

## Louhintatyöt rautatien läheisyydessä





Ratahallintokeskuksen  
julkaisuja B 19

## Louhintatyöt rautatien läheisyydessä

Helsinki 2007

**Ratahallintokeskus**

Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 19

ISBN 978-952-445-209-0 (nid.)

ISBN 978-952-445-210-6 (pdf)

ISSN 1455-1204

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Timo Cronvall

Paino: VR Kirjapaino, Hyvinkää

Julkaisu pdf-muodossa: [www.rhk.fi](http://www.rhk.fi)

Julkaisun myynti: VR Kirjapaino, PL 48, 05821 Hyvinkää,

[vrkirjapaino.hyvinkaa@vr.fi](mailto:vrkirjapaino.hyvinkaa@vr.fi), puh. 0307 25 874

Helsinki 2007



10.12.2007

## LOUHINTATYÖT RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ

Ratahallintokeskus on hyväksynyt Louhintatyöt rautatien läheisyydessä -ohjeen.

Voimassa 27.12.2007 lukien.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Teknisen yksikön päällikkö

Matti Levomäki

## ESIPUHE

RHK:lle tulee vuosittain useita radan lähistöllä tehtäviin louhintatöihin liittyviä yhteydenottoja. Koska rautatien läheisyydessä tehtäviin louhintatöihin liittyviä rakennushankkeen eri osapuolien tehtäviä tai työn riskejä ei ole louhintatöitä koskevissa yleisissä määräyksissä ohjeistettu riittävällä tarkkuudella, on näihin töihin rautatiealueella ja rautatien läheisyydessä liittyviä käytäntöjä ja toimenpidesuosituksia ohjeistettu tässä julkaisussa.

Rataverkolla on runsaasti teknisiä laitteita, joiden huomioon ottamista louhintatöiden riskianalysiprosesseissa ei ole ohjeistettu. Myös rataverkolla esiintyvät rakenteet ja tekniset laitteet ovat viime aikoina kehittyneet huomattavasti ja niiden lähistöllä tehtäviin louhintatöihin liittyvä aiempi louhintatärinöitä käsittelevä ohje "Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla" (VR Ratayksikkö/Georyhmä, 8.12.1994) on näiltä osin sisällöltään vanhentunut. Lisäksi kyseinen ohje ei suoraan palvele louhintatöitä valmistelevia rakennuttajia ja urakoitsijoita, joille sähköistetyn rataympäristön ja junaliikenteen aiheuttamat rajoitukset saattavat olla vieraita.

Tämän ohje on tarkoitettu apuvälineeksi rakennuttajille ja urakoitsijoille, jotka ovat teettämässä tai tekemässä räjäytys- ja louhintatöitä rautatiealueella tai sen läheisyydessä.

Ohje jakautuu kahteen osaan. Varsinaisessa ohjetekstissä esitetään lyhyesti varottavat rakenteet ja laitteet sekä käydään läpi louhintatöihin liittyvät menettelytavat sekä rautatiealueella että rautatien läheisyydessä. Ohjeen liiteosassa on esitetty esimerkkilomakkeet riskienarviointiin ja Infra ry:n laatima louhintatöiden turvallisuus-suunnitelman lomake sekä koottu ohjeita sallittujen tärinöiden arviointiin erilaisille rataverkolla esiintyville rakenteille ja laitteille.

Tässä ohjeessa esitetään reunaehtoja louhintatöiden riskien ja vaikutusten arvioinnista rataverkon rakenteille ja laitteille sekä annetaan ohjeita junaliikenteen turvallisuuden arviointiin ja huomioimiseen. Ohjeessa esitetään menettelytapasuosituksia, joita noudattamalla rautatien läheisyydessä tehtävät louhintatyöt saadaan tehtyä turvallisesti.

Ohje on laadittu Ratahallintokeskuksen tilaamana. Ohjeen on koonnut Timo Cronvall Oy VR-Rata Ab:stä. Työryhmässä ovat olleet mukana Harri Holmberg, Esko Kaijansinkko, Jussi Kosenius ja Risto Parkkila Oy VR-Rata Ab:stä sekä Jari Honkanen ja Jukka Christersson Finnrock Oy:stä. Työn ohjauksesta ovat vastanneet Matti Levomäki ja Simo Sauni Ratahallintokeskuksesta.

Helsingissä, joulukuussa 2007

Ratahallintokeskus  
Rataverkko-osasto

## SISÄLTÖ

1	LOUHINTATÖIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ .....	3
1.1	Yleistä .....	3
1.2	Määritelmiä .....	4
1.3	Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet .....	6
1.4	Louhintatöihin liittyvät muut työvaiheet ja niiden riskit rautatiealueella .....	7
2	LOUHINTATÖIDEN LUVANVARAISUUS .....	8
2.1	Louhintatyöt rautatiealueella .....	8
2.1.1	Louhintatyöt Ratahallintokeskuksen tilaamien töiden yhteydessä .....	8
2.1.2	Louhintatyöt muun rakennuttajan tilaamien töiden yhteydessä .....	8
2.2	Louhintatyöt rautatiealueen läheisyydessä .....	11
2.2.1	Yleistä .....	11
2.2.2	Riskienarviointi .....	11
2.2.3	Yhteydenotto Ratahallintokeskukseen, ohjeet .....	13
	VIITELUETTELO .....	14

**LIITELUETTELO**

- Liite 1 Radan rakenteiden ja laitteiden tarkistuslista louhintatyön riskiarviointia varten
- Liite 2 Sallitun panosmäärän laskeminen eri etäisyyksillä
- Liite 3 Rautatien rakenteet, laitteet ja toiminnot huomioiva räjäytystärinän ohje-arvo- ja seurantakäytäntö
- Liite 4 Räjäytys- ja louhintatöiden turvallisuussuunnitelma, Infra ry:n mallilomake
- Liite 5 Menettelytapaohjeita louhintatyön suunnitteluun rautatien läheisyydessä
- Liite 6 Rautatien rakenteiden ja laitteiden vaurioherkkyyden arviointi riskianalyysin yhteydessä
- Liite 7 Esimerkkejä erilaisiin louhintakohteisiin liittyvistä toimenpiteistä rautatiealueella
- Liite 8 Aukean tilan ulottuma (ATU)



# 1 LOUHINTATÖIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ

## 1.1 Yleistä

Keskeinen turvallisuusperiaate louhintatöiden suunnittelussa ja toteuttamisessa rautatiealueella tai sen läheisyydessä on, etteivät louhintatyöt aiheuta vaaraa ja häiriöitä junaliikenteelle tai vahingoita radan rakenteita ja laitteita.

Tässä annetut ohjeet käsittelevät rautatiealueella tai rautatien läheisyydessä suoritettaviin louhintatöihin liittyviä toimia, jotka ovat tarpeen sekä junaliikenteen että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi louhintatöiden aiheuttamilta vaurioilta. Ohjeessa annetaan menettelytapaohteita sekä junaliikenteen turvallisuuden ja häiriöttömyyden varmistamiseksi että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi.

Rautatiealueella tapahtuvan louhintatyön toteuttamiseen antaa Ratahallintokeskus yksityiskohtaisia kohdekohtaisia turvallisuusohjeita, jotka täydentävät tätä ohjetta. Yksityiskohtaisia turvallisuusohjeita annetaan toimeksiannon yhteydessä turvallisuusasiakirjassa ja menettelyohjeessa. Luvanvaraisissa töissä louhintatöihin liittyviä yksityiskohtaisia turvallisuusohjeita annetaan lupaan liitetyissä lupaehdoissa.

Rautatiealueen läheisyydessä tapahtuvassa louhintatöissä on hyvä noudattaa tässä ohjeessa annettuja turvallisuuskäytäntöjä ja -menettelyjä. Ratahallintokeskukselta saa myös kohdekohtaisia neuvoja junaliikenteen turvallisuuden ja häiriöttömyyden varmistamiseksi sekä radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi louhintatyön aikana.

Tässä ohjeessa käsitellään varsinaisesti vain avolouhintatöitä, mutta radan rakenteiden ja laitteiden herkkyys louhintatöiden aiheuttamille häiriöille on otettava huomioon myös maanalaisissa louhintatöissä rautatien läheisyydessä.

Rautatiealueella liikkuminen ja työskentely ilman lupaa on aina kielletty. Louhintatyöt rautatiealueella vaativat aina Ratahallintokeskuksen luvan.

Urakkasopimus Ratahallintokeskuksen kanssa sisältää luvan tehdä myös urakkaan kuuluvia louhintatöitä sopimusehtojen mukaisesti. Tämä ei vapauta rakennuttajaa tai urakoitsijaa yleisten määräysten ja ohjeiden noudattamisvelvollisuudesta. Samaten vastuun määrittelyt mahdollisten louhintatyön aiheuttamien vaurioiden osalta ovat voimassa räjäytys- ja louhintatöihin liittyvän lainsäädännön mukaisesti /1/, /2/, /3/.

Jos rautatiealueella tehtävä työ ei ole Ratahallintokeskuksen tilaamaa työtä, louhintatöihin on haettava Ratahallintokeskukselta kirjallinen lupa.

Varsinaisessa ohjetekstissä on esitetty menettelytapaohteet yhteistoiminnasta Ratahallintokeskuksen kanssa sekä reunaehdot, joiden mukaisesti RHK myöntää louhintalupia.

Liitteessä 1 on esitetty mallipohja rautatiehen liittyvien rakenteiden ja laitteiden tarkistuslistasta louhintatyön riskianalyysin yhteydessä käytettäväksi. Liitteessä 2 on esitetty sallitun panosmäärän laskeminen eri etäisyyksillä; liitteessä 3 on esitetty menettelyohjeet sallittujen tärinöiden arvioimisessa rautatieympäristössä. Liitteessä 4 on esimerkki räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelmaa varten luodusta lomakkeesta (Infra ry), liitteessä 5 esitetään menettelytapaohjeita louhintatyön suunnitteluun ja liitteessä 6 rakenteiden ja laitteiden vaurioherkkyyden arviointiin. Liitteessä 7 on esitetty esimerkkejä erilaisista louhinnan erityiskohteista rautatiealueella ja liitteessä 8 on määritelty aukean tilan ulottuma (ATU).

## 1.2 Määritelmiä

**Aukean tilan ulottuma (ATU)** on se pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita. Mikäli työssä joudutaan menemään ATUn (liite 7) sisäpuolelle, on noudatettava ns. varausmenettelyä.

**Ennakoilmoitus (ETJ)** on ilmoitus, jolla ilmoitetaan junaliikenteeseen vaikuttavista poikkeuksellisista seikoista. Ennakoilmoitus on tehtävä vähintään kaksi (2) viikkoa ennen työn aloittamista.

**Ennakoilmoitus (Työturvallisuus)** on ilmoitus, joka päätoteuttajan tulee tehdä asianomaiselle työsuojeluviranomaiselle (VNp 1994/629). Velvoite koskee työmaita, jotka on tarkoitettu kestämaan kauemmin kuin kuukauden ja joilla itsenäiset työsuorittajat mukaan lukien työskentelee yhteensä vähintään 10 työntekijää.

**Jännitekatko** tarkoittaa sähkölaitteiston tietyn osan tekemistä jännitteettömäksi. Jännitekatkopyyntö on tehtävä vähintään kaksi (2) viikkoa ennen työn aloittamista.

**Jännitteisellä rakenteella** tarkoitetaan kaikkia ratajohtoon kuuluvia johtimia ja niihin liittyviä rakenteita (kääntöorret ja eristimet), ellei kyseistä ratajohtoa ole erotettu jännitteestä ja työmaadoitettu.

**Liikennepaikka** on RHK:n rataverkolle määräämä rautatieliikennepaikka.

**Liikenteenohjauksella** tarkoitetaan rautateiden käyttämien kulkuteiden turvaamista. Liikenteenohjaus käsittää kulkuteiden turvaamisen lisäksi junaturvallisuusilmoitusten sekä junaliikenteessä tarvittavien lupien antamista. Liikenteenohjaukseen sisältyy myös raidevarausten toteuttaminen sekä aloituslupien antaminen rautateillä tehtävään työhön. Liikenteenohjauksesta vastaa kauko-ohjaaja tai junasuorittaja.

**Momentaanisella panostuksella** tarkoitetaan louhintaräjäytyksessä samaan aikaan (samalla nallinumerolla) räjähtävää räjähdysainemäärää (kg). Joissakin nallityypeissä voi käyttää reduktiokertoimia (nallien valmistajan ohjeiden mukaisesti).

**Raidevarauksella** tarkoitetaan tietyn rataosan varaamista työn tekemiseen.

**Rautatiealueella** tarkoitetaan tässä ohjeessa RHK:n hallinnassa olevaa maa-aluetta. Alueen laajuus vaihtelee paikkakohtaisesti ja on aina selvitettävä erikseen.

**Ratajohto** on ajojohtimen ja mahdollisen paluu- tai vastajohtimen sekä kannatusrakenteiden ja varusteiden muodostama johto.

**Ratatekniset ohjeet (RAMO)** on RHK:n laatima ratatekniikkaa ja ratateknisiä töitä koskeva kokoelma määräyksiä ja ohjeita.

**Ratatyöilmoitus (RT-ilmoitus)** on ilmoitus ratatyöstä tai liikenteen rajoitteesta liikenteenohjaukselle.

**RHK**, Ratahallintokeskus.

**Rautatieviraston** keskeisenä tehtävänä on valvoa ja kehittää rautatieturvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta sekä valmistella normeja. Virasto toimii rautatiealan sääntelyelimenä. Virasto on itsenäinen ja riippumaton rataverkon haltijasta ja rautatieliikenteen harjoittajista.

**Turvallisuusasiakirja** on rakennuttajan laatima, rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten tehty asiakirja, jossa esitetään rakennushankkeen vaara- ja haittatekijät sekä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot (Vnp 1994/629 5 \$) /7/.

**Turvallisuussuunnitelma** on päätoteuttajan ennen rakennustöiden alkua laatima työturvallisuutta koskeva suunnitelma, jonka mukaan eri töiden ja työvaiheiden tekeminen sekä ajoitus järjestetään siten, että työt ja työvaiheet voidaan tehdä turvallisesti ja aiheuttamatta vaaraa työmaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville (Vnp 1994/629 7 \$) /7/.

**Työmaasuunnitelma** on päätoteuttajan laatima rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma, joka on esitettävä rakennuttajalle. Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti, tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla (Vnp 1994/629 8 \$) /7/.

**Työmaadoittaminen** tarkoittaa virtapiirin normaalioloissa jännitteisten johtimien maadoittamista ja oikosulkemista työn ajaksi.

**Varaamisella** tarkoitetaan junaliikenteen keskeyttämistä ja tarvittavan alueen luovuttamista muuhun käyttöön. Liikenteenohjaus toteuttaa varaamisen harkintansa mukaan ja antaa luvan työn aloittamiseen.

**Louhintatyön yleissuunnitelma** on VNp 1986/410 mukainen suunnitelma, joka on laadittava louhintatyömaasta.

### 1.3 Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet

Rautatiejärjestelmä on monesta eri osasta muodostuva kokonaisuus, jonka millekään osalle ei saa aiheutua vaurioita louhintatöiden johdosta. Järjestelmä voidaan jakaa seuraaviin osakokonaisuuksiin:

- Infrarakenteet
- Turvalaitteet
- Sähköistyksen rakenteet ja laitteet

Infrarakenteet ovat radan tai rataa ympäröivän maaston tukemiseen ja paikallaan pysymiseen vaikuttavia rakenteita, joiden on kestettävä merkittäviä kuormituksia. Rakenteet voivat olla joko betoni-, teräs- tai kivirakenteisia. Infrarakenteita ovat:

- Yli- ja alikulkusillat
- Tukimuurit
- Rummut
- Paalulaatat
- Paaluhatturakenteet
- Tunnelit
- Kallioleikkaukset
- Maaleikkaukset

Turvalaitteet ovat laitteita, joita käytetään junaliikenteen ohjaamiseen ja hallintaan. Turvalaitteita ovat:

- Opastimet
- Laitekaapit
- Vaihteenkääntölaitteet
- Akselinlaskentalaitteet
- Baliisit
- Asetinlaitteet
- Kaapelit ja kaapelireitit

Sähköistyksen rakenteet ja laitteet muodostavat kokonaisuuden, jonka kautta korkeajännite välitetään rataverkolle. Tällaisia laitteita ovat:

- Muuntajat
- Sähkökeskukset
- Syöttöasemat
- Eristimet
- Vaihteenlämmityslaitteet
- Erottimet
- Pylväät ja portaalit

Rakenteet ja laitteet on perustettu joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Louhintatöiden ja niistä aiheutuvan tärinän aiheuttamaa haittaa arvioitaessa on myös otettava huomioon rakenteiden siirtymä- ja painumaherkkyys.

Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet kestävät junaliikenteen aiheuttamaa **pitkäkestoista tärinää**, joten ne eivät ole erityisen tärinäherkkiä fyysikaalisilta suureiltaan yhtä voimakkailla **lyhytkestoisille tärähdyksille**.

Louhintatärinän lisäksi louhintatöissä vaaraa tai haittaa ympäristölle aiheuttavat myös kivien hallitsematon sinkoutuminen, räjäytyksen aiheuttama ilmanpaine, louhintatyön aikana syntyvä pölypilvi, louheen hallitsematon purkautuminen tai paisuminen ja louhintatyön jäljelle jäävään kalliopintaan aiheuttamat ryöstöt, joita tulee suunnitelmallisesti rajoittaa.

Kivien sinkoutuminen aiheuttaa merkittävän vaaratekijän junaliikenteelle ja radan rakenteille. Kivien sinkoutumisen keskeisenä syynä ovat usein puutteet räjäytettävän kentän peittämisessä. Kivien sinkoutumisriskiä lisäävät myös porausvirheet ja kalliossa porauksen yhteydessä havaitsematta jäänyt poikkeava rakenne, esimerkiksi rakoilu.

#### 1.4 Louhintatöihin liittyvät muut työvaiheet ja niiden riskit rautatiealueella

Myös muut louhintatöihin liittyvät työvaiheet saattavat aiheuttaa vaurio-riskiä rautatiealueella. Tällaisia työvaiheita ovat:

- Maankaivu
- Kalliopinnan puhdistus
- Poraus
- Louheen lastaus
- Louheenajo

Eritystä huomiota on kiinnitettävä massojen siirtoon, johon liittyy yleensä vilkasta kuorma-autoliikennettä työmaalla. Rautatiealueella tulee varoa kaikkia rakenteita ja laitteita, jotta niitä ei vaurioiteta maansiirtokalustolla.

Erityisesti on kiinnitettävä huomiota liikennöintiin tasoristeyksissä, jotka sijaitseva louheen kuljetusreiteillä. Mikäli käytettävä tasoristeys on olosuhteiltaan puutteellinen (esim. näkemät, odotustasanteet), työn suunnittelussa on otettava huomioon jo normaalikäytössä vaarallisen tasoristeyksen aiheuttama riski junaliikenteen turvallisuudelle. Riski moninkertaistuu, kun tasoristeyksessä alkaa liikkua tiheästi raskaita ja hitaita ajoneuvoja.

