



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SAMPSA TURPEINEN
TIERAKENTAMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Kandidaatintyö

Tarkastajat: projektipäällikkö Pirjo
Kuula ja yliopisto-opettaja Minna
Leppänen

TIIVISTELMÄ

SAMPSA TURPEINEN: Tierakentamisen ympäristövaikutukset

Tampereen teknillinen yliopisto

Kandidaatintyö, 43 sivua, 1 liitesivu

Huhtikuu 2018

Rakennustekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Yhdyskuntatekniikka

Tarkastajat: projektipäällikkö Pirjo Kuula ja yliopisto-opettaja Minna Leppänen

Avainsanat: tierakentaminen, ympäristövaikutus, ympäristövaikutusten arviointimenettely, YVA.

Tässä kandidaatin työssä on käsitelty tierakentamisen ympäristövaikutuksia ja niiden mittaamista. Tierakentamisesta aiheutuu monenlaisia, laadultaan ja vaikuttavuudeltaan erilaisia ympäristövaikutuksia. Rakentamisen aikaiset välittömät vaikutukset, kuten melu, pöly ja tärinä ovat helposti havaittavia tierakentamisen ympäristövaikutuksia. Rakentamisen tuotteesta eli valmiista tiestä aiheutuvat ympäristövaikutukset eivät ole välttämättä yhtä helposti havaittavissa, mutta ne voivat ilmetä esimerkiksi palveluiden saavutettavuuden tai liikenneturvallisuuden paranemisena, mikä voi koskettaa tällöin useakin sidosryhmää.

Jotta tierakentamisen kannattavuutta voidaan arvioida, pitää eri vaikutuksia pystyä mittaamaan ja muuttamaan vertailukelpoiseen muotoon. Yksiselitteinen mittaaminen ei aina ole mahdollista. Ympäristövaikutuksia voidaan muuttaa kustannuksiksi ja sitä kautta laskea hankkeen hyöty-kustannussuhdetta. Etenkin liikenteellisen palvelutason ja liikenneturvallisuuden paraneminen on usein hyvä indikaattori kannattavasta tiehankkeesta.

Perinteinen tiehanke koostuu suunnitteluvaiheesta, toteutusvaiheesta sekä hoito ja ylläpito -vaiheesta. Ympäristövaikutusten arviointi on tärkeä osa jokaista hankkeen vaihetta. Ympäristövaikutusten arviointi on oleellinen osa yleissuunnitteluvaihetta, etenkin jos laki edellyttää hankkeessa noudatettavaksi ympäristövaikutusten arviointimenettelyn. Rakentamisen aikana vaikutuksia ympäristöön voidaan mitata ja havainnoida esimerkiksi viikoittaisissa työmaan turvallisuusmittauksissa, mutta pelkästään ympäristönhallintaan räätälöityjä mittareita ei juuri ole kehitetty.

Kirjallisuuden perusteella tierakentamisen keskeisiä ympäristövaikutuksia ovat melu, pöly, tärinä, päästöt maaperään ja ilmaan, luonnonvarojen kulutus sekä vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen, pinta- ja pohjavesiin, luonnon monimuotoisuuteen sekä maisema- ja kulttuuriympäristöön. Ympäristövaikutuksia, kuten melua, pölyä ja tärinää voidaan mitata erilaisilla mittareilla ja verrata saatuja tuloksia säädöksissä määrättyihin raja- tai ohjearvoihin. Monia ympäristövaikutuksia ei voida kuitenkaan yksiselitteisesti mitata, vaan tarvitaan laajempia selvityksiä. Esimerkiksi vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen arvioidaan luontoselvityksin ja vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen voidaan arvioida muun muassa liikenneturvallisuuden tai kyselytutkimusten avulla.

ABSTRACT

Sampsa Turpeinen: Environmental impacts of road construction

Tampere University of Technology

Bachelor's Thesis, 43 pages, 1 Appendix page

January 2018

Bachelor Degree Programme in Civil Engineering

Major: Earth and Foundation Structures

Examiners: Project Manager Pirjo Kuula and University Teacher Minna Leppänen

Keywords: road construction, environmental impacts, environmental impact assessment, EIA.

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö on laadittu Tampereen teknillisen yliopiston kandidaatintyöseminaarikurssilla. Työ on esiselvitys tulevalle diplomityölleni ja sen tekeminen on ollut välillä haastavaakin, mutta myös palkitsevaa. Kiitän projektipäällikkö Pirjo Kuulaa ja yliopisto-opettaja Minna Leppästä työn ohjauksesta ja hyvistä neuvoista.

Tampereella, 5.4.2018

Sampsa Turpeinen

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI.....	2
2.1	Lainsäädäntö.....	2
2.1.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.....	2
2.1.2	Ympäristönsuojelulaki 527/2014	2
2.1.3	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017	3
2.2	Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA).....	3
2.3	Suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi (SOVA)	4
2.4	Tierakentamisessa tehtävä ympäristövaikutusten arviointi.....	5
2.5	Luvat ja ilmoitukset.....	6
2.5.1	Ympäristölupa.....	6
2.5.2	Melu- ja tärinäilmoitus.....	6
2.5.3	Ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa.....	7
2.5.4	Ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta.....	7
3.	TIERAKENTAMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN MITTAAMINEN	8
3.1	Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.....	8
3.2	Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen.....	9
3.3	Melu	10
3.4	Tärinä	12
3.5	Pöly.....	15
3.6	Muut päästöt ilmaan.....	17
3.7	Päästöt maaperään	18
3.8	Vaikutukset pintavesiin	19
3.9	Vaikutukset pohjavesiin	20
3.10	Vaikutukset eläimistöön, kasvillisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen ..	21
3.11	Luonnonvarojen käyttö	23
3.12	Vaikutukset maisema- ja kulttuuriympäristöön	24
4.	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI TIEHANKKEESSA.....	26
4.1	Suunnittelun ja selvittämisen eri vaiheet.....	26
4.1.1	Esiselvitykset	27
4.1.2	Yleissuunnittelu	28
4.1.3	Tiesuunnittelu.....	30
4.1.4	Rakennussuunnittelu	32
4.2	Rakentaminen ja vaikutusten mittaaminen	33
5.	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	38

LYHENNELUETTELO

YVA	Ympäristövaikutusten arviointimenettely
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
SOVA	Suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi
AVI	Aluehallintovirasto
IVA	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi
SVA	Sosiaalisten vaikutusten arviointi
TVA	Terveysvaikutusten arviointi
HTP	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus
TSP	Kokonaisleijuma, leijuvien hiukkasten kokonaismäärä
PM ₁₀	Enintään 10 µm halkaisijaltaan olevat hiukkaset

1. JOHDANTO

Väylärakentamisella tarkoitetaan tie-, katu-, rata- ja vesirakentamista. Väylärakentaminen on merkittävä elinympäristöämme muokkaava tekijä. Väylärakentamisella voidaan sujuvoittaa ihmisten ja tavaroiden liikkumista paikasta toiseen, parantaa maankäytön tehokkuutta ja muokata maisemaa. Väylärakentamisen tarkoitus on olla hyödyksi ihmisille, mutta samalla se myös väistämättä muuttaa elinympäristöämme ja voi vaikuttaa elinympäristöömme haitallisesti. Väylärakentamisen ympäristövaikutukset tulevat esiin monin eri tavoin vaikuttaen ihmisten lisäksi muun muassa eläimiin, kasvillisuuteen ja vesistöihin.

Koska väylärakentaminen on erittäin laaja käsite, tässä kandidaatintyössä käsitellään tierakentamisen ympäristövaikutuksia. Työ on kirjallisuuteen perustuva esiselvitys tulevalle diplomityölle, jossa on tarkoitus käsitellä ympäristönhallintaa ja kehittää ympäristöauditointimenetelmä maarakennustyömaan käyttöön.

Työn toisessa luvussa esitellään ympäristövaikutusten arviointia ja siihen liittyvää lainsäädäntöä, reunaehtoja ja lupa-asioita. Kolmannessa luvussa käsitellään tierakentamisen ympäristövaikutuksia ja niiden mittaamista ja arviointia. Neljännessä luvussa käydään läpi ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeessa eli kerrotaan, miten ympäristövaikutukset otetaan huomioon ja miten ne vaikuttavat päätöksentekoon hankkeen eri suunnitteluvaiheissa ja rakentamisen aikana. Viidennessä ja viimeisessä luvussa on työn yhteenvedo.

2. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

2.1 Lainsäädäntö

Rakentamista ja ympäristönsuojelua ohjataan lainsäädännöllä ja erilaisilla lupa- tai rekisteröintimenettelyillä. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 säätelee rakentamista ja ympäristönsuojelulaki 527/2014 ympäristönsuojelua. Lisäksi laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017 (YVA-laki) määrää ympäristövaikutusten arvioinnin huomioimisen suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Muita tierakentamisessa ja sen ympäristövaikutusten arvioinnissa noudatettavia lakeja ovat muun muassa luonnonsuojelulaki 1096/1996, maantielaki 503/2005 ja muinaismuistolaki 295/1963, joihin viitataan myöhemmin tässä työssä. Edellä mainittuja lakeja on täsmennetty valtioneuvoston asetuksilla. Esimerkiksi YVA-lain nojalla on säädetty valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVAA 277/2017), joka täydentää YVA-laissa määrättyjä asioita.

2.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävää kehitystä (MRL 1:1). Maankäyttö perustuu toimivaan kaavoitukseen. Tiesuunnittelu liittyy kaavoitukseen yleensä maakunta- ja yleiskaavatasolla (Tiehallinto 2009, s. 11).

Maakuntakaavaa laatiessa tulee huomioida esimerkiksi maakunnan tarkoituksen mukainen alue- ja yhdyskuntarakenne sekä elinkeinoelämän toimintaedellytykset (MRL 4:28). Yleiskaavassa on otettava huomioon muun muassa yhdyskuntarakenteen toimivuus ja mahdollisuudet liikenteen järjestämiseen ympäristön kannalta kestäväällä tavalla (MRL 5:39). Edellä mainitut sisältövaatimukset liittyvät tierakentamiseen, koska tieyhteydet mahdollistavat alueiden suunnitellun maankäytön kehittämisen kaavoituksen periaatteiden mukaisesti.

2.1.2 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Ympäristönsuojelulaki 527/2014 on ympäristön pilaantumisen torjunnan yleislaki, jota sovelletaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista (YSL 1:2). Siinä muun muassa määrätään, milloin toimintaan tarvitaan ympäristölupa (YSL 4:27).

Laissa määrätään myös ilmoitusmenettelyistä, joita voidaan soveltaa tietyissä rakentamiseen liittyvissä toimenpiteissä. Tierakentamiseen, sen ympäristövaikutuksiin ja ympäristönsuojeluun liittyviä ilmoituksia käsitellään tässä työssä tarkemmin luvussa 2.5 Luvat ja ilmoitukset.

2.1.3 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017

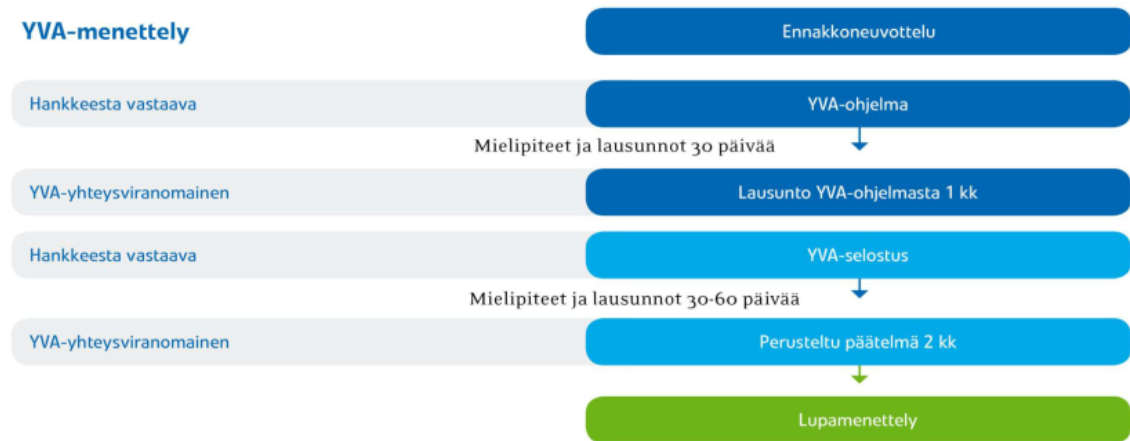
Lain ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017) tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä samalla lisätä hankkeen eri osapuolten tiedon saantia ja osallistumismahdollisuuksia. Eri osapuolia ovat muun muassa hankkeesta vastaava, yhteysviranomainen, asiantuntijat ja kaikki ne, joihin hanke mahdollisesti vaikuttaa.

YVA-lakia sovelletaan hankkeisiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia (YVAL 1:3). Lain soveltamisalan piiriin kuuluvat hankkeet on määritelty tarkemmin hankeluettelossa, joka on lain liitteessä 1. Hankeluettelossa mainituista hankkeista tierakentamisen näkökulmasta olennaisia ovat erityisesti liikennehankkeet, kuten moottoriteiden rakentaminen. Arviointimenettelyä sovelletaan yksittäistapauksissa myös hankeluettelon ulkopuolisiin hankkeisiin, jos niistä tai eri hankkeiden yhteisvaikutuksista voi todennäköisesti aiheutua laadultaan ja laajuudeltaan hankeluettelossa mainittuihin hankkeisiin rinnastettavia ympäristövaikutuksia (YVAL 1:3). Päätöksen arviointimenettelyn soveltamisesta yksittäistapauksessa tekee paikallinen Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus eli ELY-keskus (YVAL 2:11).

2.2 Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA)

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) tavoitteena on pyrkiä tunnistamaan, arvioimaan ja tarvittaessa ehkäisemään sekä rajoittamaan hankkeen ympäristövaikutuksia. Siinä selvitetään eri toteutusvaihtoehtojen ympäristövaikutukset riittävällä tarkkuudella, kun hanke aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia (Ympäristöministeriö 2017).

Ympäristövaikutusten arviointimenettely koostuu kahdesta osasta: arviointiohjelmasta ja arviointiselostuksesta. Niiden sisällöstä säädetään YVA-asetuksessa (YVAA 277/2017). Kuvassa 1 esitetään YVA-menettelyn vaiheet.



Kuva 1. YVA-menettely (Ympäristöministeriö 2017)

Hankkeesta vastaava taho käynnistää ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimitamalla arviointiohjelman YVA-yhteysviranomaiselle eli ELY-keskukselle (kuva 1). Ympäristövaikutusten arviointiohjelmalla tarkoitetaan hankkeesta vastaavan laatimaa suunnitelmaa tarvittavista selvityksistä sekä arviointimenettelyn järjestämisestä (YVAL 1:2). Arviointiohjelmasta tulee käydä ilmi, mitä hankkeen toteuttamisvaihtoehtoja ja vaikutuksia suunnittelun aikana selvitetään. Ensin siis suunnitellaan vertailtavat vaihtoehdot, hankitaan lähtötiedot ja tunnistetaan ympäristövaikutukset sekä valitaan niiden mahdolliset mittaamenetelmät. Myös toteuttamatta jättäminen tulee käsitellä yhtenä vaihtoehtona, niin sanottuna 0-vaihtoehtona. Arviointiohjelmassa tulee esittää, miten arviointi ja siihen liittyvä tiedottaminen ja vaikutusalueella asuvien osallistuminen arviointiin järjestetään. Arviointiohjelmaa täydennetään lausuntojen perusteella ja täydennetty versio kootaan arviointiselostukseen. (Tiehallinto 2009, s. 27; Ympäristöministeriö 2017)

Arviointiselostus on kooste ympäristövaikutusten arviointiohjelman tuloksista täydennettynä muun muassa yhteysviranomaisen lausunnon sekä osallistumisen kautta saadun palautteen perusteella (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 6). Se on hankkeen suunnitteluaineiston osa, jonka pohjalta tuotetaan tietoa hanketta koskevaa päätöksentekoa varten (Tiehallinto 2009, s. 39). Arviointiohjelman ja -selostuksen tarkemmat sisältövaatimukset on esitetty valtioneuvoston asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (277/2017).

