

Author
Nylander, Jari
Salo, Olli M
Laurila, Marko
Pöljö, Jarmo
Borg, Philip
Forselius, Juha

Date
19/04/2021

Asemakaavaa varten koottu raportti 20/12/2021

Client
Vantaan kaupunki

Vantaan raitiotie, rakennettavuusselvitys

Ratakujan tunneli



AFRY Finland Oy

Sisällysluettelo

1	Yleistä	4
1.1	Taustat	4
1.2	Kohde.....	4
1.3	Lohkojako	5
1.4	Tarkastelun lähtöolettamukset	5
2	Tutkitut vaihtoehdot.....	6
2.1	Tasaus.....	6
2.2	Linjaus.....	6
3	Rakenteelliset periaateratkaisut	6
3.1	Lohko 1 - Väritehtaankatu – ja Santarata (PLV 560...820)	7
3.1.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	7
3.1.2	Työn vaiheistus.....	8
3.1.3	Poikkileikkaus.....	9
3.2	Lohko 2 – Aseman alue (PLV 480...550)	12
3.2.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	12
3.2.2	Työn vaiheistus.....	13
3.2.3	Poikkileikkaus.....	13
3.2.4	Aseman liukuportaiden ja hissien rakenteet	14
3.2.5	Savunpoisto	15
3.2.6	Osastointi ja savunhallinta.....	16
3.3	Lohko 3 – Kauppakeskus DIXI:n alue	16
3.3.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	16
3.3.2	Rakentamisen vaiheistus	16
3.3.3	Poikkileikkaus.....	17
3.3.4	Pumppaamo ja allasratkaisut	19
3.4	Lohko 4 – Ratakuja.....	19
3.4.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	19
3.4.2	Rakentamisen vaiheistus	20
3.4.3	Poikkileikkaus.....	21
3.4.4	Pelastautuminen rakentamisen aikana	23
3.4.5	Ratakujan asukaspysäköinti	23
3.5	Lohko 5 – Tikkuparkki	24
3.5.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	24
3.5.2	Rakentamisen vaiheistus	25
3.5.3	Poikkileikkaus.....	25
3.5.4	Tikkuparkin muutokset.....	26
3.5.5	Pelastautuminen	27
3.6	Lohko 6 – Lummekuja ja Kielotien alue.....	27
3.6.1	Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta	28

3.6.2	Rakentamisen vaiheistus	28
3.6.3	Pysäköintijärjestelyt Lohkon 6 alueella rakentamisen aikana.....	28
3.6.4	Poikkileikkaus, betonitunneli	29
3.6.5	Poikkileikkaus, betonikaukalo	30
4	Käyttö	30
4.1	Kulkuyhteydet ja esteettömyys	30
4.2	Varustelu	30
4.3	Pelastustoiminta	31
4.3.1	Paloturvallisuus	31
4.3.2	Hätäpoistumisreitit	31
4.3.3	Hyökkäysreitit	31
4.3.4	Järjestelmät	31
4.3.5	Sammutus	31
4.3.6	Palotekninen mitoitus	31
4.4	Saavutettavuus	32
4.5	Huolto ja kunnossapito	32
4.5.1	Tekniset tilat	32
4.5.2	Altaat ja pumppaamo	32
5	Alustava kustannusarvio	33
6	Arvio riskeistä.....	33
7	Yhteenveto.....	34
8	Ehdotus jatkotoimenpiteiksi.....	34
	Liitteet.....	35

1 Yleistä

Tämä on Vantaan kaupungin tilaama rakennettavuusselvitys Vantaan raitiotien toteutettavuudesta välillä Kielotie-Tikkurilantie. Rakennettavuusselvitys on jatkoa WSP Finland Oy:n laatimalle yleissuunnitelmalle, jota ratkaisuna näin tarkennetaan Tikkurilan keskustan alueen tunnelin toteutuksen osalta. Tämä selvitys on laadittu osana AFRY Finland Oy:n toimeksiantoa 3-10/2020, jota on tarkennettu keväällä 2021. Selvitys on tehty lähtötiedoilla, jotka voivat vielä jatkosuunnittelussa muuttua. Tarkoituksena on ollut selvittää, onko Ratakujan tunneli teknisesti mahdollinen toteuttaa. Raportissa esitetty on yksi toteutustapa, joka voi vielä jatkosuunnittelussa tai mahdollisen rakentamisen aikana muuttua.

