

Louhintatyöt Kuopion torityömaalla

Tatu Kukkonen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tatu Kukkonen	
Työn nimi Louhintatyöt Kuopion Torityömaalla	
Päiväys 23.3.2013	Sivumäärä/Liitteet 28
Ohjaaja(t) Raimo Lehtiniemi, lehtori; Antti Leskinen, vastaava työnjohtaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Skanska Infra Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä louhintatyöhön Kuopion torityömaalla. Tarkoituksena oli tutkia kuinka louhintatyö eteni ja mitä vaatimuksia louhintatyön suorittamiselle oli.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin yleisesti louhintaan ja sen lainsäädäntöön lähdekirjallisuuden avulla sekä tarkasteltiin louhinnan etenemistä Kuopion torityömaalla. Lisäksi räjäytystyötä tarkasteltiin torityömaalla osallistumalla louhintatyöhön. Tietoa opinnäytetyötä varten kerättiin louhintaa koskevista kirjallisuudesta ja lakiteksteistä sekä työmaalla saaduista omista kokemuksista</p> <p>Työn tuloksena saatiin tiivis kokonaisuus Kuopion torityömaan louhintatyön kulusta. Työssä on käsitelty louhintatyön ja louhintaa edeltävien töiden päävaiheet sekä lainsäädännön vaatimukset louhintatyön suorittamiselle. Opinnäytetyöstä voivat jatkossa hyötyä esimerkiksi rakennusalaa opiskelevat opiskelijat.</p>	
Avainsanat Louhinta, räjäytys	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Tatu Kukkonen			
Title of Thesis Excavation work on construction site in Kuopio market place			
Date	23 March 2013	Pages/Appendices	28
Supervisor(s) Mr Raimo Lehtiniemi, Lecturer; Mr Antti Leskinen, Supervisor			
Client Organisation /Partners Skanska Infrastructure Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to study the excavation work in Kuopio market place. The purpose was to examine how the excavation progressed and what the requirements for carrying out the excavation work were.</p> <p>This thesis concentrated on excavation work in general, the law reference books, and the progress of the excavation site at Kuopio market place. In addition, the blasting work was examined at the market place by participating in the excavation work of the construction site. Information for this thesis was collected from the literature and law texts concerning excavation work, as well as from the experiences at the market place</p> <p>The result was a compact general knowledge of the excavation work of the Kuopio market place. The thesis dealt with the excavation work itself and the work prior to the main stages of work, as well as the requirements set by the law for carrying out the excavation work. The thesis will be beneficial for example for the students studying construction engineering.</p>			
Keywords Excavation, Kuopio, market site			

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 LOUHINTA YLEISESTI	8
2.1 Louhinta	8
2.2 Räjätystyömaa ja ympäristö	8
2.3 Porauskalusto ja räjähdysaineet avolouhinnassa	9
2.4 Avolouhintatöiden kustannuksia	9
2.5 Räjätys- ja louhintatyön lainsäädäntöä	10
3 LOUHINTATYÖT KUOPION TORITYÖMAALLA	12
3.1 Louhintaan valmistelevat työt	12
3.2 Toteutus	18
3.2.1 Katselmukset ja suunnittelu	18
3.2.2 Työn eteneminen	21
4 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön taustalla on Skanska Infran tarve saada asiantuntevaa työvoimaa palvelukseensa. Työssä perehdytään louhintatöihin, ja siihen mitä täytyy ottaa huomioon kun aiotaan louhia ihmisten ja rakennusten lähellä.

Tavoitteena on oppia louhintatöiden perusteita ja tutkia kuinka räjäytystyö toteutetaan osana rakennustyömaata. Taustatiedot työlle saadaan alan kirjallisuudesta ja omista kokemuksista työmaalla. Tavoitteena on saada aikaan kokonaisuus, jossa käsitellään yleisesti louhintaa ja Kuopion Alatorihankkeessa käytettyjä työmenetelmiä.

Rakennuskohteena on Kuopion torin alla olevan pysäköintilaitoksen laajentaminen ja kauppahalliin liittyvän ns. kalahallin purku ja uudelleen rakentaminen. Hankkeessa nykyistä paikoitushallia laajennetaan kolmeen toripinnan alapuoliseen kerrokseen, rakennetaan uudet sisäänajoluiskat Haapaniemenkadulle ja Puijonkadulle torin eteläpäähän sekä rakennetaan uusi paviljonki toritasolle kauppahalliin liittyväksi ja kaupakäytävä kauppahallin edustalle. Uudesta pysäköinti-hallista tulee olemaan maanalaiset sisäänkäynnit Sektorin, Anttilan ja Sokoksen kiinteistöjen lisäksi nyt myös Carlsonille ja Aapeliin.

Rakennuttajana hankkeella on Kuopion Pysäköinti Oy. Pää-urakoitsijana ovat Skanska Talonrakennus Oy sekä Skanska Infra Oy. Rakennuttajakonsulttina ja valvojana toimii Pöyry CM Oy, pääsuunnittelusta vastaa QVIM Arkkitehdit Oy.

