

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

2010

Sami Laaksonen

TÄRINÄVAIKUTUSTEN HUOMIOIMINEN HANKKEEN ERI TOIMIJOIDEN NÄKÖKULMISTA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sami Laaksonen

TÄRINÄVAIKUTUSTEN HUOMIOIMINEN HANKKEEN ERI TOIMIJOIDEN NÄKÖKULMISTA

Rakennusalan kirjallisuudessa on paljon tietoa värinän hallitsemisen ja huomioimisen keinoista. Sellaista teosta, jossa olisi kaikille hankkeen toimijoille erikseen kerrottu, miten tulisi toimia värinää aiheuttavassa hankkeessa, ei kuitenkaan ole saatavilla. Työn tavoitteena oli koota hankkeen eri toimijoiden värinän riskien huomioimisen ja hallitsemisen keinoja. Työhön koottiin alan kirjallisuudesta löytyviä huomioita ja keinoja. Lisäksi on tehty kyselyjä louhinta- ja paalutusalan toimijoille.

Värinää syntyy, kun maata käsitellään dynaamisesti. Sen voimakkuus riippuu maahan viedyn energian määrästä, maaperän ominaisuuksista, tarkastelupisteen ja värinälähteen etäisyydestä. Värinä voi vaurioittaa ympäristössä olevia rakennuksia ja herkkiä laitteita sekä häiritä ihmisiä. Värinän luonne vaihtelee paljon värinää aiheuttavan työn ominaisuuksien mukaan. Louhintavärinä on heilahdusnopeudeltaan ja taajuudeltaan suurempaa, kun taas paalutustvärinä on matalataajuisia ja heilahdusnopeudet pienempiä. Värinän aiheuttamat vauriot rakenteissa aiheutuvat yleensä rakenteiden siirtymäeroista. Värinän taajuus vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka värinä vaikuttaa ympäristöön. Kun heilahdusnopeus on sama, ovat matalataajuisen värinän aiheuttamat siirtymät suurempia kuin korkeataajuisen värinän siirtymät.

Työssä käsiteltäviä toimijoita ovat rakennuttaja, suunnittelija, urakoitsija, viranomaiset, vakuutusyhtiö ja asiantuntijakonsultti. Rakennuttajan tehtävänä on antaa tarvittavat lähtötiedot suunnittelulle ja hankkeen turvalliselle toteuttamiselle. Tärkeimpänä rakennuttajan tehtävänä värinän kannalta on ympäristöselvityksen tekeminen. Suunnittelija käyttää ympäristöselvitystä apuna suunnitteluun. Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu erilaisten ilmoitusten ja suunnitelmien laatiminen ennen louhintaa sekä oikeiden työmenetelmien valitseminen. Viranomaisten tehtävänä on normaalin rakennusvalvonnan lisäksi valvoa, että värinää aiheuttava työ tehdään lakien ja määräysten mukaan. Vakuutusyhtiö luo turvan rakennuttajalle ja urakoitsijalle erilaisilla vakuutuksilla. Näitä vakuutuksia ovat toiminnanvastuuvakuutus räjäytys- ja louhintatöille sekä kohdekohtaiset vakuutukset. Asiantuntijakonsultti toimii tarvittaessa apuna kaikille toimijoille, mutta lähinnä urakoitsijalle ja rakennuttajalle. Konsultti tekee mm. ympäristöselvityksiä, katselmuksia, värinämittauksia ja –vaimennuksia sekä asiantuntijalausuntoja.

ASIASANAT: värinä, louhintavärinä, louhinta, paalutus, paalutustvärinä, värinämittaus, räjäytys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Engineering | Production Management

14.6.2010 | 37

Jouko Lehtonen, Ville Hyyppä

Sami Laaksonen

NOTICING VIBRATION IN A CONSTRUCTION PROJECT FROM DIFFERENT POINTS OF VIEW

Construction literature has plenty of information about vibration and the ways of noticing it. However, nothing has been published so far to tell all the project participants separately how they should act in a project which causes vibrations. The aim of this thesis was to collect information on the ways in which different sides can notice and control the risks of vibration. The used methods include a construction literature survey and interviewing operators in the quarrying and piling branch.

Vibration is generated when soil is treated dynamically. Its intensity depends on the amount of energy directed to the ground, soil characteristics and on the distance between the point of analysis and the source of vibration. Vibration can damage the surrounding buildings and sensitive equipment and also disturb people. The character of vibration varies considerably depending on the working methods. Great velocity and frequency are typical of blasting vibration, while piling vibration has a low frequency and smaller velocity. In reality, vibration damages are usually caused by transition differences in the structures. Vibration frequency has a significant impact on how the vibration affects the environment. When the velocity is the same, low-frequency vibration causes larger transitions than high-frequency vibration.

The operators discussed in this thesis are the developer, designer, contractor, public authorities, insurance company and consultant. The developer provides the necessary basic data for the planning and safe execution of the project. The main task of the developer in terms of vibration is to make an environmental analysis which helps the designer in the designing process. The contractor's responsibilities include various declarations and plans prior to blasting as well as the correct choice of working methods. In addition to normal building control, the authorities have to ensure that the work causing vibration is performed in accordance with the laws and regulations. The insurance company brings security for the contractor and developer with various insurance policies. These insurances include liability insurance policies for blasting and quarrying work and target-specific insurances. The consultant will help all operators, where appropriate, but mainly the contractor and developer. The consultant's work involves environmental reports, inspections, vibration measurements and attenuations as well as expert advice.

KEYWORDS: vibration, quarrying, piling, vibration measurement, blasting

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
1.1 Tausta	5
1.2 Tavoite	5
1.3 Menetelmät	6
2 LOUHINTA- JA PAALUTUSTYÖT YLEISESTI	6
2.1 Tärinävaikutukset yleisesti	6
2.1.1 Räjätys	7
2.1.2 Paalutus	8
2.1.3 Työkoneiden liike	9
2.2 Muut vaaratekijät	9
3 TOIMIJOIDEN VASTUUT JA VELVOLLISUUDET	11
3.1 Rakennuttaja	11
3.2 Suunnittelija	12
3.3 Urakoitsija	12
3.3.1 Ilmoitukset ja suunnitelmat	12
3.3.2 Tärinän hallinta	16
3.3.3 Huomioitavaa urakoitsijalle	21
3.4 Viranomaiset	22
3.5 Vakuutusyhtiö	23
3.5.1 Vakuutukset	23
3.5.2 Korvaukset	24
3.6 Konsultti	25
3.6.1 Räjätystöiden valvonta	25
3.6.2 Ympäristöselvitykset	26
3.6.3 Kiinteistökatselemukset	28
3.6.4 Tärinämittaukset	30
3.6.5 Tärinävaimennukset	31
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	32
5 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	36
LIITELUETTELO	37

KUVAT

Kuva 1. Tärinäaaltojen aaltotyypit	8
Kuva 2. Teräspaalu	19
Kuva 3. Ponttiseinä	20

TAULUKOT

Taulukko 1. Tärinän energijakauma	8
Taulukko 2. Paineaallon aiheuttaman vaara-alueen suuruus	10

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rakentamisen eri toimet vaikuttavat ympäristöön aiheuttaen erityyppisiä haittoja. Rakentamisen aiheuttamat tärinät ympäristöön ovat yleensä vakavia haittoja, joten tärinän hallintaan tulee rakennusprosessissa aina kiinnittää erityistä huomiota. Tärinä voi olla rakenteita ja herkkiä laitteita vaurioittavaa sekä ihmisiä häiritsevää. (RIL 2010.)

Tärinän huomioon ottamisen keinoja on saatavilla alan kirjallisuudesta, mutta yksittäistä teosta ei ole saatavilla, jossa olisi hankkeen kaikille osapuolille selitetty yksityiskohtaisesti miten tulisi toimia.

1.2 Tavoite

Työn tavoitteena oli selvittää, miten ja millä keinoilla rakennushankkeen toimijat ja osapuolet ottavat työmaan toiminnasta aiheutuvan tärinän huomioon, jotta hanke toteutuu turvallisesti ja taloudellisesti. Työn on tarkoitus palvella kaikkia rakennushankkeen osapuolia.

Toimijat ovat työssä lajiteltu kuuteen eri ryhmään:

- rakennuttaja
- suunnittelija
- urakoitsija
- konsultti
- viranomaiset
- vakuutusyhtiö

1.3 Menetelmät

Tietoja työn pohjaksi haettiin alan kirjallisuudesta ja määräyksistä sekä haastattelemalla alan toimijoita. Työssä oli vahvasti mukana Insinööritoimisto Kalliotekniikka Oy, jonka henkilöstöön suuri osa haastateltavista kuului.

