

Työnro 180089

LYS Laakson yhteissairaala

Rakennettavuusselvitys



12.05.2021

LYS Laakson yhteissairaala

Työnro 180089

SISÄLLYSLUETTELO

Yleistä	3
Tutkimuskohde	3
Tehdyt tutkimukset	3
Ympäröivät rakennukset	3
Pintasuhteet	4
Pohjasuhteet	4
Geologiset olosuhteet	4
Pohjavesihavainnot	4
Rakennusten perustaminen	5
Routasuojaus	5
Salaojitus	5
Maaperän pilaantuneisuus	5
Jatkotoimenpiteet	5

Liitteet

Ote Kallioperäkartasta, Helsingin kaupunki
Pohjatutkimusasemapiirros 12.05.2021
Rakennusgeologinen kartoitus 07.01.2020
Louhintasuunnitelma 12.5.2021
Pintatasaussuunnitelma 12.5.2021
Alustavat louhintamäärät 12.5.2021
Jätevesitunnelin mittausraportti 28.08.2019
JV-tunnelin stabiliteetin selvitykset 06.09.2019
JV-tunnelin vaikutus Laakson sairaala-alueen avolouhintoihin 03.10.2019
Jätevesitunnelin katselmointi 30.09.2020

LYS Laakson yhteissairaala
Rakennettavuus selvitys
Työnro 180089

Yleistä

Tutkimuskohde

Toimeksiannosta olemme laatineet perustamistapaselvityksen Laakson sairaalan alueelle Laakso 18 / Helsinki rakennettavien sairaalarakennusten perustamisen suunnittelua varten.

Rakennuksien alapohjien alustavat korkeustasot ovat:

- Pohjoinen uudisrakennus+ 15,5 / +20,0
- Itäinen uudisrakennus +14,5
- Uusi päärakennus +11
- Huoltorakennus +12,7

Suunnitelmat ovat koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä ETRS-GK25 / N2000.

Helsingin kaupungin Geotekninen osasto on laatinut tarveselvitysvaiheessa Laakson sairaalan rakennettavuus selvityksen GEO12947 3.4.2017.

Tehdyt tutkimukset

Maaperäkuvaus perustuu alueella aiemmin tehtyihin tutkimuksiin, olemassa olevien rakennusten suunnitelmatietoihin ja maastokäynteihin sekä kantakarttaan.

Alueelle on tehty alustava rakennusgeologinen kartoitus.

Alueen etelä- ja länsireunassa oleva kallioviemäritunneli on mitattu keilaamalla.

Ympäröivät rakennukset

Tutkimusalueella on Laakson sairaalan rakennuksia. Osa rakennuksista puretaan ja osa peruskorjataan.

Pohjoisosan sairaalarakennukset L1-L3, L5 ja L12 ja vanha Kappeli L8 säilytetään. Rakennusten välissä on maanalaisia yhdyskäytäviä. Rakennukset on perustettu suoraan kallion varaan. Kellareita ja tunnelit on louhittu kallioon.

Kaakkoisivulla on kuntoutuskeskus rakennus Synapsia. Rakennus on perustettu pääosin murskearinalla kallion varaan ja ositta suoraan kallion varaan. Eteläosa on louhittu tasolle +11...+12 ja pohjoisosa noin tasolle +14.

Alueen keskeltä puretaan nykyinen terveyskeskus. Rakennus on perustettu tasolle +19...+24 pääosin suoraan tai louhitun kallion varaan ja osittain massanvaihdolle. Itäpäädyssä perustamistaso on +18...+19.

Sairaalarakennuksen eteläpuolella on purettava päiväkotirakennus. Rakennus on perustettu kallion varaan noin tasolle +14...15.

Länsisivulla on neljä purettavaa asuinkerrostaloa. Eteläosassa rakennukset on perustettu louhitun tai suoraan kallion varaan noin tasolle + 11...12. Ylempänä rinteessä olevat rakennukset on perustettu tiiviin maakerroksen varaan noin tasolle +14...+15,5.

Viemäritunneli

Alueen länsi- ja eteläreunassa on viemäritunneli J31. Tunnelin katto on noin tasolla +5,5...+6 ja pohja noin tasolla +3.

Pintasuhteet

Alueella maanpinta on alimmillaan luoteiskulmassa tasolla +10. Maanpinta nousee alueen keskellä säilytettävien rakennusten väissä tasolle +25,5. Länsireunassa maanpinta laskee tasolle +15...+18.

Länsisivulla Urheilukatu nousee pohjoiseen tasolta +9,5 tasolle +20,5. Lääkärintie nousee itään ylimmillään tasolle +24,1, josta katu laskee itään tasolle +18,5.

Itäisivulla kevyenliikenteen väylä laskee etelään Laakson kentälle tasolta +18,5 tasolle +7...+9.

Eteläpuolella Reijolankatu on tasolla +9...+10,0 ja Nordenskiöldinkatu nousee itään tasolta +10 tasolle +12.

Pohjasuhteet

Alueella on monin paikoin avokallioita ja louhittuja luiskia. Kallionpinta seuraa maanpinnan muotoja ja vaihtelee pieni piirteisesti tasolla +11...+25. Pintamaana on rakennetuilla alueilla täyttöjä ja avokallioalueiden ulkopuolella ohuet (1-2 m) hiekkaiset sora- ja moreenikerrokset. Nykyisen terveyskeskusrakennuksen kohdalla on ollut noin 4 m syvyinen kalliopainanne, jonka yläosa on täytetty.

Geologiset olosuhteet

Helsingin kaupungin geologisen kartan mukaan alueen pääkivilaji on kiillegneissi, jota ympäröi graniitti. Alueen länsipuolella on luode-kaakkosuuntainen (Mannerheimintien suuntainen) heikkousvyöhyke ja itäpuolella pohjois- eteläsuuntainen (Laakson ratsastuskentän suuntainen) heikkousvyöhyke, joka kääntyy luode-kaakkosuuntaiseksi ratsastuskentän eteläpuolella. Alueella on siis oletettavasti heikkousvyöhykkeiden suuntaista rakoilua.

Kalliopaljastumien geologisen kartoituksen perusteella alueen pääkivilaji on kiillegneissi, jonka seassa on havaittavissa graniitti-, amfiboliitti- ja kvartsimaasälpagneissiosueita. Kartoituksessa havaittiin 85°...90°/320°...340°, 70°...85°/020°...050° ja 85°/090° suuntaista rakoilua sekä vaakarakoilu. Lisäksi alueella havaittiin loiva-asentoisia rakopintoja suuntiin 30°...50°/110°...140° ja 30°/220°. Pystyasentoiset rakosuunnat ovat lähes saman suuntaisia kuin alueen länsi- ja itäpuolella sijaitsevat heikkousvyöhykkeet.

Pohjavesihavainnot

Sairaala-alueella aiemmissa tutkimuksissa havaitut pohjavesipinnat ovat kalliopainanteissa olevaa orsivettä noin tasolla +7,5...+9.

Alueen länsipuolella Laakson ratsastuskentällä pohjavesi on pohjoisosassa tasolla +6...+9 ja eteläosassa tasolla +3,5...+6. Pohjaveden pinta laskee etelään tasolle +1...+4.

Alueella on avokallioita tai ohuet maakerrokset kallion päällä, jolloin alueen läpi ei tapahdu pohjaveden virtausta.

Rakennusten perustaminen

Pää- ja itäinen rakennus perustetaan louhitun kallion varaan. Pohjoinen rakennus perustetaan osittain moreenin varaan.

Rakennukset voidaan perustaa anturoin murskearinan välityksellä tai suoraan louhitun kallion varaan.

Alueen reunoilla kallionpinta laskee paikoitellen, jolloin perustukset voidaan tehdä tiiviin moreenin varaan.

Alueella olevan kalliotunnelin kohdalla kallio lujitetaan ja suuret keskitetyt kuormat viedään porapaaluilla tunnelin sivuilla kallioon.

Louhitulle kalliolle perustettaessa kantavuus käyttötilassa 5 MPa, kallioon louhittavien pystykuilujen läheisyydessä 3 MPa.

Murskearinalle (<1 m) perustettaessa käyttörajatilassa pohjarasituksen arvona voidaan käyttää 800 kN/m². Murtorajatilamitoituksessa kallion varaiselle murskearinalle käytetään kantavuuslaskelmissa kitkakulmana 40° ja tilavuuspainona 20 kN/m³. Moreenille käytetään kitkakulmana 36° ja tilavuuspainona 19 kN/m³.

Routasuojaus

Kallonvaraisia perustuksia ei tarvitse routasuojata.

Perusmaa on routivaa, mikä on huomioitava rakennesuunnittelussa. Mitoittava pakkasmäärä F50 = 35000 h°C. (Helsinki).

Salaojitus

Rakennus on salaojitettava ja pohjakerroksen lattian alle on tehtävä $\geq 0,30$ m paksu kapillaarikatkokerros.

Alin salaojitus taso +8,5 ei alenna alueen pohjavettä.

Maaperän pilaantuneisuus

Alueella sijaitsee vanha huoltorakennus. Helsingin kaupungin teknistaloudellinen toimisto on laatinut selvityksen maaperän pilaantuneisuudesta.

Jatkotoimenpiteet

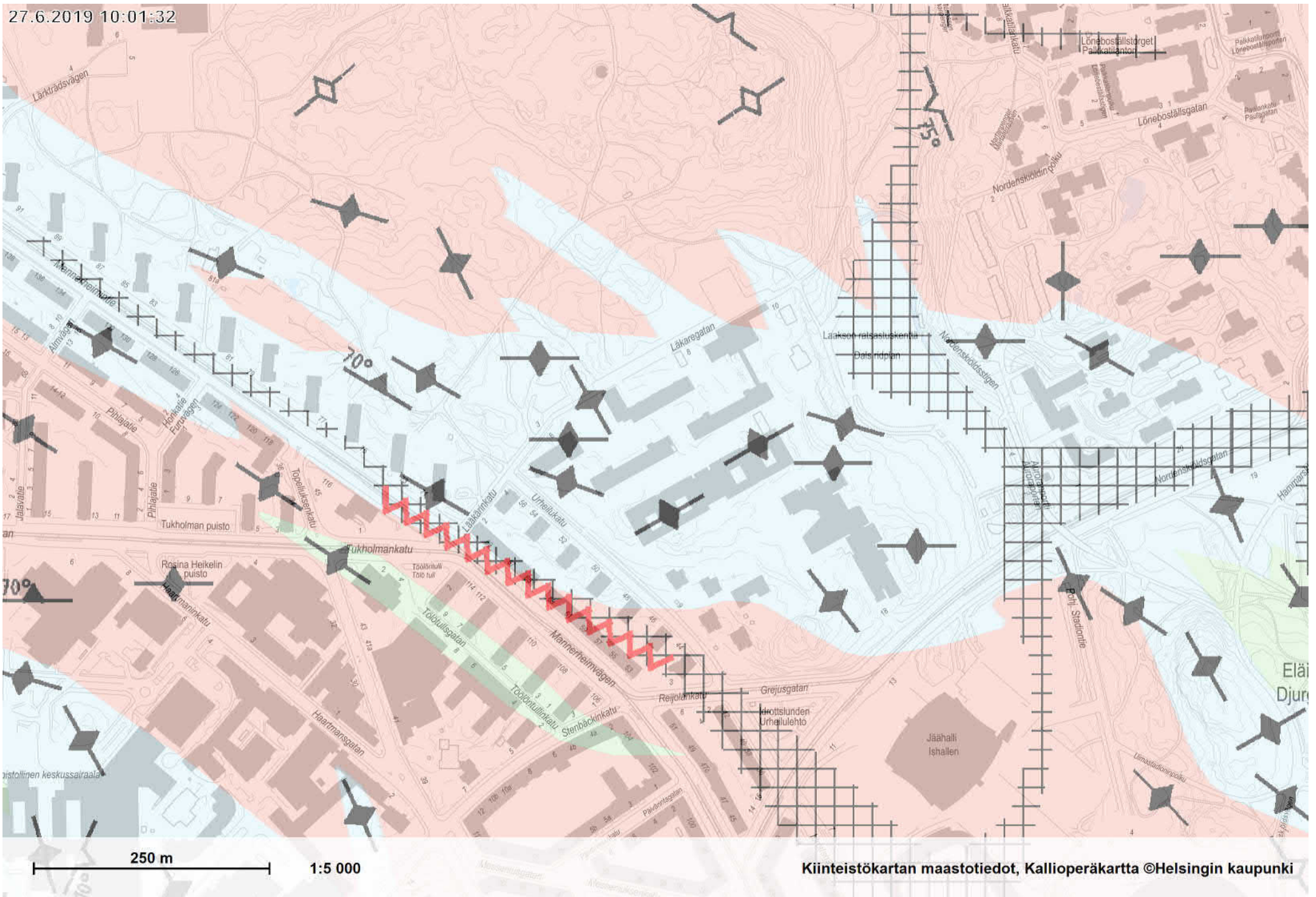
Toteutussuunnittelun aikana tehdään täydentäviä kalliopinnan varmistuksia porakonekairauksilla. Pohjaveden pinnan tarkkailua jatketaan vesipinnan vaihtelun selvittämiseksi.

Maanalaisten kalliotilojen alueelle tehdään kallionäytekairauksia. Kallionäytekairauksilla tarkennetaan alueen kalliolaatua sekä kalliorakojen suuntia ja rako-omaisuuksia.

A-Insinöörit Civil Oy, Geo- ja kalliotekniikka

DI Sami Punkari

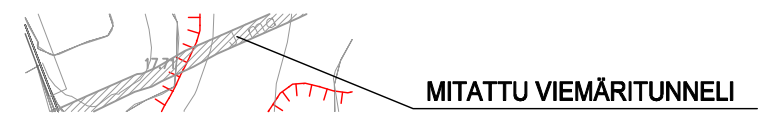
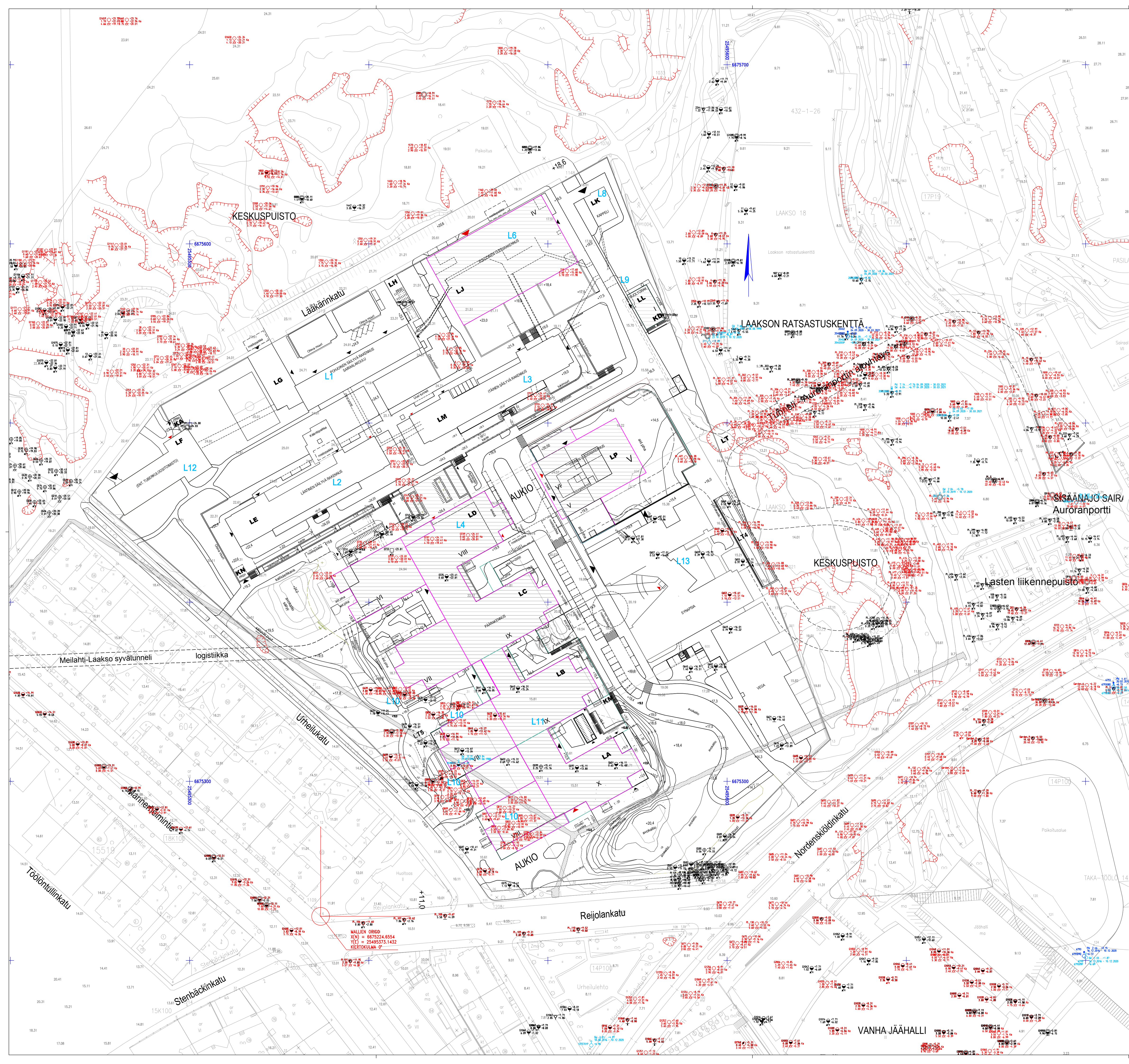
27.6.2019 10:01:32



250 m

1:5 000

Kiinteistökartan maastotiedot, Kallioperäkarta ©Helsingin kaupunki



MITATTU VIEMÄRITUNNELI

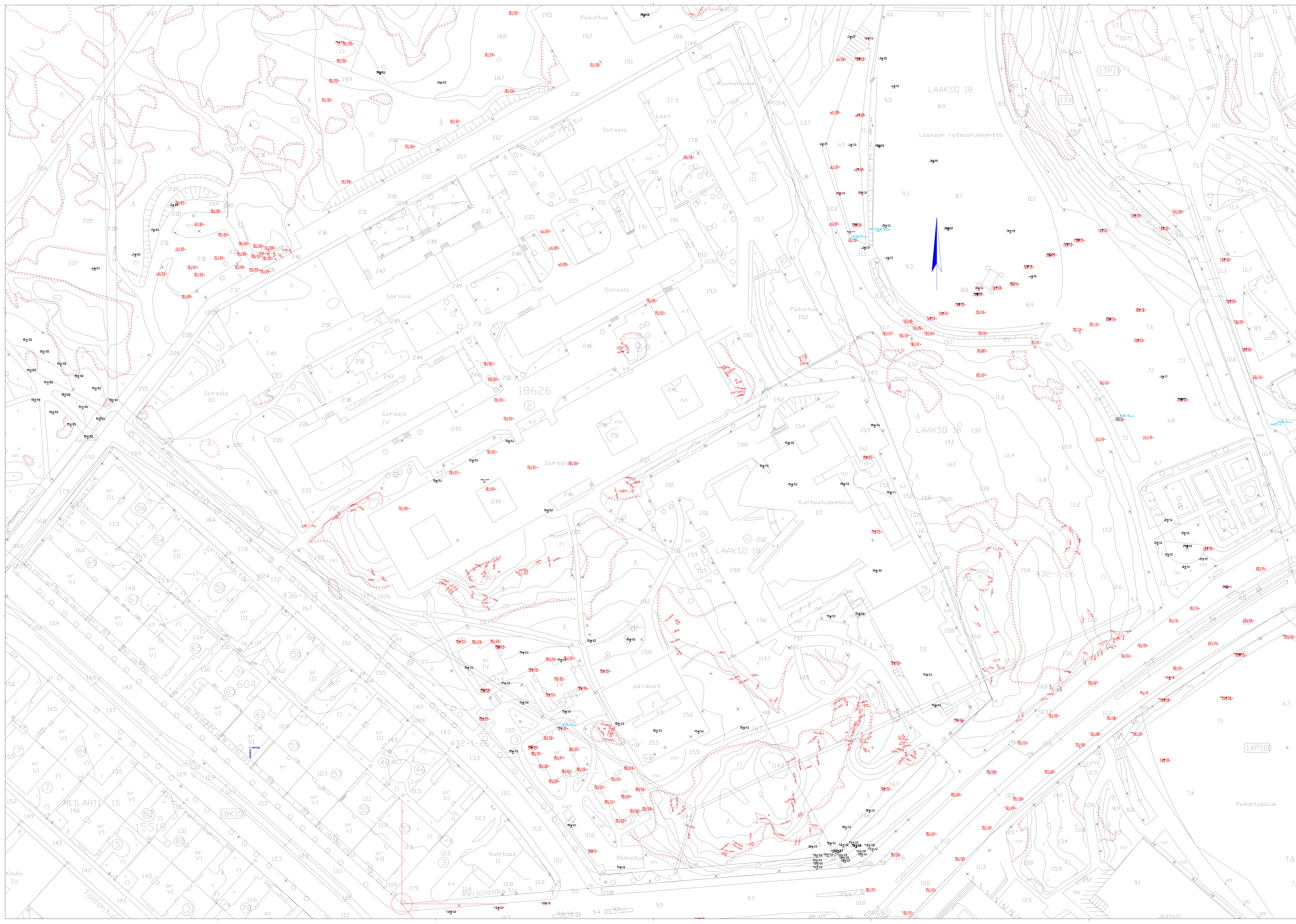
L1

LAAKSON YHTEISSAIRAALA, NYKYISTEN RAKENUSTEN RAKENNUSNUMEROINTI (RHS 2015)

LA

UUSI RAKENUSTUNNUS

Koostaja	Korjetti/ta	Tontti/Ro	Viranomaisen arkkitehtimekintä varten	
LAAKSO 18	18626		Tasokoordinaatiot/rajat/ma/Korjausrajat/ma	
Rakennustunnus			ETRS-GK25IN2000	
Rakennusmerkki			Pohjakuva	Juoks.no
UIDISRAKENNUS			POHJARAKENNUS	
Rakennuskohde			Pohjakuva sisältö	Mittakaava
LAAKSON YHTEISSAIRAALA			POHJATUTKIMUSASEMPIIRROS	1:1000
LÄÄKÄRINKATU 8				
HELSINKI				
			Suunn.ala	Työnro
			Piir.no	Muutos
A-Insinööri Civil Oy Tel: 0207 911 888 www.ains.fi etunimi.sukunimi@ains.fi			GEO	180089-H001
Proj.	JPK	Luov.	Sami Punkari	
Tek.			Tuotosto	LYS_GEO_Pohjatutkimusasempiirros.dwg
Päiväys: vanhaa suunnittelua ja oman salviensa			Rakennuspa.	
12.05.2021 Sami Punkari				