Toimeksiantajana opinnäytetyölleni on Skanska Infra Oy, joka on Suomen neljänneksi suurin infrarakentamiseen erikoistunut yritys. Skanska Infra Oy tarjoaa monipuolisia maanrakennuspalveluita, aina pohjarakentamisesta asfaltointiin. Skanska Infra on osa Skanska-konsernia. Skanska työllistää noin 52 000 henkilöä, jotka osallistuvat vuosittain noin 12 000 hankkeen toteuttamiseen. (Skanska 2013.)

2 LOUHINTA YLEISESTI

2.1 Louhinta

Louhinta on työtä, jossa kalliosta irrotetaan kiviainesta yleensä räjähdysaineiden avulla. Louhintatyö voidaan karkeasti eritellä avolouhintaan, maanalaiseen louhintaan ja vedenalaiseen louhintaan. Syitä louhinnan suorittamiselle on useita. Rakennustyömailla kalliota louhitaan yleensä rakennusten perustusten tai kulkuväylien ja teiden tieltä, myös väestönsuojia ja erilaisia harrastustiloja louhitaan kallion sisään. Kaivos-teollisuudessa louhitaan malmia isoissa avolouhoksissa tai maanalaisissa tunneleissa ja luolissa. Kalliota louhitaan myös tarve- ja käyttökiveksi, kuten katukiveyksiin ja kalliomurskeeksi teiden ja talojen pohjille.

Tärkeimmät tavoitteet kallion irrotusräjäytyksessä ovat kiven rikkominen sopivan kokoisiksi lohkeiksi ja kallion sopivan pitkä siirtäminen eli heitto. Räjäytystulokseen vaikuttavia tekijöitä ovat kallion geologiset ominaisuudet, käytettävän räjähdysaineen ominaisuudet, räjäytysgeometria sekä sytytysvälineet ja aikaväli räjähtävien reikäpanosten kesken. (Vuolio & Halonen 2012, 101.)

2.2 Räjäytystyömaa ja ympäristö

Räjäytys luo kallioon jännitysaallon, joka aiheuttaa paitsi kiven irtoamista myös väliaikaisen hiukkasissa siirtymistä eli tärinää. Tärinästä voi aiheutua vaurioita herkille laitteille sekä rakennuksille ja tärinä saattaa myös häiritä ihmisiä. Räjäytys aiheuttaa myös paineaallon, joka saattaa joskus häiritä tai vaurioittaa ympäristöä huomattavasti enemmän kuin tärinä. Nykyisin räjäytyksistä on kuitenkin niin paljon tilastollista tietoa, että räjäytykset voidaan suunnitella niin varovaisiksi, ettei vaurioita aiheudu rakennuksille ja herkille laitteille. Räjäytettäessä suurimpia vaaratekijöitä ovatkin kiven heitto ja sinkoutuminen. Pyrittäessä estämään näitä vaaratekijöitä, tärkeimpiä seikkoja ovat oikea ominaispanostus, huolellinen poraus ja oikea sytytysjärjestelmä. Räjäytystyön ympäristössä olevin ihmisten häiriintymistä ei kokonaan voida kuitenkaan estää, mutta hyvän ennako tiedottamisen ja hyvin valittujen räjäytysaikojen johdosta ihmiset suhtautuvat yleensä suopeasti louhintaan. (Vuolio & Halonen 2012, 298.)

2.3 Porauskalusto ja räjähdysaineet avolouhinnassa

Suomessa kiven lujuus ei ole yleensä porausmenetelmän valinnan esteenä, joten on mahdollista käyttää kolmea eri menetelmää: päältä lyövä-, uppo- ja kiertoporaus. Suomessa räjähdyskenttien porauksessa käytetään kuitenkin lähes poikkeuksetta päältä lyövää porausta. (Vuolio & Halonen 2012, 129.) Porakoneita löytyy paljon erilaisia, aina kevyistä käsikäyttöisistä porista yli 50 000 kg painoisiin poravaunuihin. Porauskaluston valinta suoritetaan yleensä louhittavan kallion määrän ja käytettävissä olevan ajan perusteella. Lisäksi pengerkorkeus ja käytettävissä oleva tila vaikuttaa osaltaan kaluston valintaan.

Kansainvälisesti louhintaräjähdysaineet jaetaan nitroglyseroli- ja nitroglykoli-räjähdysaineisiin sekä Anfo-, vesigeeli- ja emulsioräjähdysaineisiin. Ensin mainitusta ryhmästä käytetään lyhennettä NG-räjähdysaineet. Räjähdysaineet ovat olomuodoltaan kiinteitä, rakeisia aineita tai jäykkiä nesteitä. (Vuolio & Halonen 2012, 58 - 59.) Käytettävä räjähdysaine valitaan käyttökohteen mukaan.