1.1 Taustat

Selvityksessä on esitetty mahdollinen toteutustapa ja toteutusjärjestys periaatetasolla. Selvityksen laajuuden sekä käytettävissä olleiden lähtötietojen puitteissa ei ole ollut mahdollisuutta mennä yksityiskohtien osalta alustavia tarkasteluja pidemmälle, eikä esitettyjä periaateratkaisuja ole tarkemmin optimoitu. Selvityksessä esitetyt poikkileikkaukset ovat tarkkuustasoltaan esisuunnitelmatasoisia, jotka jatkosuunnittelun edetessä päivittyvät. Esitetyt ratkaisuehdotukset eivät ole ainoita tapoja rakenteiden toteuttamiseksi. Muun muassa kolmansien osapuolien kanssa voidaan käydä neuvotteluja, joiden pohjalta on mahdollista tehdä ratkaisuihin toimivampia sekä merkittävästi kustannustehokkaampia. Osana tätä selvitystä on tunnistettu jatkosuunnittelutarpeita, jotka myöhemmin täydentävät tätä raporttia tai tämän aineiston pohjalta tarkentuvia selvityksiä.

Koko Ratakujan tunnelin toteutettavuuden kannalta suurin haaste selvityksen tilaajan näkökulmasta oli hankkeen alussa Ratakujan ja kauppakeskus DIXI:n alueen rakentaminen ja sen toteutettavuus. Lisäksi haastaviksi ja tarkempaa tarkastelua vaativiksi kohteiksi on tunnistettu Santaradan risteäminen, ratapihan alue ja Lummekujan alue. Selvityksen laadinnassa panostettiin erityisesti tilaajan näkemyksen mukaisesti hankalimman kohdan toteutettavuuden ratkaisuihin.

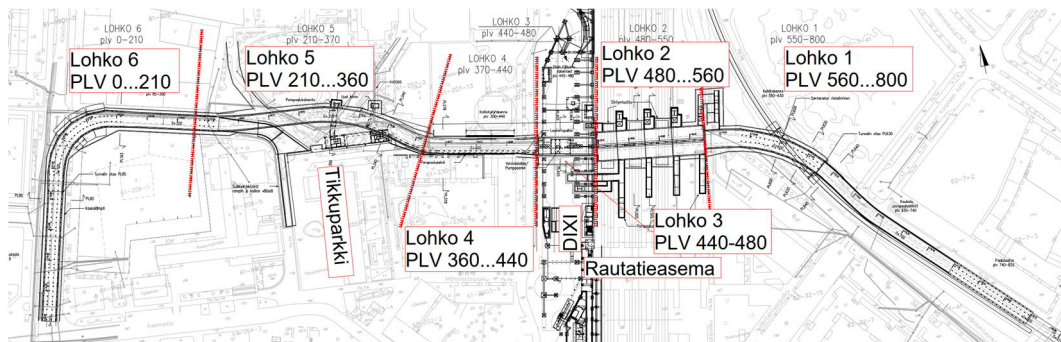
Vantaan Kaupunki on tilannut WSP:ltä koko raitiotielinjausta koskevan liikenteellisen yleissuunnitelman (9/2019), joka on toiminut tämän selvityksen pohjana Ratakujan tunnelin osalta.

Rakennettavuusselvityksen liittyen on laadittu erillinen pohjavesiselvitys (6/2020) AFRY Finland Oy:n toimesta, jonka tulokset on huomioitu selvitystä laadittaessa. AFRY on laatinut päivityksen pohjavesiselvitykseen rakennettavuusselvityksen yhteydessä. Lisäksi on laadittu palotekninen ja rakentamisen meluvaikutuksiin liittyvät selvitykset keväällä 2021.

1.2 Kohde

Ratakujan tunneliksi nimetty osuus Vantaan raitiotietä käsittää alueen Kielotien ja Tikkurilantien välissä. Tunneli alittaa tiiviisti rakennetun Tikkurilan aseman alueen. Tässä rakennettavuusselvityksessä on esitelty ratkaisu, jossa tunneli rakennetaan tuettuun ja louhittuun kaivantoon.