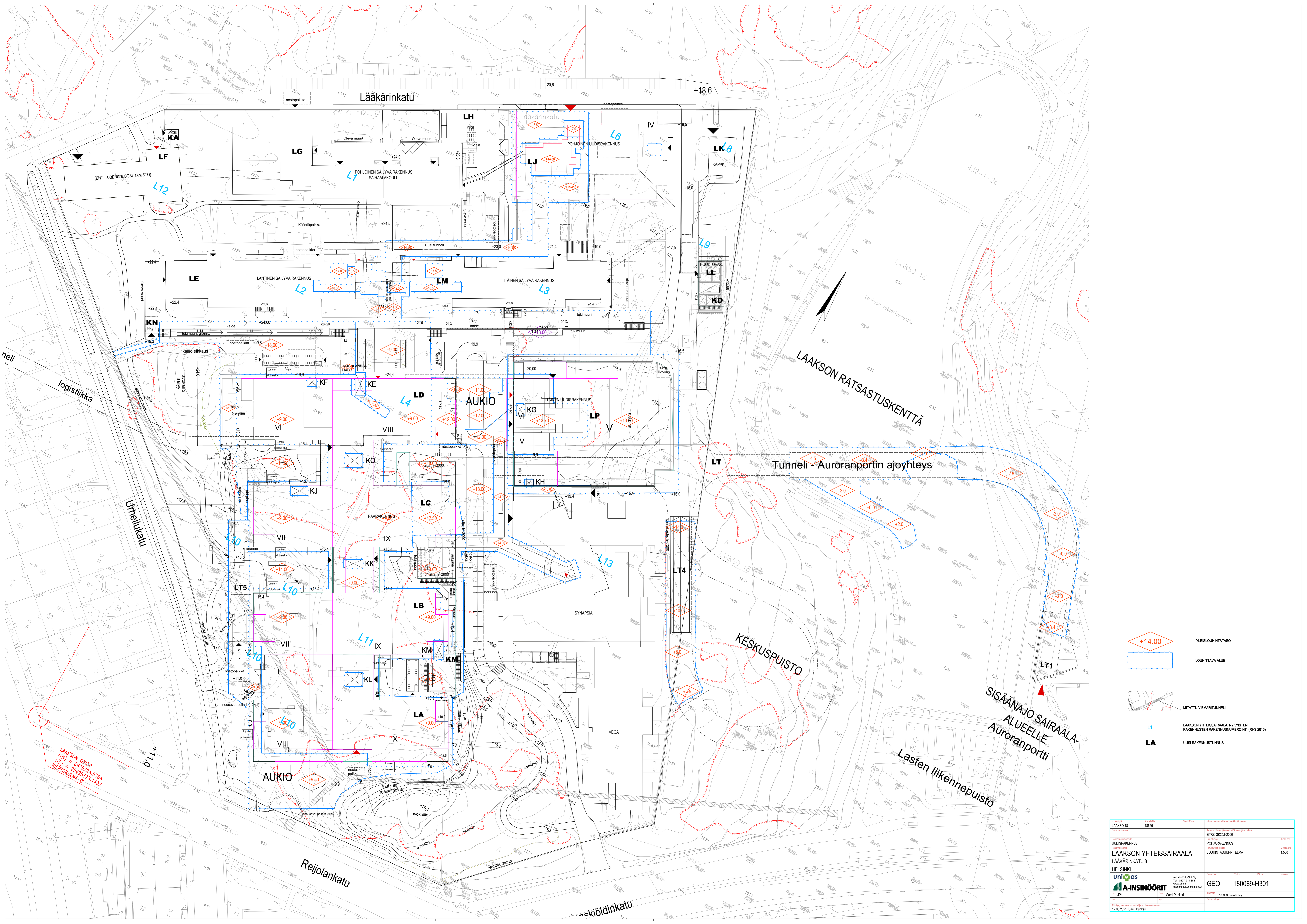
MERKINTÖJEN SELITTEET

- TUNNELIKARTOITUSHAVAINNOT**
- Kalliorako, vaakasentoinen, rakoluku (kpl/m), rakotäyttemineraalit
 - Kalliorako, kaade ja kaateen suunta, rakoluku (kpl/m), rakotäyttemineraalit
 - Kallioerän liuskaisuus, kaade ja kaateen suunta, rakoluku (kpl/m), rakotäyttemineraalit
 - Kalliorako, pystyasentoinen ja rakolun theys (kpl/m), rakoluku (kpl/m), rakotäyttemineraalit
 - Kallioerän liuskaisuus, pystyasentoinen, kaade ja kaateen suunta, rakoluku (kpl/m), rakotäyttemineraalit

- Kivilajilyhenteet:**
- KG = Killegnissi
 - AFB = Amfibolitti
 - GR = Granitti
- Rakotäyttemineraalit:**
- ru = ruoste
- Muuta lyhenteitä:**
- h = haamiskapintainen rako
 - Jr = joint roughness (GIN "Using the Q-system", 2015 mukaisesti)
 - Jr = 0,5 - planar, slickensided
 - Jr = 1 - planar, smooth

- MUUT MERKINNÄT**
- Kivilajikontakti

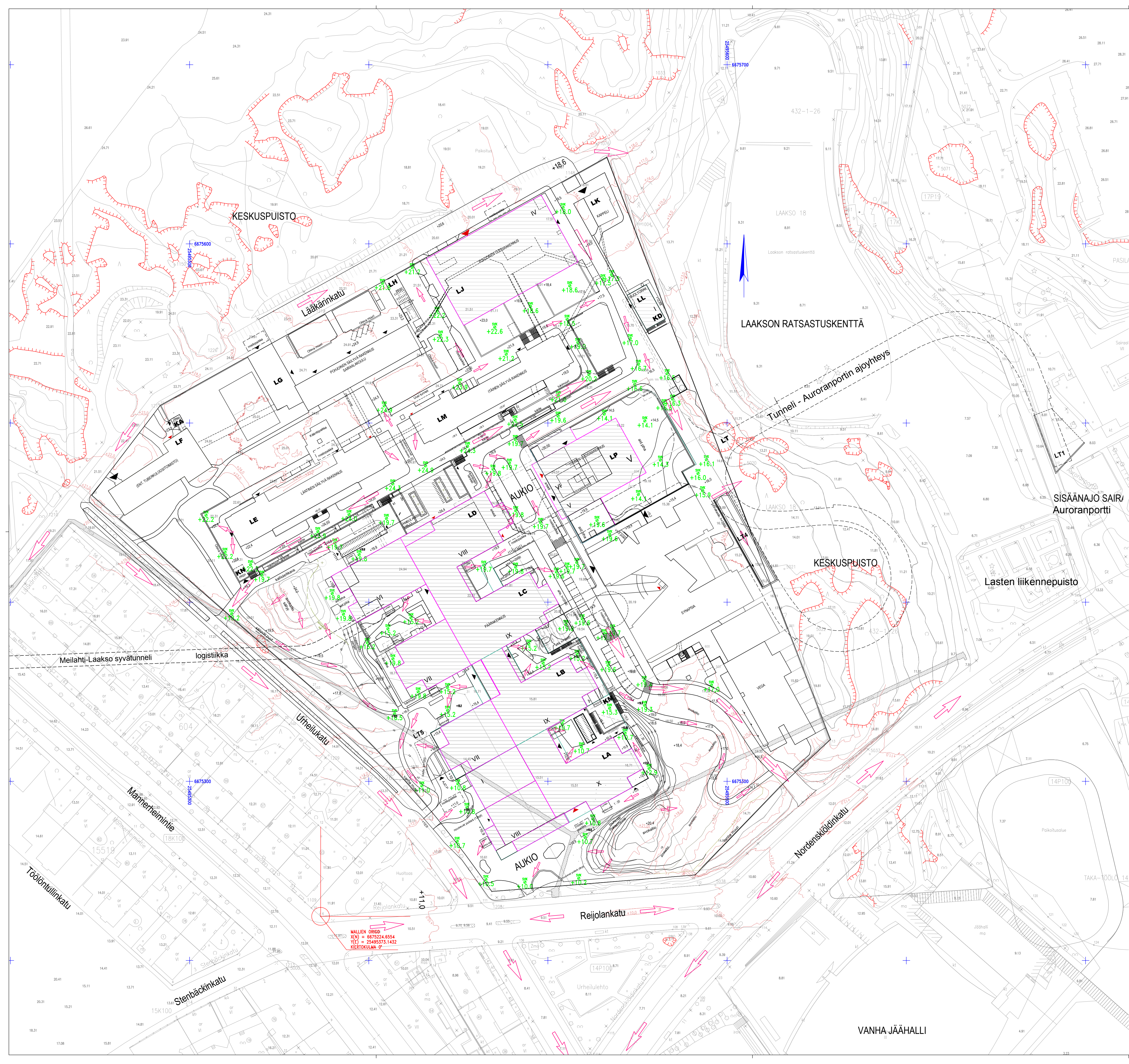
kuuluu	muutos	toimitus	toimitus	viite	merk.	päiväys
LAAKSO 18						
LUOJUSRAKENNUS	N2000/ETRS-GK25	POHJATUTKIMUS				
LAAKSON YHTEISSAIRALA		RAKENNUSGEOLGINEN KARTOITUS			1:500	
		HANKESUUNNITTELUVAIHE				
uni		RAKENNUSMÄÄRITTELYNÄ				
INSINÖÖRIT OY		POHJATUTKIMUS				
Jenni Nevalainen		Jenni Nevalainen				
07.01.2020		07.01.2020				
etunimi.sukunimi@uni.fi		etunimi.sukunimi@uni.fi				
GEO		180089		H002		



LAAKSON ORIGO
 YKO = 867324.6554
 KICRITOKULMA 0°

- YLEISLOUNHTATASO
- LOUNHTAVA ALUE
- MITATTU VIEMÄRTUNNELLI
- L1** LAAKSON YHTEISSAIRAALA, NYKYISTEN RAKENNUSTEN RAKENNUSNUMEROINTI (RHS 2015)
- LA** UUSI RAKENNUSTUNNUS

Projekti	Laakso	Talustyö	Arkkitehtuurin suunnittelu
Laakso 18	18026		
Arkkitehtuuristo	ETRS-GKS2000		
Rakennusvaihe	POHJARAKENNUS		1:500
	LOUNHTAVASUUNNITELMA		
LAAKSON YHTEISSAIRAALA			
LÄÄKÄRIKATU 8			
HELSINKI			
	A. Insinöörit Oy Tel. 0207 91 888 www.unigas.fi	Suunn. ja Tark. GEO	180089-H301
	Samu Punkari		
12.05.2021 Samu Punkari			



- +15.0 = NYKYINEN MAANPINTA
- +19.4 = SUUNNITELTU SADESIKAVO
- ➔ TULVAREITIN SUUNTA
- ➔ PINTAVALLUNNAN SUUNTA

Kaavakylä LAAKSO 18	Korttelitila 18626	Tontti/Rovi	Viranomaisen arkkitehtinimikirja varten
Rakennustunnus	Tasokoordinaattijärjestelmä/Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK25/N2000		
Rakennuslupamäärä	Pintatila POHJARAKENNUS		
Rakennuskohde	Pintatilan sisältö PINTATASAUSSUUNNITELMA		
LAAKSON YHTEISSAIRAALA		Mittakaava 1:1000	
LÄÄKÄRINKATU 8			
HELSINKI			
uni+as		Suunn.ala	Työnro
A-INSINÖÖRIT		Pir.no	
A-Insinööri Civil Oy Tel: 0207 911 888 www.ains.fi etu nimi: sukunimi@ains.fi		Muuks	
Piir. JPK	Lupa Sami Punkari	Todisto LYS_GEO_Pintatasaus.dwg	GEO 180089-H101
Tek. 12.05.2021 Sami Punkari	Rakennusmaa		

Laakson yhteissairaala

Alustavat louhintamäärät

Avolouhintaa

289 000 m3ktr

- rakennuspohjat ja piha-alueet

Maanalainen louhinta

- kalliopysäköinti ja huolto ajotunneleineen 243 000 m3ktr
- Meilahti- Laakso tunneli 32 000 m3ktr
- kylmäakku (erillinen hanke) 60 000 m3ktr

Maanalainen louhinta yhteensä

335 000 m3ktr

Työnro 180089

LYS Laakson yhteissairaala

JV-tunnelin mittausraportti



Jätevesitunnelin mittausraportti

28.8.2019

LYS Laakson yhteissairaala

Työnro 180089

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	3
MITTAUSTEN LAAJUUS.....	3
MITTAUS	3
TULOSKÄSITTELY	4
TULOKSET	4
JOHTOPÄÄTÖKSET	4

Liitteet

Tutkimusohjelma 18089-001

**LYS Laakson yhteissairaala
JV-tunnelin mittausraportti
Työnro 180089**

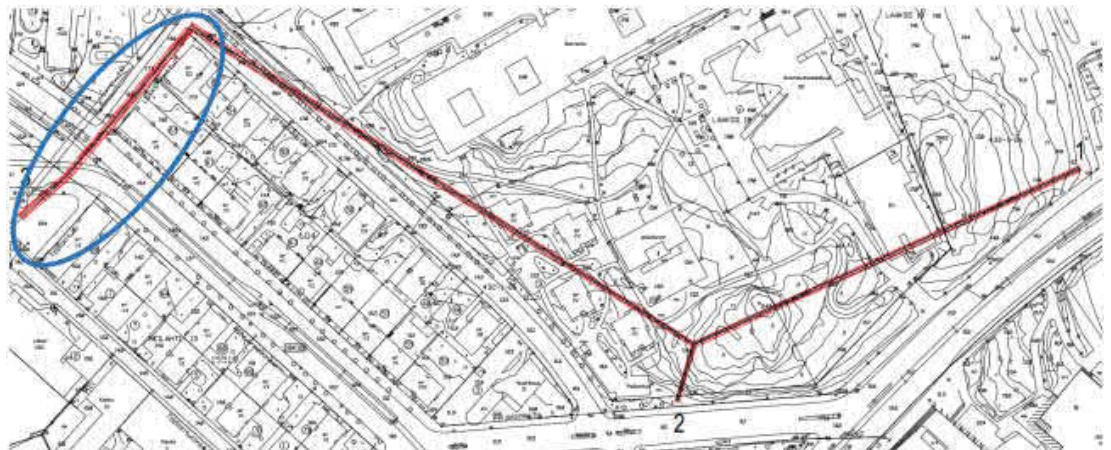
JOHDANTO

Laakson yhteissairaalan rakennusalueen läheisyydessä sijaitsee maanalainen jätevesitunneli tunnelitunnuksella 31. Tunnelin omistaa HSY. Jätevesitunnelin tarkka sijainti ja korkeusasema ei ole ollut HSY:n tiedossa.

Jätevesitunnelin sijainnilla ja korkeustasolla on vaikutusta Laakson yhteissairaalan uudisrakennusten suunnitteluun ja rakentamiseen mm. alimman perustamistason osalta. Jätevesitunneli (jv 31) ja jätevesitunnelijärjestelmään kuuluva Reijolankadun pystykuilun paikalleenmittaus tehtiin Laakson yhteissairaalan suunnittelun ja myöhempien rakennustöiden lähtötiedoksi.

MITTAUSTEN LAAJUUS

Jätevesitunnelin paikalleenmittauksen laajuudessa huomioitiin tulevan Laakson yhteissairaalan uudisrakennusten lisäksi mahdollisen Meilahti-Laakso yhdystunnelin tarpeet. Meilahti-Laakso yhdystunnelia varten mitattu jätevesitunnelin osuus on esitetty ympyröitynä (Kuva 1).



Kuva 1. Mittausten laajuus. Piste 2 Reijolankadun pystykuilu. Kuva tutkimusohjelmasta 18089-001.

Mitatun alueen yhteispituus oli noin 740 metriä, josta Meilahti-Laakso yhdystunnelia varten mitattu osuus oli noin 140 metriä.

MITTAUS

Mitta Oy suoritti jätevesitunnelin (jv 31) sekä jätevesitunnelijärjestelmään kuuluvan Reijolankadun pystykuilun paikalleenmittauksen laserkeilaamalla ajanjaksolla 6-13.6.2019.

Mittauksissa oli käytössä Leica P20-laserkeilain. Tähykset mitattiin ja mittaukset kaupungin pisteisiin sidottiin takymetrillä. Käytetty takymetri oli Leica TS 15. Mittauksen lähtöpisteinä käytettiin kaupungin korko- ja monikulmiopisteitä: Mp 1106, Mp 1213 ja Kp 5000. Mittaukset suoritti Mittaustyönjohtaja Heikki Alanko (Mitta Oy) ja Mittaaja Rasmus Raimoranta (Mitta Oy).

Mittausten ajan (6-13.6.2019), paikalla oli myös HSY:n kaksi luukkuvahitia sekä viemärisukeltaja vastaamassa mittaajien turvallisuudesta.

Mittaukset suoritettiin tutkimusohjelman 18089-001 mukaisesti.

TULOSKÄSITTELY

Pistepilven rekisteröi ja käsitteli Jukka Serpola (Mitta Oy). Pintamallin laati Esa Parviainen (Mitta Oy). Tulokset toimitettiin kolmioverkko pintamallina ja pts-formaatissa 26.06.2019 mennessä.

TULOKSET

Jv-tunnelin sijainti poikkesi aiemmasta Helsingin kaupungin johtotietojärjestelmässä esitetystä arvioidusta sijainnista eniten mitatun osuuden itäisimmällä alueella (oikealle oleva tunnelihaara kuvassa 1). Mittausten itäisimmästä 160:sta metristä jv-tunneli oli kokonaisuudessaan noin metrin pohjoisempaa aiemmin arvioidusta. Itäisen haaran alueella holvi oli paikoin 1000 mm korkeammalla kuin aiempi arvio holvin korosta.

Muulla jv-tunnelin sijainti tai korkeusasema poikkesi keskimäärin 500 mm aiemmin esitetystä.

Aiemmassa arviossa jv-tunneli vietti pohjan korkojen mukaan molemmista suunnista kohti Reijolankadun pystykuilua (Kuva 1). Mittausten mukaan tunneli kuitenkin viettää kokonaisuudessaan länteen päin.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulokset ovat käytettävissä Laakson yhteissairaalan uudisrakennusten rakennustöitä ja suunnittelua varten. Suosittelemme, että tunnelin sijainti ja korkeusasema päivitetään myös Helsingin kaupungin johtotietojärjestelmään.

Tutkimusohjelma - mittausohjelma

Laakson yhtenäissairaalan läheisyydessä sijaitsee maanalainen jätevesitunneli tunnelitunnuksella 31 (myöhemmin tekstissä jv31) sekä jätevesitunnelijärjestelmään kuuluva Reijolankadun pystykuilu. Sairaalan laajennustöiden vuoksi jv31:n ja pystykuilun tarkka sijainti mitataan laserkeilalla. Tiloista tulee selvittää louhittujen kallio pintojen sijainti ja jv31:n holvin korkeustaso. Mitattava alue on esitetty viereisessä karttapiirrossä rasterilla.

Kohteen kulkuaukot on merkitty karttaan numeroilla:

1. Aurora
2. Reijolankatu
3. Tukholmankadun/Mannerheimintien risteys

Mittausurakoitsija vastaa tutkittavan alueen paikalleenmittauksesta, tarvittavan energian saannista, mittajien HSY:n tunnelityöntekijöiden terveysvaatimusten täyttymisestä (Lääkärikeskus 2011/02/08 HSY Tunnelityöntekijöiden terveystarkastus) sekä muista työn toteuttamisen edellyttämien reunaehtojen selvittämisestä. Jos tunneliin tehdään mittauksia varten porattavia kiinnityksiä, ntuilee varmistaa, ettei kohdassa ole lohkaraita, jotka voivat irrota.

Kohteessa on mahdollista järjestää alkukatselmus.

RAPORTOINTI

Laserkeilausaineistosta laaditaan pintamalli ja jos mahdollista, kallio pintaa kuvaava pintamalli. Pintamallit toimitetaan dwg-tiedostoformaattissa (AutoCAD 2016 tai uudempi). Myös alkuperäinen pintadata (pistepilvi) toimitetaan pts-muodossa (xyz-koordinaatit ASCII-muodossa) erikseen sovittavalla tavalla.

Mittaukset tulee tehdä Laakson sairaalan projektikoordinaatistoon, jonka origo x=0,000 y=0,000 on ETRS-GK25 koordinaattijärjestelmässä

x = 2549 5373 143.1859
y = 667 5224 655.4371

Korkeusjärjestelmänä on N2000.


Mittaustulokset ja raportti toimitetaan sähköisessä muodossa työn tilaajalle, suunnittelijalle ja HSY:n edustajalle

Tarvittaessa lisätietoja antavat:

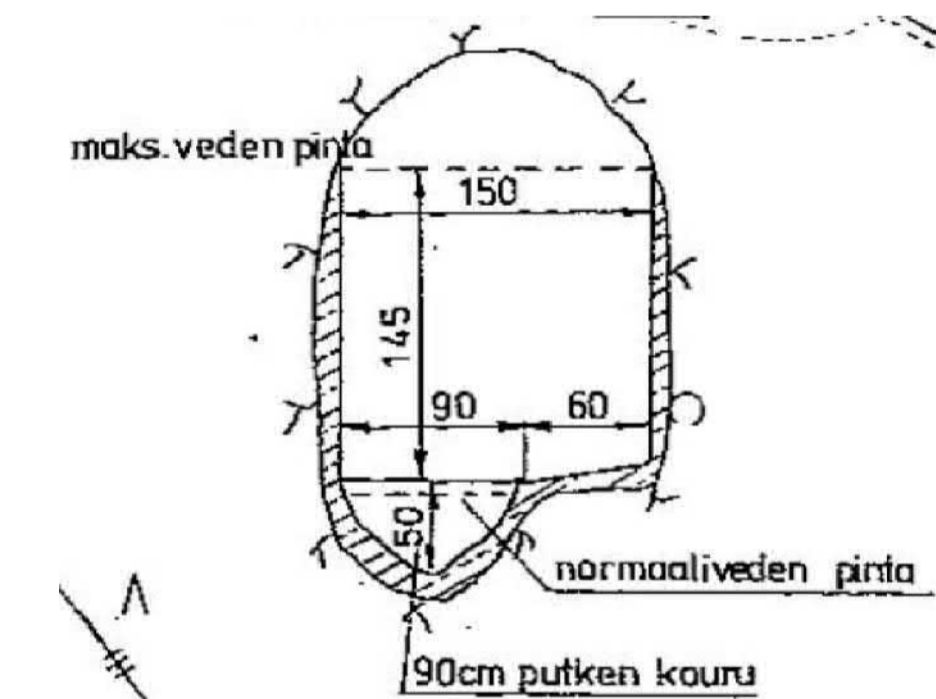
Vesa-Matti Matikainen / A-Insinöörit Oy etu.suku@ains.fi 040 195 9995
Maija Pursiheimo / A-Insinöörit Oy etu.suku@ains.fi 0400 88 4039

HSY:n edustaja:

Juha Pitkänen / HSY etu.suku@hsy.fi 050 466 9104

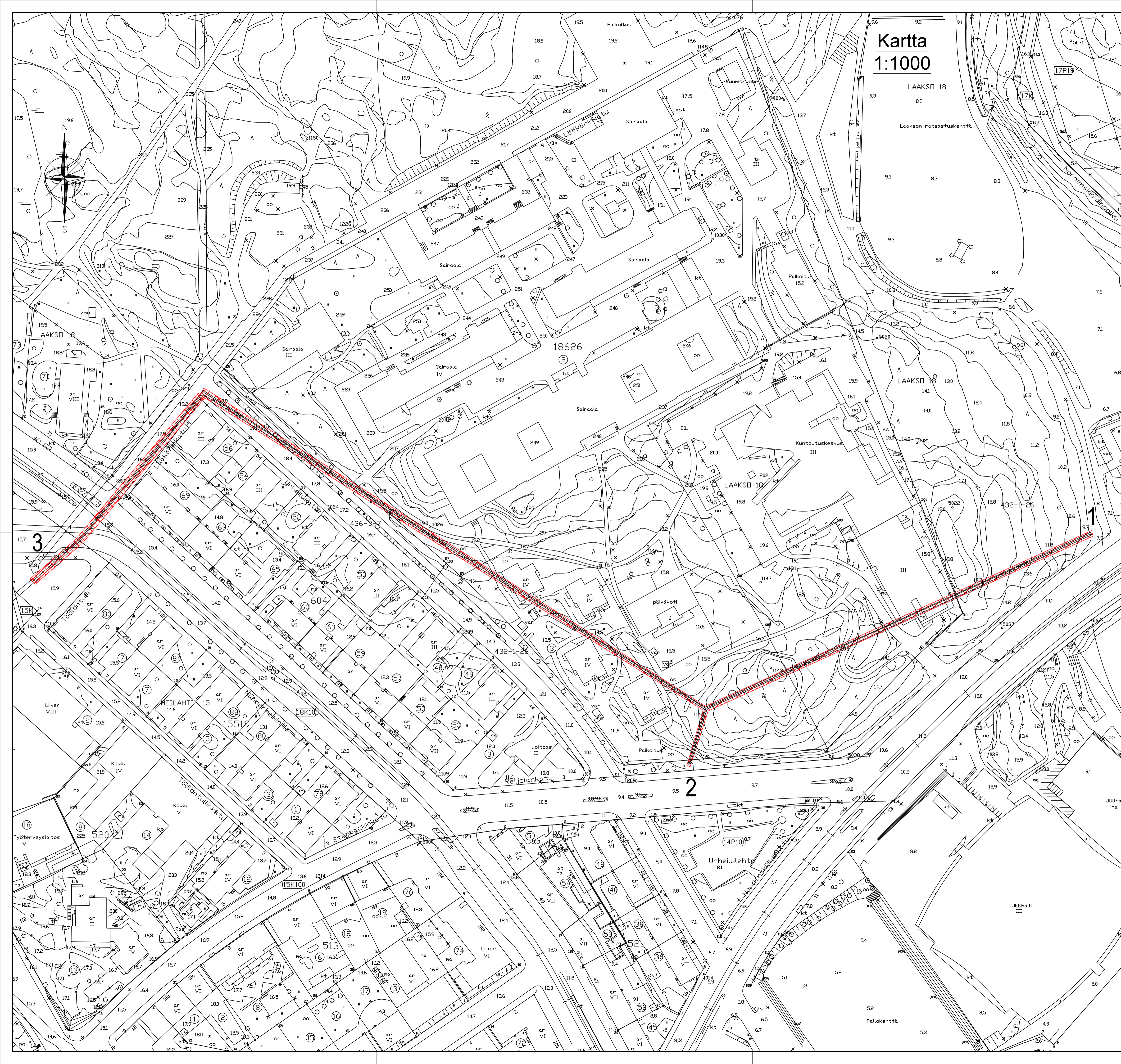
 Mitattava tunneliosuus

Mitattavan tunnelin poikkileikkaus (ei mittakaavassa, mitat senttimetrejä)



K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen arviointimerkintöjä varten
Rakennusnumeros			Tasokoordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä ETRS-GK25 / N2000
Rakennusomienpid			Piirustajat Juoks.nro
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö Mitattava Tutkimusohjelma Mittausohjelma JV-tunneli 31
			Mittakaava 1:1000
			Suunnitelma Työno Pii.rno Muutos
			KR 18089 - 001
M. Pursiheimo	M. Pursiheimo		Tiedosto KR_18089-001.dwg
V-M Matikainen	S. Punkari		Rakennuttaja
Päiväys: vastaava suunnittelija ja nimen selvitys 12.4.2019 Sami Punkari			

Kartta
1:1000

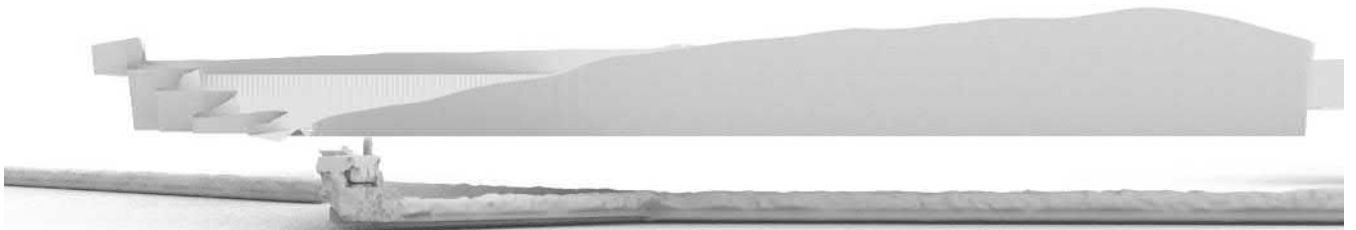


Työnro 180089

LYS Laakson yhteissairaala

JV-tunnelin stabiliteetin selvitykset

✚



06.09.2019

LYS Laakson yhteissairaala

Työnro 180089

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	3
2.	Jv-t unnelin kalliomekaaninen mallintaminen/tarkastelu tuleville kuormilla.....	3
3.	Jv-tunnelin stabiliteetti louhintatöiden aikana (räjäytystyöstä mahdollisesti tunnelille aiheutuvat vauriot)	3
	Vaikuttavia tekijöitä:.....	3
	3.1 Etäisyys R	3
	3.2 Kallion tärinänjohtavuusluku k.....	3
	3.3 Louhintatärinän heilahdusnopeuden raja-arvo v.....	3
	3.4 Rakennustapakerroin Fk	4
4.	Johtopäätökset	4

Liitteet: Nykyinen jätevesitunneli, asemapiirros ja pituusleikkaus

 Nykyinen jätevesitunneli, kuormiensiirto, poikkileikkaukset

**LYS Laakson yhteissairaala
JV-tunnelin stabiliteetin selvitykset
Työnro 180089**

1. Johdanto

Jätevesitunneli on mitattu paikoilleen laserkeilaamalla kesällä 2019 suunnittelun ja rakennustöiden tueksi. Jätevesitunneli on lujittamaton.

Jv-tunnelin stabiliteettiin vaikuttaa rakennuksilta tulevat kuormat ja louhintatöiden aiheuttama värinä.

2. Jv-tunnelin kalliomekaaninen mallintaminen/tarkastelu tuleville kuormilla

Tarkastelu nykyisellä suunnitteluratkaisulla (pohjan louhintataso, tämänhetkiset tiedot kallionlaadusta ja rakoilusta ja tiedot tulevasta rakennuskuormista) kalliomekaanisella 2D-mallinnuksella. Lujitustarpeiden (pultitus) tai rakennuskuormien siirron määrittäminen tehdään kalliomekaanisen mallin perusteella. Rakennuksista tulevat suuret keskitetyt kuormat viedään porapaaluilla (D=170-320) tunnelin ohitse.

3. Jv-tunnelin stabiliteetti louhintatöiden aikana (räjäytystyöstä mahdollisesti tunnelille aiheutuvat vauriot)

Vaikuttavia tekijöitä:

3.1 Etäisyys R

Jv-tunnelin ja avolouhinnan pohjan välisen kannaksen suuruus (huomioiden

louhintatoleranssi). Tämän hetkisissä suunnitteluratkaisuissa pienin etäisyys avolouhinnan teoreettisen pohjan ja mitatun jätevesitunnelin holvin välillä on 3,6 metriä.

3.2 Kallion värinänjohtavuusluku k

Alustavasti k-arvoksi olemme arvioineet $k=200$ (Räjäytysopas Vuolio & Halonen 2010). Pienen kannaksen sekä suoraan jv-tunnelin yläpuolella tehtävän räjäyttämisen vuoksi olisi värinänjohtavuuslukua syytä tarkentaa värinäasiantuntijan arviolla. Arvoa k voidaan tarkentaa vielä lisää työn aikana esim. koeräjäytysten aikana.

3.3 Louhintavärinän heilahdusnopeuden raja-arvo v

Heilahdusnopeuden suuruuteen vaikuttaa kallion laatu.

Jv-tunnelin päällä olevan rakennusalueen eteläosien avokalliot on geologin toimesta kartoitettu keväällä 2019. Huomiona, että länsiosasta ei ole avokalliohavaintoja. Geologin alustavan arvion perusteella v on arvioitu 50-70 m/s².

Alustavaa arviota olisi syytä tarkentaa geologin ja suunnittelijan tekemällä jv-tunnelin katselmoinnilla. Tällä pyritään havainnoimaan tunnelista mahdolliset rikkonaisuusvyöhykkeet ja tarkentamaan tämän hetkistä tietämystä kallion laadusta. Rakennustöiden alkaessa tulisi tehdä lisää rakennusgeologisia kartoituksia esim. maankaivuiden jälkeen sekä louhintatöiden edistyessä.

3.4 Rakennustapakerroin Fk

Rakennustapakerroimeen vaikuttaa jv-tunnelin lujittaminen (ruiskubetonointi) ennen louhintatöitä. Lujittamattoman kalliotilan rakennustapakerroin on 0,85 – 1 ja ruiskubetonoinnilla lujitetun kalliotilan rakennustapakerroin on 1 – 1,5.

Ruiskubetonointityön mahdollisuuksia, reunaehtoja ja työn kestoa tulee selvittää HSY:n ja Helsingin GEO:n kanssa. Myös pienen dimension tunnelin lujittamisen teknisiä toteutusmahdollisuuksia on syytä selvittää toteuttajien kanssa. Näiden tietojen pohjalta suunnitellaan mahdollisesti käytettävä ruiskubetonointirakenne.

4. Johtopäätökset

Jätevesitunnelin kannalta louhintaa rajoittavia tekijöitä ovat: ohut kalliokatto, lujittamaton tila, kallion laatu, tärinänjohtavuus sekä näiden kaikkien yhdistelmä. Nämä tekijät vaikuttavat mahdollisuuteen louhia jv-tunnelin yläpuolista aluetta ominaispanostuksen, käytettävän räjäytysaineen ja pienimmän mahdollisen louhintakerroksen paksuuden kautta.

Alustavien selvitysten mukaan tämän hetkinen suunnitteluratkaisu edellyttää seuraavia asioita:

- Jv-tunneli tulisi lujittaa ruiskubetonoinnilla
- Kallion laatu tulee varmentaa katselmoinnilla sekä työnaikaisilla kartoituksilla.
- Tärinänjohtavuuslukua tulee täsmentää tärinäkonsultin arviolla sekä tarvittaessa työnaikana koeräjäytyksin.
- On myös selvítettävä, sallitaanko jv-tunneliin tärinävaurioita

Jätevesitunnelin kohdalla kallio lujitetaan pulttaamalla ja suuret perustuskuormat viedään poraaluilla tunnelin ohitse.

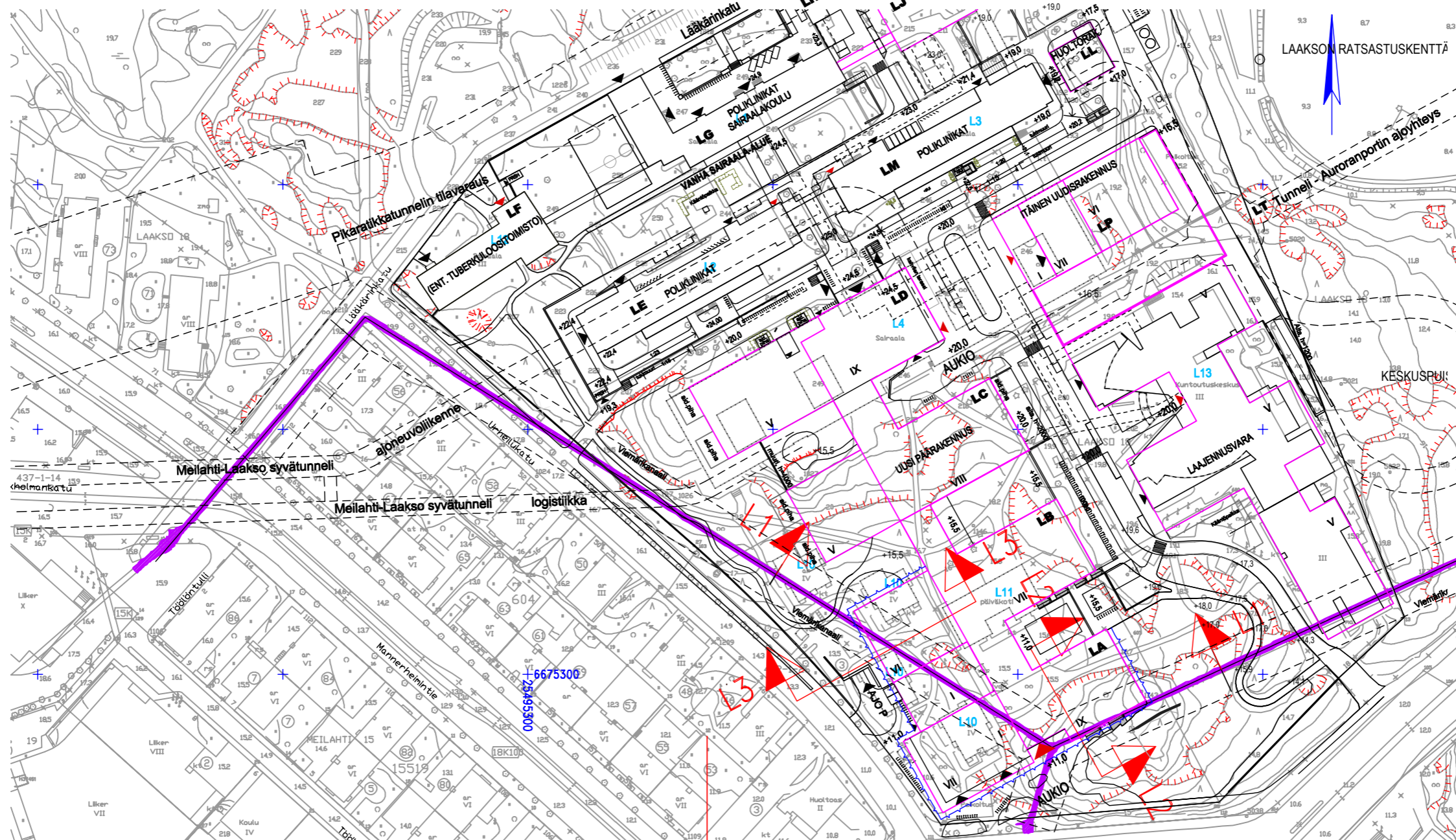
Kannaksen suuruuden kasvattaminen vaikuttaa stabiiliteettiin merkittävästi. Optimaalisen kannaspaksuuden selvittäminen edellyttää samojen yllämainittujen tekijöiden tarkempaa selvittämistä.

A-Insinöörit Civil Oy, Geo- ja kalliotekniikka

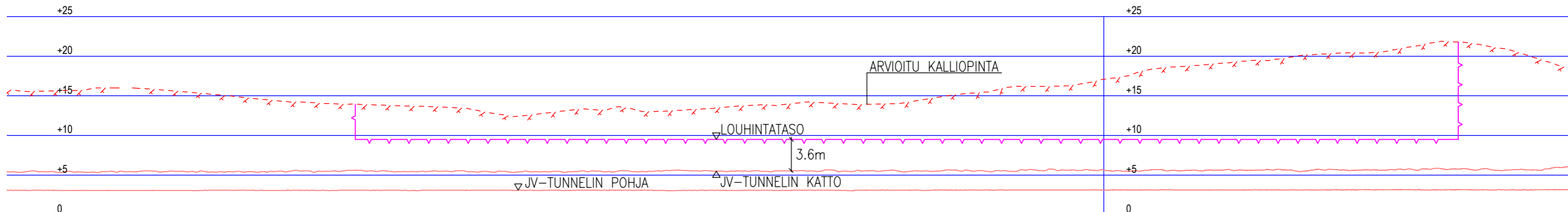
DI Sami Punkari

DI Maija Pursiheimo

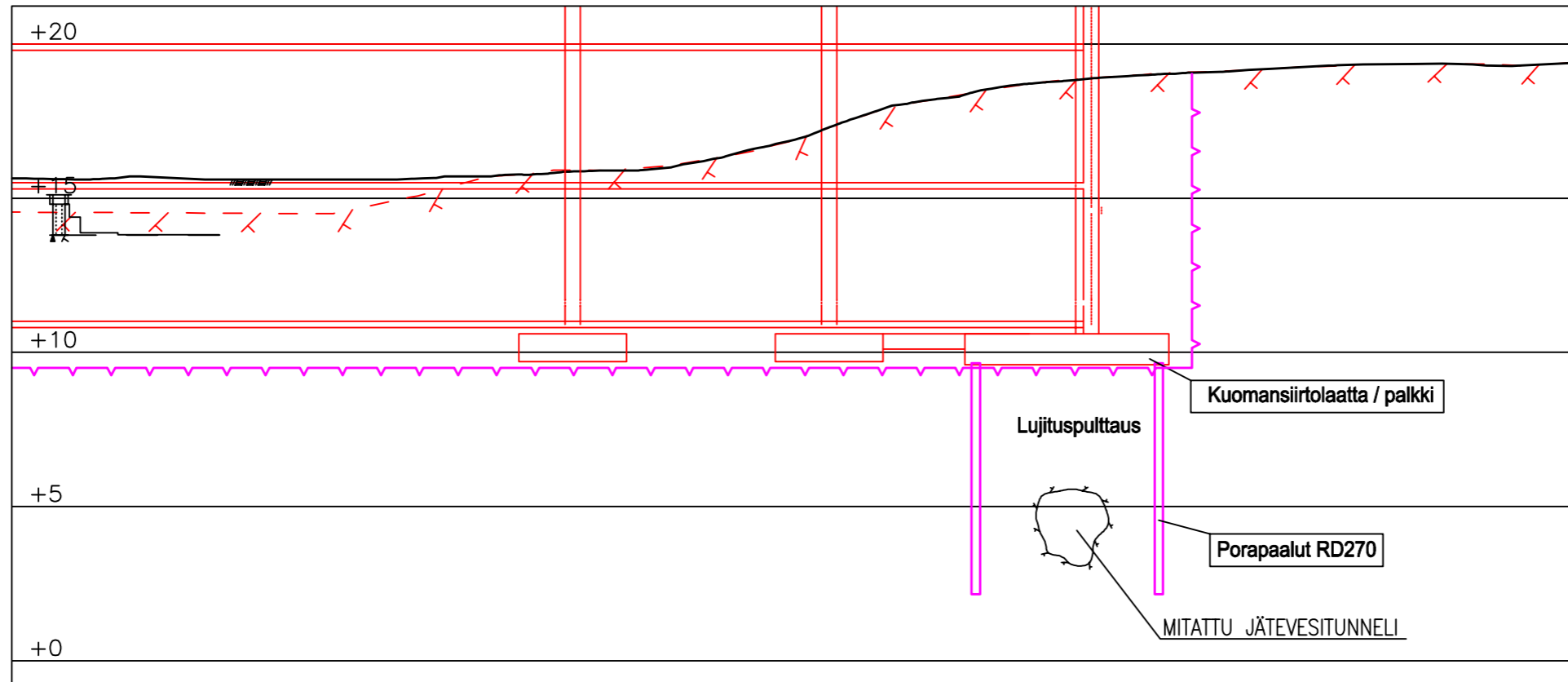
ASEMAPIIRROS 1:2000



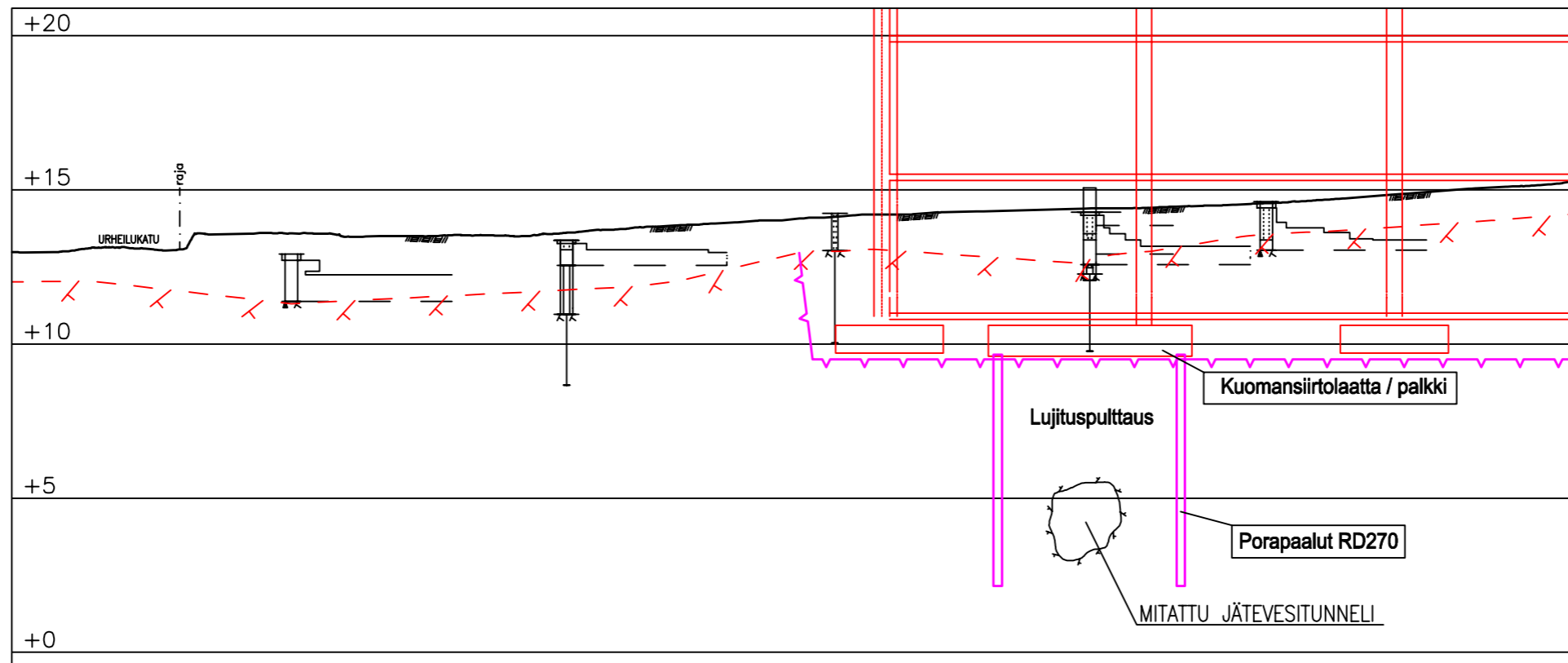
LEIKKAUS L1-L1 1:500



LEIKKAUS L2-L2 1:200



LEIKKAUS L3-L3 1:200



JV-tunnelin vaikutus Laakson sairaala-alueen avolouhintoihin

1. Yleistä

A-Insinöörit Oy:n toimeksiannosta olemme arvioineet tämän, edellä mainitun työkohteen alapuolella toiminnassa olevan jätevesitunnelin vaikutusta suunnitteilla olevaan avolouhintaan.

2. Lähtötietoja

Jv-tunneli on louhittu saamiemme tietojen mukaan 1920-luvulla. Tunneli on kooltaan noin 2,0m x 2,5m. Tunnelin mahdollisesta lujituksesta ei ole tietoja. Tunnelista saatujen havaintojen mukaan näkyvissä oleva kallion pinta oli vaihtelevasti rakoilevaa, tyypillistä pintarakoilua. Tähän mennessä saatujen tietojen mukaan havaittavissa olevia heikkousvyöhykkeitä ei esiinny suunnitteilla olevan louhinnan kohdalla. Tunnelin kunto on kuitenkin syytä tarkistaa louhinnan vaikutuspiirin osalta asiantuntijan toimesta ennen louhintojen aloitusta. Arvioinnin laatimishetkellä louhittavan alueen alapuolella olevaa tunnelia on noin 160 metrin matkalla. Louhittavan alueen kallioperä on pääosiltaan graniittia ja gneissia.

