyistä asioista sekä työhön mahdollisesti liittyvistä puutteista. Tarkastuskertomuksiin oli kirjattu puutteiden osalta joko käyttökehoitus tai toimintaohje puutteen vakavuuden mukaan. STM ja AVI:n työsuojeluvastuualue laativat yhteenedon valvontahankkeen tuloksista osaksi tutkimushankkeen raportointia.

Uuden toimintamallin kehittämiseksi järjestettiin asiantuntijatyöpaja, johon kutsuttiin rakennuttajien, suunnittelijoiden, turvallisuuskoordinaattoreiden ja toteuttajien edustajia. Työpajan tavoitteena oli löytää hyviä käytäntöjä ja konkreettisia toimenpiteitä, joilla rakennusprosessissa varmistetaan kaivantotöiden turvallinen toteuttaminen.

Tutkimustyön lopputuloksena on tämä Liikenneviraston julkaisu, jonka tekemisessä on hyödynnetty kerättyjä tutkimustietoja ja hankkeen aikana järjestetyistä työpajoista saatuja tietoja.

2 Kaivantoturvallisuus rakennusprosessissa -kirjallisuuskatsaus

2.1 Lainsäädännön määrittämät vastuut ja velvoitteet

Keskeisen rakentamista koskevan turvallisuuslainsäädännön muodostavat VNa 205/2009 Rakennustyön turvallisuudesta sekä Työturvallisuuslaki 738/2002, jonka nojalla em. asetus on säädetty.

Kaikkia toimialoja koskeva työturvallisuuslaki edellyttää, että työhön liittyvät vaarat selvitetään ja poistetaan mahdollisuuksien mukaan. Lain 9 §:ssä todetaan, että työnantajan ja työntekijän on yhteistoiminnassa pyrittävä ylläpitämään ja tehostamaan työturvallisuutta työpaikoilla. Työturvallisuuslaissa on myös nostettu esille rakennustyömaan erityispiirteet ja siinä säädetään yhteisen rakennustyömaan velvoitteista, mm. pääurakoitsijan asemassa olevalla. Pääurakoitsijan on lain mukaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville, eikä muillekaan työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. Laissa viitataan myös siihen, että Valtioneuvoston asetuksessa annetaan tarkempia säännöksiä rakennuttajan ja päätoteuttajan velvollisuuksista sekä niiden jakaantumisesta.

Rakennustyön turvallisuutta koskevassa Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 on puolestaan työstä aiheutuvaan vaaraan liittyvää huolehtimisvelvoitetta jaettu rakennushankkeen eri osapuolille siten, että se koskee kaikkia omalta osaltaan. Eli rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työsuorittajan on yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava turvallisuuden varmistamisesta rakennustyössä.

Rakennustyön turvallisuutta koskevassa Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 on useita kaivantojen turvallisuutta koskevia säädöksiä. Sen voimaantulon myötä turvallisuusvaatimukset tiukentuivat kaivantojen tukemisen osalta. Asetus velvoittaa tekemään kaivannon ensisijaisesti tuettuna, jos sen sortuma saattaa aiheuttaa tapaturman. Lisäksi rakennuttajan on huolehdittava siitä, että rakennushanketta suunniteltaessa otetaan huomioon rakennustyön toteuttaminen siten, että työ voidaan tehdä turvallisesti ja aiheuttamatta haittaa työntekijöiden terveydelle.

Asetus velvoittaa ottamaan selvää maan ja kallioperän geoteknisistä ominaisuuksista ennen maa- ja vesirakennustyön aloittamista. Kaivantoja tehtäessä on arvioitava sortuman vaara ja maamassojen kantavuus. Kaivannon tuentaa ja muuta suojaustoimenpidettä koskeva suunnitelma on laadittava pätevän henkilön toimesta ennen työn alkua.

Asetusta voidaan edellä kuvattujen velvoitteiden ja huomioon otettavien asioiden nojalla tulkita niin, että kaivantojen turvallisuus on otettava huomioon rakennushankkeen turvallisuusdokumenteissa, kuten esimerkiksi rakennuttajan laatimissa turvallisuusasiakirjassa ja turvallisuussäännöissä sekä päätoteuttajan laatimissa työturvallisuussuunnitelmassa ja rakennusalueen käytön suunnitelmassa eli työmaasuunnitelmassa.

Asetuksessa säädetään myös työnaikaisesta toiminnasta kaivutyöhön liittyen. Sen mukaisesti kaivutyö on tehtävä turvallisesti ottaen huomioon maan geotekniset ominaisuudet, kaivannon syvyys, luiskan kaltevuus ja kuormitus sekä vedestä ja liikenteen tärinästä aiheutuvat vaaratekijät. (Hietavirta & al. 2011).

Asetus 205/2009 painottaa vaarojen ennakointia ja ennaltaehkäisyä. Sen mukaan töiden aikataulujen ja töiden yhteensovittamisen suunnittelussa on otettava huomioon vaarojen ja haittojen ennaltaehkäiseminen. Pää toteuttajan veloitteena on tehdä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat. Tällöin pää toteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. Työturvallisuutta koskevia suunnitelmia laatiessa pää toteuttajan on erityisesti huomioitava työt, joihin liittyy erityisiä vaaroja työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Pää toteuttajan tulee huomioida suunnittelussa rakennuttajan laatiman turvallisuusasiakirjan tiedot lähtötietoina. Pää toteuttajan on pidettävä suunnitelmat ajan tasalla ja tarkistettava ne aina olosuhteiden muuttuessa. Näiden edellä kuvattujen veloitteiden ja tehtävien voidaan katsoa koskevan erityisesti kaivutyön ja kaivantojen suunnittelua, sillä kaivutyö voi aiheuttaa työntekijälle tapaturmavaaran maansortumasta, jolloin se katsotaan erityistä vaaraa sisältäväksi työksi. Työmaan turvallisuussuunnittelussa on huomioitava erityisesti kaivutyöt, maapohjan kantavuus ja kaivantojen tuenta sekä putoamissuojauksen toteuttaminen.

Asetus määrittelee lisäksi, että työmaa-alueen käytön suunnitteluun liittyvässä riskienarvioinnissa on kaivutöiden osalta kiinnitettävä erityistä huomiota kaivu- ja täytömassojen, koneiden ja rakennustarvikkeiden sijoittamiseen sekä kulku- ja nousuteihin ja työmaaliikenteeseen.

Valtioneuvoston asetuksen 205/2009 liitteessä 2 on luettelo erityistä vaaraa aiheuttavista töistä, joista kaivutöihin liittyvät seuraavat:

1. Työt, joissa työntekijöihin kohdistuu maansortuman alle hautautumisen, maahan vajomisen tai korkealta putoamisen vaara, joka on erityisen suuri työn luonteen tai käytettyjen työmenetelmien taikka työskentelypaikan tai työmaan olosuhteiden vuoksi.

6. Työt kuiluissa, maanalaisissa rakennuskohteissa ja tunneleissa.

11. Rakenteiden, rakenneosien tai materiaalien purkutyö.

12. Työt tie- ja katualueella sekä rautatiealueilla.

Valtioneuvoston asetus 205/2009 ottaa kantaa toteutussuunnitteluun siten, että vasta luotettavan selvityksen perusteella voidaan kaivannon työturvallisuus toteuttaa luiskaamalla tai porrastamalla kaivanto. Luotettava selvitys edellyttää kannanottoa pätevältä henkilöltä, joksi katsotaan esim. geotekniikan tai maarakennuksen asiantuntija (Hietavirta & al. 2011). Asetuksessa luetellaan tilanteita, joissa on ryhdyttävä erityisiin toimenpiteisiin työn suunnittelussa ja valvonnassa. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi yli kaksi metriä syvät ja kapeat kaivannot, kaivantoon kohdistuva tärinä, hienorakeisten tai eloperäisten maalajien kaivutyöt ja sääolosuhteet (sade, kuivumi-

nen, roudan sulaminen). Erityistilanteissa työ on suunniteltava ja toteutettava huolellisesti minkä lisäksi itse työtä on valvottava ja tilannetta on tarkkailtava jatkuvasti.

Asetuksessa 205/2009 on lisäksi määräys maarakennuskoneiden sijoittamisesta turvallisen etäisyyden päähän kaivannon reunasta ja velvoite huolehtia siitä, että maarakennuskoneiden työalueella ei ole henkilöitä vaaranalaisissa paikoissa. Maarakennuskoneiden kuljettajille sekä muille työntekijöille on annettava myös erityistä opetusta ja ohjausta maarakennuskoneiden aiheuttamista vaaratekijöistä ja niiden torjumisesta.

Kaivantotöiden suunnittelua ja toteutusta ohjeistaa Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK B3, mikä on Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista. Asetus koskee luvanvaraista sekä soveltuvin osin viranomaishyväksyntää muutoin edellyttävää rakennustyötä ja rakentamista valmistettavaa toimenpidettä. Vaikka näin ollen infra-alan kohteet eivät kuulu tämän asetuksen soveltamisalaan, on asetuksessa esitetyt ohjeet kuitenkin sovellettavissa myös infra-alalla. Infra-alalla käytettävissä kaivutöiden ohjeissa viitataan yleisesti ko. asetukseen.

Rakentamismääräyskokoelma RakMK B3 asetus pohjarakenteista määrittelee, että pohjarakennustöiden laadunvalvonnan järjestäminen erittäin vaativissa ja vaativissa kohteissa esitetään työ- ja laatusuunnitelmissa, joka on osa rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Suunnitelmat esitetään riittävän ajoissa ennen työvaiheen aloittamista. Jos maapohjassa on odotettavissa liikkeitä, on niiden vaikutukset selvitettävä ja tehtävä ennen pohjarakennustyötä riittävän laajat ja yksityiskohtaiset ympäristön rakennusten ja rakenteiden katselmuksat. Laadunvarmistuksesta huolehtii pohjarakennustöiden työnjohtaja.

Rakennuskaivantotyöt on tehtävä ennalta laadittujen kaivannon pohjarakennesuunnitelman ja työ- ja laatusuunnitelman mukaan. Kaivantotyöt on tehtävä niin, että missään työvaiheessa ei aiheudu vaaraa tai kohtuutonta haittaa ympäristölle eikä kaivannon vaikutusalueella oleville rakennuksille, rakenteille tai laitteille. Kaivantotyön kelpoisuus ja laatu on pystyttävä toteamaan luotettavasti työnaikaisilla seuranta- ja tarkkailumittauksilla, vertaamalla suorituspöytäkirjoja, pohjasuhteita ja pohjavedenpintaa sekä kaivun ja tukirakenteiden toteumatietoja pohjarakennesuunnitelmasiakerjan mukaisiin arvoihin. (RakMK B3). Seuranta- ja tarkkailumittauksia ovat mm. ankkureiden koeveto, siirtymä- ja tärinämittaukset ja pohjavedenpinnan seuranta- mittaukset sekä naapurikiinteistöjen painuma- tai sivusiirtymäseurantaan liittyvät katselmuksat (RIL121-2004 Pohjarakennusohjeet).

Rakentaminen ei saa aiheuttaa haitallisia muutoksia ympäristön luonnonolosuhteissa, maa- ja kalliopohjassa, pohjavedessä eikä rakennusalueen tai ympäristön rakennuksissa tai rakenteissa. Mikäli haitallisia muutoksia on odotettavissa, on vaikutukset selvitettävä ja ennen rakennustöitä tehtävä laajat ja yksityiskohtaiset katselmuksat. Rakentamisen aikana muutoksia seurataan tarkkailuohjelman mukaisesti. (RakMK B3).

Tarkastusasiakerjassa on pohjarakennustyön laadun ja kelpoisuuden selvittämiseksi työn aikana pidettävä kustakin yksittäisestä työsuorituksesta yksityiskohtaista suorituspäiväkirjaa asianmukaisine mittaus- ja havaintotuloksineen. Suorituspöytäkirjoja on pidettävä erityisesti kaivannon rakentamisesta, sisältäen tukiseinän lyönnin ja ankkuroinnin, suotovesien pumppausmäärät ja pohjavedenpinnan korkeudet. Suorituspöytäkirjat liitetään allekirjoitettuna tarkastusasiakerjaan. (RakMK B3).

2.2 Kaivantoja koskevat menettelyt ja ohjeet

2.2.1 Yleistä

Ympäristöhallinnan ohje 5/2006 Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä käsittelee laajasti rakennusalaan koskevan lainsäädännön kautta rakennushankkeen eri osapuolten velvollisuuksia sekä työsuojelun yleisiä vastuutasoja ja valvontaa. Ohje ottaa myös kantaa siihen, miten lainsäädäntö velvoittaa alueellista ympäristökeskusta toimimaan työnantajana ja rakennuttajana sekä kuvaa työsuojeluun liittyviä tehtäviä ja vastuita työmaan perustamisessa ja ylläpidossa. Maarakennustöitä ja kaivutyön turvallisuutta käsitellään RIL Rakennuskaivanto-ohjeen periaatteiden mukaisesti. Kaivutyön suoritukseen liittyen ohjeessa on esitetty yleisohjeiden lisäksi mm. luiskattujen kaivantojen vakavuuteen liittyviä tekijöitä ja käytännön periaatteita erilaisissa maala-jeissa, lyhyt selvitys tuetuista kaivannoista ja erityistoimenpiteet riskinalaisilla kaivanto-osuuksilla työskenneltäessä. (Ympäristöministeriö 2006a). On kuitenkin hyvä muistaa, että ohje on julkaistu ennen kuin viimeisin VNa (205/2009) rakennustyön turvallisuudesta on astunut voimaan.

Kaivantoihin liittyvää ohjeistusta on tuotu esille mm. seuraavissa Liikenneviraston voimassa olevissa ohjeissa:

- Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet Liikenneviraston ohjeita 9/2010
- Tien geotekninen suunnittelu, Liikenneviraston ohjeita 10/2012
- Geotekniset laskelmat, TIEH 2100018-03, verkkojulkaisu TIEH 2100018-v-03
- Radan suunnitteluohje. Helsinki 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 20
- Ratahallintokeskuksen D 10 julkaisuja. Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL) Osa 9 Pylvästörustukset.

Maakaivantojen suunnittelun tärkein käytössä oleva ohje on InfraRYL 2012 osa 1 Väylät ja alueet ja kohta 16200. Ohje sisältää taulukoita tukemattomista kaivannoista ja kuva-aineistoa.

VR ja Ratahallintokeskus ovat laatineet myös erillisohjeita rautatiealueiden silta-kaivannoista, joissa annetaan ohjeita suunnitteluun, toteutukseen ja valvontaan. Nämä ohjelehtiset ovat kuitenkin jo vanhentuneita mm. uusien junakuormien ja euronormien vuoksi.

Kaivantotöiden ohjeistusta on tarkasteltu seuraavissa kappaleissa rakennusprosessin näkökulmasta.

2.2.2 Rakennussuunnittelu ja suunnittelun ohjaus

Valtioneuvoston asetus 205/2009 määrittelee, että kaivannon seinämä on tuettava, jos sortuma saattaa aiheuttaa tapaturman. Rakentamisen yleisten laatuvaatimusten InfraRYL 16200:n ohjeet puolestaan määrittelevät, että jos kaivannossa on olemassa sortumisvaara, on laadittava kaivantosuunnitelma.

Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989 sisältää ohjeita erityyppisten kaivantojen (putki, luiskattu, tuettu) suunnittelusta. Kaivannon sortuman estäminen voidaan tehdä luiskaamalla, mutta se edellyttää tilaa ja oikeanlaista, helposti kaivettavaa maalajia.

Kaivanto tuetaan, kun luiskaaminen ei ole mahdollista tai järkevästi toteutettavissa. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Kaivannon projektisuunnittelu on osa rakennuskohteen pohjarakennesuunnittelua eli kaivantosuunnittelu on suoritettava rakennuskohteen muun suunnittelun kanssa tiiviissä yhteistyössä. Suunnittelussa on otettava myös huomioon rakennuspaikan paikallisten olosuhteiden asettamat vaatimukset ja RIL 181-1989:n ohjeessa sekä muissa ohjeissa, standardeissa ja muissa määräyksissä annetut yleiset vaatimukset kaivannon geoteknisestä mitoituksista ja oikeista työtavoista. Kaivannon pohjarakennesuunnittelu sisältää kaivannon luiskien ja muiden maarakenteiden geoteknisen mitoituksen ja/tai tukirakenteen geoteknisen ja rakenteellisen mitoituksen. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeessa käsitellään kaivantosuunnitelman laatimista ja viitataan ohjeen RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohjeen soveltamiseen. Geoteknisen suunnittelun neljän osatehtävän kuvausten lisäksi korostetaan sitä, että kaivantosuunnitelman tulee sisältää työvaiheet sekä mahdollisen tuennan ja pohjaveden hallinnan toteuttaminen suhteessa työvaiheisiin. Ohjeessa käsitellään myös luiskan suunnittelussa huomioon otettavia maakerrosten geoteknisiä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat leikatun luiskan mekaaniseen käyttäytymiseen. (Liikennevirasto 2010).

Suunnittelussa ohjeistetaan varmistamaan, että kaivu voidaan tehdä suunnitelmissa esitettyssä laajuudessa niin, että sortumista eikä pohjannousua tapahdu missään olosuhteissa. Suunnitelmien edellytetään sisältävän suosituksia ja määräyksiä työnäikaisistä kaivussyvyyksistä, luiskan kaltevuuksista ja tukemistarpeesta sekä työjärjestyksestä. Luiskan kaltevuuden valintaan vaikuttaa erilaiset olosuhdetekijät, jotka on otettava suunnittelussa huomioon. Näitä ovat mm.:

- kaivannon aukioloaika
- olemassa olevat täytöt ja kaivannot ympärillä ja muut ympäristön rakenteet
- routiminen
- roudan sulaminen
- pitkäaikainen sade
- lumen nopeasta sulamisesta aiheutuva pintavalunta
- pohjaveden korkeus ja suotautuminen
- liikenteen, louhinnan, paalutuksen yms. aiheuttamat tärinät. (Liikennevirasto 2010).

Kaivannon suunnittelun lähtötietoja ajatellen pohjatutkimuksen tulee sisältää seuraavat osa-alueet:

- maakerrokset kaivannon ja ankkuroinnin alueella sekä niiden tiiviys, kivisyys ja lohkaraisuus
- kovan pohjan sijainti ja kallion sijainti kaivannon ulottuessa kallioon tai käytettäessä kallioankkureita
- hienorakeisten ja eloperäisten maakerrosten suljetut leikkauslujuudet
- muut maakerrosten geotekniset mitoitussarvot määritetään "in situ" kokein ja laboratoriossa
- pohjavedenpinta vaihtelurajoineen. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Kaivannon suunnittelun lähtötiedoissa on myös huomioitava läheiset rakennukset ja rakenteet sekä niiden vaurioherkkyys. Ennen maastossa suoritettavaa pohjatutkimusta on selvitettävä kaivannon vaikutusalueella olevat rakennukset ja rakenteet. Tässä yhteydessä on selvitettävä myös:

- hule- ja likavesiviemärit
- vesi-, kaasu- ja kaukolämpöjohdot
- sähkö-, puhelin- ja lennätinkaapelit. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Lisäksi on selvitettävä myös alueelta puretut rakennukset ja rakenteet, joiden perustuksia tai rakenteita on jätetty purkamatta. Lisäksi alueella aiemmin tehdyt kaivut ja täytöt on selvitettävä. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Tien pohjarakenteiden suunnitteluohje määrittää, että lähtötiedoiksi on koottava tietoa leikkauksen lähistön täytöistä ja muista rakenteista ja, että ne on esitettävä suunnitelmassa. Suunnitelmassa edellytetään esitettävän myös alueet, joille kevennysleikkausten leikkausmassoja ei saa läjittää. (Liikennevirasto 2010).

Rakennuspohjan ja lähiympäristön tutkimukset sisältävät Pohjarakennusohjeen RIL 121-2004 mukaan seuraavat:

- pohjatutkimuksen
- maakosteuden
- roudan
- tulva- ja sortumariskin
- pilaantuneen maaperän
- radonin
- perusteiden kuntotutkimukset
- rakenteiden ja ympäristön katselmukset
- liikennetärinän.

Pohjarakenteiden suunnittelu on jaoteltu seuraavasti:

- yleisten vaatimusten suunnitteluun
- perustusten ja muiden pohjarakenteiden kuormitusten suunnitteluun
- rakennuspohjan suunnitteluun
- pohjarakenteiden sijoittamisen ja ympäristövaikutusten suunnitteluun
- perustusten suunnitteluun
- alapohja- ja kellarirakenteiden suunnitteluun
- piha-alueiden rakenteiden suunnitteluun. (RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet).

Rakennustöiden turvallisuusmääräyksen selityksineen (Hietavirta & al. 2011) korostaa sitä, että kaivannon suunnittelun vaativuuteen vaikuttavat oleellisesti vaikeat ja vaihtelevat pohjasuhteet, pohjaveden läheisyys, kaivannon syvyys, läheisistä rakennuksista tulevat kuormitukset sekä käytössä olevan tilan ahtaus. Teoksessa viitataan rakennuskaivanto-ohjeessa (RIL 181-1989) esitettyyn kaivantojen luokitteluun hyvin vaativiin, vaativiin ja helppoihin kaivantoihin.

Hyvin vaativia kaivantoja ovat:

- yli 5 m syvät ja hienorakeisten tai eloperäisten maalajien alueelle sijoittuvat kaivannot
- pohjavedenpinnan alapuolelle ulottuvat, erityisesti alueella, jossa pinnan aleneminen aiheuttaa ympäristöriskejä kaivannot
- naapurirakennusten perustusten alapuolelle ulottuvat kaivannot

- yli 5 m syvän maakerroksen läpi kallioon ulottuvat kaivannot
- kaivannot, joihin kohdistuu tärinää
- kaivannot, joiden tukiseinän alapää jää hienorakeiseen tai eloperäiseen maakerrokseen
- kaivannot, joiden ankkurointi ulottuu viereisen rakennuksen perustusten alapuolelle
- kaivannot, joiden rakentamisessa käytetään uutta menetelmää. (Hietavirta & al. 2011)

Vaativia kaivantoja ovat:

- hienorakeisten tai eloperäisten maalajien alueella olevat, yli 2 m syvät kaivannot
- karkearakeisten tai moreenimaalajin alueella olevat, yli 5 m syvät kaivannot
- naapurirakennuksen vieressä sijaitsevat kaivannot
- pohjaveden alapuolelle ulottuvat kaivannot
- yli 2 m syvän maakerroksen läpi kallioon ulottuvat kaivannot. (Hietavirta & al. 2011)

Helпоiksi kaivannoiksi luokitellaan kaivannot, jotka eivät täytä edellä kuvattuja määritelmiä. (Hietavirta & al. 2011)

Lähtötiedot esitetään pohjatutkimuskartalla ja -leikkauksissa jotka esitetään Pohjarakennusohjeen RIL 121-2004 mukaisesti. Kaivannon luiskien tai tuennan mitoitusta varten tarvitaan kunkin geoteknisen maakerroksen lujuusparametrit ja tehokkaat tilavuuspainot. Mitoituslaskelmiin ja -piirustuksiin sisältyy ensiksi lähtötietopiirustus, joka sisältää käytettävän laskentamallin geoteknisine maakerroksineen ja pohjavedenpintoineen tai huokosvedenpainepintoineen sekä tulevine luiska- ja tukirakenteineen. Tuettujen kaivantojen lähtötietopiirustuksissa on esitettävä mitoitettava tukiseinä kaivu- ja tuentatasoineen. Lähtötietopiirustuksissa on esitettävä myös ulkoiset kuormat, niiden sijainti ja suuruus. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Ympäristöselvityskartta, koekuoppapiirustukset ja laboratoriopiirustukset kuuluvat pohjarakennuspiirustuksiin. Pohjarakennuspiirustuksia ovat lopullisen kaivannon yleispiirustus, työvaihepiirustukset sekä tukiseinäpiirustukset taso- ja poikkileikkauskuvina. Tuettujen kaivantojen osalta tarvitaan lisäksi myös tukiseinäpiirustukset. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Matalat kaivannot pyritään toteuttamaan luiskattuina. Vakavuuslaskelmat määräävät luiskatun kaivannon tilantarpeen. Luiskattujen kaivantojen vaatiman tilan suhteen huomioitavia asioita ovat:

- tarkasteltavan liukupinnan sisäpuolella vaikuttavat kuormitukset
- kaikki luiskan ja kaivannon ympäristön stabiliteettia mahdollisesti heikentävät tekijät (pohjaveden korkeusvaihtelut, pohjaveden suotovirtaus, huokospaineen nousu esim. paalutuksen johdosta sekä pohjamaan häiriintyminen paalutuksen aiheuttamien siirtymien tai tärinän takia). (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Luiskattujen kaivantojen geoteknisestä mitoituksesta kerrotaan Rakennuskaivanto-ohjeessa RIL 181-1989 seuraavaa: Hienorakenteisessa tai eloperäisessä maassa luiskatun kaivannon vakavuutta tarkastellaan kahdessa mitoitustilanteessa (lyhyt- ja pitkäaikainen vakavuus). Karkearakeisissa käytetään vain pitkäaikaista vakavuutta. Luiska suojataan sekä pinta- että pohjaveden aiheuttamalta eroosiolta.

Kaivannon mitoitus suositellaan tehtäväksi rajatilamenetelmällä, mutta voidaan tehdä myös kokonaisvarmuusluku- ja sallittujen jännitysten menetelmällä. Kaivanto mitoitetaan siten, että maapohja ja/tai tukirakenne kestävät niille eri työvaiheissa tulevat kuormitukset riittävällä varmuudella ympäristössä syntyvien siirtymien ja painumien pysyessä sallituissa rajoissa. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Maanpaine lasketaan huomioiden maanpinnan kaltevuus, pohjasuhteet, pohjaveden taso sekä virtaustila, tukiseinärakenteen muoto, rakenne, jäykkyys ja liikkumismahdollisuudet ja tukiseinärakenteen tuentatapa. Maanpaine pohjavedenpinnan alapuolella lasketaan maan tehokasta tilavuuspainoa käyttäen ja vedenpaine-ero otetaan erikseen huomioon. Laskennassa on otettava huomioon myös tiivistyksen aiheuttama maanpaineen kasvu sekä pohjarakennustöiden, liikenteen ja louhinnan aiheuttama maanpaine. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Kaivanto on tuettava, mikäli kaivannon tekeminen luiskattuna on epätaloudellista (suurten kaivu-/täyttömassojen vuoksi), luiskatun kaivannon vaatima tila on liian suuri tai varmuus luiskan sortumaa vastaan on liian pieni. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Rakennuskaivanto-ohjeessa kuvataan tukiseinätyypit::

- teräsponttiseinä (käytetään rakennus- ja johtokaivantojen työnaikaiseen ja pysyvään tukemiseen)
- settiseinä (käytetään matalien ja syvien työnaikaisten sekä pysyvien kaivantojen tukemiseen karkearakenteisessa maassa tai moreenissa)
- patoseinä (käytetään kun joudutaan tukemaan syviä kaivantoja tai kun tukiseinän tulee olla vesitiivis, käytetään myös erityisesti silloin kun tukiseinää käytetään osana lopullista rakennetta).

Liikenneviraston ohje Tien geoteknisestä suunnittelusta edellyttää luiskattujen kaivantojen ja kaivantojen tuennan suunnittelun täyttävän Eurokoodin ja sen kansallisen liitteen sekä Liikenneviraston soveltamisohjeessa esitetyt vaatimukset. Ohje määrittelee, että kaikista kaivannoista laaditaan kaivantosuunnitelma rakennussuunnitelman laatimisen yhteydessä tai esitetään pohjarakennussuunnitelmassa selkeästi tarve kaivantosuunnitelman laatimisesta ennen rakennustyön aloitusta. Kaivantosuunnitelman laatimisessa edellytetään noudatettavan ohjeita Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989 ja Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992 sekä Liikenneviraston eurokoodin soveltamisohjetta NCCI7. (Liikennevirasto 2012)

Geoteknisiä laskelmia koskevassa ohjeessa määritellään periaatteita, joilla luiskien vakavuustarkasteluja voidaan tehdä. Geotekniikan peruskaavojen ja käyrästöjen käyttö on määritelty mahdolliseksi silloin, kun varmuus on todettu kohtuulliseksi. Varmuuden ollessa alle 1.3, tulee vakavuuslaskenta tehdä $\phi = 0$ -menetelmällä. Mitoitus voidaan tehdä pienempää varmuutta kuin 1.3 käyttäen vain, jos täyttö suunnitellaan tapahtuvaksi välittömästi kaivua seuraten eivätkä muut rakenteet tai työkoneet joudu vaaraan. Arvioissa ja laskelmissa on otettava huomioon työkoneiden toimintatapa tai se on laskelmien perusteella suunnitelmassa määrättävä. Luiskattujen yli 1,5 m syvien kaivantojen osalta luiskien vakavuus selvitys on tehtävä liukupinta-analyysinä. Laskelmat edellytetään tehtäväksi myös aina silloin, mikäli kaivanto on tien, rautatien, rakennuksen tai muun rakenteen vieressä. (Tiehallinto 2003)

Euronormit tuovat kaivantojen vakavuuksien ja tukirakenteiden suunnitteluun uusia vaatimuksia ja mitoitusmenettelyjä. Geotekninen suunnittelu, Eurokoodin EN 1997-1

suunnitteluohje RIL 207-2009 määrittelee mm. ohjeellisiin sääntöihin perustuvaa mitoitusta, geoteknisen suunnitteluraportin sekä geoteknisten tietojen ja tietojen arvioinnin esittämisen pohjatutkimusraportissa.

Ratahallintokeskuksen julkaisu B15 Radan stabiliteetin laskenta (Ratahallintokeskus 2005) liittyy myös kaivantoihin antaen suunnittelijalle ja suunnitelmien tarkastajalle ohjeita mm. pohjatutkimusten tekemisestä, vakavuuslaskennassa käytettävistä juna-kuormista ja varmuustasosta sekä laskentamenetelmien käytöstä ja valinnasta. Julkaisu sisältää myös ohjeistusta lujittumisen laskentaan, liukupinnan määrittämiseen ja pohjavahvistusten huomioonottamiseen. Ohje määrittelee myös kaavion avulla stabiliteetin laskentaprosessin eri suunnitteluvaiheissa kaaviokuvan avulla.

Tukiseinän suunnittelussa on suunnittelijan valittava "optimaalinen" tukiseinätyyppi, tuentatapa ja työtapa. Suunnittelijan ei tule tinkiä tuennan teknisistä vaatimuksista eikä työturvallisuudesta. Kaivannon pohjan hydraulisessa murtumisessa on otettava huomioon, että karkearakenteiseen maahan pohjaveden pinnan alapuolelle rakennettavan kaivannon suunnittelussa on laskelmin varmistettava, ettei kaivannon pohjalla tapahdu hydraulista murtumista. Tukiseinän pystystabiliteetti on tarkistettava laskelmin ja samoin kaivannon kokonaisstabiliteetti tarkastetaan laskelmin. Siirtymätarkastelut käyttörajatilassa on tarkistettava aina, kun kaivannon vaikutusalueella on pysyviä rakenteita tai rakennuksia. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Pohjarakennusohjeiden RIL 121-2004 mukaan tukirakenteiden ja maanpaineen suunnittelu sisältää tukirakenteiden suunnittelun, tuennan ja ankkuroinnin suunnittelun ja maanpaineen suunnittelun. Kaivantojen suunnittelun osalta Pohjarakennusohjeessa RIL 121-2004 on samaa sisältöä kuin Rakennuskaivanto-ohjeessa RIL 181-1989.

Radan suunnitteluohje edellyttää, että suunnitteluratkaisuihin pohjautuva toteutus työmaalla on turvallista eikä saa vaarantaa työmaalla työskentelevien terveyttä tai junaliikennettä. Suunnittelijan edellytetään antavan myös ohjeen selostuksen tai kuvauksen, mikäli edellyttää turvallisuuden kannalta käytettävän tiettyä työmenetelmää tai ratkaisua. Suunnittelijalta odotetaan turvallisuusohjeita rakennustyön toteuttamiseen, mm. tuentasuunnitelmaa, työselostusta kaivutyöstä ja työohjetta tuentaohjeeksi. (Ratahallintokeskus 2008).

2.2.3 Toteutussuunnittelu

Kaivannon suunnittelun ja kaivutöiden tekemisen vaatimuksena on, että työturvallisuus on otettu huomioon kaivannon rakentamisessa riittävässä määrin. Lisäksi ohjeistuksessa annetaan yksityiskohtaisia ohjeita kaivantotyön työturvallisuuteen liittyen. Suunnittelussa on otettava huomioon kulkeminen kaivantoon ja työmaaliikenne. Lisäksi on huomioitava esineiden putoamiset ja vierimiset kaivantoihin. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989:n mukaan kaivanto tulee mitoittaa siten, että maapohja ja/tai tukirakenne kestävät niille eri työvaiheissa tulevat kuormitukset riittävällä varmuudella ympäristössä syntyvien siirtymien ja painumien pysyessä sallituissa rajoissa. Lisäksi kaivannon suunnittelu edellyttää, että kaivannon perustamisvaiheessa ovat tiedossa kaivannon tyyppi ja perustamistapa sekä kaivannon pohjalla tehtävien pohjanrakennustoimenpiteiden laatu ja laajuus.

Tuenta voidaan toteuttaa joko kaivannon sisä- tai ulkopuolelle. Tuentatapa määräytyy pääasiassa kaivannon syvyyden ja laajuuden, pohjasuhteiden, kaivannon ympäristön, rakentamisjärjestyksen, työtilan tarpeen sekä taloudellisten näkökohtien perusteella. Tuentatavassa käsitellään myös tukiseinän alapään tuenta. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje). Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992:ssa mainitaan, että tukemistarve on arvioitava joka tilanteessa erikseen. Lisäksi työkohteessa on suunniteltava läjitysmaiden sijoitus siten, että ne eivät aiheuta vaaramomenteja työntekijöille ja ympäristölle.