2 Louhinta- ja paalutustyöt yleisesti

2.1 Tärinävaikutukset yleisesti

Maaperään syntyy tärinää, kun maata käsitellään dynaamisesti. Sen voimakkuus tarkasteltavassa pisteessä riippuu maahan viedyn energian määrästä, maaperän ominaisuuksista, tarkastelupisteen ja tärinälähteen välisestä etäisyydestä ja tärinän jakautumisesta eri ilmiöiksi. (Pöllä ym.1996, 3)

Tärinä voi vaurioittaa ympäristössä olevia rakennuksia ja herkkiä laitteita sekä häiritä ihmisiä. Louhinnasta aiheutuva tärinä on yleensä voimakkainta. Myös paalutus-, kaivu-, pontitus- ja tiivistystyöt aiheuttavat tärinää läheistöllä sijaitseviin rakenteisiin. Tärinät ovat luonteeltaan hyvin erityyppisiä. Louhintatärinä on heilahdusnopeudeltaan voimakkaampaa ja taajuudeltaan suurempaa kun taas paalutuksesta aiheutuva tärinä on matalataajuisista ja heilahdusnopeudet ovat pienempiä. (Pöllä ym.1996, 3-5)

Tärinän taajuus vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka tärinä vaikuttaa ympäristöön. Heilahdusnopeutta on käytetty perinteisesti tärinän vaurioalttiuden kriteerinä, koska sen mittaaminen on helpompaa kuin siirtymien tai kiihtyvyyden. Todellisuudessa tärinän aiheuttamat vauriot rakenteissa aiheutuvat yleensä rakenteiden siirtymäeroista tai joissakin tapauksissa kiihtyvyyden aiheuttamista rasituksista. Kun heilahdusnopeus on sama, ovat matalataajuisen tärinän aiheuttamat siirtymät suurempia kuin korkeataajuisen tärinän siirtymät. (RIL 2010, 21)

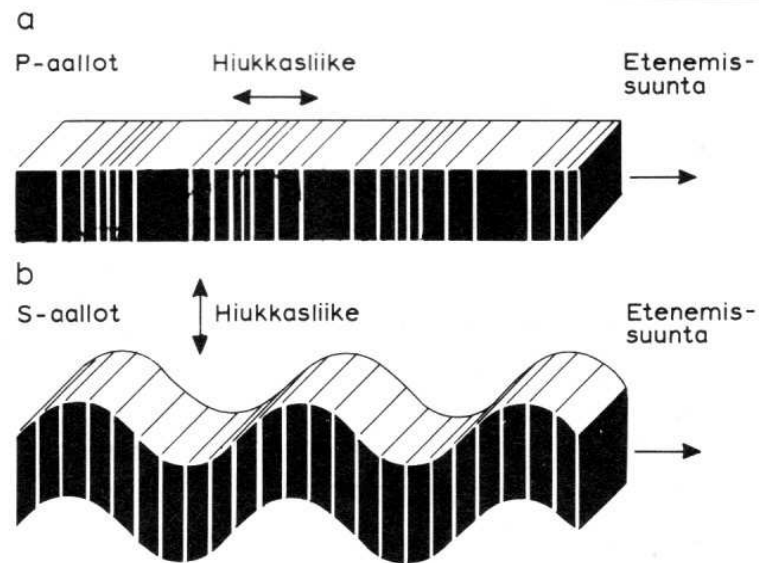
2.1.1 Räjäytys

Räjäytyksessä kallioon syntyy jännitysaalto, joka aiheuttaa kiven irtoamisen lisäksi myös siirtymistä väliaineen hiukkasissa eli tärinää. Räjäytyksessä syntyvä tärinä on epäsäännöllistä luonteeltaan, ja sen suuruus ja taajuus voivat vaihdella samankin räjähdyksen yhteydessä. Yksinkertaistettuna tärinän aiheuttamaa maanpinnan aaltoliikettä pidetään kuitenkin sinimuotoisena.

Kalliota räjäytettäessä maaperään syntyy erilaisia aaltoliikkeitä, joiden yhteisvaikutus yleensä näkyy mitattavassa pisteessä olevassa tärinämittausturissa.

Räjähdyksineen räjähtäessä kallioon poratussa reiässä syntyy paineaalto, joka saa aikaan vastareaktioita kallioperässä. Vastareaktiot aiheuttavat aineen tiivistymistä ja murskautumista. Paineaallon energiasta osa jatkaa etenemistä shokkiaallona, jossa energia on keskittynyt sylinterimäiseen kuoreen. Shokkiaalto on etenemisnopeudeltaan nopein kaikista aaltoliikkeistä ja se vaikuttaa noin 1 cm:n paksuisella vyöhykkeellä noin 0,2 ms ajan. Tiivistäessään ja rikkoessaan kalliota shokkiaallon energia ja etenemisnopeus pienenevät ja se muuttuu plastiseksi aalloksi, joka voi aiheuttaa kalliossa ainoastaan plastisia muutoksia. Plastisia muutoksia ei käytännössä kuitenkaan tapahdu kivilajien haurauden vuoksi. Aaltoliikkeen vaimennuttua edelleen niin paljon, että pysyviä muutoksia ei enää synny, on aaltoliike muuttunut kimmoaalloksi. (Vuolio 1996, 164-165)

Kimmoaallot jaetaan kahteen päätyyppiin: runkoaaltoihin ja pinta-aaltoihin. Runkoaaltojen tunnetuimmat tyypit on pitkittäisesti etenevät puristusaallot (P-aallot, kuva 1, a) ja poikittaisesti etenevät leikkausallot (S-aallot, kuva 1, b). Näitä molempia syntyy räjäytystöissä. Pinta-aalloista tunnetuin on Rayleigh-aalto (R-aalto), joka syntyy kun pyöristynyt runkoaalto kohtaa vapaan rajapinnan ja taipuu. R-aalto aiheuttaa ellipsin muotoista liikettä osin sen pinnan suuntaisena, mitä pitkin aalto etenee ja osin kohtisuorassa tätä pintaa vasten. Tärinän energijakauma on kuvattu taulukossa 1. (Vuolio 1996, 164-165)



Kuva 1. Tärinäaaltojen aaltotyypit (Vuolio 1991, 165).

Taulukko 1. Tärinän energijakauma (Vuolio 1991, 166).

Aalto- tyyppi	Energian prosentuaalinen jakautuminen
P-aalto	5 ... 20
S-aalto	15 ... 50
R-aalto	45 ... 80

2.1.2 Paalutus

Paalunasennusmenetelmistä lyönti aiheuttaa yleensä selvästi suurimmat tärinät. Lyönti pudotusjärkälleellä on iskumaista ja hydraulivasaralla jaksollisesti iskumaista. Lyötäessä suurin tärinä syntyy yleensä paalun kärjestä. Tiiviissä maassa myös paalun sivuvastuksella voi olla merkitystä tärinän syntymiseen. Lisäksi paalun vaakasuuntainen heiluminen aiheuttaa tärinää. Muiden

asennusmenetelmien, kuten puristuksen, porauksen ja kaivamisen aiheuttamat tärinät ympäristössä ovat yleensä vähäiset. (RIL 2010 s. 43)

Etäisyys, jolle tärinän lähialue ulottuu lyötävästä paalusta, on noin 50-100 % paalupituudesta. Tällä alueella pudotusjärkälleellä paalua asennettaessa tärinän taajuus on maassa yleensä noin 5-40 Hz. Kauempana taajuus pienenee ja on tyypillisesti 5-20 Hz. (RIL 2010, 43)

2.1.3 Työkoneiden liike

Työmaaliikennetärinänsä vaikuttavat lähinnä raskaat ajoneuvot ja ajettavan alustan kunto. Tehokkaimmin tärinä leviää pehmeiköllä. Tärinän suuruuteen vaikuttavat ensisijaisesti alustan ja kaluston kunto. Suurimmat tärinät aiheutuvat yleensä alustan epätasaisuuksista, joiden vaikutuksesta ajoneuvo alkaa värähtelemään. Ajoneuvon värähtäessä esimerkiksi kuoppaan tai töyssyyn ajettaessa aiheutuu iskumaista tärinää, joka leviää ympäristöön. Työkoneiden, joissa ei ole iskunvaimentimia, liikkeen aiheuttama tärinä on luonnollisesti enemmän iskumaista. Työmaakoneiden liikkumisesta voi erityisesti pehmeiköillä aiheutua selvästi havaittavaa tärinää. Tällainen tärinä kuitenkin vaurioittaa harvoin rakenteita. Työmaaliikenteen aiheuttamaan tärinätasoon vaikuttaa monet yksilölliset seikat, kuten muun muassa ajoneuvon tyyppi, kulkunopeus, paino, liikkumisalusta ja käyttötapa. (RIL 2010, 49,50)

2.2 Muut vaaratekijät

Sirpalevaara

Asutusalueella tehtävässä louhinnassa on panos aina peitettävä painopeitteitä, kevyitä peitteitä ja louhetäkkäystä käyttäen. Puutteellisesti tai ei lainkaan peitetty panos aiheuttaa aina sirpalevaaran. Alue voi ulottua useiden satojen metrien etäisyydelle. Sirpalevaarassa oleva alue on aina tyhjennettävä ihmisistä.

Vaaraa voidaan pienentää oikealla ominaispanostuksella, sytytysjärjestyksellä, riittävän lyhyillä nallien syttymisväleillä. Huolellisella peittämisellä saadaan riski minimoitua. (Työministeriö 1993, 12)

Paineaalto

Ilmanpainetta syntyy, kun räjähdyksessä vapautuvat kaasut työntävät ympäröivää ilmaa poispäin räjähdyksestä. Ilmanpaine aiheuttaa ympäristössä häiriötä ja ollessaan suurta se voi rikkoa ikkunoita. Normaalisissa asutuskeskuslouhinnassa ilmanpaineen vaikutukset jäävät yleensä kuitenkin tärinävaikutusten varjoon, kun panos on porausreiässä ja peitetty. Poikkeuksena voidaan pitää pintapanoksia ja tunnelilouhintaa. (RIL 2010, 101)

Pintapanosta käytettäessä jo 0,5 kg pintapanos voi rikkoa ikkunoita noin 100 metrin säteellä, jonka vuoksi pintapanosten räjäyttämistä tulisi välttää. Asutulla alueella niiden käyttäminen on kielletty. (Vuolio 2001, 124.) Pintapanoksen aiheuttaman vaara-alueen suuruutta kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Paineaallon aiheuttaman vaara-alueen suuruus.
(Lähinnä ikkunaruutujen särkymistä tarkastellessa). (Vuolio 1991, 192)

Kerralla räjäytettävä panos (kg)	Vaarallisen alueen säde (m)
0.5	100
1	150
2	200
4	300
5	400
10	500
15	600
25	800
yli 25	1000

Avolouhinnassa ilmanpaine pääsee kulkeutumaan ja vaimenemaan joka suuntaan, mutta tunnelilouhinnassa se suuntautuu voimakkaana suuaukolta

ulospäin. Tunnelia louhittaessa ilmanpaineaalto saattaa joskus rajoittaa työn suoritusta enemmän kuin värinävaikutukset. Ilmanpainetta voidaan tunnelilouhinnassa rajoittaa käyttämällä panostuksessa etutäytettä tai erilaisilla rakennetuilla hirsiseinillä ja kumimatoilla. Momentaaninen räjähdemäärä on myös suoraan verrannollinen ilmanpaineen syntymisen kanssa. (RIL 2010, 104.)