Alustavan suunnitelman mukaan tavoitellun louhintatason (+10,50) ja tunnelin katon välille jää kalliota 3,6 – 4,0 metriä.

3. JV-tunnelin aiheuttamien rajoitteiden vaikutusalue

Tiedossa olevien lähtötietojen perusteella louhinta on mahdollista suorittaa jv-tunnelin läheisyydessä alustavan louhintasuunnitelman laajuudessa (Liite 1). Tärinätekniset rajoitteet vaikuttavat käytettäviin louhintateknisiin menetelmiin ja ratkaisuihin.

Tärinän heilahdusnopeuden (mm/s) etäisyysidonnaiset raja-arvot ovat määritetty HSY:n ”ohjeita vesihuoltoon liittyvien kunnallisteknisten

OSOITE

OY FINNROCK AB
Mikkolantie 1 B 4 krs
FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITE

www.finnrock.fi

EMAIL

finnrock@finnrock.fi

PUH

010 832 1300

tunneleiden päälle ja läheisyyteen rakentamisesta” -ohjeistuksessa (Liite 4). Rakennustapakertoimina ohjeistuksessa noudatetaan kertoimia 1 tai 1,5 riippuen tunnelin käyttötarkoituksesta ja/tai siitä, että onko tunneli ruiskubetonoitu vai ei. Jv-tunnelille rakennustapakerroin on ohjeistuksen mukaisesti 1.

Taulukko: Louhintatärinän ohjearvo (mm/s) eri etäisyyksillä.
Rakennustapakerroin 1.

Etäisyys (m)	Kiinteä kallio. (mm/s)
1	140
3	112
4	98
5	85
10	70
15	62
20	55
30	45
50	38

Periaatteena on lähestyä jv-tunnelia horisontaalisesti ja vertikaalisesti siten, että etäisyssidonnaisia tärinälle sallittuja arvoja ei ylitetä. Tähän pystytään vaikuttamaan valitsemalla oikeat louhintatekniset menetelmät. Sallituissa tärinän heilahdusnopeuden (mm/s) arvoissa pysymisen varmentamiseksi on suoritettava tärinämittausta. Mikäli mahdollista, tärinämittaus on järjestettävä suoraan tunnelista.

Saatujen tärinämittaustulosten avulla louhinnan suunnittelua ja toteutusta voidaan tarkentaa vastaamaan todellisia olosuhteita. Jos tärinämittaus osoittautuu mahdottomaksi itse tunnelista, voidaan tarvittaessa perustaa tärinämittauspisteitä jv-tunnelin kohdalle suoraan avokallioon. Tällöin tiedetään mittauspisteen ja räjäytyksen välinen etäisyys sekä räjäytyksestä saatu tärinän heilahdusnopeuden (mm/s) mittaustulos. Edellä mainittujen tietojen avulla pystytään laskennallisesti arvioimaan jv-tunneliin kohdistuvan tärinän voimakkuutta.

Jv-tunnelin vaikutuksen arvioinnissa louhinnalle käytetään kokemusperäisiä kallion tärinän johtavuutta kuvaavia k-arvoja eri etäisyyksillä, jotka vaikuttavat käytettävään momentaaniseen räjähdysainemäärään. Samanaikaisesti räjähtävän räjähdysaineen määrän määrittely vaikuttaa suoraan mm. porauksessa käytettävään porareian halkaisijaan,

ruutukokoon (etu- ja väli) ja pengerkorkeuteen. Todellista k-arvon tasoa pystytään todentamaan ja tarkentamaan, kun louhinta on alkanut ja räjäytysten mittaustulokset sekä etäisyys tunnelin mittauspisteisiin tiedetään.

Liitteenä olevaan karttaan (Liite 2) on merkittynä alustava louhinta-alue jv-tunnelin vaikutuspiirissä. Karttaan on määritelty louhintavyöhykkeet A, B ja C. Alla olevassa taulukossa on määritelty tunnelille sallitut tärinäarvot eri etäisyyksille ja laskettu käytettävän momentaaninen räjähdysainemäärä. Taulukosta ilmenee myös laskennan perusteena käytetty kallion tärinänjohtavuutta kuvaava k-arvo.

Vyöhyke	Lähin etäisyys tunneliin (m)	Sallittu arvo (mm/s)	Q _{mom} (kg)	k-arvo
A	15	62	2,5	300
B	10	70	1,5	325
C	4	98	0,6	350

4. Louhintatyön suoritus jv-tunnelin läheisyydessä

Periaatteellinen louhintajärjestys jv-tunnelin kohdalla (C-vyöhyke) on esitetty kuvassa (Liite 3).

Etäisyydet jv-tunneliin huomioidaan olevan kallion pinnasta sekä vaakasuuntaisesti. Louhinnan lähestyessä jv-tunnelia porauksen ruutukokoa pienennetään sekä pengerkorkeutta madalletaan tarvittaessa riittävästi, että tunnelille sallitut tärinäarvot eivät ylity. Käytettävään pengerkorkeuteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi käyttämällä jaettua panosta. Räjäytyksistä saatujen tärinämittaustulosten perusteella voidaan tarkentaa räjäytysmenetelmien ja -tapojen suunnittelua ja toteutusta.

Tunnelin kohdalla louhittavan kallion pengerkorkeutta säädellään alustavasti siten, että ennen tunnelin kattoa lähimpänä sijaitsevaan tavoite louhintatasoon jää noin 1,5-2 metrin pengerkorkeus. Viimeistään ennen tunnelinkattoa lähimmän louhintakerroksen irroitusta on määriteltävä jv-tunnelin injektoinnin / muun lujituksen tarve sekä mahdollinen toteutustapa.

4.1. Poraus

Porauskalustona käytetään hydraulisia poravaunuja. Poravaunun tulee olla varustettu pölynsidontalaittein. Suositeltava porareian halkaisija louhinnassa on Ø 38–57 mm.

OSOITE

OY FINNROCK AB
 Mikkolantie 1 B 4 krs
 FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITE

www.finnrock.fi

EMAIL

finnrock@finnrock.fi

PUH

010 832 1300

3.10.2019

Ennakkoon laskettuna porauksen etu- ja reikäväli avolouhinnassa vaihtelevat pengerkorkeuden, tärinää rajoittavien kohteiden sekä käytettävän porareian halkaisijan mukaisesti:

Etu	Väli
0,8-1,4m	1,0-1,8m

Ohiporaus avolouhinnassa on korkeintaan toleranssin suuruinen 0,6m ja tunnelin kohdalla 0,4m. Mikäli kallion ominaisuudet osoittautuvat jv-tunnelia lähestyttäessä sellaisiksi, että kallio irtoaa reiän pohjia myöten, tulee tunnelin kohdalla poraus päättää tavoitteelliseen louhintatasoon.

4.2. Panostus ja räjäytyssuunnitelma

Asutulla alueella panostuksessa tulee käyttää patruunoitua räjähdysainetta tai muuta vastaavan turvallisuuden antamaa menetelmää.

Räjäytettävistä kentistä tulee laatia kenttäkohtaiset räjäytyssuunnitelmat, joista ilmenee mm. pengerkorkeus, kentän koko, ominaispanostus, momentaaninen räjähdysainemäärä, käytettävät sytytysvälineet ja sytytysjärjestys, räjähdysaineet, reikäpanos, peittäminen, vaarallinen alue sekä räjäytysajankohta.

Räjäytettävän kentän numero ja sijainti on kätevinä merkitä tarkoitukseen sopivalle karttapohjalle tai internet-pohjaiseen tärinämittausohjelmaan. Tärinämittausohjelmasta riippuen sinne voi merkitä sijainnin lisäksi muitakin tietoja suoritettavasta räjäytyksestä esimerkiksi momentaanisen räjähdysainemäärän. Räjäytettävän kentän tarkka sijainti on oleellinen tieto etäisyysidonnaisten tärinänohjeiden määrittämiseksi.

4.3. Sytytys

Sytytys suoritetaan VA-lh-sähkönalleilla, impulssiletkunalleilla tai elektronisilla nalleilla. Sytytyksessä mahdollisten peräkkäisten reikien syttymisaikaero on normaalisti noin 25-75 ms tai 17-67 ms sytytysjärjestelmästä riippuen. Mikäli aikaero on suurempi, niin kentän peittämiseen käytettävät raskaat painopeitteet ulotetaan normaalia reilummin yli kentän reunalinjojen. Tärinän hallinnan on havaittu olevan tarkempaa, kun vaativissa louhintakohteissa sytytys on suoritettu elektronisilla nalleilla. Tämä menetelmä varmistaa panosten eri aikaisen syttymisen.

OSOITE

OY FINNROCK AB
Mikkolantie 1 B 4 krs
FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITE

www.finnrock.fi

EMAIL

finnrock@finnrock.fi

PUH

010 832 1300

3.10.2019

4.4. Suojaus

Suojauksessa kiinnitetään huomiota mm. seuraaviin asioihin:

- Ensimmäisen reikärivin panostus todellisen edun ja kallion laadun mukaisesti. Käytettäessä "kassaan" porausta voi edellisen kentän viimeisen rivin aiheuttama "ryöstö" pienentää seuraavan kentän ensimmäisen rivin etua ennakkolaskelmia pienemmäksi. Tällöin kyseiset reiät on panostettava ennakkolaskelmia kevyempää panostusta käyttäen tai joskus jopa hylättävä ja porattava uudet reiät.
- Ominaispanostus on eri pengerkorkeuksilla ja louhintatavoilla määriteltävä oikein
- Louhe- tai maatakkäys räjäytettävän kentän juureen
- Kenttä peitetään raskailla kumimatoilla
- Matot ulotetaan vähintään metrin yli kentän reunalinjojen, heittosuunnassa enemmän
- Räjähälytyksistä ilmoitetaan riittävällä merkkiäänellä
- Räjähälytystyön johtaja määrittää vaarallisen alueen. Kulku vaaralliselle alueelle tulee estää räjäytystyön ajaksi
- Jätevesitunnelissa ei saa olla henkilöitä räjäytysten aikana

5. JV-tunnelin vaikutus louhinnan kustannuksiin

Lähestyttäessä jv-tunnelia kallion irroituskustannukset nousevat tiukentuvien tärinärajotusten asettamien louhintamenetelmien muutosten mukana. Porauskustannukset kasvavat porattavien reikien määrän kasvaessa tiheämmän porauksen johdosta. Pengerkorkeuksien madaltuessa, louhittavien kerrosten määrä kasvaa lisäten nallikuluja. Kokonaisuudessaan työvaiheiden määrät (panostaminen, konetyöt, kenttien peittäminen, jne.) ja niihin kuluva aika kasvavat.

Tässä selvityksen kustannusarviossa on arvioitu jv-tunnelin vaikutusalueella räjäytysmenetelmällä suoritettavia kallion irroituskustannuksia €/m²/m³. €-määräiset arviot ovat suuntaa antavia ja niihin vaikuttaa vahvasti tarjouksen laatimisen ajankohta (työtilanne, urakoitsijoiden tilanne, kilpailu, louhintamäärät, tarvikkeiden hinnat, työvoiman saatavuus, jne.).

OSOITE

OY FINNROCK AB
Mikkolantie 1 B 4 krs
FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITEwww.finnrock.fi**EMAIL**finnrock@finnrock.fi**PUH**

010 832 1300

Taulukkoon on merkitty kallion irroituskustannukset vyöhykkeittäin sekä niiden keskinäinen suhdeluku.

Vyöhyke	Lähin etäisyys tunneliin (m)	€/m ² /m ³	Suhde
A	15	20-25	1
B	10	32-35	1,4-1,6
C	4	40-50	2

Muita mahdollisia louhinnassa huomioon otettavia työlajittaisia keskimääräisiä yksikköhintoja:

- Railoporaus/irtiporaus 180-200 €/m²
- Vaijerisahaus alkaen 180-200 €/m² (sokkosahaus kalliimpaa)
- Hydraulinen kiilaaminen koneellisesti < 500 mm = 380€/m²
- Hydraulinen kiilaaminen käsin < 350 mm = 450€/m²
- Injektoinnin suorittamisen kustannus tunnelin (n. 165 m) kohdalla noin 1,5-2 metrin penkereen läpi poraamalla on noin 50 000 €.

6. Selvityksen rajaus

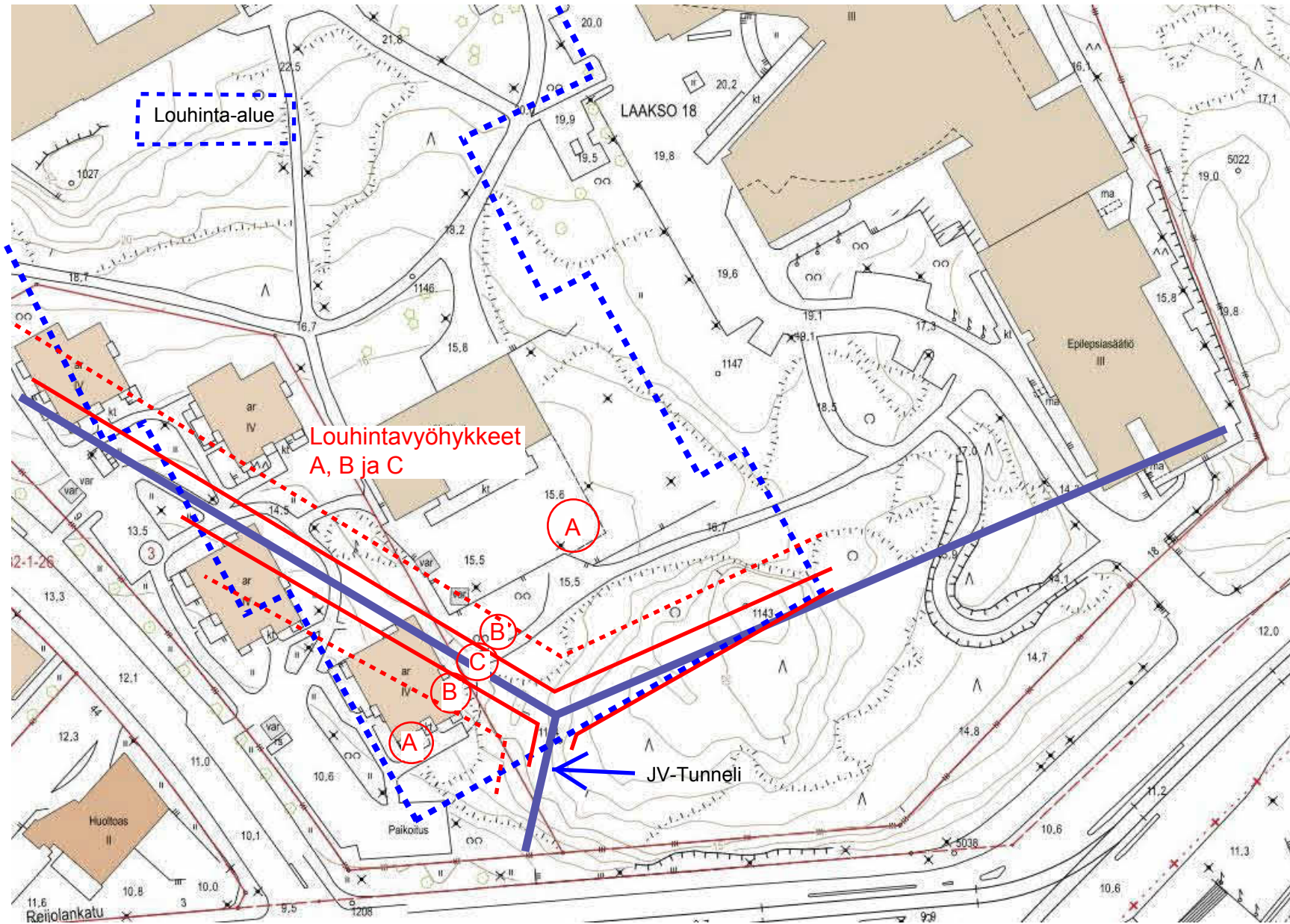
Tämä selvitys perustuu siihen, että jv-tunneli on avolouhintaa tärinätekniisesti eniten rajoittava rakenne ympäristössä sekä siihen, että louhinnan vaikutuspiirissä ei ole erityisen tärinäherkkiä laitteita/toimintoja esimerkiksi magneettikuvauslaitetta.

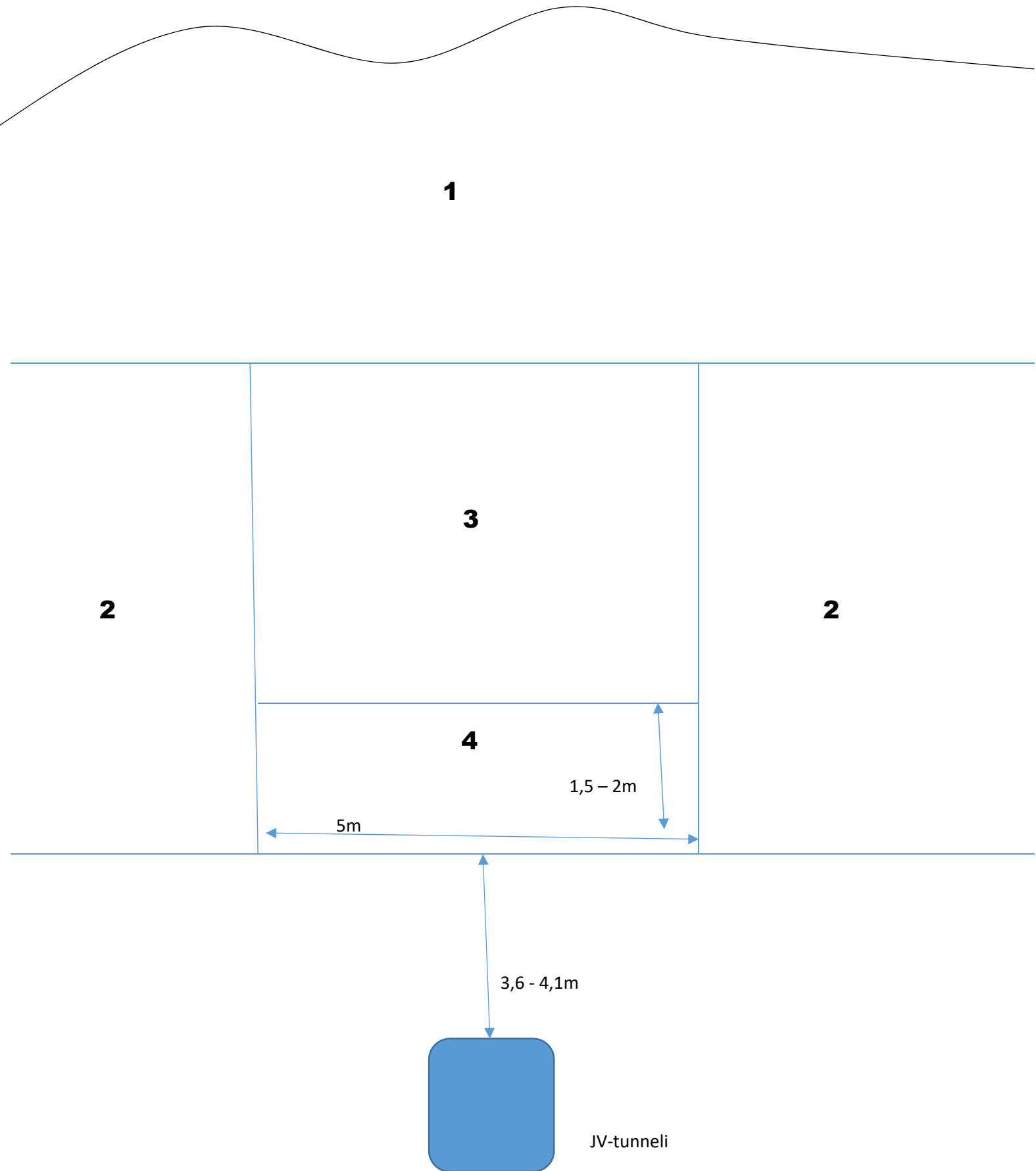
Tämä selvitys on ohjeellinen.

Helsingissä 3.10.2019

Oy Finnrock Ab
 Tomi Lindström Ins (Amk)
 Fise aa-tärinäasiantuntija, ylipanostaja,
 räjäytystyön vastuhenkilö

Liitteet: Liite 1: Kartta, luonnos 23.9.2019 alustavasta avolouhinnasta
 Liite 2: Kartta, louhintavyöhykkeet
 Liite 3: Kuva, louhintajärjestys jv-tunnelin kohdalla
 Liite 4: HSY:n tunneliohje 21.5.2019





21.5.2019

OHJEITA VESIHUOLTOON LIITTYVIEN TUNNELEIDEN PÄÄLLE JA LÄHEISYYTEEN RAKENTAMISESTA

1. YLEISTÄ

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän HSY vesihuoltopalveluihin liittyviä tunneleita ovat laajimmin vesijohtotunnelit, joissa vesi johdetaan putkessa sekä viemäritunnelit, joissa jätevesi virtaa vapaasti. Näiden lisäksi HSY:llä on raakavesitunneleita, viemäriputkitunneleita sekä puhdistamoiden purkutunneleita. HSY on osallisena myös eri laitosten yhteiskäyttötunneleissa. Tämä ohje kattaa kaikki HSY:n toiminta-alueen vesihuoltotunnelit.

Tunnelit sekä niihin sijoitetut vesi- ja viemäriinlinjat ovat luonteeltaan kriittisiä päälinjoja, joiden mahdollisen häiriötilanteen tai vaurion vaikutukset ulottuvat laajalle. Tämän vuoksi tunneleiden häiriötön toiminta on ehdoton edellytys ja toimenpiteet tulee huolellisesti suunnitella yhteistyössä HSY:n sekä asiantuntijoiden kanssa. Tunneleiden geoteknisenä asiantuntijana toimii Helsingin kaupungin maa- ja kallioperäyksikkö (jäljempänä HKI/Geo).

Rakennushankkeen suunnittelijan tulee hankkia tunneleiden sijaintitiedot kaupungilta ja selvittää geoteknisen asiantuntijan kanssa merkitys rakennushankkeen toteuttamiselle. Sijaintitietojen paikkansapitävyys tulee arvioida HSY:n yhteyshenkilöiden sekä Helsingin kaupungin maa- ja kallioperäyksikön edustajan kanssa.

2. ALUEEN RAJAUS

Tunneleille voi aiheuttaa vauriota läheisyydessä louhiminen, poraaminen tai välittömään läheisyyteen tehtävän rakenteen kuormitus.

Tämä ohje kattaa normaalit rakentamistapaukset, joissa esim. rakennusten aiheuttamat kuormat ja momentaaniset räjähdysainemäärät ovat tavanomaisia ja kallio laadultaan normaalia.

Tavanomaisissa Louhintatapauksissa tunneli tulee ottaa huomioon, kun vaakaetäisyys tunneliin on 40 metriä tai pienempi.