Kaivannon vaikutusalue on otettava aina huomioon, kun suunnitellaan tuettua kaivantoa. On myös huomioitava, että pohjavedenpinnan laskun tai paalutustyön, liikenteen tms. aiheuttaman värinän vuoksi maapohjan liikkeet voivat ulottua laajemmalle alueelle kuin taulukosta saadaan. Kaivannon ympäristön painumien ja siirtymien suuruus riippuu pohjasuhteista, mitoituksessa käytetystä varmuustasosta sekä työtavasta ja työjärjestyksestä. Kaivannon tukiseinien ja luiskien siirtymät sekä niistä aiheutuvat painumat ja siirtymät ympäristössä on aina tarkistettava kaivannon geoteknisellä mitoituksella tai vähintäänkin arvioitava kaivannon geoteknisen suunnittelun yhteydessä. Siirtymät ja painumat ympäristössä sekä niistä aiheutuvat rasitukset ympäröivissä rakennuksissa ja rakenteissa eivät saa aiheuttaa rakenteellisia tai ulkonäköön vaikuttavia vaurioita rakennuksille tai rakenteille. Sallitut siirtymät riippuvat kaivannon vaikutusalueella olevien rakenteiden tyypistä ja perustamistavasta sekä kaivannon tyypistä. Kaivannon tukirakenteet mitoitetetaan yleensä kutakin rakennemateriaalia käsittelevän normin tai suunnitteluohjeen mukaisesti. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Kaivantosuunnitelma sisältää pohjaveden hallintasuunnitelman ja kaivannon tarkkailusuunnitelman. Tarkkailun toteuttamiseksi on tehtävä tarkkailusuunnitelma. Tarkkailusuunnitelma sisältää tukiseinän toiminnan tarkkailun, jossa tarkastellaan erityisesti siirtymiä, taipumia ja maan liikkeitä. Pohjavedenpinnan alenemisen tarkkailu toteutetaan pohjavedenhavaintoputkien avulla. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Kaivannon kuivanapitomenetelmien vaihtoehtoja ovat kaivannosta suoraan pumpaaminen, suodatinkaivot tai tyhjiömenetelmä (RIL 194-1992 Putkikaivanto-ohje). Tarvittaessa värinää mitataan kaivantoa ympäröivistä rakenteista ja/tai laitteista. Lisäksi tarvittaessa on tarkkailtava ankkureissa vallitsevaa voimaa ja seinään kohdistuvaa maanpainetta. Hyvin vaativien kaivantojen osalta on harkittava toimenpiteet palosuojauksen toteuttamiseksi ja/tai tuennan ja tukiseinän palosuojaamiseksi. Toimenpiteet ja suojaus kirjataan palosuojaussuunnitelmaan. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Infra RYL 16200 mukaan kaivantosuunnitelman perusteella tarkastetaan kaivantosyvyys, luiskan kaltevuus ja tuentatarve tapausittain paikallisten olosuhteiden mukaan ja ulkopuolisen kuormituksen yms. tekijöiden perusteella. Kaivu tehdään kaivantosuunnitelmissa esitetystä laajuudesta siten, että varmuus sortumista vastaan säilyy kaikista olosuhteista.

Luiskan kaltevuutta valittaessa otetaan huomioon maalaji ja sen lujuusominaisuudet sekä ainakin seuraavat olosuhdetekijät:

- kaivannon aukioloaika
- ympärillä olevat täytöt ja kaivannot sekä ympäristön muut rakenteet
- routiminen
- roudan sulaminen

- pitkäaikainen sade
- pohjaveden korkeus ja suojautumisen
- liikenteen, louhinnan, paalutuksen yms. aiheuttama tärinä. (Infra RYL 2009).

2.2.4 Rakentaminen

Kaivannot on luokiteltu kolmeen eri työluokkaan, jotka kuvaavat vaatimuksia työn edellyttämästä asiantuntijuudesta. III työluokan hyvin vaativissa kohteissa suositellaan tehtäväksi valvonta- ja mittausohjelma ennen kaivutyön käynnistämistä ja edellytetään, että työt tehdään yhteistyössä työkohteen tuntevan, geoteknisen asiantuntemuksen omaavan henkilön kanssa. II työluokan vaativissa kohteissa edellytetään työnjohdolta hyvää käytännön kokemusta kaivantotöistä. I työluokan helppoissa kohteissa katsotaan sen riittävän, että työ tehdään työnjohdon valvonnan alaisena. (RIL 194-1992 Putkikaivanto-ohje)

Putkikaivantoja koskeva ohje kuvaa työn toteutukseen liittyviä asioita. Mm. kaivujärjestys sekä työkoneiden ja autojen liikkeet on suunniteltava kaivantoalueella etukäteen. Myös kaivannon aukioloaika tulee olla suunniteltu ja kaivutyöt on toteutettava siten, että maa häiriintyy mahdollisimman vähän. Kaivutöiden osalta ennen kaivun alkua kaivinkoneen kuljettajaa on informoitava mahdollisista vaara-alueista ja läjitysmaiden turvallisesta sijoittamisesta. Lisäksi kaivinkoneen aiheuttamaa tärinää on seurattava. Jäätyneen maan lujutta voidaan käyttää myös hyväksi, mutta roudan vaikutus maalajien maarakenneominaisuuksiin on kuitenkin arvioitava kokemuksen perusteella ja tapauskohtaisesti. (RIL194-1992 Putkikaivanto-ohje)

Kaivannon rakentamisessa on eriteltävä tukiseinien teko-ohjeet seinätyyppikohtaisesti. Tukiseinän alapään tuenta on tehtävä kallioon, jos vaakastabiliteetti ei ole riittävä. Rakentamiseen kuuluu myös ankkureiden tekeminen ja koekuormitus, tuennan rakentaminen sekä kaivannon kuivanapito. Louhinnasta aiheutuva tärinä on huomioitava kaivuuta ja louhintaa toteutettaessa. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje). Ennen kaivun aloittamista on työnjohdon ja mahdollisesti myös työntekijöiden suunniteltava tarkemmin kaivutyön kulku (RIL 194-1992 Putkikaivanto-ohje).

Kaivannon suunniteltu toimivuus varmistetaan työjärjestyksen valvonnalla. Tuetut kaivannot on rakennettava vaiheittain ja tukiseinien lähtötiedoissa tulee kiinnittää huomiota kutakin työvaihetta vastaavat tuki- ja kaivutasot, joille mitoitus suoritetaan. Tärkein kaivannon turvallisuuden varmistamiseksi suoritettava toimenpide on mitoituksen perusteena olevan työjärjestyksen vaiheittaisen noudattamisen valvonta. Pohjaveden alennustapa ja tasot kussakin työvaiheessa ovat keskeisiä kaivannon mitoitustekijöitä, eli pohjavedentason valvonta on tärkeässä asemassa. Työtapojen ja materiaalien valvonnan osalta on tärkeää, että käytetään oikeaa kalustoa kussakin työvaiheessa. Tarkkailumittaukset on suoritettava tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Mikäli suunnitelma on ympäristöriskeihin nähden puutteellinen, on sovittava suunnittelijan ja rakennuttajan kanssa tarkkailumittausten lisäämisestä. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Jos kaivantoa rakennettaessa todetaan tai epäillään pohjatutkimusvirheitä, on maamerrokset tarkistettava ja suoritettava kaivannon mitoitus uudestaan. Samoin on meneteltävä, jos mitoituksen perusteena olevissa pohjavedenpinnan tasoissa tai huokosvedenpinnan suuruudessa on havaittu oleellisia poikkeamia. Mitoitus on tarkistettava myös, jos lujuusparametrit tai huokosvedenpaine ovat maarakennustöiden seurauksena muuttuneet. Jos tukiseinän ja ympäristön liikkeet ylittävät suunnittelun pe-

rustana olevat arvot, on ryhdyttävä toimenpiteisiin tuennan vahvistamiseksi. Lisäksi tärinät on pidettävä aisoissa. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992 sisältää työnjohdon ja valvojan muistilistan. Muistilistassa on kuvattu tärkeät osavaiheet kaivantotyössä. Muistilistassa kerrotaan mm., että kaivantosuunnitelma on laadittava tehtävälle johto-osuudelle ennen työn aloitusta ja suunnitelman on perustuttava riittäviin pohjatutkimuksiin. Pohjavedenpinta tulee tarkistaa työn alkaessa kriittiseksi arvioituissa paikoissa. Lisäksi muistilistaan on sisällytetty kysymyksiä mahdollisista tulevista, odotettavissa olevista vaikeuksista ja näihin seikkoihin varautumisesta. Tukiseinät on asennettava suunnitelmien mukaisesti ja kaivannon kaivussyvyyden ja laajuuden on pysyttävä suunnitelmien mukaisissa rajoissa. Lisäksi suunnitellut tarkkailutoimenpiteet toteutetaan ja tukiseinien purkaminen sekä kaivannon täyttö tehdään suunnitelmien mukaisesti. Keskeistä on annettujen työturvallisuusohjeiden noudattaminen. Työturvallisuutta edistäviä toimenpiteitä ovat:

- kaivantojen kevyt pönkitys
- elementtien käyttö tilapäiseen tukemiseen, kuten esim. räjäyttämisen yhteydessä
- yksin työskentelyn välttäminen kaivannossa
- kivien, routamöhkäleiden, työkalujen yms. kaivantoon putoamisen estäminen
- suojakypärän- ja kenkien käyttö
- kulkuteiden kunnon ylläpito
- järjestyksen ylläpito työmaalla.

Kaivannon luiskien liikkeitä seurataan tarkkailemalla ja tarvittaessa mittaamalla maan pinnan liikkeitä kaivannon läheisyydestä. Jos luiskien lähellä havaitaan maan liikkeitä tai vetohalkeamia, on luiskaa loivennettava tai kaivantoa täytettävä. Asiasta on aina ilmoitettava kaivannossa työskenteleville ja työnjohdolle. Lisäksi kaivanto on pidettävä työn aikana niin kuivana, että pohjamaa pysyy mahdollisimman häiriintymättömänä maanvaraisten rakenteiden kohdilla. Kaivannon sijainnin toteamiseksi työn aikana tehtävistä tarkemmittauksista voidaan todeta kaivannon muoto ja asema vähintään 20 m:n välein. Kaivannon pohjaa tehtäessä tarkkaillaan jatkuvasti maaperän laatua ja tarvittaessa tarkastetaan maanäyttein, vastaako maaperän laatu suunnitelma-asiakirjoissa esitettyä. Seurannan tulokset esitetään kelpoisuusasiakirjassa. (Infra RYL 16200).

Betoniviemärit 2003 -käsikirjassa on kerrottu putkikaivannon suunnittelusta ja siinä huomioitavista työturvallisuusseikoista. Ennen työn aloittamista on tarvittavien lupien oltava kunnossa. Käsikirjassa viitataan siihen, että putkikaivannon teon eri työvaiheiden yleiset laatuvaatimukset on esitetty Kunnallisteknisten töiden yleisessä työselostuksessa. Putkikaivannon pohjan leveys määräytyy yleisen työselostuksen tai suunnitelman ja asennettavien putkien perusteella. Kaivojen ja laitteiden kohdalla kaivanto tehdään leveämpänä. Kerroksellisessa maassa, jossa hieno- ja karkearaken-teisiä maakerroksia esiintyy päällekkäin, voi pohjaveden alapuolinen karkea kerros huuhtoutua pois, jolloin ylempänä oleva hienorakeisempi kerros murtuu. Koheesiomaassa pohjaveden alapuolella kaivettaessa, kaivannon pohja saattaa äkillisesti murtua aiheuttaen suuren vedentulon kaivantoon. Tämä heikentää yleensä myös luiskan vakavuutta.

Kaivanto on pidettävä niin kuivana, että kaivannossa tehtävät työt voidaan asianmukaisesti suorittaa ja materiaalit tiivistää vaadittavaan tiiviyteen. Tarvittaessa alennetaan pohjavettä ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti. Maa-aineksia sisältävää

vettä ei saa työn aikana johtaa jo rakennettuun putkistoon. Kaivannon ympärillä on maanpinnalla usein halkeamia, joiden täytyminen esimerkiksi sadevedellä voi heikentää kaivannon vakavuutta. Lyhyissä pätkissä tehtävien putkijohtojen asentaminen lisää varmuutta, kun täyttö tehdään välittömästi putkien asentamisen jälkeen. Kaikissa epäselvissä, kaivantojen turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä on tarkoituksenmukaista tehdä henkilöstöä ja kalustoa vaarantamatta koekaivu, jolla varmistetaan luiskien pysyvyys, veden tulo kaivantoon ja varmuus pohjannousua vastaan. (Betoniviemärit 2003).

Tuetun kaivannon teossa tulee kiinnittää seuraaviin asioihin huomiota:

- työntekijän turvallisuus
- ulkopuolisten turvallisuus ja naapurirakennusten vaurioherkkyys
- kaivannon aukioloaika
- putkien ja laitteistojen asentamisen vaatimukset (Betoniviemärit 2003).

Lisäksi kylmän sään aikana on kaivannon pohjan jäätyminen estettävä. Samoin tulee estää seinämien jäätyminen ylimmän putken lakea alemmalla (Betoniviemärit 2003).

Viemäritöissä on tärkeää, että putkien nostokone tai kaivinkone sijoitetaan siten, että sen käyttäjä voi, mikäli mahdollista, jatkuvasti valvoa taakan liikkumista. Mikäli näin ei voi tehdä, on käytettävä erillistä merkinantajaa. Nostokoneen toiminta-alueella tulee olla riittävä valaistus. Yleisin vahinko kaivantotyömaalla on kaapelin katkaisu. Useimmiten tähän on syynä huolimattomuus. Kypärän käyttö kaivantotöissä on ehdoton vaatimus ja tätä määräystä rikotaan yleisesti. (Betoniviemärit 2003).

Ympäristöhallinnon ohje 5/2006 Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä nostaa esille luiskattujen kaivantojen osalta, että kaivantoluiskien sortuilu on merkki sortumavaarasta ja siihen selkeä ohje, että on ryhdyttävä toimenpiteisiin nopeasti uusien sortumien estämiseksi. (Ympäristöministeriö 2006a).

Liikenneviraston ohjeissa on edelleen voimassa myös vuodelta 2001 oleva Ratahallintokeskus D sarjan julkaisu Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset Osa 9 Pylväasperustukset. Ohje määrittää tekemään peruskaivannon reunat yleensä mahdollisimman jyrkiksi kaivutöiden minimoimiseksi. Luiskakaltevuuden valinnassa ohjeistetaan käyttämään ohjeellisia kaltevuuksia karkearakeisille maalajeille ja viitataan Työsuojeluhallinnon ohjeessa Kapeat kaivannot esitettyihin luiskakaltevuuksiin. Muilla kuin karkearakeisilla maalajeilla ohjeistetaan määrittämään erikseen ja annetaan kaivannon syvyyteen perustuvia periaatteita luiskakaltevuuden määrittelyyn siten, että yli 2 m syvissä kaivannoissa otetaan paikalliset olosuhteet huomioon ja yli 3 m syvissä kaivannon vakavuus on tarkastettava laskelmin. (Ratahallintokeskus 2001).

Betoniviemäreitä koskevassa ohjeessa on eritelty yleisimmät kaivantojen sortumisen syyt, jotka olisivat olleet työmaajärjestelyin estettävissä. Näitä syitä ovat olleet:

- kaivinkone liian lähellä kaivannon reunaa
- työmaatie liian lähellä kaivannon reunaa
- maamassat on sijoitettu kaivannon reunalle
- roudan sulamisvaihe aiheutti maaperän löyhymisen ja runsaan veden muodostumisen
- routalippojen sulaminen
- kaivantosuunnitelmaa ei noudatettu
- tärinää ei ole otettu huomioon

- kaivannon kuivanapito on laiminlyöty. (Betoniviemärit 2003).

E erityisen vaarallisia ovat luiskatuissa kaivannoissa luiskista irtoavat ja vierivät kivet, mikä on otettava suunnitelmissa huomioon. Tuettujen kaivantojen tukiseinien on ulottuttava riittävästi maanpinnan yläpuolelle työturvallisuuden varmistamiseksi. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

2.2.5 Huomioita ohjeista

Rakennuskaivanto-ohjeen 181-1989 tarkoituksena on edesauttaa teknisesti moitteettomien, turvallisten ja taloudellisten rakennuskaivantojen suunnittelua ja rakentamista. Samalla tarkoituksena on yhdenmukaistaa suunnittelukäytäntöä. Ohje palvelee samanaikaisesti valvontaa ja esittää ohjeet kaivannon pohjatutkimuksiksi.

Putkikaivanto-ohjeen RIL 194-1992:n tavoitteena on osaltaan parantaa rakennustyön laatua ja työturvallisuutta ja se sisältää ohjeita suunnittelijoille, työsuojelu- ja valvontaviranomaisille sekä työnjohdolle. Ohjeessa on kuitenkin esitetty putkikaivantoja ja työturvallisuutta koskevia ohjeita ja määräyksiä, jotka pohjautuvat hyvinkin vanhoihin lakeihin ja asetuksiin. Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992 tukeutuu osittain Rakennuskaivanto-ohjeeseen RIL 181-1989.

Pohjarakennusohjeet RIL 121-2004 käsittelevät pohjarakenteiden suunnittelua ja rakentamista. Ohje on siirtymävaiheen ohje, jota joudutaan tarkastamaan Eurokoodien aseman vakiinnuttua pohjarakenteiden suunnittelussa. Ohjeet pohjautuvat RakMK B3:en.

Useissa dokumenteissa viitataan edelleen kaivantoihin liittyen Työsuojeluhallinnon ohjeen Kapeat kaivannot periaatekuviin alle 2 m syvien kaivantojen luiskakaltevuuksista. Työsuojeluhallinnon Kapeat kaivannot -ohje sisältää kaivuutyöhön ja kaivannon tuentaa käytännön ohjeita työn tekemisen näkökulmasta. (Työsuojeluhallinto 2010). Ohje ei kuitenkaan ota kantaa kaivantojen turvallisuuden suunnitteluun eikä rakentamisen eri osapuolilta edellytettäviin tehtäviin ennen varsinaisen kaivuutyön toteuttamista.

Liikenneviraston ohjesarjassa ei ole kaivantojen suunnittelua koskevaa erillistä ohjetta vaan niitä koskeva ohjeistus on esitetty osana tie- tai rautatierakenteiden suunnitteluohjeita. Liikenneviraston ohjeissa viitataan usein siihen, että noudatetaan mm. ohjeita Pohjarakennusohjeet RIL 121-1988 ja Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989.

Euronormit ovat tuoneet suunnitteluun uusia vaatimuksia ja mitoitusmenettelyjä. Liikennevirasto edellyttää euronormien mukaista suunnittelua hankkeillaan, mutta yksityisen puolen ja kunta-alan rakennuttajat eivät tätä edellytä. Tilanne voi aiheuttaa sekavuutta ja uudenlaisia ongelmia suunnitteluun mm. erilaisten varmuuskertoimien ja mitoitusmenetelmien vuoksi. Käyttööntövaihe edellyttää useilla menetelmillä laskemista ennen kuin uudet menetelmät vakiintuvat rutiiniksi. Tässäkin kirjallisuuskatsauksessa käsitellyt kaivantoja koskevat ohjeet sisältävät näin ollen myös osin vanhentunutta tietoa.

2.3 Pätevyudet

Suomen rakentamismääräyskokoelman RakMK A2 (Suunnittelu ja suunnittelijat) määrittelee vaatimuksia pohjarakennesuunnittelijapätevyydelle. Lainsäädäntöä sovelletaan luvanvaraiseen rakentamiseen, jolloin sen vaatimukset eivät koske infra-alan pohjarakennesuunnittelijoita. Suomessa toimiva Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevyudet FISE Oy ylläpitää alan pätevien toimijoiden rekisteriä. FISE toteaa lakiin ja täydentäviin rakentamismääräyksiin perustuvia suunnittelijoiden ja työnjohdon pätevyksiä. Lisäksi FISE Oy ylläpitämään järjestelmään on otettu mukaan markkinalähtöistä, vapaaehtoista, rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijapätevyksien toteamista.

Lokakuussa 2011 FISE Oy:n pohjarakentamiseen liittyviä pätevyksiä on laajennettu uudella infrarakentamisen pohjarakennesuunnittelijan pätevyydellä. Uusi pätevyys jakaantuu kahteen luokkaan: aa-tason (vaativat kohteet) ja a-tason (normaalit kohteet) pätevyysiin. aa-tason pätevyys edellyttää syvällisiä opintoja maamekaniikassa ja pohjarakennuksessa sekä laajasti infarakohteiden suunnittelun opintosuorituksia. Lisäksi tarvitaan vahvaa kokemusta aa-kohteiden suunnittelusta.

Liikennevirasto on joulukuussa 2011 julkaissut tiedotteen, jossa se ilmoittaa 1.9.2012 jälkeen pohjarakennesuunnittelijoilta edellytettävää infrarakentamisen pohjarakennesuunnittelijan FISE Oy:n myöntämää pätevyyttä. Vaatimus tulee ottaa huomioon kaikissa niissä tarjouspyynnöissä, joihin kuuluu tiesuunnitelmaa täydentävän alustavan geoteknisen suunnitelman, rakennussuunnitelman tai rakennusaikaisen muutossuunnitelman laatiminen sisältäen Eurokoodi 7:n geoteknisiin luokkiin GL3 ja GL2 sijoitettujen rakenteiden pohjarakennesuunnittelua.

Infra-alalla ei ole asetettu turvallisuuteen liittyviä selkeitä pätevyysvaatimuksia työnjohdolle, kaivinkoneen kuljettajalle eikä työn valvojalle. Työmaan päätoteuttajalta edellytetään riittävää kohteen vaativuuden mukaista pätevyyttä, jota arvioidaan päätoteuttajan aiemman kokemuksen perusteella. Turvallisuuskoordinaattorin tulee myös olla riittävän pätevä, mutta lainsäädäntö ei määrittele selkeitä kriteerejä tälle pätevyydelle.

Työmailla työkoneiden kuljettajat ovat avainasemassa. Jos kaivantotyömaalla sattuu onnettomuus, osallistuu maanrakennuskoneen kuljettaja pelastustyöhön. Kuljettajien koulutukseen tulisi sisältyä turvallisuuskoulutusta ja tässä ammattikoulujen opetus ja ammattikoulujen kuljettajapuolen opettajien työkokemus ovat tärkeässä roolissa. Puolustusvoimissa varusmiesaikana on mahdollisuus suorittaa koneasentajakurssi, jonka jälkeen on lupa tehdä kaivutöitä, mutta koulutus ei käsittele juurikaan kaivutyön turvallisuusnäkökulmaa.

Infra-alan turvallisuuskoordinaattorille ei vielä ole olemassa pätevyyskoulutusta. On todettu, että esim. RIL:n koulutus on ollut liian yleisellä tasolla esim. ELY-keskusten henkilöstölle. Tästä johtuen Liikennevirasto on suunnittelemassa yleistä infra-alalle suunnattua yhden päivän mittaista turvallisuuskoordinaattorikoulutusta, joka on suunnattu Liikenneviraston ja ELYjen omalle henkilöstölle. Liikenneviraston hankkeilla tulee olla nimetty turvallisuuskoordinaattori jo suunnitteluvaiheessa. ELYissä turvallisuuskoordinaattori on mukana hankekohtaisessa suunnittelussa, mutta ei vielä esim. esisuunnitteluvaiheessa. Turvallisuuskoordinaattorikoulutukselle on Liikennevirastossa laadittu alustavaa runkoa. On ajateltu, että koulutuksen rakenne ja sisältö

voisi olla sellainen, jota esim. kuntapuoli voisi halutessaan hyödyntää. Koulutusmateriaali on tarkoitus saada työn alle vuoden 2013 alussa.

2.4 Kaivantojen tuennat

Kaivantojen tukemisessa käytetyt tukiseinät jaetaan yleisesti kolmeen luokkaan: teräspontti-, setti- ja patoseiniin. Infrakohteissa kaivanto on tyypillisesti luiskattu tai tuettu, jolloin tuentoina käytetään teräsponttiseiniä, kaivantoelementtiä ja settiseiniä. Lamellistabilointia käytetään harvemmin. Näiden lisäksi kapeissa kaivannoissa voidaan käyttää kevyttuentaa, kuten lankutusta estämään kivien yms. putoaminen. Tukiseinät itsessään voidaan tukea joko sisäpuolelta, ulkopuolelta tai alapäästään. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Tukiseinätyypin valintaan vaikuttavat kaivannon syvyys ja laajuus, pohjasuhteet ja pohjavedenpinnan taso, tukiseinän vesitiivisyysvaatimus, kaivannon ympäristö, tukiseinän käyttöaika sekä tukiseinän käyttö osana lopullista rakennetta. Näiden lisäksi on otettava huomioon käytettävissä olevat työkonemat, tukiseinätarvikkeet ja materiaalit. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

2.4.1 Tuentatavat

Kaivantojen tuet rakennetaan joko kaivannon sisä- tai ulkopuolelle. Tukiseinä voidaan joissain tapauksissa tukea myös kaivannon alapään tuentana. Käytettävän tuentatavan tyyppi määräytyy pääasiassa kaivannon syvyyden ja laajuuden, pohjasuhteiden, kaivannon ympäristön, kaivantotyön ja koko rakennuskohteen työjärjestyksen, työtilan tarpeen sekä taloudellisten näkökohtien perusteella. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje)

Sisäpuolisena tuentana käytetään yleensä vaakatukia, jotka tukeutuvat kaivannon vastakkaisiin seiniin. Pienialaisissa kaivannoissa voidaan tukirakenteet tehdä niin jäykiksi, että ne toimivat kehärakenteena. Laajoissa avoimissa kaivannoissa tai tukiseinän alapään jäädessä pehmeisiin maakerroksiin voidaan tukiseinät tukea vinotuilla kaivannon pohjalta. Tällainen tuenta edellyttää tarkkaa työvaihesuunnittelua. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje)

Ulkopuolista tuentaa käytetään laajoissa syvissä kaivannoissa. Ne tuetaan usein ankkuroimalla tukiseinä kaivannon ulkopuolelle. Mikäli seinän tukeminen yhdeltä tasolta riittää ja kaivannon ympäristö sallii, voidaan seinän tukemiseen käyttää vaakasuoria vetotankoja, jotka kiinnitetään tukiseinän taakse riittävän etäälle tukiseinästä sijoitettuun ankkurilaattaan tai teräsponttiprofiiliin. Mikäli tukiseinä joudutaan ankkuroimaan useammalta tasolta, käytetään yleensä injektoituja maa- tai kallioankkureita. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje)

Tukiseinän ja tuennan mitoitus käsittää seuraavat osatekijät: kuormitusten laskeminen, tarvittavan lyöntisyvyyden määrittäminen, tukiseinän ja tukirakenteiden dimensoiden laskeminen, kaivannon kokonaisstabiliteetin, pohjan stabiliteetin ja tukiseinän pystystabiliteetin tarkistaminen sekä tukiseinän taipuman ja maapohjan siirtymien tarkistaminen sekä kaivannon ympäristössä että kaivannossa. Kuvassa 1 on esitetty tukiseinän valintaan liittyviä tekijöitä. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje)

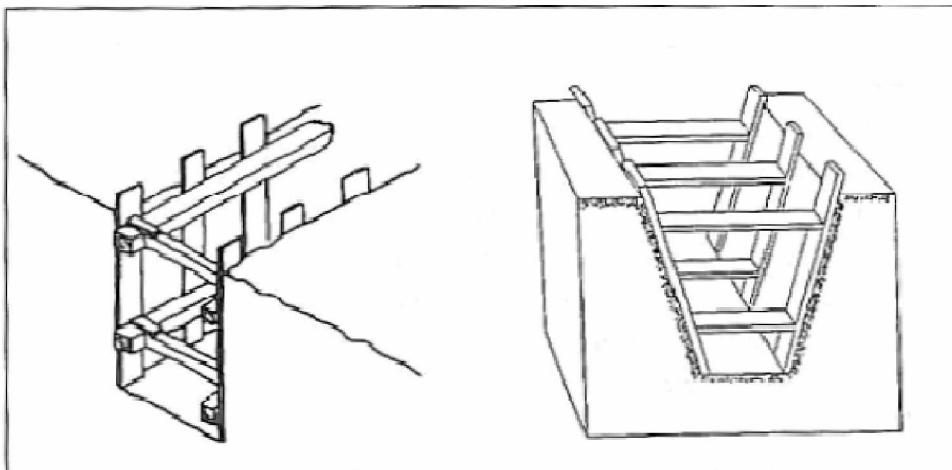
Vaatusuhteet tai olosuhteet	Teräs-pöntti-seinä	Setti-seinä	Kaivin-paalu-seinä	Kaivanto-seinä	Putkipaalu-seinä
Käyttötarkoitus					
- pysyvä tukiseinä	(X)	X	X	X	X
- työnaikainen tukiseinä	X	X			(X)
Vesitiiviyysvaatimus					
- avovesiolosuhteet	X				(X)
- vesitiivis seinä	X		X	X	(X)
Pohjasuhteet					
- pehmeä tai vetelä	X		X	X	X
- kiinteä ja kivetön	X	X	X	X	X
- kova ja kivinen		(X)	X		(X)
Ympäristö ei saa liikkua tai painua	(X)	(X)	X	X	X
Tukiseinästä tulee osa lopullista rakennetta			X	X	X

X - seinä soveltuu yleensä käytettäväksi
 (X) - seinää voidaan joskus käyttää

Kuva 1. Tukiseinän alustava valinta. (Perkkiö 2009)

2.4.2 Kevyet tuennat

Matalissa kaivannoissa voi kevyt tuenta olla tarpeellinen työturvallisuuden varmistamiseksi. Kevyt tuenta tehdään harvalla vaaka- tai pystysuoralla lankutuksella tai levyjä käyttäen kivien ja irtomaan putoamisen estämiseksi. Kaivannon seinät tuetaan vastakkain vaakasuorilla puu- ja terästuilla. Löyhässä maassa ei saa käyttää harvaa lankutusta, vaan maan tulee olla kuivaa ja koossa pysyvää. Käytettäessä pönkitystä on suositeltavaa, että kaivannon seinät luiskattaisiin. Hyvin matalissa kaivannoissa tämä ei ole välttämätöntä. Pönkityksessä lankkujen vapaaväli on suurempi kuin lankkujen leveys. Kevyitä tuentatapoja on esitetty kuvassa 2. (Perkkiö 2009)



Kuva 2. Kaivantojen kevyitä tuentatapoja. (Perkkiö 2009)

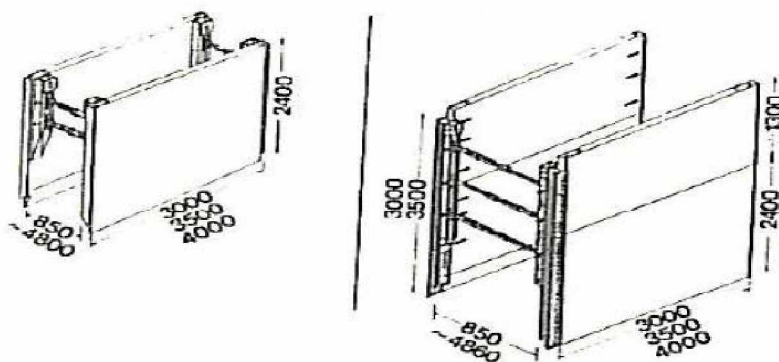
Lankkuseinät

Puulankkuja voidaan käyttää matalien, enintään 3-4 m syvien kaivantojen tukemiseen. Käytettävät puulankut ovat yleisimmin 38–75 mm paksuja. Puuponttiseinän etuna on rakenteen vesitiiviys. Lankut teroitetaan maan laadun mukaan ja veistetään toiselta syrjältään, jotta viereisten lankkujen pontit painuisivat tiiviisti yhteen. Kitka-maalajeissa lankut lyödään kaivun edistymisen myötä. Tällöin lankut teroitetaan siten, että ne pyrkivät suuntautumaan ulospäin kaivannosta. Lankkuseinä ei sovi pysyviin rakenteisiin. Harvaa puulankkuseinää voidaan käyttää kiinteissä maalajeissa, joissa maa holvaantuu lankkuja vastaan. (Perkkiö 2009)

Elementit

Elementeillä voidaan tukea 2-3 metriä syvä kaivanto. Elementit varmistavat työturvallisuuden, mutta ne eivät aina estä maan liikkeitä kaivannon ympäristössä ja pohjassa. Syvämmässä kaivannossa joudutaan asentamaan kaksi tai useampia elementtejä päällekkäin. Syvien kaivantojen tukeminen tukiseinäelementeillä ei ole suositeltavaa, koska seinäelementit eivät estä pohjan nousua. (Perkkiö 2009)

Elementit ovat yleensä terästä ja koostuvat seinälevystä sekä säädettävistä tukitaseista. On myös olemassa elementtejä, jotka koostuvat liukutukikiskoista ja niiden väliin pujotettavista tukilevyistä (näiden etuna on keveys ja parempi vesitiiviys). Elementtejä saatetaan käyttää myös teräsponttiseinien vaakatukena. Tuentaelementtejä ei pidä käyttää herkässä savessa. Kuvassa 3 on esimerkkejä tuentaelementeistä. (Perkkiö 2009)

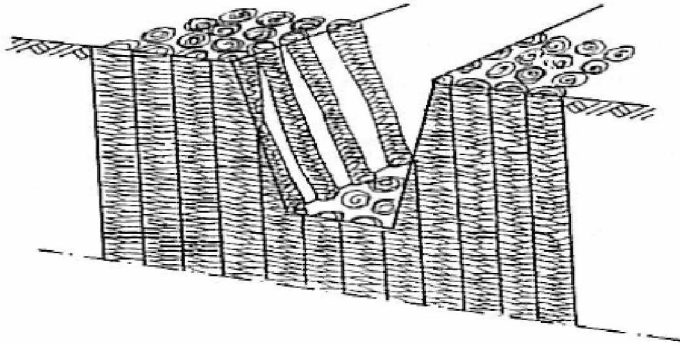


Kuva 3. Esimerkkejä kaivantojen tuentaelementeistä. (Perkkiö 2009)

Helsingin Vesi ja vesijohtosaneerauksen alirakoitsija Havot Oy ovat valmistaneet yhteistyössä uudenlaisia kevyitä tukielementtejä, jotka soveltuvat kaivantoihin, joissa kulkee kaapeleita ja joissa luiskaaminen olisi todella vaikeaa. Geotekniikan laitos on hyväksynyt kyseisten tukielementtien käytön. Elementit ovat 1,4 metriä korkeita ja noin kahden metrin levyisiä. Syvyys suunnassa elementtejä voi laittaa kaksi päällekkäin, jolloin suoja saadaan noin kolmen metrin syvyiselle kaivannolle. Koska koottavat elementit painavat yhteensä noin sata kiloa, kaksi työntekijää pystyy kantamaan ja kokoamaan ne paikan päällä työmaalla. Elementit voidaan koota maan tasalla ja laskea kokonaisina kaivannon pohjalle. Myös elementtien kokoaminen osa kerrallaan kaivannon pohjalla on mahdollista. Keski-Euroopassa on käytössä vastaavanlaisia, mutta kasettityyppisiä, palasista koottavia tukielementtejä. (Juusola 2009)

Syvästabilointi

Alla olevassa kuvassa 3 esitettyä syvästabilointia voidaan käyttää maan vahvistamiseen mm. putkikaivantojen kaivun ja tuennan yhteydessä. Tällöin kaivu voidaan suorittaa huomattavasti jyrkemmin luiskin kuin normaaliolosuhteissa. Vahvistettu kaivantoluiska voidaan kaivaa joko kaltevana tai lähes pystysuorana (pystysuorat kuitenkin usein tuettava). (Perkkiö 2009)



Kuva 4. Syvästabilointi kaivannon tuentatapana. (Perkkiö 2009)

2.4.3 Teräsponttiseinät

Teräsponttiprofiilit ryhmitellään profiilin painon ja taivutusvastuksen perusteella seuraavasti:

- kevyet vähän profiloidut ponttiprofiilit, jotka lyödään joko ponttiin tai limitäin
- raskaat profiloidut ponttiprofiilit, jotka ovat tyypiltään joko Z- tai U-tyyppiä. Raskaat profiilit on suunniteltu ponttiin lyötäväksi, Z-profiilit lukitaan pariteistaan ja U-profiilissa lukitus on uumalevyssä seinän neutraaliakselilla
- erikoisponttiprofiilit, jotka ovat laatikkomaisia I- tai H-profiileja. Näitä ponttiprofiileja käytetään erittäin syvien kaivantojen tukiseininä joko pelkästään tai niiden välissä voidaan käyttää Z- tai U-profiileja
- putkipaalut, joita käytetään erittäin syvien kaivantojen tukiseininä ja erityisesti pysyvinä tukiseininä satamalaitureissa. Putkipaalutukiseiniä voidaan myös lyödä tiiviiseen moreeniin. (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Perinteiset teräsponttiseinät

Perinteisiä teräsponttiseiniä käytetään rakennus- ja johtokaivantojen työnaikaiseen ja pysyvään tukemiseen. Rakennetta voidaan käyttää kaikissa maakerrostumissa. Teräsponttiseiniä ei kuitenkaan saada lyötyä tiiviiseen tai kiviseen moreeniin, eikä tiiviiseen karkearakeiseen maakerrokseen. Terästä profiloimalla saadaan suuria taivutusvastuksia, jolloin ponttiseinä toimii palkin tavoin taivutusta vastaan. (Perkkiö 2009)

Putkipontit

Putkipontit muodostuvat putkipaaluista, jotka yhdistetään toisiinsa putkiin hitsatulla ponttilukolla. Rakenteen etuina ovat suuri ja yksilöllisesti valittava taivutuskapasiteetti ja huomattava pystykuormien kestävyys (rakenteellinen kantavuus) ja välityskyky maahan (geotekninen kantavuus). Putkipontti on käyttökelpoinen rakenteissa,

joilta vaaditaan suurta taivutuskestävyyttä ja hyvää nurjahduskapasiteettia (tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi rantalaiturit sekä syvien kaivantojen tukiseinät ja perustukset). (Perkkiö 2009)

Porapaaluseinä

Porapaaluseinien käyttö kaivantojen tuennassa on yleistynyt viime vuosina, Porapaaluseinä muodostuu vierekkäisistä porapaaluista ja niiden väliin asennetuista ponttilukoista. Menetelmän etuna on hyvä tunkeutuvuus ja mittatarkkuus lohkareisessa maassa. Tukiseinä on mahdollista upottaa kallioon, jolloin ei tarvita erillistä ankkurointia eikä tiivistystoimenpiteitä tukiseinän alapäässä. Menetelmän haittapuoli on sen korkea kustannus.