Louheen kuljetuksessa käytettävän kulkureitin riskit tulee arvioida etukäteen, jos reitti kulkee olemassa olevan tasoristeyksen kautta. Arvioita tietyn tasoristeyksen vaarallisuudesta voi etukäteen tiedustella Ratahallintokeskuksen alueisännöitsijältä.

## 2 LOUHINTATÖIDEN LUVANVARAISUUS

### 2.1 Louhintatyöt rautatiealueella

Rautatiealue on Ratahallintokeskuksen hallinnassa olevaa maata ja louhintatyypisten töiden suorittaminen vaatii Ratahallintokeskuksen työluvan.

Louhintatöiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon RMYTL osassa 6 ja InfraRyl 2006 julkaisuissa esitetyt vaatimukset /5/, /9/

#### 2.1.1 Louhintatyöt Ratahallintokeskuksen tilaamien töiden yhteydessä

Urakkasopimus tai muu vastaava sopimus Ratahallintokeskuksen kanssa sisältää louhintatöiden luvat sopimuksen mukaisin valtuuksin ja velvoittein.

Ratahallintokeskus laatii tilaamiensa töiden osalta turvallisuusasiakirjan ja menettelyohjeet sekä tarvittaessa turvallisuussäännöt. Asiakirjat toimitetaan urakoitsijalle tarjouspyynnön liiteasiakirjana ja liitetään päivitettyinä urakkasopimukseen.

Urakkasopimus RHK:n kanssa ja sen sisältämä louhintalupa ei vapauta louhintaurakoitsijaa velvollisuudesta laatia jäljempänä käsitellyt louhintatyön suorittamista, turvallisuutta ja valvontaa koskevat asiakirjat.

#### 2.1.2 Louhintatyöt muun rakennuttajan tilaamien töiden yhteydessä

Muiden kuin Ratahallintokeskuksen tilaamiin louhintatöihin rautatiealueella on haettava työluva Ratahallintokeskukselta. Työluvan hakee louhintatyötä teettävä rakennuttaja tai tilaaja nimetylle louhintaurakoitsijalle.

Rakennuttajan (tai muun töitä teettävän tahon) on syytä kääntyä louhintatöiden osalta Ratahallintokeskuksen puoleen jo rakennushankkeen suunnittelu- tai valmisteluvaiheessa.

Riittävän aikainen yhteydenotto auttaa rakennuttajaa saamaan lähtötietoja peittämisen tehokkuuden arvioimiseksi, turvallisuusasiakirjan, menettelyohjeiden tai turvallisuussääntöjen laatimiseksi. Samalla varmistuu se, millä edellytyksillä on mahdollista saada työluva louhintatöihin, mitkä ovat lupaehdot ja lupaan liittyvät maksut.

Työlupahakemus pitää tehdä kirjallisesti ja se tulee toimittaa vähintään kolme (3) viikkoa ennen louhintatöiden suunniteltua aloittamista Ratahallintokeskuksen paikalliselle alueisännöitsijälle.

Lupahakemukseen on liitettävä louhintatyömaahan liittyvät turvallisuus-suunnitelmat ja louhintatyön työsuunnitelmat liitteineen kahtena kappaleena. Hakemuksessa tulee nimetä louhintatyön vastuuhenkilö ja työn liikenneturvallisuudesta vastaava henkilö luvansaajan puolelta.

Lupahakemuksessa tulee olla mukana ainakin seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat /9/:

- Rakennuttajan laatima turvallisuusasiakirja
- Pää toteuttajan laatima (louhinta)työmaan turvallisuussuunnitelma ja työmaasuunnitelma. Suunnitelmien tulee sisältää keskeiset juna-turvallisuuden varmistamistoimenpiteet tai mukana pitää olla erillinen junaturvallisuussuunnitelma.
- Louhinnan yleissuunnitelma (ks. Liite 7)
- Poistumis- ja pelastautumissuunnitelma
- Räjähdyssuunnitelma
- Turvallisuutta ja terveyttä koskeva asiakirja

Lupahakemuksen liitteeksi tulee toimittaa seuraava aineisto:

- Louhintatyömaan sijaintitieto sidottuna rautatiehen; sijaintitietoina ilmoitetaan rataosa, liikennepaikka ja radan kilometrilukema muodossa KM+M (esim. 32+300). Käytettävät rataosakoodit ja liikennepaikkatunnukset löytyvät Ratahallintokeskuksen julkaisusta "Luettelo rautatieliikennepaikoista" /10/.
- Karttaliite (asemapiirustus), jossa louhintakohte ja lähellä olevat raiteet on selvästi esitetty. Kartassa tulee esittää rautatiealueella olevien varottavien rakenteiden ja laitteiden sijainti.
- Louhintatyön riskienarviointi, jonka liitteenä on luettelo rautatie-alueella olevista louhintatyössä varottavista laitteista ja rakenteista sadan metrin etäisyydellä louhintakohteesta. Luettelossa tulee yksiselitteisesti esittää etäisyydet jokaiseen varottavaan kohteeseen. Riskienarvioinnin liitteenä tulee olla louhintatyön suunnittelun lähtötietoina käytettävä arvio rautatiealueella oleville rakenteille ja laitteille sallittavista tärinöistä ko. kohteessa. Riskienarvioinnissa on otettava huomioon myös kiven sinkoutumisesta ja räjäytystyön aiheuttamasta ilmanpainevaihtelusta aiheutuvat riskit.

*HUOM! Rautatiealueilla olevista laitteista ja rakenteista tulee ilmoittaa mahdollinen tunnusnumero, mikäli se on havaittu maastossa (esimerkiksi pylväsnúmero).*

- Louhintakohteesta mittakaavaan (1:50...1:100) piirretty poikki-leikkauskuva, jossa näkyy vähintään lähin raide.
- Rautatiealueella olevien rakenteiden ja laitteiden suojaustarve. Mikäli suojaukseen on tarvetta, hakemuksen liitteenä tulee esittää myös rakenteiden ja laitteiden suojaussuunnitelmat.

Riskienarvioinnin tekemistä helpottamaan on laadittu tarkistuslista (liite 3), jonka avulla rautatiealueella olevat laitteet ja rakenteet voidaan luetteloida.

Ratahallintokeskus määrittelee antamassaan työluvassa junaliikenteeseen liittyvät turvallisuusvaatimukset ja työssä noudatettavat turvallisuusohjeet.

Tällaisia vaatimuksia ja ohjeita voidaan antaa esimerkiksi louhintatöiden suorittamiseen, junaturvallisuuteen, tiedossa oleviin suunnitelmiin sekä ajoneuvojen tai työkoneiden liikkumiseen rautatiealueella liittyen. Työluvan liitteenä on liikenteenhoito-ohje, jota urakoitsijan tulee noudattaa /5/, /6/.

Ohjeiden ja vaatimusten lisäksi työluvassa nimetään luvansaajan puolelta louhintatyön vastuuhenkilö, jonka on aina oltava paikalla louhintatöiden aikana ja joka esimerkiksi ottaa vastaan Ratahallintokeskuksen yhteyshenkilön ohjeita.

Työluvassa nimetään myös Ratahallintokeskuksen rakennusaikainen yhteyshenkilö, joka edustaa Ratahallintokeskusta louhintatyön suorittamiseen liittyvissä asioissa. Hän huolehtii rakennuspaikalla mahdollisesti tarvittavasta valvonnasta ja junaliikenteen turvallisuusjärjestelyistä sekä päättää radan lopputarkastuksen tarpeellisuudesta kunnossapidon kannalta.

Työn liikenneturvallisuudesta vastaavan henkilön on huolehdittava, että louhintatyöstä tehdään ilmoitus rautateiden ennakoilmoitusjärjestelmään (ETJ) vähintään kaksi (2) viikkoa ennen suunniteltua louhintatyön aloitusta. Ilmoituksen voi tehdä Ratahallintokeskuksen nimeämä yhteyshenkilö, jolla on tarvittavat pätevyudet. Jos louhintatyön aikana tarvitaan jännitekatkoja, niiden tarpeesta on ilmoitettava ko. alueen käyttökeskukselle vähintään kaksi (2) viikkoa etukäteen.

Työn liikenneturvallisuudesta vastaavan henkilön on huolehdittava siitä, että yhden päivän aikana tehtävistä räjäytystöistä tehdään ennakkoon määräysten mukainen RT-ilmoitus (ratatyöilmoitus) ja suunnitellut räjäytysajat ilmoitetaan ko. alueen sähköradan käyttökeskukselle.

Louhintatyön aikana on erityisesti varottava aiheuttamasta vaaraa juna- tai sähköturvallisuudelle taikka haittaa rautatieliikenteelle. Jokaisen räjäytyksen jälkeen työn liikenneturvallisuudesta vastaavan henkilön on varmistettava, että rata on liikennöitävässä ja turvallisessa kunnossa.

Työn aikana mahdollisesti tapahtuvista rakenteille ja laitteille sallittujen louhintatärinöiden ylityksistä, kivien sinkoutumisesta ATU-alueelle tai rautatiealueella olevien rakenteiden ja laitteiden vaurioitumisesta on välittömästi ilmoitettava Ratahallintokeskuksen rakennusaikaiselle yhteyshenkilölle. Vasta Ratahallintokeskuksen yhteyshenkilön nimeämän asiantuntijan tekemän katselmuksen jälkeen voidaan junaliikennettä jatkaa kyseisen paikan ohi.

Mikäli louhintatyön aikana joudutaan merkittävästi poikkeamaan lupaehtojen tai lupahakemuksessa esitettyjen suunnitelmien tai muiden asiakirjojen mukaisesta toiminnasta, on muutoksia varten saatava uusi työ lupa.



Kun louhintatyö on suoritettu loppuun, luvansaajan on pyydettävä loppukatselmuksen suorittamista. Katselmuksesta laadittava pöytäkirja sekä kaikki työn aikana tehtyjen tärinämittausten ja muiden mittausten tulokset on toimitettava Ratahallintokeskuksen rakennusaikaiselle yhteyshenkilölle.

Työluvan käsittelystä, louhintatyön valvonnasta ja mahdollisesta maankäytöstä peritään Ratahallintokeskuksen hinnaston mukaiset maksut. Maksut eivät sulje pois korvauksen vaatimista vahingosta tai haitasta, joka töistä mahdollisesti aiheutuu rautateiden rakenteille, laitteille tai junaliikenteelle.

## 2.2 Louhintatyöt rautatiealueen läheisyydessä

### 2.2.1 Yleistä

Kun louhintatöitä tehdään rautatiealueen ulkopuolella mutta kuitenkin rautatiealueen läheisyydessä, on rakennuttajan syytä selvittää rakennushankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa junaliikenteen ja rautatien läheisyyden vaikutukset louhintatyön toteuttamiselle. Louhintatyö rautatiealueen ulkopuolella voi aiheuttaa vaaraa junaliikenteelle tai radalle ja sen rakenteille. Louhintatöistä on siksi useimmiten syytä olla etukäteen yhteydessä Ratahallintokeskukseen.

Työn suunnittelussa on syytä varautua siihen, että louhintatyöt voivat edellyttää toimenpiteitä sekä junaliikenteen kulun turvaamiseksi että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi räjäytystyön ajaksi.

Louhintatyötä tilaavat ja toteuttavat tahot ovat vastuussa siitä, että louhintatyöt eivät aiheuta vaaraa junaliikenteelle tai vaurioita rautatietä ja sen laitteita. Tähän liittyvät vastuut ja velvoitteet perustuvat yleiseen lainsäädäntöön, kuten työturvallisuussäädöksiin /1/, /2/, /3/.

Rakennuttajan pitää arvioida louhintatöistä syntyvät riskit junaliikenteelle, rautatien rakenteille ja laitteille.

Riskienarvioinnin pohjalta rakennuttaja päättää sen, milloin on tarve ottaa yhteyttä Ratahallintokeskukseen. Yhteydenottotarvetta voi osaltaan arvioida tässä ohjeessa esitettyjen tietojen pohjalta.

### 2.2.2 Riskienarviointi

Louhintatyötä toteuttavien tahojen on itse määriteltävä se, milloin louhintatyöstä voi olla vaaraa junaliikenteelle tai louhintatyöt voivat vaurioittaa radan rakenteita ja laitteita. Tämä riskien arviointivelvoite koskee rakennuttajaa, suunnittelijaa, päätoteuttajaa ja louhintaurakoitsijaa sekä tarvittaessa muita urakoitsijoita.

Yhteydenottotarve Ratahallintokeskukseen riippuu louhintakohteen olosuhteista ja louhintatyön ominaisuuksista. Louhintatyön laajuus ja määrä, käytettävät työmenetelmät, peittämisen tehokkuus, räjäytettävien kenttien koko ja muoto, räjäytyssuunta, panosten suuruus, louhintatyössä syntyvät tärinä- ja pölyhaitat ja ilmanpaineet, kallion laatu ja ominaisuudet, maasto-olosuhteet ja muut vastaavat tekijät on otettava huomioon arvioitaessa yhteydenottotarvetta.

Yhteydenottotarvetta arvioitaessa voidaan pohjana käyttää seuraavia arviointikriteerejä:

1. Tehtäessä louhintatöitä kauempana kuin 200 metrin etäisyydellä rautatiealueesta ei yhteydenotto Ratahallintokeskukseen ole yleensä välttämätön, ellei rakennushankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheen tai itse rakentamisen aikana ole tullut esille seikkoja, jonka vuoksi yhteydenotto saattaa olla tarpeellista.
2. Tehtäessä louhintatöitä 100–200 metrin etäisyydellä rautatiealueesta on hyvä ottaa yhteyttä Ratahallintokeskukseen mahdollisten ohjeiden saamiseksi.
3. Tehtäessä louhintatöitä alle 100 metrin etäisyydellä rautatiealueesta pitää aina ottaa yhteyttä Ratahallintokeskukseen, koska näin lähellä rautatiealuetta tehtävät louhintatyöt edellyttävät yleensä toimenpiteitä junaliikenteen turvaamiseksi ja radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi.

Jokaisen louhintatyöhön liittyvän osapuolen on osaltaan huolehdittava tarpeellisesta yhteydenpidosta ja tiedonkulusta Ratahallintokeskuksen suuntaan.

Riskienarvioinnin pohjalta saadut tiedot tulee kirjata turvallisuusasiakirjaan. Louhintatöiden aiheuttamat riskit junaliikenteelle, radalle ja sen rakenteille on otettava huomioon myös arvioitaessa peittämisen tarvetta ja tehokkuutta. Rakennuttajan antamissa menettelyohjeissa ja turvallisuussäännöissä tulee myös ottaa huomioon työskentely rautatiealueen läheisyydessä.

Jos rakennuttaja ei ole ottanut yhteyttä Ratahallintokeskukseen, päätoteuttajan ja louhintaurakoitsijan on puolestaan arvioitava oman turvallisuussuunnittelun yhteydessä yhteydenottotarve.

Päätoteuttajan tulee ottaa huomioon junaliikenne ja rautatiealueen läheisyys mm. työmaan turvallisuussuunnitelmien, työmaasuunnitelman, vaarallisten töiden suunnitelmien ja työmaan turvallisuusohjeiden (järjestyssääntöjen) laatimisen yhteydessä.

Louhintaurakoitsijan on puolestaan otettava huomioon junaliikenne ja rautatiealueen läheisyys yleissuunnitelman, poistumis- ja pelastautumissuunnitelman, räjäytyssuunnitelman, turvallisuutta ja terveyttä koskevan asiakirjan ja louhintatöitä koskevien turvallisuusohjeiden laadinnassa.

### 2.2.3 Yhteydenotto Ratahallintokeskukseen, ohjeet

Yhteydenotto Ratahallintokeskukseen on syytä tehdä hyvissä ajoin ja yleensä viimeistään kolmea (3) viikkoa ennen louhintatöiden aloittamista. Yhteyshenkilönä on Ratahallintokeskuksen paikallinen alueisännöitsijä. Alueisännöitsijöiden yhteystiedot löytyvät Ratahallintokeskuksen verkkosivuilta osoitteesta <http://www.rhk.fi> kohdasta *Rataverkko/Alueisännöitsijät*.

Yhteydenoton pohjalta Ratahallintokeskus antaa turvallisuusohjeita louhintatöiden suunnittelua ja toteutusta varten. Samassa yhteydessä sovitaan kirjallisesti tarpeellisista turvallisuustoimenpiteistä tai menettelytavoista.

Ratahallintokeskuksen yleisneuvonta ja -ohjeet ovat maksuttomia ja ne ovat ladattavissa Ratahallintokeskuksen verkkosivuilta. Mikäli yleisohjeet ja -neuvonta eivät riitä ja Ratahallintokeskuksen edustaja osallistuu louhintatöiden riskienarviointiin ja turvallisuussuunnitteluun tai louhintatöihin liittyvien suunnitelmien laadintaan, veloitetaan näistä maksu käytetyn työajan mukaan.

Mikäli louhintatyöt edellyttävät Ratahallintokeskukselta esimerkiksi turvaamistoimenpiteitä, näistä aiheutuneet kustannukset veloitetaan pääsääntöisesti louhintatöiden tilaajalta (yleensä rakennuttajalta) tai erikseen sovittaessa louhintaurakoitsijalta. Samoin peritään maksu toimenpiteistä, jotka edellyttävät Ratahallintokeskukselta ylimääräistä työtä tai aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi jännitteen katkaiseminen ajolangoista, järjestelyt junaliikenteessä, radan kunnan tarkastaminen räjäytysten jälkeen tai henkilöiden varaaminen turvallisuustehtäviin louhintatöiden ajaksi.