3. KATSELMUKSET JA SUOJAUSTARVE

3.1 Vesijohtotunnelit

Hankkeen suunnitteluvaiheessa vesijohtotunneleissa suoritetaan ennakkokatselmus ja tarvittaessa tarkka sijaintimittaus. Ennakkokatselmuksessa on paikalla rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja (pohjarakenne- ja/tai kalliorakennesuunnittelija), HSY:n ja HKI/Geo:n edustajat. Katselmusten ja sijaintimittausten järjestämisestä vastaa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Ennakkokatselmuksessa määritetään mm. mahdollinen tunnelin lujitus-, rusnaus- ja suojaustarve. Loppukatselmuksessa määritetään mm.

21.5.2019

jälkirusnauksen sekä tunnelista irronneen kiven poiskuljettamisen tarve. Katselmuksista laaditaan pöytäkirja (rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja). Pöytäkirja toimitetaan kommentoitavaksi ja hyväksyttäväksi katselmuksissa läsnä olleille.

Liitteessä 1 on esimerkkejä suojauksista. Suojattava tunnelipituus tulee esittää suunnitelmapiirustuksissa.

3.2 Viemäritunnelit

Tunneleiden luonteesta johtuen sekä alku- että loppukatselmuksen suorittavat HSY:n ja HKI/Geo:n edustajat. Tärinämittaustarve arvioidaan kohdekohtaisesti. Katselmuksissa määritetään tunnelin rusnaus-, lujitus-, sekä pudonneiden / mahdollisesti putoavien lohcareiden poiskuljettamisen tarve.

3.3 Putkien suojaus

Jos tunneli on ruiskubetonoitu, ei putkien suojausta katsota normaalitapauksissa tarpeelliseksi. Mikäli tunneli on ruiskubetonimaton, lasketaan suojattava osuus kalliovakion $k = 400$ arvolla etäisyydelle, missä heilahdusnopeuden arvo $v < 30$ mm/s. Putkien suojaustarve määritellään tapauskohtaisesti HKI/Geo:n kanssa.

Liitteessä 1 on esimerkkejä suojauksista. Suojattava tunnelipituus tulee esittää suunnitelmapiirustuksissa.

4 TÄRINÄMITTAUKSET JA -RAJOITUKSET

Kunnallisteknisten tunneleiden päällä louhittaessa noudatetaan voimassa olevaa turvallisuus- ja lupalainsäädäntöä.

Louhintatöiden aikana tunneleista mitataan louhinnan aiheuttamaa tärinää. Vesijohtotunneleissa tärinämittareiden anturit kiinnitetään ensisijaisesti tunnelin seinään. Viemäritunneleihin ei normaalisti sijoiteta tärinämittaria. Tärinän mittaaminen niiden ympäristössä on kuitenkin suunniteltava siten, että sen perusteella voidaan luotettavasti arvioida tunneleihin kohdistuva louhintatärinä. Tärinän mittaaminen viemäritunneleiden läheisyydessä määritellään tapauskohtaisesti HKI/Geo:n kanssa.

Ohjearvot räjäytystärinöille lasketaan seuraavasta kaavasta:

$$v = F_k \times v_1 \text{ (mm/s)}$$

v = heilahdusnopeuden pystykomponentin huippuarvo [mm/s]

F_k = rakennustapakerron,

v_1 = heilahdusnopeus eri etäisyyksillä [mm/s]

Rakennustapakertoimen arvona käytetään ruiskubetonimattomalle tunnelille

21.5.2019

$F_k = 1,0$ ja ruiskubetonoidulle tunnelille $F_k = 1,5$. Viemäritunneleille käytetään rakennustapakertoimen arvoa $F_k = 1,0$, riippumatta siitä onko tunneli ruiskubetonoitu vai ei.

Sallitut heilahdusnopeuden v arvot eri etäisyyksillä ja rakennustapakertoimilla F ovat:

<u>etäisyys [m]</u>	<u>v [mm/s], ($F_k=1,0$)</u>	<u>v [mm/s], ($F_k=1,5$)</u>
1	140	210
5	85	128
10	70	105
20	55	83
30	48	72
50	38	57
100	28	42
200	22	33
500	15	23
1000	12	18
2000	9	14

5. RAKENTEISTA AIHEUTUVAT KUORMAT

Rakenteista aiheutuvat kuormat tulevat normaalisti tarkasteltaviksi tapauksissa, joissa etäisyys anturan pohjasta tunneliin on pieni. Kuormat tulee ottaa huomioon liitteiden 2 ja 3 mukaisesti. Ko. liitteissä on esitetty *eräitä karkeita periaateratkaisuja (mitoitusmenetelmiä)* tapauksille, joissa kuormitukset ovat tavanomaisia ja kallio on laadultaan normaalia.

6. LUPAMENETTELY

Suunniteltaessa louhintaa tai muuta luvittavaa toimenpidettä kunnallisteknisen tunnelin vaikutusalueella, tulee tunnelin asettamien reunaehtojen määrittämiseksi ottaa yhteys HKI/Geo:oon sekä HSY:hyn. Em. reunaehdot esitetään rakennushankkeen pohja- tai kalliorakennesuunnitelmissa sekä tarpeellisilta osin työselityksessä.

Tapauksissa jolloin kohteesta ei laadita erillistä pohja- tai kalliorakennesuunnitelmaa, tulee luvan hakijan laatia louhinta- ja/tai lujitusuunnitelma sekä mahdollinen putkien suojaussuunnitelma. Suunnitelmat hyväksytetään Helsingin kaupungin maa- ja kallioeräyksikön asiantuntijoilla.

Helsingin kaupungin maa- ja kallioerä yksiköltä tulee varata aika suunnitelmien hyväksyttämistä varten. Suunnitelmat tulee olla maa- ja kallioerä yksiköllä vähintään 1 viikko ennen niiden hyväksymistä.

Tämän jälkeen hakijan tulee esittää HSY:lle kirjallinen louhintalupahakemus, jossa on liitteenä geoteknisen osaston hyväksymät suunnitelmat. Hakemuksessa tulee ilmoittaa hankkeen rakennuttamisen sekä pohja- ja kalliorakennesuunnittelun vastuutahot.

21.5.2019

6.1 Vastuutaho

HSY ei vastaa vahingosta tai haitasta, minkä tunneli tai vesijohdot ja viemärit mahdollisesti aiheuttavat hankkeen rakentamiselle tai valmiiden rakenteiden käytölle.

Luvan hakija vastaa kaikesta louhintatyön mahdollisesti aiheuttamasta haitasta ja vahingosta. **Luvan hakijaksi ja vastuutahoksi katsotaan rakennushankkeeseen ryhtyvä.**

HSY:lle ja HKI/Geo:lle louhintaluvan ja suunnitelmien käsittelystä sekä tunnelin tarkastuksista ja katselmuksista HSY laskuttaa luvan hakijaa toteutuneiden kustannusten mukaisesti. Ko. työt tulee tilata kirjallisesti HSY:ltä.

7. YHTEYSTIEDOT

Lupa- ja katselmusasioissa sekä tunnelikäynneissä HSY:n yhteyshenkilöinä toimivat verkostoinsinöörit Juha Pitkänen, p. 09 1561 3072 ja Joonas Mämmelä, p. 09 1561 3152. HSY:n sähköpostiosoitteet ovat muotoa etunimi.sukunimi@hsy.fi.

Helsingin kaupungin maa- ja kallioperäyksikön yhteyshenkilönä toimii projektipäällikkö Toni Laine p. 09 310 64 337. toni.laine@hel.fi

Espoon/Kauniaisen alueella tulevista toimenpiteistä tulee tiedottaa myös Espoon kaupungin geotekniikkayksikön suunnittelupäällikköä Jussi Haikoa, p. 040 334 6312, jussi.haiko@espoo.fi. Vantaan alueella tulevista toimenpiteistä tulee tiedottaa kuntatekniikan keskuksen geotekniikkapäällikkö Heikki Kangasta, puh. 040 528 9465, heikki.kangas@vantaa.fi.

8. LIITTYMINEN YKSITYISILLÄ LIITTYMISJOHDOILLA TUNNELIIN

Liitoskohdat yleiseen vesihuoltoverkkoon annetaan pääsääntöisesti katuihin putkiviemäreinä rakennettuihin viemäriin runkolinjoihin. Mikäli tällaista liittymismahdollisuutta ei ole, HSY voi erityistapauksissa harkintansa mukaan myöntää liittymiskohdan tontin liittymisjohdoille viemäritunneliin. Liittymiseen tulee ennen normaalia liitoskohtalausuntoa saada HSY:n verkko-osaston suostumus, jota varten suunnitelmat tarvittavine detaljeineen tulee toimittaa HSY:n verkko-osaston yhteyshenkilöille.

Yleensä kysymykseen tulee tonttiviläyksen liittymisen viemäritunneliin kalliin poratun ns. poraliitoksen välityksellä. Poraliitoksissa käytetyt menetelmät ovat muotoputkisujutus- tai sukkasujutus, jossa sujutusputki painautuu porareikästä vasten tiiviisti. Liitoksissa on tarvittavin tiivistys- ja injektointitoimenpitein varmistuttava siitä, että kalliosta ei pääse valumaan vuotovesiä tunneliin. Lisäksi liittymisen tulee järjestää viemäriin riittävä ilmanvaihto tiiviine rakenteineen siten, ettei poraliitoksesta aiheudu hajuhaittaa lähiympäristölle.

21.5.2019

9. KUSTANNUKSET

Kaikista kustannuksista, jotka liittyvät välillisesti tai välittömästi rakentamiseen kunnallisteknisten tunneleiden läheisyyteen tai niihin liittymiseen vastaa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Seuraavassa on esitetty tyypillisiä asiaan liittyviä kustannustekijöitä.

Suunnitteluvaihe:

- katselmukset (ml. tunneleiden tuuletus)
- suunnitelmien hyväksyttäminen
- louhintalupa (HSY)
- HSY:n asiantuntijahenkilöstön valvonta-, luvitus- ja suunnittelukulut

Toteutusvaihe:

- ennakkolujitukset / -rusnaukset
- suojaus- /suojausten purkutoimenpiteet
- värinämittaukset
- pienentyneestä momentaanisesta räjähdysainemäärästä johtuva louhintakustannusten kasvu
- poraliitostyöt
- jälkirusnaus
- tunnelista irronneen kiviaineksen poistaminen
- HSY:n asiantuntijahenkilöstön valvonta-, luvitus- ja suunnittelukulut

Mikäli rakentamistoimenpiteistä aiheutuu tunnelille tai siellä oleville johdoille tai kaapeleille haittaa tai vahinkoa, vastaa hakija kaikista HSY:lle tai kolmannelle osapuolelle syntyneistä kustannuksista. Louhintaluvan antaminen tai suunnitelmien hyväksyminen HSY:n puolelta ei poista tätä vastuuta.

Liitteet 1, 1_1, 1_2 Esimerkkejä johtojen suojauksesta
 2, 3 Pientunneleiden päälle rakentaminen,
 anturakuormien huomioiminen

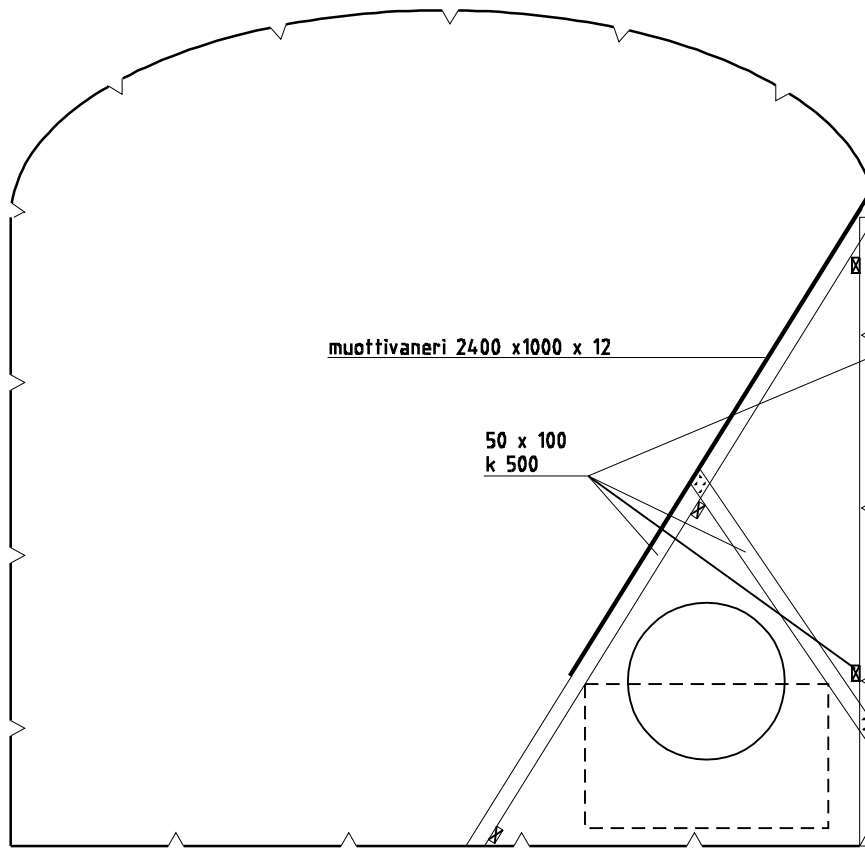
ESIMERKKI PUTKIEN SUOJAIKSESTA

28.9.2006 / tunneliohje.3d

LIITE 1

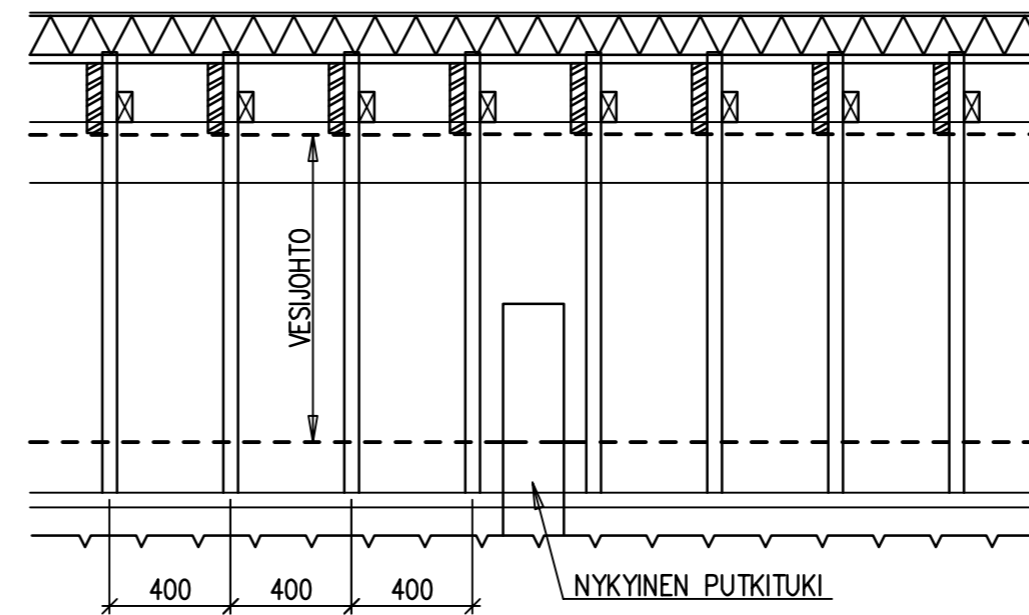
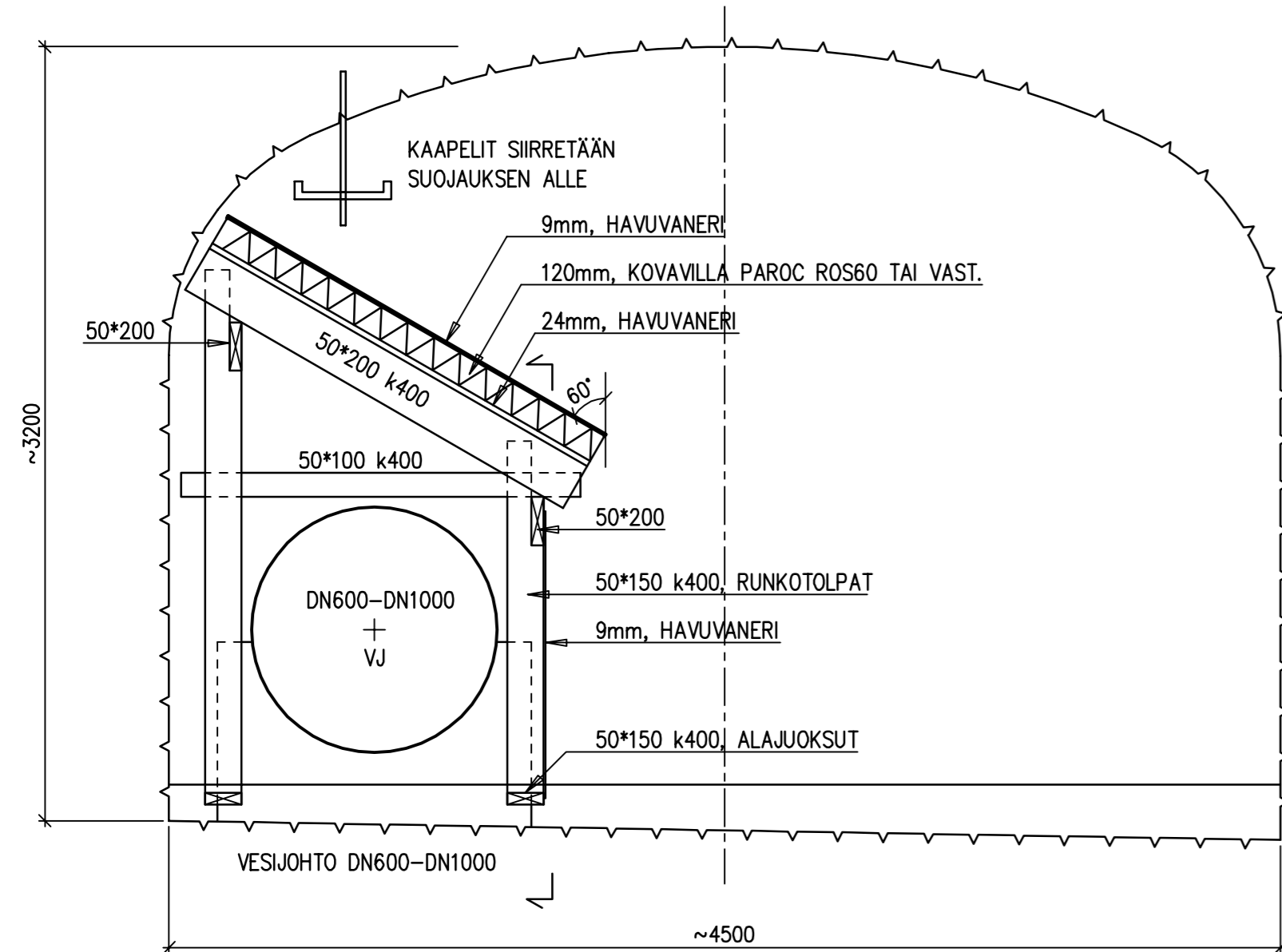
GEO

Mittakaava:
1:50



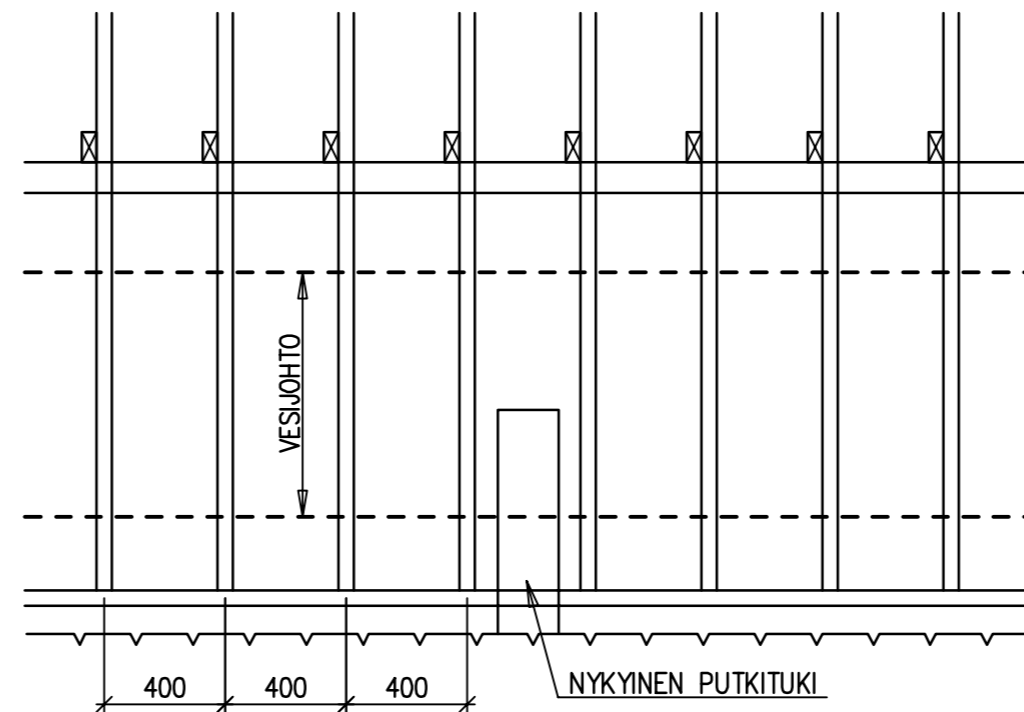
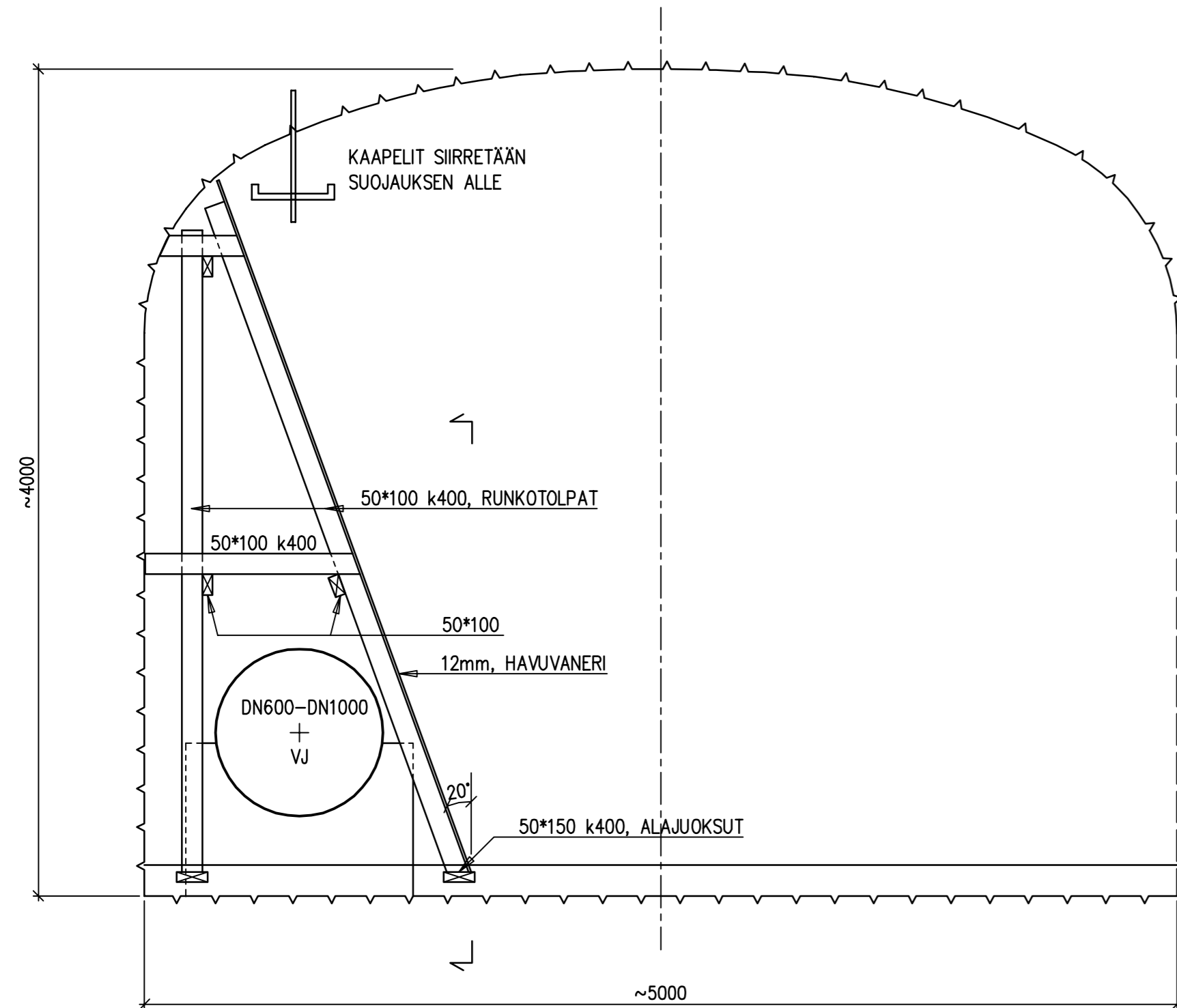
PUTKEN SUOJAUS RUSNAUKSEN AIKANA,
PUTKI ON KÄYTÖSSÄ TYÖN AIKANA