Combi-seinät

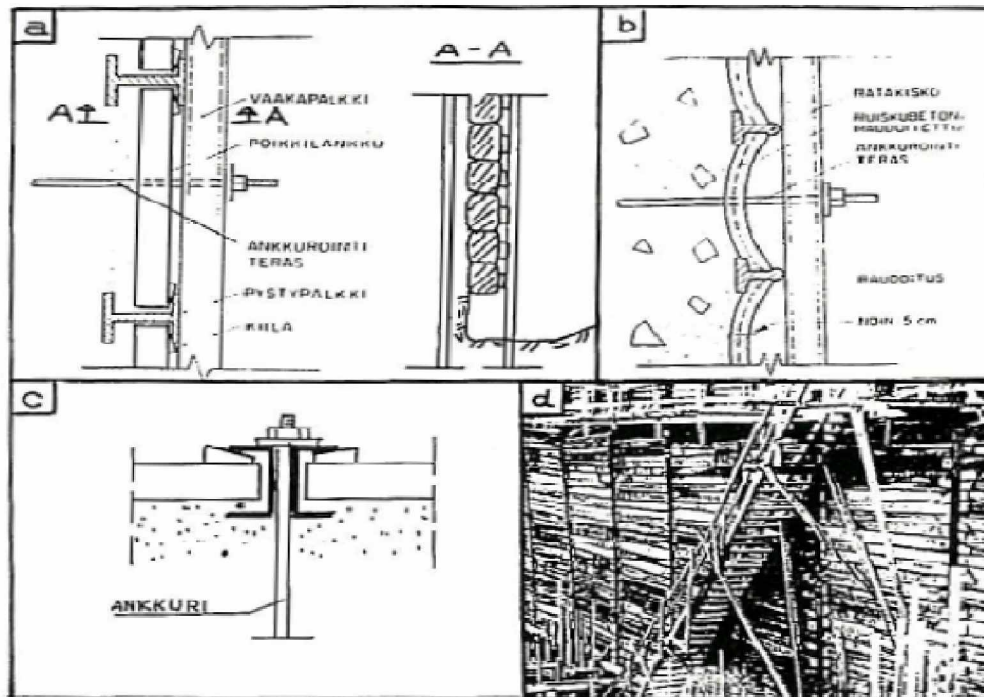
Combi-seinät rakennetaan yhdistelemällä erilaisia rakenteita. Viime vuosina ovat erityisesti vesirakenteet kasvaneet niin syviksi, että niiden toteuttaminen on vaikeaa perinteisillä ponttiprofiiliratkaisuilla. (Perkkiö 2009)

2.4.4 Settiseinät

Settiseinää (kuva 4) käytetään matalien ja syvien työnaikaisten sekä pysyvien kaivantojen tukemiseen karkearakeisessa maassa tai moreenissa (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje).

Settiseinät koostuvat vaakasuorista settilankuista tai -parruista, jotka tuetaan päistään maahan upotettuihin pystysuoriin teräskannattajiin. Seinien pystykannattajat sijaitsevat 1-4 m välein ja niissä käytetään leveälappaisia I-palkkeja, kahden U-profiilin yhdistelmiä ja jopa vanhoja ratakiskoja. Pystykannattajat tuetaan kaivannon ulkopuolelle ankkuroimalla. Settilankkuina käytetään puulankkuja, parruja, vanhoja hirsiiä ja joskus myös betonielementtejä. Settilankkujen tilalla voi erikoistapauksessa tulla kysymykseen kaareva, pystykannattajiin holvautuva, raudoitettu ruiskubetonikerros. Rakenne ei ole vesitiivis ja sitä voidaankin käyttää vain pohjaveden yläpuolella olevissa maakerroksissa. Tarvittaessa pohjavedenpintaa on alennettava. (Perkkiö 2009)

Settiseinän rakentamistapa aiheuttaa ympäristössä suurehkon painuman, mistä johtuen sitä ei yleensä voida käyttää hyvin vaativien kaivantojen tukiseinä (RIL 181-1989 Rakennuskaivanto-ohje). Seinän takana olevan maaperän on oltava siinä määrin koossapysyvää, että seinälankuille voidaan kaivaa seinän alareunaan settilankun paikalleen asettamisen vaatima tila. Toisinaan settiseinän teossa sattuu paikallisia maan sortumia kaivun jälkeen ennen settilankkujen paikalleen asettamista. Näistä paikallissortumista sekä settilankkujen taakse jäävästä tyhjätalasta johtuen settiseinän takana oleva maa löyhtyy ja painuu jonkin verran. Tämä ympäröivän maan painuminen rajoittaa osaltaan settiseinien käyttöä. (Perkkiö 2009)



Kuva 5. *Settiseinä: a) settiseinän rakenne, b) ruiskubetonoitu settiseinä, c) settiseinätukirakenteita ja d) valmis settiseinä. (Perkkiö 2009)*

2.4.5 Patoseinät

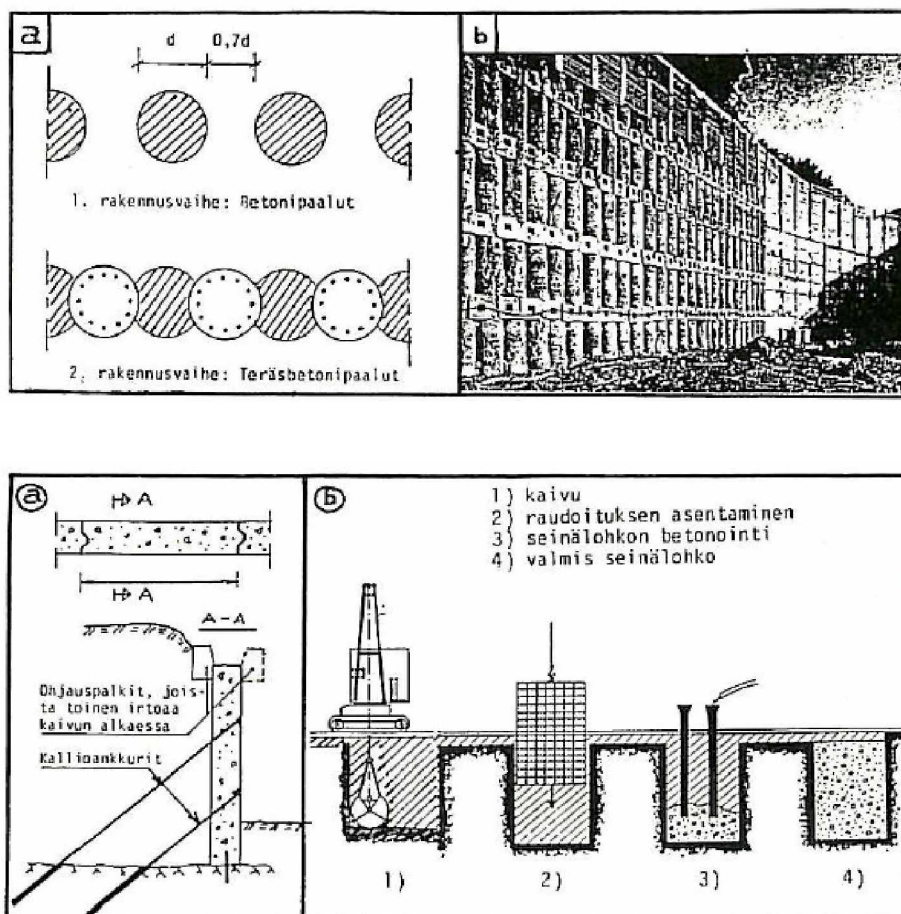
Patoseinää käytetään, kun joudutaan tukemaan syviä kaivantoja tai kun tukiseinän tulee olla vesitiivis. Patoseinää käytetään myös erityisesti silloin, kun tukiseinää käytetään osana lopullista rakennetta. Patoseiniä tehdään joko kaivinpaalu- tai kaivantoseinä. Kaivinpaaluseinä muodostuu maan sisään vierekkäin tehdyistä kaivinpaaluista siten, että vierekkäisten paalujen keskiöetäisyys on 0,7-0,85 kertaa paalun halkaisija. Kaivinpaaluista vain joka toinen raudoitetaan. (RIL 181-1989)

Patoseinillä tarkoitetaan ennen peruskaivannon kaivua betonista maan sisään tehtyä pysyvää seinää, joka toimii myös peruskaivannon tukiseinä. Rakenne ulotetaan yleensä kallioon ja patoseinä toimii myöhemmässä vaiheessa pysyvästi rakennuksen ulkoseinien ja muiden kantavien rakenteiden perusmuurina. Patoseinä voidaan yleensä tehdä vesitiiviiksi. Patoseinän rakentaminen ei myöskään aiheuta sanottavaa pohjaveden alentumista. (Perkkiö 2009)

Patoseinä ankkuroidaan kaivannon ulkopuolelle. Se voidaan tehdä myös hyvin kovaan ja jopa kiviseen maahan. Valmis rakenne on lähes liikkumaton (tukeutuu kallioon, on paksu ja ankkuroitu). Vesitiiviinä rakenteena se sopii erittäin hyvin kaupunkien ahtaiden keskusta-alueiden syvien rakennusperuskaivantojen tukiseinäksi, koska kaivannon läheisyydessä olevat entiset rakenteet eivät yleensä siedä ympäristömaaperän vähäistäkin liikkumista tai pohjaveden alentamista. Rakentaminen on hidasta ja erikoiskalustoa vaativaa, tästä johtuen myös kallista. Patoseinän pysyväiskäyttö parantaa kuitenkin oleellisesti seinän kannattavuutta. (Perkkiö 2009)

Patoseinät jaetaan kahteen tyyppiin: paaluseinät ja kaivantoseinät. Paaluseinä muodostuu yhdensuuntaisista, maan sisään tehdyistä ja osittain toistensa sisään leikkau-

tuneista betoni- ja teräsbetonipaaluista, joiden halkaisijat ovat 0,7–1,2 m. Kaivantoseinä muodostuu maan sisään valetuista 0,5–0,8 m paksuisista ja usean metrin levyisistä seinälohkoista, jotka tehdään maan sisään yksi kerrallaan. Kaivantoseinä tuetaan kaivannon ulkopuolelle ankkuroimalla. Kuvassa 5 on esitetty paalu- ja kaivantoseinä. (Perkkiö 2009)



Kuva 6. Kuvassa ylhäällä paaluseinä: a) paaluseinän rakenne ja b) valmis paaluseinä. Kuvassa alhaalla kaivantoseinä: a) kaivantoseinän rakenne ja b) kaivantoseinän rakentaminen. (Perkkiö 2009)

2.4.6 Muut kaivantotyypit

Uppokaivo, paineilmakaivo ja tukimuuri

Uppokaivo on pohjaton, kaivomainen ja asteittain korotettava seinärakenne, joka upotetaan maahan uppokaivon omalla painolla tai kuormittamalla ja samanaikaisesti kaivon sisältä maata poistaen. Uppokaivosta muodostuu paineilmakaivo, kun uppokaivon alaosa muodostetaan 2,5–3 m korkuiseksi ilmatiiviiksi työkammioksi (Työkammiossa ylläpidetään ilman ylipainetta, mikä estää veden tunkeutumisen työkammiin). (Perkkiö 2009)

Paineilmakaivoa käytetään vaikeissa kaivuolosuhteissa, jolloin kaivu- ja upotustyö olisi suoritettava kuivatyönä. Tukimuuria käytetään harvakseltaan kaivannon tuen-

noissa. Tukimuuria käytetään taustatäytön tukemisessa ja ne muodostavat pysyviä rakenteita. (Perkkiö 2009)

Tukiseinät

Tukiseinät jaetaan omiksi ryhmikseen tukitasojen määrän ja tukiseinän maahan kiinnittymisen perusteella. Tukiseinäluokat ovat:

- tukematon, maahan kimmoisesti kiinnitetty
- yhdeltä tasolta tuettu (ankkuroitu), maahan vapaasti tuettu
- yhdeltä tasolta tuettu (ankkuroitu), maahan kimmoisesti kiinnitetty
- usealta tasolta tuettu. (Perkkiö 2009)

Tukemattomia ja yhdeltä tasolta tuettuja tukiseiniä käytetään useimmiten matalissa kaivannoissa, joissa lyöntisyvyys ei ole rajoitettu. Näiden seinien sivusiirtymät ja painumat ovat huomattavasti suurempia kuin usealta tasolta tuettujen tukiseinien yhteydessä. (Perkkiö 2009)

Usealta tasolta tuettuja tukiseiniä käytetään syvässä kaivannoissa, joissa lyöntisyvyys on rajoitettu. Tukiseinät tehdään usein usealta (≥ 2) tasolta tuettuina. Esimerkiksi tuetuissa johtokaivannoissa seinät voidaan joutua tukemaan usealta tasolta. Usealta tasolta tuetun tukiseinän maanpaineen jakautuminen poikkeaa oleellisesti yhdeltä tasolta tuetusta tapauksesta. (Perkkiö 2009)

Tukemattomien ja yhdeltä tasolta tuettujen tukiseinien mitoituksessa on tärkeää ottaa huomioon maanpaineen jakautuminen, lyöntisyvyys, taivutusmomentti ja ankkurivoima sekä pysty- ja kokonaisstabiliteetti. Usealta tasolta tuettujen tukiseinien mitoituksessa on muistettava maanpaineen jakautuminen ja kaivannon pohjan vakavuus. (Perkkiö 2009)

No dig -menetelmät

Tässä yhteydessä on tuotava esille myös ns. no dig -menetelmät eli kaivamattomaan tekniikkaan perustuvat menetelmät, jotka ovat valtaamassa alaa putkistosaneerauksissa.

Sujutus on putkiston kaivamaton korjaustekniikka, jossa vanhan putken sisään laitetaan uusi tehdasvalmisteinen putki. Näin saadaan kestoltaan uuteen maahan kaivettavaan putkeen verrattuna samanlainen rakenne. (Rakennustaito 2007).

Teiden, katujen vesistön tai kiinteistöjen alitukseen soveltuu suuntaporaus, joista yksi käytetyin menetelmä on ohjattava vaakaporaus. Vaakaporausessa uusi putki asennetaan maahan ilman kaivamista ja asennuksen ohjaus tapahtuu porapään lähettimen ja maan pinnalla olevan paikannuslaitteen kanssa. Alituksessa käytettävällä kaivamattomalla menetelmällä vältetään kokonaan tuetun kaivannon rakentaminen. Menetelmän etuna on myös se, että vanha putki on käytössä uuden asennuksen ajan, jolloin käyttökatko lyhenee huomattavasti. (Rakennustaito 2007).

2.4.7 Asiantuntijakommentti tukiseinien käytöstä

Työssä haastateltiin Ramboll Finlandin projektipäällikkö DI Petri Tyynelää hänen näkemyksistään koskien tukiseiniä ja niiden käyttöä hankkeilla. Tyynelällä on kokemusta georakenteiden suunnittelusta 14 vuoden ajalta. Tuona aikana hän on osallistunut

useisiin alan seminaareihin ja koulutuksiin. Hän työskentelee jatkuvasti aktiivisesti georakenteiden parissa eri projekteissa. Tyynelä on toiminut Suomen geoteknisen yhdistyksen SGY ry:n varapuheenjohtajana vuosina 2006–2010 ja hänellä on Pohjarakenteiden suunnittelijan FISE AA-pätevyys.

Tyynelän mukaan teräsponttiseinä on yleisin vaihtoehto. Niiden kanssa käytetään sisä- ja ulkotuenta. Lisäksi teräspontit voidaan tarvittaessa ankkuroida. Suunnittelussa on otettava huomioon teräsponttien lukkoon lyöminen tai lyömättömyys.

Tyynelä näki patoseinän olevan ennemminkin teräsponttiseinän yksi tyyppi kuin oma tukiseinätyyppinsä. Kaivantoelementtiä pidetään hankalana käyttää työmaalla, sillä se on painava ja hankalasti käsiteltävä. Settiseinä vaatii alhaisen pohjavedenpinnan.

Combi-seinäarakennetta käytetään pääosin pysyvien rakenteiden yhteydessä.

Muita mahdollisia menetelmiä ovat Jet-grouting (suihkuinjektointi) ja RD-paaluseinä (porapaaluseinä), jotka soveltuvat hyvin vaativiin olosuhteisiin, esim. tuulivoimalan perustuksiin. Teräsbetoninen porapaaluseinä on myös pysyvä rakenne. Vaakapontit ovat työnaikainen ratkaisu. Näiden lisäksi voidaan käyttää injektointia ja maanalausta, joka ei ole kuitenkaan kaivantojen tuentatyyppi.

Ruotsissa kaivannoissa käytetään paljon settiseiniä. Suurena erona on se, että lankujen sijaan käytetään isompia teräslevyjä, jolloin seinässä on vähemmän rakoja ja levyjen asentaminen on helpompaa. On kuitenkin otettava huomioon, ettei settiseinä käy kaikkiin maaolosuhteisiin (pohjaveden pinnan täytyy olla alhaalla, tai sitä on alennettava). Ruotsin lisäksi myös Saksassa käytetään paljon settiseiniä.

2.5 Yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta

Kaivantojen turvallisuuteen liittyvää aineistoa luiskakaltevuuden määrittämiseen ja tuentasuunnitteluun sekä kaivantosuunnitelmien sisältöön liittyvää ohjeistusta on olemassa. Työmaiden käytännöt ja sattuneet onnettomuudet osoittavat kuitenkin, että tämä ohjeistus ei ole tavoittanut kaikkia rakennusprosessin osapuolia. Suunnittelun ohjaus ja tilauskäytännöt eivät nähtävästi aina toteudu ohjeiden mukaisesti.

Erialaisten maalajien häiriintymisherkkyydestä saatava tieto ja luiskakaltevuuden määrittelyn perusteet ovat kuitenkin tasoltaan sellaista, että niiden tulkinta edellyttää geoteknistä asiantuntemusta.

Rakentamisen prosessinäkökulman mukaan käsittely tuo esille, että ohjeista ei löydy selkeätä tietoa siihen, miten rakennuttajan tulisi huolehtia kaivantojen turvallisuuden varmistamisesta eikä ohjeistusta ole käytännössä lainkaan esi- ja hankesuunnitteluun.

3 Kaivanto-onnettomuuksien analysointi

3.1 TOT-raportit

3.1.1 TOT-raporttien tausta

Kuolemaan johtaneita kaivanto-onnettomuuksia tarkasteltiin Tapaturmavakuutuslaitosten liiton (TVL) julkaisemien TOT-tutkintaraporttien avulla. Tavoitteena oli selvittää tapausten tarkemmalla analysoinnilla kaivantojen sortumiseen ja työntekijän menehtymiseen vaikuttavat syytekijät. Tarkastelunäkökulmaksi päätettiin ottaa kaivannon sortuminen ja maan alle hautautuminen sekä suojaamaton kaivanto.

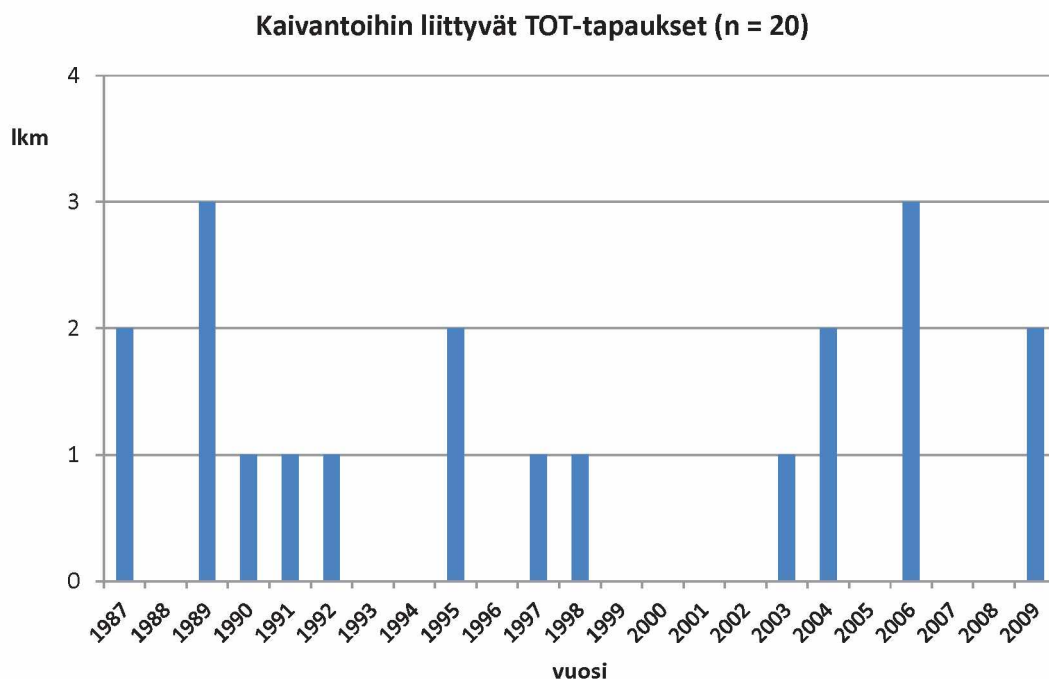
Tutkintaraportit jaetaan kahteen osaan: TOT- ja YTOT-raportteihin. TOT-raporteissa tutkitaan tiettyjä poikkeustapauksia lukuun ottamatta kaikki työpaikoilla ja vastaavissa olosuhteissa sattuneet kuolemaan johtaneet työtapaturmat (TVL 2011). YTOT-raporteissa puolestaan tutkitaan työpaikalla tai vastaavissa olosuhteissa sattuneita kuolemantapauksia, joissa menehtynyt ei ole ollut työsuhteessa, vaan on ollut yrittäjä tai ammatinharjoittaja (TVL 2006). On kuitenkin huomioitava, että yhteisellä työpaikalla yrittäjille tai ammatinharjoittajille sattuneet kuolemantapaukset käsitellään TOT-raporteissa (TVL 2011). TOT-raporteissa ei ole mukana harrastelijoiden, omaan lukuunsa töitä tekevien eli muihin kuin vakuutettuihin henkilöihin liittyviä onnettomuuksia.

3.1.2 Havainnot TOT-raporteista

TVL kokosi tutkimushankkeessa kaivanto-onnettomuuksien analysointia varten vuosilta 1987–2009 yhteensä 47 tapausta ja niistä laaditut TOT-raportit. Näistä valittiin sovitun tarkastelunäkökulman perusteella tarkemmin analysoitavaksi 19 TOT-raporttia. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin louhoksissa, kaivoksissa, tunneleissa, pengerrakentamisessa, vesistön ruoppauksessa ja kuorma-auton purkamisen yhteydessä sattuneet kuolemaan johtaneet onnettomuudet.

Valituista 19 raportista 17 oli TOT- ja kaksi YTOT-raporttia. Analysoinnin luokitteluun otettiin mukaan kuitenkin kaksikymmentä TOT-tapausta (Kuva 7), koska yhdessä työmaalla sattuneessa onnettomuudessa oli menehtynyt kaksi henkilöä.

Kuolemantapausten jakautuminen vuosille 1987–2009 on esitetty kuvassa 7. Kuten kuvasta voidaan havaita, tarkastelujaksolla on useita sellaisia vuosia, jolloin ei ole sattunut yhtään kaivantojen sortumisesta aiheutunutta kuolemaan johtanutta tapaturmaa. Vuonna 2006 sattui kolme tapausta ja 2009 kaksi tapausta.

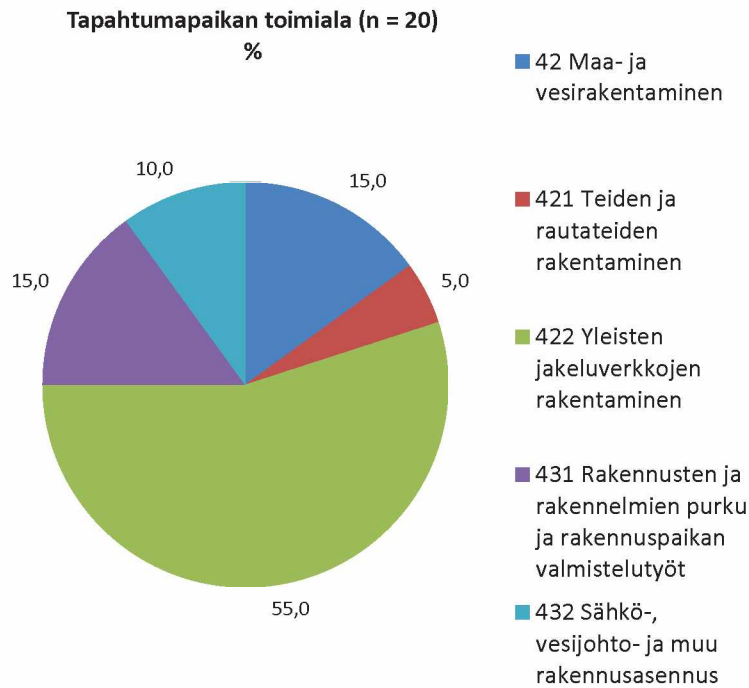


Kuva 7. Analysoinnin luokittelussa mukana olevien TOT-tapausten määrä eri vuosina.

3.1.3 TOT-tapausten taustatiedot

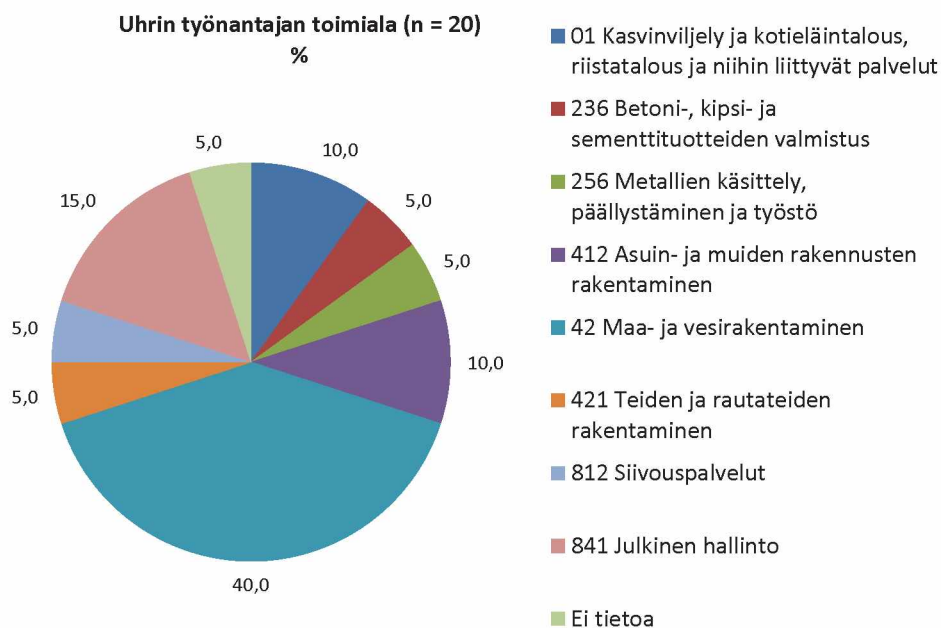
Valittujen raporttien työmaista 16 oli vesihuollon rakennustyömaita ja kolme muuta työmaata, joita olivat kaukolämpötyömaa, tehtaan laajennuksen rakennustyömaa ja koulurakennuksen salaojaputken uusiminen. Seuraavissa kuvissa (kuvat 8–10) on esitetty onnettomuuksiin liittyvät toimialaluokitukset, jotka on tehty Tilastokeskuksen toimialaluokituksen mukaan. (Tilastokeskus 2008).

Tapahtumapaikan mukaan jaettuna nousi yleisimmäksi toimialaksi 55 %:n osuudella yleisten jakeluverkkojen rakentaminen. Toimialaluokituksissa ko. toimiala 422 pitää sisällään vesijohto-, viemärikaivanto- ja kaukolämpötyömaita. Toimiala 431 Rakennusten ja rakennelmien purku ja rakennuspaikan valmistelutyöt sisältävät ne tapauksen, joissa on tehty salaojitusta. Toimiala 432 Sähkö-, vesijohto- ja muu rakennusasennus puolestaan sisältää ne tapauksen, jotka olivat yksityisten henkilöiden (maatilojen) vesijohtotyömaita.



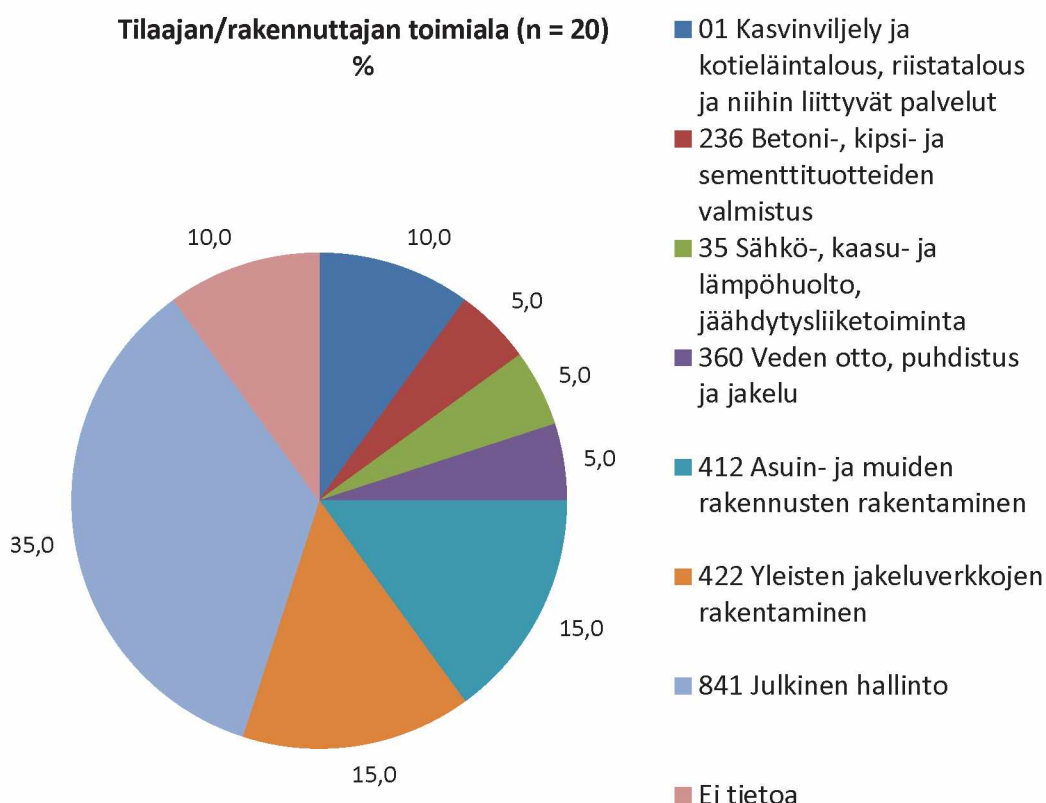
Kuva 8. Tapahtumapaikan toimiala TOT-tapauksissa.

Analysoinnissa tarkasteltiin mitä toimialaa edustivat TOT-tapauksissa menehtyneiden uhrien työnantajat. Toimiala 42 Maa- ja vesirakentaminen oli yleisin työnantajan toimiala 40 %:n osuudella (kuva 9). Uhrin työnantajan toimialaluokituksissa luokkaan 42 Maa- ja vesirakentaminen sisältyvät mm. maarakennusurakoitsijat. TOT-raporttien kuvausten perusteella ei myöskään ollut mahdollista tarkentaa työnantajan toimialaa tarkemmin. On toki huomioitava, että kyseisellä toimialalla myös suoritetaan paljon kaivantotöitä. Uhrin työnantaja edusti julkista hallintoa (821) kolmessa tapauksessa (15 %). Muiden toimialojen osalta jakauma on melko tasainen.