Tunneli on pääasiassa yksiputkinen. Tikkurilan rautatieaseman laitureiden alle sijoittuu raitiotieasema, josta on porras-, liukuporras- ja hissiyhteydet maan pinnalle ja ratapihalle. Yhteydet sijoittuvat osittain kauppakeskus Dixin alle. Raitiotieaseman ja kauppakeskus Dixin alitus toteutetaan kaksoistunnelina.



Kuva 1. Suunnitelmakartta (ks. liite 1.)

1.3 Lohkojako

Alue on jaettu tässä selvityksessä kuuteen lohkokseen:

Lohko 1: Väritehtaankatu – ja Santarata	PLV 820...560
Lohko 2: Aseman alue	PLV 560...480
Lohko 3: Kauppakeskus DIXI:n alue,	PLV 480...440
Lohko 4: Ratakuja	PLV 440...360
Lohko 5: Tikkuparkki	PLV 360...210
Lohko 6: Kielotien alue	PLV 210...0

Lohkojaon periaatteena on ollut jakaa alue toisistaan rakenteellisesti tai rakentamisen kannalta oleellisesti eroaviin kokonaisuuksiin. Lohkojen numerointi on aloitettu idästä, koska rakentamistoimenpiteiden pääpaino toteutuksen alkuvaiheessa on siellä. Lohkojako on esitetty vaiheistuksen suunnitelmakartassa, joka on liitteenä.

1.4 Tarkastelun lähtöolettamukset

Selvitystä laadittaessa Kielotie 13 ja 15 kohdalla olleet virastorakennukset on purettu ja Senaatti sekä urakoitsijat (Lehto & Peab) laativat osaltaan suunnitelmia uusille rakennuksille.

Tunnelin rakentamishetkellä Kielotie 13 ja 15 on oletettavasti rakennettu ja olevat rakennukset vaikuttavat tunnelin rakentamisen ratkaisuihin sekä vaiheistukseen. Kyseinen, rakennuksien välissä sijaitseva, Lummekujan kohta on ahdas ja voi vaatia kaivannon tukirakenteiden toteuttamista rakennusten rakentamisen yhteydessä. Rakennettavuusselvitystä laadittaessa kiinteistöjen suunnitelmia ei ole käytettävissä.

Kirjastopuistossa olevat vanhat arvopuut halutaan säilyttää, eikä puita voida siirtää niiden suuren koon vuoksi. Osa puustosta voidaan käytössä olevien tietojen perusteella säilyttää.

Tikkuparkin ajoramppi, tekniset tilat ja henkilökuilu on sovittu purettavaksi ja myöhemmin uudelleen rakennettavaksi tunnelin toteuttamisen edellytyksenä. Pysäköintilaitoksen purettavia toimintoja tullaan järjestelemään uudelleen.

Kirjastopuiston itäpäässä Ratakujaalle kulkeva hulevesiputki HV D1000 on säilytettävä käytössä rakentamisen aikana. Ratakujan kiinteistöille turvataan käynti sekä pelastusreitti rakentamisen aikana.

Kauppakeskus DIXI:n linja-autotermiinaali voidaan poistaa osittain käytöstä rakentamisen aikana. Raitiotieaseman kulkuyhteydet tulevat mahdollisesti vaikuttamaan bussien laiturimäärään.

Asema-alueen rataliikenne on varmistettava vaiheistuksella. Tällöin joku pääraiteista on aina oltava käytössä rataliikenteelle. Radan rakentamisessa käytetään apusiltoja.

Asema-alueen itäpäässä Santarata on säilytettävä toimintakuntoisena rataliikenteelle. Santaradan toiminta vaikuttaa merkittävästi valittavaan rakenneratkaisuun, sekä kustannuksiin. Tunnelin itäpään vieressä oleva Värитеhtaankatu 8:n ajoyhteys kiinteistöön säilytetään väliaikaisjärjestelyin.

Lauri Korpisen katu 9 tontilla on vireillä hanke tontin rakentamiseksi. Tontti sijaitsee Erik Von Rettigin -puiston ja Santaradan väliin jäävällä alueella.