(SOVELTUU n.150 kg KIVEN PUTOAMISELLE
1,0 METRIN KORKEUDELTA)



REV.	MUUTOS	SUUN.	TARK.	HYV.	PVM
KAUP.OSA/KYLA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNRO	VRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VÄRTEN	RATU	
RAKENNUKSEN NUMERO / RAKENNUS					
RAKENNUSLOMAKORTTI SANEERAUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JUOKSEVA NRO
VASTAAVA RAKENNESUUNNITTELIJA J. Jääskeläinen					PVM 16.12.2014
KOHDE HSY VESIHUOLLON TUNNELIEN KUNNOSTUS			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ VESIJOHDON SUOJAUS RUSNAUKSEN AIKANA (VESIJOHTO KÄYTÖSSÄ)		MITTAKAAVAT 1:25
SUUNN. T. Lehtonen	PVM 16.12.2014	TYYPPI A			
TARK.	HYV.				
PÖYRY		Pöyry Finland Oy Teknikantie 4D 02150 ESPOO Puh. +358 1033 11 Fax. +358 1033 24918		SUUNNITTELUJALA RAK	TYÖNUMERO 16X161191.P18 PIIR.NRO 001
					MUUTOS SIW

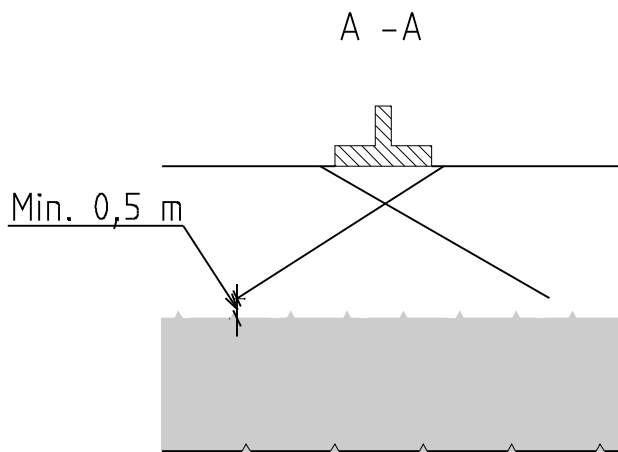
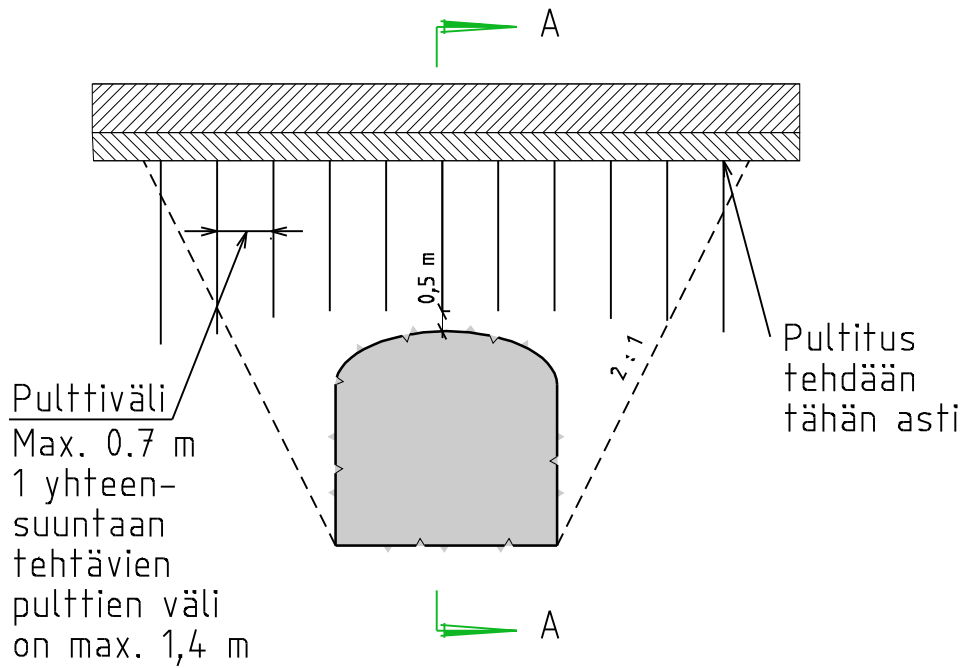
PUTKEN SUOJAUS RUSNAUKSEN AIKANA



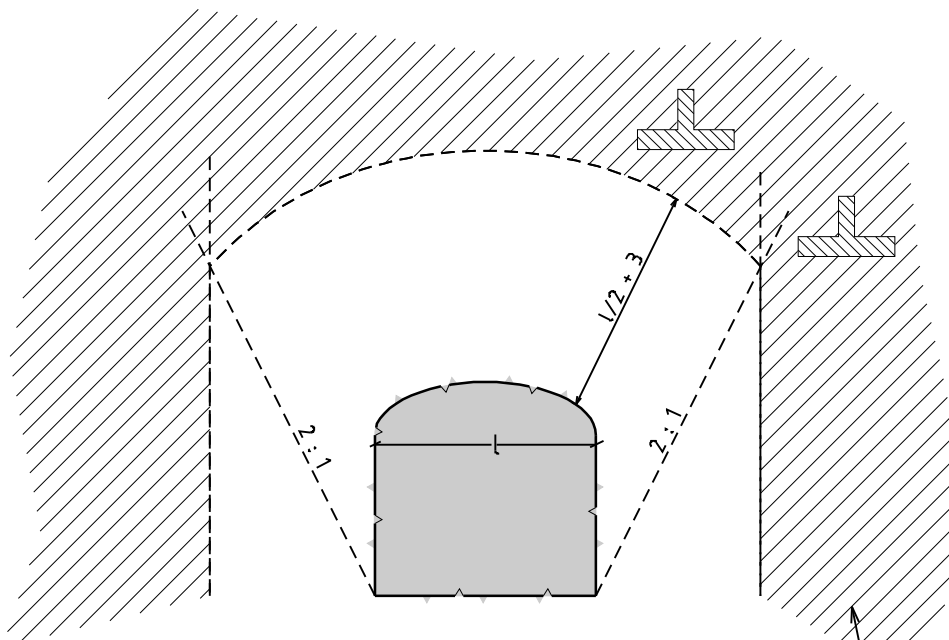
REV.	MUUTOS	SUUN.	TARK.	HYV.	PVM
KAUP.OSA/KYLA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNRO	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN		RATU
RAKENNUKSEN NUMERO / RAKENNUS					
RAKENNUSLOMAKORTTI SANEERAUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JUOKSEVA NRO
VASTAAVA RAKENNESUUNNITTELIJA J. Jääskeläinen					PVM 16.12.2014
KOHDE HSY VESIHUOLLON TUNNELIEN KUNNOSTUS			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ VESIJOHDON SUOJAUS RUSNAUKSEN AIKANA		MITTAKAAVAT 1:25
SUUNN. T. Lehtonen	PVM 16.12.2014		TYYPPI B		
TARK.	HYV.				
PÖYRY Pöyry Finland Oy Teknikantie 4D 02150 ESPOO Puh. +358 1033 11 Fax. +358 1033 24918			SUUNNITTELUALA RAK	TYÖNUMERO 16X161191.P18 PIIR.NRO 002	MUUTOS SIW



ESIMERKKI 2. PITKÄMÄINEN ANTURA



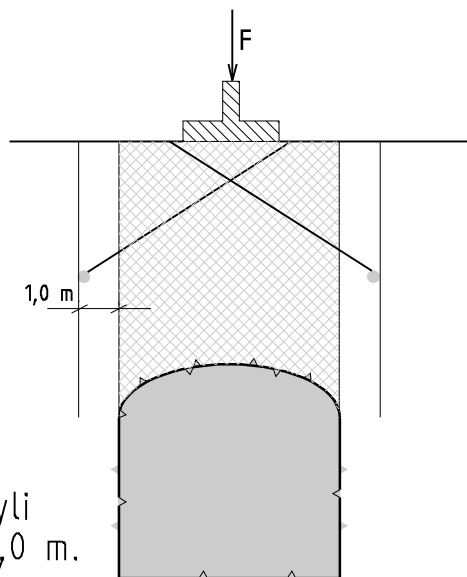
Pulttien mitoitus tarkistettava
lisäksi esimerkin 1 mukaisesti
kuorman suhteen



Pultteina käytetään $\varnothing 20$ mm tai $\varnothing 25$ mm

Viiwoitetulla alueella ei kuormia tarvitse huomioida

ESIMERKKI 1. PILARIANTURA



Ulotuttava tunnelin "kainalon" yli vähintään 1,0 m.

- Pultit mitoitetaan siten, että niiden yhteenlaskettu vetolujuus (80 % myötörajusta) vastaa kuormaa, joka muodostuu anturakuormasta sekä kalliotilan yläpuolella olevan kalliomassan painosta.
- Vähintään 4 kpl pultteja



LYS Laakson yhteissairaala

Jätevesitunnelin katselmointi

30.9.2020

Laatijat: Mikko Nikkilä, Maija Pursiheimo A-Insinöörit Civil Oy

Tarkastaja: Vesa-Matti Matikainen A-Insinöörit Civil Oy

Hyväksyjä: Matti Seppä AFRY Finland Oy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	4
2	KATSELMOINTIJÄRJESTELYT	4
3	TUNNELIN RAKENNUSGEOLOGINEN KARTOITUS	6
	Kivilajihavainnot	7
	Rakennusgeologiset havainnot.....	9
	Paaluväli 1280-1100.....	9
	Paaluväli 1100 – 1035.....	10
	Haara Reijolankadun kuilulle	12
	Paaluväli 1035 – 800.....	14
	Paaluväli 800-700	16
	Paaluväli 700-650	17
	Mannerheimintien ruhje (Paalu 630).....	18
	Paaluväli 630 -200	19
4	YHTEENVETO JA JATKOSUUNNITTELU	21

1 JOHDANTO

Laakson yhteissairaalan rakennusalueen läheisyydessä sijaitsee maanalainen jätevesitunneli tunnelitunnuksella 31. Tunnelin omistaa HSY.

Jätevesitunnelin sijainnilla ja korkeustasolla on vaikutusta Laakson yhteissairaalan uudisrakennusten suunnitteluun ja rakentamiseen mm. alimman perustamistason osalta. Jätevesitunneli tulee huomioida avolouhinnoissa (*Finnrock 03.10.2019: JV-tunnelin vaikutus Laakson sairaala-alueen avolouhintoihin*). Tämän hetkisten suunnitelmien (hankesuunnitelma kevät 2020) mukaan avolouhinnan pohjan yleistaso jätevesitunnelin yläpuolella on +9,5. Tarkemmittausten (Mitta Oy 6/2019) mukaan jätevesitunnelin holvin korkein kohta avolouhinta-alueella (jätevesitunnelin itäinen haara) on noin +5,9. Matalimmillaan jäävä kalliokannas olisi 3,5 m. Avolouhinta-alueen läntisessä haarassa jätevesitunnelin holvi on korkeimmillaan noin +5,7.

Laakson yhteissairaalan alueelle on myös suunnitteilla maanalaisia tiloja (raportin lähtötietona hankesuunnitelmat pvm. 18.6.2020), pysäköintihalli ajotunneleineen sekä Meilahti-Laakson välinen logistiikkatunneli. Maanalaisiin tiloihin johtava Urheilukadun ajotunneli ylittää jätevesitunnelin noin 4 metrin kalliokannaksella, Laakson päässä logistiikkatunneli alittaa jätevesitunnelin n. 10 metrin kalliokannaksella ja Meilahdessa noin 10 metrin kalliokannaksella. Muilta osin maanalaiset tilat tai siihen liittyvät ajoyhteydet eivät osu päällekkäin jätevesitunnelin kanssa.

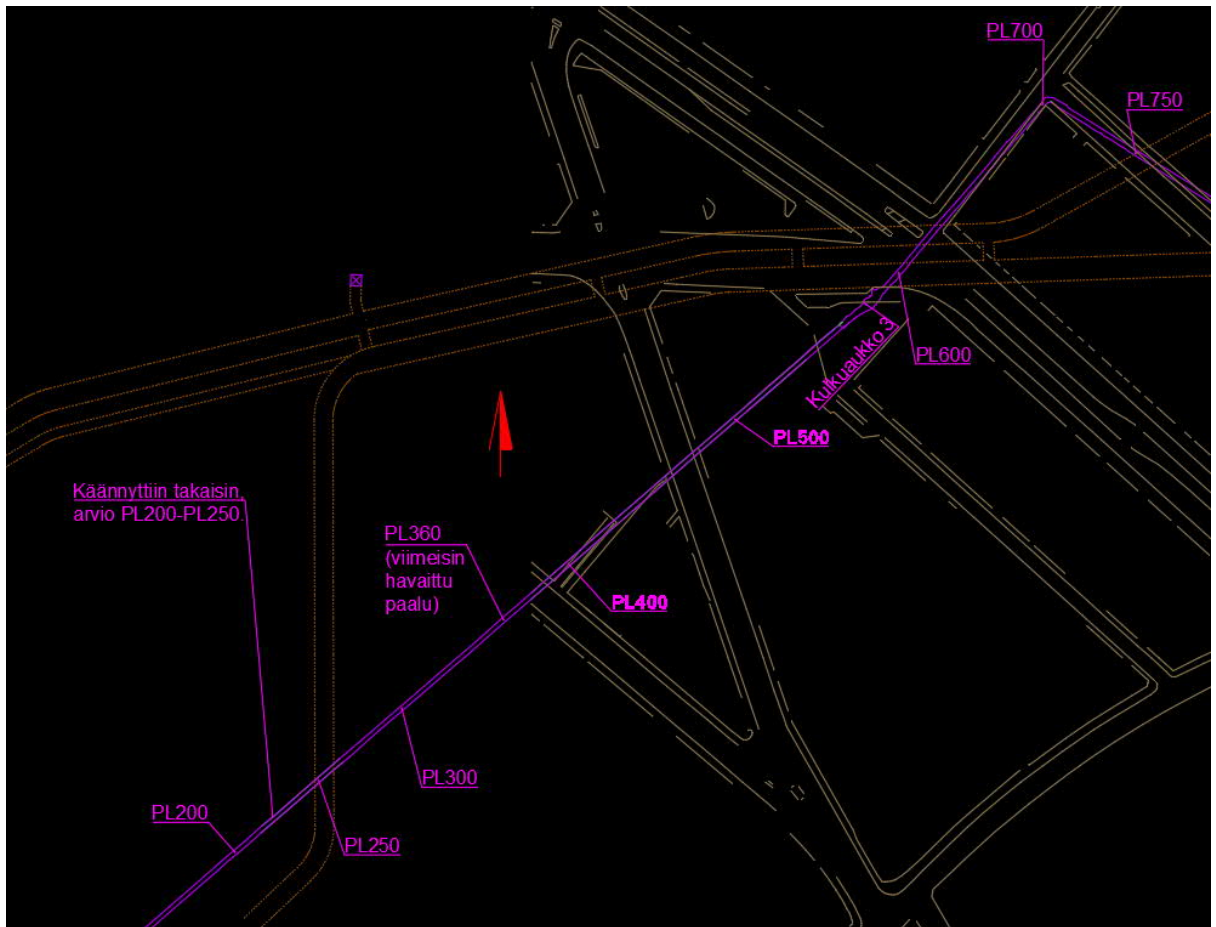
Jätevesitunnelista saa tietoa alueen yleisestä kalliolaadusta ja rakosuunnista, jonka pohjalta voidaan ohjata pysäköintihallien kallioperän tutkimusten sijoittelua ja källionäytekairausten suuntausta.

2 KATSELMOINTIJÄRJESTELYT

Viemäritunnelissa suoritettiin katselmointi 3.9.2020 Unitaksen kalliorakennesuunnittelijan ja geologin toimesta. Mukana katselmoinnilla oli HSY:n viemärisukeltaja sekä kaksi luukkuvahitia vastaamassa turvallisuudesta.



Kuva 1. Pysäköintihallit, avolouhinta ja jätevesitunneli. Näkyvien paalujen sijainti arvioitu kuvaan, tämän perusteella lisätty paalutusta. Suunnitellun avolouhinnan rajaukset sinisellä ja maanalaiset tilat ruskealla.



Kuva 2. Logistiikkatunneli ja jätevesitunneli. Näkyvien paalujen sijainti arvioitu kuvaan 2 ja tämän perusteella lisätty paalutusta.

Katselmoinnissa menttiin sisälle jätevesitunneliin Aurorankadun kulkuaukosta. Kulkuaukot jätevesitunneliin sijaitsivat: Aurorankadulla (kulkuaukko 1), Reijolankadulla (kulkuaukko 2) sekä Tukholmankadulla (kulkuaukko 3). Aurorankadun ja Tukholmankadun kulkuaukot olivat luukkuja ja Reijolankadulla pystykuilu. Jätevesitunnelissa edettiin idästä länteen. Meilahdessa käännyttiin takaisin ja käveltiin poistumista varten takaisin itään Tukholmankadun kulkuaukolla. Meilahdessa oleva kulkuaukko oli katutöiden vuoksi pois käytöstä.

Tarkka sijainnin määrittäminen kulkemisen aikana tunnelissa oli hankalaa. Katselmointiin osallistuvien yllätykseksi tunnelin seinässä oli näkyvillä joitakin paalumerkintöjä. Paalutuksen alkukohtaa ei ole varmistettu, mutta havaintojen ja katselmoinnin sekä käytössä olevan aineiston perusteella se oletettavasti on jätevesitunnelin Paciuksenkadun haarassa. Mikäli hankkeen aikana on tarve käydä jv-tunnelissa uudestaan, helpottaa tieto edes osittain näkyvillä olevasta paalutuksesta mahdollisia lisäkatselmointikäyntejä. Tällöin tunnelissa oleva paalutus tulee varmistaa HSY:ltä ennen käyntiä.

Katselmoidun alueen yhteispituus oli noin 1000...1100 metriä. Kulkeminen tapahtui pienemmän paaluluvun suuntaan. Tunnelissa liikkuminen tapahtui tunnelin oikealla laidalla (katsontasuunta pienenevän paalun suuntaan) olevaa noin 80 cm leveää betonista kulkukäytävää pitkin. Jätevesi virtaa avokanaalissa tunnelin pohjan vasemmassa reunassa. Kulkuaukko 1 sijaitsi noin paalulla PL1290 ja viimeisin havaittu paalulukema oli PL360. Takaisin käännyttiin noin paalulla PL200...PL250.

Jätevesitunnelin itäisessä haarassa (n.PL1035-1280) oli jätevesitunnelin holvissa havaittavissa irtonaista kiveä. Noin paalulla PL1060 oli holvissa havaittavissa isompi irtonaiselta vaikuttava lohko. Myös Reijolankadun pystykuilulle johtavassa haarassa oli holvissa havaittavissa irtonaista kiveä. Noin pohjois-etelä-suuntaisella jv-tunnelin osuudella (PL 700-PL1035) ei irtonaista ainesta ollut yhtä paljon havaittavissa

holvissa. Myös välillä PL200-PL700 oli vähemmän irtonaista aineista havaittavissa. Tunnelin pohjalla oli havaittavissa paikoin tippunutta kiveä, ei kuitenkaan suuri lohkarkeitä.

Kääntymiskohdasta (n.PL200...PL250) länteen alkoi jätevesitunnelin lyhyt betonitunneliosuus. Viemärisukeltajan mukaan betonitunneliosuuden jälkeen jätevesitunnelin länsipuolella oli jossain vaiheessa jätevesitunnelin holvista pudonnut kiveä alas, minkä seurauksena betonitunnelista länteen päin on jätevesitunnelia lujitettu.

Reijolankadun pystykuilun betonirakenne vaikutti olevan silmämääräisen arvion perusteella huonokuntoinen, mm. kaide tuntui irtonaiselta. Betonirakenteen kunto tulee katselmoida ennen louhintatöitä yhdessä rakennesuunnittelijan sekä HSY:n edustajan kanssa.

3 TUNNELIN RAKENNUSGEOLOGINEN KARTTOITUS

Aiemmin tehtyjen pintakallioiden rakennusgeologisten kartoitusten ja GTK:n kartta-aineiston pohjalta oli oletuksena, että mitään merkittäviä rikkonaisuusvyöhykkeitä ei tunnelissa ole odotettavissa, lukuun ottamatta Mannerheimintien ruhjetta. Tunneli kulkee korkeusasemaltaan nousevan kalliomassan sisällä ja ennakon tiedossa olevat rikkonaisuusvyöhykkeet ovat tulkittu alueella esiintyviin kalliopinnan painanteisiin, jätevesitunnelin kaakkois-itä puolella ja lounais-länsi puolella. Tämä näkyy selkeästi myös kuvassa 3, missä GTK:n maanpinnan varjostettuun korkeusasema karttaan on merkitty tunnetut ruhjerakenteet.