Panostussuunnitelmien lähtökohtana voidaan pohjapanosta tarkasteltaessa pitää ominaispanostusta $0,40 \text{ KG/m}^3$. Porausreiän läpimitta on tällöin 30 - 40 millimetriä ja pengerkorkeus alle 5 metriä. Minimipanos, jolla irrottaminen tapahtuu, on 0,4 - 0,5 kertaa pohjapanos (kg/m^3). Tarvittava ominaispanostus kasvaa pengerkorkeuden ja porausreiän suurentuessa. (Vuolio & Halonen 2012, 125 - 129.)

2.4 Avolouhintatöiden kustannuksia

Kustannukset jaotellaan yleensä työkustannuksiin ja yhteiskustannuksiin (kiinteät kustannukset). Työkustannukset ovat kokonaan työn tekemisestä aiheutuvia välittömiä kustannuksia. Työkustannusten osuus on kokonaiskustannuksista avolouhintakohteissa 75 - 80 %. Työkustannukset voidaan jaotella esimerkiksi (TAULUKKO 1) mukaan. (Vuolio & Halonen 2012, 177 - 178.)

TAULUKKO 1. Avolouhinnan välittömien kustannusten osuudet (Vuolio & Halonen 2012, 179)

Työvaihe	Kustannusosuus välittömistä kustannuksista %
Poraus	10 - 25
Panostus	10 - 20
Kuormaus	15 - 20
Kuljetus	20 - 40

Yhteiskustannukset ovat yhteisiä useille kustannuspaikoille, joten niitä ei voi tarkasti kohdistaa millekään edellä mainituista työvaiheista. Yhteiskustannusten osuus avolouhintakohteiden kokonaiskustannuksista on 15 - 25 %. Työmaan yhteiskustannuksia ovat esimerkiksi: työnjohto, asiantuntijat, toimistokustannukset, vakuutukset, koneet, työntekijöiden huolto ja mittaukset. Kohteen louhinnan kokonaishinta saadaan lisäämällä työ- ja yhteiskustannuksiin kate, yleinen kustannustason nousu sekä riski ja rahoituskustannukset. (Vuolio & Halonen 2012, 178.)

2.5 Räjätys- ja louhintatyön lainsäädäntöä

Seuraavassa käsitellään valtioneuvoston. asetuksessa räjäytys- ja louhintatyön turvallisuus (2011/644) esitettyjä asioita:

Työnantajan on räjäytys- ja louhintatyötä varten tehtävä kirjallinen turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelmasta tulee tarpeellisessa laajuudessa ilmetä turvallisuuden varmistamiseksi tehtävät toimenpiteet ja ohjeet. Turvallisuussuunnitelma ja siihen sisältyvät ohjeet on tehtävä ymmärrettävässä muodossa ja käsiteltävä asianomaisten työntekijöiden kanssa.

Panostajan on tehtävä räjäytettävästä kentästä tai muusta räjäytyskohteesta kirjallinen räjäytysuunnitelma, joka sisältää tiedot porauksesta, räjähteestä ja sen määräästä, panostamisesta, sytytyksestä ja sytytysjärjestyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta, vaarallisesta alueesta ja varmistustoimenpiteistä sekä muista räjäyttämisen turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Räjähdeitä saa käsitellä ja käyttää ylipanostajan, panostajan tai räjäyttäjän pätevyyskirjan saanut henkilö ja hänen välittömässä valvonnassaan muu henkilö, jolla on kyseiseen räjäytystyöhön riittävä ammatillinen osaaminen.

Räjäytystyötä johtaa ja valvoo työpaikalla räjäytystyön johtaja. Räjäytystyötä ei saa aloittaa ennen kuin räjäytystyön johtaja on nimetty. Räjäytystyön johtaja hyväksyy räjäytys suunnitelman ja siihen tehtävät muutokset sekä huolehtii suunnitelman toteutamisesta. Asutulla alueella toimivalla räjäytystyön johtajalla on oltava ylipanostajan pätevyyskirja ja vähintään kahden vuoden kokemus ylipanostajana tai panostajana asutulla alueella toimimisesta. Muussa räjäytystyössä räjäytystyön johtajalla on oltava panostajan pätevyyskirja.

Räjäytystyö on tehtävä ammattitaitoisesti, suunnitelman mukaisesti ja varovaisuutta noudattaen. Räjäytystyössä on käytettävä vaatimustenmukaisia räjähteitä, sytytysvälineitä ja sytytyslaitteita. Asutulla alueella saa avolouhinnassa käyttää vain patruunoi-
tua räjähdettä tai vastaavan turvallisuuden takaavaa räjähdettä ja menetelmää.

Räjäytystyön johtajan on määriteltävä ja osoitettava suojapaikat ja räjäytyskohteen vaarallinen alue. Ennen jokaista sytyttämistä on varmistettava, ettei vaarallisella alueella ole ihmisiä eikä ylimääräisiä räjähteitä. Räjäytyksestä on annettava työturvallisuuden edellyttämä räjähdys hetken kestävä selvästi kuuluva äänimerkki.