3 Toimijoiden vastuut ja velvollisuudet

3.1 Rakennuttaja

Rakennuttajan toiminnalla on suuri merkitys rakennushankkeen suunnittelun ja koordinoinnin kannalta. Rakennuttajaa veloitetaan koordinoimaan rakennuskohteen sekä sen toteuttamisen järjestelyä valmistelevaa suunnittelua. Rakennuttaja antaa tarvittavat lähtötiedot suunnittelulle ja hankkeen turvalliselle toteuttamiselle. Jos rakennuttaja ei ole tarpeeksi pätevä tehtävänsä, on hänellä mahdollisuus hankkia projektinhallinnan osaamista hoitamaan hanketta. (Vuolio 2001, 160)

Rakennuttaja tekee suuria ratkaisuja hankkeen onnistumisen kannalta, kuten suunnittelijan, päätoteuttajan ja urakoitsijan, tai ainakin osan niistä, valinnat. Oikeanlaisilla valinnoilla saadaan saatettua hanke läpi turvallisesti ja tilaajan odottamalla tavalla. (Vuolio 2001, 160)

Ympäristöselvityksen teettäminen kuuluu rakennuttajan tehtäviin, mutta se voidaan tarpeen mukaan teettää esim. ulkopuolisella asiantuntijakonsultilla. Toimittamalla riittävät tiedot saadaan louhinnan tai muun värinää aiheuttavan työn riskit arvioitua ja niihin pystytään samalla ennakoimaan. Riskien vähentämisen lisäksi saadaan tarjouskilpailussa kaikille osallistujille samat lähtökohdat. (Kalliotekniikka 2010)

Siihen tulisi pyrkiä, että rakennuttaja vastaa värinävaurioista silloin, kun värinäraja-arvot eivät ylity. Jos rakennuttaja haluaa lisää varmuutta ja haluaa

tärinäteknisesti varovaisempaa louhintaa kuin normit edellyttävät, vaatimukset voidaan esittää jo tarjouspyynnössä. Se näkyy lisääntyneinä louhintakuluina, mutta lisää varmuutta siitä, ettei louhinnasta aiheudu vaurioita. (Kalliotekniikka 2010)

Rakennuttajan tulee olla selvillä urakoitsijan vakuutuksesta ja sen voimassaolosta. Urakoitsijalla on hyvä olla voimassa oleva vakuutus, jossa on vielä korvattavaa vuosisummaa jäljellä. Rakennustyömaan normaaliin rakennustyövakuutukseen ei sisälly louhintatöitä, vaan siihen on otettava erillinen toiminnanvastuuvakuutus räjäytys- ja louhintatöille. (Kalliotekniikka 2010)

3.2 Suunnittelija

Suunnittelijan alkaessa tekemään hankkeen suunnitelmia, hänellä tulisi olla rakennuttajan teettämä selvitys ympäristöstä ja sen riskeistä. Näin saadaan oikeat ratkaisut tehtyä jo urakkalaskentavaiheessa ottaen ympäristö huomioon. Ratkaisuja tehdessään suunnittelija voi myös käyttää tärinäasiantuntijan palveluja. Työmenetelmien valinta jää yleensä urakoitsijalle, mutta vaativissa kohteissa suunnittelija voi määrätä työmenetelmiä ja tapoja, joilla työ pystytään tekemään vaadituissa puitteissa. Työmenetelmistä ja tärinän vähentämisen keinoista lisää luvussa 3.3.2. (Siren 2010)

3.3 Urakoitsija

Urakoitsijalla on tärinää aiheuttavan työn aikana monia velvollisuuksia, joita ilman ei työtä tulisi suorittaa. Urakoitsijalla on myös suuri vaikutus työn laatuun ja suorituksen turvallisuuteen ja riskeihin.

3.3.1 Ilmoitukset ja suunnitelmat

Vähintään 7 vuorokautta ennen louhintatyötä on tehtävä poliisiviranomaisille ilmoitus tehtävästä työstä. Ilmoituksesta on tultava selväksi muun muassa seuraavat seikat:

- kohteen tiedot
- työn kesto
- vastuullinen toimija
 - pätevyyden osoitus
 - yhteystiedot
- käytettävät räjähteet ja sytytysvälineet
- kuljetusluvut (ADR)
- toimijoiden allekirjoitukset.

Viranomaisilta tulee ilmoituksesta aina vastaus. ”Poliisi voi ilmoituksen perusteella määrätä räjähteiden turvallisen käsittelyn kannalta tarpeellisia rajoituksia aiotulle käytölle ja tarvittaessa määrätä käytön edellyttämistä varotoimenpiteistä. Poliisi voi kieltää käytön, jos siitä aiotussa paikassa ja aiottuna ajankohtana voidaan katsoa aiheutuvan ilmeistä henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkojen vaaraa. ” (Rakennusalan työturvallisuuskansio 2010, 4.4)

Jos melua aiheuttava työ, kuten louhinta ja paalutus, kestää pitkään, on siitä tehtävä ilmoitus paikalliseen ympäristökeskukseen. Kirjallinen ilmoitus ympäristökeskukselle tehdään viimeistään 30 päivää ennen toiminnan aloittamista ainakin seuraavista toiminnoista:

Louhintatyö, johon kuuluu porausta, räjäytystä sekä louheen lastausta ja ajoa sekä paalutus ja hydraulisen iskuvasaran käyttö, jos

- toimintaa harjoitetaan muuna aikana kuin arkisin maanantaista perjantaihin klo 7.00–18.00
- louhintapäiviä on yli 25

- paalutustyötä tehdään ja hydraulista iskuvasaraa käytetään siten, että työpäiviä on yli 10

(Helsingin ympäristökeskus 2009)

Lisäksi vaaditaan muita suunnitelmia, joista selviää louhintatyöhön liittyviä asioita:

- Yleissuunnitelma

Räjäytystyön johtajan, panostajan tai muun nimetyn henkilön on laadittava yleissuunnitelma, jos kyseessä ei ole vähäinen räjäytystyö. Yleissuunnitelma koostuu useista osasuunnitelmista, kuten räjäytys-, sähköistys-, valaistus-, tuuletus-, lujitus- ja pelastussuunnitelmasta. Työmaan järjestelyt on myös piirrettävä mittakaavassa. Järjestelypiirroksessa on työn eri vaiheissa oltava ainakin rakennusten, koneiden ja laitteiden, räjähdystarvikkeiden, ANO:n valmistuspaikan ja kulku- ja pelastusteiden sijainti, louheen ja jätteen käsittelypaikat sekä työmaaliikenteen järjestelyt. Myös työmaan ympäristöstä on hyvä olla merkitty tarpeelliset tiedot. (Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2010)

- Poistumis- ja pelastautumissuunnitelma

Räjäytystyön johtajan, panostajan tai muun nimetyn henkilön on laadittava poistumis- ja pelastautumissuunnitelma ja se on tarvittaessa esitettävä kirjallisena. Suunnitelma sisältää kulku- ja pelastautumistiet, suojapaikat ja –etäisyydet, yhteydenpitojärjestelmät. Sammutuskalusto, pelastusvälineet, poistumisreitit sekä ilmoitus- ja hälytyslaitteet tulee merkitä selvillä ja havainnollisilla tunnuksilla. Suunnitelmassa tulee myös olla ohjeistus toiminnasta onnettomuuden sattuessa. Lisäksi jos räjäytys- ja louhintatyö kestää yli kuusi kuukautta, työmaalla tulee järjestää vähintään yksi pelastautumis- ja paloharjoitus. Suunnitelman on oltava sopivassa paikassa

työntekijöiden nähtävillä. Asiakirja toimitetaan paikallisille pelastusviranomaisille. (Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2010)

- Turvallisuutta ja terveyttä koskeva asiakirja

Asiakirjasta on käytävä ilmi työmaalla havaittavat vaara- ja haittatekijät ja ne on oltava määritelty ja arvioitu. Myös työntekijöiden turvallisuuden ylläpitämiseksi toteutettavat asianmukaiset toimenpiteet on määritettävä. Työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi on oltava kirjalliset ohjeet työn tekemisestä, koneiden käytöstä sekä poistumis- ja pelastautumisjärjestelmästä. Työntekijöille tai näiden edustajalle on tiedotettava työnantajan toimesta asiakirjan laatimiseen ja asiakirjassa tarkoitettujen toimenpiteiden toteuttamiseen liittyvistä asioista.