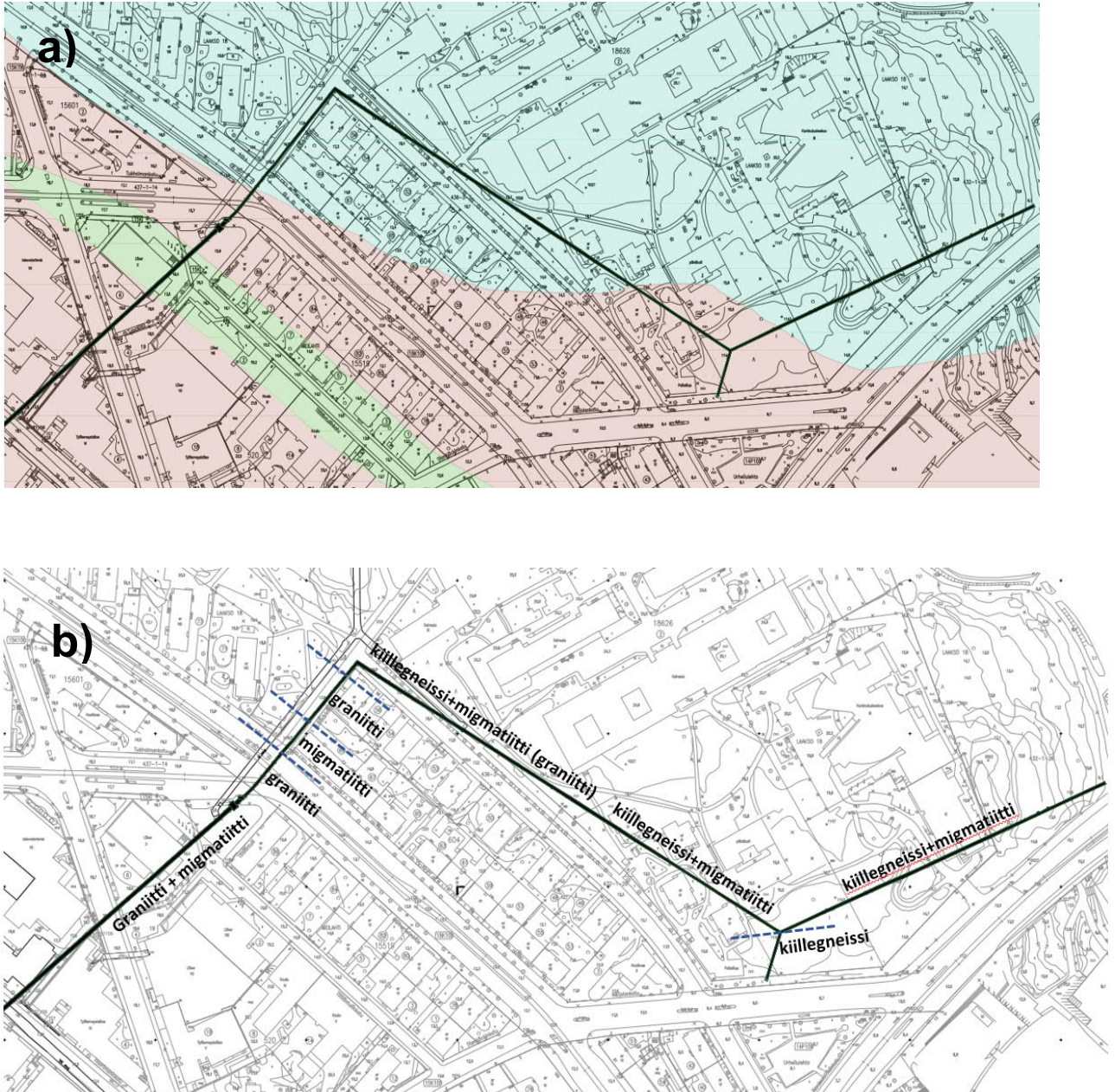


Kuva 3. GTK:n laatima varjostettu maanpinnan korkeusasema kartta, johon on lisätty tunnettujen ruhjerakenteiden (vaalean ruskea) sijainti, GTK:n kartta-aineiston mukaan (GTK verkkopalvelut 2020).

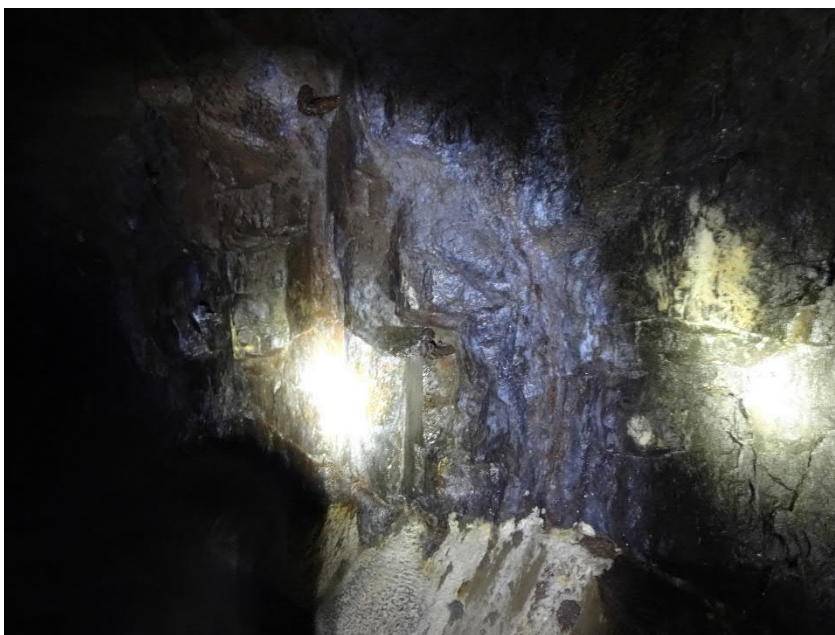
Tunnelikartoituksen tarkoituksena oli rakennusgeologisen kartoituksen perusteella määrittää kalliomasalle edustava kalliolaatu (Q-luvun mukaisesti) sekä paikantaa mahdollisia rikkonaisuusvyöhykkeitä. Lisäksi haluttiin selvittää kartoitettujen rakosuuntien jatkuvuudet, rakotiheddet ja esiintyminen toistensa suhteen, jotta voidaan määrittää louhittavien tilojen seiniin ja kattoon muodostuvien kalliolohkojen muoto ja koko. Päärakosuuntien lisäksi on oleellista huomioida, että paikallisesti satunnaisillakin rakosunnilla voi olla iso merkitys kalliolohkojen muodostumiseen.

Kivilajihavainnot

Kivilajihavainnot tunnelista vastaavat pääosin pinnalta tehtyjä havaintoja (GTK, A-Insinöörit) (Kuva 4 a & b). Pääkivilajeina tunnelissa on killegneissi ja graniitti, sekä niiden muodostama seoksinen kivilaji migmatiitti (Kuva 4 & 5). Kaikkia kivilajeja leikkaa paikoin pegmattiitti-graniittijuonia, joiden leveys tyypillisesti vaihtelee 0,1-1 m välillä.



Kuva 4. a & b. Kuvissa a ja b on esitetty, miten tunnelista tehdyt kivilajimääritykset korreloivat GTK:n kivilajikartan kanssa.



Kuva 5 Kiillegneissiä paaluvälillä 1280-1150. Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.



Kuva 6. Kiillegneissin ja graniitin muodostamaa migmatiittia paaluvälillä 1100-1035. Kuva kasvavan paaluluvun suuntaan.

Kiillegneissi ja migmatiitti ovat liuskeisia. Liuskeisuus on pääosin pystyasentoista (70-90°) kaatuen kohti koillista, mutta alueellisesti liuskeisuuden suunnassa on vaihtelua ja muutamissa tunnelista tehdyistä mitauksissa kaateen suunta on ollut kohti luodetta. Liuskeisuuden suunnan vaihtelu luultavimmin selittyy kiillegneissin poimuttumisella. Tunnelikartoituksissa ei havaittu kohtia, mistä poimuttuminen olisi ollut nähtävissä ja poimurakenteen asentoa olisi päästy mittamaan. Liuskeisuuden suunnassa on tyypillisesti rakoilua.

Graniitti on vallitsevan kivilajina tunnelissa Mannerheimintiestä lounaaseen, muualla tunnelissa sitä esiintyy paikallisesti muutamista metreistä kymmeniin metriin leveinä jaksoina.

Rakennusgeologiset havainnot

Kuvassa 7 on selitetty kartoissa käytetyt kartoitussymbolit.



Kuva 7. Käytetyt rakennusgeologiset symbolit ja värikoodit.

Paaluväli 1280-1100

Kivilajina kiillegneissi-migmatiitti, jossa paikoin 0-1 m leveitä pegmatiittijuonia. Kalliossa on kolme selkeää päärakosuuntaa, vaakarakoilu sekä kaksi pystyä rakosuuntaa (80-90°/340° & 90°/280°). Päärakoja esiintyy keksimäärin 1-3 kpl/m, mutta rakoilun intensiteetissä on paikoittain vaihtelua. Rakopinnat ovat jokaisessa suunnassa hyvin samankaltaisia ominaisuuksiltaan. Pinnat ovat tasaisia ja suhteellisen sileitä. Rakopintojen jatkuvuus on yli 20 m. Päärakojen lisäksi esiintyy harvakseltaan pitkiä, loiva-asentoisia rakoja (30°/220° & 40°/180°), joilla saattaa olla paikallisesti iso merkitys kalliolohkojen muodostumiseen.

RQD 75-80

Jn 9 (paikoin 12)

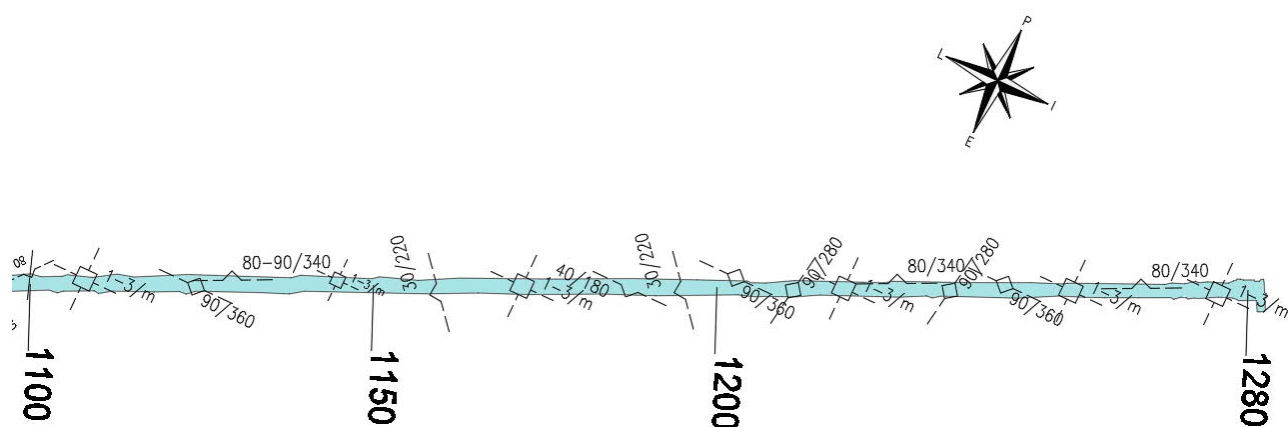
Jr 1-1.5

Ja 2

Jw 1

SRF 1

Q- luku 4.7, kohtalainen (vaihteluväli 3.1 – 6.7)



Kuva 8. Rakennusgeologinen kartta paaluväliltä 1280-1100. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä.



Kuva 9. Kuva paaluväliltä 1280-1150, jossa näkyy tunnelin seinämällä itä-länsi suunnassa kulkevia pystyasentoisia rakoja, sekä vaaka-asentoisia rakoja tunnelin katossa. Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.

Paaluväli 1100 – 1035

Pääkilvilajina on kiillegneissi-migmatiitti, jossa leikkaa paikoin risteileviä 10-30 cm leveitä pegmatiittijou-nia. Päärakosuuntina vaaka-asentoinen rakoilu, sekä liuskeisuuden suunnassa kulkeva lähes pystyasen-toinen, koilliseen kaatuva rakoilu ($70-80^{\circ}/020^{\circ}$) ja $75-90^{\circ}$ kulmalla kaakkoon kaatuva rakoilu ($75-90^{\circ}/130^{\circ}$). Liuskeisuuden, kuten myös liuskeisuuden suuntaisen rakoilun kulun suunnassa on vaihtelua ja se yleisesti asettuu $340^{\circ} - 020^{\circ}$ välille. Päärakojen jatkuvuus on yli 20 m. Pinnat ovat tasaisia ja suhteellisen sileitä tai aaltoilevia. Satunnaisesti esiintyy loiva-asentoisia, suhteellisen tasaisia tai aaltomaisia, jatkuvia rakopintoja ($30^{\circ}/240^{\circ}$, $60^{\circ}/100^{\circ}$). Jatkuvuus satunnaisillakin railla yli 20 m.

RQD 75

Jn 9 (paikoin 12)

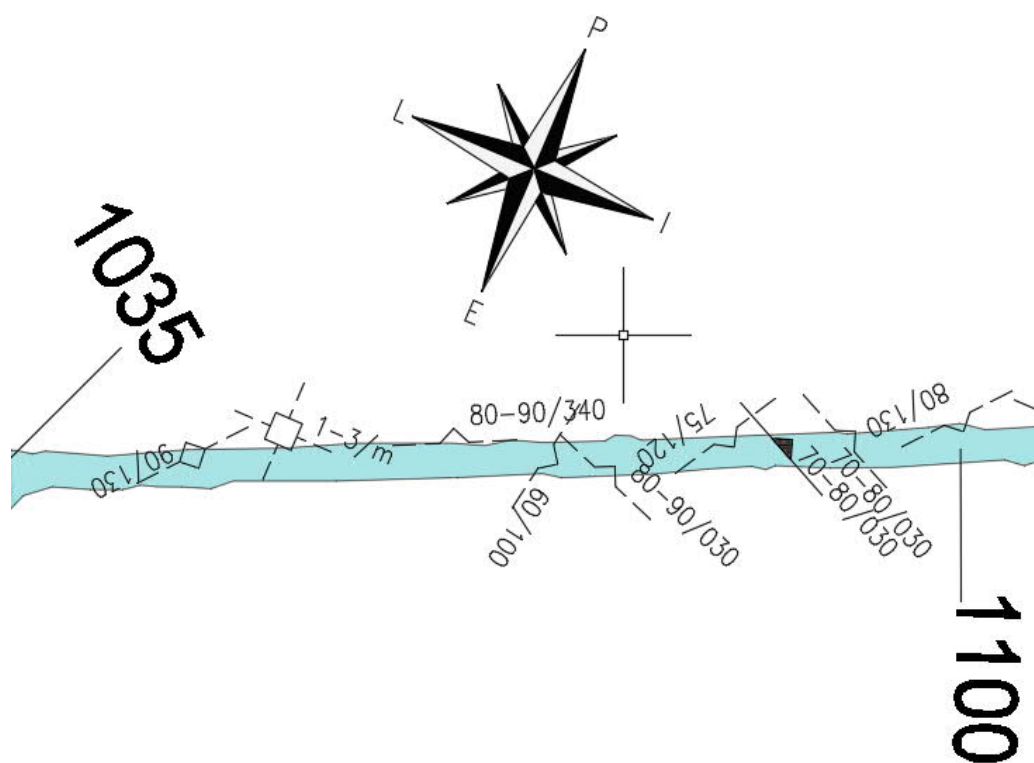
Jr 1-1.5

Ja 2

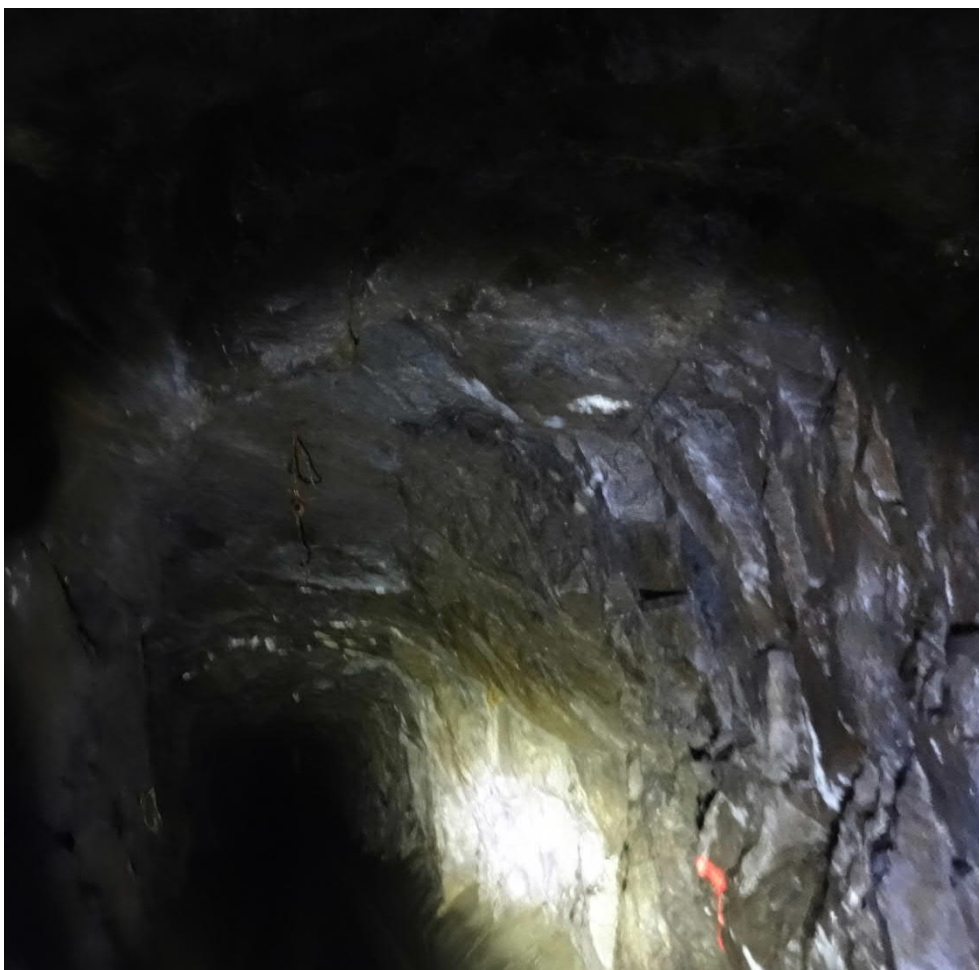
Jw 1

SRF 1

Q- luku 4.7, kohtalainen (vaihteluväli 3.1 – 6.3)



Kuva 10. Rakennusgeologinen kartta paaluväliltä 1100-1035. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä



Kuva 11. Kuva paaluväliltä 1100-1035, jossa näkyy tunnelin suuntaista lähes pystyasentoista rakoilua (80-90°/340°), sekä tunneli poikki kulkevaa liuskeiden suuntaista rakoilua (70-80°/030°). Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.

Haara Reijolankadun kuilulle

Kivilajina kiillegneissi. Päärakosuuntina vaaka-asentoinen rakoilu, sekä kaksi pystyasentoista rakosuuntaa, 90°/270° ja 80-90°/020° (liuskeisuuden suunta). Lisäksi esiintyy kaksi satunnaista rakosuuntaa 60°/120° ja 60°/070°. Rakojatkuvuudet kaikissa suunnissa yli 20 m. Pinnat tasaisia ja suhteellisen sileitä. Rakosuunnissa on hieman vaihtelua kaadekulman ja kulun suhteen, myös rakoilun intensiteetti vaihtelee paikoin.

RQD 70 (-80)

Jn 12

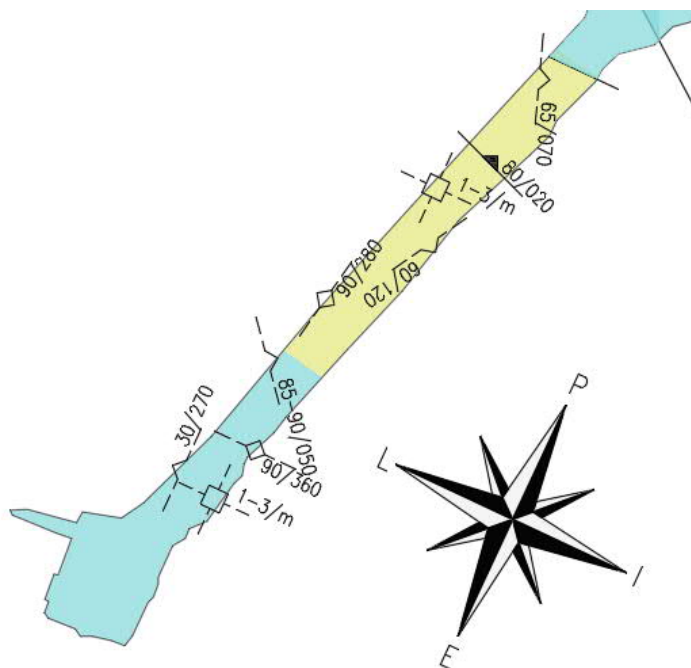
Jr 1-1.5

Ja 2

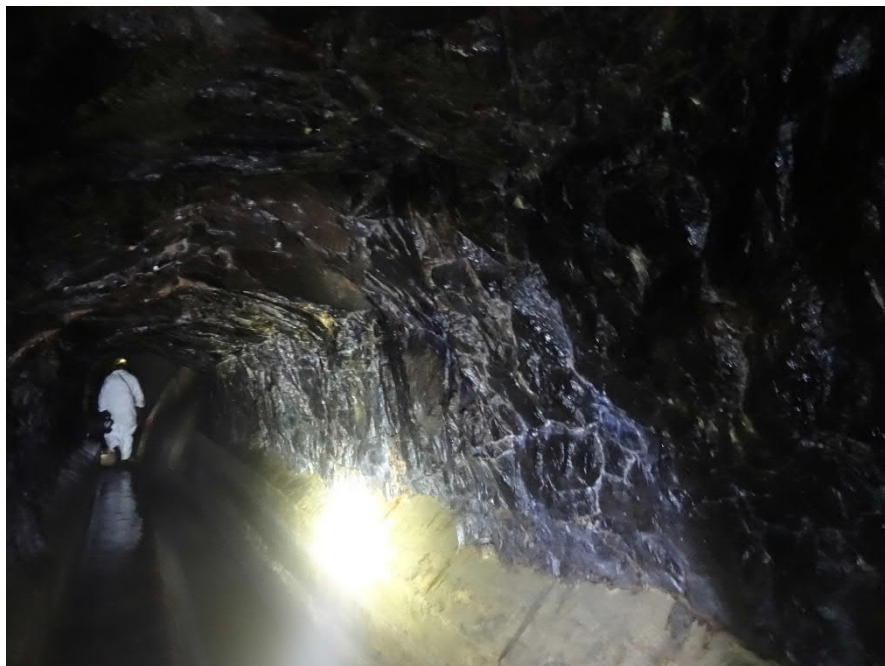
Jw 1

SRF 1

Q- luku 2.9, heikko (vaihteluväli 2.9 – 4.4)



Kuva 12. Reijolankadun kuilulle johtavan tunnelihaaran rakennusgeologinen kartta. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä



Kuva 13. Kuva paalulta 1035 kohti Reijolankadun kuilua. Kuvassa näkyy tunnelin poikki kulkeva liuskeisuuden suuntainen (80-90/020) rakoilu, sekä tunnelin katossa oleva vaakasuuntainen rakoilu.

Paaluväli 1035 – 800

Kivilajina kiillegneissi-migmatiitti. Paikoittain paaluvälillä esiintyy muutamasta metristä noin 8 metriin leveitä graniittiosioita. Paikoin esiintyy keskimäärin 10-30 cm leveitä graniitti-pegmatiittijuonia, leveimmillään juonet voivat kuitenkin olla muutamia metrejä (kuva 16). Paaluvälillä on kolme selkeää päärakosuuntaa, vaaka-asentoinen rakoilu, sekä kaksi pystyasentoista rakosuuntaa. Pystyasentoisissa rakosuunnissa on hieman vaihtelua kulun ja kaadekulman suhteen. Raot: 000-020°/80-90° ja 270°/85-80°. Paikoittain esiintyy satunnaista rakoilua, joista merkittävimmät ovat 120°/60°, 070°/65° ja 220°/30°. Kaikki merkittävät rakopinnot olivat tasaisia ja suhteellisen sileitä tai aaltoilevia. Rakojen jatkuvuus oli yli 20 m. Keskimääräinen esiintymistiheys päärakosuunnille on n. 1-3 kpl/m, mutta rakoilun intensiteetissä on vaihtelua.