KUVA 1. Louhintaa Carlssonin edustalla. Kuva Antti Leskinen 2011

3 LOUHINTATYÖT KUOPION TORITYÖMAALLA

3.1 Louhintaan valmistelevat työt

Torityömaa on keskeisen sijaintinsa takia haastava kohde infrarakentamiselle. Työmaan välittömässä läheisyydessä on lukuisia tärinäherkkiä laitteita ja vanhoja rakennuksia, kuten Lyseon lukio ja kauppahalli. Rakentamisessa täytyy kiinnittää huomiota varovaisiin työtapoihin, jottei aiheuteta turhia tärinöitä. Torityömaalla työskentelytilat ovat ahtaat, eteenkin suurille kaivinpaalukoneille, rakennusten läheisen sijainnin johdosta. Keskustan vilkas liikennevirta tuo myös omat haasteensa logistiikalle. Työmaa on myös rakennusteknisesti todella monipuolinen. Kaivantoja tuetaan monilla eri tekniikoilla, suoritetaan laajoja kaivutöitä, louhintaa, rakennetaan uusia putki- ja kaapelilinjoja sekä tuetaan jo olemassa olevaa toriparkkia työn ajaksi.

Työmaan alkaessa louhintatyö on harvoin ensimmäinen työvaihe, vaan sitä edeltää liuta muita töitä, jotka tekevät louhinnan suorittamisen mahdolliseksi. Louhintatyö aiheuttaa omia vaatimuksiaan edeltäville työvaiheille, jotka täytyy ottaa huomioon työvaiheiden suunnittelussa. Tässä kappaleessa selostetaan Torityömaalla louhintaa edeltävät työvaiheet ja mitä niissä piti huomioida.

Työt aloitettiin kiinteistökatselmuksilla ja asentamalla tärinämittareita lähikiinteistöihin. Kun kiinteistöjen kunto oli tarkastettu ja tärinämittarit oli saatu paikoilleen, voitiin aloittaa varsinaiset maanrakennustyöt. Ensimmäisenä työvaiheena torin pintarakenteet poistettiin, jonka jälkeen voitiin alkaa kaivaa hiekkaa pois torin keskivaiheilta. Pintarakenteiden poiston jälkeen kartoitettiin myös maanalaisia rakenteita sekä siirrettiin kaivannon tuennan tielle tulevat vesihuolto- ja kaapelilinjat. Samaan aikaan tehtiin myös esiporauksia kallion pinnan toteamiseksi ja vahvistettiin kauppahallin perustuksia kestämään töiden aiheuttama tärinä. Kun edellä mainitut työt oli tehty, saapui työmaalle kaksi kaivinpaalukonetta (KUVA 2) ja teräspontinasennuskone, joilla alettiin tehdä kaivinpaalu- (KUVA 3) ja teräsponttiseiniä (KUVA 4) tukiseiniksi kaivannolle. Tässä yhteydessä myös vanha torikansi tuettiin porapaaluilla (KUVA 5)



KUVA 2. Kaivinpaalujen tekoa Kauppahallin vieressä. Kuva Antti Leskinen 2010



KUVA 3. Kaivinpaaluseinää ja ankkuripalkkeja Anttilan edustalla. Kuva Antti Leskinen 2011



KUVA 4. Teräsponsittiseinää ja Ankkurireikien porausta Puijonkadulla. Kuva Antti Leskinen 2011



KUVA 5. Vanhan torikannen tuentaa työn ajaksi porapaaluilla. Kuva Antti Leskinen 2010

Kaivannon tuentaan käytettiin kaivinpaaluja Anttilan, Sokoksen, Kauppahallin ja Lyseon edustalla. Viidessä kohtaa, mihin aiottiin tehdä kaivinpaalut, kaapeleiden ja vesilinjojen siirto osoittautui niin hankalaksi, että paalut päätettiin jättää tekemättä. Kyseisille kohdille valettiin betoniseinä. Betoniseinää tehtiin sitä mukaa kuin kaivannon kaivu eteni alaspäin.

Teräsponttiseinää käytettiin Haapaniemenkadun ja Puijonkadun ajotunneleiden kohdalla. Puijonkadulla kahdessa kohtaa ei voitu asentaa pontteja kaapeleiden takia. Näihin vajaan kahden metrin väliköihin tehtiin settiseinä teräspalkeista. Puijonkadulla maa-aines oli niin tiukkaa moreenia, että osalta matkaa seinää ei voitu tehdä ponttiin lyömällä, koska tästä olisi aiheutunut liikaa tärinää. Haapaniemenkadulla ponttiin iskemisen kanssa oli myös hieman ongelmia. Ongelmat aiheutuivat hienon maa-aineksen pääsemisestä ponttien väliin, mikä lisäsi ponttien välistä kitkaa.