Väylävirasto laatii selvitystä kirjoittaessa tarkastelua Tikkurilan ratapiha-alueen vaihteiden muutoksista, jotka mahdollistavat pääradan lisäraiteiden rakentamisen nykyisen ratapihan itäpuolelle. Lisäraiteet on pyritty huomioimaan esitetystä suunnitelmataratkaisussa siinä laajuudessa, kun käytössä olevin tiedoin on mahdollista. Lisäraiteiden rakentaminen voi vaikuttaa toteutuessaan Santaradan linjaukseen. Santaradan uutta mahdollista linjausta ei ole otettu huomioon selvitystä kirjoitettaessa.

2 Tutkitut vaihtoehdot

2.1 Tasaus

Kolmea eri tasausvaihtoehtoa tutkittiin selvityksen ensimmäisessä osassa vuonna 2020.

Pintavaihtoehdossa tunneli kulkee pääosin betonitunnelina mahdollisimman lähellä maan pintaa ja nousee Ratakujan jälkeen maan pinnalle.

Liikenneteknisen yleissuunnitelman mukaisessa tarkennetussa tasauksessa tunnelin pohja on lohkojen 2-5 kohdalla louhittu kallioon ja holvirakenne on rakennettu teräsbetonista. Lohkoilla 6 ja 1 peruspoikkileikkaus on vesitiivis rengaskehä. Tunneliosuus päättyy vesitiiviiseen kaukalorakenteeseen linjauksen molemmissa päissä.

Syvävaihtoehdossa tunneli viedään pääosin kallion sisään ja rakennetaan louhimalla kallioon.

2.2 Linjaus

Pinta- ja yleissuunnitelman mukaisissa tasausvaihtoehdoissa tarkasteltiin yleissuunnitelman mukaista linjausta. Linjaukseen on tehty pieniä tarkennuksia Lummekujan ja Ratakujan kohdalla. Syvävaihtoehto vaatii tunnelin pituuden kasvattamista riittävän loivan pituuskaltevuuden mahdollistamiseksi. Syvävaihtoehdossa riittävä tunnelin pituus on mahdollista saavuttaa viemällä linjausta reilusti pohjoisen suuntaan, josta tunneli kaartaa takaisin Kielotielle.

3 Rakenteelliset periaateratkaisut

Tämän rakennettavuusselvityksen raitiotien linjaus on noin 820 m pitkä. Linjaus rajautuu Kielotien ja Asematien liittymän sekä Tikkurilantien ja Värитеhtaankadun risteyksen väliin. Raitiotien linjaus on jaettu kaikkiaan kuuteen eri päälohkoon ja osa

päälohkoista on jaettu edelleen alilohkoihin työvaiheistuksien mukaan. Tarkasteltava linjaus edellyttää kaivumassojen kuljetuksen sekä työmaalogistiikan toteuttamista itäsuunnasta alkaen, joten myös lohkojako on laadittu alkamaan idästä, kulkien ratalinjaa pitkin länteen. Töitä voidaan ja myös tulee toteuttaa eri lohkoilla jossain määrin samanaikaisesti. Tehtävien vaiheiden selkeyttämiseksi työt on kuvattu lohkoittain ja niiden aikataulullinen toteutuminen tarkentuu jatkosuunnittelun sekä työmaan oman työsuunnittelun kautta. Tässä luvussa esitetyt lohkot ja työvaiheet voivat vielä muuttua jatkosuunnittelussa.

3.1 Lohko 1 - Värитеhtaankatu – ja Santarata (PLV 560...820)

Lohko 1 sijoittuu ratapiha-alueen itäpuolelle (PLV 560...820), jossa raitiotielinjaus kulkee Värитеhtaankadun vieressä alittaen ns. Santaradan ja päättyen Tikkurilantien risteyskseen.



Kuva 2. Santarata raitiotien tulevalla risteyskohdalla

3.1.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Lohkon 1 osuudelta on käytössä vanhoja painokairauksia sekä pohjavesi- ja siipikairautustietoja. Osuuden alkupäässä on vettä johtavia kerrostumia noin 2...5 m paksuudelta kallion päällä. Tämän päällä on savea useiden metrien paksuudelta, mikä tekee pohjavedestä paineellista.

Noin PL 650 jälkeen moreenikerrostumien paksuus alkaa kasvaa (paksuus noin 5...8 m). Käytettävissä olleiden pohjatutkimustietojen perusteella pohjan taso leikkautuu hyvin vettä johtaviin kerrostumiin käytettävissä olleiden pohjatutkimustietojen perusteella käytännössä koko matkaltaan kaivannon pohjan ollessa tason +17 alapuolella.