2.3 Suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi (SOVA)

Lain viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista (200/2005) eli niin sanotun SOVA-lain 1 luvun 3 pykälän mukaan suunnitelmasta tai ohjelmasta vastaavan viranomaisen tulee huolehtia riittävästä ympäristövaikutusten arvioinnista, jos suunnitelman tai ohjelman toteuttamisella voi olla merkittäviä ympäris-

tövaikutuksia. Arvioinnissa huomioidaan aiemmat ympäristö- ja ympäristövaikutus selvitykset ja niitä voidaan tarpeen mukaan täydentää ja ajantasaistaa (Ympäristöministeriö 2017).

SOVA-lain mukaan ympäristövaikutusten arviointi tehdään suunnitelmista ja ohjelmista, jotka perustuvat lakiin, asetukseen tai hallinnolliseen määräykseen. Ympäristövaikutusten arviointi tehdään myös, jos kyseessä on maa-, metsä- tai kalataloutta, energiahuoltoa, teollisuutta, liikennettä, jätehuoltoa, vesitaloutta, televiestintää, matkailua, aluekehitystä, alueidenkäyttöä, ympäristönsuojelua taikka luonnonsuojelua varten laadittavasta suunnitelmasta tai ohjelmasta (SOVAL 1:4). Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma ja Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelma ovat esimerkkejä suunnitelmista, joissa on tehty SOVA (YVA ry 2014; Pirkanmaan ELY-keskus 2015).

2.4 Tierakentamisessa tehtävä ympäristövaikutusten arviointi

Tierakentamisessa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan YVA-lain hankeluettelon perusteella seuraavissa tapauksissa:

- moottoriteiden tai moottoriliikenneteiden rakentaminen
- neli- tai useampikaistaisen, vähintään 10 kilometrin pituisen yhtäjaksoisen uuden tien rakentaminen
- tien uudelleenlinjaus tai leventäminen siten, että näin muodostuvan yhtäjaksoisen neli- tai useampikaistaisen tieosan pituudeksi tulee vähintään 10 kilometriä.

Lisäksi ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan tierakentamiseen liittyen muun muassa kiven, soran tai hiekan ottamiselle, kun louhinta- tai kaivualueen pinta-ala on yli 25 hehtaaria tai otettava ainesmäärä vähintään 200 000 kiintokuutiometriä vuodessa. (YVAL liite 1)

Mikäli tiehanke on kooltaan ja vaikuttavuudeltaan sellainen, että se ei täytä yllä olevia ehtoja, mutta siitä voi todennäköisesti aiheutua laadultaan ja laajuudeltaan tai yhteisvaikutuksessa muiden hankkeiden kanssa vastaavia ympäristövaikutuksia, voidaan hankkeeseen silti soveltaa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Harkinnanvarainen YVA on aina mahdollinen, vaikka hankeluettelon ehdot eivät täytyisikään. Esimerkiksi Pirkanmaan ympäristökeskus teki päätöksen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamisesta Tampereen Rantaväylän (valtatie 12) hankkeeseen, vaikka hanke ei täyttänyt YVA-lain liitteessä 1 mainittuja reunaehtoja. Hankkeen katsottiin kuitenkin olevan kooltaan rinnastettavissa hankeluettelon liikennehankkeisiin. Tampereen kaupunki valitti päätöksestä, mutta Hämeenlinnan hallinto-oikeus piti päätöksen ennallaan. (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 12)

2.5 Luvat ja ilmoitukset

2.5.1 Ympäristölupa

Ympäristölupa tarvitaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan. Ympäristölupa koostuu kertoelma- ja ratkaisuosasta. Kertoelmaosassa kerrotaan hakemuksen mukaisesta toiminnasta, päästöistä ja niiden vaikutuksista sekä hakemuksen käsitteystä. Ratkaisuosassa on haettavan asian ratkaisun lisäksi mahdolliset lupamääräykset perusteluineen. (Suomen ympäristökeskus 2013)

Tiehankkeessa ympäristölupa voi olla tarpeen esimerkiksi kiviaineksen murskaamista varten. Ympäristönsuojelulain (527/2014) liitteen 1 mukaan tietylle alueelle sijoitettava siirrettävä murskaamo, jonka toiminta-aika on yhteensä vähintään 50 päivää, tarvitsee ympäristöluvan. Tierakentamisessa yli 50 päivää kestävä murskaus voi tulla kyseeseen etenkin suuremmissa tiehankkeissa, joissa kiviainesta tuotetaan työmaan tarpeisiin paikan päällä. Ympäristölupa vaaditaan lisäksi toiminnalle, joka voi aiheuttaa vesistön pilaantumista eikä kyse ole vesilain mukaan luvanvaraisesta hankkeesta. Ympäristölupa tarvitaan myös, mikäli kohteessa joudutaan kunnostamaan pilaantunutta maaperää eikä voida soveltaa kohdan 2.5.4 mukaista ilmoitusmenettelyä, tai rakenteissa aiotaan hyödyntää jätemateriaaleja, jollei kyseessä ole kohdan 2.5.3 mukaisen ilmoitusmenettelyn mukainen hyödyntäminen.

Ympäristölupaa haetaan hankkeen tyypistä riippuen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta tai aluehallintovirastolta (AVI). Merkittävimmät ja alueellisesti merkittävät ympäristöluvat myöntää aluehallintovirasto, muut ympäristöluvat myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (YSL 3:21; YSL 3:22)

2.5.2 Melu- ja tärinäilmoitus

Hankkeissa, joissa ei edellytetä ympäristölupaa, on toiminnanharjoittajan tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus maarakentamisessa melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää. Ilmoitus on tehtävä hyvissä ajoin, kuitenkin vähintään 30 vuorokautta ennen toiminnan aloittamista. (YSL 527/2014)

Kunnan ympäristöviranomaisen tekee ilmoituksen pohjalta päätöksen, jossa se määrää ilmoituksen tekijälle ehdot. Päätöksessä voidaan esimerkiksi asettaa melua ja tärinää aiheuttavalle toiminnalle aikarajoitukset, määrätä tiedottamisesta tai työhön sopivasta työmenetelmästä.

2.5.3 Ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa

Jätteiden hyödyntämistä maarakentamisessa pyritään edistämään lainsäädännön avulla. Tiettyjen edellytysten täytyessä eräiden jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, vaan valvontaviranomaiselle tehtävä ilmoitus on riittävä.

Valtioneuvosto on laatinut asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (591/2006), mikä on niin sanottu MARA-asetus. Asetuksen mukaan tierakentamisessa voidaan käyttää betonimursketta ja kivihiilen, turpeen sekä puuperäisen aineksen lentotuhkia ja pohjatuhkia tietyin edellytyksin. Ympäristöluvalla voidaan käyttää muitakin jätemateriaaleja kuin mitä MARA-asetuksessa on määrätty.

MARA-asetus on uudistunut ja uusi asetus astui voimaan 1.1.2018. Uudessa asetuksessa on mukana enemmän materiaaleja ja käyttökohteita. Uusina materiaaleina asetukseen tulevat kevytbetoni- ja kevytsorajätteet, tiilimurske, asfalttimurske ja –rouhe, käsitelty jätteenpolton kuona, valimohiekat, kalkit, kokonaiset renkaat ja rengasrouhe sekä rakenteesta poistettu jäte. Uudessa asetuksessa maarakentamisen käyttökohteita ovat väylät, kentät, vallit ja näiden rakennekerrokset sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteet. (VNa 843/2017).

2.5.4 Ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta

Ilmoitusta pilaantuneen maaperän puhdistamisesta voidaan hyödyntää hankkeissa, joissa on pilaantunutta maaperää ja joissa ei ympäristönsuojelulain 4 luvun nojalla edellytetä ympäristölupaa. Tällöin pilaantuneen maaperän puhdistamistoimenpiteet ja kaivetun maa-aineksen hyödyntäminen kaivualueella voidaan aloittaa tekemällä siitä ilmoitus valtion valvontaviranomaiselle (YSL 14:136). Aina pelkkä ilmoitus ei kuitenkaan ole riittävä, vaan kunnostus voi vaatia myös ympäristöluvan.

Ilmoitus on annettava hyvissä ajoin, kuitenkin viimeistään 45 vuorokautta ennen puhdistamisen kannalta olennaisen työvaiheen aloittamista (YSL 14:136). Valtioneuvoston asetuksen ympäristönsuojelusta (713/2014) 4 luvun 25 pykälän mukaan ilmoituksesta tulee käydä ilmi muun muassa tunniste- ja sijaintitiedot, käytettävä puhdistusmenetelmä sekä toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset ja niiden ehkäisy.

3. TIERAKENTAMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN MITTAAMINEN

3.1 Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen vaikuttavat monet eri tekijät. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (IVA) sisältää sekä sosiaalisten vaikutusten arvioinnin (SVA) että terveysvaikutusten arvioinnin (TVA) (Kauppinen & Viljanen 2003, s. 3). Väylärakentamisessa terveysvaikutuksia aiheuttaa rakentamisen aikana esimerkiksi melu, pöly ja tärinä, joita käsitellään seuraavissa kappaleissa tarkemmin.

Sosiaalisilla vaikutuksilla tarkoitetaan tässä tapauksessa hankkeen vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten hyvinvoinnissa. Hankkeen vaikutukset voivat kohdistua suoraan ihmisten elinoloihin tai viihtyvyyteen. Toisaalta esimerkiksi luontoon tai yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat muutokset voivat vaikuttaa välillisesti myös ihmisten hyvinvointiin. Voidaan siis todeta, että sosiaalisilla vaikutuksilla on keskeinen yhteys muihin hankkeen aiheuttamiin vaikutuksiin nähden joko välittömästi tai välillisesti.

YVA-lain astuttua voimaan 1.9.1994 alettiin lain edellyttämällä tavalla arvioida järjestelmällisesti ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia (Kauppinen & Viljanen 2003, s. 4). Alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on luoda vuorovaikutteisella suunnittelulla ja riittävällä vaikutusten arvioinnilla hyvä elinympäristö eri väestöryhmille (MRL 1:5).

Keskeisiä sosiaalisia vaikutuksia voivat olla hankkeen toteuttamisen mahdollistavat välittömät vaikutukset, kuten pakkomuutto rakennettavan kohteen tieltä, tien rakentaminen asunnon läheisyyteen tai erilaiset estevaikutukset, jotka voivat johtaa esimerkiksi asuinyhteisön pirstoutumiseen (Tiehallinto 2008, s. 38). Myös hankkeen välilliset vaikutukset voivat vaikuttaa ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen. Esimerkiksi melun ja pölyn leviäminen, ympäristön ja maiseman muuttuminen tai jokin muu tekijä voi aiheuttaa huolta, pelkoa ja viihtyvyyshaittaa sekä kiinteistöjen arvon muutosta.

Vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen arvioitaessa on tärkeää tunnistaa mahdolliset yhteisvaikutukset. Yhteisvaikutuksia voivat olla hankkeen yksittäisten vaikutusten yhdessä aiheuttamat kertaantuvat vaikutukset, hankkeen vaiheistuksen aiheuttamat eri aikoina syntyvät vaikutukset tai usean hankkeen aiheuttamat vaikutukset (Tiehallinto 2009, s. 32–33). Haitallisten vaikutusten lisäksi vaikutukset voivat olla myös positiivisia.

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen vaikuttavia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia on vaikea yksiselitteisesti mitata, sillä jollekin vaikutus voi olla välitön ja toiselle tai muille välillinen. Vaikutuksia koetaan subjektiivisesti, mikä ilmenee käytännössä esimerkiksi niin, että kivenmurskaamolta toimeentulonsa saava henkilö kokee vaikutukset eri tavoin kuin murskaamon vaikutusalueella asuva henkilö: toiselle toiminto luo pohjan toimeentulolle ja toiselle kyseessä on asumista häiritsevä tekijä. Mittaamisen mahdollistamiseksi voidaan vaikutuksia kuitenkin jakaa määrällisiin ja laadullisiin vaikutuksiin. Esimerkiksi asumista, palveluiden saatavuutta, sairastavuutta, kuolleisuutta ja väestön määrää voidaan mitata ja sitä kautta tehdä johtopäätöksiä vaikutuksista ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen (Kauppinen & Viljanen 2003, s. 11). Lisäksi vaikutuksia voidaan tarkastella esimerkiksi haastattelujen, indikaattoreiden ja osallistavien ryhmäarviointien (paneelit) avulla (Kauppinen & Viljanen 2003, s. 17).

3.2 Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen

Tierakentaminen lisää ja aiheuttaa maankäytön rikkonaisuutta. Riippuen taustalla olevasta kehitystarpeesta, se myös parantaa esimerkiksi palveluiden saavutettavuutta ja siten parantaa alueen yritysten toimintaedellytyksiä, mikä eheyttää yhdyskuntarakennetta. Esimerkiksi liittymäalueet houkuttelevat usein kaupallisia palveluita (Tiehallinto 2008, s. 40).

Uusi tie muuttaa ihmisten liikkumistottumuksia, mikä voi johtaa esimerkiksi työmatkan lyhenemiseen tai palveluiden käyttämiseen muualla. Toisin sanoen tien rakentamisen taustalla on usein saavutettavuuden parantaminen. Täten tierakentaminen voi luoda tai vähentää eri toimijoiden kiinnostusta tietyistä alueista ja vaikuttaa näin maankäyttöön ja aluerakenteeseen.

Tierakentamisen taustalla on usein maankäytön kehittäminen, tai vaihtoehtoisesti tie mahdollistaa alueen suunnitellun maankäytön kehittämisen. Tampereen rantaväylän tunnelihanke esimerkiksi vapautti vanhan valtatie 12 kohdalta Näsijärven rannalta arvokasta tonttimaata asuinkerrostalojen käyttöön. Lisäksi ohjaamalla liikenne kokonaan tunneliin, pyrittiin poistamaan liikenteen solmukohtia, millä on positiivista vaikutusta ruuhkiin, matka-aikoihin ja liikenteen sujuvuuteen.

Vaikutuksia maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen voidaan mitata muun muassa liikenteellisen palvelutason, liikenneturvallisuuden ja taloudellisten vaikutusten avulla (Liikennevirasto 2013, s. 44). Mittaaminen perustuu yksikköhintoihin ja hyötykustannussuhteeseen, joita voidaan verrata nykytilanteen ja hankkeen eri vaihtoehtojen arvioitujen lukujen välillä. Esimerkiksi matka-ajalle sekä henkilövahingolle voidaan laskea teoreettinen yksikköhinta. Mittaamalla matka-aikaa voidaan mitata saavutettavuutta ja sitä kautta vaikutuksia maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen. Henkilövahingoilla on yhteys yhdyskuntarakenteeseen, sillä turvallinen väylä lisää liikkumista. Turvallinen liikkuminen parantaa myös ihmisten elinoloja ja lisää viihtyvyyttä.

3.3 Melu

”Melu on ei-toivottua ääntä, joka on epämiellyttävää, häiritsevää, odottamatonta tai kuulolle haitallista.” Melun terveysvaikutuksia ovat muun muassa nukahtamisen vaikeutuminen ja unenlaadun heikentyminen, verenpaineen ja sydämen sykkeen nousu sekä lisääntynyt sydän- ja verisuonitautien riski. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2017)

Tierakennustyömaalla melua aiheuttavia työvaiheita ovat muun muassa kuormaus, kuljetus, louhinta, murskaus ja rikotus, roudan rikkominen, paalutus, tiivistys sekä rakennusten ja rakenteiden purkaminen (Tuhola 1997, s. 9).