Edellä mainitut asiakirjat voidaan myös vaihtoehtoisesti korvata Infra ry:n laatimaa ”Louhinta- ja räjäytystyön turvallisuussuunnitelma”-kaavakkeetta käyttäen (liite 1). (Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

- Räjäytysuunnitelma

Räjäytysuunnitelma on laadittava kirjallisena ja sen on oltava ajantasainen. Sitä on myös tarpeen mukaan muutettava työn edetessä. Suunnitelman laatii räjäytystyön johtaja tai panostaja, eikä siihen voi nimetä muuta henkilöä. Räjäytysuunnitelman tulee pitää sisällään tiedot porauksesta, käytettävistä räjähdystarvikkeista, panostamisesta, sytytyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta ja varmistustoimenpiteistä. Lisäksi on selvitettävä räjäytettävän kohdan ominaisuudet kuten kallion ja maakerroksen laatu ja rakenne. (Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

Vähäisissä räjäytystöissä sekä räjäyttäessä yksittäisiä panoksia, mainittavaksi riittää tiedot sytytystavasta, räjähdysajankohdasta, räjähdysaineen määrästä ja peittämisestä. (Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

3.3.2 Tärinän hallinta

Tärinää voidaan vähentää työn oikealla suorituksella. Ympäristöön siirtyvä tärinä on hukkaan mennyttä energiaa, jota kannattaa vähentää mahdollisuuksien mukaan paitsi tärinä haittojen vuoksi, niin myös työn tehostamiseksi. Yleensä oletetaan, että tärinäenergian osuus on suoraan verrannollinen työkoneiden tehoon, esimerkiksi lyöntipaaluksessa tai roudan rikkomisessa hydraulivasaralla lyöntienergian suuruuteen. Alitehoinen kone voi kuitenkin aiheuttaa tarpeettoman suuren tärinän ympäristössä. Liian pieni lyöntienergia ei saa paalua tunkeutumaan tai routaa rikki ja energiasta siirtyy tarpeettoman suuri osa tärinänsä ympäristöön. (RIL 2010, 40)

Louhintätärinän hallinta

Louhintätärinän vaikutuksia voidaan pienentää vaikuttamalla räjäytyksestä syntyvän tärinän suuruuteen, tärinän leviämiseen ja tärinän kohteeseen. Louhintätärinä on sitä suurempi, mitä suurempi räjähdysainemäärä räjähtää samanaikaisesti tai lähes samanaikaisesti. Yleisenä sääntönä pidetään, että enintään 8 ms:n aikaerolla räjähtävä panos eri panostiloissa räjähtää tärinän kannalta samanaikaisesti, kun etäisyys on alle 100 m. Suuremmilla etäisyyksillä havaittava tärinän taajuus on käytännössä alempi ja pidemmilläkin aikaeroilla räjähtävien panosten tärinäaallot voivat kasvattaa toisiaan. Tärinän voimakkuus kasvaa myös silloin, kun kallion purkautuminen ja paisuminen on estetty. (RIL 2010, 42)

Momentaanisen räjähdysainemäärän suuruutta voidaan vähentää useilla eri tavoilla:

- reikäkoon ja pergerkorkeuden pienentäminen pienentää reiässä olevan räjähdeseineen määrää.
- kentän koon pienentäminen pienentää räjähdeseineen määrää ja samalla epätäydellisen irtoamisen riski pienenee.
- reiän jakaminen kahteen tai useampaan panokseen, jotka räjäytetään eriaikaisesti, välitöyteen avulla.
- käyttämällä hidasteita oikein: sytyksen suunnittelu sopivalla tavalla vaikuttaa samanaikaisesti räjähtävän räjähdysainemäärän suuruuteen. Sähkö- ja impulssiletkunalleilla on otettava huomioon valmistehajonta, joka vaikuttaa tulokseen.

(RIL 2010, 42)

Irtoamisen tiukkuuteen vaikuttamalla voidaan pienentää varsinkin satunnaisia huippuarvoja. Jos kallion paisuminen räjähdyksessä on kokonaan tai osittain estetty, louhintatärinä voi kasvaa jopa 50%. (RIL 2010, 42)

Poraamalla räjäytyskohdan ja tärinälle altistuvan kohteen väliin avonainen railo saadaan etäisyyttä käytännössä pidennettyä ja siten samalla tärinää pienennettyä. Railon on oltava tyhjä kaikesta materiaalista kuten vedestä ja sen on oltava kokonaan auki. Tällaista tekniikkaa kannattaa käyttää, kun räjäytys ja kohde ovat erittäin lähellä toisiaan. Porattavan railon syvyys vaikuttaa tärinän kulkemaan matkaan. (RIL 2010, 43)

Jos tärinää ei saa syntyä lainkaan, kalliota on mahdollista irrottaa muun muassa kiilaamalla, paisuvalla sementillä sekä timanttilankasahauksella. (RIL 2010, 43)

- Paalutustärinän hallinta

Lyöntipaalutuksessa mahdollisuudet tärinän pienentämiseen on yleensä hyvät. Paalut lyödään yleisesti saven läpi tukipaaluiksi moreeniin tai kallioon. Saattolyöntien aikana tärinä on normaalisti pientä ja sitä voidaan vähentää. Paalua pitää pyrkiä upottamaan saattolyöntien aikana mahdollisimman

tehokkaasti, jolloin energia kuluu maan muodonmuutostyöhön ja energian siirtyminen ympäristöön tärinä on vähäistä. (RIL 2010, 44.)

Tärinää pystytään vähentämään seuraavilla keinoilla:

- tiiviiden kerrosten, kuten roudan, kuivakuoren, täyttöjen ja rantakerrostumien läpäiseminen esim. kaivamalla, vesihuhtelulla tai esireiällä
- keskeisillä iskuilla
- paalun tukemisella vaakasuuntaisesti paikalleen lyönnin aikana
- iskukaluston valinnalla ja säädettävyydellä
- suorilla paaluilla

(RIL 2010, 44)

Verrattaessa teräsbetonisiin lyöntipaaluihin, lyömällä asennettavilla teräsputkipaaluilla (kuva 2) on on suuri tunkeutuvuus pienen poikkipinta-alan vuoksi. Pienempi poikkipinta-ala vähentää tärinää tiiviitä kerroksia läpäistäessä. Kun teräsputkipaaluja asennetaan hydraulivasaralla, voidaan käyttää alhaista lyöntienergiaa, jolloin tärinä vähenee. Kitkapaalujen asennuksesta syntyvää tärinää voidaan vähentää asentamalla paalut täryttämällä. (RIL 2010)



Kuva 2. Teräspaalu. (Rakentaja.fi 2010)

Paalutuksen aiheuttamaa tärinää voidaan yleensä tehokkaimmin vähentää tai jopa välttää valitsemalla rakennukohteeseen paalutyypin, jonka asennus poraamalla, puristamalla, ruuvaamalla tai kaivamalla aiheuttaa vain vähän tai ei lainkaan tärinää. (RIL 2010, 44)

Pontit (kuva 3) asennetaan normalisti täryttämällä, jolloin ainoastaan aivan lähialueelle syntyy tärinää. Kauempana tällainen asentamistapa tuottaa ainoastaan meluhaittaa. Pontteja asennettaessa lyömällä joudutaan pontti saamaan liikkeelle jokaisella iskulla. Lyömällä asennettaessa tärinää syntyy samalla tavalla kuin paalujen lyönnissä. Ponttien poikkipinta-ala on kuitenkin pieni verrattuna paaluihin, jonka vuoksi kärjen vaikutus on pienempi kuin umpikärkisissä lyöntipaaluissa. (RIL 2010, 44-45)



Kuva 3. Ponttiseinä (Koskenjalka 2010)

Työmaaliikenteen aiheuttaman tärinän hallinta

Työmaaliikenteestä syntyvää tärinää pystytään pienentämään tekemällä kulkuväylät ja -tiet tasaisiksi ja kantaviksi sekä ajonopeuksia vähentämällä. Ajoneuvojen, jotka ovat jousitettuja, aiheuttama tärinä on vähäinen, kun nopeus on 5 – 10 km/h tai alhaisempi. (RIL 2010, 50)

3.3.3 Huomioitavaa urakoitsijalle

Pienemmissä hankkeissa rakennuttaja ei useinkaan ole alan ammattilainen, joten tärinää ei aina osata ottaa rakennuttajan puolesta tarpeeksi huomioon. Siksi urakoitsijalla on tärkeä rooli opastaa ja vaatia erilaisia tärinän takia tehtäviä selvityksiä ja tehtäviä, kuten riskianalyysejä, katselmuksia ja mittauksia, suoritettaviksi. Näiden laiminlyöminen on säästöä väärässä paikassa, koska ilman kyseisiä toimia on vaikea todeta riitatilanteessa toimineensa oikein.