Kaivinpaalukoneet eivät mahtuneet työskentelemään Kalahallin sisällä ja vanhan torikannen alla. Kyseisissä kohdissa jouduttiin tuenta suorittamaan suihkupaaluilla ja porapaaluilla, jotka toimivat suihkupaalujen tukena (KUVA 6). Kalustona käytettiin pieniä kellarivaunuja tilan puutteen vuoksi (KUVA 7,8).



KUVA 6. Porapaaluja, joiden takana suihkupaaluja. Kuva Antti Leskinen 2011



KUVA 7. Suihkuinjektointia kellarivaunulla vanhan torikannen alla, Sokoksen edustalla. Kuva Antti Leskinen 2011



KUVA 8. Porapaalujen porausta kellarivaunulla Kalahallin sisällä. Kuva Antti Leskinen 2011

Kalahallin kohtalosta ei ollut vielä työn alkuvaiheessa tietoa, joten se täytyi tukea ilmaan kaivinpaaluja sekä porapaaluja apuna käyttäen (Kuva 9).



KUVA 9. Kalahallin tuentaa. Kuva Antti Leskinen 2012

Kalahallin (KUVA 9) sekä vanhan torikannen tuentarakenteissa (KUVA 12) täytyi ottaa huomioon, että rakenteet kestävät värinää, koska niiden vieressä jouduttiin louhimaan. Lisäksi oli huomioitava tukipaaluja poratessa, että paalun asennussyvyys on vähintään metrin alempana suunniteltua louhintatasoa.

Kaivinpaalu- ja teräsponttiseinien valmistuttua voitiin maata alkaa kaivaa myös niiden vierestä. Maankaivua jatkettiin, kunnes saavutettiin ensimmäinen ankkurointitaso. Seuraava vaihe oli poraputkien poraus ankkurivaijereita varten maan läpi kallioon. Poraputket porattiin raskailla poravaunuilla (KUVA 4), missä se oli mahdollista ja ahtaissa paikoissa pienellä kellarivaunulla (KUVA 8). Poraus suoritettiin vesihuuhtelulla, viereisten rakennusten vaurioiden minimoimiseksi. Kun reiät olivat valmiit, tarkistettiin kallion eheys porarei'issä ja injektoitiin kalliota tarvittaessa. Seuraavaksi asennettiin ankkurivaijerit reikiin ja injektoitiin ne kiinni kallioon. Tämän jälkeen voitiin alkaa rakentaa ankkuripalkkeja teräsbetonista kaivinpaaluille ja HEB-teräspalkista teräsponttiseinille. Ankkuripalkkivalujen ja ankkureiden injektointien kuivettua viikon, voitiin ankkurit jännittää hydraulisella tunkilla. Kun kaikki ensimmäisentason ankkurit oli jännitetty, voitiin maan kaivua jatkaa toiselle ankkurointitasolle, jossa toistettiin ensimmäisen ankkurointitason työvaiheet. Tarvittaviin kohtiin tehtiin vielä kolmas ankkurointitaso.

Maaleikkauksen saavuttaessa kallion pinnan, seuraavana työvaiheena oli kaivinpaa-lujen ja teräsponttien juuren tapitus sekä juuripalkin valu. Kalliota myös lujitettiin pultituk-sella Kauppahallin ja Sokoksen kohdalla. Juuren tappeina sekä kalliopultteina toi-mivat halkaisijaltaan 32 mm olevat pultit, jotka juotettiin juotoslaastilla kiinni kallioon. Kallion pultituksessa oli ongelmia työn alkuvaiheessa, koska pulteille porattiin liian pienet reiät kallioon. Tästä johtuen pultti ei laastin kassa mahtunut reikään. Pultitus-työssä porana toimi keskisuuri louhintavaunu. Kun edeltävät työvaiheet oli tehty, voi-tiin aloittaa louhinta.

3.2 Toteutus

Kuopion Alatorin louhintatyö toteutettiin kolmessa osassa vuosina 2010, 2011 ja 2012. Kalliota irrotettiin tuona aikana 11 500 m³ ktr. Louhinta suoritettiin pääosin avo-louhintana, mutta myös tarkkuuslouhintaa käytettiin. Lisäksi louhittiin kanaaleita put-kille ja syvennyksiä kaivoille sekä pumppaamoille. Seuraavassa perehdytään tar-kemmin louhinnan suunnitteluun ja toteutukseen.

3.2.1 Katselmukset ja suunnittelu

Ennen varsinaista louhintaa suoritettiin katselmukset, jotka täytyi tehdä vähintään 70 m:n säteellä louhinta-alueesta. Katselmuksia tehtiin kaikkiaan 21:ssä eri kohteessa (KUVA 10) joista laadittiin virallinen pöytäkirja, jonka allekirjoittivat urakoitsijan ja ra-kennuttajan sekä kiinteistöjen omistajien edustajat.