**VIITELUETTELO**

- /1/ Räjätys- ja louhintatyön järjestysohjeet, Lakikokoelma, Edita 2006
- /2/ Räjätysalan normeja, Turvallisuusmääräykset 16:0 1993, Sosiaali- ja terveysministeriö 1998
- /3/ Räjätys- ja louhintatyön muutetut määräykset, Sosiaali- ja terveysministeriö/Työsuojeluosasto 2000
- /4/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO), Ratahallintokeskus
- /5/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL), osa 6 Kalliorakennustyöt, Ratahallintokeskuksen julkaisu D 1, 2001
- /6/ Sähköratamääräykset, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 16, 2006
- /7/ Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen, Aitomaa et. al, 1. painos 2007, Multikustannus Oy
- /8/ Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu, Markkanen Jussi, Vahinkovakuutusyhtiö Pohjola 2004
- /9/ InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Rakennustieto 2006
- /10/ Luettelo rautatieliikennepaikoista 3.6.2007, Ratahallintokeskuksen julkaisu F 1/2007

RISKIANALYYSI RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ SUORITETTAVASTA LOUHINTATYÖSTÄ

Työmaa:

Työmaan nimi: \_\_\_\_\_ Katsoite: \_\_\_\_\_ Kaupunki/Kunta: \_\_\_\_\_  
 Lähin etäisyys radasta: \_\_\_\_\_ m Rakennuttaja: \_\_\_\_\_ Urakoitsija: \_\_\_\_\_  
 Rataosa: \_\_\_\_\_ Paalu/km-lukema: \_\_\_\_\_ km + \_\_\_\_\_ m Lükennepaikka: \_\_\_\_\_

Suunniteltu louhintatyö:

Louhittavat kuufiot: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Pengerkorkeus: max: \_\_\_\_\_ m \_\_\_\_\_ m Louhinta-aika: \_\_\_\_\_  
 Reikäkoko: Ø max \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ mm Max. ominaispainostus: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup> Max. momentaaminen painostus: \_\_\_\_\_ kg

Rataosuudella huomiotavat rakenteet ja laitteet 200m säteellä työmaasta

Rakenne tai laite:	Mahd. tumuus:	Louhinnan etäisyys Rakenteesta tai laitteesta [m]:	Sinkoutumis- tai ihmänpaineriiski: mittaus:	Tärinän raja-arvo heilahdusnopeudelle [mm/s] tai kiihtyvyydelle [m/s <sup>2</sup> ]:
1. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
2. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
3. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
4. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
5. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
6. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
7. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
8. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
9. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
10. _____	R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____

RISKIANALYYSI RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ SUORITETTAVASTA LOUHINTATYÖSTÄ

Suosittelavat erityisvaatimukset:

**Katselmukset:** \_\_\_\_\_

**Tärinämittaus:** \_\_\_\_\_

**Raja-arvot:** \_\_\_\_\_

**Ajo-ohjelmien jännitteisyys:** \_\_\_\_\_

**Räjätysajat:** \_\_\_\_\_

**Innoitukset:** \_\_\_\_\_

**Vartiointi:** \_\_\_\_\_

**Räj. jälkeiset tarkastukset:** \_\_\_\_\_

**Panosstussuunnitelmat:** \_\_\_\_\_

**Reikäkoko:** \_\_\_\_\_

**Räjälhdysaineet:** \_\_\_\_\_

**Sytytysvälineet:** \_\_\_\_\_

**Peittäminen:** \_\_\_\_\_

**Laitteet ja työskentely:** \_\_\_\_\_

Aika ja paikka

Analyyysin tekijä:

Yritys:

Koulutus/kokemus:

## SALLITUN PANOSMÄÄRÄN LASKEMINEN ERI ETÄISYYKSILLÄ

Kun rakenteille ja laitteille sallitut värinäraja-arvot on arvioitu, momentaaninen panostus voidaan arvioida seuraavalla kaavalla:

$$v = k * \sqrt{\frac{Q}{R^{3/2}}}$$

missä	<b>k</b> on	kalliovakio
	<b>v</b> on	heilahdusnopeus
	<b>Q</b> on	momentaaninen rajähäysainemäärä
	<b>R</b> on	etäisyys

Kaavassa **k** on kallion värinäjohtavuusluku, jonka maksimiarvo on **k=400**. Värinäjohtavuusluvun (**k**) arvo on riippuvainen kallion laadusta ja rakenteesta. Mitä rikkonaisempi kallio, sitä pienempi on myös **k**. Yleisesti voidaan todeta, että arvo **k=400** esiintyy lähietäisyyksillä vähärakoisessa ja kovassa kalliassa. Yleensä on todettu, että **k < 400**, kun etäisyys **R > 10 m**.

Seuraavalla sivulla on esitetty taulukko ohjeellisista panosmääristä eri etäisyyksillä. Taulukossa esitetyt vahinkotasot ovat:

0,03	Ei havaittu rakoja
0,06	Hienoja rakoja, mahdollisesti rappaus putoaa
0,12	Rakomuodostumia
0,48	Voimakkaita rakoja

Taulukko L2.1 Ohjeelliset panostusmäärät eri etäisyyksillä ja vahinkotasoilla

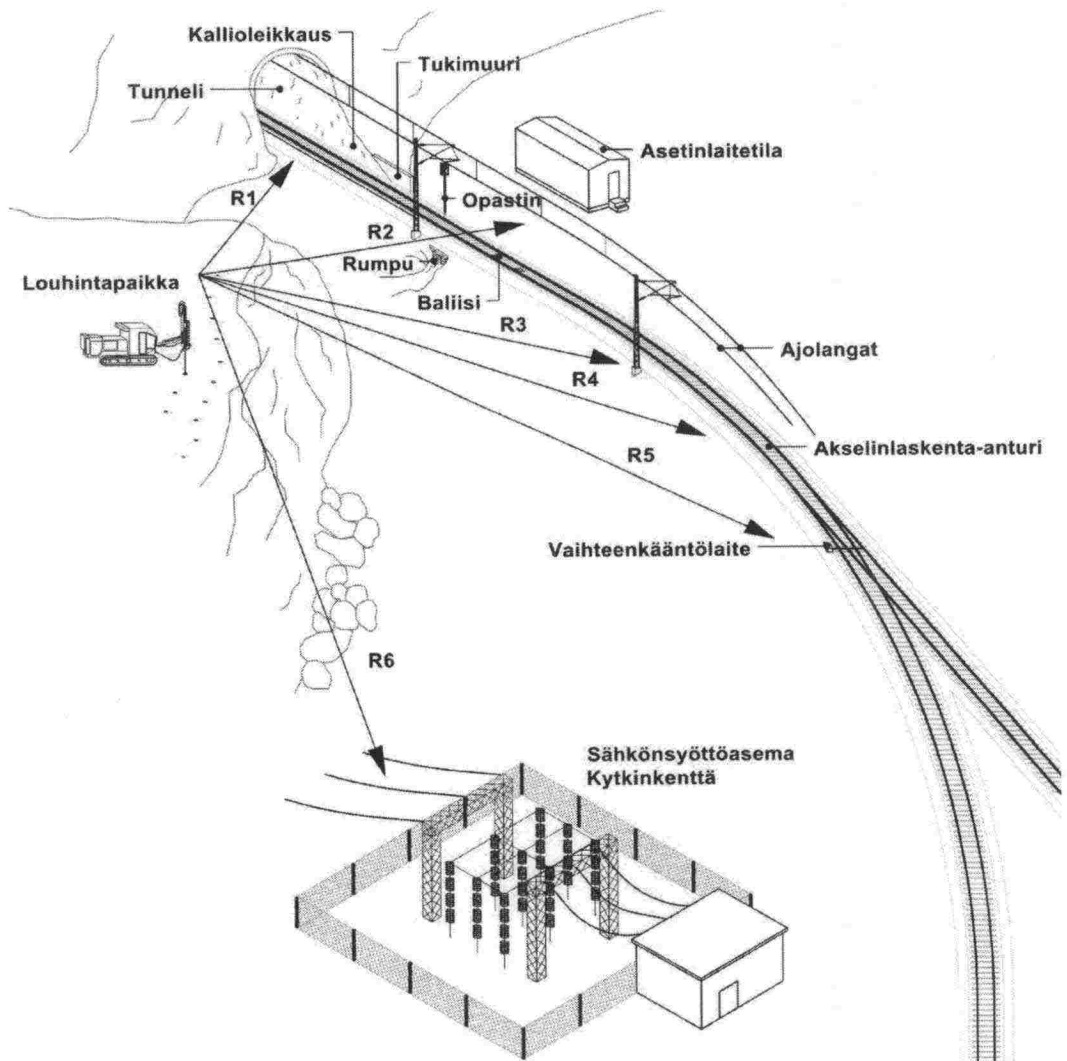
Etäisyys m	Heilahdusnopeus mm/s $v = 2 \pi fA$						
	30	50	70	110	160	230	
	Panostusmäärä kg (momentaaninen)						
	Vahinkotaso						
	0,007	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24	0,48
0,5				0,02	0,04	0,08	0,16
1	0,007	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24	0,48
2	0,025	0,1	0,09	0,20	0,40	0,7	1,4
3	0,040	0,1	0,16	0,33	0,65	1,3	2,6
4	0,06	0,1	0,25	0,50	1,0	2,0	4,0
5	0,09	0,2	0,36	0,73	1,4	2,8	5,6
6	0,12	0,2	0,47	0,95	1,9	3,8	7,2
7	0,14	0,3	0,57	1,15	2,3	4,6	9,2
8	0,18	0,4	0,72	1,45	2,9	5,8	11,6
9	0,20	0,4	0,85	1,70	3,4	6,8	13,6
10	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16
12	0,3	0,6	1,3	2,5	5,2	10,5	21
14	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	13,0	26
16	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8	15,5	31
18	0,6	1,2	2,4	4,7	9,4	19	38
20	0,7	1,4	2,8	5,6	11	22	44
25	1,0	2,0	4,0	8,0	16	32	64
30	1,3	2,6	5,2	10,4	21	42	84
35	1,6	3,2	6,5	13	26	52	104
40	2,0	4,0	8,0	16	32	64	128
45	2,4	4,8	9,5	19	38	76	152
50	2,8	5,5	11	22	44	88	176
55	3,3	6,5	13	26	52	104	208
60	3,8	7,5	15	30	60	120	240
65	4,3	8,5	17	34	64	136	272
70	4,8	9,5	19	38	76	152	304
75	5,3	10,5	21	42	84	168	336
80	5,8	11,5	23	46	92	184	368
85	6,4	12,8	25,5	51	102	204	408
90	7,0	14,0	28	56	112	224	448
95	7,6	15,2	30	60	122	244	488
100	8,5	16,5	33	66	130	260	520
110	9,3	18,6	37	74	148	296	592
120	10,5	21,0	42	84	168	336	672
130	11,7	23,5	47	94	188	376	752
140	13,2	26,3	52,5	105	210	420	840
150	14,5	29,0	58	116	232	464	928
160	16,0	32,0	64	128	256	512	1024
170	17,5	35,0	70	140	280	560	1120
180	19,0	38,3	76,5	153	306	612	1224
190	20,7	41,5	83	166	332	664	1328
200	22,5	45,0	90	180	360	720	1440



## RAUTATIEN RAKENTEET, LAITTEET JA TOIMINNOT HUOMIOIVA RÄJÄYTÄTÄRINÄN OHJEARVO- JA SEURANTAKÄYTÄNTÖ

Tämän ohjeen räjäytystärinän turvallisuusohjearvojen määrittelyn ja mittauskäytännön ohjeistuksessa louhintakohteet on luokiteltu kolmeen eri ryhmään sen perusteella, kuinka suuren vahinkoriskin räjäytystärinä läheisyydessä olevan radan rakenteille ja laitteille aiheuttaa. Taulukoissa ja tekstissä annetut panostus- ja tärinämittaussuureet ovat vain ohjeellisia lukuarvoja, joita noudattamalla ko. rakenteisiin ja laitteisiin välittyvän räjäytystärinän ei katsota aiheuttavan niille tavanomaisesta lisääntyntä vikaantumisriskiä. Ohjeiden noudattamatta jättäminen sellaisenaan ei vaikuta mahdollisten vahinkojen vastuusuhteisiin. Vallitsevan suomalaisen oikeuskäytännön mukaan vastuu mahdollisista vahingoista määräytyy todennäköisen syy-yhteyden perusteella.

Tehtäessä louhintatöitä radan läheisyydessä on otettava huomioon, että louhintakohteen lähellä voi olla useita rajoittavia tekijöitä. Näistä on osattava valita se, joka ko. kohteessa muodostuu kriittisimmäksi, vaikka se sijaitsisi hieman kauempana kuin välittömässä läheisyydessä olevat kestävämmät rakenteet.



Kuva L3.1 Etäisyyksien huomioiminen louhintatärinän ja räjäytyksen ilmanpainevaikutuksen arvioinnissa

### L3.1 Tärinävahinkoriskin kannalta vähämerkitykselliset louhintatyöt

Louhintakohteet, jotka suuren etäisyytensä ja/tai vähäisen räjähdysainemääränsä takia eivät anna teknisesti perusteltua syytä tarkempiin räjäytystärinäan liittyviin ennakkoselvityksiin ja työn toteutusaikaisiin tärinämittauksiin.

Louhintakohde sijoittuu tähän luokkaan, mikäli siinä käytetty panostus on korkeintaan taulukossa L3.1 ilmoitettujen määrien suuruinen. Tarkastelu tehdään kaikille alueella oleville laitteille ja toiminnoille erikseen, esim. rengastamalla kunkin laitteen etäisyyttä räjäytyspaikasta osoittava rivi. Rajoittavin kohde ei välttämättä ole se, jolle tärinäohjearvo on lukuarvoltaan pienin, vaan se, jonka turvallisuusohjearvo ensinnä saavutetaan kenttäkokoa/panostusta lisättäessä tai louhinnan lähestyessä. Pienimmät panostussuureet osoittavat räjäytystärinän suhteen kulloinkin rajoittavimman kohteen. Ilmoitetut nallinumerolle kytketyt (W) ja kentän kokonaisräjähdysainemäärät (nW) eivät välttämättä kuvaa keskenään samanaikaisia räjäytyksiä, vaan ovat peräisin erillisinä käsitellyistä tilastollisista analyysistä. Vain kussakin kohteessa tehtävä ns. skaalatun etäisyyden analyysi voi tuottaa tiedon siitä, mikä panostussuure kulloinkin on määräävin.

### L3.2 Ohjearvot, joiden noudattaminen edellyttää työaikaista tärinävalvontaa

Taulukossa L3.1 ilmoitettujen tärinäohjearvojen mukainen räjäytystärinä ei aiheuta rautatien rakenteille ja laitteille tavanomaisesta lisääntyneestä vahinkoriskistä eikä anna teknisesti perusteltua syytä tarkempiin selvityksiin. Näissä tapauksissa ei edellytetä kohteen yksityiskohtaista rakenne-, laite- ja tärinäraja-arvoselvitystä

Koska käytännössä vain em. panostussuureiden mukaiset räjäytyskentät aiheuttavat taulukossa esitettyjen suuruisia tärinävaikutuksia, panostusta on mahdollista nostaa annettujen turvalliseksi osoittautuneiden tärinäohjearvojen puitteissa, kuitenkin tärinämittauksin varmentamalla.

Esitettyjen tärinäohjearvojen määrittelyn lähtökohtana on käytetty pienimpiä laitteiden dokumentaatioissa, standardeissa ja ohjeissa julkaistuja sekä käytännön työkohteissa ylivarovaiseksi todettuja tärinätasoja. Ne eivät myös useissakaan tapauksissa ylitä tasoja, joita kohteisiin voi välittyä mm. radalla kulkevista junista ja muista tavanomaisista lähteistä. Ohjearvoissa on huomioitu kohteiden sisällä olevien laitteistojen erilaiset asennus- ja kiinnitysvaihtoehdot, sekä perustusten kautta välittyvän tärinän ominaisuuksien mahdollinen muuttuminen, voimistuminen ja vaimeneminen.

Mittaukset tehdään tilojen ja laitteiden perustuksista. Perustuksista mitattuna tärinäsuureet ovat vähemmän alttiita muista lähteistä peräisin oleville vaikutuksille sekä luonnollisesti selkeämmin räjäytysteknisesti kontrolloitavissa. Tärinämittaus tehdään ensisijaisesti mittaamalla heilahdusnopeuden pystykomponenttia rakenteen perustuksesta, pylväiden, portaalien, laitekaappien, laitetilojen betoniperustuksesta.

### L3.3 Louhintatyöt, joissa yksityiskohtaisia lisäselvityksiä tehdään.

Tähän luokkaan kuuluvat louhintatyöt, mikäli niissä halutaan käyttää edellä määriteltyjä korkeampia panostus- tai tärinäohjeita, louhintatöitä tehdään  $R \leq 20$  m etäisyydellä mistään radan kohteesta,  $R \leq 100$  m etäisyydellä tunnelista, kohteessa on sitoutumisvaiheessa olevia betoni- valuja ja juotoksia irtonaista ruiskubetonia  $R < 50$  m, kallion haitallinen siirtyminen on mahdollista, louheelle on niukasti tilaa purkautua/paisua.

Taulukossa L3.1 annettuja yleisohjeita voidaan nostaa, mikäli se kohteen pohjasuhteiden, rakenteiden, niiden kunnon, laitteistojen ja toimintojen yksityiskohtaisen selvitystyön tuloksena saatavien todellisten tärinärajoitusten mukaan on mahdollista.

Tällaisissa tapauksissa on tehtävä yksityiskohtainen perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitys sekä louhintatyömaan suojaus- ja tärinämittaus-suunnitelma. Räjätystärinäohjeiden määrittelyn ja tärinävalvontasuunnitelman tekijältä edellytetään erityistä louhintaa ja tärinätekniistä asiantuntemusta.

### L3.4 Rataverkon rakenteille ja laitteille sallittujen tärinöiden ohjeellinen määrittely

Rataverkon eri rakenteet, laitteet ja toiminnot on jaettu viiteen eri räjäytystärinän suhteen määriteltyyn luokkaan. Luokittelu on ollut välttämätöntä, koska erilaisia eri valmistajien komponentteja ja niiden sijoitusjärjestelyjä on lukematon määrä. Laitteet on luokiteltu seuraavasti:

- A. Asetinlaitetilat (rele ja tietokonepohjaiset) ja tunnelit
- B. Syöttöasemat, sähkökeskustilat sekä kytkinkentät
- C. Maavaraiset yli- ja alikulkusillat, siltarummut, tukimuurit, laitekaapit ja opastimet
- D. Pylväät, portaalit, muuntajat, eristeet, kalliovaraiset yli- ja alikulkusillat, kallioleikkaukset
- E. Radassa kiinni olevat laitteet, baliisit, akselinlaskentalaitteet, vaihteenkääntö- ja lämmityslaitteet

Yksityiskohtaista perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitystä sekä tärinämittausta ei vaadita, mikäli sekä w että nw alittavat taulukon L3.1 arvot tai mikäli tärinämittauksin osoitetaan, että tärinän voimakkuutta  $v_{Ve}$  (mm/s) ei ylitetä.