Lähiympäristön asukkaita ja toimijoita on hyvä tiedottaa etukäteen mahdollisesti ympäristöön tärinää aiheuttavasta työstä. Näin ihmiset osaavat varautua asiaan, eivätkä välttämättä reagoi niin voimakkaasti tärinään. Tiedotteiden jakosäde kannattaa kuitenkin miettiä huolella, sillä ympäristöstä tulevien valitusten määrä voi kasvaa paljonkin laajentamalla tiedotusta. Urakoitsijan tiedotus rajautuu yleensä katselmussäteeseen. Rakennuttaja hoitaa yleensä tarvittaessa laajemman tiedottamisen. Rakennettavan kunnan rakennusjärjestyksestä voi myös löytyä ohjeita tiedottamiseen. (Kalliotekniikka 2010)

Viranomaisetkaan eivät aina osaa antaa riittävän laajoja ohjeita tai määräyksiä, koska rakennettavassa kunnassa ei välttämättä ole tarvittavaa osaamiskulttuuria louhintatärinöihin liittyen. (Kalliotekniikka 2010)

Useimmat urakoitsijat haluavat tehdä työnsä mahdollisimman vähillä riskeillä, joten työhön liittyvät tehtävät tehdään usein paremmin ja tarkemmin kuin ohjeiden ja määräysten vähimmäisvaatimukset vaativat. Esimerkiksi räjäytyskentän peittämisellä vaatimuksia paremmin saadaan suurempi varmuus sinkoutumisen estämiseksi. (Kalliotekniikka 2010)

Työn valmistumisnopeus ei saisi kärsiä liikaa riskien minimoinnin takia, joten urakoitsijoiden tulisi hakea tässä asiassa sopiva välitila riskittömyyden ja taloudellisuuden väliltä. Näin työ etenee hyvää vauhtia ja riskit pysyvät hallinnassa. Urakoitsijat kuitenkin kiinnittävät usein liikaa huomiota tärinälle asetettuihin raja-arvoihin työn tehokkaan suorittamisen kustannuksella ja panostavat liikaa varman päälle. Vauriopedon pelko on useasti liian suuri ja urakoitsija

on tyytyväinen, kun tärinämittarin tulokset ovat pieniä. Tärinämittauksista ei usein osata ottaa kaikkea hyötyä irti. Ympäristölle asetetut raja-arvot voidaan alittaa, mutta louhia kuitenkin tehokkaasti. Asian tiedostavat urakoitsijat pyrkivät käyttämään yleensä asetetusta tärinäraja-arvosta 70-80 %:a hyödyksi. Näin vauriot ja kustannukset pysyvät molemmat hallinnassa. (Kalliotekniikka 2010)

Paalutustyömaalla tehtävien katselmuksien teettäminen riippuu paljon hankkeen rakennuttajasta ja urakoitsijasta.

3.4 Viranomaiset

Viranomasten tehtävänä on valvoa, että rakentaminen tapahtuu lakien sallimissa rajoissa. Tärinää aiheuttavien töitä lähinnä ovat seuraavat lait:

- Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 132/1999), Maankäyttö- ja rakennusasetus (MRA 10.9.199/895), Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMk).

MRL ja MRA antavat yleisiä määräyksiä rakennustyön haittojen välttämiseksi. RakMk B3 toteaa, että pohjarakennustyö on tehtävä ennalta laaditun pohjarakennesuunnitelman mukaan ja työ ei saa missään vaiheessa aiheuttaa vaaraa tai terveydellistä haittaa työn vaikutusalueella oleville henkilöille, eikä kohtuutonta haittaa rakennusalueen ympäristössä oleville rakenteille, rakennuksille, putkijohdoille tai kaapeleille. Työ ei saa myöskään aiheuttaa haitallisia muutoksia ympäristön maa- ja kalliopohjassa eikä pohjavedessä. (RIL 2010, 8)

- Ympäristönsuojelulaki (YSL 86/2000)

Ympäristönsuojelulaissa määritellään muun muassa ilmoitusvelvollisuus, jonka mukaan työlle säädetään mahdollisia rajoituksia, kuten toiminta-aika, ohjearvot ja velvoite asukkaille tiedottamisesta. (RIL 2010, 8)

- Laki ympäristövahinkojen korvaamisesta (YVL 737/1994)
 - Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatöiden turvallisuudesta

- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- Panostajalaki (219/2000)
- Vahingonkorvauslaki (412/1974)

(RIL 2010, 8)

3.5 Vakuutusyhtiö

3.5.1 Vakuutukset

Louhintaurakoitsijalla ei ole lakisääteisiä vastuuvakuutuksia. Ainoastaan omien työntekijöiden vakuuttaminen on louhintaan liittyen lakisääteistä. Kuitenkin moni rakennuttaja vaatii tai heidän tulisi vaatia aina louhijoilta voimassa olevaa toiminnanvastuuvakuutusta räjäytys- ja louhintatöille ja sitä, ettei vakuutuksen kausikohtaista vakuutusmäärää ole jo käytetty urakoitsijan aiemmissa vahinkotapauksissa. (Jokinen 2010)

Yleensä urakoitsijalla on vuosivakuutus, jossa esinekorvausmäärät vaihtelevat urakoitsijan koosta ja työmäärästä riippuen. Normaali vuosivakuutuksen esinekorvaussumma on 15 000 - 30 000 euroa. Henkilövahingot korvataan yleensä miljoonaan euroon asti. Esinekorvaussumma on voimassa vuoden vakuutuksen ottohetkestä eteenpäin. Jos summa on esim. 15 000€ ja se kuluu jonkun vaurion korvauksiin, on urakoitsijan otettava vakuutus uudestaan ellei vakuutusmäärästä ole vakuutuksessa jotain muuta sovittu, kuten esim. 15 000 €/vahinko ja 30 000 /kausi. Uusi vakuutus on taas voimassa vuoden tai kunnes korvaussumma on täynnä. Paalutustyö on yleensä vakuutettu normaalilla toiminnanvastuuvakuutuksella, mutta tapauskohtaisesti voidaan vakuuttaa myös rakennustyövakuutuksella ympäröivälle omaisuudelle. (Jokinen 2010)

Vakuutuksen voi ottaa myös kohdekohtaisesti, jolloin se koskee vain yhtä tiettyä kohdetta. Tällaisen vakuutuksen ottaa yleensä urakoitsija. Paalutustöissä on kuitenkin syntynyt sellainen käytäntö, että urakoitsijat sopivat vastuun

rakennuttajalle. Louhinnassa esinekorvausmäärät vaihtelevat 100 000 eurosta 5 000 000 euroon. Korvaussumma asetetaan ympäristön riskien mukaan. Maksimia ei kuitenkaan ole, mutta vakuutusmaksu määräytyy enimmäkseen vakuutettavan summan mukaan. Joissain tapauksissa tilaaja määrää vakuutussumman, jolle urakoitsijan on vakuutus otettava, tarjouspyynnössä tai urakkaohjelmassa. (Jokinen 2010)

Ostavastuu on aina vahinkokohtainen. Loppukatselmuksessa todetut vauriot käsitellään yleensä yhtenä vahinkona. Jos kuitenkin työn aikana tehdään välitarkastus, jossa todetaan vaurioita, käsitellään se aina omana erillisenä vahinkona, jolloin myös ostavastuu tulee maksettavaksi erikseen. Ostavastuun määrä vaihtelee vakuutusmäärän mukaan, yleensä välillä 2000-10 000€. Rakennuttajan ottaessa kohteelle vakuutuksen, ostavastuu jää aina kuitenkin urakoitsijan maksettavaksi, koska kohdekohtainen vakuutus korvaa toiminnanvastuuvakuutuksen ylittävän osan. (Jokinen 2010)

3.5.2 Korvaukset

Korvaustapauksia on koko vakuutuskannasta noin 10 %:ssa. Yleisesti suuremmissa kiinteistövahinkotilanteissa toimitaan siten, että ensin todetaan vaurio ja sen jälkeen tehdään korjaussuunnitelma. Seuraavaksi työ kilpailutetaan ja lopuksi korjataan. Irtainvahingoissa määritellään korvattavalle esineelle niin sanottu päivän arvo. Tästä seuraa joko lunastus tai arvon alennus. (Jokinen 2010)

Vaurion toteamisessa käytetään hyväksi usein asiantuntijakonsultin palveluja, kuten tehtyjä värinämittauksia sekä alku- ja loppukatselmuksia. Lisäksi riitatilanteissa käytetään tarpeen mukaan asiantuntijakonsultin palveluja. Vahinkotapauksissa tarkastetaan myös panostuspöytäkirjat ja muut suunnitelmat, jotta saadaan mahdollisimman hyvä kokonaiskuva tapahtuneesta. Jos vahinko jää alle vakuutuksen ostavastuun, päätös, korvataanko joku vaurio, jää usein urakoitsijalle. Louhinnassa tapahtunutta ryöstöä ei luokitella vahingoksi, mutta siihen asetetaan kuitenkin yleensä rajat suunnitelmissa. Urakoitsijan itselle louhinnasta aiheutuneita vaurioita ei korvata vakuutuksesta.

Vahinkotapauksissa korvausvastuun poistaa ainoastaan todennäköisen syy-yhteyden katkaiseminen tärinän ja vaurion väliltä. Keinoja yhteyden katkaisemiseen ovat muun muassa todettujen vaurioiden toteaminen jo ennestään olleiksi, pienet tärinäarvot tai vaurion syntymisen syiden esittäminen pätevästi ilman tärinöiden vaikutusta. Tärinän raja-arvoina pidetään pääsääntöisesti Työministeriön turvallisuusmääräykset 16:0:n mukaan määritettyjä arvoja, tai riskianalyysissä vaadittuja arvoja. (Jokinen 2010)

Urakoitsijan ottaessa tietoisia riskejä, vahinkoja ei korvata tai korvaukset pienenevät. Ennalta-arvaamattomista tärinän raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat vahingot kuitenkin yleensä korvataan, mutta ne arvioidaan aina tapauskohtaisesti. (Jokinen 2010)

3.6 Konsultti

Riskiarviointi, tärinämittaukset ja -vaimennukset sekä muut asiantuntijalausunnot, joita työn muut osapuolet pystyvät hyödyntämään, kuuluvat konsultin työnkuvaan. Konsultin toimenkuva on pääsääntöisesti asiantuntijapalveluiden tarjoaminen. Näitä palveluja ovat räjäytystöiden valvonta, ympäristöselvitykset, kiinteistökatselmukset ennen työsuoritusta ja sen jälkeen. (Kalliotekniikka 2010)