Valtioneuvoston päätöstä melutason ohjearvoista (993/1992) sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Asetuksessa määritetyt ohjearvot ulkona on esitetty taulukossa 1. Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq} tarkoittaa A-painotettua keskiäänitason, joka vastaa jatkuvaa vakioäänitason (VNp 993/1992).

Taulukko 1. Melun ohjearvot ulkona (VNp 993/1992).

Alue	Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq} , dB	
	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Asuntoalueet	55	50*
Yleisten rakennusten alueet	55	50*
Loma-asumiseen käytettävät alueet	45	40

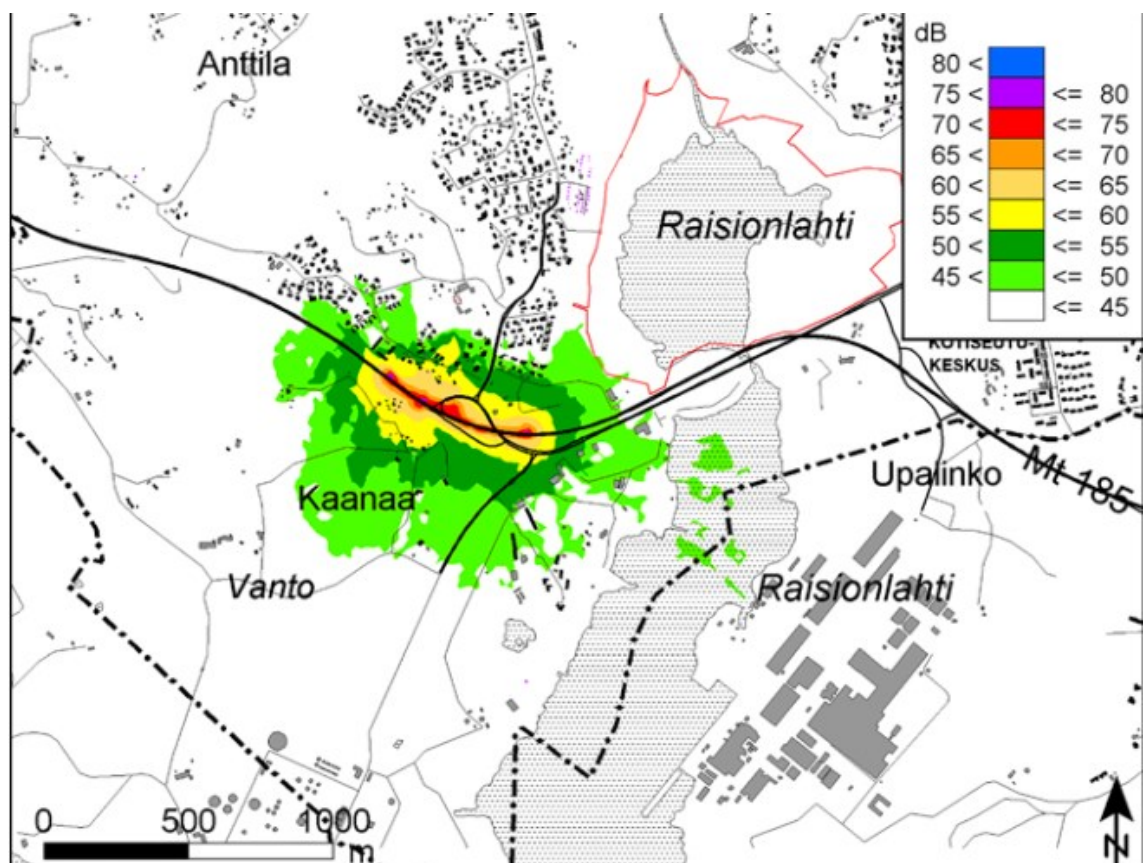
*Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB.

Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoja. Yöohjearvoa ei myöskään sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joissa ei tyypillisesti oleskella yöllä (VNp 993/1992).

Ympäristöministeriö on antanut meluntorjuntalain (382/1987) nojalla yleiset ohjeet ympäristömelun mittaamisesta. Mittausohjeiden tavoitteena on muun muassa yhdenmukaistaa melun mittaamista sekä tehdä mittaustuloksista vertailukelpoisia meluntorjuntalaissa annettuihin melutason ohjearvoihin (Ympäristöministeriö 1995, s. 7). Melun ohjearvojen lisäksi valtioneuvoston asetuksessa ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä (621/2001) on säädetty melupäästöjen raja-arvoja maarakentamisessa käytetyille koneille ja laitteille.

Tarkasteltavan alueen melutilanne voidaan selvittää mittaamalla desibelejä. Melun mitaustulos riippuu paikasta, mittausolosuhteista ja sääoloista. Pelkkä melutason mittaus antaa tuloksen kokonaismelusta. Yksittäinen mittaustulos edustaa täten vain mittauspisteessä kyseisenä ajanhetkenä vallinnutta melutilannetta eikä sitä voida yleistää edustamaan suurempaa aluetta, eri käyttöolosuhteita tai pidempää ajanjaksoa. Kokonaisvaltaisemmat suunnittelualan melutasot voidaan selvittää laskennallisesti, jolloin eri lähte-

den osuudet kokonaismelusta on mahdollista erotella ja meluntorjuntatoimenpiteet voidaan suunnitella ja testata mallintamalla ennen hankintaa ja toteutusta (Ramboll 2016, s. 3). Esimerkiksi tieliikennemelulle on kehitetty yhteispohjoismainen laskentamalli, joka on ympäristöministeriön suositusten mukainen (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 44). Kyseistä laskentamallia voidaan tierakentamisessa hyödyntää esimerkiksi työmaaliikenteen, pidempi aikaisen kaivun ja kuormauksen sekä murskauslaitoksen ja sen oheislaitteiden melun mallintamisessa. Kuvassa 2 on rakentamisen aikaisen melun leviämisestä tehty mallinnus E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio hankkeessa.



Kuva 2. Rakentamisvaiheen melumallinnus E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio hankkeessa (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016, s. 48)

Kuvassa 2 esitetty mallinnus on tehty rakentamisen aikaisen melun leviämisestä eritasoliittymätyömaan kohdalla, kun työmaalla on useita kuormaajia, kaivinkoneita, dumpereita ja kuorma-autoja (Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016, s. 48). Kuvasta nähdään, että vielä 500 m päässä melulähteestä äänenvoimakkuus on yli 45 dB.

Usein rakennusvaiheen melupäästöt ovat lyhytkestoisia ja vaihtelevia, jolloin melun yksityiskohtainen mallintaminen vie paljon resursseja. Rakentamisen aikaisista melumittauksista tulee tehdä melumittaussuunnitelma ja sen mukaisesti seurata melutasoja. Meluilmoituksen yhteydessä saadun päätöksen ehtojen tai melun ohjearvojen ylittyessä tu-

lee ryhtyä tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin, kuten melun leviämisen estämiseen tai melua aiheuttavien töiden ajankohdan muuttamiseen. Melua voidaan ehkäistä myös asentamalla koneisiin ääneneristysrakenteita, rakentamalla murskauslaitoksiin ääntä eristävät seinät ja katto sekä rakentamalla työkohteen lähellä sijaitseviin rakennuksiin ääntä eristävät suojarakenteet (Tuhola 1997, s. 9). Kiviainestoiminnassa melua voidaan torjua esimerkiksi sijoittamalla poistetut pintamaat ja varastokasat meluvälleiksi.

3.4 Tärinä

Tärinä on kiinteissä kappaleissa etenevää värähtelyä, jonka voimakkuus ilmoitetaan kiihtyvyytenä tai desibeleinä. Maantärinät ovat maanpinnan aaltoliikettä, joka aiheutuu seismisten aaltojen etenemisestä (Vuolio 1991, s. 165). Tärinän leviämiseen ja luonteeseen vaikuttavat geologiset olosuhteet, kuten maa- ja kallioperän dynaamiset olosuhteet ja topografia (Vuolio 1991, s. 166–167). Tärinä voi vaurioittaa rakenteita ja herkkiä laitteita sekä häiritä ihmisiä. Ihmisiin kohdistuvia terveysvaikutuksia ovat muun muassa verenkierrolle, tuki- ja liikuntaelimille ja hermostolle kohdistuvat haitat. (RIL 253-2010, s. 3; Työterveyslaitos 2017)

Tärinälle ei ole virallisissa säädöksissä määritelty samanlaisia ohjearvoja kuin mitä esimerkiksi melulle on, vaan niitä tarkastellaan tapauskohtaisesti. Taulukossa 2 on esitetty yleisarvot ihmisten kokemukselle tärinästä sekä rakennusten tärinärajat.

Taulukko 2. Ihmisten kokemukset tärinästä sekä rakennusten tärinärajat (Vuolio 1991)

Ihmisen alttius	Heilahdusnopeus mm/s	Rakennusten tärinärajat 20 m etäisyydellä
Tuskin huomattava	2–5	
Havaittava	5–10	Herkät laitteet
Epämiellyttävä	10–20	
Häiritsevä	20–35	Historialliset rauniot
Erittäin epämiellyttävä	35–50	
	50–70	Normaali rakennus

Tierakentamisessa tärinää aiheutuu etenkin räjäytyksistä, tiivistystöistä, paalutuksesta, työmaaliikenteestä ja erilaisista koneista. Tärinä esiintyy usein rakentamisen aikaisena maantärinä, joka kulkeutuu pääosin rakennuksiin ja on kestoltaan lyhytaikaista. Kuvassa 3 on ilmakuva Tampereen rantatunnelin työmaasta, josta aiheutui tärinähaittaa yläpuolella oleville rakennuksille ja ihmisille.



Kuva 3. Valtatie 12 Tampereen rantatunnelin rakennustyömaan ilmakekuva (MTV 2016)

Kuvasta 3 nähdään, että lähimmät rakennukset ovat rantatunnelin suuaukon yläpuolella. Työstä aiheutuva värinä välittyy rakennuksiin aiheuttaen asukkaille viihtyvyyshaittaa. Tunnelin yläpuolella asuvat ihmiset valittivat melusta ja värinästä, jolloin Tampereen yhdyskuntalautakunnan ympäristö- ja rakennusjaosto rajoitti värinää aiheuttavien töiden sallittua ajankohtaa (YLE uutiset 2014).

Tierakentaminen ei yleensä aiheuta jatkuvaa ja liiallista ihmiseen kohdistuvaa värinää, vaan terveysvaikutukset ilmenevät rakennuskoneiden ja -laitteiden käyttäjiin kohdistuvana käsi- tai kehotärinä, joille on annettu työturvallisuuslain (738/2002) nojalla ohjearvot. Rakentamisesta aiheutunut värinä voi kuitenkin olla myös terveydellisesti haitallista, jos se esimerkiksi herättää unesta tai muuten haittaa lepoa.

Louhinnasta sekä tyypillisistä maa- ja pohjarakennustöistä rakennuksiin kohdistuvia värinän ohjearvoja esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Heilahdusnopeuden v_0 (mm/s) perusarvo erilaisille maa- ja kalliopohjille perustetuille rakennuksille (RIL 253-2010, s. 25–26)

Työmenetelmä	Perustusten alapinnassa oleva maa- tai kalliopohja			
	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/s ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekk	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Maarakennustyöt*	5	7	10	12
Louhinta 1 m etäisyydellä	9	18	35	140
Louhinta 20 m etäisyydellä	8	15	28	55
Louhinta 100 m etäisyydellä	5	10	17	28
Louhinta 2000 m etäisyydellä	3	5	7	9

*=Pudotustiivistys, lyöntipaalaus, maankaivu, työmaaliikenne, pontitus lyömällä ja täryttämällä, täryttiivistys, porapaalaus, iskuvasaran käyttö eri tarkoituksiin

Taulukossa 3 esitetyistä heilahdusnopeusarvoista nähdään selkeästi, että louhintatyöt aiheuttavat merkittävimpiä värinävaikutuksia. Esimerkiksi kahden kilometrin päässä suoritettu louhinta aiheuttaa lähes yhtä suuren heilahdusnopeuden perusarvon kalliolle perustetulle rakennukselle kuin esimerkiksi vieressä tehty porapaalaus. Arvoja vertailtaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon värinälähteen ja kohteen välillä oleva maa- tai kalliopohja, mikä vaikuttaa merkittävästi värinän voimakkuuteen ja leviämiseen.

Värinää voidaan vähentää monella tapaa. Tierakentamisessa tyypillisesti värinää aiheuttavien työvaiheiden värinänvähentämismenetelmiä esitetään kootusti taulukossa 4.

Taulukko 4: Värinän vähentämistapoja tierakentamisen tyypillisissä työmenetelmissä (RIL 253-2010, s. 41–50)

Työvaihe	Värinän vähentämiskeino
Louhinta	<ul style="list-style-type: none"> • reikäkoon pienentäminen • pengerkorkeuden pienentäminen • reiän jakaminen useampaan eriaikaisesti räjäytettävään panokseen • hidasteiden käyttö
Tiivistys	<ul style="list-style-type: none"> • tiivistyskoneen painon tai tehon pudottaminen • tiivistettävän kerroksen paksuuden ohentaminen • oskilloivan jyrän käyttäminen
Paalaus ja pontitus	<ul style="list-style-type: none"> • tiiviin kerroksen läpäiseminen muulla menetelmällä (esim. kaivu) • paalun vaakasuuntainen tukeminen • suorien paalujen käyttö
Työmaaliikenne	<ul style="list-style-type: none"> • ajonopeuksien pienentäminen • työmaateiden kantavaksi tekeminen • jousitettujen ajoneuvojen käyttäminen

Taulukosta 4 nähdään, että tärinää voidaan pääosin vähentää työtehoa pienentämällä, mutta myös eri tekniikoita hyödyntäen. Etenkin louhintatöissä eri tekniikoiden merkitys korostuu, koska louhintatyöt ovat tyypillisiä tärinävaurioiden aiheuttajia.

Tärinää mitataan tärinämittareilla ja mittaus tehdään yleisesti kolmekomponenttimittauksena (heilahdusnopeus, kiihtyvyys, taajuus ja siirtymä). Kuvassa 4 on talon sokkeleihin kiinnitetty tärinämittari.



Kuva 4. Tärinämittari talon perustukseen kiinnitettynä (Suomen Louhintakonsultit Oy 2017)

Tärinämittauksessa tavoitellaan mittaustulosta, joka on ohjearvoihin nähden vertailukelpoinen tulos. Tämä tapahtuu valitsemalla mitattava taajuusalue 5–300 Hz. (RIL 253-2010, s. 38)

3.5 Pöly

Pölyllä tarkoitetaan kiinteitä hiukkasia, jotka voivat leijua ilmassa niiden alkuperän, fyysikaalisten ominaisuuksien ja ympäristön olosuhteiden mukaan. Pölyn määrään vaikuttavat monet eri tekijät, muun muassa toiminnan laatu, sääolot, vuodenaika ja materiaalien ominaisuudet.

Tierakentamisessa syntyvä pöly voi olla esimerkiksi kivi- tai betonipölyä. Esimerkiksi kvartsipölyn tunnetuin haittavaikutus on silikoosi, eli kivipölykeuhkosairaus. Silikoosin on todettu myös lisäävän keuhkosityöpään sairastumisen riskiä (Työterveyslaitos 2017). Muita pölyn terveysvaikutuksia ovat esimerkiksi hengitysteiden ja limakalvojen ärsyntyminen sekä viihtyvyyshaitta (Ratu 1225-S, s. 8).