Taulukko L3.1. Ohjeelliset värinäräjä-arvot rakenteille ja laitteille

<b>A</b> Asetinlaitetilat (rele- ja tietokone- pohjaiset) sekä tunnelit				<b>B</b> Syöttöasemat, sähkökeskustilat sekä kytkinkentät				<b>C</b> Maavaraiset yli- ja alikulkusillat, rummut, tukimuurit, laitekaapit ja opastimet			
R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)
10	10	0,14	0,96	10	20	0,62	4,0	10	35	2,0	13
20	10	0,57	3,8	20	20	2,5	16	20	28	5,0	32
40	10	2,3	15	40	20	9,8	64	40	23	13	85
60	10	5,1	34	60	20	22	144	60	20	22	144
80	10	9,2	61	80	20	39	256	80	18	32	206
100	10	14	96	100	20	62	400	100	17	44	286
150	10	32	215	150	20	138	900	150	15	76	497
200	10	57	383	200	20	246	1600	200	14	116	767
<b>D</b> Pylväät, portaalit, muuntajat, kalliovaraiset yli- ja alikulkusillat				<b>E</b> Radassa kiinni olevat laitteet							
R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)				
10	70	8,6	53	10	100	18	110				
20	55	21	129	20	100	73	442				
40	44	52	325	40	100	292	1767				
60	36	76	484	60	100	656	3976				
80	32	106	674	80	100	1166	7068				
100	28	125	800	100	100	1822	11044				
150	25	221	1425	150	100	4100	24848				
200	22	301	1947	200	100	7289	44174				

Yksityiskohtainen perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitys sekä suojaus- ja värinämittaussuunnitelma tehdään aina, kun räjäytyspaikan

- etäisyys sähkö tai asetinlaitostiloihin on  $R \leq 50\text{m}$ ,
- etäisyys muihin rata-alueen kohteisiin on  $R \leq 10\text{m}$ ,
- kallion haitallinen siirtyminen tai paisuminen on mahdollista,

Taulukossa käytetyt lyhenteet ovat:

- vVe(mm/s) Heilahdusnopeuden pystysuunan huippuarvo  
R(m) Etäisyys mittaus- ja räjäytyspaikan välillä  
W(kg) Suurin yhdelle nallinumerolle kytketty räjähdysainemäärä  
nW(kg) Kentän kokonaisräjähdysainemäärä

**RÄJÄYTYS- JA LOUHINTATYÖN TURVALLISUUSUUNNITELMA**

Turvallisuussuunnitelma sisältää seuraavien työsuunnitelmien tiedot:

**YLEISSUUNNITELMA  
POISTUMIS- JA PELASTAUTUMISSUUNNITELMA  
TURVALLISUUTTA JA TERVEYTTÄ KOSKEVA ASIAKIRJA  
TURVALLISUUTTA KOSKEVAT OHJEET**

RäjJo (VNP 410/86 = Valtioneuvoston päätös räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeista)  
RTT (VNP 629/94 = Valtioneuvoston päätös 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.

TYÖN TILAAJA	TYÖN SUORITTAJA, yritys / työn suorittaja	
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 / loppuu		
Päivittäinen työaika ja räjäytysajat		
Ympäristössä varottavat laitteet ja kohteet		
Tarvittavat luvat ja ilmoitukset		

RAKENNUTTAJAN TURVALLISUUSASIAKIRJA (RTT 5§)	
Rakennuttaja tehnyt	<input type="checkbox"/>
Rakennuttaja ei ole tehnyt	<input type="checkbox"/>
MUISSA ASIAKIRJOISSA ILMENEVÄT TURVALLISUUSTIEDOT (RTT 5§)	
Kyllä	<input type="checkbox"/>
Ei	<input type="checkbox"/>
YMPÄRISTÖN HUOMIOONOTTAMINEN	
Riskianalyysi, rakennuttaja tehnyt	<input type="checkbox"/>
Rakennuttaja ei ole tehnyt	<input type="checkbox"/>
Asutus, liikenne	
Katselmukset	
Herkkien laitteiden varmistaminen	
Kiven sinkoutumisen aiheuttaman vaaran eliminointi	
Tärinämittaukset	
Ympäristön informointi (kirjeet, varoitustaulut)	
Melun torjunta	
Pölyn torjunta	
LOUHINTA- JA RÄJÄYTYSTYÖN ENNAKKOSUUNNITTELU	
Maakerrosten ja kallion laatu, esitutkinta tehty	<input type="checkbox"/>
Ei ole tehty	<input type="checkbox"/>
Ennakoarvioitu pengerkorkeus ja kenttäkoko eri etäisyyksillä rakennuksista	
Porausreikien koot	
Porauskalusto	
Räjähteet, asuttu alue	<input type="checkbox"/>
Ei asuttu alue	<input type="checkbox"/>
Vaarallinen alue	
Peittäminen (RäJJo 49§)	
Raskaat painopeitteet	<input type="checkbox"/>
Kevyet peitteet	<input type="checkbox"/>

## LOUHINTATYÖN SUUNNITTELU RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ

### L5.1 Riskianalyysi

Räjäytys- ja louhintatyötä varten tulee aina laatia asiakirja, joka sisältää riskinarvioinnin ja määrittelyn tarvittavista turvallisuustoimenpiteistä. Riskien arvioinnin yhteydessä tehdään ympäristön riskianalyysi, johon kuuluu muun ympäristön lisäksi myös rautatiealueella olevien rakennusten, rakenteiden ja laitteiden katselmointitarpeen määrittely. Riskianalyysin raportoinnin tulee rautatiealueen osalta sisältää seuraavat tiedot:

- Rautatiealueella olevat värinäherkät laitteet ja rakenteet: liitteenä tulee olla katselmukseen perustuva luettelo lähimmistä rataan liittyvistä värinäherkistä rakenteista tai laitteista sekä etäisyydet niihin (esim. liitteessä 3 esitetyn tarkistuslistan avulla). Kartalla on esitettävä ainakin kohteiden sijainti ja laatu sekä vaadittavien värinämittarien sijainti.
- Rautatiealueella oleville rakenteille ja laitteille arvioidut sallitut värinäarvot (heilahdusnopeus ja/tai -kiihtyvyyys sekä siirtymäamplitudi): selvitetään kuka mittauksista vastaa ja kuka ne suorittaa sekä kuka suorittaa mahdolliset herkkien laitteiden värinävaimennukset.
- Mikäli väräytyksen aiheuttamat ilmanpainevaihtelut saattavat aiheuttaa riskejä, esitetään riskialttiit kohteet ja suojaustoimenpiteet.

Rautatiealueella suoritettavista katselmuksista on sovittava hyvissä ajoin ko. alueen alueisännöitsijän kanssa.

### L5.2 Louhintasuunnitelma

Ennen louhintatöiden aloittamista on tehtävä louhintasuunnitelma. Suunnitelmasta tulee riittävällä tarkkuudella käydä ilmi työn suorittamisen pääperiaatteet. Suunnitelman laatijalla täytyy olla erityistä louhinta- ja väräytystekniikan tuntemusta.

Lähtökohtana on, että louhintatöiden suorittamisesta ei aiheudu haittaa sähkö- tai liikenneturvallisuudelle eikä henkilöturvallisuudelle. Myös ympäristöllisiin näkökohtiin on kiinnitettävä huomiota. Erityisesti on huomattava, että rautatien sähköistys vaikuttaa ratkaisevasti radan välittömässä läheisyydessä (< 10 m) tehtävien louhintatöiden suorittamiseen.

Rakenteessa kiinni oleva kallio on louhittava erittäin varovasti siten, että rakenteen siirtymää tai louheen hallitsematonta purkautumista/paisumista ei tapahdu.

Suunniteltaessa louhintatöitä rautatien läheisyydessä on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Irrotettavan kiven kaatosuunnan tulee olla joko radan suuntainen tai radasta pois päin mikäli suinkin mahdollista.
- Räjätysten aikataulutamisessa on otettava huomioon juna-liikenteen aiheuttamat rajoitukset.

Tarvittaessa maastossa suoritetaan ennen louhintatöiden aloittamista katselmus, johon ottavat osaa ne osapuolet, joita suunnitelma koskee. Katselmuksen kustannuksista vastaa hakija.

Kohteissa, joissa louhittavan kallion määrä on  $> 5000 \text{ m}^3$  ja riskianalyyseissä on todettu lähistöllä olevan rautateihin liittyviä värinäherkkiä rakenteita ja laitteita, on koeräjätyskentät (1–2 kpl) suunniteltava riskianalyyseihin suositusten mukaisesti. Koeräjätysten värinämittaus-tulosten perusteella lasketaan kalliovakion  $k$  arvot ja määritetään kohteen rajoitusten asettamien rajoitusten mukaiset värjähdysainemäärät (kokonais-räjähdyksainemäärä kentässä ja momentaaninen värjähdysainemäärä) (liite 1). Laskelmat teoreettisista värinäarvoista on luovutettava valvojalle ennen varsinaisen louhintatyön aloittamista, jos odotettavissa oleva värinä ylittää normaalisti esiintyvän värinän voimakkuuden.

Urakoitsijan on ennen värjätysten aloittamista laadittava louhinnan yleissuunnitelma, jossa esitetään:

- louhintatyömaan sijainti (rataosa ja km-väli)
- tiedot louhittavan kallion määrästä ja käytettävät pengerkorkeudet.
- arvio värjätettävien kenttien koosta ( $\text{m}^3$ ).
- arvio käytettävästä ominaispanostuksesta, momentaanisesta panostuksesta ja kenttäkohtaisesta kokonaisvärjähdysainemäärästä.
- louheen purkautumissuunta
- louhintajärjestys alueittain
- rakenteiden suojaukset ja tarvittaessa kenttien peittämissuunnitelma
- alueaikataulu
- kokonaisuajataulu
- turvallisuustoimenpiteet
- työajat (sähkökatkot, liikennekatkot yms.)

Lisäksi louhintatyön aikana jokaisesta värjätyskerrasta laaditaan kenttä-kortti. Kenttäkortissa on esitettävä vähintään seuraavat asiat:

- värjätyskentän juokseva numerointi
- värjätyshetken kellonaika ja pvm
- louhittavan rintauksen korkeus
- irrotettava kuutiomäärä
- poraus- ja sytytyskaavio
- reikäkohtainen panostusmäärä
- kokonaisvärjähdysainemäärä
- kilometrilukema (radan paalu)
- etu ja reikäväli



- ominaispanostus
- momentaaninen räjähdysainemäärä

Edellä mainittujen kohtien lisäksi on huomioitava suunnitelmissa räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeiden pykälien § 6, § 7, § 8 ja § 9 mukaiset suunnitelmat.

### L5.3 Sytytysjärjestelmän valinta

Sähkönallien tahattoman syttymisen estämiseksi on panostettaessa 5–200 m:n etäisyydellä sähköistetyistä radasta noudatettava seuraavia ohjeita:

- Räjäytystyössä saa käyttää sähkönalleista ainoastaan ryhmän C nalleja. Nallijohtimia ei saa lyhentää. Ei-sähköisten sytytysmenetelmien käyttö on sallittua. Tulilankanallia saa kuitenkin käyttää vain yksittäisten panosten sytyttämiseen.
- Räjäytyskohde on peitettävä (täkättävä) erityisen huolellisesti ja räjäytystyön päätyttyä käytetyt johtimet kerättävä.
- Sytytyskaapelina tulee käyttää kumi- tai muovieristeistä kaksijohtimista kaapelia. Jos johtimet tai osa niistä on vedettävä yhdensuuntaiseksi radan kanssa, on johtimet sijoitettava mahdollisimman etäälle siitä.
- Sytytysjärjestelmän johtimien ja niiden eristyksen tulee olla virheettömiä. Johtimien liitännäkodat on eristettävä huolellisesti esim. muovisilla eristyshylsyillä. Johtimet eivät saa koskettaa kiskoa tai muuta maadoitettua metalliesinettä ja johtimet on huolellisesti ankkuroitava paikalleen.

Milloin panostetaan alle 5 metrin etäisyydellä sähköradan em. laitteista, ajojohdin on sähkönalleja käytettäessä aina kytkettävä virrattomaksi sekä panostuksen että räjäytyksen ajaksi. Milloin syytä katsotaan olevan, RHK:n edustaja voi määrätä ajojohtimen maadoitettavaksi. Maadoitus on suoritettava vähintään 200 metrin etäisyydelle räjäytyspaikasta. Ajojohdinta ei tarvitse kytkeä jännitteettömäksi ei-sähköistä sytytystä käytettäessä ellei ole vaaraa kiven iskemästä/sinkoutumisesta. Sytytyspiirin johtimien väliin jäävän silmukan pinta-alan tulee olla mahdollisimman pieni.

**Huom!** Räjäytyspaikan etäisyys mitataan aina vaakatasossa lähimmästä sähköistetyin alueen kiskosta tai ajojohtimesta. Ajojohtimeen verrattavia laitteita ovat mm. ohitus- ja syöttöjohdot, maakaapelit, syöttö- ja kytkinasemat laitteineen, sekä kaikki metallirakenteet (esim. opastimet, tiepuomit, sillat kaiteineen), jotka on yhdistetty paluuvirtakiskoon.

### L5.4 Reikäkoon valinta

Louhinnassa käytettävä suurin reikäkoko ( $d_{\max}$ ) on määritettävä riskianalyyssissä tai viimeistään yleissuunnitelmassa. Reikäkoon valinta on suhteutettava ympäristön rajoituksiin ja pengerkorkeuteen ( $H$ ) seuraavasti:

- $H < 1$  m,  $d_{\max} = 51$  mm
- $1 < H < 5$  m,  $d_{\max} = 64$  mm
- $H > 5$  m,  $d_{\max} = 76$  mm
- $d_{\max} > 76$  mm reikää ei tule käyttää alle 200 m etäisyydellä radasta muissa kuin poikkeustapauksissa.

### L5.5 Suojaukset

Urakoitsijan velvollisuus on huolehtia louhintakenttien peittämisestä siten, että haitallista sinkoilua ja lohcareiden purkautumista/paisumista ei tapahdu.

Järjestysohjeita on muutettu siten, että rakennuttajan tai muun, joka ohjaa rakennushanketta, on merkittävä turvallisuusasiakirjaan peittämistä koskevat arviot ja toimenpiteet (tarvitaanko ja millaista peittämistä). Rakennuttaja esittää suunnitelmapiirustuksissa minimisuojaus, jotka louhintaurakoitsijan on vähintään tehtävä.

Yleisimmät suojausmenetelmät ovat:

- juuritäkkäys
- peitteet (autonrenkasmatot, kevyet peitteet); louhittaessa korkeita luiskia on kiinnitettävä erityistä huomiota peitteiden yläpään kiinnitykseen
- hirsipatjat
- sepelitäytöt reiässä
- teräsrakenteet, esim. pylväiden suojauksessa
- teräspontit kiskojen ja pölkkyjen suojauksessa

Louhittaessa korkean leikkauksen yläreunalla tulee lohcareiden vyöryminen raiteille estää taustasuojauksella, joka voidaan tehdä esim. pultituksella.

## RAUTATIEN RAKENTEIDEN JA LAITTEIDEN VAURIOHERKKYYDEN ARVIOINTI RISKIANALYYSIN YHTEYDESSÄ

### SISÄLTÖ

L6.1 Infrarakenteet .....	2
L6.1.1 Yleistä.....	2
L6.1.1.1 Rakenteiden paikantaminen ja kuntotiedot.....	3
L6.1.1.2 Rakenteiden tarkkailu louhintatyön aikana .....	3
L6.1.2 Kivirakenteet .....	4
L6.1.3 Betonirakenteet .....	8
L6.1.4 Teräsbetonirakenteet.....	10
L6.1.5 Teräsrakenteet.....	12
L6.1.6 Eri rakennetyypeistä koostuvat rakenteet .....	12
L6.1.7 Tunnelit.....	13
L6.1.8 Kallioleikkaukset .....	14
L6.2 Turvalaitteet .....	15
L6.2.1 Radassa kiinni olevat laitteet .....	15
L6.2.2 Radan välittömässä läheisyydessä olevat laitteet .....	17
L6.2.3 Laitetilat .....	18
L6.3 Sähköistyslaitteet .....	18
L6.3.1 Syöttöasemat.....	18
L6.3.2 Radanvarsisäästömuuntajat .....	19
L6.3.3 Sähkökeskukset .....	20
L6.3.4 Imumuuntajat .....	20
L6.3.5 Pylväät ja portaalit .....	20
L6.3.6 Ratajohto kääntöorsineen ja eristimiseen.....	21

## L6.1 Infrarakenteet

### L6.1.1 Yleistä

Louhintatyön suunnittelussa on otettava huomioon louhintatyön vaikeusaste suhteessa infrarakenteeseen. "Tavanomaiset" kauempiana infrarakennetta tehtävät pienet louhintatyöt vaativat vähemmän suunnittelua kuin välittömästi infrarakenteen vieressä tapahtuvat tai helposti infrarakenteelle välittyvät (esim. kallion tai paalujen kautta) louhintatyön vaikutukset. Mikäli infrarakenne on suorassa tai lähes suorassa yhteydessä louhintakohteeseen, välittyvät louhintatyön aiheuttamat rasitukset aina herkemmin rakenteelle.

Lisäksi on otettava huomioon, liittyykö louhinta infrarakenteen uudisrakentamiseen, olemassa olevan rakenteen muutostyöhön tai muihin infrarakenteen läheisyydessä tapahtuviin louhintatöihin.

Uudisrakentamisessa louhintatyön mahdollinen vaiheittain suoritettava järjestys ja infrarakenteen rakentamisen järjestys on sovittava keskenään siten, että uusi infrarakenne ei vaurioidu missään louhintatyön vaiheessa. Lisäksi on otettava huomioon infrarakenteen rakentamiseen liittyvät louhintaherkät työvaiheet kuten betonin sitoutumisaika sekä telineet ja muut työnaikaiset rakenteet. Infrarakentamiseen voidaan myös tarvittaessa liittää työvaiheita, jotka vähentävät louhintatyön haittoja esim. suojarakenteiden rakentamista.

Muutostyössä on otettava huomioon samoja asioita kuin uudisrakentamistyössä sekä lisäksi olemassa olevan rakenteen säilyminen kunnossa louhintatöiden aikana.

Infrarakenteen läheisyydessä tapahtuvassa louhinnassa varmistetaan yleensä vain olemassa olevan rakenteen säilyminen kunnossa louhintatöiden aikana.

Infrarakenteen häiriöherkkyys louhintatöille on yleensä riippuvainen rakenteen kunnosta, perustamistavasta ja siitä, kuinka suuria liikkeitä ja missä suunnasta niitä louhintatöistä rakenteeseen kohdistuu.

Suoranaisten louhintatöiden aiheuttamien vaurioiden lisäksi on arvioitava louhinnasta aiheutuvien ympäristömuutosten vaikutus infrarakenteeseen. Louhinta osana muita louhintaan liittyviä töitä (massojen poistaminen, läjitys...) tai hankkeeseen liittyviä muita töitä (muut maansiirtotyöt) voivat aiheuttaa infrarakenteeseen esimerkiksi lisääntynyttä kuormitusta tai rakenteen kokonaisvakavuuden tai -stabiliteetin heikkenemistä. Kaivu- ja louhintatöihin osana hankkeen muita töitä liittyy usein myös pohjavesitilanteen muutoksia, joiden vaikutus infrarakenteeseen on otettava huomioon.

Peruslähdekohdaksi louhintatyön suunnittelussa ja toteuttamisessa otetaan se, että infrarakenteelle ei aiheuteta kyseiseen rakenteeseen kohdistuvia tavanomaisia kuten junaliikenteen tai ajoneuvoliikenteen aiheuttamia

rasituksia suurempia häiriöitä. Tällöin on osoitettava luotettavilla menetelmillä, esimerkiksi jatkuvatoimisella värinärekisteröinnillä, että louhintatyön aiheuttamat rasitukset ovat vertailukelpoisia tavanomaisten rasitusten kanssa.

Mikäli louhintatyön aikaiset rasitukset ylittävät rakenteen tavanomaiset rasitukset, arvioidaan rakenteen herkkyyks louhintatöille suunnitelmatietojen, kuntotietojen ja katselmuksen perusteella.