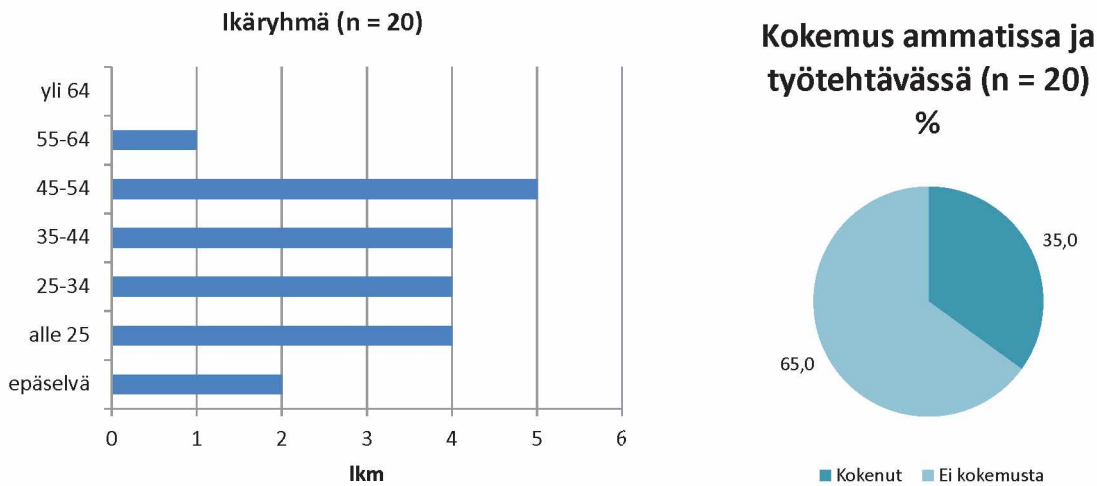
Kuva 9. Työnantajien toimiala (tarkennus toimialaluokitukseen 42 sisältää maarakennusurakoitsijat) TOT-tapauksissa.

Kuvassa 10 on esitetty minkä toimialojen edustajia työn tilaajat tai rakennuttajat olivat TOT-tapauksissa. Näissä toimialaluokituksissa luokka 360 Veden otto, puhdistus ja jakelu sisältää tuotannollista toimintaa harjoittavat kuntien ja valtion liikelaitokset, kuten vesiliikelaitokset. Luokka 422 Yleisten verkkojen rakentaminen puolestaan pitää sisällään Vesihuolto-osuuskunnat sekä Vesiyhtymät ja luokka 841 julkishallinnon organisaatiot, kunnat ja kaupungit. TOT-tapausten tilaajan/rakennuttajan toimialoista luokka 841 Julkinen hallinto nousee yleisimmäksi 35 %:n osuudella. Muiden toimialojen osalta jakauma on melko tasainen. Huomio kiinnittyy kuitenkin siihen, että Vesiliikelaitoksen osuus (360: 1 kpl, 5 %) on hieman pienempi kuin Vesihuolto-osuuskuntien osuus (422: 3 kpl, 15 %) tilaajina. Näin pienen aineiston tarkastelussa ei voida kuitenkaan puhua erojen tilastollisista merkityksistä.



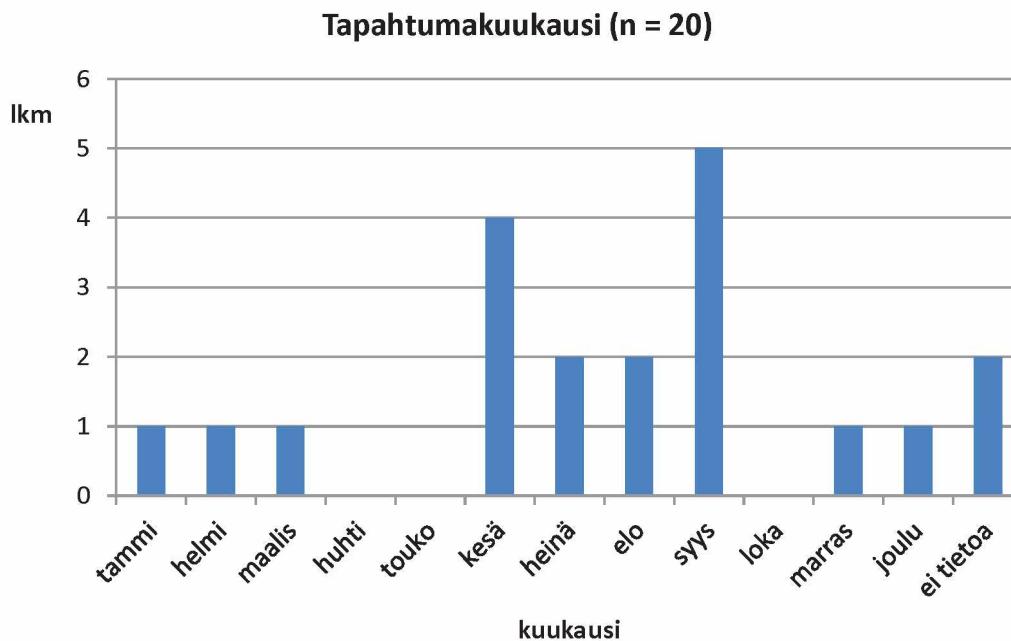
Kuva 10. Tilaajan/rakennuttajan toimiala TOT-tapauksissa.

Tarkasteltaessa näissä onnettomuuksissa menehtyneiden uhrien ikäjakaumaa, huomataan uhreja olevan tasaisesti kaikissa ikäryhmässä (kuva 11). Sen sijaan työntekijän kokemus työtehtävistä vaikuttaa selvästi onnettomuusriskiä lisäävästi. Lähes kaksi kolmasosaa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista on tapahtunut kokemattomille työntekijöille. Kokemattomiksi työntekijöiksi on laskettu kaikki ne henkilöt, joilla on kokemusta kyseisestä työstä alle vuoden ajalta. Suurin osa kokemattomista työntekijöistä oli ollut muutaman päivän tai viikon työtehtävissä. TOT-raporteista ei ilmene kuinka paljon onnettomuuksien henkilöistä on kesä- tai vuokratyövoimaa. Vaikka työmaan normaali henkilöstö on perillä kohteen riskeistä, voi kesä- tai vuokratyöläinen työskennellä päivittäin eri työmailla, jolloin heillä ei ole osaamista ja kokemusta arvioida turvallisuutta kyseisen työmaan kaivantotöissä.



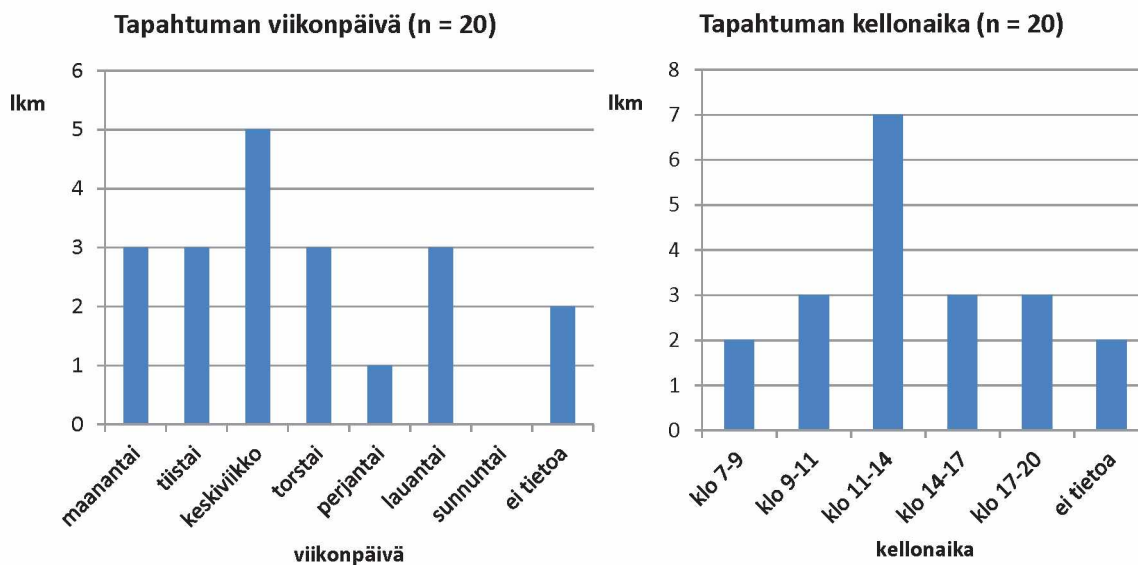
Kuva 11. Uhrien ikäjakauma ja kokemusvuodet työtehtävässä TOT-tapauksissa.

TOT-tapausten ajoittumista eri vuoden aikaan on esitetty kuvassa 12. Työntekijän kokemuksen lisäksi onnettomuuksien riskit ovat suuret kevään ja syksyn kaivantotöissä, jolloin kaivanto- ja maaolosuhteet ovat alttiina erilaisille sääolosuhteista johtuville muutoksille (kuva 12).



Kuva 12. Onnettomuuksien lukumäärät eri vuodenaikoina.

TOT-tapausten tapahtuman viikonpäivää tarkasteltaessa (kuva 13) voitiin huomata, että onnettomuuksia sattui eniten keskiviikkoisin (5 kpl). Tapahtuman kellonajan mukaan onnettomuuksia tarkasteltaessa voitiin todeta, että klo 11–14 välisenä aikana sattui lähes kolmasosa analysoinnissa mukana olleista onnettomuuksista. Muiden kellonaikojen (klo 7–11 ja klo 14–20 välisinä aikoina) osalle onnettomuudet jakaantuivat melko tasaisesti. Tästä voitiin johtopäätöksenä olettaa, että osa onnettomuuksista sattui lounasaikaan, jolloin työmaan sisäinen liikkuminen on saattanut olla runsaampaa, mm. autoilla ja työkoneilla, mikä on vaikuttanut kaivannon vakavuuteen. Toisaalta kaivantotyömaan työntekijät ovat saattaneet olla lounastauolla vuorotellen, jolloin onnettomuuden uhri on saattanut työskennellä yksin kaivannossa, eikä kaivannon sortuessa ole ollut muita työntekijöitä auttajina paikalla.



Kuva 13. Onnettomuuksien lukumäärät eri viikonpäivinä ja vuorokaudenaikoina TOT-tapauksissa.

Analysoiduissa TOT-raporteissa viidessä tapauksessa oli havaittu ennen onnettomuutta ennakoivia merkkejä kaivannon sortumavaarasta. Näissä tapauksissa kaivannossa oli ollut aiemmin jo pienempi sortuma tai pohjavesi oli selkeästi muuttanut kaivannon epävakaaksi.

3.1.4 TOT-tapausten tapaturmatekijöiden luokittelu

Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeessa TOT-raporttien analysointiin käytettiin Yhteisen työpaikkojen työturvallisuus, TOT-raporttien analyysitutkimuksessa (Rantanen & al. 2007) kehitettyä tapaturmatekijöiden luokittelumallia ja tapaturmatekijöiden syntyyn vaikuttaneiden eri toimijoiden luokittelua sekä ns. VAKTA-luokittelua (vakavien tapaturmien tutkinnassa käytetty tapaturmatekijöiden jaottelu).

Tapaturmatekijöitä tunnistettiin analysoinnissa mukana olleista TOT-raporteista yhteensä 265 kappaletta. Kun tämä määrä jaettiin TOT-tapausten lukumäärällä (n = 20), saatiin tulokseksi, että keskimäärin jokaista tapausta kohden oli tunnistettavissa n. 13 tapaturmatekijää. Mikään tapaus ei johtunut vain yhdestä tekijästä, joka olisi aiheuttanut kuolemaan johtaneen onnettomuuden.

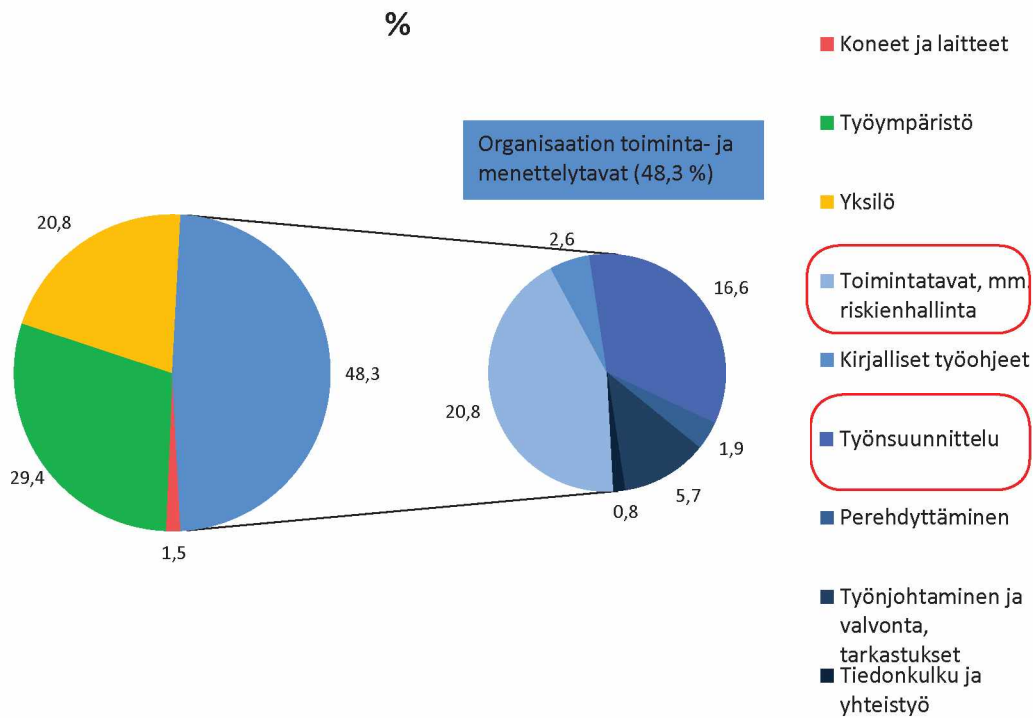
Taulukko 1. Tapaturmatekijöiden jakautuminen VAKTA-luokituksen mukaan.

Tapaturmatekijöiden luokittelu		Tapaturmatekijät (n = 265) %
100	Koneet ja laitteet (tekniset viat, puutteet ja suunnitteluongelmat)	1,5
200	Työympäristö	29,4
300	Materiaalit, tuotteet, aineet	0,0
400	Organisaation toiminta- ja menettelytavat (yksilöstä riippumattomat)	48,3
500	Yksilö	20,8
600	Muut	0,0
Yhteensä		100,0

Lähes puolet tapaturmatekijöistä liittyi organisaation toiminta- ja menettelytapoihin (48,3 %, taulukko 1 ja kuva 14). Näistä organisaation toiminta- ja menettelytavoista erottuu kaksi merkittävää ryhmää: puutteet toimintatavoissa mm. riskienhallintaan liittyen (20,8 % tapaturmatekijöistä) sekä puutteellinen työsuunnittelu (16,6 % tapaturmatekijöistä).

Työympäristöä koskevat tapaturmatekijät (29,4 %) liittyvät itse kaivantoon ja sen ympäristöön. Syvä ja kapea kaivanto muodostaa työympäristöön liittyvän tapaturmatekijän. Merkittävä osa tapaturmatekijöistä liittyy yksilön toimintaan (20,8 %). Vesihuollon kaivannoissa on tyypillisesti tarvetta työskennellä syvän kaivannon pohjalla ja monien tekijöiden takia ne pyritään kaivamaan kapeina, jolloin näissä tilanteissa otetaan riskejä. Joko kaivantoon liittyviä vaaratekijöitä ei tunnusteta lainkaan tai sitten kyse on tietoisesta riskinotosta.

Tapaturmatekijöiden jakautuminen (n = 265 kpl)



Kuva 14. Tapaturman syntyyn vaikuttaneiden tekijöiden jakautuminen eri tekijöihin.

Taulukossa 2 on esitetty tapaturmatekijöiden jakautuminen toimijoiden pääluokan mukaan. Yli puolet tapaturmatekijöistä johtui toisen työnantajan toiminnasta (54,3 %) ja hieman alle puolet oman työpaikan toiminnasta (44,5 %). Oman työpaikan toiminta pitää sisällään menehtyneen oman toiminnan sekä työnantajan ja työtovereiden toiminnan. Toisen työnantajan toiminnan puutteisiin sisällytettiin suunnitelmien ja tilaajan asiakirjojen puutteellisuus. Työympäristö on myös näissä tapauksissa tyypillisesti toisen työnantajan tai tilaajan hallinnoimaa aluetta.

Taulukko 2. Tapaturmamekijöiden jakautuminen toimija-näkökulman mukaan päätasolla.

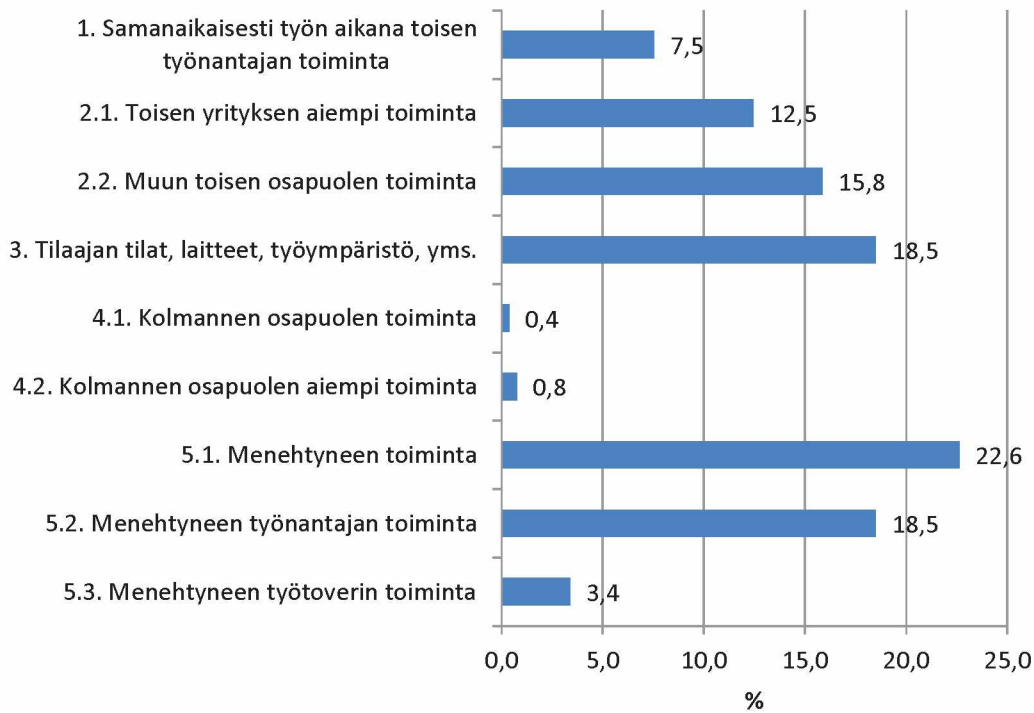
Toimijoiden pääluokka	Osuus tapaturmamekijöistä (n = 265) %
Toisen työnantajan toiminta	54,3
Kolmannen osapuolen toiminta	1,1
Oman työpaikan toiminta (menehtynyt itse, oma työnantaja, työtoverit)	44,5
Yhteensä	100,0

Tapaturmamekijät luokiteltiin tarkemmin toimijan näkökulmasta seuraavasti:

- 1 Tapaturmamekijät, jotka ovat syntyneet samanaikaisesti työn aikana toisen (muu kuin menehtyneen) työnantajan toimenpiteistä.
- 2.1 Tapaturmamekijät, jotka ovat syntyneet aiemmin toisen yrityksen toimesta
- 2.2 Tapaturmamekijät, jotka ovat syntyneet muun toisen osapuolen toimesta (esim. rakenteen tai laitteen suunnittelija, valvoja)
- 3 Tapaturmamekijät, jotka ovat tilaajan tiloissa, laitteissa, työympäristössä tms.
- 4.1 Tapaturmamekijät aiheutti jostain syystä yhteiselle työpaikalle tullut kolmas osapuoli aiheuttaen tapaturman (esim. tien vieressä työskentely – ohiajava auto ajaa päälle) tai
- 4.2 Tapaturmamekijät aiheutti kolmannen osapuolen aiempi toiminta
- 5.1 Tapaturmamekijät, jotka aiheutuivat menehtyneen toimista
- 5.2 Tapaturmamekijät, jotka aiheutuivat hänen työnantajansa toimista
- 5.3 Tapaturmamekijät, jotka aiheutuivat hänen työtoverinsa (samassa yrityksessä työskentelevän) toimista. (Rantanen & al. 2007).

Yllä mainitun luokittelun perusteella tapaturmamekijät jaettiin toimijoiden mukaan kuvan 15 kaavioon. Tämä tarkempi tarkastelu osoitti, että suurin merkitys tapaturmamekijöihin on menehtyneen omalla toiminnalla (osuus 22,6 %) ja seuraavaksi merkityksellisimpiä ovat menehtyneen työnantajan toimintaan liittyvät puutteet sekä tilaajan tiloilla, laitteilla ja työympäristöllä (molempien osuus 18,5 %).

Tapaturmateriaalijoiden (n = 265) jakautuminen toimijoiden mukaan



Kuva 15. Toimijoiden mukaan tehty TOT-tapausten tapaturmateriaalijoiden jakauma.

3.1.5 Yhteenveto TOT-raporttien analysoinnista

Tapahtumakuvausten perusteella tilanteet työmaalla olivat kaikissa tapauksissa sellaisia, että kaivannon sortumavaaraan olisi ollut mahdollista kiinnittää huomiota työmaan viikoittaisessa kunnossapitotarkastuksessa. Havaintoa voidaan perustella sillä, että sekä perinteinen kunnossapitotarkastuslomake että MVR-mittari sisältävät kaivannon sortumavaaraa arvioivan kohdan osana tarkastusta. Useimmissa tapauksissa oli kyse kapeasta yli 3 metrin syvyysestä kaivannosta, jota ei kuitenkaan ollut tunnistettu vaaralliseksi työmaalla työtä tehtäessä eikä osana kunnossapitotarkastuksia.

Analysoitaessa kaivanto-onnettomuuksia TOT-raporttien perusteella korostuivat vesihuollon rakennustyömaat. Tyypillisesti vesihuollon työmaan organisaatio on moniulotteinen (kuva 16). Tällöin tärkeän riski- ja vaaratiedon kulku työmaalla on helposti puutteellista. Vaikka yhdessä työportaassa tunnistetaan riski- ja vaaratekijä, ei tieto välttämättä välity eteenpäin työmaalla työtä oikeasti tekeville. Sen sijaan, että varmistetaan kaikkien tärkeiden tietojen perille meno, keskitytään rakenteiden mittatietojen, yksityiskohtien yms. tiedon välittämiseen suunnittelijalta urakoitsijalle. Kuvassa 16 on esitetty tyypillisen vesihuollon työmaan organisaatio ja riski- ja vaaratietoa koskeva tiedonkulun puutteet.



Kuva 16. Esimerkki tyypillisestä vesihuollon työmaan organisaatiosta.

TOT-raporttien analysoinnin perusteella kävi ilmi, että edeltävät suunnittelu- ja työvaiheet työmaalla vaikuttivat kaivanto-onnettomuuksien syntyyn. Tyypillistä oli, ettei sortumariskiä ollut tunnistettu. Tällaisissa tilanteissa tiedonkulku yhteisellä työmaalla korostuu. TOT-raportteihin liittyen on todettava, että ne keskittyvät tapahtuman viimeisiin hetkiin, vaikka onnettomuuteen vaikuttaneet asiat ovat saattaneet lähteä kehittymään viikkoja tai kuukausia aiemmin.

3.2 Tapaturmapakki

3.2.1 Havainnot analysoiduista tiedoista

Tapaturmapakki on TVL:n ylläpitämä vahinkotilasto. Tilastotietojen tutkimuksen lähteenä ovat työnantajan vakuutuslaitoksen vahinkoilmoitukseen täyttämät tiedot. Aineistossa ei ole vapaa-ajalla sattuneita tapauksia.

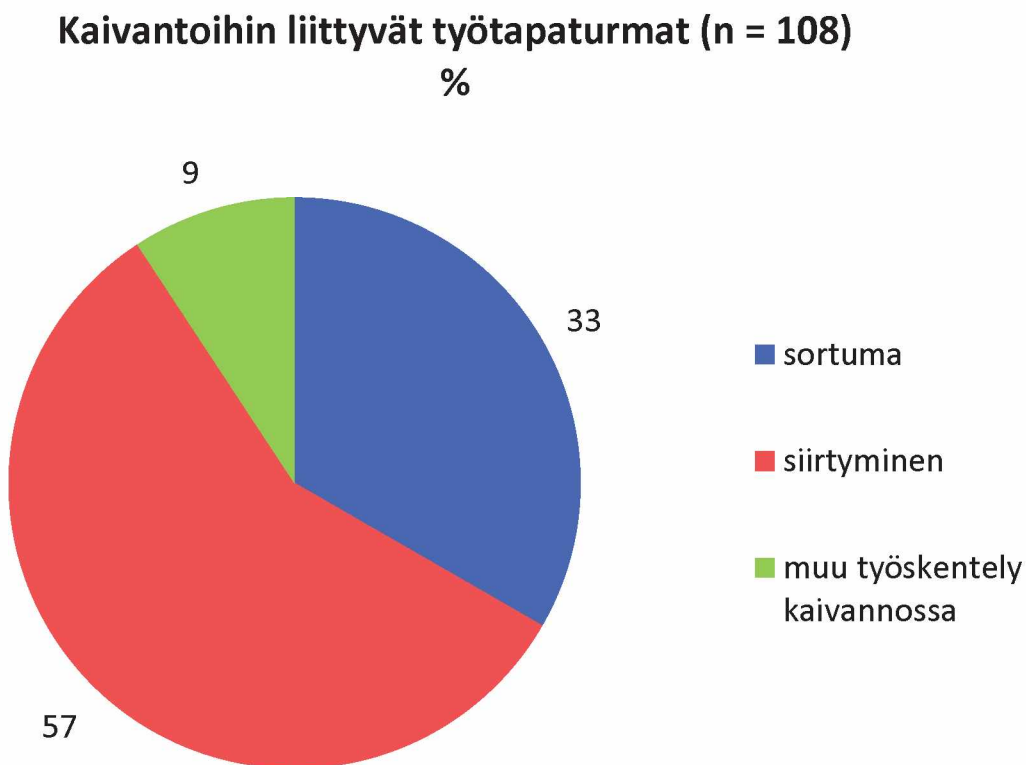
TOT-raporttien lisäksi tarkasteltiin kaivantoihin liittyviä työtapaturmia Tapaturmapakista saatujen tietojen perusteella. Vahingoittumiseen johtaneiden tapaturmien tarkasteluun päädyttiin sen vuoksi, että saataisiin kaivanto-onnettomuuksien tarkasteluun suurempi otos kuin kuolemaan johtaneiden tapaturmien tarkastelussa.

Tietoja Tapaturmapakin tilastosta haettaessa tehtiin rajaukset toimialan, vahinkoluokan ja aiheuttajan osalta. Toimialaksi rajattiin maa- ja vesirakentaminen, erikoistunut rakennustoiminta, julkinen hallinto ja maanpuolustus sekä pakollinen sosiaalivakuutus. Vahinkoluokkana käytettiin työpaikkaa. Aiheuttajaksi valittiin kaivannot, ojat, syvennykset, jyrkänteet, maanalaiset rakenteet, tunnelit, vedenalaiset rakenteet, muut maanpinnan alapuoliset rakenteet tai syvänteet.

Rajatussa vahinkotilastossa oli yhteensä 518 tapaturmaa vuosina 2003–2009, joista kaivantoihin liittyviä oli 108 kappaletta. Muita, tarkastelusta pois rajattuja tapaturmia olivat esimerkiksi:

- kuoppaan, painumaan, ojaan ja kaivoon kompastumiset, kaatumiset, astumiset ja putoamiset
- ruumiinosan jääminen puristuksiin kaivon renkaan ja kannen väliin
- puolustusvoimien henkilökuntaan liittyvät tapaukset (esim. juoksuhaudan reunan sortuminen).

Kuvissa 17–19 on kuvattu vahingoittuneen toiminta työtapaturman tapahtumahetkellä. Niissä on esitetty työtapaturmien määrän jakautuminen tapahtumahetken mukaan kaivannon sortumaan, työntekijän siirtymiseen tapahtumapaikalla ja muuhun työskentelyyn kaivannossa. Työtapaturmista jopa 57 % oli sattunut kaivantotyömaalla siirtymiseen liittyen, jolloin työntekijä on liikkunut tapahtumapaikalla, mutta työtapaturmaan ei liittynyt maan sortumaa. Sortumaan liittyviä työtapaturmia oli kolmannes (33 %) ja muuhun työskentelyyn liittyi 9 % työtapaturmista

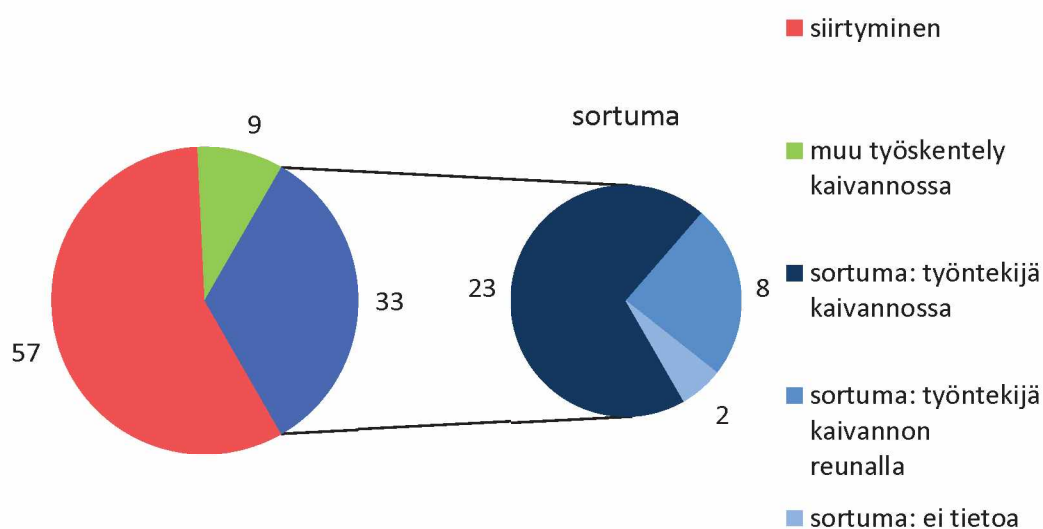


Kuva 17. Kaivantoihin liittyvät työtapaturmat.

Sortumaan liittyneitä työtapaturmia tarkasteltiin tarkemmin (kuva 18) sen mukaan oliko työntekijä tapahtumahetkellä kaivannon pohjalla vai sen reunalla. Tarkastelu toi esille, että suuriin osa maan sortumaan liittyvistä tapaturmista sattui työntekijän ollessa kaivannon pohjalla. Nämä tapaukset muodostivat 23 % kaikista tapahtuneista kaivantoihin liittyvistä työtapaturmista. Kaivannon reunalla sortumahetkellä tapahtuneiden työtapaturmien osuus oli 8 % kaikista kaivantoihin liittyvistä tapaturmista.

Kaivantoihin liittyvät työtapaturmat (n = 108)

%

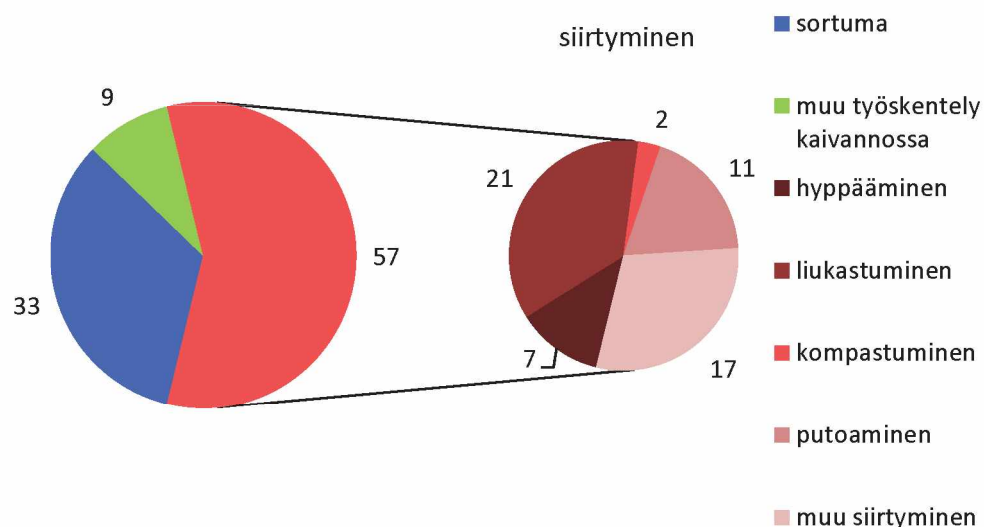


Kuva 18. Tarkempi tarkastelu kuvan 17 osalta sortumiin liittyvistä työtapaturmista.

Myös työntekijän siirtymiseen liittyneitä työtapaturmia tarkasteltiin tässä tutkimushankkeessa tarkastella tarkemmin. Siirtymisen tyyppiä oli kuitenkin haastavampi tarkastella, mutta tapahtumakuvausten perusteella saatiin muodostettua kuvan 19 mukainen jaottelu. Työntekijän siirtyminen jaettiin seuraaviin luokkiin: hyppääminen, liukastuminen, kompastuminen, putoaminen ja muu siirtyminen, joka sisälsi mm. alas kaivantoon astumisen. Näistä tyypeistä yleisimmäksi nousi liukastuminen 21 %:n osuudella ja toiseksi yleisin oli muu siirtyminen 17 %:n osuudella kaikista kaivantoihin liittyvistä tapaturmista.

Kaivantoihin liittyvät työtapaturmat (n = 108)

%



Kuva 19. Tarkempi tarkastelu kuvan 17 osalta työntekijän siirtymiseen liittyvistä työtapaturmista.

Tarkasteltujen työtaturmien perusteella voitiin todeta, että kaivantotyömailla on melko harvoin järjestetty turvallista kulkutietä kaivantoon ja sieltä pois.

3.2.2 Yhteenveto Tapaturmapakin tietojen analysoinnista

Tapaturmapakin tietojen osalta on todettava, että niiden perusteella ei välttämättä saada lainkaan tietoa tapaukseen vaikuttaneista taustatekijöistä, sillä osa vahinkotilaston tapahtumakuvauksista on hyvin suppeita. Näin esimerkiksi tiedot tapahtumapaikoista, työmaiden rakennuttajatahosta tai tehdyistä pohjatutkimuksista ja suunnitelmista puuttuvat kokonaan.

4 Nykytilatarkastelu suunnitteluprosessissa

4.1 Suunnittelijoiden taustakysely ja työpaja

Suunnitteluprosessin nykytilan hahmottamiseksi haastateltiin keskeisiä suunnittelu-alan toimijoita nykykäytäntöjen ja tarpeiden selvittämiseksi. Tavoitteena oli selvittää miten suunnitteluprosessissa otetaan huomioon kaivantojen toteuttaminen turvallisesti. Lisäksi kartoitettiin suunnittelijan tietosisältötarpeita suunnittelu-, toteutus- ja valvontaprosessissa.

Suunnitteluprosessin nykytilatarkastelu toteutettiin 16.11.2011 järjestetyssä asiantuntijoiden työpajatilaisuudessa. Tilaisuuteen osallistui 12 asiantuntijaa Rambollin organisaatiosta (liite 1). Työpajaan osallistujat työskentelevät geo-, katu- ja vesihuoltosuunnittelutehtävissä eri ammattinimikkeillä ja eri yksiköissä.