Tierakennustyömaalla pölyä tuottavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi kuorma- ja kuljetustoiminta, poraukset, stabilointi, kivenmurskaus ja rakennusten purkaminen. Myös työmaaliikenne sekä uusiomateriaalien, kuten lentotuhkan käyttö voi aiheuttaa pölyämistä. Pölypäästöjä voidaan vähentää ja estää asentamalla esimerkiksi porakoneisiin ja

murskausasemille kiinteitä pölynerottimia tai kastelemalla työmaateitä ja purettavia rakenteita. Myös oikeanlaiset työtavat ja toiminnan ajoittaminen optimaalisiin sääoloihin vähentävät pölypäästöjä.

Pölylle ei ole olemassa yksiselitteisiä ohje- tai raja-arvoja. Kvartsipölyn raja-arvona Suomessa käytetään sen HTP-arvoa (haitallisiksi tunnetut pitoisuudet), joka on 0,05 mg/m³ kahdeksan tunnin altistumisella (Sosiaali- ja terveysministeriö 2016, s. 45). Ilmansuojelulain (67/1982) nojalla annettu valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (480/1996) määrittelee hengitettävien hiukkasten ja kokonaisleijuman ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Hiukkaspitoisuutta ilmassa kuvaavat kokonaisleijuma (TSP) ja hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), jotka tarkoittavat hiukkasia, joiden koko on enintään 10 µm. Hengitettävien hiukkasten koolla on merkitystä, sillä edellä alle 10 µm kokoiset hiukkaset pääsevät tunkeutumaan keuhkoputkiin saakka (Hengityслиitto 2018). Pölyn ohjearvoja esitetään taulukossa 5.

Taulukko 5: Pölyn ohjearvoja (Vnp 480/1996)

Aine	Ohjearvo (µg/m ³)	Tilastollinen määrittely
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
	50	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Hengitettävien hiukkasten määrän lisäksi tulee ottaa huomioon rakennusmateriaalien ominaisuudet. Esimerkiksi uusiomateriaalina käytetty betonijäte voi sisältää haitallisia aineita kuten elementtien saumauksessa käytettyä PCB:tä, asbestia, öljyä ja raskasmetalleja (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 34). Hengitettynä asbestipöly voi aiheuttaa keuhkopussin syöpää, asbestoosia ja keuhkosyöpää (Työterveyslaitos 2017). Lisäksi laskeutuva pöly voi aiheuttaa esimerkiksi autojen, ikkunoiden ja pyykkien tahriintumista sekä kiihdyttää teräksen korroosiota (Teräsrakenneyhdistys 2015).

Pölyn mittaaminen tarkoittaa ilmassa olevien hiukkasten määrän mittaamista. Mittaus tehdään keräämällä pölyä suodattimelle ja määrittämällä sen massa punnitsemalla tai laboratoriossa tehtävän kemiallisen analyysin avulla. Hengitettävien hiukkasten määrän mittaamisen lisäksi voidaan mallintaa niiden leviämistä. Leviämislaskelmia voidaan tehdä esimerkiksi Ilmatieteen laitoksella kehitettyjä leviämismalleja käyttäen. Hengitettävien hiukkasten mallinnus on kaikissa olosuhteissa haastavaa ja niihin voi liittyä suurta epävarmuutta (Nuutinen & Kärtevä 2010).

3.6 Muut päästöt ilmaan

Tierakentamisesta syntyy päästöjä ilmaan pölyämisen lisäksi lähinnä koneiden pako-kaasuista ja räjähdyskaasuista sekä rakennuspaikalla mahdollisesti olevan pilaantuneen maa-aineksen sisältämistä haihtuvista yhdisteistä. Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (79/2017) on määritetty rikkidioksidin, typpioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin, lyijyn ja hiukkasten pitoisuuksien raja-arvot ulkoilmassa. Kyseiset raja-arvot esitetään taulukossa 6. Taulukossa 6 esitetyt raja-arvoja ei sovelleta esimerkiksi alueilla, joille yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta. Tierakennustyömaalla sovelletaan työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä (VNa 79/2017, liite 3).

Taulukko 6. Raja-arvot ilman epäpuhtauksille (VNa 79/2017)

Aine	Keskiarvon las- kenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sallittujen ylitysten määrä ka- lenterivuodessa (vertailujakso)
Rikkidioksidi (SO_2)	1 h	350	24
	24 h	125	3
Typpidioksidi (NO_2)	1 h	200	18
	kalenterivuosi	40	–
Hiilimonoksidi (CO)	8 h	10 000	–
Bentseeni (C_6H_6)	kalenterivuosi	5	–
Lyijy (Pb)	kalenterivuosi	0,5	–
Hengitettävät hiuk- kaset (PM_{10})	24 h	50	35
	kalenterivuosi	40	–
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$)	kalenterivuosi	25	–

Hengitettävien hiukkasten lisäksi taulukossa 6 esitetyt aineet ovat ihmiselle vaarallisia hengitettynä. Esimerkiksi rikkidioksidi ja typpidioksidi ärsyttävät hengitysteitä. Hiilimonoksidi eli häkä heikentää elimistön kykyä kuljettaa happea ja aiheuttaa näin hapen puutetta. Bentseeni ja lyijy ovat syöpää aiheuttavia aineita ja bentseenin hengittäminen vaikuttaa hermostoon. (Työterveyslaitos 2017) Tierakentamisessa päästöjä ilmaan voi aiheutua myös uusiomateriaalien käytöstä. Esimerkiksi tien kantavassa ja jakavassa kerroksessa käytetyn masuunihiekan rikki voi ilman vaikutuksesta hapettua muodostaen vihertäviä rikille haisevia yhdisteitä (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 22).

Taulukossa 6 hengitettävien hiukkasten osalta vuorokauden raja-arvo on pienempi kuin edellisen kappaleen taulukossa 5 esitetty ohjearvo. Raja-arvojen osalta suurimman sallitun arvon saa kuitenkin ylittää 35 kertaa kalenterivuoden aikana, joten hengitettävien hiukkasten määrän ohjearvo voi väliaikaisesti olla suurempi kuin raja-arvo. Taulukossa esitetyt pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$) ovat hiukkasia, joiden koko on enintään 2,5 μm . Kyseiset

hiukkaset ovat siis osa hengitettäviä hiukkasia ja ne voivat päästä keuhkorakkuloista verenkiertoon (Hengitysliitto 2018).

Ilmanlaadun mittauksessa hyödynnetään samoja menetelmiä kuin kaupunki-ilman mittauksissa. Ilmanlaatua voidaan mitata automaattisilla analysointilaitteilla tai laboratorioissa tehtävillä analyyseillä. On myös olemassa kiinteitä tai työntekijöiden varustukseen kuuluvia hälyttimiä, jotka on ilmaisevat esimerkiksi räjähdysvaaran tai ilmanlaadun ongelmia (Sensorex Oy 2018). Mitattavia ilman epäpuhtauksia ovat muun muassa pienhiukkaset, typen oksidit, otsoni, rikkidioksidi, haisevat rikkiyhdisteet, hiilimonoksidi, bentseeni, tolueeni, ksyleenit ja metaani (Ilmatieteen laitos 2017). Mittaus on tarpeen esimerkiksi silloin, jos työmaan vaikutusalueella elää ihmisiä ja rakennustoimenpiteistä aiheutuu ilmaan päästöjä.

3.7 Päästöt maaperään

Tierakentamisesta voi aiheutua päästöjä maaperään vuotojen ja onnettomuuksien seurauksena esimerkiksi koneiden polttoaineista, voitelu- ja hydrauliliikkaöljyistä sekä liuottimista. Myös räjähtämättömät räjähdysaineet ja hyödynnettävät uusiomateriaalit voivat aiheuttaa päästöjä maaperään. Esimerkiksi kaivosten sivukiviä voidaan käyttää päällysteissä, kantavissa-, jakavissa- ja suodatinkerroksissa. Tutkimusten mukaan tietyissä olosuhteissa etenkin sulfidimalmien sivukivistä ja rikastushiekoista liukenee maaperään raskasmetalleja. Liukenevia metalleja ovat muun muassa kadmium, nikkeli, koboltti, lyijy, kromi, arseeni, sinkki, rauta ja mangaani. (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 73)

Päästöistä maaperään voi aiheutua maaperän pilaantumista. Pilaantunut maaperä on ekologisen riskin lisäksi merkittävä riski ihmisten terveydelle ja viihtyvyydelle. Lisäksi siitä aiheutuu pohjaveden pilaantumisriski, sillä maassa olevat haitta-aineet voivat kulkeutua pohjavesiin.

Päästöjä maaperään voidaan ehkäistä esimerkiksi eristämällä polttoainesäiliöt ja haitallisten aineiden varastot maaperästä, pitämällä koneet hyvässä kunnossa ja varustamalla koneet vahingon varalta imeytysaineilla ja -huovilla. Valtioneuvoston asetuksessa kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta (800/2010) eli niin sanotussa MURAU-asetuksessa on esimerkiksi määrätty, että polttoaineiden ja muiden ympäristölle haitallisten aineiden pääsy maaperään ja pohjaveteen on estettävä esimerkiksi nesteitä läpäisemättömien ja reunoiltaan korotettujen kalvojen avulla. Tierakennustyömaalla huonokuntoiset työkoneet ja niiden tankkaaminen aiheuttavat merkittävän päästöriskin, jota voidaan pienentää koneiden säännöllisellä kunnan tarkkailulla, huollolla ja esimerkiksi käyttöönottotarkistuksilla ennen työskentelyn aloittamista työmaalla. Myös riskeistä tiedottaminen ja kouluttaminen ovat ennaltaehkäisyn kannalta tärkeitä seikkoja, koska päästöjen vähentäminen on suurelta osin myös asenne- ja huolellisuuskysymys. (VNa 800/2010)

Maaperän haitta-ainepitoisuuksia voidaan mitata ottamalla pilaantuneesta tai pilaantuneeksi arvioidusta maasta tai vedestä näyte. Näyte analysoidaan laboratoriossa ja tuloksia verrataan luonnollisiin taustapitoisuuksiin sekä pilaantuneen maaperän kynnyks- ja ohjearvoihin, jotka on esitetty valtioneuvoston asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) liitteessä. Analysoitavia haitta-aineita ovat tapauksesta riippuen esimerkiksi raskasmetallit ja polttoaineperäiset hiilivedyt.

3.8 Vaikutukset pintavesiin

Pintavesiin kohdistuvat ympäristövaikutukset ilmenevät pääosin veden samenumina tai likaantumina. Myös pintavesien määrään ja luonnollisiin kulkeutumisreitteihin voi tierakentamisen takia aiheutua muutoksia. Samenumina ja määrään muuttumina ovat usein seurausta vesistöjen vaikutusalueella tehtävistä rakentamistoimenpiteistä kuten vedenalaisesta kaivusta tai purkutöistä, jolloin veteen voi sekoittua kiintoainesta. Veden samentumista voi myös aiheutua esimerkiksi rantavyöhykkeeseen läjittämisen tai vesistöjen lähelle sijoittuvien maansiirtotöiden seurauksena (Tiehallinto 2008, s. 48, Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 67). Pintavesien laatu voi muuttua niihin kulkeutuvien haitallisten aineiden myötä (Tiehallinto 2008 s. 48). Esimerkiksi vesistöjen sedimentteihin kertyneitä haitta-aineita, kuten raskasmetalleja voi kulkeutua veteen rakentamisen yhteydessä (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 69)

Tierakentaminen voi muokata hulevesien luontaisia kulkeutumisreittejä, ja päällystäminen lisätä muodostuvien hulevesien määrää. Kulkeutumisreittien muuttumista voi aiheuttaa kaivu- tai täyttötöistä aiheutuva topografian muutos, maamassojen läjitys ja varastointi sekä muut vastaavat toimenpiteet, jotka lisäävät tai vähentävät muodostuvien pintavesien määrää. Työmaalla on usein tarve tehokkaalle kuivatukselle, mikä voi siirtää hulevesiä sellaiseen paikkaan, minne ne eivät luonnollisesti kulkeutuisi. Pohjaveden suojelemiseksi rakennettavat tieluiskien pohjavedensuojusrakenteet estävät hulevesien imeytymisen ja johtavat suojattavalle alueelle muodostuvat hulevedet alueen ulkopuolelle.

Pintavesiin kohdistuvat vaikutukset tulee ottaa huomioon ympäristövaikutusten arvioinnissa. Jos vaikutuksien arvioidaan olevan merkittäviä, voidaan tarvittaessa esimerkiksi muuttaa tielinjausta. Rakentamisen aikana vaikutuksia voidaan ehkäistä muun muassa rakentamalla hulevesialtaita työnaikana vapautuvan kiintoaineksen laskeuttamiseksi tai minimoimalla veden alla suoritettavat työt ja tekemällä työnaikaisia suojausjärjestelyitä (Tuhola 1997, s. 8).

Pintavesien laatua mitataan ottamalla vesinäytteitä ja analysoimalla ne laboratoriossa. Mitattavia parametreja ovat muun muassa haitalliset aineet, kuten elohopea, kadmium, lyijy ja nikkeli (Vuori et al. 2009, s. 115). Rakentamisen aikana voidaan tehdä jatkuvaa laaduntarkkailua, jolloin vedestä analysoidaan esimerkiksi happipitoisuutta, kiintoai-

nepitoisuuksia ja sameutta. Rakennustoimenpiteistä riippuen seuranta voidaan tehdä säännöllisesti koko rakentamisen ajan tai esimerkiksi ennen rakentamistoimenpiteitä ja niiden jälkeen.

3.9 Vaikutukset pohjavesiin

Tierakentaminen voi vaikuttaa pohjaveden laatuun ja määrään tai pinnan korkeuteen. Tierakentamisen aiheuttama merkittävin pohjaveden pilaantumisriski muodostuu talvi-aikaisesta tiesuolauksesta sekä tieliikenteen vaarallisten aineiden kuljetuksista. Rakentamisen aikana pölynsidonnassa käytetty tiesuola, työkoneissa käytetyt poltto- ja voiteluaineet sekä muut rakentamisen kemikaalit, kuten räjähdysaineet voivat kulkeutua pohjaveteen ja aiheuttaa pilaantumista. Kalliopohjavesi liikkuu kalliassa sen rakoja ja ruhjeita pitkin, jolloin louhinnassa käytetyt räjähtämättömät räjähdysaineet voivat päätyä pohjaveteen.

Tierakentamisessa pintamaiden poisto voi johtaa pohjaveden muodostumisen mahdollistavan luonnollisen suodattimen tuhoutumiseen, mikä vaikuttaa pohjaveden laatuun. Myös soveltumattomilla materiaaleilla tehty pengerrys voi heikentää pohjaveden laatua, esimerkiksi alentaa happipitoisuutta tai muuttaa pH-olosuhteita. Uusiomateriaalien käytöstä voi aiheutua riskiä pohjaveden laadulle, mikäli niiden sisältämät haitalliset aineet pääsevät kulkeutumaan pohjaveteen.

Pohjaveden määrään voi vaikuttaa hulevesien johtaminen toisaalle, jolloin pohjavettä ei pääse muodostumaan. Pohjaveden pinnan korkeutta voidaan joutua alentamaan esimerkiksi kaivantojen kuivana pitämisen johdosta. Pohjaveden alennus vaikuttaa pohjaveden varastotilavuuteen tietyllä alueella. Myös tunnelin rakentaminen voi alentaa lähialueen kalliopohjaveden pintoja noin 100–150 metrin etäisyydellä tunnelin suuaukoista (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 69). Pohjaveden alenemisen seurauksena pohjavedet pintavesistä erottava salpaava kerros voi murtua, jolloin pintavettä ja kiintoainesta pääsee valumaan pohjaveteen. Pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa maaperän painumista, jolloin sillä voi olla haitallisia vaikutuksia rakennuksiin ja rakenteisiin (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 69). Kuvassa 5 on esitetty pohjaveden pinnankorkeuden mittaus pohjavesiputkesta.