3.6.1 Räjäytystöiden valvonta

Räjäytystyömaan valvonnalla voidaan merkittävästi säästää hankkeen kokonaiskustannuksissa. Valvojan tehtävänä on auttaa työmaata riskien hallinnassa. Työmaan työnjohto ja työntekijät keskittyvät pääasiassa työn suorittamiseen, jolloin riskit saattavat jäädä huomioimatta. Usein tarvitaankin työmaalle valvoja, jonka on helpompi nähdä ja puuttua mahdollisiin virheisiin ja riskeihin. (Kalliotekniikka 2010)

Valvoja kiinnittää valvontatoiminnassaan erityistä huomiota louhintajälkeen sekä lujitus- ja tiivistystöiden laatuun. Valvojan tehtävänä on huolehtia, että louhintatyö noudattaa toleranssit ja ympäristötekijät huomioivaa poraus- ja panostuskaaviota. Erityistä huomiota kiinnitetään reunareikien reikävälisiin ja etuun. Valvoja huolehtii myös siitä, että tärinätulokset luetaan jokaisen räjäytyksen jälkeen. Tulosten perusteella tehdään tarvittaessa muutoksia poraus-, panostus- ja sytytysjärjestelmään. Tavoitteena on pitää louhintatärinä vaaditulla tasolla. (Kalliotekniikka 2010)

3.6.2 Ympäristöselvitykset

Työtä rajoittavat usein ympäristön rajoittavat tekijät, jotka tulisi määrittää jo työn suunnitteluvaiheessa. Selvityksen perusteella laaditaan alueelle ympäristöselvitys, joka ulottuu 50-2000 metrin etäisyydellä louhintatyöstä. Alueen laajuus riippuu louhintakohteen suuruudesta ja ympäristöstä. Paalutustyössä alue on yleensä 50-150 metrin säde työmaasta. (Kalliotekniikka 2010)

Selvityksessä tulisi huomioida ainakin seuraavat asiat:

- kiinteistöt ja rakenteet
 - kiinteistön osoite ja omistaja
 - kiinteistön käyttötarkoitus
 - rakentamisvuosi
 - rakennusten perustamistapa
 - kantavat rakenteet
 - mahdolliset erityisen herkätkä rakennusmateriaalit ja -materiaalit
- tärinäherkät laitteet, kuten esim.
 - ATK-laitteet
 - laboratoriolaitteet
 - sairaalalaitteet
 - muuntamolaitteet

- painokonelaitteet
- laitteet, joiden toimintaa pöly, melu ja värinä voivat kohtuuttomasti häiritä tai aiheuttaa toimintahäiriöitä

(Kalliotekniikka 2010)

Näiden tietojen pohjalta laaditaan riskianalyysi. Riskianalyysin perusteella määritetään toimenpiteet, joilla minimoidaan häiriö- ja riskitekijät sekä estetään vahinkojen syntyminen.

Näitä toimenpiteitä ovat:

- rakenteille ja laitteille määritellään värinän vahinkotasoarvot, joita ei saa ylittää
- enimmäismelurajojen määrittäminen desibeleinä sellaiselle toiminnalle, jolle melu aiheuttaa erityistä häiriöitä. Melun rajoittaminen voidaan toteuttaa kompressoreiden ja porakoneiden äänenvaimentimilla ja/tai sopivasti sijoitetuilla ääntä vaimentavilla suojaosilla.
- kiven heiton ja sinkoutumisen vaaran pienentämiseksi vaikeissa räjäytysolosuhteissa normaalin huolellisen kenttien peittämistyön lisäksi ikkunoiden suojaaminen levyillä
- värinäherkkien laitteiden suojaus- ja vaimennuskohteiden ja muiden toimenpiteiden määrittäminen
- kohteiden, joihin on ennakkoon ilmoitettava räjäytysajankohdat, määrittely
- kohteiden, joissa tulee suorittaa rakenteiden ennako- ja jälkikatselmukset, määrittely
- selvitysten perusteella saaduista tiedoista ja niiden perusteella määritetyistä raja-arvoista laaditaan erillinen kirjallinen liite, ”riskianalyysi”, johon sisältyy karttaselvitys kohteista ja kiinteistö- sekä värinäherkkien laitteiden luettelot
- tiedoista ja raja-arvoista, jotka ovat määritetty selvitysten perusteella, laaditaan erillinen kirjallinen liite, joka sisältää karttaselvityksen kohteista ja luettelot kiinteistöistä sekä värinäherkistä laitteista.

- pölynsuojaustapojen määrittely, kuten porakoneiden pölynkeräyslaitteet, sekä ajotien pölynsidonta esim. veden avulla

Edellä mainittujen tekijöiden huomioiminen jo työn suunnitteluvaiheessa rakennuttajan toimesta antaa hyvät edellytykset louhintatyön suoritukselle ja valvonnalle asetusten ja järjestysohjeiden mukaisesti. (Kalliotekniikka 2010)

Kaikilla rakennuttajilla ei kuitenkaan ole henkilökuntaa, jonka koulutus ja kokemus edellyttäisivät ympäristötekijöiden asianmukaista analysointia ja raja-arvojen määrittämistä, jotta räjäytystyölle asetettavat vaatimukset olisivat työn luonteeseen ja suoritukseen suhteutettuja ottaen myös louhintatyön kustannusvaikutukset huomioon. Tämän johdosta näissä tehtävissä usein käytetään alaan perehtynyttä asiantuntijakonsulttia. Näin asetetut vaatimukset ja rajoitukset on suhteutettu oikein louhintatyön suoritukseen ja kustannuksiin sekä asetusten ja järjestysohjeiden asettamiin vaatimuksiin. (Kalliotekniikka 2010)

3.6.3 Kiinteistökatselmukset

Räjäytys-, paalutus-, tärytys- ja kaivuutöitä sekä roudan kiilaamista suorittaessa on työsuorituksen edellytyksenä asiantunteva ja huolellinen rakennetarkastus, jossa katselmoidaan ennalta ympäristössä sijaitsevat rakenteet ja kiinteistöt.

Alueilla, joilla on suoritettu erittäin harvoin räjäytystöitä tai joilla räjäytystyöt kestävät pitkään, on tarkastusaluetta laajennettava, koska ihmisten herkkä värinäntuntemus voi aiheuttaa vahinkovaaran tuntemusta normaalia laajemmalla alueella. Tämä koskee myös alueita, joissa rakenteita on perustettu maavaraisesti. Katselmusalue saattaa laajimmillaan olla jopa 1000-2000 metriä. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi massiiviset kiviaineslouhinta-alueet, jossa samassa räjäytyskentässä on jopa useita tuhansia kiloja räjähdysainetta. Katselmusten tarkoituksena on selvittää räjäytystöistä ja muista värinää

aiheuttavista töistä johtuvat todelliset vahingot rakenteille. (Kalliotekniikka 2010)

Katselmus sisältää työkohteesta ja rakenteiden sekä perustamistavan laadusta riippuen seuraavat toimenpiteet:

Laaditaan kirjallinen pöytäkirja rakenteiden kunnosta, johon sisältyy:

- tarkastusalueen laajuus määritellään tapauskohtaisesti, mutta peruslähtökohtana on, että asutuskeskuksessa tapahtuvassa louhinnassa tarkastusalue on noin 50-100 m ja paalutus-, tiivistys- ja muissa vastaavissa töissä 30-50 m.
- rakenteissa olevien halkeamien luokittelu ja mitoitus.
- tarkastusta täydennetään piirroksin, valokuvin ja videoimalla.
- rakenteiden halkeamien osalle asennetaan esim. kipsisiltoja tai paperiteippiä sekä mittamerkkejä. Tehdään kuitenkin harvoin.
- suoritetaan rakenteiden korkeusaseman ja vinouksien mittaukset maavaraisten rakenteiden osalta. Kuuluu yleensä erilliselle mittausyritykselle.

(Kalliotekniikka 2010)

Tarkastusmenetelmiä yhdistellään olosuhteiden mukaan siten, että tarkastus antaa luotettavan kuvan myöhempää, työsuorituksen jälkeen tapahtuvaa lopputarkastusta varten. (Kalliotekniikka 2010)

Tärinää aiheuttavan työn jälkeen suoritetaan loppukatselmus, jossa verrataan alkutarkastuksen tilannetta senhetkiseen tilanteeseen ja kirjataan ylös tärinän mahdollisesti aiheuttamat vauriot ja muutokset. Tärinän aiheuttamat muutokset rakenteissa on erotettava normaaleista rakennusmateriaalien elämisilmiöiden aiheuttamista muutoksista, joita aina myös tapahtuu ilmasto-olosuhteiden vaikutuksesta. Katselmuspöytäkirjojen perusteella voidaan todeta tärinän

mahdollisesti aiheuttamat vahingot. Pöytäkirjojen perusteella voidaan hakea korvausta aiheutuneille vahingoille. (Kalliotekniikka 2010)

3.6.4 Tärinämittaukset

Tärinää mitataan yleensä sen takia, että välttyttäisiin räjäytysten aiheuttamilta vahingoilta ja että tärinäarvot saataisiin pysymään vahinkorajojen alapuolella. Poraus-, panostus ja sytytys suunnitelmien laadinnassa voidaan myös hyödyntää mittaustuloksia. Tärinää valvottaessa käytetään mittauslaitteita, jotka rekisteröivät suoraan määrättyjä tärinän eri suureita, joita ovat:

- V = tärinän heilahdusnopeus (mm/s)
- A = tärinän amplitudi (mm tai $m=1/1000$ mm)
- a = tärinän kiihtyvyys (g tai m/s^2)
- f = tärinän ominaistajuus (Hz)