Pohjaveden pinnan luontainen taso vaihtelee noin välillä +16...+17. Lohkolla 1 on varauduttava kaivantoon kulkeutuviin huomattaviin suotovesivirtaamiin, mikäli kaivantoa ei saada työnaikaisesti tiiviiksi. Pohjaveden paikallinenkin painetason

aleneminen aiheuttaa vaikutuksia myös laajemmalle alueelle. Tämän johdosta pohjaveden työnaikaiseen imeyttämiseen tulee varautua. Ympäristövaikutusten hallinnan työnaikaisten toimenpiteiden tarkempi määrittäminen edellyttää pohjaveden koepumppausjärjestelyn toteuttamista jatkosuunnittelun yhteydessä. Lisäksi suositellaan muun muassa kalliopinnan rikkonaisuuden tutkimista porakonekairauksilla, pohjaputkien lisäämistä sekä täydentävien maanäytteiden ottamista. Maanäytteitä tulisi ottaa erityisesti vettä johtavista kerrostumista sekä häiriintymättömiä maanäytteitä tarvitaan ödometri tutkimuksia varten.

Lopputilanteessa kun kaivannon tukirakenne on poistettu, rakenne ei todennäköisesti aiheuta merkittävää padottavaa vaikutusta pohjaveden virtauksiin sen, jälkeen kun kaivannon tukirakenteet on poistettu. Edellä olevasta johtuen on hyvin keskeistä tutkia jatkosuunnittelun yhteydessä Värитеhtaankadun ja Santaradan geometrian siirtämistä siten, että pysyviä ja kalliita porapaaluseinäarakenteita ei olisi tarpeen tehdä niin laajalla osuudella.

3.1.2 Työn vaiheistus

Lähtökohtana on ollut, että Santarata on toiminnassa nykysijainnillaan rakentamistöiden ajan. Tämä edellyttää apusiltojen käyttöä työaikana. Nykyisen raidegeometrian osalta (sekä Santarata, että raitiotie) apusiltojen optimaalinen sijoittaminen edellyttää jatkosuunnittelussa geometriaratkaisujen tarkentamista, jotta apusiltojen tuet saadaan sijoitettua järkevästi. Tässä tarkastelussa työnaikainen ratkaisu on toteutettu kolmella (3x20 m) apusillalla.

Lohkon 1 töiden aloitusvaiheessa asennetaan apusiltojen paalut Santaradan liikennekatkon aikana. Lisäksi asennetaan työnaikaiset tukiseinät valmiiksi radan kohdalle. Jatkosuunnittelun yhteydessä selvitetään vaihtoehtoja massojen ja työmaaliikenteen hoitamiseksi työn aikana. Mikäli työnaikaista ajoramppia ei voida toteuttaa, joudutaan työmaan logistiikka hoitamaan pitkin tulevaa raitiotielinjaa idän suuntaan. Tämä hankaloittaa ja hidastaa työskentelyä merkittävästi. Logistisesti on hyvin hankalaa toteuttaa muita vaihtoehtoja työmaan massojen pois kuljetukselle lohkoilta. Ajorampin kaivanto tuetaan ankkuroitujen teräsponttiseinien varaisena. Johtosiirtotarpeet lohkon osalta ovat varsin vähäisiä.

Tehdään ankkuroitu teräsponttiseinin tuettu tukiseinä Värитеhtaankatu 8 kohdalle. Tuennat ulottuvat paalulta PL 630 Tikkurilan aseman viereiselle paikoitusalueelle noin PL 580 asti. Värитеhtaankatu 8 pysäköintitalon ajoramppia varten tehdään tilapäinen kansirakenne. Värитеhtaankadun kansirakenne tehdään tarvittavassa laajuudessa, jotta liikennöinti pysäköintihalliin on mahdollista työn aikana. Suoritetaan kaivu-, louhinta- ja tuentatyöt valmiiksi puistoon johtavan työnaikaisen rampin ja PL 580 välisellä osuudella.