Kuva 5. Pohjaveden pinnankorkeuden mittaus (Savonia 2016)

Pinnan korkeutta voidaan mitata havaintoputkesta joko elektronisella anturilla varustetulla mittanauhalla tai mittaluodilla varustetulla manuaalisella mittanauhalla (Suomen ympäristökeskus 2017).

Pohjaveden laatua mitataan havaintoputkesta, lähteestä, kaivosta tai koekuopasta (Suomen vesiyhdistys 2005, s. 106–110). Laatua mitataan ottamalla vesinäyte ja analysoidulla se laboratoriossa mahdollisimman pian näytteenotosta. Tutkittavat parametrin riippuvat veden laatuvaatimuksista. Esimerkiksi raakavesilähteenä käytettävän pohjaveden laatu mitataan ennen kuin vesi voidaan ottaa käyttöön (Suomen Vesiyhdistys 2005, s. 119–120). Mitattavia parametreja ovat esimerkiksi raskasmetallit, pH-arvo, happiprosentti ja sähkönjohtavuus (Suomen vesiyhdistys 2005, s. 175). Pohjaveden laatua voidaan tutkia myös kenttämittareilla, joilla mitataan esimerkiksi lämpötilaa, happipitoisuutta ja hapetus-pelkistyspotentiaalia (Suomen Vesiyhdistys 2005, s.16).

3.10 Vaikutukset eläimistöön, kasvillisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen

Tierakentamisella voi olla merkittäviä välittömiä tai välillisiä vaikutuksia eläimistöön, kasvillisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen. Varsinkin uudet linjaukset aiheuttavat usein merkittäviä vaikutuksia, kun taas olemassa olevaa tietä myötäilevien rakentamistoimien vaikutukset jäävät vähäisemmiksi (Tiehallinto 2008, s. 42)

Merkittäviä välittömiä vaikutuksia ovat esimerkiksi estevaikutus ja eläimistön elinympäristön tuhoutuminen. Uusi tie katkaisee eläinten luontaiset kulkureitit, jolloin ne joutuvat etsimään uusia reittejä. Tämä johtaa usein liikenneonnettomuuksiin. Estevaikutusta voidaan lieventää rakentamalla uusia vaihtoehtoisia kulkureittejä, kuten vihersilloja (kuva 6). Liikenneonnettomuuksia voidaan estää riista-aidoilla. Niillä voidaan myös ohjata eläimiä uusille kulkureiteille uuden tien valmistuessa.



Kuva 6: Suunnitelma vihersillasta E18 Hamina–Vaalimaa hankkeessa (Liikennevirasto 2017)

Kuvassa 6 on suunnitelma E18 Hamina–Vaalimaa hankkeen vihersillasta. Eläimille pyritään rakentamaan luonnonoloja vastaavat kulkureitit myös uuden moottoritien yli.

Tierakentaminen vie paljon tilaa, jolloin eläimistön ja kasvien elinympäristö voi tuhoutua, heikentyä tai häiriintyä. Puuston ja kasvillisuuden poisto sekä uuden puuston ja kasvillisuuden istuttaminen muuttavat kasvillisuutta ja vaikuttavat sitä kautta myös alueen eläimistöön. Etenkin petolinnut ovat herkkiä elinympäristönsä häirinnälle (Tiehallinto 2008, s. 42).

Eläimistöön, kasvillisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia ympäristövaikutuksia pyritään rajoittamaan monella eri tavalla. Esimerkiksi teiden rakentaminen ja maa-ainesten ottaminen on kielletty kansallispuistoissa ja luonnonpuistoissa (LSL 3:13). Euroopan unioni pyrkii myös pysäyttämään luonnon monimuotoisuuden kadon alueellaan Natura 2000 -verkoston avulla. Natura 2000 -verkostoon kuuluvan alueen kohdalla viranomaisen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen tai hyväksyä suunnitelmaa, jos arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa hankkeen tai suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon (LSL 10:66).

Eläimistöön, kasvillisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia ympäristövaikutuksia on haastava yksiselitteisesti mitata. Luonnontilaa voidaan arvioida luontoselvityksien avulla. Luontoselvityksessä kerätään aluksi selvitysalueelta saatavissa oleva tieto, kuten kasvillisuusinventoinnit ja linnustoselvitykset. Luontoselvityksessä kiinnitetään erityistä huomiota alueella esiintyviin harvinaisiin ja uhanalaisiin lajeihin. Uhanalaisten lajien ja esimerkiksi harvinaisten kasvien tietoja saa viranomaisten rekistereistä ja ne ovat tärkeitä elementtejä luontoselvityksessä. Jos tietoja ei ole saatavilla, selvitetään ne osana luontoselvitystä. Luontoselvitystä laadittaessa on osattava hahmottaa mahdolliset ekologiset yhteysalueet ja näin ollen tunnistaa mahdollisia yhteisvaikutuksia. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013) Luontoselvityksen tekijän ammattitaidolla on siis suuri merkitys selvityksen tulosten kannalta.

3.11 Luonnonvarojen käyttö

Tierakentaminen kuluttaa maa- ja kiviaineksia sekä tuottaa rakentamiseen soveltumattomia ylijäämämaita. Luonnonvaroihin kohdistuvia tierakentamisen vaikutuksia voidaan arvioida tarvittavien ja muodostuvien massamäärien perusteella, jolloin massatalous ja materiaalitehokkuus ovat keskeisessä roolissa vaikutuksia arvioidessa. Uuden tien linjaus voi vaikuttaa esimerkiksi arvokkaaseen harju- tai kallioalueeseen, mikä heikentää arvokasta muodostumaa ja osaltaan vaikuttaa luonnonvaroihin.

Tierakentamisessa käytetään rakennekerrokseen perinteisesti puhtaita luonnonkiviaineksia. Luonnonkiviainesvarat ovat uusiutumattomia luonnonvaroja. Esimerkiksi vuonna 2003 tie-, katu- ja ratarakentamisen osuus oli 56 % Suomen uusiutumattomien raaka-aineiden kulutuksesta (Tiehallinto 2006, s. 32). Uusiutumattomien raaka-aineiden kulutuksen takia kehitetään uusia tekniikoita ja menetelmiä, jotta voidaan hyödyntää vaihtoehtoisia materiaaleja rakentamisessa ja samalla parantaa materiaalitehokkuutta ja näin mahdollisesti pienentää myös kustannuksia. Vaihtoehtoisten materiaalien käytössä tulee silti aina tarkastella kokonaistilannetta ja huomioida esimerkiksi kuljetusmatkat kustannustehokkainta ratkaisua valittaessa. Tierakentamisessa luonnonvaroja kuluu lisäksi suuria määriä koneiden polttoaineina ja sähköinä. Suomen tasolla tie-, katu- ja ratarakentamisen osuus uusiutumattoman energian kulutuksesta oli 1 % vuonna 2003 (Tiehallinto 2006, s. 32).

Kestävän kehityksen mukainen luonnonvarojen säästötavoite näkyy tierakentamisessa selvimmin sora- ja hiekkamaalajien käytössä sekä lievemmin muun kiviaineksen käytössä. Suunnitteluvaiheessa on selvitettävä, voitaisiinko kalliomurskeen, soran ja hiekan sijasta käyttää heikompileattuisia materiaaleja tai uusiomateriaaleja. Heikompileattuisilla materiaaleilla tarkoitetaan savi-, siltti- ja moreenimaalajeja, joiden käsittely-, tiivistämis- ja kantavuusominaisuuksia voidaan parantaa esimerkiksi sekoittamalla kyseisten maalajien sekaan sopivia sideaineita.

Yleisesti maarakentamisessa käytettyjä uusiomateriaaleja ovat metallurgiset teollisuuden kuonat, rakennustoiminnan ja -teollisuuden purkujätteet sekä energiantuotannon tuhkat. Tien rakennekerroksissa voidaan käyttää muun muassa masuunihiekkaa, masuunikuonamursketta, kappalekuonaa, betonimursketta ja lentotuhkia. Uusiomateriaalien käyttö voi edellyttää materiaalikohtaisia ennakkokokeita, koerakentamista, MARA-asetuksen (VNa 843/2017) mukaista ilmoitusta tai ympäristölupaa. (Mäkelä & Höynälä 2000, s. 3–8; InfraRYL 2010, s. 304)

Uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta voidaan mitata standardisoidulla mineraalien kulutusmittarilla (*ADP-elements*), jossa lasketaan uusiutumattomien raaka-aineiden suhteellinen harvinaisuus maankuoressa ja suhteutetaan se antimonin harvinaisuuteen. Tulokseksi saadaan antimoni-ekvivalentti. Mittarin käyttöä vaikeuttaa vertailuarvon puute eikä kyseistä mittaria ole Suomessa juurikaan käytetty. (Pasanen & Miilumäki 2017, s. 25) Ympäristövaikutuksia voidaan tarkastella myös niin kutsutun MIPS-mittarin avulla, jossa luonnonvarojen kulutusta seurataan elinkaarisella. MIPS tulee sanoista ”*material input per unit service*”, eli kulutus suhteutetaan hankkeen tarjoamaan palveluun (Pusenius et al. 2005, s. 1). Siinä tarkastelu keskittyy tieliikenteen koko elinkaarelle, jota tutkittaessa elinkaari tulee määrittää sekä teiden että ajoneuvojen osalta. Tierakenteen elinkaaritarkastelu on siis yksi osa MIPS-mittarin tulosta (Pusenius 2004, s. 39).

3.12 Vaikutukset maisema- ja kulttuuriympäristöön

Tierakentaminen voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia maisemakuvaan. Muutokset voivat ilmetä sekä suuressa mittakaavassa että lähimaisemassa. Tierakenteet, eritasoliittymät ja kevyenliikenteen väylät aiheuttavat välittömiä muutoksia maisemaan. Esimerkiksi metsä voi muuttua visuaaliselta ilmeeltään tienvarsimetsäksi, avoin peltomaisema voi leikkautua, pilkkoutua ja jäädä siten viljelemättä. Myös uusi tielinjaus vaatii leikkauksia ja pengerryksiä, jolloin esimerkiksi kallioleikkaukset ja penkereet jäävä osaksi muuttunutta maisemaa. (Tiehallinto 2008, s. 49)

Kulttuuriperintöön ja kulttuurihistoriallisesti merkittäviin kohteisiin kohdistuvia vaikutuksia voidaan arvioida olemassa olevien tietojen ja selvitysten pohjalta. Tietoja valtakunnallisesti merkittävistä rakennetuista kulttuuriympäristöistä on saatavilla Museovierastosta ja vaikutusten arviointia voidaan tehdä yhteistyössä museoviranomaisten kanssa (Tiehallinto 2008, s. 49). Muinaismuistolain 295/1963 mukaan myös kiinteät muinaisjäännökset, kuten hautaröykkiöt ovat rauhoitettuja. Suunniteltua tielinjausta voidaan esimerkiksi muuttaa, jos rakentamisen arvioidaan vaikuttavan arvokkaaseen kulttuuriympäristöön, muinaisjäännökseen tai vastaavaan kohteeseen heikentävästi.

Tiehankeissa on tärkeä huomioida myös tieltä avautuva maisemakuva, joihin on viime aikoina myös kiinnitetty paljon huomiota (Tiehallinto 2008, s. 49). Esimerkiksi E18 hankkeessa, jossa valtatie 7 rakennettiin moottoritieksi välillä Koskenkylä–Loviisa–

Kotka, kiinnitettiin huomiota niin tien visuaaliseen ilmeeseen kuin tienkäyttäjien näkemään maisemaan. Kuvassa 7 on koottuna kyseisen hankkeen erilaisia maisemaan vaikuttavia yksityiskohtia.



Kuva 7: Valtatie 7 varressa olevia maisemaan vaikuttavia elementtejä (Liikennevirasto 2015)

Kuvasta 7 nähdään, että tien välittömiä muutoksia maisemakuvassa voidaan elävöittää monella eri tapaa, esimerkiksi valaistuksen, värien ja taiteen avulla. Rakentaminen voi myös aktivoida alueen kehittämistoimenpiteitä ja vaikuttaa myönteisesti kaupunkikuvaan. Esimerkiksi Tampereen raitiotien Kulttuuriympäristö, kaupunkikuva ja maisemaselvityksessä on arvioitu, että raitiotien rakentaminen antaa mahdollisuuden kehittää ja parantaa kaupunkikuvaa rakentamisen edellyttämän katutilojen uusimisen yhteydessä. Samalla se poistaa tai vähentää kaupunkikuvallisesti tärkeiden alueiden autoliikenteen estevaikutusta jalankululle ja kevyelle liikenteelle (Raitiotieallianssi 2015, s. 6).

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvia vaikutuksia voidaan mitata erilaisten selvitysten, kuten maisema-analyysin avulla. Museovirasto on asiantuntijaviranomainen arvokkaita kulttuuriympäristöjä koskevissa asioissa.

4. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI TIEHANKKEESSA

4.1 Suunnittelun ja selvittämisen eri vaiheet

Ympäristövaikutusten arviointimenettely tiehankkeessa voi olla useamman vuoden kestävä prosessi, jossa vuorovaikutus hankkeesta vastaavan, asiantuntijoiden ja kaikkien niiden, joihin hanke voi vaikuttaa, välillä on merkittävässä roolissa. Hankkeesta vastaavan tahon tulee ottaa ympäristövaikutusten arviointi huomioon koko hankkeen elinkaaren aikana, mutta suurin ja näkyvin osa siitä tapahtuu yleissuunnitteluvaiheessa, jolloin esimerkiksi vaikutusalueella asuvat ihmiset pääsevät osallistumaan arviointiin.

Ympäristövaikutusten selvittäminen ja arviointi tiesuunnittelussa on prosessi, jossa jokaisella vaiheella on ominainen sisältö ja tarkkuustaso ja jonka aikana tiedot ympäristövaikutuksista tarkentuvat suunnittelun edetessä. Esiselvitysvaiheessa selvitetään ympäristön asettamat reunaehdot. Yleissuunnittelussa selvitetään vaihtoehtojen vertailun kannalta tarpeelliset ympäristövaikutukset. Tiesuunnittelussa keskiössä on tunnistettujen vaikutusten ehkäisy ja lieventäminen. Rakennussuunnittelun tavoite on haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisemisen ja lieventämisen toteutuksen suunnittelu ja rakennusaikeisten haitallisten ympäristövaikutusten minimointi. Eri suunnitteluvaiheissa tehtävät selvitykset ja niiden painotukset esitetään kuvassa 8.

ESISELVITYKSET	YLEISSUUNNITTELU	TIESUUNNITTELU	RAKENNUS-SUUNNITTELU	
●	●	●		SUUNNITTELUTYÖN RAJAAMINEN
●	●	●		Nykytilan kuvaus
●	●	●		Tavoitteiden asettaminen
●	●	●		Vaihtoehtojen muodostaminen
●	●	●		Vaikutusten tunnistaminen
●	●	●		Vaikutusten rajaus
●	●	●		
●	●	●		VAIHTOEHTOJEN VERTAILU
●	●	●		Vaikutusten ennustaminen ja merkitysten määrittely
●	●	●		Haittojen lieventämisen suunnittelu
●	●	●	●	Vaihtoehtojen vertailu
●	●	●		
●	●	●		SUUNNITELMAN TARKENTAMINEN
●	●	●	●	Vaikutusten tarkentaminen
●	●	●	●	Haittojen lieventämisen tarkentaminen
●	●	●	●	Seurannan suunnittelu

Kuva 8: Ympäristövaikutusten selvittäminen ja arviointi suunnittelun eri vaiheissa (Tiehallinto 2009, s. 10)

Kuvasta 8 nähdään, että ympäristövaikutusten selvittäminen on osa jokaista suunnittelun vaihetta. Vaikutusten tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää onnistuneen ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta. Konkreettisimmin ympäristövaikutusten selvittäminen huomioidaan yleissuunnitteluvaiheessa, jolloin tehdään myös YVA, jos laki niin velvoittaa (Liikennevirasto 2013, s. 14).