Ennen työpajaa osallistujille lähetettiin täydennettäväksi ennakkotehtävänä heidän kokemustaan kartoittava kysymyslomake, jonka he palauttivat täytettynä tutkimushankkeen toteuttajille. Ennakkotehtäviä vastaanotettiin kymmeneltä asiantuntijalta. Osallistujat olivat kaikki joko insinöörin tai diplomi-insinöörin koulutuksen saaneita. Koulutuksen määrä vaihteli muutamista opintokokonaisuuksista suoraan soveltuvan geoteknisen pääaineen suorittamiseen. Kaikki työskentelivät edelleen mukana georakentamiseen ja kaivantojen suunnitteluun liittyvissä töissä joko suunnittelijana tai projektipäällikkönä.

Ennakkotehtävän kysymyksillä selvitettiin osallistujien osaaminen ja kokemukset geosuunnittelusta. Kysymyksillä tarkennettiin asiantuntijan osallistuminen erilaisiin työmaihin ja eri vaativuusluokan kaivantojen suunnitteluun. Lisäksi kysyttiin vastaajien näkemystä siihen, miten kaivannot ja niiden lähtötiedot tulevat esille suunnitteluprojektin eri vaiheissa:

- sisältyykö suunnittelutoimeksiannon tarjouspyyntöön yleensä kaivanto- tai tuentasuunnitelmia?
- jos tarjouspyyntöön sisältyy kaivanto- tai tuentasuunnitelmia, niin saako suunnittelija riittävät lähtötiedot suunnitelmien tekoon?
- mitä suunnitelmia kaivantotyömaille yleensä tehdään?

Ennakkotehtävään vastanneilla suunnittelijoilla todettiin olevan erittäin kattava kokemus erilaisista kaivanto- ja geosuunnitelmien laatimisesta. Valtaosa on toiminut yli 20 vuotta georakentamisen tehtävissä, vähemmän kokemusvuosia omaavatkin ovat työskennelleet käytännössä koko työuransa kaivantojen parissa erilaisissa maanrakennuskohteissa. Vaihtelevien kohteiden lisäksi töiden tilaajien kirjo on ollut suuri: Liikennevirasto, ELY-keskukset, vesiliikelaitokset, vesiosuuskunnat, kunnat, kaupungit, rakennusliikkeet, urakoitsijat, energiayhtiöt, isännöintifirmat, lentokenttien hallinnoijat, satamat, kaivokset, yksityiset henkilöt, yhdistykset ja näiden lisäksi ulkomaiset tilaajat instansseineen.

Työpajassa käydyn keskustelun pohjana käytettiin ennakkotehtäviä ja tutkimushankkeessa saatuja tuloksia sekä eri toimijoiden mukaisia prosessivaiheita ja niihin työpajan aikana suunnittelijoilta kerättyjä nyky- ja tavoitetiloihin liittyviä kommentteja muistilapuille kirjoitettuna. Työpajassa käytiin keskustelua tilaajan asiakirjoista, suunnitteluprosessista, suunnittelun ohjauksesta ja valvonnasta sekä suunnitteludo-

kumenteista. Keskustelun annettiin ohjautua vapaasti eri aiheiden välillä ja sitä tuettiin esitetyillä kysymyksillä koskien pääsääntöisesti suunnitteluun liittyviä ongelmia.

4.1.1 Prosessivaiheet

Kuvassa 20 on esitetty eri toimijoiden mukaiset prosessivaiheet, joita käytettiin työpajatilaisuuden aikana herättämään keskustelua.

Liikennevirasto, ELY-keskukset



Kunnat, muut tilaajat



Vesihuolto



Kuva 20. Prosessivaiheet eri toimijoiden mukaan.

4.2 Suunnittelijoiden kokemuksia tilaajaprosessista

4.2.1 Yleistä

Lähtötietoihin liittyen todettiin, että jo kaavoitusprosessivaiheella on suuri merkitys kaivantojen suunnitteluun. Liikenneteknisiä asioita mietitään usein, mutta kadun alla oleva tekniikka jää vähemmälle huomiolle. Kaavoitusvaiheessa on tehtävä tilavarouksia kadun alle sijoitettavalle tekniikalle. Kaavoituksessa tulisi osata huomioida myös vanhat johdot ja putket (poikkileikkaus maan alta).

4.2.2 Tarjouspyyntö ja suunnittelun lähtötiedot

Kaivannot ovat usein mukana tarjouspyynnössä, jos niitä kohteesta löytyy. Kaivantojen osalta tarjouspyynnössä on tyypillisesti rajaus periaatteellisten ratkaisuiden laatimiseen. Kaivantosuunnittelu kuuluu kuitenkin kiinteästi hyvin moniin projekteihin. Lisäksi tuentatarpeen määrittely on olennainen osa kaivantosuunnittelua. Usein tuentatarve kuitenkin selviää tarkemmin vasta suunnittelun edetessä, jolloin nähdään järkeväksi rajata se alkuvaiheessa suunnittelusopimuksen ulkopuolelle. Yksityiskohtaista tuentasuunnittelua ei yleensä sisällytetä suunnittelutoimeksiantoon.

Lähtötiedot eri tilaajien projekteissa ja tarjouskilpailuissa koetaan usein puutteelliseksi. Tilaaja ei välttämättä tarkasti tiedä, mitkä tiedot ovat oleellisia suunnittelun kannalta. Lisäksi monen lähtötiedon tarve selviää vasta suunnittelun tai työn alettua. Valtion ja kuntien projekteissa todettiin tietojen olevan usein paremmin saatavilla (tai ne tarvittaessa tehtiin varta vasten) osaksi toimeksiantoa.

Lähtötiedot voivat olla puutteellisia myös tilaajan tai pohjatutkimuksen tekijän toimien vuoksi. Tehtyjen tutkimusten määrää tai niiden sijaintia on voitu rajoittaa haitaten tarpeellisen tiedon saamista. Esimerkkinä mainittiin tilanne, jossa tilaaja halusi konsultin esityksestä huolimatta, että tietyillä alueilla ei tehdä pohjatutkimuksia. Tällaisissa tapauksissa suunnitelma-asiakirjoihin tulee tehdä merkintä lähtötietojen puutteellisuudesta ja asia tulee ottaa huomioon myös toteutusvaiheen tarjouspyyntöasiakirjoissa. Kyseisenlaisessa paikassa on suuri todennäköisyys ajautua muutos- ja lisäsuunnitteluun sekä -töihin.

Lähtötietojen hankinnan todettiin kokonaisuudessaan olevan vuorovaikutteinen prosessi tilaajan ja muiden toimijoiden välillä. Kaivantojen suunnittelua varten tarvittavat lähtötiedot hankitaan yleensä suunnittelun edetessä suunnittelussa määritetyn tarpeen mukaisesti. Välillä nämä tiedot voivat olla vaikeasti tai jopa mahdottomia saada (läheisten rakennusten perustamistavat, putkien korkeusasemat, jne.). Lähtötietojen osalta suunnittelijalla on viimekädessä vastuu riittävien lähtötietojen saamisesta osaksi suunnittelutoimeksiantoa.

Tärkeiksi lähtötiedoiksi koettiin korkeusasema, maaperätiedot, olemassa olevat johdot, kaapelit ja putket sekä niihin liittyvät sijaintitiedot, olemassa olevat rakenteet maan pinnalla ja etenkin maan alla. Todettiin, että johtojen, putkien ja maaperän tietojen osalta joudutaan aina suunnittelussa tekemään tulkintaa, sillä maan alla sijaitsevien rakenteiden tiedot perustuvat arvioon. Kaikki maan alla oleva koetaan riskiksi, koska suunnittelija joutuu ennustamaan millaista tekniikkaa tai rakennelmia maan alla on.

Puutteellisiin tietoihin liittyen asiantuntijat kertoivat esimerkki-caseja työmailta:

- Nykyinen jätevesiviemäri linja ei ollut lähtötiedoissa, jolloin se tuli vastaan työn aikana tuentaseiniä tunkattaessa. Olemassa olevaa linjaa ei voitu siirtää tai poistaa.
- Lähtötietona ilmoitettu puhelinlinja olikin ilmennyt rakentamisen aikana maakaasu- tai kaukolämpölinjaksi. Tämä aiheutti suuria muutoksia suunnitelmiin ja työn toteutukseen.
- Joissain kaupungeissa kunnallistekniikan kaapelit ovat olleet rakenteessa betonin sisälle koteloituna. Koska rakennetta ei saanut purkaa, jouduttiin suunnitelmia muuttamaan.

Tärkeitä toimenpiteitä ovat lähtötietojen kriittinen tarkastelu ennen suunnittelua ja ennen työmaan aloitusta, mahdollisesti myös varasuunnitelmien laatiminen. Kriittiset vaiheet on selvitettävä suunnitteluratkaisun perusteella. Toisinaan joudutaan tekemään ja muuttamaan suunnitelmia työn edetessä, jos jonkin suunnitteluratkaisun toteuttaminen ei olekaan mahdollista puutteellisten tai virheellisten lähtötietojen takia. Usein lähtötiedot saadaan vain 2-ulotteisina, vaikka tietoa käsitellään 3-ulotteisena.

Suunnittelu on monimuotoista, sillä suunnittelijan on arvioitava pitkän aikavälin lähtötietojen luotettavuus ja pohdittava, missä vaiheessa pitää lähteä varmistelemaan

(tarkentamaan ja päivittämään) lähtötietoja. Suunnittelijalla ei ole aina tiedossa sitä, mitkä lähtötiedoista on mitattuja tietoja ja mitkä arvioituja. Tästä johtuen pohjatutkimuksiin tulisi lisätä tutkimusten teon vuosiluku. Kun rakennetaan alueelle, jossa on olemassa vanhoja johtoja ja putkia, tulisi vanhat tiedot laittaa sellaiseen muotoon uuteen suunnitelmaan, ettei seuraavien sukupolvien tarvitse miettiä uudelleen maan alla sijaitsevien rakenteiden ominaisuuksia ja sijainteja.

Toteutussuunnittelu on vaihe, jossa viime kädessä tehdään lähtötietojen kriittinen tarkastelu ja kerrotaan yksiselitteisesti millä olettamuksilla suunnittelu on tehty. Viime kädessä urakoitsijan vastuulla on varmistaa lähtötiedot.

4.2.3 Rakennuttajan asiakirjat

Keskustelussa todettiin, että turvallisuusasiakirjassa tulee esittää hanketta koskevat ominaisuudet. Nähtiin, että turvallisuusasiakirja toimii tietojen lähteitä kokoavana asiakirjana. Toteutusvaiheessa tarvittava tieto on usein hajallaan ja turvallisuusasiakirjassa kerrotaan, että kyseinen asia on mainittu jossain tietyssä muussa dokumentissa. Turvallisuusasiakirja nähtiin kaupallisena asiakirjana, jossa esitetään vastuut, ja sillä on suora vaikutus kustannuksiin. Kun tehdään suunnitelman muutos, sitä mietitään ensin teknisestä näkökulmasta, eikä lainkaan työturvallisuuden näkökulmasta. Muutoksen vaikutus turvallisuuteen unohdetaan usein kirjoittaa asiakirjan tekstiin.

Vastuiden selkiyttäminen turvallisuusasiakirjoihin koettiin tärkeäksi (suunnittelija, rakennuttaja, urakka-asiakirjojen tekijä). On pitäydyttävä siinä, mitä kuuluu kenenkin vastuulle, eikä asiakirjoja saa sekoittaa keskenään. Työselityksiin pitää kirjata "on tehtävä", eikä "tehdään". Esimerkkinä erään hankkeen osalta työselityksessä oli lue- nut: "Urakoitsija vastaa kaivantosuunnittelusta ja pohjaveden alentamisesta". Kuitenkaan tässä tapauksessa asiasta ei ollut mainintaa muissa urakka-asiakirjoissa. Urakoitsija ei näin osannut huomioda asiaa, jolloin kaivannon pohja oli noussut veden mukana ja syntyi hydraulinen murtuma. Työselostuksen tehtävä on määrittää tehtävän kaivannon kokonaisuus. Kaikkea ei nähdä tarpeelliseksi kirjata turvallisuusasiakirjaan. Kuvillakin voidaan kertoa asiasta, ei pelkällä turvallisuusasiakirjalla.

Keskustelun yhteydessä todettiin, että urakka-asiakirjat ja suunnitelmat laaditaan usein eri organisaatioissa. Urakka-asiakirjojen laatija on yleensä pohjaolosuhteisiin perehtymätön, joten urakka-asiakirjojen on käytävä suunnittelijan kommentoitavana, jotta suunnitelmat tulee huomioduksi riittävässä määrin. Asiakirjoissa mainitut asiat eivät saa jäädä pois urakoitsijan velvollisuuksista ja vastuulta.

4.2.4 Kaivantosuunnitelma

Eräs tärkeimmistä suunnittelijoiden työpajassa esiin nousseista toteamuksista oli se, että kaivanto nähdään välivaiheena, kun tehdään tai saavutetaan lopullinen ja välivaihetta "tärkeämpi" rakenne. Yleensä tilataan perustamistapalausunto, mutta ei tilata kaivantosuunnitelmaa. Kaivantoja sisältävän kohteen suunnittelua tilattaessa tulee muistaa, että tarjouspyyntötilanteessa on aina kyse kilpailutilanteesta. Tarjouspyyntöä ja suunnitteluprosessia tulee alusta asti terävöittää itse tarjouspyynnön ja tarjoushinnan osalta:

- suunnitteluprosessin alkuvaiheessa pitäisi olla mahdollisuus kartoittaa kaivantojen tarvetta tarkemmin
- edellisen suunnitteluvaiheen merkitys ja vaikutus
- tarkempi määrittely siitä, millaista suunnittelua vaaditaan

- tulee tiedostaa ne vaikutukset, jotka kaivannoilla on suunnittelutoimeksianto.

Kaivannon tuentasuunnitelmat sisällytetään usein suoraan urakoitsijan toimeksiantoon. Todettiin, että tuentarpeita ei yleensä yksilöidä, vaan vaaditut tuentaratkaisut tarkentuvat suunnittelun edetessä. Liikenneviraston rautatiepuolella edellytetään nykyisin riittävät tuentasuunnitelmat, joissa on ainakin esitettävä yksi toimiva eli toteutuskelpoinen tuentaratkaisu. Liikenneviraston tiepuolikin on terävöitynyt asian suhteen, mutta käytäntö ei ole niin selkeää kuin rautatiepuolella. Tie- tai ratasuunnitelmassa ei yksilöidä tuentatarpeita silta-anturaa tarkemmin. Suunnittelijallekin pitäisi saada tieto, jos kohteessa toteutetaan esim. AA-vaativuusluokan kaivanto. Uutena ajatuksena mainittiin, että tie- ja ratasuunnitelmissa voitaisiin jatkossa antaa suunnittelijalle tarkemmin suuntaviivoja tai vaatimuksia kaivantoturvallisuuden suunnitteluun.

Vesilaitoksen suunnitelmissa etenkin johtokaivantojen tuennalla on merkittäviä kustannusvaikutuksia, koska normaalin kaivannon tekeminen tuettuna lisää vähintään 50 % kustannuksia. Vesiosuuskunnat eivät tilaajina välttämättä tiedä ja tunne kaivantoja koskevia turvallisuusvaatimuksia riittävän laajasti. Rannikkoseudun kaupungit ovat valveutuneempia, koska niillä alueilla on pehmeikköjä laajemmin ja tilaajat ovat tietoisia maalajien haastavasta käyttäytymisestä kaivutyössä. Yleensä isojen kaupunkien tietämys on kohdallaan, mutta pienemmissä kunnissa tieto on vähäisempää ja raha valitettavasti ohjaa suunnittelua. Toisaalta isompienkin naapurikaupunkien välillä voi olla melko suuria eroja suunnittelun tilausmenetelmissä. Eräällä työpajassa mainitulla yrityksellä oli käytäntö, että heidän oma valvojansa tai tarkastajansa tekee tarkastuksen työmaalla ennen kuin heidän asentajansa menee töihin kaivantoon. Kiireelliset tapaukset olivat heilläkin asia erikseen.

Tavallisesti suunnittelussa tehdään yksi toteutuskelpoinen tuentasuunnitelma. Urakoitsija voi kuitenkin haluta tuentasuunnitelman jollain toisella tavalla suunniteltuna, kuten kevennettynä tai muuten konekalustolleen sopivampana. Kevennys tehdään yleensä varmuustasoista (mm. ankkurointitasoista) tinkimällä.

Suunnittelua vaikeuttaa usein se, ettei tiedetä mihin vuodenaikaan ja millaisissa sääolosuhteissa kaivutyö tullaan toteuttamaan. Suunnitelmissa ei voida ottaa huomioon kaikkia mahdollisia säähän ja vuodenaikaan liittyviä tilanteita. Esim. routa ja roudan sulaminen (routapaine voi painaa jotakin kasaan) sekä sade ovat merkittäviä kaivannon vakavuuteen vaikuttavia tekijöitä.

4.2.5 Suunnittelun ohjaus ja valvonta

Suunnittelun ohjaukseen ja valvontaan liittyen todettiin, että suunnittelu on prosessi, jossa suoritetaan laadunvarmistusta ja -valvontaa sekä suunnitelmien itselle luovutus. Vaativien kaivantojen ollessa kyseessä olisi hyvä käyttää ulkopuolista tarkastajaa. Suurimmilla organisaatioilla, kuten Liikennevirastolla on vastapuoli, joka tarkistaa suunnitelmat. Suunnitteluvaiheen turvallisuuskoordinaattorin tulee varmistaa suunnittelijoiden osaaminen, ja suunnitelmien valvonnan ja tarkastamisen osaaminen varmistetaan tarvittaessa organisaation ulkopuolelta.

4.3 Kaivantojen suunnitteluun liittyvät haasteet

4.3.1 Kaivantotyyppi

Kaivannon leveys, syvyys ja sijainti vaikuttavat siihen, toteutetaanko kaivanto luiskattuna vai tuettuna. Jos kaivanto tehdään luiskattuna, annetaan kaivantosuunnitelmas-
sa minimivaatimus luiskakaltevuudelle. Luiskatun avokaivannon poikkileikkauksen suunnittelussa varmistetaan riittävä varmuus luiskien sortumista vastaan laskemalla ja mitoittamalla. Yleisimmin käytössä on Infra RYL (osa 1 väylät ja alueet) -taulukko, joka soveltuu perustapauksille. Joka tapauksessa suunnittelijalla tulee olla alueen maaperäolosuhteiden tuntemusta, jotta taulukkoarvoja voidaan käyttää.

Suunnittelijoiden mukaan porrastamalla luiskattuja kaivantoja suunnitellaan melko paljon, esimerkiksi vesihuoltolinjoille, joissa joudutaan leikkaamaan katulinjaa.

4.3.2 Ympäristötekijät

Vaikka ympäristötekijöihin liittyvien lähtötietojen keruu sekä kokonaisuuden hallitseminen ja sen vaikutus lopulliseen suunnitteluratkaisuun on haastavaa, tulee pohjaveden hallintaan liittyen yleissuunnittelu- ja tiesuunnitteluvaiheissa kerätä havainto- ja seurantatietoja. Tieto pohjavesien hallinnasta tulee viedä suunnitteluun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Nykyisin teetetään eri konsulteilla eri suunnitteluvaiheen suunnitelmia, jolloin tavoitteen asettelu on epämääräistä, eikä pohjavesiolosuhteita tunneta riittävän hyvin.

Putkilinjan yleissuunnitteluvaiheen suunnittelussa tulee huomioida, ettei hankalaan maantien tai katuverkon risteysalueelle suunnitella toteutettavaksi putkilinjaa ja suuria muutoksia. Tällöin jo yleissuunnitteluvaiheessa on otettava huomioon mahdolliset toteutusvaiheen liikennejärjestelyjen haasteet. Linjasuunnittelussa tulisi aina hyödyntää geosuunnittelijan asiantuntemusta.

Tuotiin esille, että ympäristötekijöihin liittyvien lähtötietojen saamista hankkeilla on aikaistettava. Kairaussuunnitelma tulee tehdä tiesuunnitteluvaiheessa seuraavaa vaihetta varten ja myös toteuttaa ennen kuin rakennussuunnitteluvaihe edes käynnistyy.

4.4 Kaivannot rakentamisessa suunnittelijan näkökulmasta

4.4.1 Tuentatyyppit

Rakennettavat kohteet ovat luonteeltaan hyvin erilaisia. Putkikaivantoa tehtäessä käytettävää tuentaa siirretään joka päivä kaivannon edistyessä. Talonrakennustyömaalla kaivanto on huomattavasti pidemmän aikaa paikallaan, jolloin kaivannon tuennan arvo nousee mm. staattisen ratkaisun vuoksi. Toisinaan käytössä olevat työmenetelmät aiheuttavat sen, että tuentaa ei voi käytännössä toteuttaa. Esimerkiksi silloin, kun työmaalla asennetaan isoja putkia, jotka liitetään kaivannon reunalla monimetrisiksi ja pudotetaan kaivantoon. Tällöin tuentaelementtien välituet (esim. 3 m välein) ovat esteenä putkea kaivantoon siirrettäessä. Toisinaan pitkissä kaivannoissa,

joihin asennetaan esim. 18 metrin putkia, voidaan käyttää pilarointia kaivannon tukemiseksi.

Pehmeillä mailla toteutettavassa suuntausporauksessa ei tehdä kaivantoa, vaan putkitettavan alueen kummassakin päädyssä on kone, joka vetää tai työntää putkea maan alla. Suuntausporauksessa maan pinnalla ei näy mitään putken keskivaiheilla. Suuntausporauksen käytössä on rajoituksensa, kuten mahdollinen alueen tukipilareiden katkeaminen ja puutteellinen tiivistys.

Maaperän lujittamista ei periaatteessa saa käyttää sen kyseenalaisuuden vuoksi. Maaperä ei välttämättä ole homogeenistä ja näin osa maasta saattaa jäädä lujittumatta.

4.4.2 Kaivantojen suojaus

Työpajan keskusteluissa nousi esiin, että tuentasuunnitelmissa ei huomioida kaivantojen suojausta työmaan ulkopuolisilta. Suojauksen huomiointi ja toteutus ovat urakoitsijan vastuulla ja niiden tulee näkyä työmaasuunnitelmissa ja rakentamisen aikaisissa liikennesuunnitelmissa. Eräs suunnittelija totesi suunnitelleensa joskus suoja-aitasuojauksia ja kiertotieratkaisuja kevyen liikenteen väylille. Tuentasuunnitelmissa sen sijaan huomioidaan ja mainitaan koneiden tuonti ja maiden läjitys lähelle kaivantoa ja sen reunaa. Suunnitelmissa ilmoitetaan liikenne- ja työkonekuormat, samoin kuin tarvittava suoja-alue. Työmaan on varmistettava toteutusvaiheessa, että nämä myös toteutuvat ja lisäksi ottaen huomioon mahdolliset vierekkäiset työmaat.

Toimenpiteinä kaivannon suojauksen osalta tuotiin esiin asian tiedottaminen kaikille työmaan työntekijöille sekä kaivantojen aitaaminen ja kaivannon suoja-alueiden merkitseminen. Kriittisten kaivantojen osalta tulee urakka-asiakirjoissa olla maininta, ettei kaivantoa saa kuormittaa.

4.4.3 Maalajien häiriintymisherkkyys

Mitä enemmän maamassa sisältää vettä, sen häiriintymisherkempää se on. Muita maalajien häiriintymisherkkyteen vaikuttavia tekijöitä ovat raekoko ja raekokoja-kaantuma sekä vesiolosuhteet (mm. sateet). Maalajien häiriintymisherkkyttä lisää eloperäisen maan eli humuksen osuus (humuspitoisuus).

Keskustelussa nousi esille kysymys siitä, liittyykö maanrakennustöitä tekevien koneenkuljettajien koulutukseen maaperäoppia ja opetetaanko sitä, miten eri maalajeja tulisi kaivaa. Todettiin, että märän maan osalta kaikki kaivutyötä tekevät eivät välttämättä erota maalajikerrosten rajapintoja tai häiriintyneen maalajin tyyppiä (esim. onko maalaji liejuuntunutta moreenia vai savea). Kaivinkonekuljettajat toimivat usein toiminimellä ja ovat pieniä toimijoita, jolloin he saattavat tehdä töitä riskialttiina aikoina, kuten iltaisin ja viikonloppuisin ja heidän työtahtia leimaa usein kiireinen aika-taulu.

4.4.4 Muita kokemuksia

Keskusteluissa nousi esiin, että yleinen välinpitämättömyys on vallalla kaivanto-työmailla ja kaivantosuunnitelmien noudattamattomuus on arkipäivää. Urakoitsija tekee usein töitä ilman suunnitelmia ja kaivannot toteutetaan ilman tukia, koska asenteena koetaan yleisesti olevan "ei se viimeksikään sortunut". Koekaivujen tekeminen olisi hyödyllistä, mutta usein koekaivussa tehdään jo itse asennustyö ja tukie-

lementtejä pidetään turhana. Tosin kaikkia kaivantoja ei tarvitse tukea, sillä esimerkiksi tietoliikennekaapelit asennetaan kaivantoon kaivannon reunalta. Yleisesti tulkitaan rakennustyön turvallisuus asetusta niin, että periaatteessa kaivantoa ei tarvitse tukea kaivannon reunalta töitä tehtäessä. Näin asia toki onkin, mikäli reunalta työn tekemiseen ei liity maan sortuman aiheuttamaa tapaturman vaaraa.

Rakennusliikkeiden kustannusohjauksen koetaan olevan tiukkaa, joten niiden työt pyritään tekemään mahdollisimman halvalla. Erityisesti aliurakoitsijaketjuissa ja pienillä toimijoilla ei kiinnitetä huomiota kaivantojen riittävään suojaukseen ja rahan todettiin ohjaavan toteutusta suuressa määrin. Eräs työpajassa esiin noussut kommentti oli, että kaivulupia myöntävien pitäisi ottaa kantaa mm. suunnitelmiin, mutta välttämättä lupia myöntämässä ei ole asiantuntijaa, joka tuntisi tilannetta.

Työpajassa keskusteltiin tapahtuneista kaivanto-onnettomuuksista. Keskustelussa todettiin, että ihmiset eivät välttämättä aina ymmärrä mitä vammoja voi syntyä kaivanto-onnettomuuksissa. Eräessä tapauksessa työntekijälle oli tullut kallonpohjan murtuma siitä, että hän oli hautautunut vyötäröön myöten kaivantoon, joka sortui. Maamassan paine oli aiheuttanut kehon nesteiden nousemisen ja pakkautumisen henkilön päähän. Tuotiin myös esiin kysymys, miksei urakoitsijan pätevyyden osoittamiseen ole kaivantopassia, kuten esim. vesihygieniapassi.

Suunnittelijoiden osaaminen ja pätevyys opitaan kokemuksen kautta, joten tilaajan on vaikea erottaa onko suunnittelija riittävän pätevä. Sama referenssi voi olla usealla CV:ssä, vaikka vain yksi henkilö on piirtänyt kyseisen kohteen. Talonrakennuspuolella on käytössä FISE-pätevyys, jossa suunnittelijan pätevyys määritellään suunniteltujen kohteiden vaativuuden mukaan. Jos suunnittelijalla on ns. helppoja kohteita, hän ei pääse suunnittelemaan vaativampaa. Lisäksi FISE määritellään kuuden vuoden ajalta, joten yli kuuden vuoden takaisten kohteiden suunnittelua ei huomioida. FISE-pätevyudet ovat tulleet myös infrapuolelle syksyllä 2011 ja pätevyyksissä määritellään mm. infra-alan pohjarakennesuunnittelijan pätevyys. Liikennevirasto edellyttää em. pätevyysvaatimuksia käytettävän omissa hankkeissaan.

Kaivantojen hallintaa vaikeuttavina seikkoina tuotiin esiin muun muassa samanaikaiset paalutustyöt, liikkeiden hallinta tiivistyissä maamassoissa, syvät maakerrokset ja erityisesti pohjavedenhallinta. Kaivantoja varten pitää laatia sellaiset suunnitelmat, joilla kaivanto voidaan oikeasti turvallisesti toteuttaa. Todettiin, että erittäin vaativiin kohteisiin pyritään kokoamaan kokeneimmat osaajat mukaan. Kaivantojen yksityiskohtainen suunnittelu on usein urakoitsijan tehtävä ja suunnittelun koetaan olevan kirjavaa (pyritään selviämään halvimmalla).

4.5 Yhteenveto suunnitteluprosessista

Prosessin tarkastelussa tuli esille paljon jo käytössä ja käytäntönä olevia hyviä toimintatapoja. Erot erilaisten tilaajatahojen välillä ovat kuitenkin suuria. Kehittämiskohteina tuotiin esille mm. lähtötietojen selvittäminen osana suunnittelutoimeksiantoa, pidemmän ajan pohjaveden korkeuden seurantatietojen sisällyttäminen lähtötietoihin, suunnittelijan antama perehdytys työmaalla, kaivantosuunnitelmien ja tuentasuunnittelun sisällyttäminen suunnittelutoimeksiantoon (työ kuitenkin tarkentuu vasta suunnittelun aikana) ja niiden mitoitukselle ulkopuolinen tarkastus sekä pääsuunnittelijan nimeäminen infra-hankkeisiin. Suunnittelijoiden näkemykset eri toimijoiden rakennusprosessissa on esitetty tarkemmin liitteessä 4.

Tieto suunnitelmien sisällöstä kulkisi suunnittelu- ja toteutusvaiheen ketjussa eteenpäin, jos suunnittelija perehdyttäisi kohdekohtaisesti työmaan työntekijät. Kaivutyötä toteuttavan henkilöstön kanssa tulee käydä läpi työselostus ja geotekniset piirustukset sekä rakennussuunnitelma-asiakirjat. Lisäksi työmaan valvojan on perehdyttävä suunnitelmiin. Todettiin, että suunnittelun ja toteutuksen raja on tärkeä – valveutunut tilaaja pitää suunnittelijan mukana projektissa toteutukseen asti.

5 Työmaiden nykykäytännöt

5.1 Työsuojeluvastuualueiden tarkastukset

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) toteutti aluehallintoviraston (AVI) työsuojelun vastuualueiden tarkastajien kanssa vuoden 2011 aikana valvontahankkeen, jonka tavoitteena oli suorittaa 100 työmaakäyntiä, ns. suunnattuja tarkastuksia kaivantotyömaille. Tarkastuksissa tuli kiinnittää huomiota työmaan kaivantojen luiskaamiseen, tuentaan ja suojaamiseen sekä yleisesti kaivantojen turvallisuuteen liittyvien havaintojen suorittamiseen. Tarkastuksissa käytettiin erillistä tarkastuslomaketta infra-alan työmaiden kaivantoja koskevien turvallisuusmenettelyiden arviointiin.

Lisäksi STM toteutti vuonna 2011 kohdennetun rakennuttajien valvontahankkeen, jossa työmaiden tarkastamiseen liittyen lähetettiin ensin kaikille ennakoilmoituksen tehneille työmaille sähköinen kysely, jossa kysyttiin rakennushankkeen turvallisuuskoordinaattorilta hänen turvallisuustoimintansa toteuttamisesta tarkasteltavassa hankkeessa. Kyselyn tulosten perusteella STM:n ja AVIn työsuojelun vastuualueiden tarkastajat valitsivat työmaita tarkastuskäynnin kohteiksi. Työsuojelun vastuualueet lähettivät rakennuttajatarkastuksista tekemänsä tarkastuskertomukset ministeriöön, jossa niistä koottiin yhteenveto.

STM ja AVIn työsuojeluvastuualue laativat yhteenvedon sekä rakennuttajien valvontahankkeen että rakennusalan tarkastajien infra-alan työmaille suunnattujen tarkastusten tuloksista osaksi Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen kaivantotyömaiden nykykäytäntöjen tarkastelua. Seuraavassa kappaleessa (5.2) on esitetty STM:n Esa Virtasen kokoama yhteenveto rakennuttajien valvontahankkeesta ja kappaleessa 5.3 on esitetty AVI:n Janne Hokkasen kokoama yhteenveto infra-alan työmaille suunnattujen tarkastusten tuloksista.

5.2 Rakennuttajien valvontahanke

Rakennuttajien valvontahankkeessa toimitettiin työmailta laadittuja tarkastuskertomuksia ministeriöön yhteensä 131 tarkastuksesta.

Tarkastettujen työmaiden perusteella vajaa kolmannes (32 %) rakennuttajista toimi säädösten mukaisesti niin, että tarkastajat eivät todenneet mitään tarkastuskertomukseen kirjattavaa puutetta.

Eniten puutteita oli siinä, että rakennuttaja ei ollut varmistanut, että työmaille olisi käytetty henkilötunnisteita säädösten mukaisesti. Monilla työmaille havaittiin työntekijöitä, joilla henkilötunniste ei ollut näkyvillä.

Runsaasti oli puutteita myös turvallisuusasiakirjojen laatimisessa. Noin 13 %:ssa rakennushankkeita turvallisuusasiakirjaa ei ollut tehty lainkaan tai sen tietoja ei ollut pidetty ajan tasalla. Tähän liittyen usein puuttuivat myös hankekohtaiset turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet.

Tarkastusten perusteella hankkeeseen oli lähes aina nimetty turvallisuuskoordinaattori. Turvallisuuskoordinaattoria ei kuitenkaan ollut nimetty 8 %:ssa tarkastettuja rakennushankkeita.

Päätoteuttajan nimeäminenkään ei ollut kaikissa hankkeissa kunnossa, vaan tarkastuksissa löytyi muutamia hankkeita, joihin päätoteuttajaa ei ollut ainakaan riittävän selkeästi nimetty.

Taulukossa 3 on esitetty esille tulleiden puutteiden määrät asiakohdittain liittyen turvallisuuskoordinaattoriin, työturvallisuusasiakirjoihin, päätoteuttajan turvallisuustehtäviin, asiakirjojen ja suunnitelmien noudattamiseen, henkilötunnisteisiin sekä kirjallisiin käyttö- ja huolto-ohjeisiin.

Taulukko 3. Rakennuttajien valvontahankkeessa työmaatarkastuksissa esille tulleiden puutteiden jakautuminen.