Mittaus tapahtuu kolmikomponenttimittarein, jotka mittaavat jokaisesta mittauskomponentista (pysty-, vaaka- ja poikittaiskomponentit) em. suureita sekä piirtää mittauskäyrän tärinästä. Tarvittaessa voidaan mitata myös myös räjäytyksen aiheuttamaa ilmanpaineaaltoa (Pa) tai räjäytysmelua (dB). (Kalliotekniikka 2010)

Seurattavan suureen valinta riippuu mittauskohteelle asetetuista raja-arvoista. Heilahdusnopeutta mitataan yleensä rakenteista ja kiihtyvyyttä tai ominaistajuutta herkistä laitteista. Raja-arvot voivat määräytyä laitevalmistajan asettamien vaatimusten tai sosiaali- ja terveysministeriön asettamien räjäytysalan normien mukaan. (Kalliotekniikka 2010)

Mittauspisteet pyritään valitsemaan siten, että mitatut arvot kuvaisivat mahdollisimman hyvin mittauskohteen, kuten rakennuksen tärinää. Mittapisteen etäisyys räjäytyspaikassa tulisi olla vähintään 10 metriä. Mittauspisteet merkitään karttaan ja ne numeroidaan. Mittareita siirretään tarvittaessa louhinnan edistymisen mukaan. Tärinämittaustulokset luetaan jokaisen

räjätysten jälkeen tai tasaisin väliajoin ja tulokset kirjataan laadittuun poraus-, panostus- ja sytytyskaavioon ja/tai räjäytyspäiväkirjaan. Mitatut arvot ilmoitetaan välittömästi poraus-, panostus- ja sytytystyöstä vastaavalle henkilölle, jonka tehtävänä on mitoitaa seuraavat räjäytyskentät saatujen tärinäarvojen ja käytetyn panostus- ja sytytystavan perusteella. Tuloksista laaditaan kirjallinen raportti työmaakokouksiin. (Kalliotekniikka 2010)

Alle 10 metrin etäisyydellä rakenteista louhittaessa työn suoritustapaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Räjäytysuunnitelma laaditaan kokemukseen perustuen, jotta louhinta voidaan suorittaa rakenteita vahingoittamatta. Mitatut arvot ovat alle 10 metrin etäisyydellä louhittaessa usein heilahdusnopeudeltaan yli 100 mm/s, mutta tärinä kohdistuu rakenteisiin vain paikallisesti eikä näin vaikuta koko rakennuksen kestävyyskseen. (Kalliotekniikka 2010)

Paalutus-, tärytiivistys-, liikenne-, kone- ja muissa vastaavissa töissä mittaus pystytään tekemään samalla mittauskalustolla kuin louhinnassa. Suuria tuloksia saadessa esimerkiksi lyöntipaalutuksessa voidaan pienentää pudotettavan paalutusjärkäleen pudotuskorkeutta tai painoa. (Kalliotekniikka 2010)

3.6.5 Tärinävaimennukset

Tärinäherkät laitteet, kuten tietokoneet, rajoittavat voimakkaasti räjäytystyön suoritusta. Räjäytystöiden suorittaminen ilman suojaustoimenpiteitä ei olisi enää riskitöntä tai taloudellisesti kannattavaa, koska laitevalmistajien asettamat tärinäraja-arvot ovat usein niin matalia. Tämän vuoksi ennen töiden aloittamista tärinäherkät laitteet tulisi eristää. Vaimennusmateriaalina käytetään esimerkiksi tarkoitusta varten valmistettuja ja testattuja kumeja, jotka asennetaan tason ja eristettävän laitteen väliin. Materiaalin valintaan vaikuttavat vaimennettavan tärinän suuruusluokka, laatu sekä laitteen paino. (Kalliotekniikka 2010)

Asianmukaisesti ja oikein perustein suoritettu tärinävaimennus alentaa laitteisiin kohdistuvia kiihtyvyyden arvoja noin 85-90 %. Näin louhintatyö voidaan

suorittaa riskittömästi ja taloudellisesti laitteille sekä rakenteille sallittuja tärinäraja-arvoja noudattaen. (Kalliotekniikka 2010)

Noin 50-100 metrin etäisyydellä louhintakohteen ympäristössä olevat tärinäherkät laitteet tulee ehdottomasti selvittää ennakkoon ja niille on tehtävä sopivassa laajuudessa tärinäeristys. Tärinäeristystä laiminlyöessä räjäytystyön aiheuttamat vahingot ja niistä johtuvat korvausvelvollisuudet voivat nousta huomattavasti, esimerkiksi tuotannon keskeytymisen vuoksi tehtaalla. (Kalliotekniikka 2010)

4 Johtopäätökset

Vaativissa kohteissa tärinä huomioidaan yleensä melko hyvin. Tämä johtunee siitä, että suurien hankkeiden rakennuttajilta löytyy riittävää kokemusta ja tietämystä riskien huomioimisesta. Pienemmissä hankkeissa rakennuttajien tiedot ja kokemukset tärinästä eivät ole useinkaan riittävät, joten jonkinlainen lainsäädäntö riskien arvioimisesta voisi auttaa. Pienissä hankkeissa riskejä vähätellään, eikä tiedetä mihin niiden huomioimatta jättäminen voi pahimmassa tapauksessa johtaa.

Suomen lainsäädäntö ja määräykset ovat mielestäni vajaavaiset tärinän kannalta. Varsinkin vastuun jakautuminen on hyvin tapauskohtaista ja epäselvää. Tulisi pyrkiä johonkin yhtenäiseen käytäntöön, esim. urakoitsijan vastuun rajautumiseen riskianalyysissä määritettyihin raja-arvoihin. Raja-arvot alittavalla tärinällä mahdollisten vahinkojen korvausvastuu olisi rakennuttajalla.

Katselmuksien ja tärinämittausten teettämiseen olisi myös saatava yhtenäinen käytäntö. Varsinkin pienemmissä hankkeissa oletetaan katselmuksia tekevän yrityksen pystyvän tekemään katselmuksia päivän varoitusajalla. Se ei useinkaan ole mahdollista jo aikaisemmin sovittujen katselmuksien takia, ja

koska katselmuksia pitää sopia kiinteistönomistajien kanssa eikä heille välttämättä sovi haluttu ajankohta.

Katselmuksien tekotavan pitäisi olla samantyyppinen kaikilla. Alalle on tullut toimijoita, joiden katselmusmenetelmät ovat hyvin kyseenalaisia. Tällaisia menetelmiä ovat esimerkiksi katselmuksen sopimisen laiminlyöminen, joten kiinteistöön ei välttämättä päästä lainkaan sisään sekä nopea videokuvaukset kohteesta, jolloin vaurioiden aikaisempi olemassaolo voi olla vaikeasti todettavissa. Tällaisilla menetelmillä saadaan hinnat alas, mutta riitatilanteissa on koettu ongelmia. Samanlaisilla menetelmillä saataisiin tervettä kilpailua siten, ettei katselmuksien laatu kärsi.

5 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli selvittää rakennushankkeesta aiheutuvan tärinän huomioimista eri toimijoiden kannalta ja sen on tarkoitus palvella kaikkia hankkeen osapuolia. Tietoja työhön haettiin alan kirjallisuudesta ja haastatteluista.

Tärinä

Tärinää syntyy maaperään, kun maata käsitellään dynaamisesti. Tärinän suuruus riippuu pääosin maahan viedyn energian määrästä ja maaperän ominaisuuksista. Tärinää aiheuttavia töitä ovat muun muassa louhinta, paalutus, maankaivu, pointitus ja tiivistys sekä raskaiden ajoneuvojen liike. Tärinän luonne vaihtelee tehdyn työn mukaan. Louhinnasta aiheutuu yleisesti suurimmat tärinät.

Räjäytys synnyttää maaperään aaltoliikkeitä ja niiden yhteivaikutus näkyy tärinämittausanturissa. Näitä aaltoja ovat muun muassa paine-, shokki-, kimmo- ja runkoaalto. Räjäytyksessä syntyvän tärinän taajuus on normaalisti suuri. Muita vaaratekijöitä räjäytyksessä ovat paineaalto ja sirpalevaara.

Paalutusmenetelmistä paalun lyönti aiheuttaa suurimmat tärinät. Suurin tärinä syntyy paalun kärjestä, mutta tiiviissä maassa myös paalun sivuvastus voi

auheuttaa tärinää. Muiden asennusmenetelmien tärinävaikutukset ovat yleensä vähäisiä.

Toimijat

Työssä otettiin huomioon hankkeen toimijoista rakennuttaja, urakoitsija, suunnittelija, konsultti, viranomaiset ja vakuutusyhtiö. Jokaisen toimijan kohdalla mietittiin, miten työstä aiheutuva tärinä tulisi ottaa huomioon. Näin saadaan riskit minimoitua ja välttämään vakavilta haitoilta.

Rakennuttajan tärkeimpiin tehtäviin kuuluvat urakoitsijan valitseminen, ja ympäristöselvityksen teettäminen. Oikeilla urakoitsijavalinnoilla rakennuttaja saa ammattitaitoisen ja taloudellisen toteutuksen hankkeelle. Ympäristöselvitykseen on tarkoitus koota ja arvioida ympäristössä olevat riskitekijät, jotta riskeihin pystytään ennalta varautumaan. Ympäristöselvityksen voi tarvittaessa teettää asiantuntijakonsultilla.

Suunnittelija huomioi tärinän yleensä ympäristöselvityksen pohjalta ja voi tarvittaessa määrätä työmenetelmiä, jotta työ saadaan tehtyä vaadituissa puitteissa.