4.1.1 Esiselvitykset

Tiehankkeen esiselvitysvaiheen ympäristövaikutusten selvityksessä tavoitteena on selvittää hankkeen ympäristöllinen toteutettavuus ja hyväksyttävyys. Esiselvityksen aikaiset vaikutus selvitykset ovat yleispiirteisiä, ongelmakeskeisiä ja vaihtoehtoisia ratkaisuja tarkastelevia ja niiden keskeisenä tavoitteena on kuvata eri ratkaisuvaihtoehtojen erot ja niiden toteutettavuus. Tämän vaiheen ympäristövaikutus selvityksessä tunnistetaan keskeiset rakentamista puoltavat vaikutukset sekä suurimmat haitat ja riskit. Ympäristövaikutus selvitys mahdollistaa arvioitujen vaikutusten suhteuttamisen mahdolliselle hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin. (Tiehallinto 2009, s. 13)

Esiselvitysvaiheen ympäristövaikutus selvitys on luonteeltaan alustava ja perustuu yleensä olemassa olevaan tietoon. Kun selvitetään uuden tien rakentamista, tukeudutaan

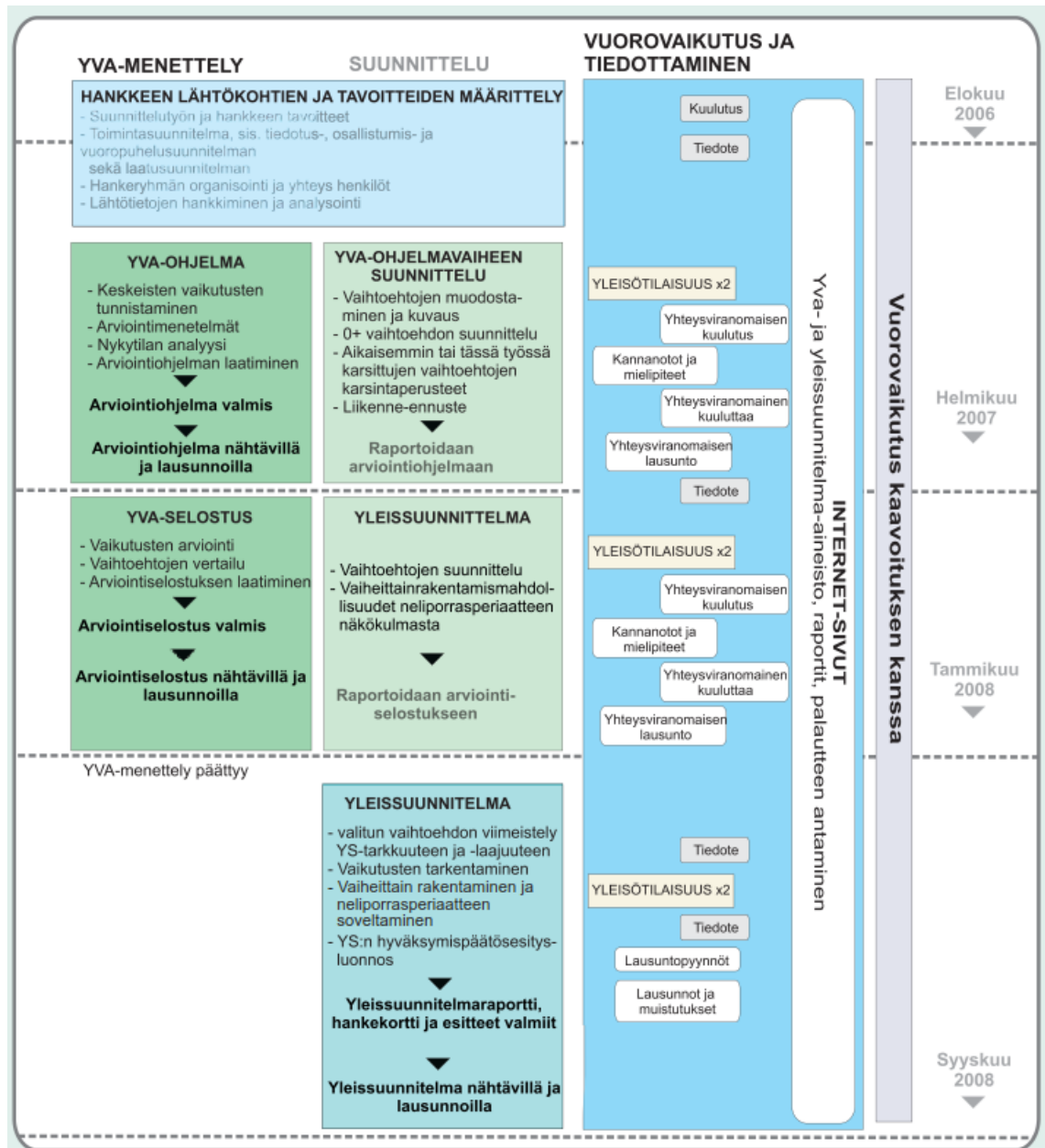
alkuvaiheessa valtakunnallisiin ja maakuntatason lähtötietoihin. Kun selvitys koskee olemassa olevan tien parantamista, on esiselvitystason suunnittelu tarkempaa ja ympäristövaikutukset voidaan arvioida tarkemmin kuin uuden liikennekäytävän kohdalla. Tällöin lähtötietoina käytetään myös paikallisen tason ympäristö- ja maankäyttötietoja. Puutteelliset lähtötiedot voivat aiheuttaa epävarmuuksia vaikutus selvityksiin, mikä pitää ottaa riskinä huomioon jatkosuunnittelussa. Esiselvitysvaiheen ympäristövaikutus selvityksen perusteella yhteysviranomaisen tekee arvion, vaatiiko hankkeen jatkosuunnittelu YVA-menettelyn. (Tiehallinto 2009, s. 13–14)

Konkreettisesti esiselvitysvaiheen ympäristövaikutusten arviointi ilmenee tarveselvityksissä, joissa perustellaan hankkeen tarpeellisuus ja tehdään päätös suunnittelun aloittamisesta. Esimerkiksi tarveselvityksessä valtatie 10 uudesta linjauksesta valtatielle 9 esitettiin 0-vaihtoehdon lisäksi 6 eri vaihtoehtoa, joista tarveselvitystyöryhmä suositti kolmea otettavaksi tarkempaan suunnitteluun. Valintoihin vaikutti vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuus, kustannukset ja arvioidut vaikutukset. (Varsinais-Suomen liitto 2007, s. 44)

Hankkeen tarvetta tarkasteltaessa ympäristövaikutukset ovat yksi tarkasteltava elementti muiden joukossa. Hankkeen kannattavuutta tarkastellaan usein kustannusten ja kustannustehokkuuden osalta, jolloin myös ympäristövaikutuksia joudutaan muuttamaan rahamääräisiksi. Toisin sanoen punnitaan hyötyjä suhteessa haittoihin, jolloin hyötykustannussuhde nousee usein merkittävimmäksi kriteeriksi tarvetta perusteltaessa. Tämä voi myös johtaa siihen, että päätökset hankkeiden toteuttamisesta ovat usein poliittisia.

4.1.2 Yleissuunnittelu

YVA-menettely kuuluu maantielain 503/2005 mukaisesti yleissuunnitteluvaiheeseen. Niissä hankkeissa, joista ei tarvitse tehdä YVA-lain mukaista vaikutusten arviointia, noudatetaan ympäristövaikutusten selvittämisessä ja ympäristövaikutusten arvioinnissa yleissuunnitteluvaiheessa samoja periaatteita kuin YVA-hankkeissa, mutta ne suhteutetaan hankkeen laajuuteen. YVA-lain 25 pykälän mukaan hankkeesta vastaavan on oltava riittävästi selvillä hankkeen ympäristövaikutuksista, vaikka hanke ei vaatisikaan YVA-menettelyä. (Tiehallinto 2009, s. 15) Kuvassa 9 on YVA-prosessin liittyminen yleissuunnitteluun hankkeessa, jossa valtatie 8 nelikaistaistettiin välillä Nousiainen–Mynämäki.



Kuva 9: Ympäristövaikutustenarviointimenettelyn ja yleissuunnittelun kytkentä sekä vuorovaikutus valtatie 8 nelikaistaistaminen välillä Nousiainen–Mynämäki hankkeessa (Tiehallinto 2007, s. 25)

Kuvasta 9 nähdään, että menettelyn kesto kuulutuksesta viimeisiin lausuntoihin ja muistutuksiin on ollut elokuusta 2006 lähestulkoon syyskuuhun 2008. Lisäksi vuorovaikutus sekä kaavoituksen että yleisön kanssa on ollut merkittävässä roolissa koko menettelyn ajan. Tässä tapauksessa yleisötilaisuuksia on järjestetty kolmesti, kullakin kerralla kaksi tilaisuutta. Yleissuunnitteluvaiheen tavanomaisessa tiedottamisessa ja yleisötilaisuuksissa voidaan esitellä esimerkiksi:

- YVA-ohjelma, hankkeen tavoitteet, tehtävät selvitykset ja osallistumismahdollisuudet
- Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset ja vaihtoehtotarkastelut

- Yleissuunnitelmaluonnoksen suunnitteluratkaisut ja haittojen lieventämistoimenpiteet
- YVA-lausunnon ja muun vuoropuhelun perusteella tehdyt muutokset suunnitelmaratkaisuihin. (Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus 2017)

Yleissuunnitelmassa esitetään tien sijainti, toiminnallinen perusratkaisu, laatu ja vaikutukset. Suunnittelutyön yhteydessä selvitetään, mitkä ovat vaihtoehtojen vertailun kannalta merkittävät vaikutukset ja vertaillaan vaihtoehtoja eri näkökulmista. Yleissuunnitelmassa täsmennetään tehtyjä vaikutusselvityksiä ja osana sitä on myös suunnitelma haitallisten vaikutusten torjunta ja lieventäminen. (Tiehallinto 2009, s. 15)

Jos hankkeen vaikutuksia ei voida pitää vähäisinä tai maantien sijaintia ei ole riittävällä tarkkuudella määritetty asemakaavassa tai oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa, laaditaan yleissuunnitelma. Yleissuunnitelmassa selvittävät vaikutukset on määritelty tarkemmin maantielaissa 503/2005. Käytännössä yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä laaditaan aina YVA-hanketta vastaavat ympäristövaikutusselvitykset. Ympäristövaikutusselvityksen laajuus määrittää suunnittelun tavoitteiden asettamisen yhteydessä ja siitä on myös tarpeen keskustella ympäristöviranomaisen kanssa. Selvittämistarpeita voi jäädä myös tiesuunnitteluvaiheeseen tai lupahakemusten yhteyteen. Vaikka hanke ei laajuudeltaan olisikaan sellainen, että se vaatisi yleissuunnitteluvaiheen, voi sen toimenpiteillä olla yksittäisiä merkittäviä vaikutuksia, jolloin laaditaan toimenpidesuunnitelma. Yleissuunnitteluvaiheen tarve voi myös aiheutua silloin, kun maantien ja sen liittymäjärjestelyjen tilantarvetta täytyy selvittää kaavan laatimista varten. Tällöin laaditaan aluevaraussuunnitelma. (Tiehallinto 2009, s. 16)

4.1.3 Tiesuunnittelu

Tiesuunnittelussa pääpaino on toimenpiteiden tarkan sijainnin ja yksityiskohtaisten ratkaisujen suunnittelussa. Jos hanke on vaikutuksiltaan vähäinen, suunnittelu voi alkaa tiesuunnitelman laatimisella. Tiesuunnitteluvaiheen lopputulos on tiesuunnitelma, joka hyväksyttynä antaa tienpitäjälle oikeuden tien toteuttamiseen ja sitä varten tarvittavien alueiden lunastamiseen. Tiesuunnitelmassa tulee esittää, miten ympäristövaikutusten arviointi on vaikuttanut suunnitteluun. (Tiehallinto 2009, s. 18)

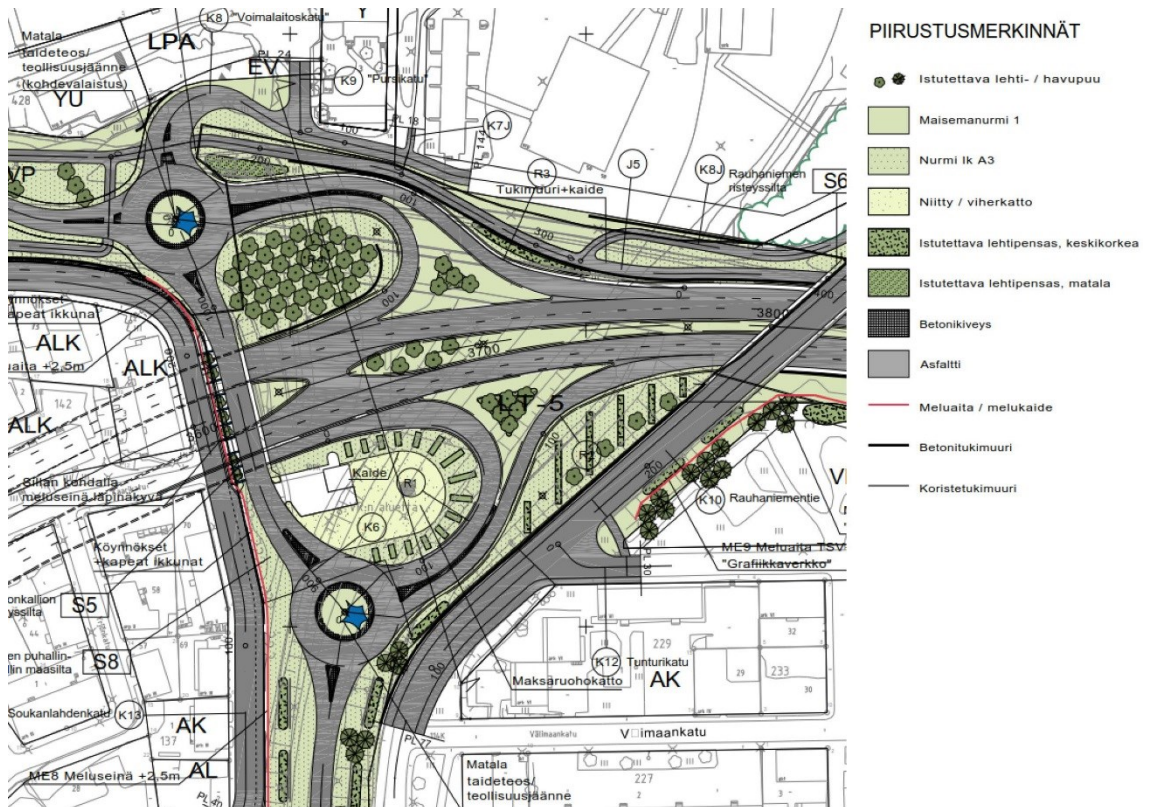
Tiesuunnitteluvaiheen ympäristövaikutusselvityksessä suunnitellaan haittojen ehkäisy- ja lieventämistoimenpiteet. Tiesuunnitteluvaiheessa tarkennetaan yleissuunnitelmavaiheen vaikutusten arviointia ja siihen sisältyy tarkan seurantaohjelman laatiminen. Tiesuunnitelmassa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei arvioiduissa vaikutuksissa tapahdu negatiivista muutosta. Tässä vaiheessa voidaan vielä tehdä vaikutuksia koskevia lisäselvityksiä, jos niitä on edellytetty viranomaistaholta tai vaikutuksia ei ole ollut mahdollista arvioida tarpeeksi yleissuunnitteluvaiheessa. Yleensä vasta tiesuunnitteluvaiheessa voidaan arvioida tarkasti vaikutukset kiinteistöihin, pintavesiin ja vesitalouteen ja yksityisiin kaivoihin. Näiden lisäksi useiden muiden ympäristövaikutusten lopul-

linen arvio vaatii tiesuunnittelun tarkkuustason. Tiesuunnitelmavaiheessa voidaan myös laatia tarkentavat selvitykset mahdollisille herkille ympäristökohteille. Jos kyseessä on YVA-hanke, otetaan YVA huomioon suunnittelussa ja yhteysviranomaisen lausunnossaan esittämät rajoittamis- ja ehkäisytoimenpiteet. (Tiehallinto 2009, s. 17–18)