#### L6.1.1.1 Rakenteiden paikantaminen ja kuntotiedot

Pienet rummut ja sillat voivat olla maastossa erittäin vaikeastikin havaittavissa. Rumpujen ja siltojen olemassaolosta louhinnan vaikutusalueella saa helpoimmin ja varmimmin tiedon RHK:n rumpu- ja silta-rekistereistä. Sijaintitietonsa perusteella rakenteet ovat myös helpommin löydettävissä maastosta.



*Kuva L6.1 Pienen rummun pää maastossa. Rumpu on vielä kohtuudella havaittavissa, sillä luiskassa ja ojassa ei ole kovin paljon kasvillisuutta.*

Rautatiesiltojen ja -rumpujen sekä tunneleiden kuntoa seurataan säännöllisillä tarkastuksilla. Tarkastusten perusteella kerättyjä vauriotietoja ja vaurioiden perusteella tehtyjä arvioita rakenteiden kunnosta voi tiedustella RHK:n kyseisten rekistereiden ylläpitäjiltä (rumpurekisteri, siltarekisteri, tunnelirekisteri). Lisäksi RHK:n kyseisen rakennetyypin arkistosta (silta-arkisto, geoarkisto) on yleensä saatavilla suunnitelmatietoa. Yhteydenotto rekisterinpitäjään tehdään ko. alueen vastuullisen alueisännöitsijän kautta.

Arvioidessa rakenteen häiriöherkkyyttä louhintatöille on katselmusten lisäksi syytä tutustua rekistereiden kuntotietoihin sekä arkistojen suunnitelmatietoihin.

#### L6.1.1.2 Rakenteiden tarkkailu louhintatyön aikana

Rakenteille tehdään kuntoarvio ennen louhintatöihin ryhtymistä. Olemassa olevat vauriot kartoitetaan ja mitataan. Mikäli on ennakoitavassa mahdollisia painumia tai siirtymiä rakenteissa tai rakenneosissa, tehdään tarvittavat kartoitukset ja mittaus suunnitelmat siirtymien tarkkailua varten.

### L6.1.2 Kivirakenteet

Kivirakenteet ovat yleensä kestäviä rakenteita, mikäli niissä ei pääse tapahtumaan tukien painumia tai kivien välisiä siirtymiä. Kivien väliset saumausaineet liimaavat usein kivet tiukasti toisiinsa, mutta ikääntyneet liitossaumaukset eivät välttämättä kykene estämään kivien välisiä äkillisiä siirtymiä. Siten kivirakenteiden tärinänkeston arvioinnissa on otettava huomioon rakenteen vaurioherkkyys.

Louhintatyön suunnittelussa ja toteutuksessa on erityisesti varottava, että kivirakenteiden perustukset eivät pääse painumaan tai siirtymään ja ettei kivirakenteeseen kohdistu suunnaltaan tavanomaista poikkeavia rasituksia.

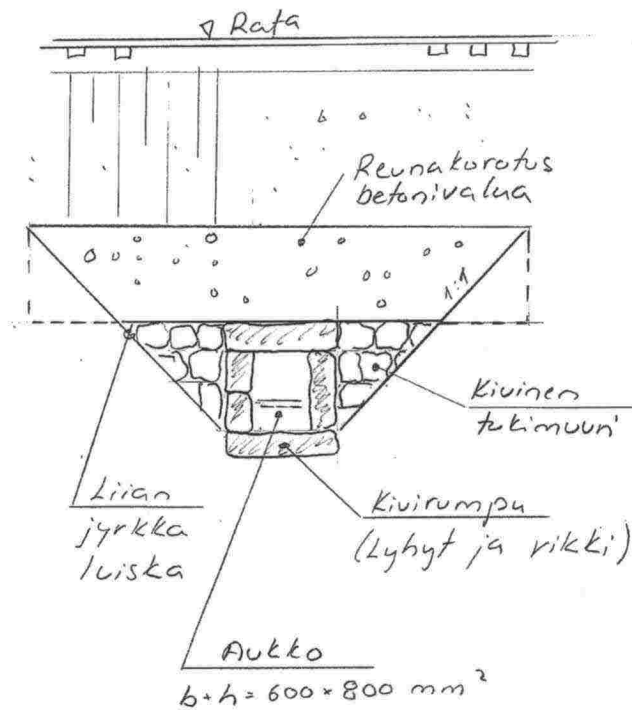
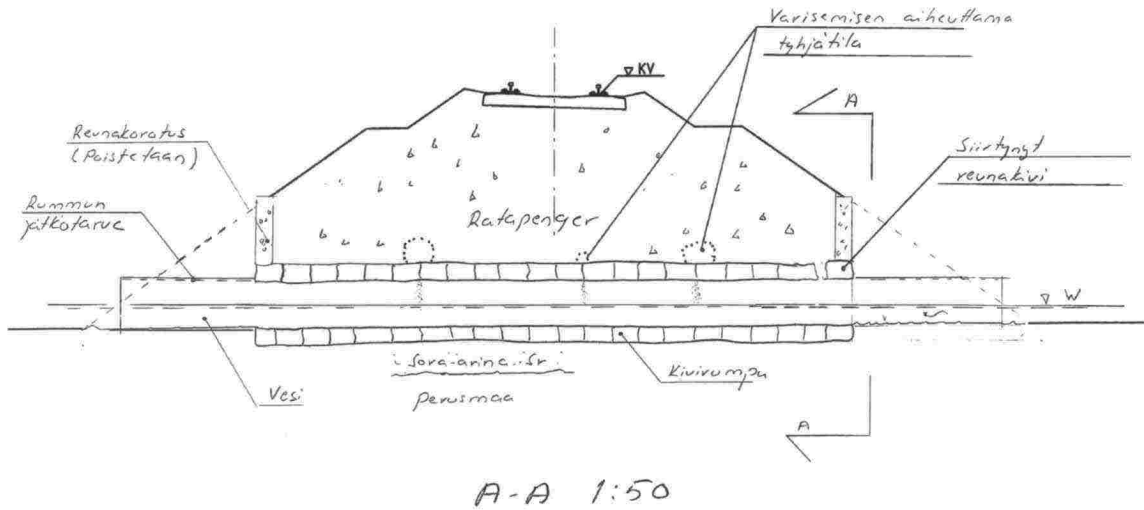
Kivirakenteet ovat yleensä rakennettu 1900-luvun vaihteesta 1930-luvulle välisenä aikana mutta uudempiakin kivirakenteita ja kiviverhousrakenteita on.

Kiviverhous- ja kivikuorirakenteet katsotaan tässä ohjeessa yleensä kuuluvaksi siihen ryhmään, johon varsinainen kantava rakenneosaa kuuluu.

Rautatieympäristössä on lähinnä seuraavanlaisia kivirakenteita:

#### Rummut (vapaa-aukon leveys < 2,0m)

- Suorakaiteen muotoisia tai holvirakenteisia.
- Perustamistavat vaihtelevat kallion- tai maanvaraisista, maa- tai hirsiarinan tai betonianturan varaan rakennetuista puu- tai tb-paaluille perustettuihin.
- Suorakaiteen muotoisissa rummuissa kansilaatta voi olla kivi- tai betonirakenteinen.
- Rumpuja voi olla jatkettu useammassakin vaiheessa alkuperäisestä poikkeavilla rakenteilla ja reunapalkkirakenteita voi olla korotettu useampaan kertaan radan korkeusviivan nostamisen myötä.
- Ikääntymisen tai painumien tai kuormituksen lisääntymisen sekä erilaisten jatkamis- tai reunapalkkien korotustöiden vuoksi rakenteissa voi herkästi tapahtua suuriakin siirtymiä, jos ne altistuvat äkilliselle louhintatärinän aiheuttamalle häiriölle.
- Kunto on tutkittava tapauskohtaisesti aina ennen louhintatöihin ryhtymistä. Kuntoa arvioidessa on otettava huomioon, että rumpu on voitu jatkaa useammassakin vaiheessa ja sen kunto voi vaihdella huomattavasti rummun matkalla. Jatketuissa rummuissa yleensä vanhin rakenne on rummun keskialueella.
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



Kuva L6.2 Esimerkki erilaisista rakenteista, joita rumpurakenteeseen voi liittyä. Ulospäin saattaa olla näkyvissä vain betonirakenne.



*Kuva L6.3 Tyypillinen kivrumpu, jota on todennäköisesti jatkettu kuvaussuuntaan päin edelleen kiviseinillä, mutta kansilaatta muuttuu kivrakenteisesta teräsbetonirakenteiseksi.*



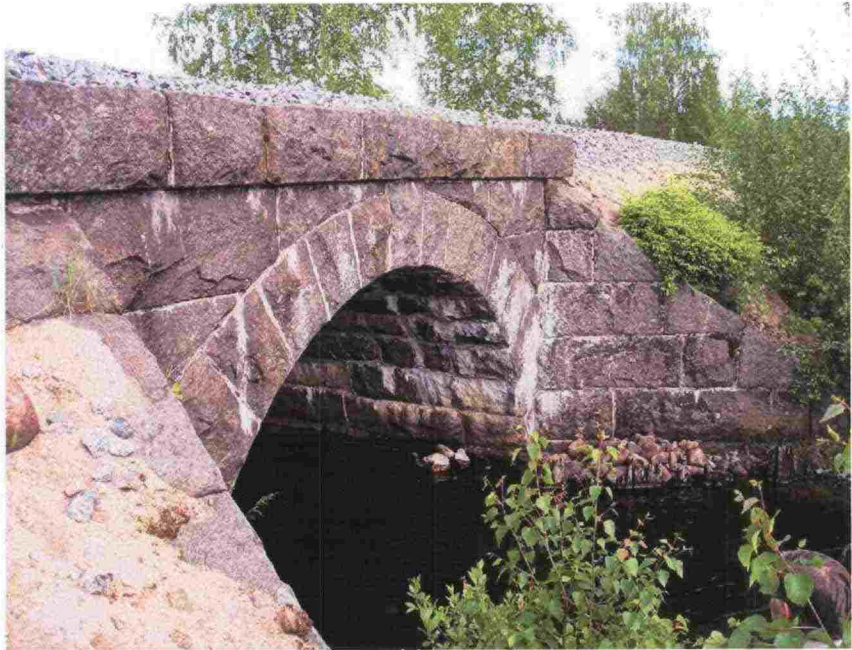
*Kuva L6.4 Kivirummun reunapalkkia on korotettu useampaankin kertaan.*

Sillat (vapaa-aukon leveys > 2,0m)

- Rakenneperiaatteiltaan vastaavia kuin rummut
- Siipimuurirakenteet ovat yleensä suurempia ja enemmän kuormitettuja kuin rummuissa
- Siltoja voi olla jatkettu tai reunapalkkirakenteita korotettu useampaankin kertaan vastaavasti kuin rummuissa



- Rakenteissa tai niiden osissa voi olla kapasiteettiongelmia, siirtymiä tai painumia, joiden seurauksena silta voi olla riskirakenne louhintatyön aiheuttamalle tärinän aiheuttamille äkillisille liikkeille.
- Kunto tutkittava aina tapauskohtaisesti ennen louhintatöihin ryhtymistä
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset



*Kuva L6.5 Hyväkuntoinen kiviholvisilta ja vanhempi kiviholvisilta, joka ei välttämättä kestä louhintatärinän aiheuttamia äkillisiä siirtymiä yhtä hyvin.*

### Tukimuurit

- Rakeneperiaatteiltaan ovat yleensä vastaavanlaisia kuin rumpujen ja siltojen maaturakenteet.
- Vanhojen kivitukimuurien kuormitus on usein lisääntynyt rakentamisaikaisesta tilanteesta huomattavasti.
- Rakenteissa tai niiden osissa voi olla kapasiteettiongelmia, siirtymiä tai painumia, joiden seurauksena tukimuuuri voi olla riskirakenne hyvin lähellä olevan louhintatyön aiheuttamalle erittäin voimakkaan värinän aiheuttamille hyvin suurille liikkeille.
- Tukimuurirakenteiden läheisyydessä louhittaessa on erityisesti otettava huomioon mahdollisten louhinnasta aiheutuvien ympäristömuutosten vaikutukset tukimuurin kuormitukseen ja kokonaisvakavuuteen.
- Kunto on tutkittava tapauskohtaisesti aina ennen louhintatöihin ryhtymistä.
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



*Kuva L6.6 Kivitukimuuuri, jonka kuormitus on lisääntynyt ajan myötä yläpuolisen tien liikennemäärän kasvaessa. Lopulliseen sortumaan on mahdollisesti myötävaikuttanut eroosio, vesi, jäätyminen/sulaminen -syklit sekä mahdollisesti vielä läheisten louhintatyömaiden aiheuttamat lisärasitukset.*

#### **L6.1.3 Betonirakenteet**

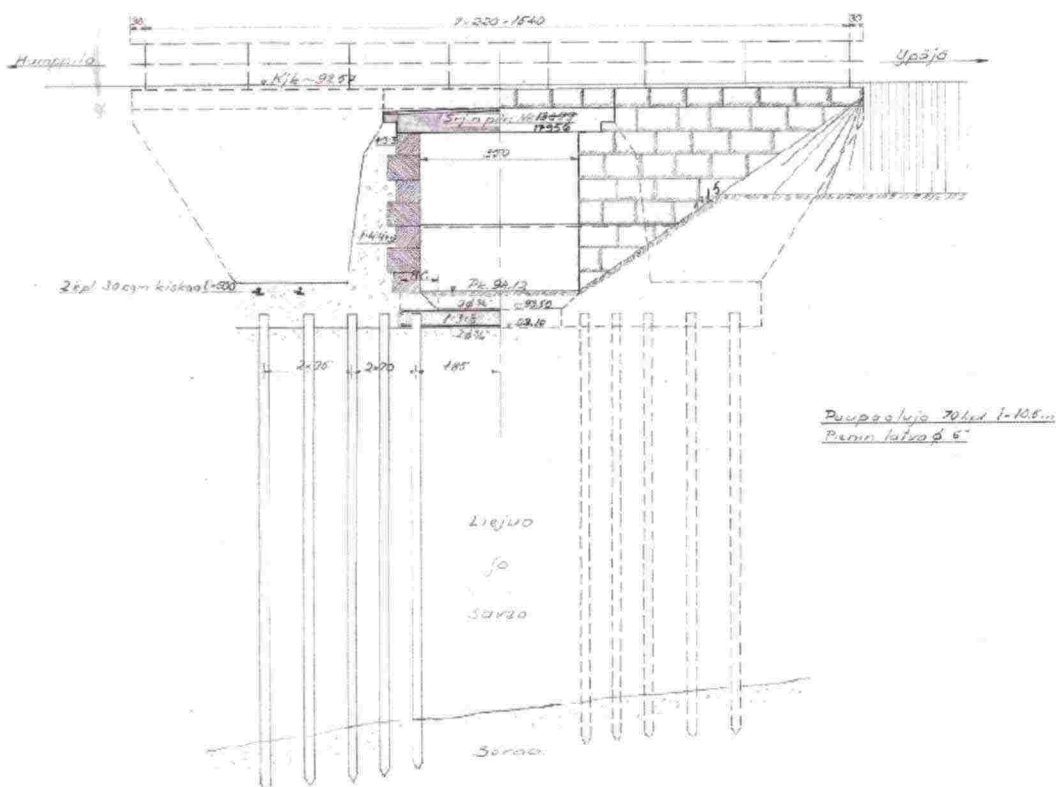
Raudoittamattomia betonirakenteita voi olla osana vanhoja rumpu- silta- tai tukimuurirakenteita. Raudoittamattomiksi rakenteiksi katsotaan tässä ohjeessa tapauskohtaisesti myös betonirakenteet, joissa on vain vähäinen raudoitus.

Betonirakenteet ovat myös yleensä kestäviä rakenteita, mikäli niissä ei pääse tapahtumaan tukien painumia tai siirtymiä. Halkeamat rakenteisiin syntyvät yleensä epätasaisen kuormituksen tai siirtymien johdosta. Raudoituksen puuttumisen vuoksi rakenteiden herkkyyys halkeilulle on suurempi kuin raudoitetuilla betonirakenteilla ja louhintatyön aiheuttamat lisäkuormitukset saattavat aiheuttaa lisäsiirtymiä ja rasitustilojen muutoksia.

Louhintatyön suunnittelussa ja toteutuksessa on kivirakenteiden tapaan varottava, että perustukset eivät pääse painumaan tai siirtymään tai ettei kivirakenteeseen kohdistu suunnaltaan tavanomaista poikkeavia rasituksia.

Raudoittamattomia tai vain vähän raudoitettuja rakenteita tai rakenneosia ovat rautatieympäristössä lähinnä massiiviset perustusrakenteet rummuissa silloissa ja tukimuureissa (anturat, paaluanturat, perustukset, massiiviset tukirakenteet ja tukimuurirakenteet).

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



Kuva L6.8 Maatuet ovat raudoittamattomia betonirakenteita anturoita toisiinsa tukevia poikkipalkkeja lukuun ottamatta. Huom! Etumuuri ja siipimuurit eivät ole kivirakenteita vaan kivikuorirakenteita, mikä selviää vasta suunnitelmapiirustuksesta.

### L6.1.4 Teräsbetonirakenteet

Raudoitettujen teräsbetonirakenteiden osalta on otettava huomioon samoja asioita kuin raudoittamattomissakin betonirakenteissa. Raudoitetuissa rakenteissa voi kuitenkin olla halkeiluista huolimatta jäljellä reilusti kapasiteettia ja sitkeyttä. Rakenteet ovat myös yleensä kivirakenteita ja raudoittamattomia betonirakenteita parempia kestämään suunnaltaan tavanomaisesta poikkeavia rasituksia.

Uudemmat betonirakenteet rautatieympäristössä ovat joitain poikkeuksia lukuun ottamatta raudoitettuja.

Teräsbetonirakenteet ovat käytettyjen rakennusmateriaalien perusteella jaoteltuna yleisimpiä rakenteita rautatieympäristössä. Yleisimpiä teräsbetonirakenteita ovat rummut, sillat, paalulaatat ja tukimuurit.