Louhintatyön päätyttyä suoritetaan jälkitarkastus yhdessä louhintaurakoitsijan, raken-nuttajan ja kiinteistön omistajan edustajan kanssa. Pöytäkirjaan kirjataan mahdolliset työn aiheuttamat rakenne- ja laitevauriot.

Työmaan naapurustolta kysyttiin lisäksi kirjeitse erityisen tärinäherkistä laitteista ja rakenteista. Kyselyssä tuli ilmi seuraavia asioita: Lyseon rakennus on vanha kivilato-muksen varaan maanvaraisesti perustettu rakennus, joka on herkkä tärinälle. Työ-maan ympäristössä on pankkeja, joiden hälytyslaitteet täytyi ottaa huomioon. Ainakin yhdessä apteekissa on varastorobotti jonka toiminta häiriintyy jos pakkaukset siirtyvät varastohyllyissä. Lisäksi työmaan vieressä on optikkoliike, jonka laitteet oli huomioi-tava työn toteutuksessa sekä myymälä ja toimistotiloja joissa on normaalien tietoko-

Louhintatärinöiden raja-arvot antoi rakennuttaja. Kallionvaraisten rakenteiden sallittu louhintatärinä pystykomponentin heilahdusnopeuden suhteen oli 50 mm/s, kun etäisyys räjäytyskohteesta oli 5 - 20 m, 30 mm/s etäisyyden ollessa 20 - 50 m ja 20 mm/s, etäisyyden ollessa suurempi kuin 50 m. Maanvaraisissa rakenteissa vastaavat tärinärajat olivat 35 mm/s, 21 mm/s ja 14 mm/s.

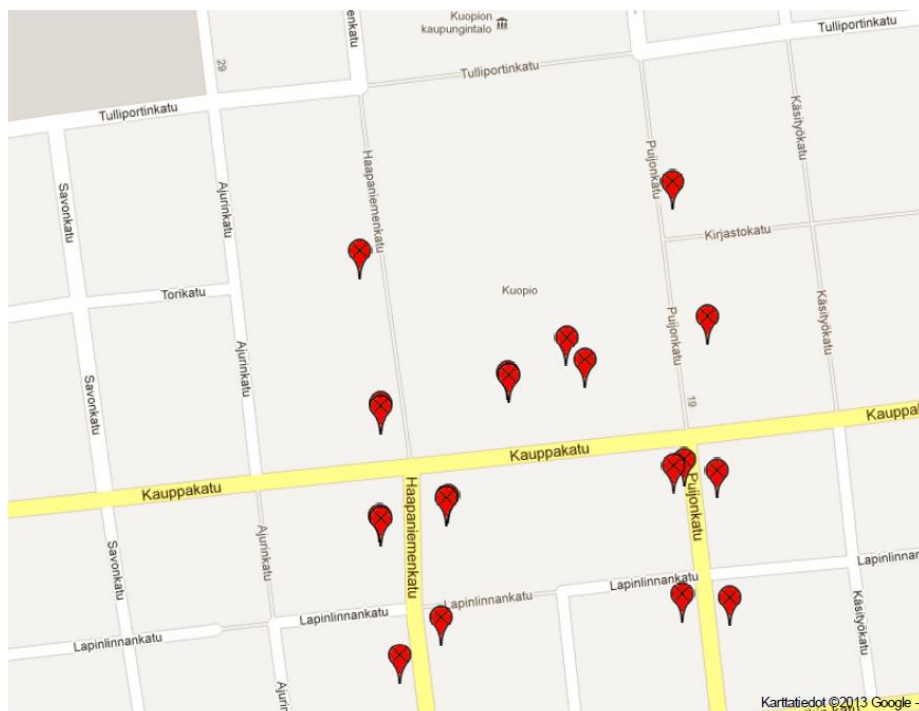
Riskianalyysin teki rakennuttaja. Kohde sijaitsee vilkkaan liikenteen alueella, joten ympäristöhaittojen suojaustoimenpiteisiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Urakoitsijan täytyi varautua siihen, että porakoneista ja muista laitteista tuleva melu ei ylitä lähimmissä toimivissa huonetiloissa mitattuna 45 dB(A) eikä jalkakäytävillä arvoa 75 dB(A). Porauspöly oli kerättävä talteen ja louhetta oli kasteltava tarvittaessa kuormauksen aikana. Myöskään työmaatiet eivät saaneet pölyä. Porauksessa täytyi kiinnittää huomiota reikien huolelliseen suuntaamiseen ja pyrkiä valitsemaan heittosuunta pois päin lähimmistä rakennuksista. Lisäksi kivien sinkoutuminen oli estettävä huolellisella kenttien peittämisellä. Alueelle oli myös sijoitettava varoituskylttejä räjäytystyöstä.