Tiesuunnitelmassa tulee huomioida ympäristövaikutusten arvioinnin tulos. Esimerkiksi Tampereen rantaväylän (valtatie 12) ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa arvioitiin hankkeen muokkaavan merkittävästi Naistenlahden maisemaa ja kaupunkikuvaa, kasvistoa ja aiheuttavan meluhaittaa (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 45, 61). Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa kaupunkikuvan muuttamista luonnehditaan seuraavasti: ”Naistenlahdessa sijaitseva rata-alue ja sitä ympäröivä joutomaa rakennetaan laadukkaaksi katu ympäristöksi, jolloin Tammelan ja Armonkallion asukkaiden lähimaisema ja koko alueen kaupunkikuva kohentuu” (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus 2010, s. 61). Myös yleissuunnitelmassa ja tiesuunnitelmassa Naistenlahden alue huomioitiin ja yleissuunnitelman vaikutusten kuvauksessa asiaa kuvattiin seuraavasti:

”Hankkeen merkittävimmät vaikutukset maisemaan ja kaupunkikuvaan ovat tunnelin suuaukot rakenteineen, niiden edustalla olevat eritasoliittymät ja ilmanvaihdon poistoilmapiiput. Uudet rakenteet paikoin muuttavat nykyistä maisemaa mutta myös osaltaan mahdollistavat joidenkin viheralueiden, maiseman ja kaupunkikuvan kehittämisen nykyisestä.” (Tampereen kaupunki & Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010, s. 4)

Edellä mainitut vaikutukset on otettu huomioon muun muassa Naistenlahden eritasoliittymän ympäristösuunnitelmassa, josta osa esitetään kuvassa 10.



Kuva 10: Naistenlahden eritasoliittymän ympäristösuunnitelma (Tampereen kaupunki et al. 2011)

Kuvasta 10 voidaan havaita, että maisemaan vaikutetaan muun muassa istutettavien puiden ja pensaiden, taideteoksien, betonikiveyksien ja koristetukimuurien avulla. Meluhaittaa vähennetään rakentamalla meluaitaa ja -seinää.

4.1.4 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitelma kuvaa tiehankkeen lopputuloksen. Se on yksityiskohtainen toteutamisasiakirja, jossa määritellään laatuvaatimukset toteutukselle. Tässä vaiheessa ei enää tehdä ympäristövaikutusten selvittämistä samassa laajuudessa kuin aiemmissa vaiheissa, vaan vaikutusten tarkastelun pääpainona on rakentamisen aikaisten vaikutusten selvittäminen. Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään yksityiskohtainen suunnitelma haitallisten ympäristövaikutusten rajoittamisesta ja ehkäisystä. (Tiehallinto 2009, s. 18)

Rakennussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan ympäristöasioiden seurantatoimenpiteet. Lähtökohtana ympäristösuunnittelulle on edellisissä vaiheissa kerätyt ympäristötiedot, joita tarkennetaan tarvittaessa ja sen tuloksena voidaan laatia esimerkiksi tieympäristön hoitosuunnitelma ja melusteiden toteutustavan suunnitelma. Tässä vaiheessa suunnitellaan yksityiskohtaisesti myös hulevesien johtaminen ja pohjaveden suojausrakenteet. (Tiehallinto 2009, s. 18–19)

4.2 Rakentaminen ja vaikutusten mittaaminen

Rakentamisen aikaiselle työmaan ympäristövaikutuksien mittaamiselle ei ole olemassa yhtä ja kaiken kattavaa mittaria. Aiemmin tässä työssä mainitut seuranta-toimenpiteet kuuluvat rakentamisen aikaisiin toimenpiteisiin, mutta seurannan työmaalla tekee usein ulkopuolinen taho. Työmaalla ympäristö huomioidaan osittain viikoittain tehtävässä MVR-mittauksessa, joka on maa- ja vesirakennustyömaan työturvallisuuden arviointimenetelmä. MVR-mittauksessa työmaa jaetaan alueisiin, joista jokaisesta kirjataan havainnot työskentelyn ja koneenkäytön, kaluston, suojausten ja varoalueiden, ajo- ja kulukuväylien sekä järjestyksen ja varastoinnin osalta. Kirjaaminen tapahtuu oikein väärin periaatteella ja mittauksen tulos ilmaistaan MVR-indeksinä, joka saadaan jakamalla oikein-havaintojen määrä havaintojen kokonaismäärällä. MVR-mittaripohja on liitteessä 1.

MVR-mittaus on ensisijaisesti työkalu turvallisuuden mittaamiseksi. Ympäristöriskejä havainnoidaan välillisesti kaluston sekä työmaan järjestyksen ja varastoinnin toteutustavan perusteella. Työmaan kaikki koneet ja laitteet tarkistetaan ja oikein-havainnon perusteena on, että koneen yleiskunto on silmämääräisesti siisti (INFRA Ry 2017, s. 9). Siististä koneesta ei siis saa vuotaa ympäristölle haitallisia aineita, kuten voitelu- tai polttoainetta.

Järjestys ja varastointi -kohdassa havainnot tehdään jokaisesta jätteestä ja vaarallisten aineiden varastosta, kuten poltto- ja voiteluainesaaliöistä sekä räjähdysainevarannoista. Murskauslaitosten, asfalttiasemien ja muiden työvaiheiden osalta pölyäminen ja pölynhallinta arvioidaan aistinvaraisesti. Oikein-havainnon hyväksymisperusteita varastoinnissa on muun muassa, että:

- jätteiden keräys on järjestetty
- jätteet ovat ehjät ja oikein täytetty
- öljyt, kaasut ja palavat nesteet säilytetään ehjissä ja asianmukaisissa säiliöissä
- polttoainesaaliöt ovat kaksivaippaisia tai suoja-altaalla varustettuja
- räjähteet säilytetään hyväksytyssä, suljetussa ja lukitussa varastosuojassa.

Ilmanlaadun ja pölynhallinnan osalta oikein-havainnon hyväksymisperusteena pidetään sitä, että aistinvaraisesti ei havaita liiallista pölyä. (INFRA Ry, s. 13)

Vaikka MVR-mittarissa havainnoidaan edellä mainittuja ympäristöön vaikuttavia riskitekijöitä, on sen tarkoitus toimia työmaan turvallisuusmittarina eikä ympäristövaikutusten arviointimittarina. Siinä ympäristöriskit arvioidaan työturvallisuuden näkökulmasta eikä niinkään ympäristövaikutuksina. Ympäristövaikutusten työnaikaiseen arviointiin ja riskitekijöiden tunnistamiseen ei siis ole olemassa omaa mittaria. Työmaan käyttöön sovelletun ympäristöauditointimenetelmän tulisi ottaa huomioon laajemmin työn aikaiset

ympäristövaikutukset ja ympäristöriskit. Näin ollen työmaan käyttöön tulevalle ympäristöauditointimenetelmälle ja ympäristömittarille on tarvetta.

5. YHTEENVETO

Rakentamista ja ympäristönsuojelua ohjataan lainsäädännöllä ja erilaisilla lupa- tai rekisteröintimenettelyillä. Keskeisiä lakeja ovat rakentamista säätelevä maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, ympäristönsuojelua säätelevä ympäristönsuojelulaki 527/2014 ja laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 252/2017 (YVA-laki), jonka tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia sekä samalla lisätä hankkeen eri osapuolten osallistumismahdollisuuksia. YVA-lakia sovelletaan hankkeisiin, joilla on todennäköisesti merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Rekisteröintimenettelyistä keskeisimpiä ovat lupa-asiat ja erilaiset ilmoitukset, kuten ympäristölupa, melu- ja tärinäilmoitus ja ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa. Ympäristönsuojelulain 527/2014 liitteessä 1 on määrätty ympäristöluvan tarvitsevia toimintoja ja pääsääntöisesti ympäristölupa tarvitaan toimintaan, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Tierakentamisessa ympäristölupa tarvitaan esimerkiksi yli 50 päivää kestäväan murskaustoimintaan. Ilmoitusmenettelyissä pääperiaatteena on ilmoittaa tehtävistä toiminnoista valvontaviranomaiselle, kuten kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle, joka käsittelee ilmoituksen ja tekee sen pohjalta päätöksen. Päätöksessä voidaan esimerkiksi rajoittaa melua aiheuttavat työt tiettyyn ajankohtaan, jolloin työstä aiheutuva meluhaitta on mahdollisimman vähäistä.

Tierakentamisessa YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) tulee tehdä moottoriteiden tai moottoriliikenneteiden rakentamisessa, neli- tai useampikaistaisen, vähintään 10 kilometrin pituisen yhtäjaksoisen uuden tien rakentamisessa sekä tien uudelleenlinjauksessa tai leventämisessä silloin, kun muodostuvan yhtäjaksoisen neli- tai useampikaistaisen tieosan pituudeksi tulee vähintään 10 kilometriä. Hankkeelta voidaan edellyttää YVA, vaikka edellä mainitut ehdot eivät täytyisikään. Tällöin hankkeen ja sen vaikutusten arvioidaan olevan rinnastettavissa YVA-lain liitteen 1 mukaisiin hankkeisiin ja täten myös harkinnanvarainen YVA on aina mahdollinen. Päätöksen YVA:n soveltamisesta tekee paikallinen ELY-keskus.

Tierakentamisesta aiheutuu monenlaisia ja laadultaan erilaisia ympäristövaikutuksia. Ne voivat olla esimerkiksi hyödyllisiä tai haitallisia, paikallisia tai laaja-alaisia, lyhytaikaisia tai pitkäaikaisia ja niin edelleen. Vaikutukset voivat ilmetä välittömänä, välillisinä tai yhteisvaikutuksina. Tässä työssä on pääasiassa käsitelty rakentamisesta aiheutuvia välittömiä vaikutuksia, joita ovat esimerkiksi, melu, uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö ja maiseman muutokset. Välilliset vaikutukset eivät ilmene välttämättä heti, vaan ne ovat seurauksia usein rakentamisesta. Keskeisiä tierakentamisen ympäristövaikutuksia ja niiden mittausmenetelmiä esitetään taulukossa 7.

Taulukko 7. Tierakentamisen ympäristövaikutuksia ja niiden mittaamenetelmiä

	Keskeiset vaikutukset	Mittausmenetelmä
Ihmisten elinolot ja viihtyvyys	<ul style="list-style-type: none"> • sosiaaliset vaikutukset • asuinympäristön muuttuminen • yhteisvaikutukset terveyteen ja viihtyvyyteen 	<ul style="list-style-type: none"> • kyselytutkimus • haastattelut • ryhmäarvioinnit
Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne	<ul style="list-style-type: none"> • maankäytön tehostuminen • saavutettavuus paranee • liikenneturvallisuus paranee • matka-ajan lyheneminen • maankäytön pirstoutuminen 	<ul style="list-style-type: none"> • hyötykustannussuhde • liikenneturvallisuuden mittaaminen • liikenteellisen palvelutason mittaaminen
Melu	<ul style="list-style-type: none"> • kuulovauriot • viihtyisyyshaitta 	<ul style="list-style-type: none"> • desibelimittaus • melumallinnus
Tärinä	<ul style="list-style-type: none"> • rakenteiden vauriot • viihtyvyyshaitta 	<ul style="list-style-type: none"> • heilahdusnopeus-, kiihtyvyy-, taajuus- ja siirtymämittaus
Pöly	<ul style="list-style-type: none"> • keuhkosairaudet • hengitysteiden ärsyntyminen • viihtyvyyshaitta 	<ul style="list-style-type: none"> • keräys ja punnitus • kemiallinen analyysi
Päästöt ilmaan	<ul style="list-style-type: none"> • ilmanlaadun heikkeneminen • haitallisten aineiden hengittäminen 	<ul style="list-style-type: none"> • analysaattorit • näytteenotto ja laboratorioanalyysi
Päästöt maaperään	<ul style="list-style-type: none"> • pilaantuminen • riski pohjavesille • viihtyvyyshaitta 	<ul style="list-style-type: none"> • näytteenotto ja laboratorioanalyysi
Pintavedet	<ul style="list-style-type: none"> • sameneminen • likaantuminen • määrän muuttuminen 	<ul style="list-style-type: none"> • näytteenotto ja laboratorioanalyysi • kenttämittaukset
Pohjavedet	<ul style="list-style-type: none"> • pilaantuminen • varastotilavuuden muuttuminen 	<ul style="list-style-type: none"> • näytteenotto ja laboratorioanalyysi • kenttämittaukset
Kasvillisuus, eläimistö ja luonnon monimuotoisuus	<ul style="list-style-type: none"> • estevaikutus • eläimistön elinympäristön muutokset 	<ul style="list-style-type: none"> • luontoselvitykset
Luonnonvarat	<ul style="list-style-type: none"> • uusiutumattomien luonnonvarojen kulu- tus • uusiomateriaalien käytön kehittyminen 	<ul style="list-style-type: none"> • mineraalien kulutusmittari • MIPS-mittari
Maisema ja kulttuuriympäristö	<ul style="list-style-type: none"> • maisemakuvan muuttuminen • kulttuurihistoriallisen arvon muuttuminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kulttuuriympäristö- ja kaupunkikuvaselvitykset • maisema-analyysi

Tierakentamisen ympäristövaikutukset ovat luonteeltaan hyvinkin erilaisia (taulukko 7). Osalle vaikutuksista on säädetty tarkat ohje- tai raja-arvot, joita noudattamalla voidaan todeta, että vaikutukset ovat pysyneet sallituissa rajoissa. Esimerkiksi melua voidaan mitata ja mallintaa tarkasti ja tehdä tulosten pohjalta johtopäätöksiä. Toisaalta vaikutuk-

sia esimerkiksi ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen voi olla haastava mitata, koska mittaaminen perustuu ihmisten subjektiivisiin kokemuksiin, jolloin kokemukset eri sidosryhmien välillä voi olla täysin päinvastaiset.

Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeessa on osa jokaista suunnittelun vaihetta. Esiselvitysvaiheessa keskeisenä tavoitteena on selvittää hankkeen ympäristöllinen toteutettavuus. Esiselvitysvaiheen ympäristövaikutusten arvioinnin raportointi ilmenee tarveselvityksinä, joissa perustellaan hankkeen tarpeellisuus, arvioidaan ympäristön aiheuttamat reunaehdot ja tehdään päätös suunnittelun aloittamisesta.

Yleissuunnitteluvaiheessa pääpaino on hankkeen eri toteutusvaihtoehtojen muodostamisessa ja eri vaikutusten tunnistamisessa. Jos hankkeessa tehdään YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi, tehdään se yleissuunnitteluvaiheessa, jolloin myös yleisöllä on mahdollisuus vaikuttaa hankkeen toteutukseen.

Tiesuunnitteluvaiheessa suunnitellaan ja selvitetään haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisy ja lieventämistoimenpiteet sekä tarkennetaan yleissuunnitteluvaiheen vaikutusten arviointia. Tiesuunnitelmavaiheen lopputuloksena on tiesuunnitelma, josta tulee konkreettisesti selvitä, kuinka ympäristövaikutusten arviointi on vaikuttanut suunniteluun ja suunnitelman sisältöön.