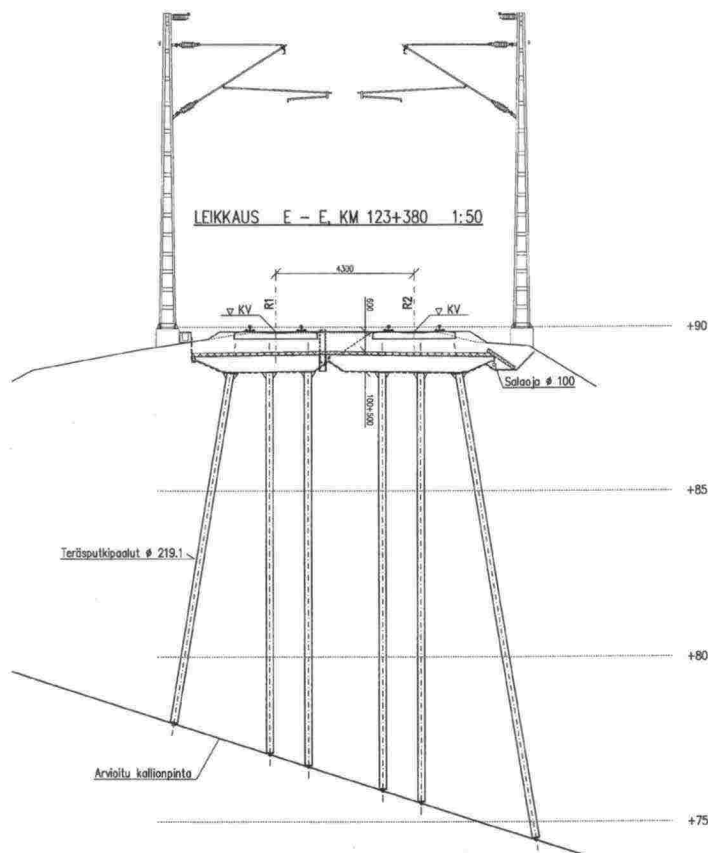
Vanhoissa teräsbetonirakenteissa on usein vastaavia ongelmia kuin vanhoissa kivirakenteissakin. Rakenteiden kuormitus on usein lisääntynyt huomattavasti alkuperäisestä ja esimerkiksi siltoja ja rumpuja voi olla jatkettu tai reunapalkkirakenteita korotettu useampaankin kertaan.



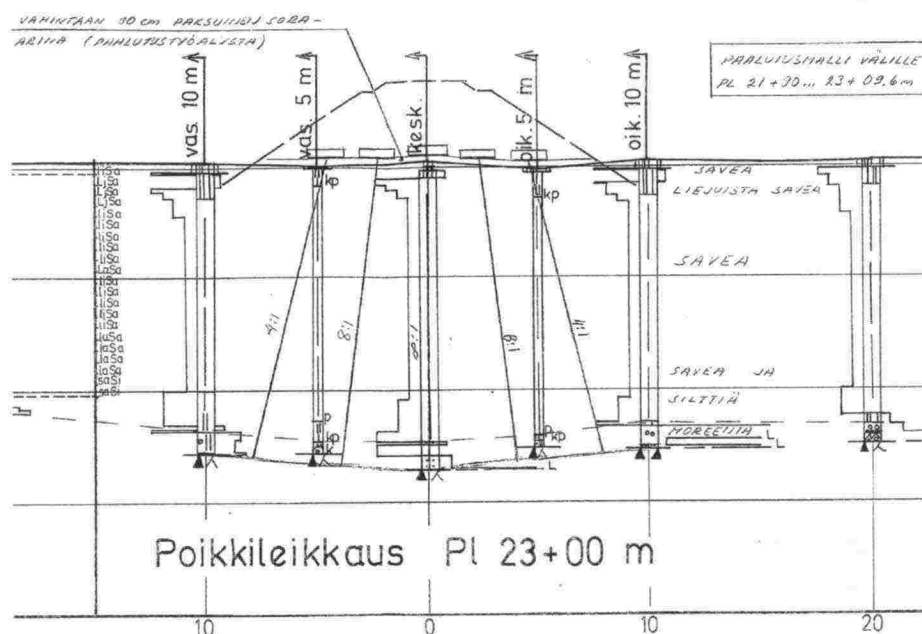
*Kuva L6.9 Teräsbetoninen kehäsilta, jonka reunapalkkia on korotettu useampaankin kertaan. Alimmissa korotuskerroissa alkaa jo näkyä kapasiteetin ylittymistä.*

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.

Erityisesti paalulaatta- ja paaluhatturakenteiden sekä tukimuurirakenteiden louhintaherkkyyttä arvioitaessa on rakenteen toimintatapa oltava selvillä.



Kuva L6.10 Paalulaatta perustettuna vinolle kalliopinnalle. Louhinta voi aiheuttaa rakenteelle mitoituskuormia suurempia vaakakuormia.



Kuva L6.11 Paaluhattukenttä koostuu yksittäisistä paaluista, joiden yläpäässä on teräsbetonirakenteinen neliö- tai nelikulmiolaatta. Louhinta paaluhattualueen lähellä voi aiheuttaa radan rakennekerrosten lisääntynyttä varisemista laattojen väleistä ja siten myös painumia rataan.

### L6.1.5 Teräsrakenteet

Teräsrakenteet eivät yleensä keveytensä vuoksi ole herkkiä louhinnan aiheuttamille tärinöille ja ovat yleensä sitkeytensä vuoksi hyviä kestämään suuriakin heilahdusliikkeitä.

Teräsrakenteet ovat kuitenkin yleensä osista koottuja ja liittyvät muunlaisiin rakenteisiin. Liitosten kestävyys määrääkin usein koko rakenteen kestävyden heilahduskuormien suhteen.

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.

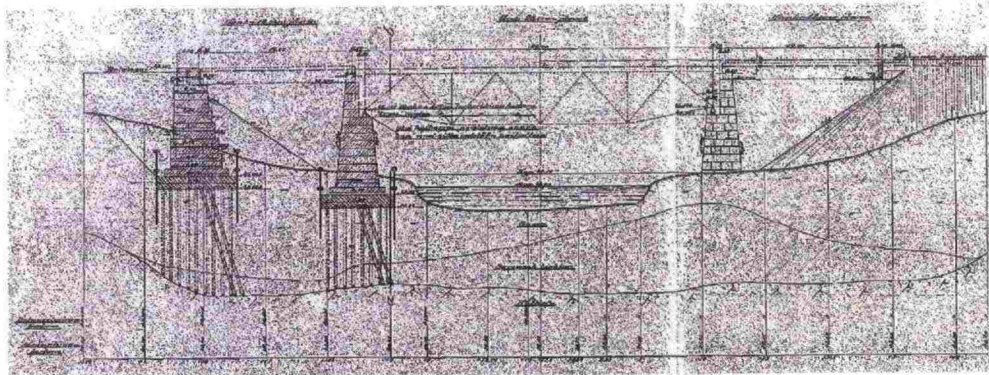


*Kuva L6.12 Pääosa teräsrakenteisista rautatiesilloista on vanhoja teräsristikko- ja teräspalkkisilloja.*

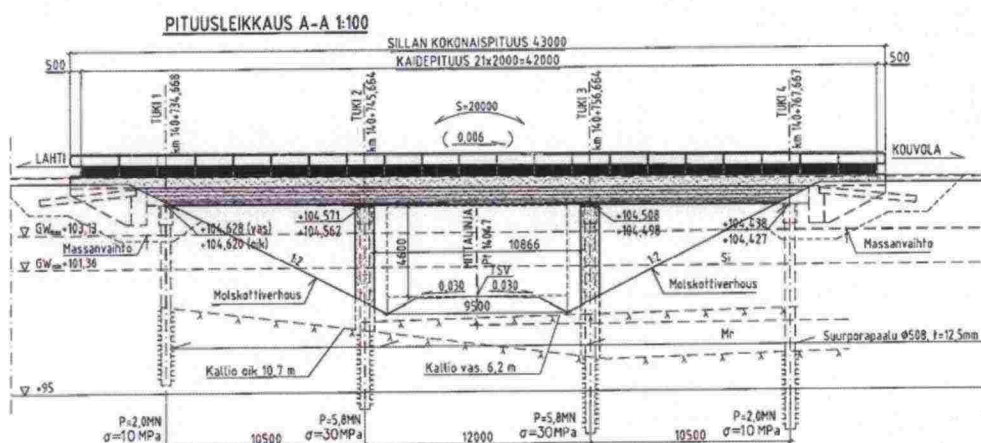
### L6.1.6 Eri rakennetyypeistä koostuvat rakenteet

Yksittäiset rumpu-, silta-, tukimuuri- ja paalulaattarakenteet ovat yleensä yhdistelmiä edellä mainituista rakennetyypeistä.

Yhdistelmä rakenteita on tarkasteltava louhinnan kannalta sekä yksittäisten heikoimpien rakenneosien että koko rakennekokonaisuuden ja rakenneosien välisten liitosten suhteen.



Kuva L6.13 Tyypillisen teräsristikkosillan rakennepiirustus. Kallionvaraisille puupaaluille perustettu teräsristikkosilta, jossa betoniantura, kivirakenteiset tuet ja teräsrakenteiset päällysrakenteet. Louhinnan suhteen on oltava erityisen varovainen.



Kuva L6.14 Nykyään tyypillisen siirrettävän siltatyyppin rakennepiirustus. Kallioon ulotetut porapaalut liitettynä jäykästi siltakanteen. Rakenteeseen kohdistuu helposti kuormia louhittaessa sillan lähellä, mutta rakenne on hyvä kestäämään kaikensuuntaisia kuormituksia.

### L6.1.7 Tunnelit

RHK:n rataverkolla olevat rautatietunnelit on rakennettu pääosin 1960- ja 1970-luvulla. Pääsääntöisesti kaikissa tunneleissa on lujituksena holvin ja seinien haja-/systemipultitus sekä lujitusruiskubetoni. Useissa tunneleissa on lujitus- tai palosuojaaruiskubetoni halkeillut ja pintaosaltaan rapautunut. Louhintatärinän aiheuttamat lisärasitukset saattavat irrottaa ruiskubetonin siten, että se menettää lujituskykensä.

Venekallion ja Paksunniemen tunneleissa on katossa lujituksena haja-pultitus ja paikoin kevyt verkko. Näissä kahdessa tunnelissa on lähellä tehtävien louhintatöiden vaikutuksia ja tunnelirakenteelle sallittuja tärinöitä arvioitaessa otettava huomioon kivien irtoamisen riski seinistä ja holvista.

Suurivuoren tunnelissa on lujituksena vain hajapultitus ja louhintatärinät saattavat irrottaa kalliolohkoja tunnelin katto- ja seinäpinnoista. Suurivuoren tunnelissa on lähellä tehtävien louhintatöiden vaikutuksia ja tunnelirakenteelle sallittuja tärinöitä arvioitaessa otettava huomioon kivien irtoamisen riski seinistä ja holvista

Vesivuodot saattavat aiheuttaa kunnossapitotarvetta ja pahimmillaan jopa sähköturvallisuusriskejä rautatietunneleissa. Tunneleiden lähellä tehtävät räjäytystyöt saattavat muuttaa ja avata kallion rakoilusystemejä siten, että vesivuodot tunneliin lisääntyvät. Kallion rakenteesta voi joissain tapauksissa saada viitteitä vesivuotojäljistä. Tila voi vaihdella mm. vuodenaikojen mukaan. Mahdolliset louhinnan aiheuttamat muutokset tunnelin vesivuodoissa saattavat olla vaikeita havaita välittömästi työn päättymisen jälkeen, sillä vuodot saattavat kehittyä hitaasti. Siten tähän riskiin on varauduttava riittävän huolellisella louhintatyön suunnittelulla.

Kaikkien tunneleiden suuaukoilla otsapinta ja osa avoleikkauksesta on yleensä ruiskubetonoitu. Suuaukkojen kallioleikkausten ruiskubetonointi on yleisesti halkeillut ja paikoin sen tartunta kallioon on heikentynyt.

Arvioitaessa tunnelin rakenteille sallittuja tärinöitä on lohcareiden ja ruiskubetonin irtoamisen riski tunneleissa määritettävä tunnelin kunnan perusteella aina, kun  $R < 100$  m tai jos on odotettavissa että louhinnan aiheuttama heilahdusnopeus  $v \geq 10$  mm/s (suurin komponentti).

Rautatietunneleiden kuntoa seurataan säännöllisillä tarkastuksilla ja tarkastustulosten perusteella voidaan ennakkoon arvioida tunnelin rakenteiden herkkyyttä louhintatöiden aiheuttamille rasituksille. Tietoja tietyn tunnelin mahdollisista vaurioherkistä rakenteista voi tiedustella RHK:lta.

### L6.1.8 Kallioleikkaukset

Rataverkolla on runsaasti kallioleikkauksia, joiden maksimikorkeus on paikoin jopa 30 m. Leikkausten leveys on minimissään noin 7 m ja leikkausten seinät ovat osin lähes pystysuorat ja osin kallistetut (maksimi 5:1). Vanhat leikkaukset ovat pääsääntöisesti kapeita ja pystyseinäisiä.

Leikkaukset on aikanaan louhittu osin melko karkeasti ja lopputuloksena on paikoin jäänyt runsaasti rakoillut kallioseinä. Vuosien kuluessa veden virtaus sekä toistuva, raoissa olevan veden jäätyminen ja sulaminen ovat rapauttaneet kalliomassaa. Vanhoissa leikkauksissa on myös havaittu, että niihin tehdyt ruiskubetonilujitukset ovat rapautuneet ja halkeilleet.

Arvioitaessa kallioleikkauksen seinäpinnoille sallittuja tärinöitä on lohcareiden ja ruiskubetonin irtoamisen riski kallioleikkauksissa määritettävä tapauskohtaisesti.

Rautatien varrella olevien kallioleikkausten kuntoa on tietyillä rataosilla arvioitu tarkastuksilla. Tarkastustulosten perusteella voidaan ennakkoon arvioida kallioleikkauksen rakenteiden herkkyyttä louhintatöiden



aiheuttamille rasituksille. Tietoja tietyn kallioleikkauksen mahdollisista tarkastustuloksista voi tiedustella RHK:lta.

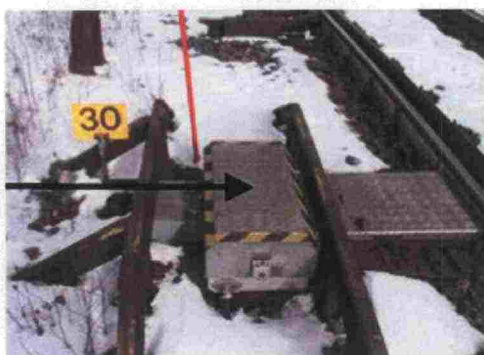
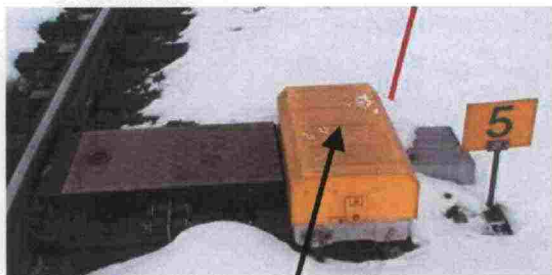
## L6.2 Turvalaitteet

Turvalaitteet joutuvat toimintaympäristössään kestäämään junan aiheuttamaa tärinää, mutta louhintatyön aiheuttama tärinä saattaa aiheuttaa äkillisen, liikennetärinää suuremman häiriön. Monissa turvalaitteissa esimerkiksi releen tai koskettimen hetkellinen tilan muuttuminen aiheuttaa laitteen toimintahäiriön sekä sitä kautta viivästyksiä junaliikenteelle. Lisäksi häiriön paikallistaminen ja korjaaminen vaatii korjaustoimenpiteitä.

### L6.2.1 Radassa kiinni olevat laitteet

Vaihteenkääntölaite on sähköinen tai mekaaninen vaihtenasennon kääntämiseen tarkoitettu laite. Vaihteenkääntölaitteet sijaitsevat luonnollisesti vaihteiden läheisyydessä ja ne on sijoitettu rataa kiinni.

Sähköisessä vaihteenkääntölaitteessa kriittisin osa louhintatyön tärähdyksien suhteen on kääntölaitteen sähkömoottori. Yleisesti kääntölaitteella kriittisin tekijä häiriöiden aiheuttajana on louhintatyöstä irtoavien kivien lentäminen kääntölaitteen tankojen väliin. Tankojen liikkumisen estävä kivi aiheuttaa vaihteen toimintahäiriön. Myös vaihteen asentoa valvovan valvontakoskettimen tila voi muuttua tärähdyksen voimasta, ja aiheuttaa siten haittaa liikenteelle, koska opastin voi näyttää virheellisesti punaista.



Kuva L6.15 Sähköinen vaihteenkääntölaite /9/

Akselinlaskenta-anturit ovat radan varattuna olon ilmaisemiseen liittyviä antureita. Anturi mittaa ylittävien akselien lukumäärän muuttuvan magneettikentän avulla. Anturi on asennettu kiskoon kiinni ja alhaalla

olevassa kuvassa näkyvä keltainen kytkentälaatikko sijaitsee radan välittömässä läheisyydessä.



*Kuva L6.16 Akselinlaskenta-anturi on kuvassa keskellä kiskon kyljessä. Keltainen metalliosa edessä on anturin auraussuoja. Taustalla on keltainen kytkentälaatikko.*

Akselinlaskenta-anturi ei ole kovin herkkä rikkoutumaan tärähdyksen voimasta, koska se joutuu omassa toimintaympäristössään kestäämään kovaa tärinää. Metalliesineiden tuominen akselinlaskenta-anturin läheisyyteen saattaa aiheuttaa magneettikentän muutoksen ja osuuden varautumisen ja sitä kautta häiritä liikennettä. Keltainen kytkentälaatikko on tämän laitteen herkin osa tärähdyksien suhteen.

Baliisi on junan kulunvalvontajärjestelmään liittyvä lähetinvastaanotin, joka välittää muistiin tallennetun sanoman veturissa olevalle kulunvalvontalaitteistolle. Baliisit sijaitsevat raiteiden välissä ja ne on kiinnitetty ratapölkkyihin.

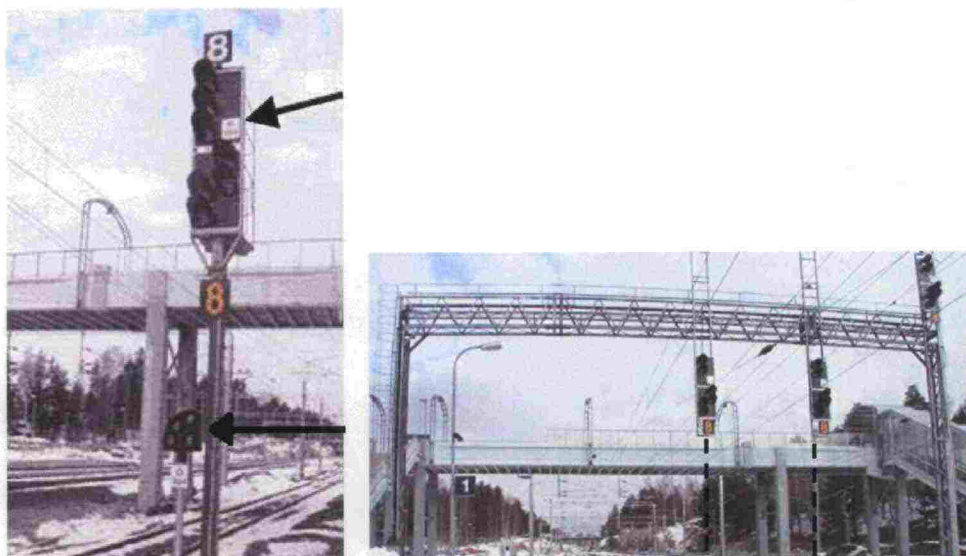


*Kuva L6.17 Baliisi /9/*

Baliisin sisällä oleva elektroniikkakortti on valettu muovin sisään, ja muovi suojaa baliisia tärähdyksiä vastaan.