Urakoitsijan huomioihin kuuluvat erilaiset ilmoitukset ja suunnitelmat sekä vähemmän tärinää aiheuttavat työmenetelmät. Ilmoituksia ja huomioita ovat muun muassa ilmoitus poliisiviranomaisille, yleissuunnitelma, poistumis- ja pelastautumissuunnitelma, turvallisuutta ja terveyttä koskeva asiakirja sekä räjäytyssuunnitelma. Tärinän vaikutuksia voidaan pienentää erilaisilla työmenetelmillä. Nämä vaikuttavat muun muassa tärinän suuruuteen, tärinän leviämiseen ja tärinän kohteeseen.

Viranomaisten tehtäviin kuuluvat lakien ja määräysten noudattamisen valvominen. Vakuutusyhtiö vakuuttaa toimijoita tarvittavilla vakuutuksilla, joita ovat muun muassa vuosivakuutukset, kohdekohtaiset vakuutukset ja toiminnanvastuuvakuutukset.

Konsultti tarjoaa asiantuntijapalveluja tarvittaessa hankkeen kaikille osapuolille. Riskien arviointi, tärinämittaukset ja –vaimennukset sekä asiantuntijalausunnot

kuuluvat konsultin toimenkuvaan. Kiinteistökatselmukset ja ympäristöselvitykset ovat myös yleisesti osa konsultin toimenkuvaa.

Jokaiselle toimijalle kuuluu vastuita ja velvollisuuksia tärinää aiheuttavan hankkeen läpiviemisessä. Toimimalla järkevästi saadaan hankkeet saatettua loppuun turvallisesti ja taloudellisesti aiheuttamatta turhaa haittaa ympäristöön.

LÄHTEET

Helsingin Ympäristökeskus. 2009. Tilapäisen melun ja tärinän torjunta. Viitattu 30.4.2010 <http://www.hel.fi/ymk> >Yritykset, toiminnanharjoittajat > Ympäristönsuojelu- määräykset > Tilapäisen melun ja tärinän torjunta

Infra ry. 2007. Käytännön ohjeita pientalorakentamisen louhintatöihin. Lahti.

Jokinen, K. OP-Pohjola. Haastattelu 15.4.2010

Kalliosuunnittelu Oy Rockplan Ltd. Haastattelu 15.4.2010 ja 22.4.2010

Kalliotekniikka Consulting Engineers Oy. Haastattelu 15.4.2010 ja 22.4.2010

Kalliotekniikka Consulting Engineers Oy. 2010 Viitattu 10.4.2010 <http://www.kalliotekniikka.com>

Koskenjalka. 2010. Pontti. Viitattu 14.6.2010 <http://www.koskenjalka.com/pontti.jpg>

Pöllä, J.; Kärnä, T.; Vuolio, R.; Paavola, P.; Räsänen, H. 1996. Kalliorakentaminen 2000Teknologiahanke. Tutkimusraportti. Espoo.

Rakennusalan työturvallisuuskansio. 2010. Suomen Rakennusmedia Oy

Rakentaja.fi. 2010. Ruukki-teräspaaluperustus. Viitattu 14.6.2010 <http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/suorakanava/tvtulostus.asp?id=310>

Rakentamisen aiheuttamat tärinät, lausuntoversio 3.8.2009 Liite 6. Ilmanpaineaalto ja runkomelu www.ril.fi/web/files/t_liite_6.pdf

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. 2010. RIL 253-2010.

Suomen Rakennusmedia Oy ja Rakennustietosäätiö RTS. 2010. Rakennusalan turvallisuuskansio > 10.3 Räjätystyön suunnitelmat.

Työministeriö. 1993. Turvallisuusmääräykset 16:0. Räjätystysalan normeja. Tampere.

Vuolio, R. 1991. Räjätystyöt. 3. uudistettu ja laajennettu painos. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy

Vuolio, R. 2001. Räjätystysopas. 2.laajennettu painos. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy

Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86 60 §

LIITELUETTELO

Liite 1. Räjätys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma. Infra ry

RÄJÄYTYS- JA LOUHINTATYÖN TURVALLISUUSUUNNITELMA



Turvallisuussuunnitelma sisältää seuraavien työsuunnitelmien tiedot:

YLEISSUUNNITELMA
POISTUMIS- JA PELASTAUTUMISESUUNNITELMA
TURVALLISUUTTA JA TERVEYTTÄ KOSKEVA ASIAKIRJA
TURVALLISUUTTA KOSKEVAT OHJEET

RäjJo (VNP 410/86 = Valtioneuvoston päätös räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeista)
RTA (VNA 205/09 = Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta)

Asiakirja on laadittava ennen työn aloittamista. Siitä on tiedotettava työntekijöille ja aliurakoitsijoille ja pidettävä ajan tasalla sekä täydennettävä, jos työmaalla tehdään olennaisia muutoksia tai laajennuksia.

TYÖNTILAAJA	TYÖNSUORITTAJA, Yritys <input type="checkbox"/> Työnsuorittaja <input type="checkbox"/>
Työmaan nimi ja yhteystiedot	Puhelin ja faksi
TYÖMAAN ORGANISAATIO, VASTUUHENKILÖT JA TEHTÄVÄT	
Työsuojelupäällikkö	
Työsuojeluvaltuutettu	
Räjäytystyön johtaja	
Porari	
Panostaja	
Aliurakoitsijat, suoritusvelvollisuudet, työntekijävahvuus	
TYÖMAAN YLEISKUVAUS	
Yleiskuvaus rakennuskohteesta, sen sijainnista ja louhittavista määristä	
Työmaan järjestelypiirros, liikenne- ja kulkutiet sekä varmistusmiesten sijainnit (liite nro 1)	
Aikataulu, työ alkaa / työ loppuu	
Päivittäinen työaika ja räjäytysajat	
Ympäristössä sijaitsevat, varottavat laitteet ja kohteet	
Tarvittavat luvat ja ilmoitukset	
RAKENNUTTAJAN TURVALLISUUSUUNNITELMA (RTA 8 §)	
Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>	

MUISSA ASIAKIRJOISSA ILMENEVÄT TURVALLISUUSTIEDOT (RTA 8 §)
Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
YMPÄRISTÖN HUOMIOONOTTAMINEN
Riskianalyysi; rakennuttaja tehnyt Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
Asutus, liikenne
Katselmukset
Herkkien laitteiden varmistaminen
Kiven sinkoutumisen aiheuttaman vaaran eliminointi
Tärinämittaukset
Ympäristön informointi (kirjeet, varoitustaulut)
Melun torjunta
Pölyn torjunta
Savukaasujen torjunta
LOUHINTA- JA RÄJÄYTYSTYÖN ENNAKKOSUUNNITELU
Maakerrosten ja kallion laatu, esitutkinta Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
Ennakoarvioitu pengerkorkeus ja kenttäkoko eri etäisyyksillä rakennuksista
Porausreikien koot
Porauskalusto
Räjähteet, asuttu alue
Räjähteet, ei asuttu alue
Vaarallinen alue
Peittäminen (RäJJo 49 §)
KENTTÄKOHTAINEN RÄJÄYTYSSUUNNITELMA TEHDÄÄN JOKAISESTA RÄJÄYTYKSESTÄ ERIKSEEN (Suunnitelmien esitystapa)
VAROITTAMINEN JA VARMISTUSTOIMENPITEET
Varmistuspäälliköt, heidän sijaintinsa ja tehtävät

Äänimerkit
Räjähteiden siirto
SÄHKÖISTYS- JA VALAISTUSSUUNNITELMA / TUULETUSSUUNNITELMA
Esitetään tarvittaessa
POISTUMIS- JA PELASTAUTUMISSUUNNITELMA
Hälytys- ja ensiapuhelimet
Ensiaputarvikkeet ja -henkilökunta
Kulku- ja pelastautumistiet
Harjoitus Tarvitaan <input type="checkbox"/> Ei tarvita <input type="checkbox"/>
Ohjeet toiminnasta onnettomuuden sattuessa
RÄJÄHDYSTARVIKKEIDEN SÄILYTYS, VARASTOINTI JA KULJETUS
Varastosuoja
Työmaavarasto
Tehtaan kuljetus
Oma kuljetus ja kuljetusluvut
VALVONTA JA YHTEYDENPITO TYOMAALLA
Työtä johtavan tai valvovan henkilön käynnit
Näkö- tai kuuloyhteyden järjestäminen
KAIVANTOJEN TUENTA
Sortumavaara ja maamassojen vakavuus, kaivu- ja tuentasuunnitelma (RTA 33 § ja 34 §)
Lujitus

KONEIDEN JA LAITTEIDEN KÄYTTÖ	
Kirjalliset ohjeet koneiden käytöstä (RäJJo 9b §)	
Käyttöönottotarkastus (RäJJo 90 §)	
Kunnossapitotarkastus (RäJJo 91 §)	
Tarkastuksen suorittaminen (RäJJo 92 §)	
ERIKSEEN HUOMIOONOTETTAVAT TURVALLISUUTTA VAARANTAVAT TYÖVAIHEET	
(Nosto-, purku-, teline-, liikenne-, putoamisvaara- yms. työt RTA 10 §)	
TYÖMAAN LOPETTAMISEEN LIITTYVÄT TOIMENPITEET	
(Jatkorakentamisen aikataulu, kohteen suojaaminen yms.)	
TYÖNTEKIJÖIDEN PEREHDYTTÄMINEN JA TIEDOTUS TYÖNTEKIJÖILLE SEKÄ ALIURAKOITSIJOLLE SEKÄ PÄIVÄMÄÄRÄT	
TYÖTERVEYSHUOLTO	
Järjestetty <input type="checkbox"/> Ei järjestetty <input type="checkbox"/>	
MUITA HUOMAUTUKSIA	
PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUS	
. .20	Nimenselvennys