Rakennussuunnitelmavaiheen ja rakentamisen aikana ei enää tehdä ympäristövaikutusten arviointia yhtä laajasti kuin aiemmissa vaiheissa, vaan pääpaino on rakentamisen aikaisten vaikutusten tunnistamisessa ja mahdollisessa ehkäisyssä esimerkiksi sopivien rakennusmateriaalien avulla. Rakennussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan rakentamisen aikaiset ympäristövaikutusten seurantatoimenpiteet. Suunniteltujen seurantatoimenpiteiden lisäksi rakentamisen aikana ympäristövaikutuksia ja ympäristöriskejä voidaan havainnoida myös osana työmaan viikoittaista MVR-mittausta. MVR-mittaus on kuitenkin ensisijaisesti turvallisuusmittari, joten ympäristön huomioon ottaminen on pitkälti ennalta suunniteltujen, alan asiantuntijoiden tekemien seurantatoimenpiteiden varassa.

Työmaan ympäristönhallinnan parantamiseksi tulisi MVR-mittauksen lisäksi huomioida myös ympäristönäkökulma laajemmin. Mittaamalla tiettyjä ympäristöasioita, kuten ympäristöriskejä, voidaan viestiä ympäristönhallinnan tärkeyttä myös yrityksen henkilöstölle. Näin ollen mittaamalla työmaan ympäristönhallintaa, voidaan vaikuttaa työntekijöiden osaamiseen sekä asenteisiin ja siten parantaa yrityksen kokonaisvaltaista ympäristön- ja riskienhallintaa.

LÄHTEET

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Tampereen kaupunki, Sito, Pöyry. (2011). Valtatie 12 (Tampereen Rantaväylä) välillä Santalahti – Naistenlahti, Tiesuunnitelma, tieympäristökartta, Naistenlahden eritasoliittymä. Saatavissa <https://www.tampere.fi/liitteet/r/5zUAzUzBn/naistenlahdeneritasoliittymaymparistokartta.pdf>

Hengityслиitto. (2018). Hiukkaset ja kaasumaiset aineyhdisteet. Viitattu 5.4.2018. Saatavissa <https://www.hengityслиitto.fi/fi/terveys-hyvinvointi/ulkoilma-ilmanlaatu/ilmanlaatu-saasteet/hiukkaset-ja-kaasumaiset-aineyhdisteet>

Ilmatieteen laitos. (2017). Ilmanlaadun mittauspalvelut. Viitattu 2.12.2017. Saatavissa <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaadun-mittaukset>

INFRA Ry. (2017). MVR-mittari 2017, Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi ja kehittäminen. Saatavissa https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tyoturvaluisuus/mvrmittari2017/mvr-mittari_fi_a5_24092017-1_web.pdf

InfraRYL 2010. (2010). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS. ISBN 978-951-682-958-9.

Kauppinen, T., Tähtinen, V. (2003). Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi - käsikirja. Stakes. ISBN 951-33-1330-1. Saatavissa <http://www.stakes.fi/verkkojulkaisut/muut/Aiheita8-2003.pdf>

Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista L8.4.2005/200. (2005). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050200>

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä L 5.5.2017/252. (2017). Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170252>

Liikennevirasto. (2013). Tiehankkeiden arviointiohje. ISBN 978-952-255-263-1. Saatavissa https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/34253/lo_2013-13_tiehankkeiden_arviointiohje_web_p%C3%A4ivitetty+21.10.2015.pdf/2a9aa525-0d9b-4602-9a5b-067b52312e55

Liikennevirasto. (2015). E18 Koskenkylä–Kotka. Viitattu 20.12.2017. Saatavissa <https://www.liikennevirasto.fi/e18koskenkyla-kotka#.WhftTWEXcqQ>

Liikennevirasto. (2017). E18 Hamina–Vaalimaa. Viitattu 11.12.2017. Saatavissa <https://www.liikennevirasto.fi/e18vaalimaa#.WkXVDIOYPIU>

Luonnonsuojelulaki L 20.12.1996/1096. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096>

Maankäyttö- ja rakennuslaki, L 5.2.1999/132. (1999). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maantielaki L 23.6.2005/503. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503>

MTV Uutiset. (2016). Onnea Tampere! Suomen pisin maantietunneli avataan autoille tiistaina. Viitattu 17.12.2017. Saatavissa: <https://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/onnea-tampere-suomen-pisin-maantietunneli-avataan-autoille-tiistaina/6164886#gs.8vYv2wI>

Muinaismuistolaki L 17.6.1963/295. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1963/19630295>

Mäkelä, H, Höynälä, H. (2000). Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa. Tekes. ISBN 952-9621-97-3.

Nuutinen J., Kärtevä J. (2010). Matalamaan kiviaineksen ottoalueen pölyvaikutusten arviointi leviämislaskelmin. Symo Oy. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B78EB3848-B4F6-4B2C-A1B5-1B0DDABC0C18%7D/95509>

Oulun kaupunki. (2017). Ympäristönsuojelu. Melun ohjearvoja. Viitattu 16.12.2017. Saatavissa <https://www.ouka.fi/oulu/ymparisto-ja-luonto/melun-ohjearvoja>

Pasanen, P., Miilumäki, N. (2017). Infrahankkeiden EN-standardeja noudattava hiilijalanjälki- ja elinkaariarviointi. Liikennevirasto. ISBN 978-952-317-386-6. Saatavissa https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134744/lts_2017-20_978-952-317-386-6.pdf?sequence=2

Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. (2017). Valtatie 9 parantaminen välillä Yliskylä–Orivesi, Vuorovaikutus ja tiedottaminen. Viitattu 23.12.2017. Saatavissa http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-pirkanmaa-valtatie-9-tampere-orivesi-vuorovaikutus-ja-tiedottaminen?jsessionid=7500AB508B71695C8B989173EDED44E6?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_resetCur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14401#.Wj4jImeXcqR

Pirkanmaan ELY-keskus. (2015). Pirkanmaan Vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B9A668C9E-5DA7-45D7-AFDF-6D42762AA033%7D/110393>

Pusenius, K. (2004). Suomen yleisten teiden ja tieliikenteen luonnonvarojen kulutus – tutkimusmenetelmänä MIPS. Pro gradu –tutkielma.

Pusenius, K., Lettenmeister, M., Saari, A. (2005). Luonnonvarojen kulutus Suomen tieliikenteessä (TieMIPS). Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78667/Julkaisu_54_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Raitiotieallianssi. (2015). Tampereen raitiotie, Kulttuuriympäristö, kaupunkikuva ja maisema. Tampereen kaupunki. Saatavissa https://www.tampere.fi/tiedostot/k/qJTixRwyp/raitiotie_kulttuuriymparisto_021215.pdf

Ramboll Oy. (2016). Kiviaineksen louhinta ja murskaus, Laukaa melumallinnus. Saatavissa <http://docplayer.fi/53577518-Kiviaineksen-louhinta-ja-murskaus-laukaa-melumallinnus.html>

Ratu 1225-S. (2009). Pölyntorjunta rakennustyössä. Rakennustieto Oy

RIL 253-2010. (2010). Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Savonia University of Applied Sciences. (2016). Field works of Environmental Technology – Savonia UAS. Viitattu 5.4.2018. Saatavissa <http://kenttahommia.blogspot.fi/2016/11/ryhma-6-pohjavesimittaus.html>

Sensorex Oy. (2018). Viitattu 5.4.2018. Saatavissa <http://www.sensorex.fi/fi>

Sosiaali- ja terveysministeriö. (2016). HTP-arvot 2016. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet ISBN 978-952-00-3791-8. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3792-5>

Suomen Louhintakonsultit Oy. (2017). Tärinämittaus. Viitattu 2.1.2018. Saatavissa <http://www.louhintakonsultit.fi/tarinamittaus.html>

Suomen Vesiyhdistys. (2005). Pohjavesitutkimusopas. ISBN 952-9606-73-7 Saatavissa <http://www.vesiyhdistys.fi/pdf/Pohjavesiopas.pdf>

Suomen ympäristökeskus. (2017). Pohjaveden pinnan korkeuden ja havaintoputken syvyyden mittaaminen. Viitattu 9.12.2017. Saatavissa [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Pohjaveden_naytteenotto/Pohjaveden_pinnan_korkeuden_ja_havaintop\(41643\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Pohjaveden_naytteenotto/Pohjaveden_pinnan_korkeuden_ja_havaintop(41643))

Tampereen kaupunki & Pirkanmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. (2010). Valtatie 12 (Tampereen Rantaväylä) välillä Santalahti–Naistenlahti, yleissuunnitelma. Saatavissa https://www.tampere.fi/liitteet/r/5uBdixsTU/vt12_rantavayla_ys1.pdf

Tampereen kaupunki & Pirkanmaan ELY-keskus. (2010). Tampereen Rantaväylä (valtatie 12) välillä Santalahti–Naistenlahti Ympäristövaikutusten arviointimenettely: Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavissa <https://www.tampere.fi/liitteet/y/5xrmzF8yD/vt12yvasselostus.pdf>

Terveystieteiden tutkimuskeskus. (2017). Melu. Viitattu 2.11.2017. Saatavissa <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu#Mit%C3%A4%20melu>

Teräsrakenneyhdistys. (2015). Teräs kosketuksissa muiden materiaalien kanssa – Korroosionkestävyys. Saatavissa http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/152/89718ce/teras_kosketuksissa_muiden_materiaalien_kanssa_1703_2015.pdf

Tiehallinto. (2006). Väylärakentamisen ympäristövaikutukset ja ekoindikaattorit. ISBN 951-803-712-4. Saatavissa https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/3200998-vaylarakentamisen_ymparistovaik_ekoindikaattorit.pdf

Tiehallinto. (2008). Valtatien 7 parantaminen moottoritieksi välillä Hamina – Vaalimaa, Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1324E784-22DD-49C1-9AA8-9C0ED51914F2%7D/41669>

Tiehallinto. (2009). Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeiden suunnittelussa. ISBN 978-952-221-236-8; 978-952-221-237-5 (pdf). Saatavissa <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2000027-v-09-yva-ohje.pdf>

Tiehallinto, Turun tiepiiri. (2007). Valtatien 8 nelikaistaistaminen välillä Nousiainen–Mynämäki, Ympäristövaikutusten arviointimenettely, Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Saatavissa http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Turun_tiepiiri_valtatien_8_nelikaistaistaminen_valilla_NousiainenMynamaki

Tuhola, M. (1997). Maarakennustyömaan ympäristöopas. Maarakennusalan neuvottelukunta & Suomen ympäristökeskus.

Työterveyslaitos. (2017). Asbesti ja asbestipurkutytöt. Viitattu 17.12.2017. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/asbesti/>

Työterveyslaitos. (2017). Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet). Viitattu 17.12.2017. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/>

Työterveyslaitos. (2017). Tärinä. Viitattu 17.12.2017. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/tarina/>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa A 28.6.2006/591. (2006). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060591>

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta A 26.1.2017/79. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170079>

Valtioneuvoston asetus kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta A 9.9.2010/800. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100800>

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista A 1.4.2007/214. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista P 29.10.1992/993 (1992). Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>

Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä 5.7.2001/621. (2001). Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010621>

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta A 4.9.2014/713. (2014). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713#Pidp451775408>

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 11.5.2017/227. (2017). Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170277>

Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista P 19.6.1996/480. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960480>

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. (2016). E18 Turun kehätien parantaminen välillä Naantali–Raisio, Ympäristövaikutusten arviointiselostus. ISBN 978-952-314-530-6 (pdf). Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B44F05D59-30B1-4F90-9334-8652ADD7FA08%7D/123419>

Varsinais-Suomen ELY-keskus. (2013). Luontoselvitysten laatiminen. Viitattu 10.10.2017. Saatavissa http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luontoselvitykset_LounaisSuomi/Luontoselvitysten_laatiminen

Varsinais-Suomen liitto. (2007). Tarveselvitys valtatie 10 uudesta linjauksesta valtielle 9. ISBN 952-5599-22-1. Saatavissa <https://www.varsinais-suo->

mi.fi/images/tiedostot/Maankaytto/2010/liikenne/varsinaissuomi/raportti_vt10_final_net_tti.pdf

Vuolio, R. (1991). Räjätystyöt. Suomen maarakentajien keskusliitto. ISBN 952-90-2761-3.

Vuori, K-M., Mitikka, S., Vuoristo, H. (2009). Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-3683-2 (PDF). Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/41785>

Yle Uutiset. (2014). Pohjaveden pinnankorkeus vaihtelee eri puolilla Suomea - paikoin ollaan 30 cm keskiarvon alapuolella. Viitattu 2.1.2018. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-7356913>

Yle Uutiset. (2014). Tampereen Rantatunnelin meluvalitus: ”Ihan kuin iskuporavasara olisi naapurin kiviseinässä kello 7-21”. Viitattu 17.12.2017. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-7131414>

Ympäristöministeriö. (1995). Ympäristömelun mittaaminen. ISBN 951-731-082-X. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42692/Ymp%C3%A4rist%C3%B6melun%20mittaaminen.pdf?sequence=1>

Ympäristöministeriö. (2015). Natura 2000 –verkosto turvaa monimuotoisuutta. www-sivu: http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus/Luonnonsuojelualueet/Naturaalueet

Ympäristöministeriö. (2017). Ympäristövaikutusten arviointi. Viitattu 11.11.2017. Saatavissa http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi

Ympäristöministeriö. (2017). YVA-lainsäädännön keskeiset muutokset. Koulutuspäivä 12.5.2017. www-sivu: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B8E9A768B-502E-4E5F-BAB6-90CFF6A348A5%7D/130188>

Ympäristönsuojelulaki, L 27.6.2014/527. (2014). Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>

YVA ry. (2014). Hyvä YVA ja Hyvä SOVA -palkinnonsaajien kokemuksia. Viitattu 5.4.2018. Saatavissa <http://www.yvary.fi/2014/03/hyva-yva-ja-hyva-sova-palkinnonsaajien-kokemuksia/>

LIITE 1: MVR-MITTARIPOHJA

16 LOMAKKEET



PÄIVÄMÄÄRÄ _____

YRITYS _____

TYÖMAA / TYÖNUMERO _____

MITTAAJA _____

 EDELLISEN MITTAUKSEN PVM ____ / ____ PUUTTEET KORJATTU

MITTAUSKOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ • SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKINOTTO				
2. KALUSTO • TYÖKONEET JA NOSTOKALUSTO • PIENKALUSTO • TELINEET, TYÖPUKIT, TIKKAAT, KULKUSILLAT, PORTAAT • SÄHKÖISTYS • VALAISTUS • EMULSIOPANOSTUSLAITE • PELASTAUTUMISKONTTI				
3. SUOJAUKSET JA VAROALUEET • PUTOAMISSUOJAUS • SORTUMAVAARA • KONEIDEN VAROALUEET				
4. AJO- JA KULKUVÄYLÄT • ULKOPUOLINEN LIIKENNE JA KEVYT LIIKENNE • TYÖMAATIEDOT • KULKUTIEDOT • PELASTAUTUMISEN JÄRJESTÄMINEN				
5. JÄRJESTYS JA VARASTOINTI • YLEISJÄRJESTYS • JÄTEASTIAT • VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI • ILMANLAATU JA PÖLYNHALLINTA				
	OIKEIN YHT:		VÄÄRIN YHT:	

$$\text{MVR-TASO} = \frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100 = \text{_____} \times 100 = \text{_____} \%$$

KORJATTAVAA	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

 TYÖNANTAJAN EDUSTAJA

 TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA

Kuva 11. MVR-mittaripohja (INFRA Ry 2017, s. 16)