### L6.2.2 Radan välittömässä läheisyydessä olevat laitteet

Opastimilla annetaan kuljettajalle opasteita lamppujen ja värilasiens muodostamalla opastinkuviolla.

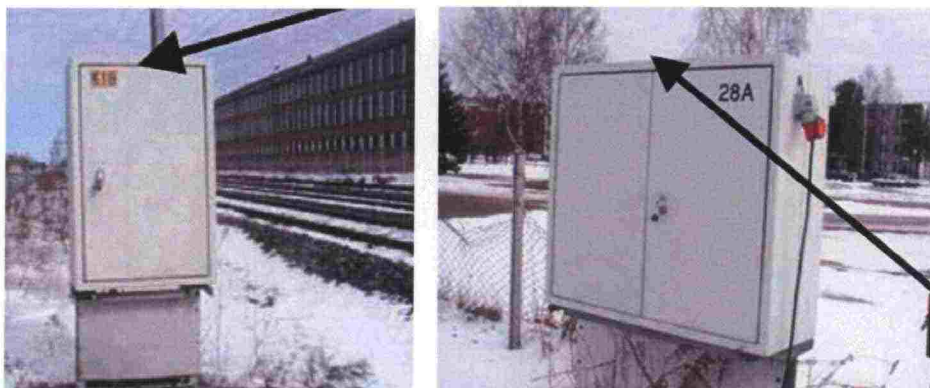


Kuva L6.18 Vasemmassa kuvassa on tolpassa oleva opastin ja sen alapuolella esiopastin. Alhaalla omassa tolpassaan on raideopastin. Oikealla olevassa kuvassa on opastinportaali. /9/

Yleisesti opastimissa on hehkulamppu. Ne on kiinnitetty teräsrakenteiseen pylväaseen tai portaaliin, jotka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Opastimet sijaitsevat opastintyyppistä, paikasta ja kiinnityksestä riippuen noin 2–8 metrin päässä radasta.

Opastimissa kriittisin osa on hehkulampun lanka sekä lampun kanta. Langan rikkoutuminen tai kannan kosketushäiriö aiheuttaa sen, ettei haluttua opastinkäsitettä voida asettaa. Myös louhintatyöstä lentävien irtokivien osuminen opastimen valoyksikköön voi aiheuttaa toimintahäiriön. Lampun rikkoutuminen saa opastimen näyttämään rajoittavampaa tietoa kuin olisi tarpeen ja siten se aiheuttaa haittaa junaliikenteelle.

Laitekaapit ovat keveitä rakenteita, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Niihin on asennettu kaapin käyttötarkoituksesta riippuen telineeseen kiinnitettyjä turvalaitteiden elektroniikkakortteja, riviliittämiä, muuntajia ja releitä. Laitekaapit on sijoitettu radan läheisyyteen ja etäisyys radasta on usein 2–10 metriä.



Kuva L6.19 Esimerkkejä turvalaitekaapeista /9/

Elektroniikkakortit ja releet ovat laitekaappien sisällöstä kaikkein herkimpiä tärähdyksille. Kortit ovat kaapissa kiinnitettyinä telineeseen, jolloin hieman löysä kiinnitys antaa kortille mahdollisuuden liikahtaa tärähdyksen voimasta ja sitä kautta esimerkiksi irrota liittimestä.

### L6.2.3 Laitetilat

Laitetilat ovat kevyitä rakennuksia tai kontteja, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Laitetiloja on myös joidenkin asemarakennuksien tiloissa sekä joissakin käytöstä poistetuissa asemarakennuksissa. Laitetiloihin on sijoitettu asetinlaitteet, joiden avulla ohjataan junaliikennettä. Käytössä on rele- ja tietokoneasetinlaitteita. Laitetilojen etäisyys radasta vaihtelee tapauskohtaisesti, ja yleensä etäisyys on välillä 4–20 metriä. Asemarakennusten yhteydessä olevat laitetilat voivat tapauksesta riippuen olla yli 20 metrin päässä radasta.

Tietokoneasetinlaitteen laitetilassa on useita elektroniikkakortteja ja tietokoneita, joiden kovalevyt voivat rikkoutua tai niiden toimintaan saattaa tulla häiriöitä tärähdyksen takia. Releasetinlaitteen tiloissa tärähdys voi aiheuttaa jonkun releen tilan muuttumisen ja laitteen toimintahäiriön, joka aiheuttaa haittaa junaliikenteelle.

## L6.3 Sähköistyslaitteet

Sähköistyslaitteista yleisesti herkimpiä värinöille ja heilahduskuormille ovat muuntajat painonsa takia, isot liittoksin kootut rakennekokonaisuudet kuten portaalit ja mahdollisilla muuntajilla varustetut pylväät sekä eristimet. Louhintatyöstä voi lisäksi aiheutua myös lohcareiden ja sirpaleiden sinkoutumisen aiheuttamia mekaanisia vaurioita mm. ajojohtoon, muuntajasäiliöön tai eristimeen.

### L6.3.1 Syöttöasemat

**Syöttöasemat** ovat kytkinlaitoksia, joista syötetään teho sähköradalle. Syöttöasemat ovat aidattuja alueita, joiden sisällä on erillisiä rakennuksia ja rakenteita. Syöttöasemilla on sähkön syöttöön liittyviä laitteita kuten erilaisia eristimiä, muuntajia, katkaisijoita, erottimia, kondensaattoreita, mittalaitteita, kauko-ohjaukseen liittyviä laitteita yms. Syöttöaseman rakennukset ja rakenteet on perustettu betonianturalla joko maan- tai

kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on syöttömuuntaja eristimineen.

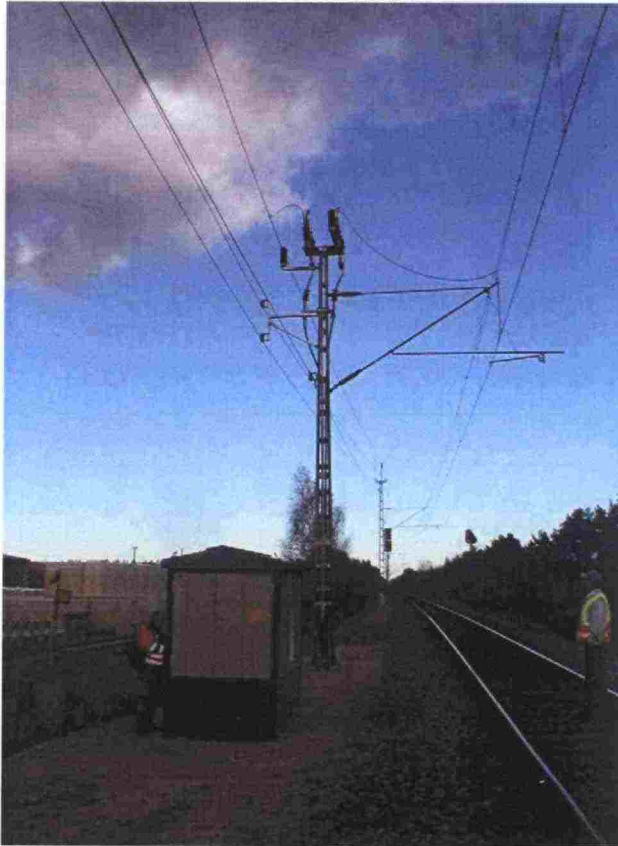


Kuva L6.20 Syöttöasema

**Välilytkinasemat** ovat kahden vierekkäisen syöttöaseman välille rakennettuja kytkinlaitteita ohjauslaitteineen sisältäviä kytkinasemia. Välilytkinasemat ovat aidattuja alueita, joiden sisällä on erillisiä rakennuksia ja rakenteita. Välilytkinaseman rakennukset ja rakenteet on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on kauko-ohjausjärjestelmä. Lähtökohtaisesti herkin tärinälle on kauko-ohjaukseen liittyvä elektroniikkaan pohjautuva laitteisto. Arvioitaessa kauko-ohjausjärjestelmän toimintaa tärinän kannalta on huomioitava myös kauko-ohjaukseen oleellisesti liittyvät erottimien ja katkaisijoiden tila- ja asentotiedot.

### L6.3.2 Radanvarsisäästömuuntajat

**Radanvarsisäästömuuntajat (AM)** ovat muuntajia, joiden tarkoitus on pakottaa paluvirta palaamaan vastajohtimessa. Radanvarsisäästömuuntajia käytetään sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV radanvarteen n. 7 km välein erillisiin rakennuksiin sijoittaen. Radanvarsisäästömuuntajat on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on muuntaja eristimineen.



Kuva L6.21 Radanvarsisäästömuuntaja

### L6.3.3 Sähkökeskukset

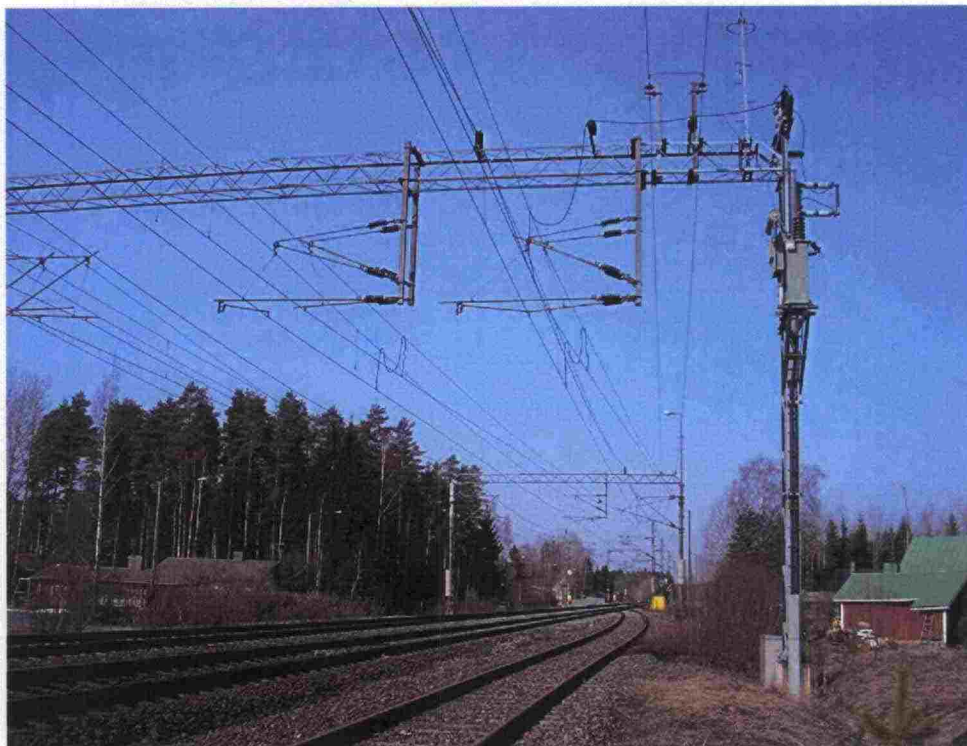
**Sähkökeskukset** ovat keveitä rakenteita, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Niihin on asennettu keskuksen käyttötarkoituksesta riippuen telineeseen kiinnitettyjä elektroniikkakortteja, riviliittimiä, muuntajia ja releitä yms. Sähkökeskukset on sijoitettu radan läheisyyteen, ja etäisyys radasta on usein 2–10 metriä. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on elektroniikkakortti kiinnityksineen sekä liikkuvilla suurimassaisilla osilla varustettu rele.

### L6.3.4 Imumuuntajat

**Imumuuntajat** on kiinnitetty teräsrakenteiseen pylvääseen, joka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on rakennekokonaisuus muuntajineen ja liitoksineen.

### L6.3.5 Pylväät ja portaalit

**Pylväät/portaalit** ovat teräsrakenteita, jotka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on teräsbetoninen perustus ja pylvään liitos siihen.



*Kuva L6.22 Vaihteenlämmitysmuuntaja sekä ratajohdon portaali-perustuksia*

#### **L6.3.6 Ratajohto kääntöorsineen ja eristimineen**

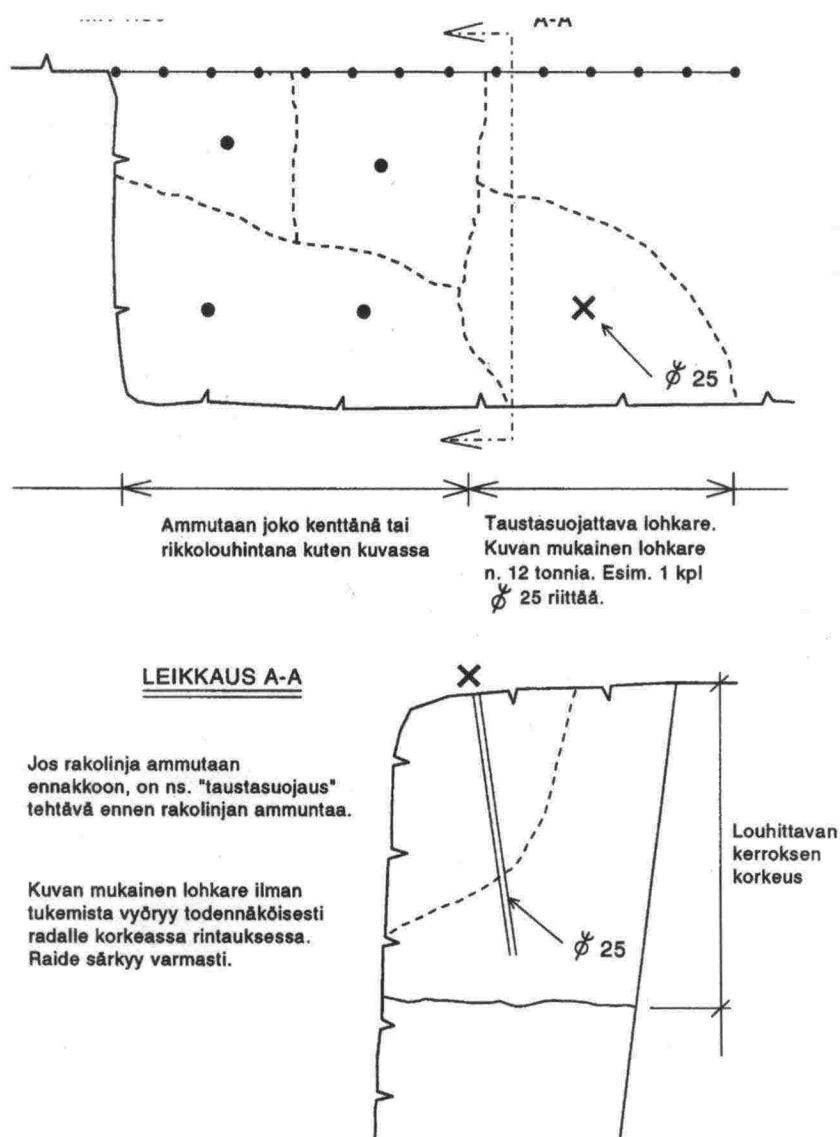
Ratajohtoon kuuluvat johtimet ja niihin liittyvät rakenteet, kuten kääntöorret ja eristimet (ks. kuva L6.22), muodostavat 25kV ajolankajärjestelmän, jonka vallitseviin arvoihin vaikuttaa myös pylväiden, portaaleiden ja raiteen asema sekä niiden muutokset. Näille laitteille ja rakenteille suurimman riskin muodostaa kiven hallitsematon sinkoilu ja sen aiheuttama vaurio.

## ERILAISIA LOUHINTAKOHTEITA RAUTATIEALUEELLA

Tässä luvussa esitetään lyhyesti rautatiealueella tehtävien louhintojen erityistapauksia, joille asetetaan erityisiä vaatimuksia.

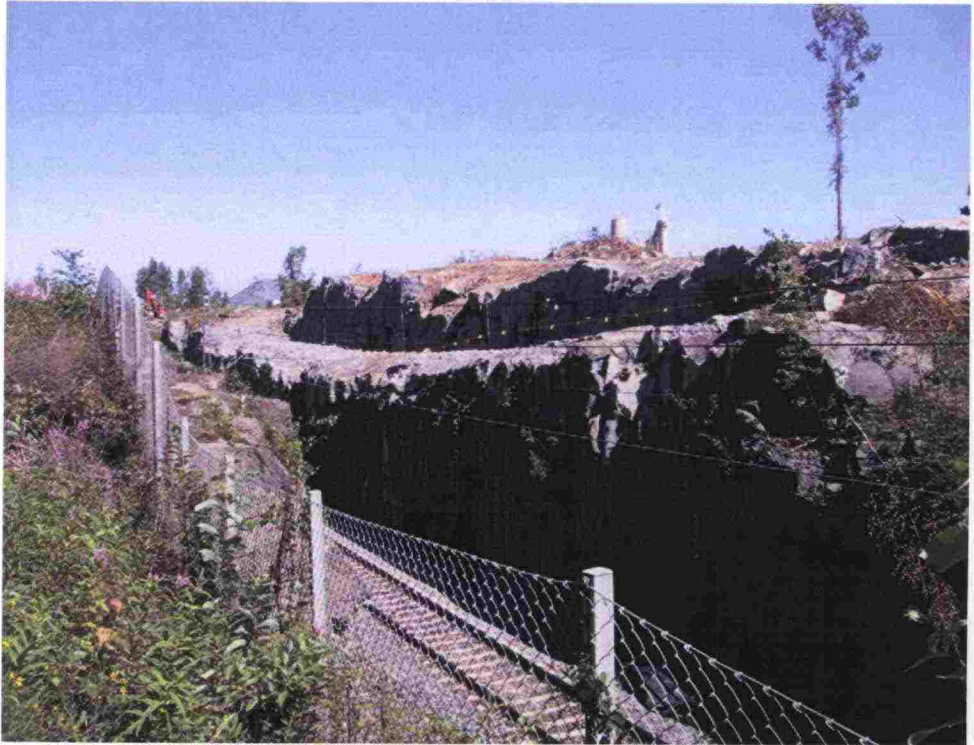
Rata-alueella olevien kallioleikkausten levityslouhinta

Radan kallioleikkausten levityslouhinnalla tarkoitetaan raiteen välittömässä läheisyydessä olevan kallioleikkauksen louhintaa. Louhinta voi liittyä esim. kallioleikkauksen leventämiseen tai irtolohkareiden poistoon korkean leikkauksen yläreunoilta. Louhintatyö on suunniteltava siten, että leikkauksen reunalta ei pääse putoamaan lohkareita radalle. Esimerkki tällaisessa kohteessa käytettävästä "taustasuojauksesta" on esitetty kuvassa L7.1.