Louhinnan lähtötiedot perustuivat rakennuttajalta saatuihin tietoihin. Kallionlaatu todettiin ennakkoporausista. Suunnitelmissa pengerkorkeudet vaihtelivat 0 - 5,5 m välillä ja kenttäkoot 10 - 100 yks. välissä. Reikäkoot vaihtelivat 38 - 70 mm välillä, riippuen rintauskorkeudesta. Porareikien etu oli 0,4 - 1,0 m ja väli 0,2 - 1,4 m. Räjähdyksineena suunniteltiin käytettävän patruunoitua dynamiittia ja aniittia sekä kemixiä. Vaarallisen alueen säde oli 10 - 20 m riippuen räjäytys suunnasta. Räjäytyskentän peittämisessä suunniteltiin käytettävän raskaita kumimattoja. Jokaisesta räjäytyksestä täytyi laatia panostussuunnitelma panostajan toimesta.

Räjäytyksestä varoittamiseen suunniteltiin käytettävän voimakasta äänimerkkiä, jota soitetaan noin 2 minuutin ajan ennen räjäytystä. Lisäksi työn etenemisen mukaan määriteltyihin vaarallisiin paikkoihin suunniteltiin sijoitettavan varmistusmiehet estämään asiattomien pääsy vaara-alueelle. Tarvittaessa varmistusmiesten ja panostajan välillä täytyi olla puheyhteys. Kulku ja pelastautumistiet oli merkattu yleiskarttaan. Jokainen työntekijä perehdytettiin työmaahan. Räjäytystyölle nimettiin johtaja ja vastuhenkilöt.

3.2.2 Työn eteneminen

Työmaan lähi kiinteistöihin sijoitettiin tärinämittareita. Mittareiden paikkoja vaihdettiin louhintatyön etenemisen mukaan (KUVA 11). Tärinäarvot tulivat mittalaitteista tietokoneelle ja urakoitsijan puhelimeen reaaliajassa, jolloin louhintaurakoitsija pystyi heti reagoimaan niihin ja muuttamaan tarvittaessa panostusta. Liian suurella panostuksella ylittyvät tärinärajat ja voi tulla vaurioita lähi kiinteistöihin, toisaalta liian pienellä panostuksella louhinta hidastuu tarpeettomasti ja kannattavuus huononee. Urakoitsija kirjasi tärinämittaustulokset työmaapäiväkirjaan, joista tehtiin virallinen raportti viikon välein ja luovutettiin yksi sarja valvojalle.



KUVA 11. Tärinämittareiden sijainnit kartalla Kuva Antti Leskinen 2012

Louhintatyö aloitettiin syksyllä 2010 Haapaniemenkadun ajotunnelin louhimisella. Louhinta suoritettiin tarkkuuslouhintana teräsponttien juuripalkin vieressä ja muualla normaalina avolouhintana. Louhintatoleranssina käytettiin normaalilouhinnassa -100...+400 mm teoreettisesta profiilista, tarkkuuslouhinnassa arvot olivat puolta pienemmät.

Kesällä 2012 suoritettiin päämassojen louhinta. Louhinta aloitettiin vanhan torikannen alta, Sokoksen edustalta. Työ eteni kannen alta haapaniemelle päin. Vanhan torikan-

nen tukena olevien porapaalujen (KUVA 12) ja kaivinpaaluseinien läheisyydessä louhittaessa käytettiin tarkkuuslouhintaa. Carlssonin edustalle louhittiin kanaaleita viemärilinjolle ja syvennyksiä kaivoille.



KUVA 12. Louhintaa vanhan torikannen alla. Kuva Antti Leskinen 2011

Kevättalvella 2012 louhittiin viimeinen alue entisen kalahallin alta (KUVA 13). Kaupahallin edustalla, kaivinpaalujen vieressä käytettiin tarkkuuslouhintaa, ja loppu alueella normaalia avolouhintaa. Kalahallin kohdalla päästiin pälkähästä, kun kalahallille tuli purku päätös, eikä näin jouduttu louhimaan kalahallin tukipaalujen seassa.

Porauskalustona oli kevytlouhintavaunu (KUVA 12) ja keskiraskas louhintavaunu sekä kaivinkoneeseen liitetty poralaite (KUVA 13).



KUVA 13. Louhintaa entisen Kalahallin kohdalla. Kuva Tatu Kukkonen 2012

Panostaminen suoritettiin keppipanostuksena. Räjätysaineena käytettiin dynamiittia ja sytytyksenä VA-L sähkönalleja. Sarjaan kytketyn kentän tarkastaminen tapahtui siten, että yhden nallin nimellisvastus kerrottiin nallien lukumäärällä ja näin saatiin laskennallinen arvo. Tämän jälkeen kentän vastus mitattiin tähän tarkoitukseen hyväksytyllä vastusmittarilla. Mitatun tuloksen täytyy olla sama kuin laskettu vastus. Tässä tapauksessa vastus sai kuitenkin vaihdella hiukan, koska kytkennässä käytettiin jatkojohtoa. Räjähdyksaineita ei säilytetty työmaalla kuin päivittäinen tarve. Räjähdyksaineita pidettiin työmaa-alueen sisällä lukitussa kontissa, jonka sijaintia vaihdeltiin työn edistymisen mukaan.