RQD 80-85

Jn 9 (paikoin 12)

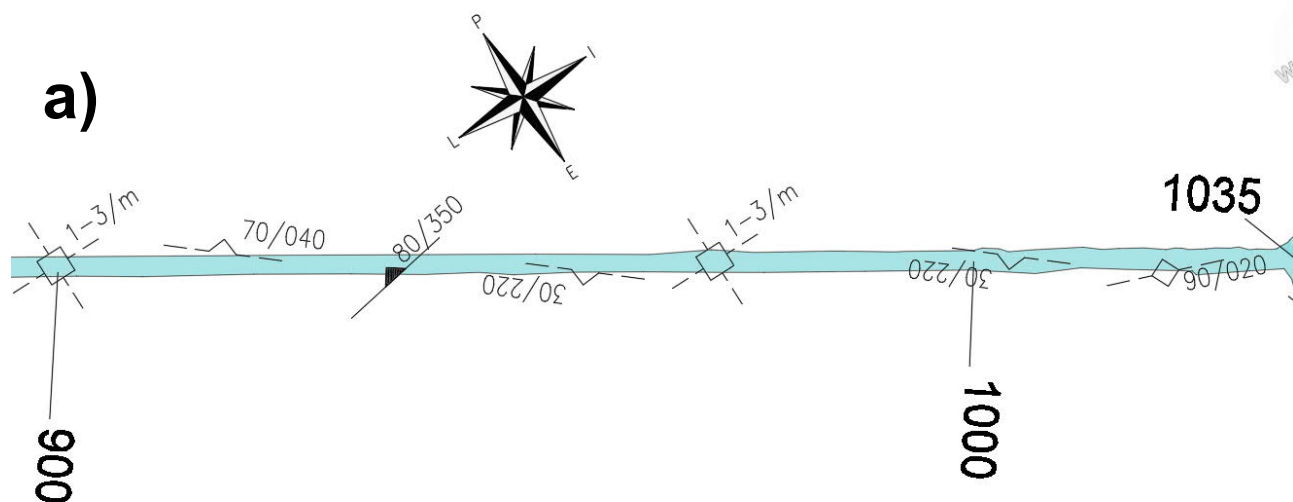
Jr 1.5 (paikoin 1)

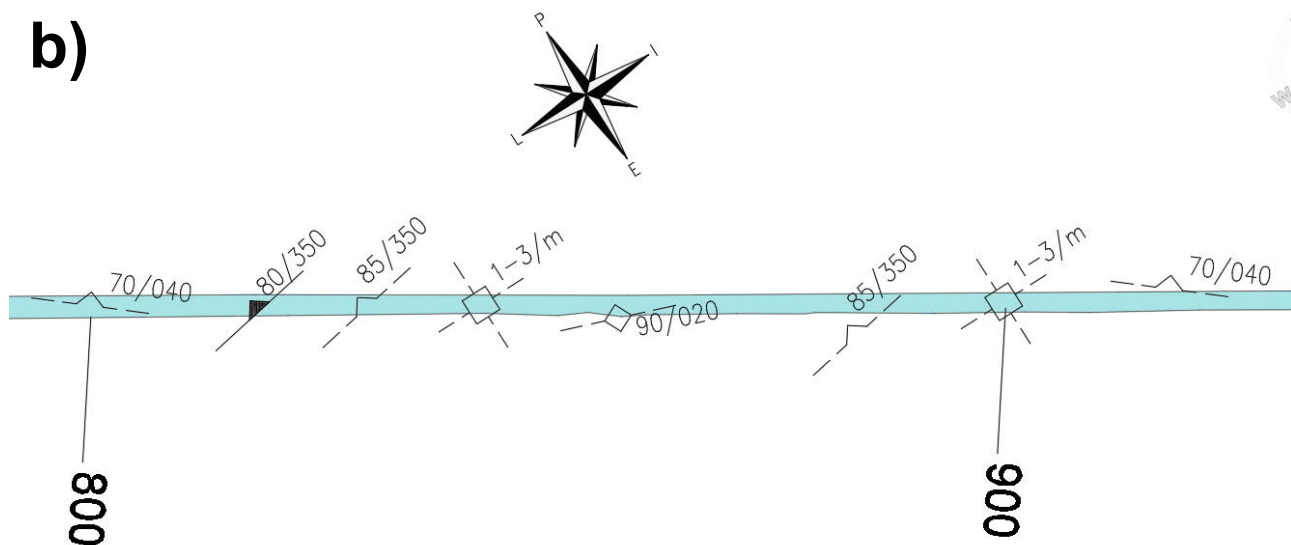
Ja 2

Jw 1

SRF 1

Q- luku 6.7, kohtalainen (vaihteluväli 4.4 – 7.1)





Kuva 14 a & b. Rakennusgeologinen kartta paaluväliltä 1035-800. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä.



Kuva 15. Kuva paaluväliltä 1035 -800. Kuvassa näkyy tunnelin kollisseinällä pystyasentoisia koilliseen kaatuvia rakoja ($90^{\circ}/020^{\circ}$), sekä vaaka-asentoisia rakoja tunnelin katossa. Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.



Kuva 16. Graniitti-pegmatiittijuoni tunnelin seinällä ja katossa paaluvälillä 1035-800. Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.

Paaluväli 800-700

Kivilajina kiillegneissi-migmatiitti ja ajoin esiintyy graniittiosioita. Paalun 750 kohdilla esiintyy 10-30 cm leveitä pegmatiittijuonia. Havaittavissa kolme selkeää päärakosuuntaa, vaaka-asentoinen rakoilu lisäksi esiintyy kaksi pystyasentoista rakosuuntaa ($80^{\circ}/350^{\circ}$ & $90^{\circ}/250-270^{\circ}$), joista $80^{\circ}/350^{\circ}$ on liuskeisuuden suunnassa. Jokaisessa suunnassa rakopinnat ovat tasaisia ja suhteellisen sileitä tai aaltoilevia. Rakojen jatkuvuus on yli 20 m. Rakotiheys päärakosuunnilla on n. 1-3 kpl/m, mutta rakoilun intensiteetissä on vaihtelua.

RQD 85

Jn 9 (paikoin 12)

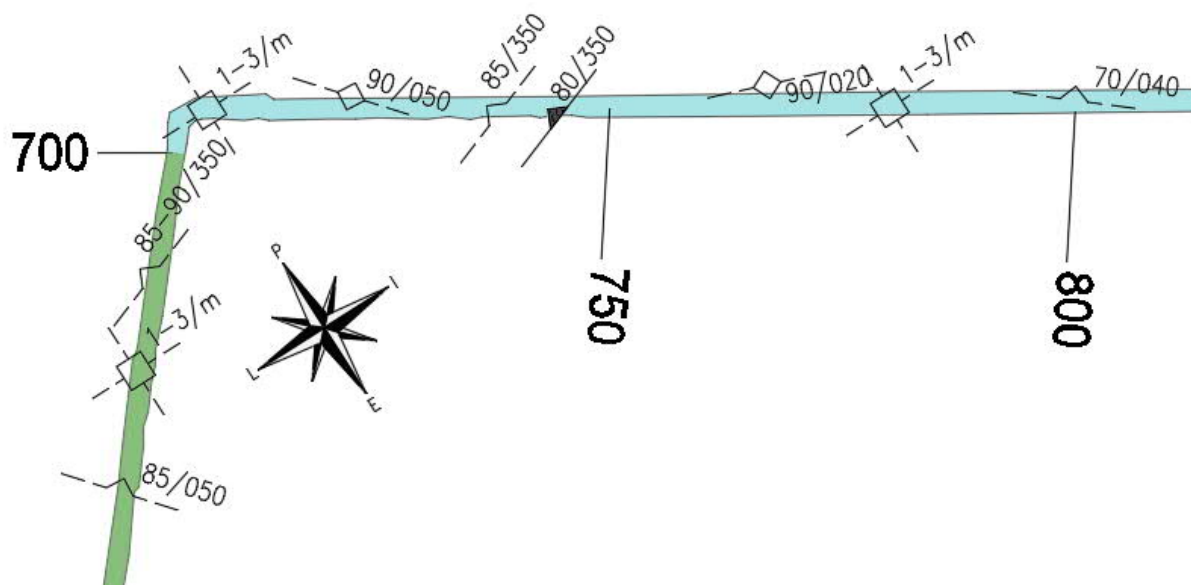
Jr 1.5 (paikoin 1)

Ja 2

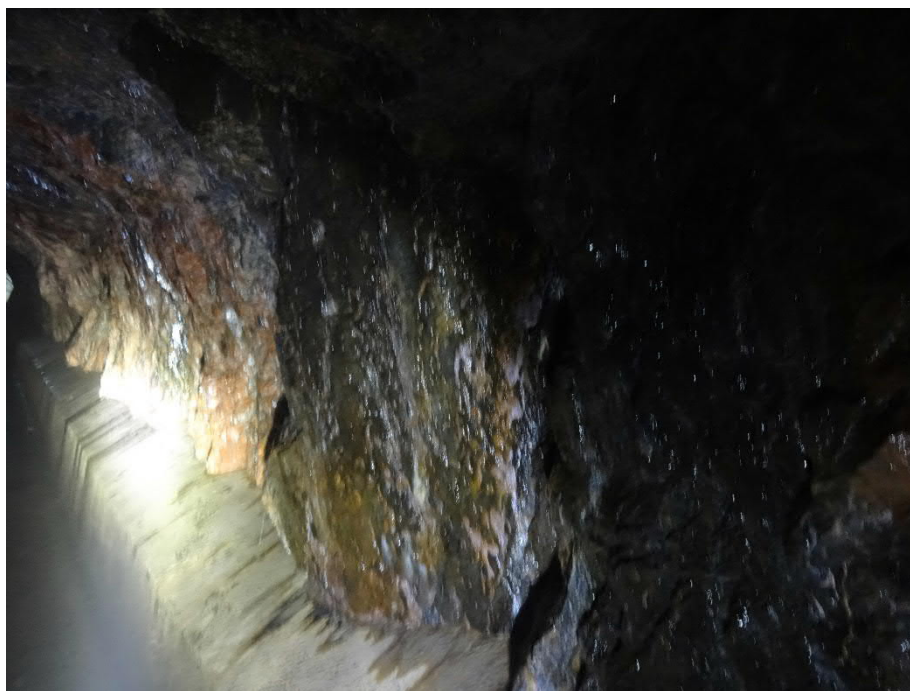
Jw 1

SRF 1

Q- luku 7.1, kohtalainen (vaihteluväli 5.0 – 7.1)



Kuva 17. Rakennusgeologinen kartta paaluväliltä 800-700. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä



Kuva 18. Kiillegneissiiä ja graniittia tunnelin kolliseinällä paaluvälillä 800-700. Tunnelin seinässä näkyy pohjoiseen-koilliseen kaatuvaa pystyasentoista tai lähes pystyasentoista rakoilua. Kuva laskevan paaluluvun suuntaan.

Paaluväli 700-650

Graniitti. Massamainen graniittiosio, jossa rakotiehyys ympäröivää kiillegneissiiä alhaisempi. Rakopinnot tasaisia ja karheita. Kolme päärakosuuntaa: vaaka-asentoinen rakoilu, sekä kaksi pystyasentoista rakoilua ($85-90^{\circ}/350^{\circ}$ & $85^{\circ}/050^{\circ}$). Kuutiorakoilua. Päärakojen tiheys 1-3 kpl/m.

RQD 85

Jn 9

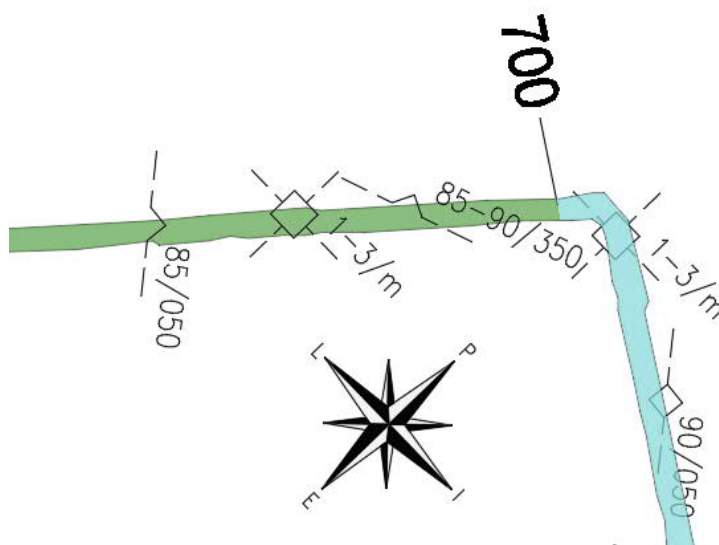
Jr 1.5

Ja 1

Jw 1

SRF 1

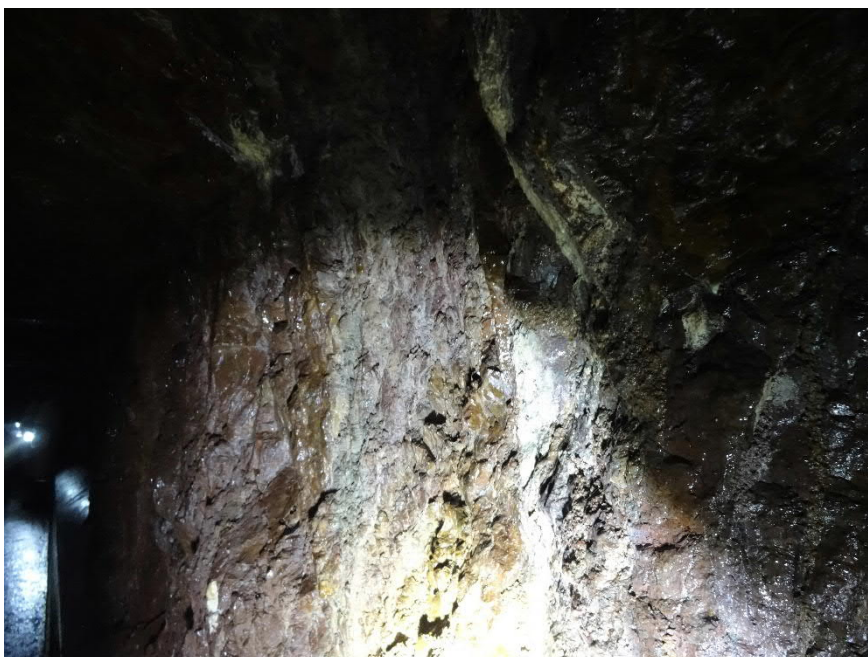
Q- luku 14.2, hyvä



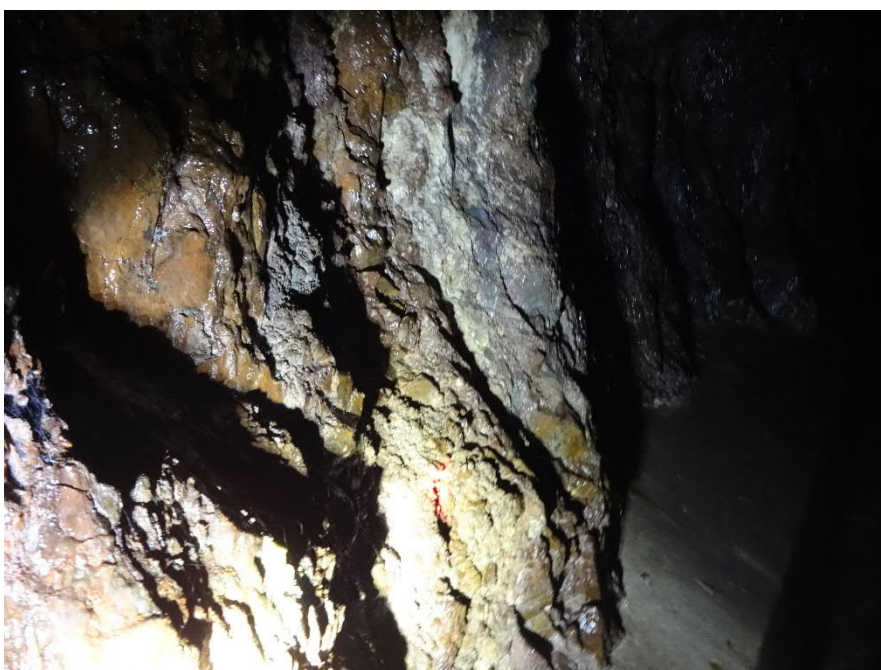
Kuva 19. Rakennusgeologinen kartta paaluväliltä 700-650. Tunnelin olosuhteiden ja paikannuksen vuoksi kartoitussymbolien paikat ovat viitteellisiä

Mannerheimintien ruhje (Paalu 630)

Ennakkoon tiedossa ollut Mannerheimintien ruhje havaittiin tunnelissa sen oletetusta kohdasta, tunnelin alittaessa Mannerheimintien. Ruhjeessa oli selkeä vyöhykkeellinen rakenne, jonka ytimessä oli n. 60 cm paksu savipitoinen, RG-luokituksen mukainen RiV -osio. RiV -osion molemmin puolin oli 2-3 m paksu rikkonainen vyöhyke (ns. Damage zone), joka RG-luokituksen mukaan kuuluu RiIII -luokkaan. Rakoilun intensiteetti laskee vähitellen siirryttäessä pois päin ruhjeen keskiosasta, kaikkiaan rikkonaisen alueen leveys oli n. 10 m. Ruhjeen asennoksi mitattiin 85-90°/020°. Kalliolaatu ruhjeessa on erittäin heikkoa (Q-lukua <1) ja kauempana keskiosasta heikkoa (Q-luku 1-4). Ruhjeen asennon suuntaisen rakoilun lisäksi, näkyvillä on vaaka-asentoinen rakoilu ja 90° kulmalla länteen kaatuva rakoilu.



Kuva 20. Mannerheimintien ruhjeen savipitoinen (RiV) keskiosa tunnelin luoteisseinällä. Kuva laskevan paaluvun suuntaan.



Kuva 21. Mannerheimintien ruhjeen savipitoinen (RiV) keskiosa tunnelin luoteisseinällä. Kuva kohti kasvavaa paalua, kohti koillista. Kuvassa näkyy kaakko-luode suuntaista, pystyasentoista/lähes pystyasentoista tunnelin poikki kulkevaa rakoilua, joka edustaa myös ruhjeen suuntaa ja asentoa.

Paaluväli 630 -200

Loppuosuus tunnelista käytiin läpi silmäillen, ilman systemaattisia rakennusgeologisia havaintoja. Kivilaji on pääosin graniittia, mutta paikoin on kiillegneissi-, ja migmatiitti-osueita. RQD- luku vaihtelee 70-80 välillä. Vaaka-asentoisen (tai lähes vaaka-asentoisen) rakoilun lisäksi havaittiin toistuvasti 80-90°/340-000°/ ja 80-90°/250° asentoisia rakoja.



Kuva 22. Paaluväliltä 600-200 otettu kuva, jossa näkyy pääkivilajina olevaa graniittia. Tunnelin katossa erottuu selvästi vaaka- tai lähes vaaka-asentoinen rakoilu.

4 YHTEENVETO JA JATKOSUUNNITTELU

Kalliolaatu on yleisesti kohtalaista, mutta kalliolaadussa on vaihtuillua ja paikoin kalliolaatu laskee heikoksi. Kalliolaadun vaihtelu on yleisimmin sidottuna rakoilun intensiteetin vaihteluun. Tunnelissa on selkeästi kolme päärakosuuntaa, yksi vaaka-asentoinen ja kaksi pysty- tai lähes pystyasentoista rakosuuntaa. Pystyasentoisista rakosuunnista toinen yleensä on muodostunut vallitsevan liuskeisuuden suuntaan. Rakopinnat ovat jatkuvia (<20 m), mikä mahdollistaa teoriassa isojenkin kalliolohkojen muodostumisen, mikäli louhittava tila on tarpeeksi iso. Rakotiheyden vaihtelu tarkoittaa sitä, että alueellisesti teoreettisten kalliolohkojen koko voi vaihdella merkittävästi.

Avo- ja tunnelilouhinnassa on huomioitava, että pystyasentoiset rakopinnat muodostavat ns. pinkkoja (pystylaattoja) louhittavan tilan seiniin, mikäli seinäpinnat ovat saman suuntaisia rakoilun kanssa. Vaakarakoilu muodostaa laattoja tunnelitilojen kattoon, mikä tuo haasteita tunneliprofiilin muodon säilyttämiseen ja on huomioitava kallion lujittamisessa. Satunnaiset loiva-asentoiset raot muodostavat liukupintoja, joita pitkin pystyasentoisten rakojen pinkat voivat liukua louhittavaan tilaan. Satunnaisten loiva-asentoiset rakojen suunnissa oli vaihtelua, joten louhittaviin tiloihin viettäviä liukupintoja voi muodostua kaikille seinämille.

Avolouhinnassa tulee varautua siihen, että erityisesti jätevesitunnelin itäisessä haarassa avolouhinta-alueella tulee irtonaista kiveä putoamaan jätevesitunnelin holvista jv-tunneliin. Erityisesti noin 25 metriä pystykuilun haarasta itään holvissa (jv-tunnelin tarkemittattu holvi n. +5,7) oli isompi irtonaiselta vaikuttava lohko, joka pudotessaan alas tulee pienentää poiskuljettamista varten. Louhinta tulee suorittaa varoen (*Finnrock 03.10.2019: JV-tunnelin vaikutus Laakson sairaala-alueen avolouhintoihin*). Jätevesitunnelin läntisessä haarassa tilanne on parempi, holvissa ei näyttänyt olevan niin paljoa irtonaista kiveä. Lisäksi jv-tunneli viettää länteen päin, jolloin jätevesitunnelin holvi on myös alempana avolouhinnan läntisessä päässä kuin itäisessä päässä.

Mikäli avolouhinnan yleislouhintatasoon +9,5 ehdotetaan muutoksia, tulee nämä käsitellä erikseen. Avolouhinnan mahdolliset pohjan kallistukset olisi hyvä suunnitella siten, että jv-tunnelin päälle jää mahdollisimman paljon kalliokannasta. Eri suunnittelualojen on myös huomioitava, ettei suoraan jätevesitunnelin yläpuolelle suunnitella pumppaamoja, kanaaleita tai muuta yleislouhintatason alapuolelle menevää rakennetta. Mikäli jätevesitunnelin kohdalla päädytään siirtämään kuormia pois suoraan jätevesitunnelin kohdalta, tulee myös näiden ratkaisujen vaatimat reunaehdot huomioida muissa suunnitelmissa.

Jätevesitunnelissa oli myös havaittavissa jv-tunnelin putkiliitoskohtia, jotka tulee huomioida avolouhinnassa. Putkiliitoskohdista tulee pyytää tiedot HSY:ltä.

Reijolankadun kuilun betonirakenteen kunto tulee katselmoida myöhemmässä suunnitteluvaiheessa (ennen louhintoja) erikseen rakennesuunnittelijan toimesta yhdessä HSY:n kanssa.

Meilahden alueelta tulee pyytää logistiikkatunnelin länsipään suunnittelun tueksi HSY:ltä mahdolliset tiedot 90-luvulla tehdyistä lujitustöistä.