Kuva L7.1 "Taustasuojaus" louhittaessa kallioleikkauksen yläreunalla





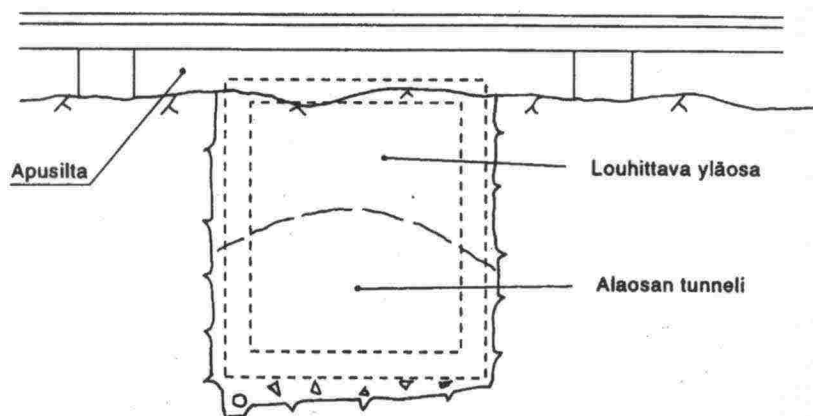
Kuva L7.2 Kallioleikkaus, jonka rikkonainen yläosa on louhittu hyllylle

Louhintatyö on suunniteltava InfraRYL 2006:n ja RMYTL osan 6 "Kalliorakennustyöt" mukaisesti ja louhintalupahakemuksen liitteenä tarkistettavaksi toimitettavassa aineistossa on esitettävä seuraavat asiat:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan pengerkorkeudet
- Radan rakenteiden ja laitteiden suojaukset
- Määritetyt värinäarvot lähistöllä oleville radan rakenteille ja laitteille
- Ohjeelliset rakolinjavaatimukset
- Ohjeelliset kentäreikävaatimukset
- Ohjeelliset panostusmäärät
- Ohjeelliset kertaräjätysmäärät
- Käytettävät nallit
- Ennakkopultit ja taustasuojaus irtolohkareiden kiinnittämiseksi
- Junaliikenteen huomioiminen työn suorittamisessa

#### Louhinta apusillan alla

Apusillat ovat teräsrakenteisia, osittain ruuviliitoksin koottuja levypalkkisilloja, jotka koostuvat kahdesta kiskoa kannattavasta yhtenäisestä palkkiparista. Silta-kalustoon kuuluu kaksi laakerikiskoa korvakkeineen ja kumilevylaakereineen. Apusillat perustetaan tapauskohtaisesti joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle.

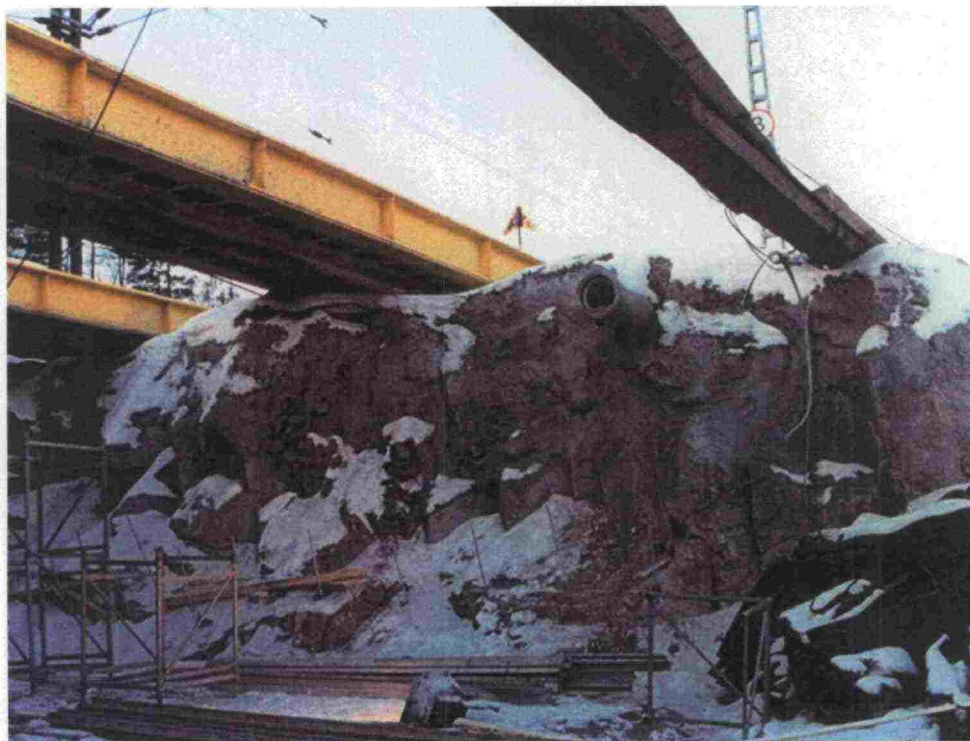
Työjärjestys:

- 1 Asennetaan apusilta (sillat)
- 2 Louhitaan alaosan tunneli
- 3 Louhitaan yläosa joko vaakaporauksena tai pystyporauksena alaosan tunnelista käsin
- 4 Rakennetaan tunnelirakenteet
- 5 Poistetaan apusillat ja asennetaan pölkkytys ja kiskot

Menetelmän edut:

- välttyään työskentelemästä koneilla sähköjohtojen läheisyydessä
- jännitekatkot ja raidevaraukset vähäisiä
- vahinkoriskit pieniä

Kuva L7.3 Esimerkki louhintatyöstä apusillan alla



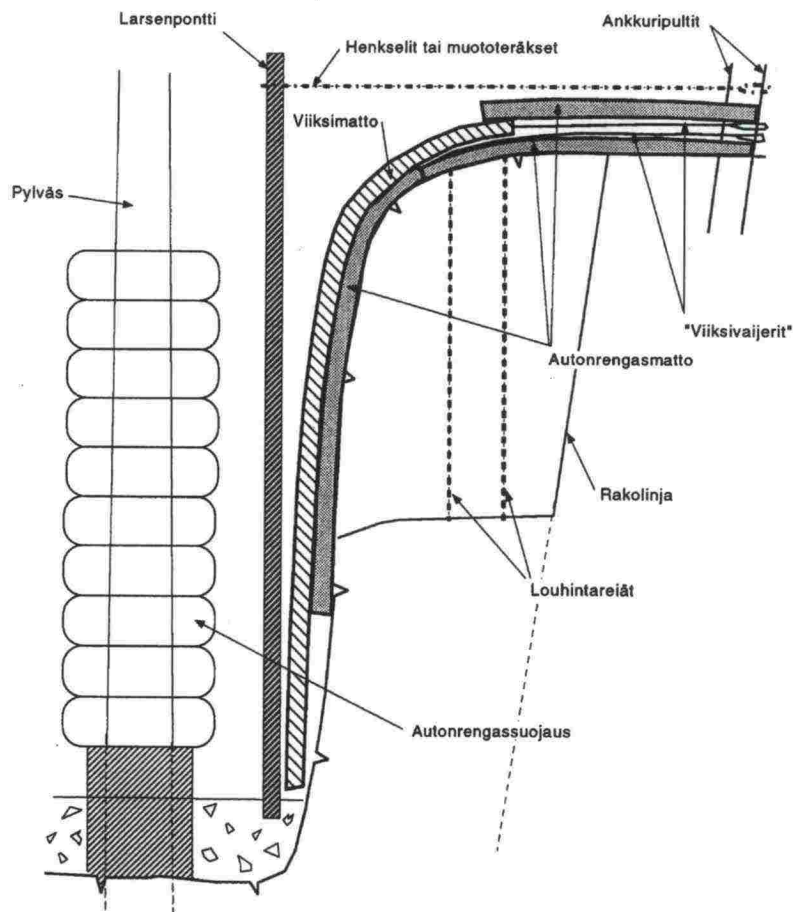
Kuva L7.4 Louhintakohde apusillan alla

Apusillan alla tehtävistä louhintatöistä esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Määritetyt värinärvot apusillan perustuksille
- Kaivannon mahdollinen tukiseinäsuojaus ja sille sallitut värinät
- Kalliolujitukset (ennakkopultit, hajapultit)
- Mahdolliset pohjaveden alentamisen toimenpiteet ja niiden huomioiminen louhinnassa

#### Louhinta pylvään tai portaalin lähellä

Kallionpinta on aina paljastettava portaalipylvään louhinnan puoleiselta reunalta ennen lähialueen louhintaa. Louhinta pylvään perustuksen lähellä louhitaan jälkilouhintana. Portaalipylväs on suojattava asianmukaisesti ennen louhintatyön suorittamista. Kuvassa L6.5 on esitetty esimerkkejä pylväsrakenteen suojauksesta.



Kuva L7.5 Portaalipylvään suojaus louhintatyön aikana

Portaalipylvään lähellä tehtävästä louhinnasta esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan pengerkorkeudet
- Määritetyt värinärvot pylväälle ja sen perustuksille
- Radan rakenteiden ja laitteiden suojaukset
- Ennakkopultit
- Ohjeelliset rakolinjavaatimukset

- Ohjeelliset kertäräjäytysmäärät
- Käytettävät nallit

#### Louhinta liikenteenalaisten raiteiden alla

Liikenteenalaisten raiteiden alla tapahtuvalla louhinnalla tarkoitetaan rajatulla alueella tapahtuvaa ratapohjan syvennyslouhintaa, joka tehdään ilman pitkäkestoisia liikennekatkoja. Louhintasyvyys on minimissään KV - 900 mm ja suurimmillaan ko. alueelle määritetty maaleikkaussyvyys

Mikäli louhintasyvyys on < 1 m, poraus voidaan suorittaa ns. "kassaan porauksena" radan rakennekerrosten läpi. Poratut reiät täytetään sepelillä ja puhalletaan myöhemmin varsinaisen louhintatyön yhteydessä puhtaiksi. Kiskot pölkkyineen poistetaan ja kallionpinta paljastetaan ennen louhintaa. Louhintasyvyyden ollessa > 1 m tulee koko louhintatyö suorittaa liikennekatkon aikana auki kaivetun kallionpinnan päältä.

Räjäytettäessä esim. alitusporauksen yhteydessä yksittäisiä kivilohkareita radan alla on kiven koko selvitettävä huolellisesti panoslaskennan lähtötiedoksi porauksilla ja räjäytystyö on suunniteltava siten, että työ voidaan tehdä liikennekatkon aikana radan rakenteita vaurioittamatta.

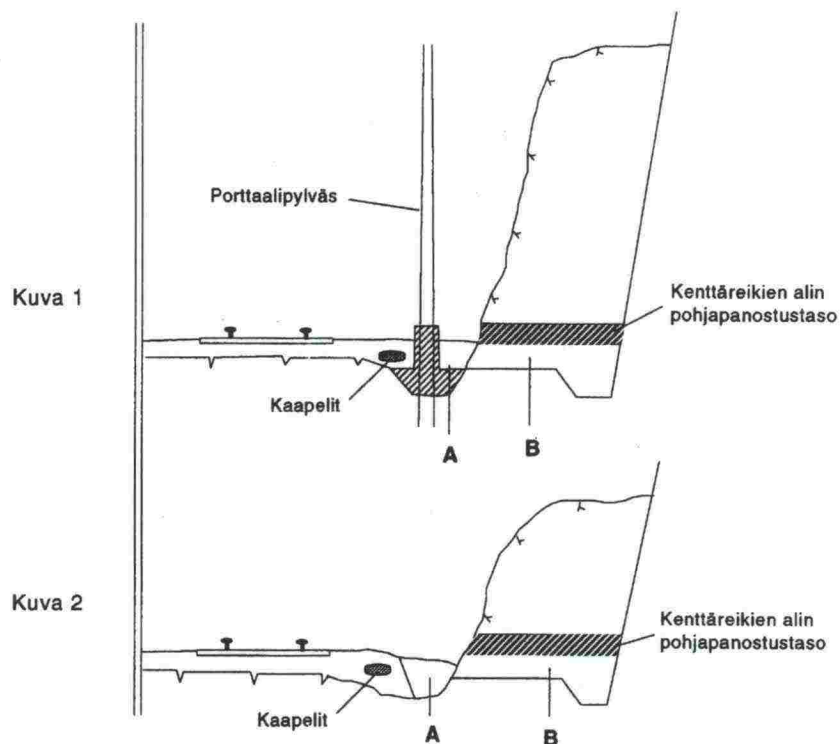
Työn suunnittelussa on huomioitava erikoisen tarkasti junaliikenteen ajoitus ja seisokit. Louhintatyön vaatiman ajan arvioimisessa on otettava myös huomioon louhitun pohjan käsittelyn vaatima aika. Ks. InfraRYL luku 17 000 ja RMYTL osa 6 "Kalliorakennustyöt" kohta 6.5 "Pohjapintojen käsittelyt".

Liikenteenalaisten raiteiden alla tehtävästä louhinnasta esitetään louhinta-suunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan porausjärjestelyt
- Määrityt värinäarvot lähistöllä oleville radan rakenteille ja laitteille
- Radan rakenteiden ja laitteiden suojaukset
- Ohjeelliset kertäräjäytysmäärät
- Käytettävät nallit

#### Louhinta kaapeleiden läheisyydessä

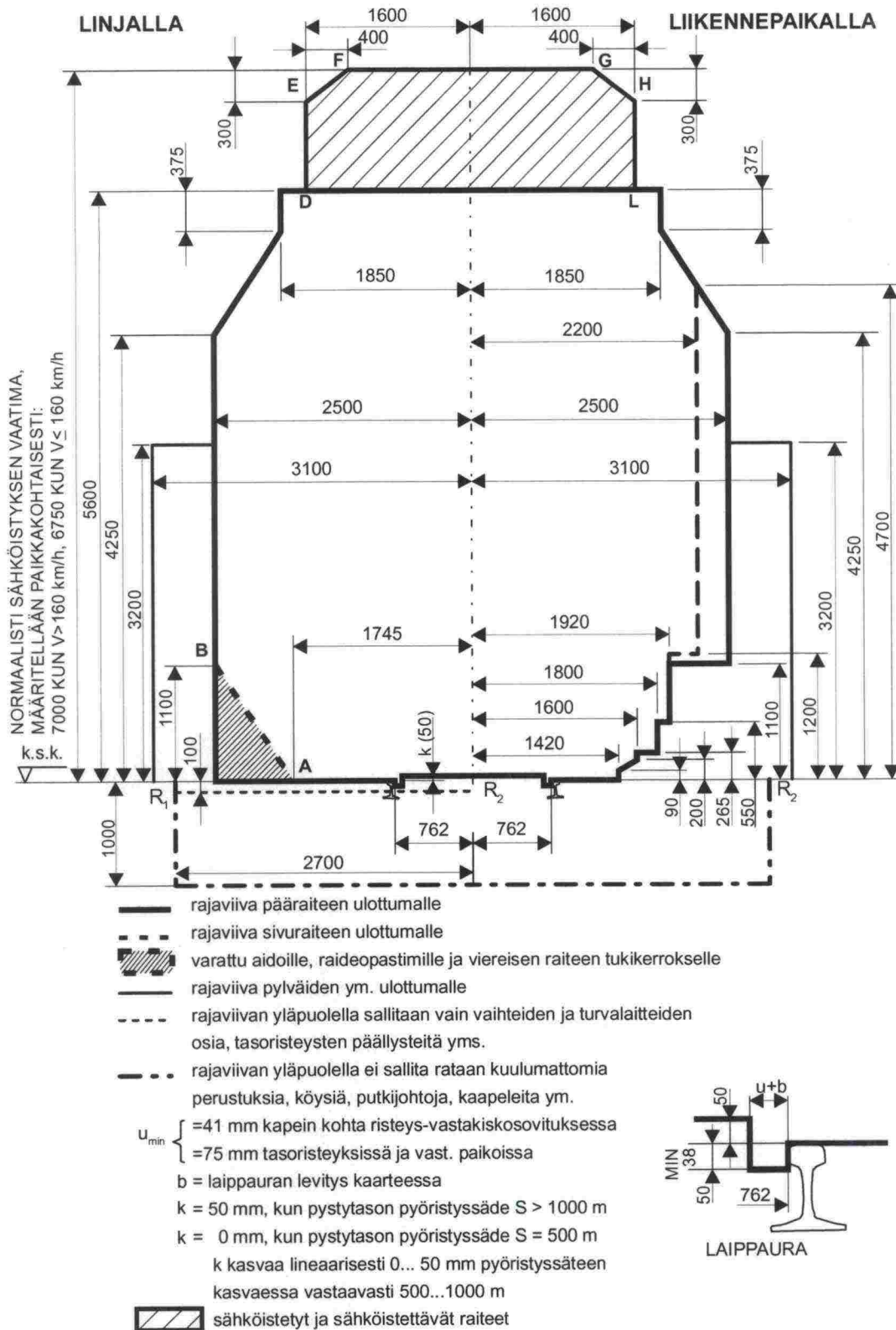
Jos louhinta on valokaapeleiden välittömässä läheisyydessä, kaapelit kaivetaan esiin rakennuttajan toimesta ennen louhintatyön alkua. Urakoitsija suojaa (Larsen-pontit, hirsipatjat, autonrengasmatot tms.) avoimet kaapelit laittamalla suojaukset kaapeliojan päälle. Tämä aukikaivu on suositeltavaa ainakin silloin, kun louhinta tapahtuu talvella ja maa on jäässä. (Jäätynyt maa saattaa louhinnan yhteydessä siirtyä ja kaapeli leikkaantuu poikki.) Esimerkki louhinnan järjestelyistä kaapeleiden läheisyydessä on esitetty kuvassa L7.6.



1. Leikkauksen yläosaa louhittaessa kenttäreikien alin pohjapanostustason on oltava aina sepelipinnan yläpuolella.
2. Ennen alueen B louhimista paljastetaan alueelta A kalliopinta. Louhinta voidaan suorittaa hallitusti, kun kalliopinta on näkyvässä. Jos kalliopintaa ei paljasteta, voi jäätynyt maa siirtyä räjähdysten yhteydessä ja leikata kaapelin poikki.
3. Vaihtoehtoisesti voidaan kaapelit ennakkoon kaivaa esiin ja suojata kaivanto kaapeleiden päältä.

Kuva L7.6 Louhintatyöt kaapeleiden läheisyydessä

## AUKEAN TILAN ULOTTUMA (ATU)



## RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA B-SARJASSA

- B 1 -
- B 2 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella (B 13 korvannut)
- B 3 Teollisuus- ja satamaradat
- B 4 Radan suunnitteluohje
- B 5 Sähköratamääräykset (B 16 korvannut)
- B 6 Johtoteiden suunnitteluohjeet
- B 7 Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet
- B 8 Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen, tutkimusohje
- B 9 Laittilojen ja valaisimien maadoittaminen
- B 10 Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin
- B 11 Rautateiden meluesteet
- B 12 Ratainvestointien hankearviointiohje
- B 13 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- B 14 Asema-alueiden aidat
- B 15 Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet
- B 16 Sähköratamääräykset
- B 17 Vaihteenlämmityksen tekniset määreet
- B 18 Ratatekniset piirustusohjeet



**RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:  
Ratahallintokeskus  
Keskuskatu 8, PL 185, 00101 Helsinki  
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100  
[www.rhk.fi](http://www.rhk.fi)

ISBN 978-952-445-209-0 (nid.)  
ISBN 978-952-445-210-6 (pdf)  
ISSN 1455-1204