Tarkastuksella käsitellyt asiat	Puutteiden määrä
01 Turvallisuuskoordinaattori	
011 Hankkeen vaativuutta vastaava	11
012 Asianmukaiset toimivaltuudet	11
013 Huolehtinut tehtävistään	15
02 Työturvallisuusasiakirjat	
021 Hankekohtainen turvallisuusasiakirja	17
022 Hankekohtaiset turvallisuussäännöt	23
023 Hankekohtaiset menettelyohjeet	19
024 Asiakirjojen noudattaminen	9
025 Rakennuttajan suunnittelutoimeksianto	11
026 Suunnittelijat mukana kokouksissa	7
03 Työturvallisuus ja päätoteuttaja	
031 Nimetty päätoteuttaja	8
032 Pätevä päätoteuttaja	3
033 Huolehtinut työturvallisuusvelvoitteistaan	17
04 Asiakirjojen ja suunnitelmien noudattaminen	
041 Asiakirjoja ja suunnitelmia on noudatettu	9
042 Turvallisuussuunnitelmat on laadittu ennen työvaiheiden alkua	12
05 Henkilötunnisteet	
051 Käyttö ja valvonta	28
06 Kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet	9

5.2.1 Puutteiden luonne asiakohdittain

Turvallisuuskoordinaattori

Yleisin puute turvallisuuskoordinaattoriin liittyen oli se, että nimeämistä ei ollut tehty ollenkaan. Joissain tapauksissa turvallisuuskoordinaattorin ja päätoteuttajan tehtäväjako oli epäselvä, mikä aiheutti turvallisuusasioita koskevien veloitteiden hoitamisessa puutteita. Nimetyt turvallisuuskoordinaattorin pätevyyttä ei missään tarkastuksessa asetettu kyseenalaiseksi. Turvallisuuskoordinaattori ei ollut aina huolehtinut tehtävistään esim. siitä, että hän ei ollut laatinut turvallisuusasiakirjaa tai pitänyt sitä ajan tasalla. Puutteena saattoi olla myös se, että turvallisuuskoordinaattori ei ollut varmistanut, että päätoteuttaja olisi tehnyt kaikki tarvittavat turvallisuussuunnitelmat, tai että ne eivät olleet valmiina ennen ko. työvaiheen alkua. Tarkastaja oli muutamassa tapauksessa antanut toimintaohjeen myös rakennuttajalle siitä, että työmaan ennakoilmoitusta ei ollut tehty työsuojelun vastualueelle.

Turvallisuusasiakirjat

Yleisin puute oli se, että turvallisuusasiakirjaa ei ollut laadittu lainkaan. Turvallisuusasiakirjan pitäminen ajan tasalla oli myös joissain tapauksissa laiminlyöty. Useissa tapauksissa oli myös niin, että kun turvallisuusasiakirja puuttui, puuttuivat myös turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet. Turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet puuttuivat kuitenkin hieman useammin kuin turvallisuusasiakirja.

Turvallisuusasiakirjan sisältöön ei tarkastuksilla ollut puututtu. Aiemmin melko yleinen puute turvallisuusasiakirjoissa oli se, että ne eivät olleet riittävästi kohdekohtaisia. Tällaisia puutteita ei näissä tarkastuskertomuksissa tuotu esiin.

Joitain puutteita tarkastuksissa oli havaittu siinä, että turvallisuusasiakirjoja ei ollut työmaalla riittävästi noudatettu. Näissä tapauksissa turvallisuuskoordinaattorin toimenpiteissä puutteena oli se, että hän ei ollut riittävästi valvonut turvallisuusasiakirjojen toimeenpanoa.

Yhdessätoista tarkastuksessa rakennuttaja ei ollut antanut suunnittelijoille kirjallista toimeksiantoa työsuojelun huomioonottamisesta. Suunnittelijoiden sitouttamisen puute työsuojelutyöhön näkyi joissain tapauksissa myös siinä, että suunnittelijat eivät osallistuneet työmaakokouksiin.

Työturvallisuus ja päätoteuttaja

Päätoteuttaja oli useimmiten nimetty hankkeeseen, mutta kahdeksassa tapauksessa nimeäminen oli jäänyt tekemättä. Kolmessa tapauksessa tarkastaja oli todennut, että päätoteuttajan pätevyys ei ollut riittävä työmaan vaativuuteen nähden.

Päätoteuttaja ei ollut kaikissa tapauksissa laatinut esim. työmaan elementtien asennussuunnitelmaa tai putoamissuojaussuunnitelmaa. Tällaisissa tilanteissa turvallisuuskoordinaattorin olisi pitänyt valvoa, että päätoteuttaja tekee turvallisuussuunnitelmat ja, että suunnitelmat ovat valmiina ennen kyseisen työvaiheen aloittamista. Työmaan ennakoilmoitus oli jäänyt tekemättä muutamasta tarkastetusta hankkeesta. Ennakoilmoituksen laatiminen on päätoteuttajan tehtävä, mutta turvallisuuskoordinaattorinkin tulee omalta osaltaan valvoa, että päätoteuttaja hoitaa tämän velvollisuutensa.

Asiakirjojen ja turvallisuussuunnitelmien noudattaminen

Yleisin puute oli se, että turvallisuusasiakirjoja tai turvallisuussuunnitelmia ei ollut laadittu ollenkaan tai ne eivät olleet ajoissa valmiina. Muutamassa tarkastuksessa oli kuitenkin todettu, että laadittua turvallisuusasiakirjaa ei ollut noudatettu.

Henkilötunnisteet

Yleisin todettu puute (28 puutetta tähän liittyen) työmaille oli se, että kaikilla työmaan työntekijöillä ei ollut näkyvillä henkilötunnistetta. Tarkastuksilla ei tullut kuitenkaan esiin yhtään sellaista työmaata, että henkilötunnisteet olisivat puuttuneet kaikilta työmaan työntekijöiltä.

Kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet

Yhdeksässä tarkastuksessa todettiin, että turvallisuuskoordinaattori ei ollut laatinut kirjallista käyttö- ja huolto-ohjetta. Tarkastuskertomuksista ei käy ilmi se, missä vaiheessa rakennushankkeessa käyttöohjeen pitäisi olla valmis eikä sitä, pitäisikö käyttöohjetta laatia ja täydentää koko rakennushankkeen ajan sen alusta loppuun asti.

5.3 Infra-alan työmaille suunnatut tarkastukset

Infra-alan työmaille tehtyjä suunnattuja tarkastuksia oli kaikkiaan 43 kappaletta. Se, että tarkastusten lukumäärässä jäätin tavoitellusta sadan tarkastuksen määrästä, johtui osittain siitä, että tarkastukset oli jo käynnistetty ennen Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen aloitusta. Tästä johtuen tarkastettavien kohteiden valintaa ei voitu tehdä tämän tutkimushankkeen tarpeiden mukaisesti. STM ei myöskään ollut sopinut AVIen kanssa tarkastettavien työmaiden lukumäärää tarkkaan ja vain yhden alueen AVIn tulostavoitteisiin oli kirjattu tarkastusten kohdentaminen kaivantotyömaille.

Tarkastajat laativat tarkastuskertomukset jokaisesta tarkastettavasta kohteesta, joihin kirjattiin tarkempia kuvauksia läpikäydyistä asioista sekä työhön mahdollisesti liittyvistä puutteista. Tarkastuskertomuksiin kirjattiin puutteiden osalta joko käyttökehoitus tai toimintaohje puutteen vakavuuden mukaan. Taulukkoon 4 on koottu tehtyjen tarkastusten lukumäärät sekä niissä annetut kehotukset, toimintaohjeet sekä erikseen kaivantoihin kohdistuneet kehotukset ja toimintaohjeet.

Taulukko 4. Kaivantotyömaille suunnatut tarkastukset tunnuslukuineen.

AVI	Tarkastukset	Kehotukset	Toiminta-ohjeet	Toiminta-ohjeet, kaivannot	Kehotukset, kaivannot
LSSAVI	10	0	17	6	0
ISAVI	13	0	13	3	0
LSAVI	13	0	18	2	0
PSAVI	7	8	29	1	2
Yht.	43	8	77	12	2

Haasteita tarkastuskertomuksien analysointiin toi se, että toimintaohjeet ja kehotukset kertoivat puutteista, mutta eivät kohteen taustoja tai kokoa. Lisäksi Aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueilla on erilaisia tapoja toimia, sillä joissakin kohteissa toimintaohje olisi voinut olla myös kehoitus, joka on vakavampi huomautus määräaika-koiteen. Toisaalta on tuotu esille, että tarkastajat saattavat herkemmin mennä tarkastamaan talonrakentamispuolen työmaita kuin infra-alan työmaita, sillä talonrakennustyömaille on helpompi mennä eri vuodenaikoina ja ne ovat usein isompia kohteita kuin yksittäiset pienet infrakohteet. Koettiin myös, että tämän tyyppisiä kohdennettuja tarkastuksia pitäisi olla silloin tällöin, jotta tarkastajatkin ymmärtäisivät käydä erityyppisissä kohteissa, sillä normaalin tarkastustoiminnan ohessa keskitytään harvoin tarkemmin esim. kaivantoihin.

Viranomaistarkastustoimintaa olisi hyvä myös ulottaa suunnitelmien tarkempaan tarkasteluun. Kaivantotyön turvallisuuteen vaikuttaa hyvä suunnittelu, joka edellyttää hyviä pohjatutkimuksia. Tutkimusten ja suunnitelmien riittävyys on keskeinen asian-
tuntevaa tarkastamista edellyttävä tekijä. Toisen tarkastettavana tekijänä onkin sitten se, noudatetaanko työmaalla laadittuja suunnitelmia vai toimitaanko muulla tavalla.

5.4 Urakoitsijoiden haastattelut

Tärkeä osa Kaivantojen turvallisuus -tutkimushanketta oli selvittää työmaille nykyään vallitsevat käytännöt siellä toimivien keskuudessa. Tarkoituksena oli selvittää miten työmaiden arjessa otetaan huomioon kaivantojen turvallisuuteen liittyvät seikat, sekä miten urakoitsijat kokevat nykyisen ohjeistuksen. Urakoitsijoilta kysyttiin myös mitä turvallisuuteen liittyviä ongelmia he kohtaavat kaivantojen toteuttaessaan ja mihin he toivoisivat parannuksia.

Nykykäytäntöjen selvittämiseksi suoritettiin haastattelukierros, jossa haastateltiin yhdeksää eri urakoitsijan edustajaa. Haastateltaviksi valittiin erikokoisten yritysten edustajia. Kaksi haastatelluista yrityksistä oli kooltaan suuria, yli 40 hengen yrityksiä ja yksi haastatelluista edusti kunnallista urakoitsijaa. Loput kuusi haastateltua edustivat pientä tai keskisuurta yritystä, kooltaan työtilanteesta riippuen 5–40 henkeä.

Haastattelut jaettiin kolmeen osioon. Ensimmäisen osion kysymykset koskivat kaivantotyötä sisältävien urakoiden urakka-asiakirjoja, urakoiden suunnitelmia ja turval-

lisuusasiakirjoja. Osion kysymyksillä pyrittiin selvittämään minkälaisia ongelmia urakoitsijat kohtaavat laskiessaan urakan kustannuksia ja suunnitellessaan kaivantojen toteuttamista.

Toisessa osiossa kysymykset liittyivät työmaan valvontaan sekä tilaaja-/rakennuttajaorganisaatioon. Kysymyksillä haluttiin selvittää, kuinka urakoitsijat kokevat työmaan valvonnan ja miten aktiivista valvonta on. Kysymyksillä perehdyttiin myös urakoitsijoiden kokemuksiin tilaaja-/rakennuttajaorganisaation valvonnan ammattitaidosta sekä siihen, miten tilaajat ottavat huomioon turvallisuusasiat kaivantotöitä tilatessaan ja valvoessaan.

Kolmannen osion kysymykset liittyivät kaivannon toteuttamiseen ja urakoitsijan omaan valvontaan. Urakoitsijoilta kysyttiin muun muassa käytetyistä tuentatavoista ja kaivantojen luiskaamisesta, sekä työmaiden turvallisuusseurannasta ja työmaiden turvallisuussuunnittelusta.

5.4.1 Urakka-asiakirjat ja suunnitelmat

Urakoitsijat kokivat usein urakka-asiakirjojen ja suunnitelmien puutteellisuuden ongelmaksi. Esimerkiksi kaivantojen ja maanrakennuksen vaatima työtila oli usein jätetty huomioimatta suunnitelmissa, toisin sanoen työtilaa oli liian vähän. Ongelma korostuu etenkin pitkillä putkilinjoilla, joilla joudutaan kaivamaan yksityisten omistamilla mailla. Urakoitsijat olivat huomanneet, että maanomistajilta oli harvoin pyydetty lupa riittävän leveään kaivantoon. Joskus luvat olivat jopa jääneet suunnitteluvaiheessa kokonaan hoitamatta, jolloin ne täytyi hoitaa ennen kaivutöiden aloittamista. Nämä tilanteet voivat johtaa riitatilanteisiin, josta saattaa aiheutua aikataulun myöhästyminen, jolloin kaivanto saatetaan joutua toteuttamaan kapeampana kuin oli tarkoitus.

Alla on urakoitsijoiden antamia vastauksia kysymykseen työalueesta ja sen laajuudesta:

- *"Noin 20 %:ssa kohteista tulee vastaan, että työalue on liian kapea turvalliseen luiskaamiseen."*
- *"Maanomistajaluvissa on usein ongelmia. Etenkin metsäpalstan läpi mentäessä tulee usein riitaa kaadettavista puista. Työalue on lähes poikkeuksetta maanomistajan mielestä aivan liian leveä."*
- *"Aina työalue ei ole riittävän leveä. "Kapeat kaivannot" -ohjeessa on liian kapea alue. Urakoitsija vastaa kuitenkin turvallisuudesta."*
- *"Yksityisten rakennuttajien osalta kokemus on, että rakennusalueen ulkopuolisten maanomistajien lupia ei ole."*

Urakoitsijoilta kysyttiin, onko heillä käytössä kaivantosuunnitelmia ennen kaivutyön aloittamista, ja kuinka he kokevat kaivantosuunnitelman käytettävyyden. Lisäksi urakoitsijoilta kysyttiin, kokevatko he suunnitelmien ottavan riittävästi kantaa kaivannon turvalliseen toteuttamiseen ja jos ei, niin mihin he kaipaisivat tarkennuksia.

Urakoitsijat kertoivat, että kaivantosuunnitelma on yleensä tehty ennalta tiedetyistä, vaativista paikoista. Muun muassa pumppaamokaivannoista ja tuetuista kaivannoista on tehty kaivantosuunnitelmat. Urakoitsijat olivat kuitenkin huomanneet, että suunnitelma-asiakirjoissa kaivantosuunnitelma on hyvin usein niin sanottu tyypikuva kaivannosta. Nämä kaivantosuunnitelmat toistuvat usein urakasta toiseen samanlaisina, jolloin niiden käytettävyys yksittäisessä kaivannossa on huono. Kaivantosuunnitel-

man teon pohjalla pitää olla riittävästi pohjatutkimuksia juuri oikeasta paikasta, jotta siitä olisi hyötyä.

Urakka-asiakirjoissa saatetaan usein todeta, että urakoitsija tekee kaivantosuunnitelman itse ennen kaivutyön aloittamista. Kuten mainittua, hyödyllinen kaivantosuunnitelma vaatii pohjatutkimuksia ja näiden tarvitsemaa aikaa ei tilaaja useinkaan ota huomioon tarjouksia verratessaan. Osa urakoitsijoista kertoi tekevänsä kaivantosuunnitelman aina, vaikka tilaaja ei sitä vaatisikaan. Tällöin kaivantosuunnitelma tehdään ennen kaivutyön aloittamista, mutta sitä tarkennetaan, kun selviää millaista maata kaivannon kohdalla on. Urakoitsijat kertoivat, että maalaji ja sen ominaisuudet ovat hyvin usein erilaisia kuin suunnitelma-asiakirjoissa on kerrottu.

- *"Kaivantosuunnitelmaa ei aina ole. Useimmiten suunnitelmissa on poikkileikkauksuva maakaivannosta ja kalliokaivannosta. Kuvat ovat lähes aina samantyyppiset. Eri suunnittelijoilla on omat poikkileikkaukset, jotka toistuvat eri urakoissa."*
- *"Jos on kaivantosuunnitelma, niin se on tehty hyvin vaativiin paikkoihin, joissa on tuentaa, pohjavettä, olemassa olevia johtoja jne. Kaivantosuunnitelmassa ei ole koskaan mukana LVI -suunnitelmia, jotka muuttavat usein kaivantosuunnitelman sisältöä."*
- *"Yleispiirteiset kaivantosuunnitelmat ovat yleensä kaikista kaivannoista. Nämä suunnitelmat ovat tosin suoraan ohjekorteista/ RYL:stä. Urakoitsija tekee itse usein tuentasuunnitelman tuetuista kaivannoista, jonka tilaaja hyväksyy. Tällöin tulee eteen kysymys tilaajan ammattitaidosta."*
- *"Kaivantosuunnitelmat ovat valmiita yleensä pumppaamoille ja ennalta tiedettyihin tuettuihin kaivantoihin."*

Urakoitsijoiden vastaukset jakoutuivat kahtia kysyttäessä suunnitelmien käytettävyydestä ja turvallisuusnäkökohdista. Moni kertoi, että jos kaivantosuunnitelma on erikseen tehty tietylle kaivannolle, niin silloin se on käyttökelpoinen, eikä tarvitse muutoksia. Osa urakoitsijoista kertoi taas, että noin 50 %:ssa kaivannoista työtä ei ole mahdollista toteuttaa kaivantosuunnitelmassa esitetyllä tavalla, vaan sitä tulee muuttaa jotenkin. Ylivoimaisesti suurin syy suunnitelmamuutokseen oli suunnitelmista poikkeava maalaji.

Viisi vastaajaa yhdeksästä ilmoitti, että heidän mielestään suunnitelma-asiakirjoissa ei oteta riittävästi huomioon kaivannon turvallista toteuttamista.

- *"Suunnitelmat ovat usein niin yleisluontoisia, että turvallisuuskin jää yleisluonteiseksi."*

Turvallisuusnäkökohdista urakoitsijat toivoivat suunnitelmiin parempia ja tarkempia lähtötietoja kohteen olosuhteista. Etenkin yksityisellä tilaajapuolella maaperätutkimukset ovat puutteelliset, tai niitä ei ole ollenkaan. Jos maaperätutkimuksia on tehty, on niissä usein pyritty vain selvittämään kallion sijainti, sillä louhinta tuottaa tilaajalle kuluja. Kaivantojen ja työn turvallisuuden kannalta pehmeikköjen etsiminen ja maaperän ominaisuudet ovat kuitenkin tärkeämmät. Lisäksi turvallisuuteen liittyviä ongelmia tulee vastaan silloin, kun alueelta löytyy putkia ja kaapeleita, joiden sijainneja ei ole suunnitelmissa annettu.

- *"Joskus pohjatutkimukset ovat puutteellisia, mm. poikkileikkauksia ja oikeantyyppisiä kairaustuloksia puuttuu tai niitä on liian harvassa. Usein myös pohjaveden korkeustiedot ja mahdollinen paineellisuustutkimus (esim. antoisuustutkimus) puuttuu."*

- *"Yksityisten rakennuttajien asiakirjoista puuttuu usein myös mitoittamiseen tarvittavat maaparametrit. On ollut myös tapauksia, että suunnitelma-asiakirjoista ei käy ilmi maassa olevat kaapelit ja putket."*

Verrattaessa tilaajan laatimia kaivantosuunnitelmia ja urakoitsijan itse laatimia, urakoitsijat vastasivat seuraavaa:

- *"Ei paljon eroa. Urakoitsija pystyy kuitenkin ehkä poimimaan tärkeimmät asiat suunnitelmiin ja varautumaan paremmin maaperän muutoksiin."*
- *"Ei ole eroa. Urakoitsija voisi kuitenkin olla mukana suunnittelussa. Tällöin suunnitelma voisi sopia paremmin ko. kohtaan."*
- *"Urakoitsija voi aina esittää eriväviä toimintamallia. Urakoitsijan suunnittelemat ovat yleensä tarkempia mutta monesti kalliimpia. Syynä on esimerkiksi suurempi tilavaraus kuin tilaajan suunnitelmissa."*

Urakoitsijoiden mielestä he pystyivät poimimaan kaivantosuunnitelmiin yksittäisiä tärkeitä asioita, jotka tilaajan toimittamista suunnitelmista usein puuttuivat. He myös tiedostivat, että urakoitsijan tekemä suunnitelma voi olla kalliimpi kuin tilaajan tekemä/teettämä. Toisaalta urakoitsija voi omassa suunnitelmassaan hyödyntää omaa kalustoaan, jolloin kustannukset voivat jäädä pienemmäksi.

Urakoitsijoilta kysyttiin, otetaanko turvallisuusasiakirjassa kantaa maaperän ominaisuuksiin. Turvallisuusasiakirjassa on yleensä esimerkiksi maininta, että "rakennuskohteen alueella on pehmeää savea ja kalliota". Tätä ymmärrettävästi pidettiin ylimääräisenä tietona, josta ei ole käytännön hyötyä. Pohjarakennuskohteissa turvallisuusasiakirjat eivät yleensä ota huomioon millään tavalla maaperän ominaisuuksia. Urakoitsijat kertoivat, että hyvin usein vain mainitaan, että urakoitsija on velvollinen tarkistamaan maaperän ominaisuudet.

- *"Ei itse asiassa. Turvallisuusasiakirjassa viitataan ohjeisiin ja mainitaan, että urakoitsija todentaa maaperän työmaalla."*
- *"Maaperä on niin vaihtelevaa, ettei turvallisuusasiakirjaan voi merkitä kaikkia alueen maaperän ominaisuuksia. Jos paikalla on erityisen pehmeitä alueita, niin niistä on yleensä maininta."*

Kaivutyön turvallisuus heikkenee, kun kaivanto joudutaan toteuttamaan suunnitelmista poikkeavalla tavalla kaivutyön jo alettua. Kysyttäessä syitä suunnitelmista poikkeamiseen, suurin yksittäinen syy oli maaperän ominaisuudet. Hyvin usein maaperä muuttuu lyhyelläkin matkalla tai se ei ole alun perinkään ollut sellaista kuin suunnitelmissa on kuvattu. Eräs urakoitsija kertoi, kuinka kairauksia on tehty usein 50 metrin välein, mutta maaperän ominaisuudet voivat muuttua täysin toisiksi kymmenen metrin välein. Etenkin kallion pinnan yllättävät korkeusvaihtelut aiheuttavat usein sen, ettei suunniteltua teräsponttituentaa voida toteuttaa.

- *Maaperä, olemassa olevat rakenteet. Puutteelliset lähtötiedot.*
- *Maaperän ominaisuudet. Olemassa olevat rakenteet. LVI kuvissa viemärit on voitu piirtää liian lähelle rajaa/olemassa olevaa rakennusta, jolloin ei voida luiskata.*
- *Maaperän ominaisuudet. Kairauksia pitäisi lisätä.*

Urakoitsijoilta kysyttiin myös vaikuttaako käytettävä urakkamuoto kaivannon toteuttamiseen. Urakoitsijat katsoivat, että urakkamuoto ei niinkään vaikuta kaivannon toteuttamiseen. Enemmän vaikutusta on sillä, laskutetaanko urakka kokonaishintaisena vai yksikköhintaisena. Kokonaishintaisessa urakassa on se ongelma, että esimerkiksi tarvittavat tuennat täytyy etukäteen tietää ja määrittää niille hinta. Tarjouspyynnöis-

sä saattaa usein olla lause: "Mahdolliset tuennat sisältyvät urakan hintaan". Jos tarjouspyyntöaineistossa ei ole riittävän tarkkoja lähtötietoja, on tarvittavia tuentoja vaikea laskea etukäteen. Tällöin vaarana on, että etenkin pienemmissä urakoissa työn aikana ilmenevä yllättävä tarve käyttää tuentaa tekee urakasta tappiollisen, jolloin sitä yritetään välttää.

Yksikköhintaisten urakoiden ongelmana on taas se, että tuenta on monesti yksikköhinnaltaan kallista. Tällöin tilaaja saattaa väheksyä tuennan tarvetta vaikka urakoitsija kokisi sen työn turvallisen toteuttamisen kannalta tärkeäksi tai jopa välttämättömäksi. Jos taas putkikaivanto laskutetaan kaivettujen kuutioiden mukaan, tilaaja voi vedota määrämittausohjeeseen urakoitsijan halutessa kaivaa loivemmat luiskat saatuttaakseen kaivannolle paremman vakavuuden.

- *"Kokonaisurakassa yritetään säästää monessa paikassa. Tilaajan tulisi sisällyttää jotenkin urakkaan aina tietty määrä tuettua kaivantoa."*
- *"Ei niinkään urakkamuoto. Eniten ongelmia tuottaa lause "mahdolliset tuennat sisältyvät urakan hintaan". Usein suunnitelmista ei ole mitään mahdollisuutta tietää tuleeko tuentoja vastaan, ja kaikki tuennat jäivät urakoitsijan maksettavaksi."*

5.4.2 Työmaan valvonta

Työmaiden valvonnassa ja tilaaja-/rakennuttajaorganisaatioiden toiminnassa oli luonnollisesti paljon eroja. Ne urakoitsijat, jotka olivat tehneet töitä julkiselle sektorille, olivat toimintaan pääosin tyytyväisiä. Julkisen sektorin tilaajat ovat urakoitsijoiden mielestä pääosin aktiivisia toteutuksen seurannassa. Yksityisellä sektorilla rakennuttajan ja valvonnan ammattitaidossa ja aktiivisuudessa on merkittäviä eroja.

Urakoitsijat kokivat suureksi eduksi, jos työmaan valvoja on ammattilainen ja aktiivinen kävijä työmaalla. Urakoitsijat kertoivat, että tilaaja itse harvoin valvoo työmaata. Useimmiten työmaan valvojana toimii tilaajan palkkaama rakennuttaja/valvontakonsultti. Pohjarakennus- ja talonrakennuskohteissa valvojien kerrottiin hyvin harvoin ottavan kantaa itse maanrakennukseen.

- *"Tilaaja ei valvo. Tilaajan asettama konsultti valvoo. Talotyömailla valvojalla ei ole kuitenkaan ammattitaitoa maanrakennustöistä."*
- *"Vaihtelee paljon. Joskus kerran parissa viikossa, joskus päivittäin. Valvojalla on monesti ongelmia päätöksenteossa. Urakoitsijan etu on aktiivinen ja ammattitaitoinen valvoja."*

Urakoitsijat pitivät tärkeänä sitä, että olipa työmaan valvoja sitten tilaajan palkkaama konsultti tai tilaaja itse, valvojan tulisi pystyä tekemään päätöksiä paikan päällä. Usein kuitenkin valvojan täytyy hyväksyttää päätöksiä ja tämä monesti viivästyttää kaivannon tekoa.

- *"Joskus valvojana on oikea ammattilainen, joka käy säännöllisesti ja pystyy tekemään päätöksiä. Konsulttien valvojat ovat usein myös kohteen suunnittelijoita, jolloin on vaikeampi hyväksyttää suunnitelmista poikkeavia tapoja. Konsulttivalvojilla ei myöskään ole valtuuksia päättää asioista."*

Urakoitsijat olivat huomanneet, että usein työmaan valvoja toimii samalla työmaan turvallisuuskoordinaattoria. Tämä koettiin hyväksi asiaksi, jonka ansiosta valvojat kiinnittävät yhä enemmän huomiota kaivantoihin ja niiden tuentoihin.

Rakennuttajan ammattitaidossa oli luonnollisesti myös paljon eroja. Kysyttäessä haastateltavilta riittääkö heidän näkemyksensä mukaan rakennuttajan ammattitaito ongelmatilanteissa vai ottavatko he mieluummin suoraan yhteyttä suunnittelijaan, vastaukset olivat seuraavanlaisia:

- *"Aina yhteys rakennuttajaan. Hänen kanssaan on joka tapauksessa neuvoteltava ensin."*
- *"Suunnittelijalta saa ohjeita, mutta ongelman ratkaisut pitää aina hyväksyttää tilaajalla. Turvallisuuden parantamiseksi tehtäviä muutoksia on vaikea saada hyväksytettyä, koska ne ovat usein lisä- ja muutostöitä."*
- *"Julkisilla rakennuttajilla on pääsääntöisesti apunaan geoasiantuntijoita. Urakoitsijan omissa kaivanto- ja tuentasuunnitelmissa turvaudun aina oman geosuunnittelijan asiantuntemukseen."*
- *"Suunnittelijalle on turha soittaa, sillä häneltä ei saa ratkaisua asiaan. Suunnittelijan on kuitenkin hyväksyttävä ratkaisu rakennuttajalla"*
- *"Aina yhteys rakennuttajaan. Hän päättää rahoista."*

5.4.3 Kaivannon toteuttaminen

Kolmannen osion kysymykset liittyivät kaivannon toteuttamiseen. Käytetyin tapa toteuttaa esimerkiksi yli 2 metriä syvä putkikaivanto, oli tehdä se luiskaamalla tai porastamalla. Haastateltavat kertoivat myös, että sellaiset urakoitsijat, joilla on omaa tuentakalustoa, käyttävät herkemmin tuentoja.

- *"Urakoitsijat, joilla ei ole omaa tuentakalustoa, tekevät lähes kaikki kaivannot näin (luiskaamalla). Jos tuenta tehdään lisätyönä, nämä urakoitsijat laittavat tuennalle sellaisen hinnan, että tilaaja välttää sitä viimeiseen asti. Tällöin on vaarana, että tuentatarve ohitetaan."*

Toiseksi suosituin keino oli käyttää kaivantoelementtiä. Kaivantoelementeillä on hyviä ja huonoja puolia. Monet urakoitsijat kuitenkin kokivat, että niiden käyttö on usein hankalaa. Jos kaivulinjalla kulkee muuta kunnallistekniikkaa, silloin elementin käyttö voi olla mahdotonta. Elementit ovat myös raskaita ja hankalia käsitellä. Kaivantoelementin rakenteesta johtuen sen kanssa on vaikea käyttää pitkissä putkilinjoissa suosittua ns. kiepillä olevaa putkea:

- *"Kaivantoelementtiä on todella hankala käyttää, jos asennettava putki on suurta kieppi-tavaraa. Kaivantoelementin kanssa pitäisi aina käyttää 6 m salkotavaraa."*

Urakoitsijat kertoivat, ettei niin sanottuja kevyitä tuentoja juurikaan käytetä. Kevyillä tuennoilla tarkoitetaan lähinnä lautoja ja vanerilevyjä. Kevyitä tuentoja voidaan kuitenkin käyttää estämään kivien variseminen kaivantoon ja niillä voidaan tukea putkilinjojen risteyskohtia. Kaivannon sortumista vastaan kevyitä tuentoja ei kuitenkaan tehdä.

Kysyttäessä urakoitsijoilta, mikä olisi heidän mielestään paras keino tukea putkikaivanto, jos urakoitsija saisi itse päättää, vastaukset jakautuivat kaivantoelementin ja teräsponsittien kesken tasan. Urakoitsijat kuitenkin huomauttivat, että käytettävään tuentatapaan vaikuttaa hyvin moni asia. Tämän vuoksi elementin ja teräsponsittien keskenään vertailu on hankalaa. Käytettävään tuennan valintaan vaikuttaa muun muassa:

- Kaivantosuunnitelma
- Maaperän ominaisuudet
- Pohjavesi
- Käytettävissä oleva kalusto

- Kaivannon syvyys
- Käytettävissä oleva tila
- Risteävät johdot ja putket
- Käytettävissä oleva raha (muutos- ja lisätyöt)
- Aikataulu/Käytettävissä oleva aika (rataympäristö).

Jos kaivanto päätetään toteuttaa ilman tuentaa, silloin kaivannon reunat luiskataan tiettyyn kaltevuuteen. Kaivannon kaltevuus riippuu tällöin maaperän ominaisuuksista. Urakoitsijoilta kysyttiin miten luiskan turvallinen kaltevuus todennetaan, jos suunnitelmissa ei oteta kantaa luiskan kaltevuuteen. Tässä urakoitsijat korostivat kokemusperäistä varmuutta. Yleensä kaivun edetessä huomataan, miten maaperä käyttäytyy ja missä kaltevuudessa luiska pysyy vakaana.

- *"Maaperän ominaisuudet. Käytännössä sitten, kun kaivu alkaa, nähdään milaista maaperä on."*
- *"Jos maaperätiedot ovat etukäteen hyvin selvillä, siitä voi päätellä jotain. Yleensä kuitenkin kaivun yhteydessä nähdään miten sen voi luiskata."*
- *"Kokemusperäinen. Kaivuun yhteydessä nähdään miten maa käyttäytyy."*

Jos urakan lähtötiedoissa on annettu kairaus- tai muita tutkimustuloksia, voidaan niistä päätellä jotain. Lopullinen varmuus saadaan kuitenkin vasta kaivun alettua. Jotkut urakoitsijat kertoivat kaivavansa koekuoppia ennen varsinaisen kaivun aloitusta. Tämä menetelmä korostuu etenkin pohjarakennustyömailla. Koekuoppien avulla saadaan tieto niin maalajeista ja luiskakaltevuuksista, kuin myös pohjavedestä ja mahdollisesta kalliosta.

Jotkin kaivannot voivat olla auki pitkiäkin aikoja. Tällaisissa kaivannoissa luiskien ja tuentojen vakavuus korostuu. Urakoitsijoilta kysyttiin miten pitkään auki olevia kaivantoja seurataan ja kuinka usein. Kaikki vastaajat ilmoittivat, että kaivantoja seurataan silmämääräisesti jatkuvasti.

- *"Seuranta on jatkuvaa. Esim. rankkasade tai maaperän jäätyminen voi vaikuttaa kaivannon luiskien vakavuuteen. Esim. kaivannon yläreunan viereen ilmestyvät maanpinnan halkeamat ovat merkki mahdollisesta kaivannon vakavuusongelmasta."*

Kysyttäessä kuka valvoo luiskien ja tuentojen vakavuutta, kertoivat kaikki urakoitsijat valvovansa itse. Kaksi vastaajaa kertoi suoraan, ettei tilaaja eikä valvoja ole koskaan seurannut luiskien tai tukiseinien vakavuutta. Yksi urakoitsija kertoi, että kerran työmaan valvoja on sanonut luiskan näyttävän liian jyrkältä. Urakoitsijat kertoivat, että kaikki työmaalla olevat seuraavat tilannetta jatkuvasti, etenkin urakoitsijan työnjohto.

- *"Valvotaan jatkuvasti kaikkien työmaalla olevien toimesta. Etenkin vaativissa kaivannoissa koko työmaan henkilökunta kiinnittää erityistä huomiota."*
- *"Urakoitsija valvoo. Niin työnjohtajat kuin työtekijätkin."*

Auki olevaan kaivantoon voidaan kohdistaa joissakin tapauksissa muita tarkastuksia. Työmaan viikkotarkastuksissa voidaan tarkastaa luiskat ja tuennat. Myös putoamis- suojaukset tarkastetaan, jos sellaisia on. Luiskiinkin voidaan asentaa myös seurantapistteet, sekä tuentojen paikallaan pysyvyys voidaan tarkistaa tarkemmittauksin. Eräs urakoitsija kertoi, että jotkut suunnittelijat saattavat soittaa kysyäkseen tuentojen tarkemmittausten tuloksia kehittääkseen omaa ammattitaitoaan. Joillakin alueilla saate-

taan käyttää pohjaveden tarkkailuputkia, joiden avulla nähdään miten pohjaveden korkeus vaihtelee.

Jos kaivannon reunoilla havaitaan merkkejä, jotka viittaavat kaivannon vakavuuden heikkenemiseen, toimenpiteisiin ryhdytään heti. Tätä mieltä olivat kaikki haastatellut henkilöt. Kaivannon sortuminen tai tuentojen pettäminen aiheuttaa aivan liian suuren turvallisuusriskin. Lisäksi mahdollinen sortuma viivästyttää aikataulua.