Räjätyskenttien peittämiseen käytettiin raskaita kumimattoja (KUVA 13) sekä louhetäkkäystä. Kumimatot asetettiin paikoilleen kaivinkoneen avulla. Mattojen asettamisessa piti ottaa huomioon, että ne lasketaan kerralla paikalleen eikä vedätetä kalliota pitkin koska tällöin nallien virtajohdot saattavat vioittua. Kun matot oli asetettu paikoilleen, tarkastettiin vielä, ettei mattojen päälle jäänyt irtokiviä, jotka saattaisivat sinkoutua räjäytyksessä. Räjätyskentistä varoitettiin hälytyspillillä ja estettiin pysäytysmiehillä ulkopuolisten pääsy vaara-alueelle. Räjätysajankohdat täytyi myös sovittaa työmaan muiden työvaiheiden kanssa.

Räjähätyksen jälkeen peitteet kerättiin pois ja aloitettiin louheen kuormaus ja pois kuljetus. Kuormaus kalustona toimi 35 t tela-alustainen kaivinkone (KUVA 13) ja louhe kuljetettiin pois kaupungin osoittamiin paikkoihin kuorma-autoilla (KUVA 1), joiden määrä vaihteli työvaiheen mukaan. Sallittu lohkaré koko oli 600 mm, tätä isommat kivet rikottiin pienemmiksi kaivinkoneeseen asennettavalla hydraulisella iskuvasaralla.

Kesän kuivimpina aikoina työmaateitä jouduttiin suolaamaan ja kastelemaan pölyämisen estämiseksi. Porauspölyn keräsi talteen porakoneissa oleva imuri.



KUVA 14. Louheen kuormauska kaivinkoneella kallio syvennyksestä. Kuva Antti Leskinen 2011

Torityömaan louhintatyöt onnistuivat hyvin teknisesti, aikataulullisesti sekä taloudellisesti. Työn aikana ei ylitetty rakennuttajan antamia värinäarvoja. Tältä osin voi olla levollisin mielin ennen loppukatselmusta, mikä on vielä tekemättä rakennusurakan ollessa vielä kesken. Vaikka räjäytystyö onnistui keskimäärin hyvin, syntyi jonkun verran ylilouhintaa ja rikkoja. Ylilouhinta johtui tosin kallion laadusta, eikä urakoitsijan ammattitaidottomuudesta.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia räjäytystöiden toteuttamista osana rakennustyömaata. Aluksi rakennuttaja teettää riskianalyysin, jossa selvitetään seikat jotka saattavat vaikuttaa muun muassa räjäytystapojen ja -aikojen valintaan. Ennen louhintatöiden alkamista tehdään räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma, työmaan yleissuunnitelma, louhinnan irrotussuunnitelma ja rakennusten ennakkokatselmukset sekä tärinävaimennukseen ja -mittaamiseen tähtäävät toimenpiteet. Myös vakuutusasiat on syytä olla kunnossa. Kun louhinta tapahtuu osana rakennustyömaata, usein louhintaa edeltää liuta muita työvaiheita joissa saattaa joutua huomioimaan esimerkiksi tulevan louhintatyön aiheuttamia tärinöitä. Porauskalusto ja käytettävät räjähteet valitaan kyseessä olevan kohteen koon ja vaatimusten mukaan. Louhittaessa lähellä ihmisiä ja rakennuksia, tulee kiinnittää erityistä huomiota ihmisten varoittamiseen, oikeanlaiseen poraukseen, panostukseen ja peittämiseen, että välttyttäisiin vahingoilta. Töiden päätyttyä tehdään loppukatselmukset ja sovitaan mahdollisten varioiden korjaamisesta tai korvaamisesta.

Kuopion torityömaalla työt alkoivat lähirakennuksien katselmuksilla ja louhintaan liittyvien riskien kartoittamisella. Varsinaiset työt aloitettiin tukiseinien rakentamisella ja maankaivulla, lisäksi tuettiin olemassa olevaa parkkihallia porapaaluilla. Maankaivun edetessä tukiseinille rakennettiin ankkuripalkit ja seinät ankkuroitiin teräspunoksilla kallioon. Kalliopinnan tullessa näkyviin, tukiseinille rakennettiin juuripalkki. Juuripalkin kovetuttua voitiin aloittaa räjäytystyöt.

Louhintatyöt Kuopion torityömaalla onnistuvat teknisesti ja taloudellisesti hyvin. Myös suunnitellussa aikataulussa pysyttiin. Tärinärajojen ylityksiltä välttyttiin eikä louhinnasta aiheutunut vaurioita.

LÄHTEET

Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 16.6.2011/644. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 18.2.1013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110644>

Vuolio, R. & Halonen, T. 2012. *Räjäytystyöt*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