- *"Toimenpiteisiin aletaan viipymättä, esim. täyttämällä kaivantoa maalla tai vedellä, kevennyskaivuilla tai lisätuennoilla. Ongelmien syy on aina selvitettävä!"*
- *"Hetimitä. Monesti saatetaan päättää, että kaivetaan eri kautta, jos jokin putkilinja on piirretty vaikeaan kohtaan (esim. pehmeikölle)."*
- *"Kyllä. Joko kevennetään, tai vähintäänkin aloitetaan tiivis tarkkailu."*

Työmaiden turvallisuus oli poikkeuksetta etusijalla kaikkien vastaajien mielestä. Urakoitsijat pitivät tärkeänä, että työntekijöitä ohjeistetaan kaivannossa työskentelyssä. Kaikki vastaajat kertoivat, että työntekijöille on annettu ohje, ettei kaivannossa työskennellä koskaan yksin. Vähintään kaivinkoneen kuljettaja on katsomassa yläpuolelta. Kaivannossa ei myöskään saa oleskella turhaan. Yhdellä haastatelluista urakoitsijoista oli ehdoton sääntö, ettei kaivantoon saa mennä, jos luiskat ovat liian jyrkät tai kaivanto on muuten vaarallinen. Muutama vastaaja ilmoitti, että kaivinkoneet eivät saa liikkua kaivannon ympärillä, jos siellä on henkilö töissä. Kaivannossa tulisi myös aina olla hyvät kulkutiet siten, että sieltä pääsee nopeasti pois. Kaivanto ei missään nimessä saa olla sellainen, että sinne joudutaan laskemaan työmies kaivinkoneen kauhallalla tai muulla vastaavalla.

Urakoitsijoiden mielestä työntekijät tiedostavat kaivantotyön vaaroja kohtalaisen hyvin. Uusilla työntekijöillä ei välttämättä ole vielä ymmärrystä vaaroista, mutta heitä pyritään perehdyttämällä saamaan tietoisemmiksi vaaroista. Urakoitsijat kokivat, ettei vaarojen ymmärtäminen tai tiedostaminen ole niinkään ongelma. Vaaroista ei monesti vaan välitetä. Urakoitsijat kertoivat, että monet työntekijät kuitenkin uskaltavat kieltäytyä menemästä liian jyrkkäluiskaiseen kaivantoon.

Kysyttäessä tiedostavatko työntekijät kaivantotyöhön liittyviä vaaroja, vastaukset olivat seuraavanlaisia:

- *"Kyllä pääsääntöisesti. Joskus vaara saattaa unohtua, jos pitkään aikaan ei ole sattunut mitään."*
- *"Kyllä pääsääntöisesti. Poikkeuksia tietenkin löytyy."*
- *"Uudet työntekijät eivät aina ymmärrä vaaroja. Vanhemmat kyllä. Joskus lapiomies/asentaja voi sanoa, ettei mene kuoppaan ennen kuin loivennetaan. Joskus taas työmaan vastaava voi kieltää työntekijää menemästä."*
- *"Todella hyvin. PIMA-hommissa kuitenkin näytteenotossa ei ymmärretä vaaroja. PIMA-tutkija voi mennä vaikka neljä metriä syvään, luiskaamattomaan kuoppaan, jos ei kielletä."*

Joillain työmailla varaudutaan mahdollisiin pelastustöihin. Suurin osa urakoitsijoista kertoi, että pelastustöihin varaudutaan työmaan turvallisuussuunnitelmassa tai työmaasuunnitelmassa. Työmaatiet pyritään pitämään siinä kunnossa, että pelastusajoneuvot pääsevät perille. Tämä tuottaa usein ongelmia, kun rakennetaan pitkiä linjoja metsäpalstojen läpi. Kysyttäessä miten työmailla varaudutaan mahdollisiin pelastustoimiin, vastaukset olivat seuraavanlaisia:

- *"Työmaan turvallisuussuunnitelmassa, joka riskien osalta käydään läpi perehdytyksessä, on kerrottu menettelyt onnettomuustapauksissa."*
- *"Työmaakohtainen turvallisuussuunnitelma."*
- *"Normaalit toimenpiteet, työmaasuunnitelma. Voisi olla paikallaan jos annettaisiin ohjeet siitä kuinka sortuman alle jäänyt pitäisi kaivaa esiin. Sellaista aina silloin tällöin miettii vaikka tällaisia onnettomuuksia sattuu erittäin harvoin."*

6 Toimintamallien kehittäminen, asiantuntijoiden työpaja

Tutkimushankkeen aikana järjestettiin 14.9.2012 asiantuntijatyöpajatilaisuus, jonka tavoitteena oli ideoida ja kerätä **hyviä käytäntöjä ja konkreettisia ratkaisuja** kaivantojen turvallisuuden varmistamiseksi kehitettävän toimintamallin laadintaan. Työpajassa sovellettiin Tuplatiimi-ryhmätyöskentelytapaa.

Tilaisuuteen osallistui 33 alan asiantuntijaa (liite 3) eri tahoilta siten, että mukana oli tilaajien, rakennuttajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä viranomaisten edustajia. Osallistujat jaettiin ennakolta kolmeen eri työpajaryhmään heidän roolinsa ja asiantuntijuutensa mukaan. Työpajan kesto oli 3 tuntia.

Työpajatilaisuudessa ensimmäiseen ryhmään osallistui 15 henkilöä, toiseen ryhmään 7 henkilöä ja kolmanteen ryhmään 11 henkilöä. Heidän lisäksi tilaisuuteen oli ilmoittautunut 12 henkilöä, jotka olivat kuitenkin estyneitä osallistumaan.

Tilaisuus aloitettiin tutustumalla Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen taustaan, tavoitteisiin ja edeltävien/aiempien osatehtävien tuloksiin. Työpajan tavoitteet käytiin lävitse ja esitettiin osallistujien ryhmäjako.

Kukin ryhmä toimi omassa ryhmätyötilassa. Jokaisessa ryhmässä lähestyttiin kaivantojen turvallisuutta eri näkökulmasta:

- Päätöksenteko, tilauskäytännöt ja suunnittelun ohjaus
- Toteutussuunnittelu, geosuunnittelu ja suunnittelun ohjaus
- Toteutus ja työmaakäytännöt.

Ryhmissä esitettiin kolme ongelmatilannetta tai kysymystä, joihin pohdittiin ratkaisuja. Jokaisen ryhmän ongelmatilanteet ja kysymykset on koottu liitteeseen 4. Työpajan lopuksi ryhmien aikaansaamat tulokset koottiin yhteisessä yhteenvedossa.

Ratkaisuja ongelmatilanteisiin pohdittiin ensin yksin, minkä jälkeen työskenneltiin pareittain. Parityön tuloksena saadut ratkaisut kirjattiin muistilapuille. Jokaisella kolmella työpajaryhmällä oli käytössään eriväriset muistilaput, jotta ryhmien muistilaput erottuisivat myöhemmin toisistaan. Ratkaisujen kirjaamisen jälkeen kukin pari kiinnitti kirjaamansa ratkaisut seinällä oleviin ongelmatilanteisiin ja tämän jälkeen parit esittelivät kirjaamansa ratkaisut.

Kun ratkaisut oli esitetty, siirtyi kukin työpajaryhmä seuraavaan ryhmätyötilaan. Uudessa ryhmätyötilassa ryhmät tutustuivat toisen ryhmän ongelmatilanteisiin ja heidän esittämiin ratkaisuihin. Tämän jälkeen ryhmät pohtivat pareittain lisäyksiä omasta näkökulmastaan käsin, minkä jälkeen he kiinnittivät ne ongelmatilanteisiin oman värisillä muistilapuillaan. Parit esittelivät lyhyesti kiinnittämänsä ratkaisut.

Tämän jälkeen ryhmät siirtyivät jälleen seuraavaan ryhmätyötilaan ja toimivat samalla tavalla kuin edellisessä ryhmätyötilassa.

Lopuksi työpajaryhmät palasivat siihen ryhmätyötilaan, josta he olivat alun perin aloittaneet. Jokainen ryhmän jäsen valitsi mielestään kaksi tärkeintä seinälle kiinni-

tettyä ratkaisua kuhunkin ongelmatilanteisiin liittyen, joista vain toinen sai olla itse esitetty, ja kävi piirtämässä niihin plussan.

Työpajaryhmätyöskentelyn jälkeen siirtyivät työpajaan osallistuneet henkilöt yhteiseen tilaan, jossa esitettiin työpajaryhmäkohtaisesti jokaisen ongelmatilanteen eniten plussia saaneet ratkaisut. Lopulliset tulokset koottiin yhteen ja osallistujilla oli mahdollisuus kommentoida tuloksia vielä jälkikäteen.

Saadun palautteen perusteella järjestetty kaivantotyöpaja koettiin hyväksi ja mielenkiintoiseksi tilaisuudeksi, joka keräsi paljon alan keskeisiä toimijoita paikalle. Todettiin, että työpajan aikataulu oli liian kireä eli tilaisuus olisi voinut kestää koko päivän ajan. Silloin yhteen asiaan olisi voinut paneutua syvällisemmin kuin nyt ja edellisen ryhmän tuotoksiin tutustumiseen olisi jäänyt paremmin aikaa. Hyvänä asiana pidettiin sitä, että ongelma-kohtia oli tuotu esiin jo etukäteen kysymysten muodossa, joten osallistujien pohdintaa rajattiin sillä. Lisäksi tilaisuudessa käytetty ryhmätyö- ja seinätaulutekniikka sai kiitosta, samoin kuin tilaisuuden vetäjien luoma luottamuksellinen ilmapiiri.

Työpajan tuloksia on koottu uuden toimintamallin ja hyvien käytäntöjen kuvaukseen.

7 Uusi toimintamalli ja hyvät käytännöt

7.1 Jokaisen osapuolen on kannettava vastuu

Tällä hetkellä koetaan, ettei kaivantojen vaarallisuutta tunneta riittävästi tai niiden ei koeta olevan tärkeitä työvaiheita lopputuloksen saavuttamiseksi. Kaivannot nähdään joidenkin tahojen osalta vain yhtenä pakollisena etappina lopputuotteen saavuttamiseksi. Laaja-alaisena ongelmana infra-alalla koetaan se, ettei rakennuttaja tilaa varsinaisia kaivantosuunnitelmia ennen toteutusvaihetta ja, että kaivantojen turvallisen toteuttamisen suunnittelu ja varmistaminen jää lopulta urakoitsijalle.

Oleellista onkin erottaa suunnittelijan laatima kaivantosuunnitelma, jonka laatimisessa tarvitaan geoteknistä tietämystä ja jossa tuodaan esille tuentatarve sekä mahdollisen luiskaamisen perusteet. Urakoitsijan tarkennettua suunnitelmaa ja tarkempaa työmenetelmän kuvausta voisi kutsua kaivutyösuunnitelmaksi.

Vastuiden ja roolien selkeyttäminen yhdessä osaamisen varmistamisen kanssa on noussut merkittävään rooliin puhuttaessa kaivantojen suunnittelusta, turvallisesta toteuttamisesta sekä näihin vahvasti liittyvästä rakennuttajan suunnittelunohjauksesta ja työnaikaisesta valvonnasta. Valvontaan liittyvistä ongelmista on tarpeen korostaa etenkin tukirakenteiden ja työvaiheiden toteutuksen valvontaa. Rakennuttajan vastuun kasvattaminen ja puuttuminen laiminlyönteihin on kaikkien toimijoiden yhteinen tahtotila turvallisuuden varmistamisessa. Kurinalaisuuden lisäämistä toivotaan lisättävän myös suunnittelijoiden keskuudessa, sillä urakoitsijan työntekijöiden valveutunutta toimintaa työmaalla ei koeta riittäväksi, jos suunnitelmat on toteutettu puutteellisilla lähtötiedoilla.

Työntekijöiden valveutunut toiminta työmaalla on osin lähtöisin työnantajan perehdyttämisestä. Työmaalla tulee käydä läpi työmaakohtainen opastus työmaan olosuhteisiin ja muihin käytännön työtehtäviin, esimerkiksi hankkeen aloituspalaverin yhteydessä. Tämän lisäksi ennen töiden aloittamista tulee työntekijä perehdyttää työtehtävään, sen vaaroihin ja työn edellyttämiin turvallisuustoimenpiteisiin. Vaikka perehdytykseen liittyvät asiakirjat olisivat työmailla kunnossa, on vaikea todentaa, että myös työtehtävän opastus on suoritettu. Jos työturvallisuuskorttikoulutus tullaan tulevaisuudessa eriyttämään eri aloille, voisi se toimia yleisenä perehdytyksenä.

Nykypäivänä on haasteellista, että perehdyttämiseen tarvittava yhteinen kieli saattaa puuttua, kun työmailla on yhä useammin ja yleisemmin ulkomaalaisia työntekijöitä. Sana routa saattaa olla täysin outo asia lämpimistä maista kotoisin oleville työntekijöille. Tällaisissa tilanteissa yhtenä toimenpiteenä voi olla yhteisen komentokielen sopiminen vaativia ja vaarallisia tilanteita ajatellen. Koska alimpana organisaatiossa toimivat (lapiomiehet kaivannoissa) joutuvat kantamaan kaivantotöihin liittyvät riskit, tulisi heidän osata havaita sekä tiedostaa ne ja tiedottaa työmaan tilanteesta. Heillä on oikeus pidättäytyä työstä, jos työstä voi aiheutua vakavaa vaaraa työntekijän omalle tai muiden työntekijöiden hengelle tai terveydelle.

Tilanteessa, jossa tilaajalla ei ole riittävästi asiantuntemusta kaivantotöihin, on se myönnettävä ja osaamista on hankittava ulkopuoliselta taholta. Tämä koskee myös lähtötietojen selvittämistä, joita suunnittelija mahdollisesti määrittää.

Geosuunnittelijan rooli suunnittelun alkuvaiheissa on tärkeää riittävien maaperä- ja pohjatutkimustietojen määrittämiseksi. Geosuunnittelijan roolia tulee myös kasvat-
taa rakennustöiden alkaessa. Suunnitelmista vastaavan geosuunnittelijan tulee osal-
listua rakentamisen aloituspalaveriin, jotta tieto suunnitelmaratkaisuihin liittyvistä
seikoista välittyy varsinaisille kaivantotyön toteuttajille. Jotta suunnitelmätietoa ei
häviä tiedonkulun ketjussa, tulee tiedonkulun toimia suoraan myös toiseen suuntaan
eli työmaalta pitää olla mahdollisuus suoraan yhteydenottoon suunnittelijaan. Näin
tieto ei jää viipymään turvallisuuskoordinaattorin, rakennuttajakonsultin tai jonkin
muun tahon väliin. Toki heidän kaikkien informointi työmaan tiedontarpeesta on tar-
peen.

Suunnitteluosaaminen ja suunnittelun ohjaus ovat merkittävässä roolissa maaperään
liittyvien lähtötietojen analysoinnissa ja kaivantojen toteutusta mietittäessä. Nämä
näkökulmat huomioiden saadaan hahmotettua jo alkuvaiheen suunnitteluratkaisuja
pohdittaessa alustavia kustannusarvioita rakennustyönaikaisten kaivantojen turvalli-
sesta toteuttamisesta. Todellinen kustannusarvio saadaan kuitenkin määritettyä vas-
ta toteutusvaiheen laskennassa, mutta tarjouspyynnössä määritetyt vaadittavat tur-
vallisuustoimenpiteet osana kaivantojen toteuttamista asettaa urakoitsijat samaan
asemaan. Tilaajan tulee vaatia kaivanto- ja tuentasuunnitelmien laatimista jo raken-
nussuunnitteluvaiheessa, jolloin ne voidaan sisällyttää toteutusvaiheen tarjouspyyn-
töasiakirjoihin. Vaativat kaivantosuunnitelmat tulee lisäksi tarkastaa ulkopuolisen
tarkastajan toimesta. Toinen menettelytapa voi olla se, että tarjouspyynnössä määri-
tellään kuinka paljon tarjoukseen pitää sisällyttää tuentaa. Jos tuentaa tarvitaan to-
teutuksessa enemmän tai vähemmän kuin tarjouspyynnössä on määritelty, voidaan
kustannusten jakamisesta sopia erikseen.

Suunnittelun ja toteuttamisen osaamisen varmistamiseksi tulee laatia selkeitä eri-
tyyppisiin maaperiin toteutettavia tyyppikaivantoja. Tyyppikuvat erityisillä huomioilla
tulee kohdistaa osaksi rakennuttajan suunnittelun ohjausta, mutta myös työntekijöille
osaksi kaivantosuunnitelmia varsinaisen työn ohjaamiseen. Näissä tyyppikuvissa tu-
lee havainnollistaa tyyppillinen kaivantojen sortumariski erilaisissa olosuhteissa
(maaperän tai muu tekijä). Tyyppikuvissa tulee esittää periaatteet sekä tuentaan että
luiskaamiseen.

Geosuunnittelijan pätevyydelle löytyy määrittelyperusteita, mutta työn valvojalta ei
edellytetä erillistä koulutus- tai tehtäväpätevyyttä. Osaamisen varmistamisen keinoja
tuleekin pohtia läpi koko ketjun. Maarakentamisen riskejä ei kouluteta talopuolen
koulutusohjelmissa. Valvojilla on todettu usein olevan talopuolen koulutustausta, jol-
loin heillä ei ole osaamista maarakennusalan työturvallisuusnäkökulmiin. Toisaalta
valvojan tehtävänkuvaan voi vaikuttaa se, mihin tehtävään hänet on palkattu. Tiettyyn
rajattuun tehtävään palkattu valvoja ei välttämättä puutu työmaan muihin asioihin.
Niin turvallisuuskoordinaattoreiden kuin valvojien kykyä reagoida puutteellisesti to-
teutettuihin kaivantoihin tulee edesauttaa maarakennuslalla. Pohjarakennustöiden
valvontaohjeen (Suomen geoteknillinen yhdistys, PRV 84) uudistaminen tulisivat to-
teuttaa valvonnan osaamisen varmistamiseen, sillä kyseinen ohje määrittää perusteita
geotekniseen osaamiseen sekä kaivantojen sortumariskien arviointiin.

7.2 Suunnittelun ohjaus ja tarpeet seuraavissa suunnitteluvaiheissa

Tilaajan tulee ymmärtää roolinsa ja vastuunsa teettää, selvittää ja hankkia suunnittelijoiden tietoon riittävät maa- ja pohjaolosuhteisiin liittyvät lähtötiedot tai sisällyttää lähtötietojen hankinta osaksi suunnittelutoimeksiantoa sekä huomioida lähtötietojen selvitys osana suunnittelun aikataulutusta. Tilaajan tulee toimittaa varhaisissa suunnittelun vaiheissa maaperäkartat, arviot vaadittavista kaivantosyvyyksistä sekä geosuunnittelijan alustavat selvitykset, joita on tehty. Turvallisuustoimenpiteet tulee olla huomioituna jo suunnitteluvaiheiden tarjouspyynnössä.

Tarjouspyynnössä on määriteltävä tarkemmin maasto- ja pohjatutkimusten määrä (mitä tehdään ja kuinka monta). Lisäksi tulee painottaa, ettei halvin ratkaisu ole välttämättä se, mikä valitaan. Näin voidaan välttää rakentamisessa niiden riskikustannusten realisoituminen, jotka voidaan välttää paremmalla suunnittelulla.

Tilaajalla on oltava valmius ja riittävä asiantuntemus rakennussuunnitelmien tilaamiseen. Tilaajan on myös oltava valmis maksamaan suunnittelusta sekä panostettava geosuunnitteluun ja pohjatutkimuksiin nykyistä enemmän. Suunnittelun ohjauksen tueksi voitaisiin laatia tarkastuslistoja ja prosessikaavioita maanrakentamiseen, jotta suunnitelmien yhdenmukaisuus varmistettaisiin valtakunnallisesti eri toimijoiden teettämässä töissä. Maaperätietojen laajentamista suunnittelun edetessä tulee toteuttaa geosuunnittelijan niin ehdottaessa. Täydentävät tutkimukset tulee huomioida ennen seuraavan suunnitteluvaiheen alkamista.

Suunnitelmien ja lähtötietojen hankinnan perusteet eivät ole kaikilta osin selkeitä, jatkossa tulee pohtia miten varmistetaan, että suunnittelun lähtötiedoiksi kerätyt tiedot ovat juuri niitä, joita toteutussuunnittelussa ja toteuttamisessa tarvitaan. Lähtötietoja selvittäessä on tunnistettava merkittävimmät vaara- ja haittatekijät toimintaympäristöstä. Myös pienempien tilaajien tulisi pystyä tunnistamaan vaara- ja haittatekijöitä.

Suunnitteluun on panostettava ottamalla aina huomioon maaperän routimistilanne, pohjaveden pinnan korkeus sekä rankkojen vesisateiden vaikutus kohteessa, sillä rankat vesisateet ovat yleistymässä ilmaston lämpenemisen seurauksena.

Tehdyistä suunnitelmista on pidettävä erillinen suunnitelmakatselmus, jossa käsitellään turvallisuusnäkökulmat myös kaivantotyöhön liittyen (rakennuttaja – turvallisuuskoordinaattori – suunnittelija). Suunnitelmakatselmuksen pitämisen mahdollisuus on jo mukana YSE 1998, eli toimenpiteenä se on helposti käytöön otettavissa välittömästi.

Investointeja ja korjauskohteita suunniteltaessa tulee hankinnan ajanjaksoja suunnitella laaja-alaisemmin eri toimijoiden kanssa yhteistyössä. Pitkän ajanjakson suunnitelmissa, joissa maantie tai katutila korjataan rakenteen parantamisen tai päällystystyön yhteydessä, tulee kartoittaa eri operaattoreiden tarpeet ja pyrkiä samanaikaiseen rakennustyöhön. Tämä tukee kestävästä kehityksen strategiaa ja rakenteen elinkaaren parempaa hallintaa.

Eri urakkamuotoja koskevista suunnitelmavaatimuksista on tarpeen saada tarkennuksia ja vähimmäisvaatimuksia suunnitteluun, kuten mitä tietoja tulisi olla dokumentoituna ja selvitettyinä eri vaiheissa tai erilaisissa urakkamuodoissa. Suunnittelutyöhön osallistuva turvallisuuskoordinaattori on nimettävä jo suunnittelun alkuvaiheessa.

7.2.1 Hankinnan valmistelu

Turvallisuusasiakirjan ja sopimusasiakirjojen on oltava selkeitä ja riittävän laajoja. Asiakirjoissa on käytettävä selkeitä toimintaa ohjaavia termejä, eikä suositeltavaa ole käyttää esimerkiksi "tarvittaessa tuettava". Urakkakohteen toteutusta koskevat turvallisuusvaatimukset on esitettävä selkeästi (tilaajan toimesta mahdollisille urakoitsijoille) tarjouslaskentavaiheessa. Tällöin voidaan tarkistaa tarvittavat turvallisen toteutuksen vaatimat järjestelyt. Turvallisen toteutuksen ja työtavan käytöstä on pyydetty selkeästi esitetty tieto urakkatarjousvaiheessa, jolloin saadaan turvallisen toteutuksen hinta ja voidaan varmistaa myös sen toteuttaminen suunnitellulla tavalla. Työturvallisuus- ja ympäristöasiat saattavat olla ne kohdat, joista ensimmäisenä tingitään työn toteuttamisessa. Tilaajalla tulisi olla tahtotila, että työ hoidetaan turvallisesti, eikä siitä lipsuta. Kustannusten jakoa kannattaakin siis pohtia, jotta kaivantoissa ei kilpailla turvattomuudella tarjousvaiheessa.

Turvallisuusasiakirjaan tulee kerätä sellaiset tiedot, joita ei voida tietää kohteesta, kuten esim. johdot, rakennukset ja maaperä. Koska turvallisuusasiakirjan tulee olla riittävän laaja, tulee siihen tehdä myös merkintä mahdollisista puutteellisista tiedoista. Urakka-asiakirjoissa voi olla viittaus suunnitelmissa oleviin tarkentaviin tietoihin tai dokumentteihin. Tarvitaan aktiivista vuoropuhelua suunnittelijan ja rakennuttajan välillä, koska suunnittelijalla on usein paras tietämys tarvittavien tietojen tarpeesta ja hankinnasta. Geosuunnittelija tulee ottaa myös mukaan työmaalle kertomaan urakoitsijalle kaivantosuunnitelman perusteista. Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen puitteissa järjestetyssä suunnittelijoiden työpajassa käydyn keskustelun mukaan turvallisuusasiakirjan laativat usein organisaation eri yksiköissä toimivat tahot, joilla ei ole riittävää geoteknistä osaamista. Turvallisuusasiakirjan laadinnassa tulee tehdä yhteistyötä. Turvallisuusasiakirjassa tulee olla viittauksia suunnitteludokumentteihin tarkempien tietojen saamiseksi.

Rakennuttajan asiakirjojen ja työmaan turvallisuussuunnitelmien laatimisen lähtökohtana ei saa olla se, että on tehty lain vaatimat asiakirjat ja sillä turvataan selusta, jos jotain tapahtuu. Asiakirjoilla tulee ohjata työmaan toimintaa, eikä niiden laatimisella saa pyrkiä täyttämään vain lainsäädännön vaatimukset. Turvallisuuskoordinaattorin pitää kiinnittää huomiota siihen, minkälaisia dokumentteja tehdään. Turvallisuusasiakirjojen tulee olla kohdekohtaisia, eikä vain lakipykälien koosteita tai yleisiä rakentamisen vaaroja kuvaavia asiakirjoja.

Myös suunnittelijan toimeksiantoon tulisi jatkossa lisätä, että hänen on oltava mukana toteutuksen aloituksessa ja tehtävä myös yllättävissä tilanteissa yhteistyötä toteuttajan kanssa. Samoin sisällytetään toimeksiantoon, että urakoitsijan tarkennetut kaivutyösuunnitelmat tulee hyväksyttävä vastaavalla geosuunnittelijalla.

Hyvä käytäntö on, että suunnitteluvaiheen päättyessä tarkastetaan suunnitelmat ja pidetään YSEn mukainen suunnitelmakatselmus, jossa käydään läpi ja tarkastetaan piirustukset, työselostukset ja asetettujen tavoitteiden täyttyminen. Samalla käsitellään suunnittelussa ilmenneet epävarmuustekijät ja lopuksi suunnitelmat hyväksytään tilaajalla.

7.2.2 Reagoiminen työmaalla

Geotekninen tarkastelu tulee toimittaa tarjouspyynnön liitteenä urakkalaskentaan. Kyseinen toteutusvaiheen tarkastelu voi olla myös vaatimus tarjoukselle, mikä tarkistetaan urakkaneuvotteluissa. Toteutusvaiheen suunnitelmissa on esitettävä kaivannon luiskaaminen tai tuenta. Lopputuotteeseen on aina sisällytettävä riittävä rakennesuunnittelu. Eli suunnitelmissa tai toteutusvaiheen tarjouspyyntöasiakirjoissa on oltava selkeästi tieto tarvittavasta tuennasta tai tuentasuunnitelmien laatimisesta. Ehtona rakennusluvalle tai katuluvalle voi jatkossa olla syvien kaivantojen tuentasuunnitelma ja työn turvallisuussuunnitelma ennen töiden aloittamista.

Olosuhteiden muutoksiin reagointi sekä kyky tehdä oikeita korjaavia päätöksiä työmaalla edellyttävät osaamista niin toteuttavalta taholta kuin organisaation johdolta. Muutokset edellyttävät geoteknistä tarkastelua ja suunnittelun mukaan ottamista muutostilanteeseen. Turvallisuusasenne tulee ulottaa toteuttavassa organisaatiossa läpi koko portaan, mutta ei riitä, että vain palveluntuottajat ovat valveutuneita. Asenteiden muovaamista tarvitaan niin tilaaja- kuin suunnittelusektoreilla. Riskikartoituksen laatiminen ja sen päivitys on tärkeää kaikissa hankkeen vaiheissa.

Rakennettu ympäristö kehittyy ja rakentuu edelleen, uusia menettelyitä otetaan käyttöön ja kaikilta osin menneiltä vuosilta maaperään mahdollisesti jätetyt rakenteet eivät ole rekistereissä tai vanhoissa suunnitelmissa määritettyinä. Myös vuodesta 2012 lähtien maanteiden sisäluiskaan tullaan asettamaan enenevässä määrin sähkökaapeleita (maakaapelit). Tällä hetkellä rekisterit ja tiedon dokumentointikäytännöt eivät ole ajan tasalla. Tämä on tilanne, joka tulee ottaa haltuun, sillä tulevien kaivantojen toteuttamiseen liittyen sähkötapaturman vaara tulee edelleen lisääntymään. Eli osataanko tilanteeseen varautua riittävällä vakavuudella tällä hetkellä tulevia sukupolvia ajatellen.

Tiedon dokumentoinnin käytännöt tulee huomioida myös muutostilanteissa. Muutostilanteissa tulee ottaa suunnittelija mukaan, koska työmaalla syntyy turvallisuuteen liittyviä puutteita, jos suunnitelmia ei noudateta. Suunnittelijalla ja rakennuttajaorganisaatiolla ei aina ole tiedossa sitä, miten suunnitelmat on lopulta toteutettu, jos työmaalla on poikettu suunnitelmista. Suunnitelmamuutokset tulee dokumentoida, jotta seuraavillakin ko. kohteessa töitä tekevillä olisi käytössään ajantasaiset tiedot. Suunnitelmamuutosten dokumentoinnissa on mahdollista hyödyntää koordinaattitiedot sisältävää valokuva-arkistointia ja olemassa olevia paikkatietojärjestelmiä.

Rakennuttajan on vaadittava kaivusuunnitelman ja edellistä tarkentavan kaivutyösuunnitelman tekemistä. Rakennuttajan tulee myös valvoa osaltaan sitä, että työ tehdään suunnitellulla ja sovitulla tavalla.

Jos työmaalla käytetään tyyppikuvia, on niiden toimivuus ja soveltaminen kohteen olosuhteisiin varmistettava geosuunnittelijalta kyseisessä kohteessa. Lisäksi lähtökohtana tulee olla, että rakennussuunnitelmiin ei liitetä tiedoksi yleisiä taulukoita luiskakaltevuuksista, vaan luiskaukset esitetään aina suunnitelmissa kohteen mukaisesti. Taulukoissa esitetyt luiskakaltevuudet ovat ohjeellisia ja perustuvat kuitenkin vain tehtyihin oletuksiin. Luiskakaltevuudet on aina määritettävä tapauskohtaisesti.

Luiskakaltevuudet tulee toimittaa myös työmaalle nähtäville, jotta tieto kulkee kaivinkoneen kuljettajalle asti. Katualueella tulee ottaa huomioon liikenne ja työtila kaivantojen tekemiseen. Kaivutyön ajoittamisessa työkohteen mukaan tulee ottaa huo-

mioon vuodenaikojen vaikutus. Rakennuttajalla tulee olla riittävät menettelyt turvallisuussuunnitelman tarkkuustason arviointiin.

7.2.3 Häiriötilanteet

Rakennuttajan tulee laatia toimintamalleja hätätilanteita varten. Käytössä tulee olla selkeitä toimintaohjeita, joita tulee noudattaa. Toimintaohjeessa on tarpeen selkeästi määritellä se, kuka päättää siitä, että kyseessä on kriittinen paikka (urakoitsija, valvoja, suunnittelija, turvallisuuskoordinaattori, konekuljettaja, rakennustyömies).

Hätätyöprosessien kehittäminen ja ylläpito on tärkeää ("miten tulee toimia, mistä saadaan tarvittava kalusto paikalle jne."). Yleisesti on tiedostettava, että häiriötilanteen kaivutyöt teetetään aina kokeneilla ja ammattitaitoisilla urakoitsijoilla/työntekijöillä. Hätätyössä on korostettava, että työntekijöiden tulee olla erittäin ammattitaitoisia. Työohjeita tulee kehittää valtakunnallisesti. Ohjeissa tulee ottaa huomioon vesi- ja kaukolämpöputkirikot sekä sähköjohdot (maakaapeleiden katkaemis). Lisäksi ohjeissa tulee esittää, mitä kalustoa mihinkin tilanteeseen tarvitaan, minkälaisia katualueelle tehtävien merkintöjen ja käytettävien liikenteenohjauslaitteiden tulee olla sekä kuinka paljon henkilöresursseja työ vaatii (tunnistettava miten riittävä työvoima ja ammattiosaaminen voidaan taata). Tulee myös selvittää yhteistyöresurssit eli kenen kanssa tehdään ja mitä. Viranomaistoiminnat tulee määrittää sopimuksissa.

Haasteellista hätätyötilanteissa (yllättävä, akuutti vikaantuminen) on myös kaluston saanti esim. vesihuollon kaivantotyömaille ja vesijohtovuototilanteisiin. Näissä tilanteissa siirrytään nopeasti kaivutöihin ilman suunnittelua. Kalustoa on mahdollista saada käyttöön vuokraamoista ja kuntien teknisistä palveluista, mutta kalustovalikoima on melko rajallista. Vesivuototilanteita voi myös sattua yö- ja viikonloppuajkaan, jolloin tuentakalustoa ei ole mahdollista saada paikalle varastoista tai vuokratuna. Yhtä kiireellisiä ja nopealla aikataululla tehtäviä kaivutöitä ovat myös ympäristövahingot ja liikenneonnettomuudet, joissa vaarallisia aineita päätyy maaperään ja saastunutta maata joudutaan kaivamaan pois. Tällaisissa tilanteissa käytetyt kaivantojen tuennat ovat heikkoja tai niitä ei ole ollenkaan. Hätätyöhön liittyen tulee pienissäkin kunnissa selvittää mistä (esim. naapurikunnasta) kalustoa voidaan ottaa käyttöön. Kalustoa vuokraavan tai lainaavan tahon kanssa olisi tarpeen sopia, miten kalusto saadaan käyttöön myös yöaikaan tai viikonloppuisin. Alueittain tulee selvittää käyttöön saatavissa oleva tuentakalusto sekä sen sijainti ja saatettava ne yleisesti tietoon. Jos ei ole saatavilla sopivaa tuentakalustoa, voidaan kaivannossa työskentelevää työntekijää suojata konevoimin.

Uuden toimintamallin voi kiteyttää seuraaviin: hankkeilla muodostetaan kaikkien osapuolten kesken yhteiset tavoitteet turvallisuuden varmistamiseen, huolehditaan tiedonkulusta kaikkien osapuolten kesken ja välillä sekä pidetään kiinni avoimuudesta.

TOIMINTAMALLI – toiminta rakennusprosessissa kaivantojen näkökulmasta

1. Tilaaja tiedostaa hankkeen välivaiheiden suunnittelun tärkeyden.
2. Suunnittelutoimeksiantoon liitetään omana tehtävänä tarvittavien lähtötietojen täydentäminen ja kokoaminen.
3. Suunnittelutoimeksiantoon sisällytetään maaperän ja mahdollisesti toteutettavien kaivantojen geotekninen tarkastelu ja riittävä määrä pohjatutkimuksia.
4. Suunnittelutoimeksiantoon sisällytetään kaivantosuunnitelman laatiminen. Laatimiseen liittyvä työmäärä voi kuitenkin tarkentua vasta suunnittelun edetessä.
5. Suunnitteluun ja kaivantosuunnitelman laatimiseen edellytetään otettavaksi mukaan geotekninen suunnittelija.
6. Tarjouspyyntöasiakirjoihin sisällytetään tiedot kaivantosuunnitelmasta sekä siihen liittyvät geotekniset tiedot. Asiakirjoihin liitetään vaatimus turvallisuustoimenpiteiden esittämisestä ja tarjoukseen sisällytettävästä kaivantojen tuennan vähimmäismäärästä.
7. Sopimusneuvotteluissa käsitellään urakoitsijan kanssa kaivantoturvallisuuden varmistamiseen suunnitellut ja tarjoukseen sisällytetyt toimenpiteet.
8. Pidetään suunnitelmakatselmus urakoitsijan kanssa ennen hankkeen käynnistämistä. Geotekninen suunnittelija otetaan mukaan esittämään kaivantosuunnitelman perusteet.
9. Urakoitsija laatii tarkennetun kaivutyösuunnitelman ja esittää sen rakennuttajalle ennen työn aloittamista.
10. Pää toteuttajana toimiva urakoitsija perehdyttää ja opastaa työntekijät työkohteen vaaroihin ja käy läpi kaivantosuunnitelman ja tarkennetun kaivutyösuunnitelman.
11. Kaivutyö toteutetaan suunnitelmien mukaan. Pää toteuttaja valvoo, että työ tehdään suunnitelmien mukaan.
12. Pidetään kaivutyön välikatselmus, jossa todetaan turvallisuustoimenpiteiden riittävyys.
13. Työn aikana seurataan mahdollisia muutoksia.
14. Mikäli työtä edellyttää suunnitelmamuutoksia, muutokset hyväksytetään geoteknisellä suunnittelijalla.

Toimintamalliin liittyviä rakennusprosessin hyviä käytäntöjä on seuraavassa tarkennettu prosessivaiheittain.

Esisuunnittelu

- Maaperään liittyvien lähtötietojen kokoaminen selkeästi erillisenä kokonaisuutena, joka sisällytetään ensimmäisten suunnitteluvaiheiden toimeksiantoihin. Tarjouspyynnössä määritellään tarkemmin maasto- ja pohjatutkimusten määrä.
- Lähtötiedoissa huomioidaan pohjaveden korkeuden seurantatiedot.
- Laaditaan jo esisuunnitteluvaiheessa alustava geotekninen suunnitelma (tuennat ja perustaminen).

- Seuraavien suunnitelmavaiheiden pohjatutkimustarpeet määritetään, aikataulutetaan ja niihin varataan selkeästi oma budjetti

Suunnitteluvaihe

- Lähtötiedot luovutetaan suunnittelijoille hyvissä ajoin ennen toimeksiannon käynnistymistä.
- Tarjouspyynnössä ilmoitetaan tarkentavien maasto- ja pohjatutkimusten määrä.
- Geotekninen tarkastelu osana suunnittelutoimeksiantoa, suunnittelijan pätevyys.
- Suunnittelun ohjaus ja ulkoinen tarkastustoiminta. Mallilomakkeet osana suunnittelun ohjausta ja tarkastustoimintaa.
- Suunnittelija määrittelee tarvittavat lähtötiedot seuraavaan suunnitteluvaiheeseen.
- Määritetään tuentatarve alustavien kustannusten määrittämiseksi.
- Suunnitelmien itselle luovutus.

Rakennussuunnittelu

- Geotekninen tarkastelu osana suunnittelutoimeksiantoa.
- Kaivantosuunnitelma ja työselostukseen lisätään kuvaus työn etenemisestä määperäolosuhteet, maaperän varusteet, laitteet sekä rakenteet huomioiden.
- Kaivusuunnitelma ja kaivanto-ohje työmaalle työntekijöille osana suunnitelmia. Määritetään menettelyt, miten ko. kaivannon sortumavaaran voi yksinkertaisimmillaan havaita /määritellä.
- Kustannusarvioon eritellään kaivantoihin liittyvät turvallisuusvaatimukset.
- Suunnitelmien itselle luovutus.
- Varmistetaan turvallisuusasiakirjan ajantasaisuus rakentamiseen.
- Suunnitelmakatselmus.

Toteutussuunnittelu, toteuttaminen

- Määritellään/kuvataan kaivannon turvallinen toteutustapa osana tai vaatimus siitä tarjouspyyntöön.
- Laaditaan kaivutyösuunnitelma.
- Vaativien kaivantojen kaivutyösuunnitelmat, mitoitus tarkistettu ulkopuolisen asiantuntijan toimesta
- Geosuunnittelija mukana työmaan aloituskokouksessa, geosuunnittelijan roolin vahvistaminen osana rakentamista.
- Yhteisten kaivantokatselmusten pitäminen työmaalla, johon osallistuu tilaaja, geosuunnittelija, valvoja ja urakoitsija.
- Tuenta- ja turvallisuussuunnitelmat on hyväksytty ennen kaivantoihin liittyvien töiden alkamista. Suunnitelmamuutosten hyväksyntä geoteknisellä suunnittelijalla.
- Rakennetun infran dokumentointi ja tietojen vienti rekistereihin.

8 Jatkotoimenpiteet

Keskeinen toimenpide on muuttaa alan käytäntöjä ja ottaa ehdotuksen mukaisen toimintamallin käytännöt käyttöön eri osapuolilla. Isojen organisaatioiden hyviä käytäntöjä voi soveltaa myös pieniin hankkeisiin.

Tämän Liikenneviraston verkkosivuilla julkaistavan raportin lisäksi on tarkoitus julkaista taskukokoinen ohje, joka on työmaillakin käytännöllisempi kuin laaja raportti. Ohjeen jakelu hoidetaan hankkeen johtoryhmässä mukana olleiden tahojen kautta.

Ohjeen laatiminen on osittain alan toimijoilta esiin nousseita toiveita, sillä kaivantoihin liittyvää ohjeistusta tehdessä on huomioitava se, että alalla on suuria toimijoita, kuten Liikennevirasto, mutta myös hyvin pieniä toimijoita. Muutaman henkilön yritystenkin pitäisi pystyä hyödyntämään ohjeita työssään. Lyhyen ohjeen tai tarkastuslistan avulla myös pienet toimijat, joilla ei ole aikaa, eikä resursseja paneutua turvallisuussuunnittelun asioihin, voisivat käyttää ko. ohjetta apuna perusasioiden toteuttamisessa.

Hankkeen puitteissa järjestettyihin sekä suunnittelijoiden että asiantuntijoiden työpajoihin osallistuneen suuren osallistujajoukon kautta tieto kaivantoihin liittyvistä asioista leviää eteenpäin. Tämän lisäksi koko Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeessa saatua tietoa on tärkeää tiedottaa eteenpäin kentälle mahdollisimman laajaan tietoisuuteen. Infra-alan yrittäjät ja koneyrittäjät ovat keskeinen ryhmä, jotka toimivat keskenään kaivantotyömailla, joten hankkeen tulosten välittäminen erityisesti heille on tärkeää.

Nykypäivän tekniikkaa tulisi hyödyntää entistä enemmän kaivutyön ja tuentaratkaisujen kehittämisessä. Tällaisia kohteita ovat esim. kaivutyön automatisointi ja koneohjaus, joka vaatii digitaalista suunnitelmaa. Koneohjauksen suurimmat hyödyt ovat tilanteissa, joissa ei nähdä aistinvaraisesti (esim. sameassa vedessä ja pimeällä). Automatisointi nopeuttaa työtä ja poistaa toisen työntekijän työmaalta, joten työ helpottuu, mutta muuttuu samalla haavoittuvammaksi.

Vesihuollon hankkeilla käytettävät työmenetelmät edellyttävät edelleen työntekijän laskeutumista kaivannon pohjalle. Tällöin on väistämättä sellainen tilanne, johon voi liittyä maansortuman ja tapaturman vaara ja edellytetään kaivannon tuentaa tai pätevän henkilön suunnittelemaa luiskausta. Tuennan on todettu tuovan suuria kustannuksia, joihin usein vedotaan, kun tuentaa ei toteuteta. Näitä työvaiheita ja menetelmiä ovat

- putkiarinnan levitys ja tiivistys
- putkien asennus ja liitokset
- kaivojen asennukset ja liitokset
- putkien alkutäytön tiivistys
- tarkemittaukset.

Tämä on merkittävä kehittämiskohde. Jos edellä mainittuihin työvaiheisiin voidaan kehittää koneellisia menetelmiä esimerkiksi kaivinkoneeseen liitettäviä apuvälineitä niin, ettei työntekijän tarvitse asettua vaaralle alttiiseen tilanteeseen, olisi se turvallisempaa toteuttaa.

Kaivantojen turvallisuus -tutkimushankkeen aikana on vahvistunut käsitys, että tuentavälineitä on vähän käytössä, eikä vuokrauspalvelua ole laajalti saatavilla. Alalle tulisi kehitellä esim. yksinkertaisia kaivinkoneeseen liitettäviä tuentalaitteita tai jokin muu erikoiskalusto, erityisesti yllättäviä vauriotilanteita silmällä pitäen. Tuotekehittelyssä olisi hyvä huomioida nykypäivän kehittyneemmät ja kevyemmät valmistusmateriaalit (mm. lasi- ja hiilikuitu). Vesihuoltohankkeissa hinnoittelu perustuu kaivettavien massojen määriin, joka puolestaan vaikuttaa kaivannon luiskakaltevuuksiin. Jotta hankkeissa siis päästään alhaisempaan hintaan, tehdään kaivaminen jyrkemmin, jolloin massaa kaivetaan vähemmän. Tämä toimintamalli on vahvasti ristiriidassa vesihuollon kaivantojen turvallisen toteuttamisen kanssa. Tuentakaluston kehittäminen vastaamaan vesihuollon hankkeiden tarpeita onkin keskeinen kehittämiskohde. Näissä etenkin vesihuollon kaivantoihin soveltuvalle kevyemmälle tuentakalustolle olisi kysyntää.

Tässä tutkimuksessa tarkastelun näkökulmana olivat työstä ja työmenetelmistä aiheutuvat fyysiset vaaratekijät. Yhtenä jatkotutkimusaiheena voisivat olla biologiset vaarat, joita maaperän kaivutöihin voi liittyä.

Muita aiheideoita jatkohankkeiksi ovat olleet havaittujen ongelmatapahtumien tutkiminen sekä laskentaohjelmistoihin liittyvä selvitystyö. Havaittujen ongelmatapausten tutkinta pitäisi sisältää esimerkkien keräämisen tyypillisistä sortumista, liian suurista siirtymistä jne. sekä niiden syiden analysoinnin. Laskentaohjelmistoja käsittelevässä jatkohankkeessa tulisi keskittyä helppokäyttöisiin laskentaohjelmistoihin, joiden laskentatulokset ovat herkkiä pienille parametrimuutoksille. Koska ko. ohjelmistoja on käytössä kaivantojen suunnittelussa, muodostavat parametrimuutokset ongelmia ja siten riskitekijän suunnitteluprosessiin.

Lähteet

Betoniviemärit 2003 – käsikirja. 2003. Jyväskylä. Rakennusteollisuus RT ry, Betonteollisuustoimiala. 97 s.

Hietavirta, J., Niskanen, T., Patrikainen, H., Päivärinta, K. & von Hertzen, P. 2011. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2011–2012. 1. painos. Rakennusalan kustantajat RAK Kustannusyhtiö Moreeni, Vantaa. 214 s.

InfraRYL 16200. 2009. Maakaivannot. InfraRYL Net -palvelu, Rakennustietosäätiö RTS.

Juusola, M. 2009. Tukielementit auttavat kapeissa kaivannoissa, Työmaa syvällä voi olla surmanloukku. Kuntatekniikka, 6/2009. KL-Kustannus Oy/Kuntaliitto. s. 6-9.

L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.

Liikennevirasto 2010. Liikenneviraston ohjeita 9/2010. Helsinki. Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet

Liikennevirasto 2012. Liikenneviraston ohjeita 10/2012. Helsinki. Tien geotekninen suunnittelu.

Perkkiö, H. 2009. Tuettujen kaivantojen riskienhallinta. Diplomityö. Helsinki. Teknillinen korkeakoulu, Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta. 89 s.

Rakennustaito 2007. No-Dig –menetelmät valtaamassa alaa putkistosaneerauksissa. Rakennustaito lehti 5/2007. Rakennustieto lehdet. Helsinki s. 48.

RakMK 25.9.2003/B3. Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista.

Rantamäki & Tamminrinne 1994. Pohjarakennus. Otakustantamo 465.

Rantanen, E., Lappalainen, J., Mäkelä, T., Piispanen, P. & Sauni, S. 2007. Yhteisen työpaikkojen työturvallisuus, TOT-raporttien analyysi, Tutkimusraportti (Nro VTT-R-02095-07). Tampere. 138 s.

Ratahallintokeskus 2001. Ratahallintokeskuksen D 10 julkaisuja. Helsinki. Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL). Osa 9 Pylväsperustukset.

Ratahallintokeskus 2005. Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 15. Helsinki. Radan stabiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet.

Ratahallintokeskus 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 20. Helsinki. Radan suunnitteluohje.

RIL 121-2004. 2004. Pohjarakennusohjeet. Helsinki, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 126 s.

RIL 181-1989. 1989. Rakennuskaivanto-ohjeet. Helsinki, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y..120 s.

RIL 194-1992. 1992. Putkikaivanto-ohje. Helsinki, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 96 s.

RIL 207-2009. 2009. Geotekninen suunnittelu. Eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje. Helsinki, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

Tiehallinto 2003. TIEH 2100018-03. verkkojulkaisu TIEH 2100018-v-03. Helsinki. Geotekniset laskelmat.

Tilastokeskus 2008. Toimialaluokitus 2008.

[<http://www.stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/index.html>]. Luettu 31.5.2011.

TVL. 2006. Mistä kuolemantapauksista julkaistaan YTOT-raportti?

[https://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_3272]. Luettu 31.5.2011.

TVL. 2011. Mikä on työpaikkaonnettomuuksien tutkintajärjestelmä?

[https://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_1336]. Luettu 31.5.2011.

Työsuojeluhallinto. 2010. Kapeat kaivannot. Tampere. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 15. 11 s.

VNa 1.6.2009/205. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta.

Ympäristöministeriö. 2006a. Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2006.

Muu käytetty tausta-aineisto

Infra ry. 2010. MVR-mittari – Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi ja kehittäminen.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 2011. Keski-Suomen vesihuoltoyrittäjien koulutus-hanke. [<http://www.jamk.fi/tutkimus/toteutettujaprojekteja/vesihuoltohanke/etusivu>]. Luettu 6.5.2011.

Kt-tuenta Oy. 2011. Tuentajärjestelmät. [<http://www.kt-tuenta.fi/index.php?id=11>]. Luettu 6.5.2011.

Kujansuu, J. 2009. Putkikaivantojen tuentamenetelmien teknistaloudellinen vertailu. Opinnäytetyö. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma. 44 s.

MaaRYL 2010. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS.

Ratu 1183-S. 1998. Räjätys-, louhinta- ja kaivutöiden turvallisuus. Rakennustietosäätiö RTS. 10 s.

Ratu TT 16.11. 2004. Nuoret työntekijät. Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy ja Rakennustietosäätiö RTS.

Ratu TT 10.6. 2000. Kaivutyösuunnitelma. Rakennustietosäätiö RTS. 6 s.

Ratu TT 2003. Räjähdytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma. Suomen Maarakentajien keskusliitto.

Ravi, J. 2010. Kaivantojen tukiseinäjärjestelmän kehittäminen. Opinnäytetyö. Kotka. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma. 29 s.

Ympäristöministeriö. 2006b. Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006.

Standardeja

SFS-EN 12063 - Pohjarakennustyöt. Tukiseinät

Tässä standardissa määritellään pysyvien tai tilapäisten tukiseinärakenteiden valmistusta koskevat vaatimukset, suositukset ja tiedot julkaisun ENV 1991-1:1994 mukaisesti sekä käsitellään laitteita ja materiaaleja. Tässä ei esitetä rakenteen erityisosiin, kuten maa-ankkureiden ja paalujen asentamista koskevia vaatimuksia ja suosituksia, jotka on esitetty muissa ohjeissa. Tämä koskee ainoastaan teräksisiä ponttiseiniä, combi-seiniä ja puisia tukiseiniä. Yhdistelmärakenteita, kuten settiseiniä ja tukiseiniä, joissa on käytetty ruiskubetonia, ei käsitellä tässä standardissa.

Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu

CEN ISO/TS 22475-2:fi - Geotekninen tutkimus ja koestus. Näytteenottomenetelmät ja pohjavesimittaukset. Osa 2:Yritysten ja niiden henkilöstön pätevyysvaatimukset

Tässä asiakirjassa määritellään näytteenottoa ja pohjavesimittauspalveluita suorittavan yrityksen ja henkilöstön pätevöitymisen kriteerit siten, että niillä kaikilla on sopiva kokemus, tietämys ja pätevyys sekä asianmukaiset laitteet standardin ISO 22475-1 mukaiseen näytteenottoon ja pohjavesimittauksiin.

SS-EN 12063 Utförande av geokonstruktioner – Spontar

SS-EN 1538 Utförande av geokonstruktioner – Slitmurar

Suunnittelijoiden työpaja

Osallistujat

Forsman Juha	Ramboll, Espoo, geosuunnittelu
Hell Kimmo	Ramboll, Tampere, katu ja vesihuolto
Koivuniemi Simo	Ramboll, Espoo, alue- ja kunnallistekniikka
Lainpelto Vesa	Ramboll, Tampere, geotekniikka
Loukonen Simo	Ramboll, Tampere, geotekniikka
Lumppio Esa	Ramboll, Tampere, infran rakennuttaminen
Noukka Jouko	Ramboll, Tampere, geotekniikka
Turunen Ari	Ramboll, Espoo, geosuunnittelu
Tyynelä Petri	Ramboll, Tampere, geotekniikka

Työpajan vetäjät

Harju Mervi	Ramboll, Tampere, riskienhallinta ja turvallisuus
Norokorpi Loviisa	Ramboll, Tampere, riskienhallinta ja turvallisuus
Rantanen Eeva	Ramboll, Tampere, riskienhallinta ja turvallisuus

Osallistujien lisäksi ennakkotehtävä saatiin myös seuraavilta henkilöiltä

Kaleva Hannu	Ramboll, Tampere, geotekniikka
Mansikkamäki Juho	Ramboll, Tampere, geotekniikka

ESISUUNNITTELUVAIHE

SUUNNITELMAVAIHE

<p>Liikennevirasto, ELY-keskukset</p>	<p>Esi-, yleis- ja hankesuunnitelmat</p>	<p>NYKYTILA</p> <p>TAVOITETILA pohjaveden korkeuden seurantatiedot</p>	<p>Tie- ja ratasuunnitelmat</p>	<p>NYKYTILA Tiesuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuentatarve • alustavat laskelmat <p>Yleissuunnitelma, rata</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuettujen kaivantojen sijoittelu • työvaiheet • alustavat laskelmat <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohjaveden korkeuden seurantatiedot • pohjatutkimuksille varataan riittävästi aikaa ja rahaa toteuttaa myös vaiheittain (tilaaja)
<p>Kunnat ja muut tilaajat</p>	<p>Kaavoitusvaihe</p>	<p>NYKYTILA Kunnallistekniikan yleissuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> • "alustavat" maaperätiedot, maaperäkaistat, "harvat kairaukset" • alustava geotekninen (tuennat ja perustaminen) suunnitelma <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • lähtötietojen kokoaminen omaksi työvaiheeksi • asemakaavavaiheeseen tulee kuulua aina kt ys (kunnallistekninen yleissuunnitelma) ja rakennettavuusselvitys 	<p>Katusuunnitelma</p>	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuentatarve kustannuslaskentaa varten <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • lähtötietojen analysointi <p>Tilaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • teettää/selvittää/hankkii lähtötiedot suunnittelijan ohjeiden mukaan

Vesihuolto	Kehittämissuunnitelma	<p>NYKYTILA Kehittämissuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> ei suunnitelmia kaivantoihin liittyen <p>TAVOITETILA</p>	Yleis- ja rakennettavuussuunnitelmat	<p>NYKYTILA Yleissuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> alustavat kairaukset tuentatarpeen alustava arviointi <p>Yleissuunnitelma, rakennettavuussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> hankalassa paikassa tehtävä linjaus, selvitetään onko ylipäättään mahdollinen toteuttaa (suuntaporaus/tuenta) <p>Yleissuunnitelmapvaihe:</p> <ul style="list-style-type: none"> Joillekin tilaajille tehdään maaperäkarttojen pohjalta rakennettavuusselvitys ja mahdollisesti tutkitaan vaihtoehtoja → kustannuspainotteinen asia. <p>TAVOITETILA Yleissuunnitelmapvaihe:</p> <ul style="list-style-type: none"> Enemmän panoksia aikaisemmassa vaiheessa vähentää toteutuskustannuksia. Vesihuollossa kaivannosta tulee pääosin suurin kustannus, joten panostus yleissuunnitelmapvaiheessa kannattaa. Tilaajalta tarkemmat esiselvitykset <ul style="list-style-type: none"> maaperäkartat arviot kaivantosyvyyksistä geosuunnittelijan alustavat kaivantoselvitykset kaavoitusvaiheessa kunnallistekniikan riittävän hyvä yleissuunnitelma
-------------------	------------------------------	--	---	---

RAKENNUSSUUNNITELMA / KATURAKENNUSSUUNNITELMA

TOTEUTUSSUUNNITELMA

Liikennevirasto, ELY-keskukset	<p>NYKYTILA Rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> yksityiskohtainen toimintasuunnitelma (harvoin) määritetään tuentatarve ja tapa pohjatutkimukset tehdään niin tarkasti, että kaivantojen suunnitteluun saadaan riittävän hyvät lähtötiedot <p>Tienrakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> pohjatutkimukset pohjanvahvistussuunnitelmat tuentasuunnitelmat työturvallisuusasiakirjat <p>Rakentamissuunnitelma, rata</p> <ul style="list-style-type: none"> työvaiheet huomioitava tuntojen suunnittelu: <ul style="list-style-type: none"> mitoitus detaljisuunnitelmat tuennoista <p>TAVOITETILA Rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> perustoimeksiantoon ei sisälly yksityiskohtainen tuentasuunnittelu (tiehankkeet), vaan se tilataan lisätyönä 	<p>NYKYTILA Toteutussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> urakoitsijalle tehtävä yksityiskohtainen tuentasuunnitelma <p>Rakennussuun. (Liikennevirasto)</p> <ul style="list-style-type: none"> pohjatutkimukset tuentatarpeen määrittely (luiskattu/tuettu) tuentatapojen määrittely kohdekohtaisesti <p>TAVOITETILA Tilaaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> riittävät lähtötiedot (eli antaa mahdollisuuden hankkia) vaatii suunnitelmassa yhden toteutuskelpoisen ratkaisun (ja myös maksaa sen suunnittelusta)
---------------------------------------	---	--

<p>Kunnat ja muut tilaajat</p>	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • lähtötiedot • tuentatarve: luiskattu/tuettu • tuennan suunnittelu • jos tuettu niin tuentatapa (vapaasti seisova, sisäpuolinen tai ulkopuolinen tuenta) <p>Rakennussuunnitelma (kunnat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohjatutkimukset • tuentatarpeen määrittely (luiskattu/tuettu) • tuentatapojen määrittely (suunnittelukohteittain) • tuennan mitoitus (ei aina) • työkohtainen työselostus <p>Kunnallistekniikan rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohjatutkimukset • lopulliset pohjanvahvistus- ja tuentasuunnitelmat • työturvallisuusasiakirjat <p>TAVOITETILA</p>	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • mikäli ei ole tehty ennen urakkalaskentaa kaivannon tuentasuunnitelmaa, tekee/teettää urakoitsija suunnitelman • mikäli tuentasuunnitelma on, voi urakoitsija teettää vaihtoehdoisen tuentasuunnitelman (joka ei välttämättä lisää turvallisuutta, kun urakoitsija hakee säästöjä) • urakoitsijan laatimien kaivantosuunnitelmien tarkastelu (joskus) • suunnittelun tilaaja ymmärtää, että turvallisuutta ei saisi hintakilpailuttaa liikaa, eli turvallisuus maksaa-kin jotakin. <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • epävarmuustekijöiden tarkastelu, suunnittelijan pitäisi saada tarkempia tietoja toteutustavasta ja putkimateriaaleista ym.
<p>Vesihuolto</p>	<p>NYKYTILA</p> <p>Rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> • täydentävät kaivaukset • tuentasuunnitelmat (tarv.) / luiskakaltevuuksien määrittely • turvallisuusasiakirjan laatiminen • tuentatapa luiskattu / tuettu • pumppaamojen tuentasuunnitelmat <p>Vesihuollon rakennussuunnitelma</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohjatutkimukset • perustamis- ja tuentasuunnitelmat • työturvallisuusasiakirjat <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maanalaiset johdot on selvitettävä luotettavasti ainakin kriittisistä kohdista. Tutkittava myös tilanne, jos lähtötieto ei pidä paikkaansa → riski? <p>Kun suunnittelija tuntee vesihuollon työmenetelmän vaatimukset;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ tilantarve ○ työtekniikka (asennustyö) <p>hän voi ottaa nämä rajoitukset huomioon kaivantosuunnitelmassa. Työselostukseen liitetään kuvaus työprosessista.</p>	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rakennussuunnitelmassa tehdään pohjatutkimuksia ja geoteknisiä suunnitelmia kaivantoihin. Tosin linja-suunnittelussa usein liian vähän tutkimuksia → kaivantojen suunnittelu suuntaa antava ja periaatteellinen. <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilaajan (kuten päätoteuttajan) nimettävä pääsuunnittelija, joka vastaa kokonaissuunnittelusta, myös riittävästä lähtötiedoista ja pätevistä henkilöistä. <p>Rakennussuunnitteluvaihe</p> <ul style="list-style-type: none"> • geosuunnittelijan pätevyysvaatimus • riittävät pohjatutkimukset • kaivantosuunnittelu <ul style="list-style-type: none"> ○ toteuttajalla kaivantopätevyyspassi → kaivantomiehillä kohdekohtainen perehdyttäminen

TOTEUTUSVAIHE

Liikennevirasto, ELY-keskukset	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • urakoitsijan vaihtoehtoisten suunnitelmien tarkastus (joskus) • urakoitsijalle tehtävä detaljisuunnittelu tuetuista kaivannoista <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • vaativien kaivantojen suunnitelmat, mitoitus tarkistettu ulkopuolisen asiantuntijan toimesta <p>Tilaaja/Rakennuttaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • valvoo kaivantotöiden asianmukaista ja turvallista toteuttamista
Kunnat ja muut tilaajat	<p>NYKYTILA</p> <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaivantojen toteutuksen aikaisia seurantamittauksia ja seurantaa lisää (siirtymät, ankkurivoimat, silmämääräinen havainnointi, ...) <p>Rakennetun infran dokumentointi</p> <ul style="list-style-type: none"> • paikkatieto • koordinaatisto <p>Urakoitsija</p> <ul style="list-style-type: none"> • tekee lopulliset tuentasuunnitelmat • suunnittelija varmistaa
Vesihuolto	<p>NYKYTILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • turvallisuusasiantuntijoiden osallistuminen työmaakokouksiin ja työmaakatselmuksiin • tilaajan valvonta (?) • seurantamittaukset (siirtymät, yms.)?? <p>TAVOITETILA</p> <ul style="list-style-type: none"> • suunnittelijan antama perehdytys työmaalla • vesiosuuskunnatkin ja pienet kunnat huolehtivat tuentojen toteuttamisesta

Asiantuntijoiden työpaja: Osallistujat

Ryhmä 1: Päätöksenteko, tilauskäytännöt, suunnittelun ohjaus

Rantanen Eeva	Ramboll (ryhmän vetäjä)
Nummelin Ilkka	Ramboll (sihteeri)
Hakanen Tommi	Skanska Oy
Hallinen Marjo	Tampereen kaupunki
Heino Petri	Pirkanmaan ELY-keskus
Holmi Risto	Ylöjärven kaupunki
Ikonen Heikki	Pirkanmaan ELY-keskus
Kilpinen Karo	Tampereen kaukolämpö Oy
Laurila Ari	Gasum Oy
Luukkonen Outi	Liikennevirasto
Mäkinen Kari	HSY Vesihuolto
Pulli Petri	Tampereen vesi
Rontu Mika	Suomen Vesilaitosyhdistys ry
Virtanen Esa	STM
Silanne Tapio	Pirkanmaan ELY-keskus

Ryhmä 2: Toteutussuunnittelu, geosuunnittelu, suunnittelun ohjaus

Norokorpi Loviisa	Ramboll (ryhmän vetäjä)
Huhtala Ari	Infra ry (INFRA Häme ry, INFRA Keski-Suomi ry)
Kämppi Marika	Kuntaliitto
Lainpelto Vesa	Ramboll
Mitrunen Antti	YIT Rakennus Oy
Punkari Katja	VR Track
Sandström Heikki	Pohjatekniikka

Ryhmä 3: Toteutus, työmaakäytännöt:

Harju Mervi	Ramboll (ryhmän vetäjä)
Heino Matti	Infratec Oy
Hokkanen Janne	Länsi-Suomen AVI, työsuojelun vastuualue
Mäkinen Jaakko	Tampereen kaupunki
Kiuru Jussi	Lemminkäinen Infra Oy
Korpisaari Jari	SRV Rakennus Oy
Lehtimäki Esko	Tampereen Vesi
Martin Erno	YIT Rakennus Oy
Pinomäki Timo	VR Track
Salolammi Teuvo	Destia
Tukiainen Kari	Kt-tuenta Oy

Hyvät käytännöt rakennusprosessissa

Asiantuntijoiden työpaja: Ryhmätyöskentelyn ongelmatilanteet ja kysymykset

Ryhmä 1: Päätöksenteko, tilauskäytännöt, suunnittelun ohjaus

Ryhmän tehtävänä oli ideoida ja kehittää hyviä ratkaisuja päätöksenteon, tilauskäytäntöjen ja suunnittelun ohjauksen kannalta. Ryhmälle esitettiin kolme ongelmatilannetta, joihin pohdittiin ratkaisuja.

Kysymys 1:

Tilaaajalta/rakennuttajalta ei saada riittävästi lähtötietoja suunnitteluun, eikä toteutukseen

- tilaaajalla ei ole riittävästi asiantuntemusta suunnittelussa tarvittavien lähtötietojen kokoamiseen
- lähtötietojen kokoaminen sisällytetään suunnittelijan tehtäviin, mutta siitä aiheutuvista kustannuksista ei haluta maksaa.

Kysymys 2:

Turvallisuuden varmistamista ei sisällytetä suunnittelutoimeksiantoon, eikä turvallisuuden huomioimista varmisteta kohdetta koskevissa suunnitelmissa tai kohteen toteutussuunnittelussa

- suunnittelijalta tilataan "lopputuote", mutta ei toteutusvaiheen suunnitelmia
- suunnitelma-asiakirjoissa ei oteta kantaa siihen, miten kaivanto toteutetaan
- urakoitsijan tarjoukseen ei sisälly turvallisesta toteutuksesta aiheutuvia kustannuksia.

Kysymys 3:

Hätätyön turvallisuuteen ei ole varauduttu, eikä sen edellyttämiä menettelyitä ole suunniteltu etukäteen (esim. kaivutyöt putkirikkokohteissa)

- ei ole laadittu toimintamallia
- ei ole kalustoa, jonka saisi tarvittavassa aikataulussa paikalle.

Ryhmä 2: Toteutussuunnittelu, geosuunnittelu, suunnittelun ohjaus

Toinen ryhmä pohtia omia kysymyksiään toteutus-, geosuunnittelun ja suunnittelun ohjauksen näkökulmasta. Ryhmälle esitettiin kolme ongelmatilannetta tai kysymystä, joihin pohdittiin ratkaisuja.

Kysymys 1:

Suunnittelutoimeksiantoon ei sisällytetä tarvittavia suunnitelmia turvallisuuden varmistamiseksi, kuten pohjatutkimustietoja, geosuunnittelua, kaivantosuunnitelmia tai tuentasuunnitelmia

- tilataan "lopputuote", mutta ei toteutuksessa tarvittavia suunnitelmia
- vesihuollon suunnittelussa ei ole mukana geoteknistä suunnittelijaa.

Kysymys 2:

Kaikkiin kohteisiin sovelletaan ohjeissa esitettyjä taulukoita luiskakaltevuuksista

- ei oteta kohteen maaperän ominaisuuksia huomioon
- ei käytetä geoteknistä asiantuntijaa kohteen luiskakaltevuuksien määrittämiseen.

Kysymys 3:

Tieto tehdyistä suunnitelmista ja suunnittelun perusteista ei mene työmaalle ja toteutukseen saakka tai työtä ei tehdä suunnitelmien mukaan

- työmaalla ei ole tiedossa kohteeseen laadittuja suunnitelmia, eikä niitä tietoja, joihin suunnitelmat perustuvat
- toteutussuunnittelussa ei huomioida suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä tietoja
- suunnitelma-asiakirjoissa esitetään työ tehtäväksi talvella ja työ toteutetaan muuhun aikaan esim. alkukesällä
- suunnitelmat laaditaan tietämättä toteutuksen ajankohtaa, suunnitelmat laaditaan mahdollisesti useita vuosia ennen toteutusta, eikä niitä päivitetä ennen toteutussuunnittelua.

Ryhmä 3: Toteutus, työmaakäytännöt

Kolmannen ryhmän näkökulmana oli kaivannon varsinainen toteutus työmaalla ja työmaakäytännöt. Ryhmälle esitettiin kolme ongelmatilannetta, joihin pohdittiin ratkaisuja.

Kysymys 1:

Työmaalla toteutetaan kapeita ja syviä kaivantoja, joiden kaivumaat sijoitetaan kaivannon viereen

- ei ole laadittu kaivantosuunnitelmaa, eikä tuentasuunnitelmaa ole laadittu
- ei ole varattu riittävän leveää työaluetta kaivannon turvalliseen luiskaamiseen, kaupunkiympäristössä ei ole tilaa tai ei ole maanomistajilta lupaa.

Kysymys 2:

Työmaalla ei ole kaivantosuunnitelmaa, eikä riittäviä tietoja maaperän koostumuksesta, pohjaveden seurantatiedoista, maaperässä olevista rakenteista tai laitteista tai suunnitelmat muuttuvat

- ei ole tehty tarvittavia selvityksiä tai niistä ei ole tietoa työmaalla
- ei ole riittävää osaamista maaperän käyttäytymisestä.

Kysymys 3:

Työmaavalvonnassa ei havaita kaivantoon liittyvää vaaratilannetta etukäteen, vaikka työmaalla on työnaikainen jyrkkäseinäinen syvä kaivanto

- tilaaja ei havaitse tai ei puutu, vaikka havaitsee
- ei noudateta laadittua suunnitelmaa toteutuksessa
- työntekijä ei tunnista työskentelyyn liittyvää vaaraa tai ei välitä vaikka tunnistaa
- työmaatarkastuksissa kuitataan tarkistetuksi hyväksyttynä kaivantoon liittyvä tarkastuskohta, vaikka siihen liittyy ilmeinen vaara
- kaivantojen vakavuutta ei seurata työn aikana.