Tilanahtauden johdosta, tunnelin tuenta- ja rakenneratkaisua joudutaan vaihtamaan PLV 630...750 siten, että em. osuudella tuenta tehdään pysyväällä porapaaluseinäarakenteella, joka on osa lopullista tunneli- tai kaukalarakennetta. Porapaaluseinä toimii tällä osuudella myös lopullisena tukirakenteena pohjalaatalle. Santaradasta johtuva tilanahtaus ei mahdollista paikalla valettavaa betonitunnelirakennetta, koska muotitus- ja tuentarakenteet tarvitsevat tilaa. Porapaaluseinään yhdistetään pohjalaatta, joka mitoitetaan ja ankkuroidaan nostetta vastaan. Pohjalaatassa on varauduttava alhaiseen pohjaveden tasoon tuentaratkaisuun. Rakenteet perustetaan alustavasti paalujen varaisena PLV 750...820. Tukiseinä rakennetaan PL 750 saakka, jonka jälkeen nykyisin tiedoin loppuluiskan maaleikkaus voidaan toteuttaa luiskattuna.

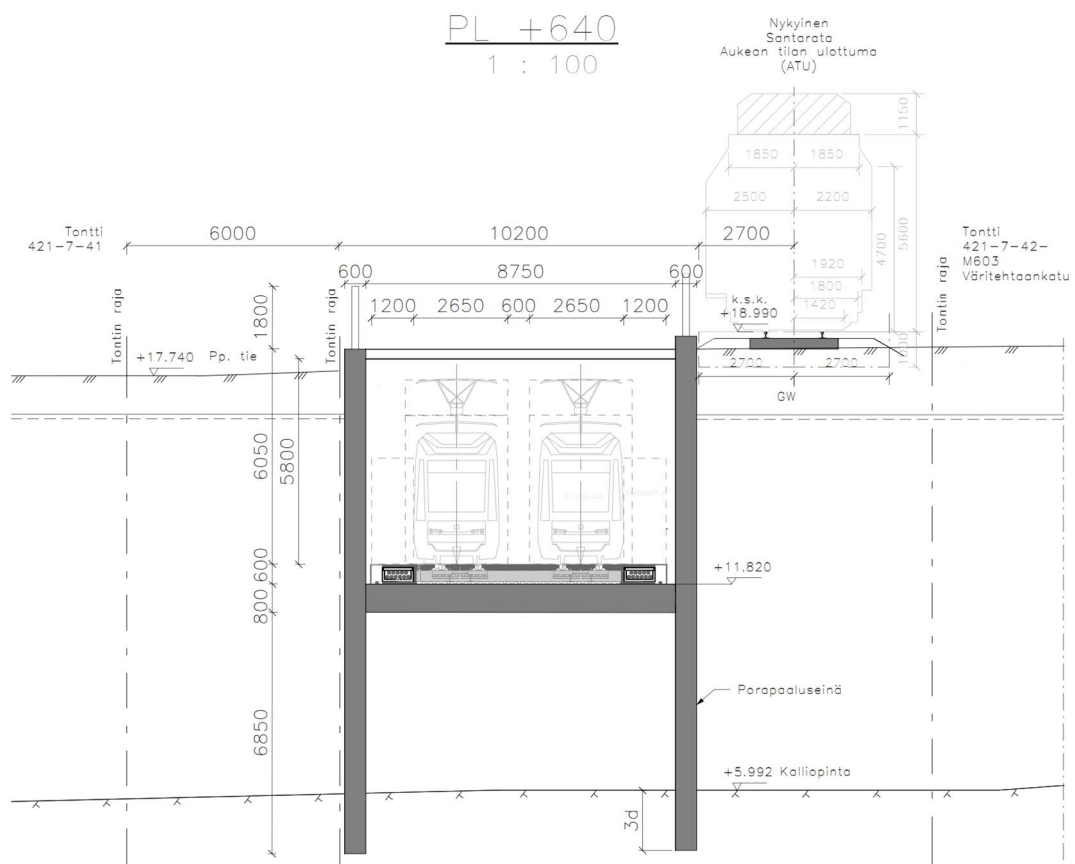
Sen jälkeen, kun kaivu- ja tuentatyöt on saatu tehtyä ja työmaan ajoyhteys järjestettyä Tikkurilantieltä Värитеhtaankadun suuntaan, pystyy työmaa operoimaan itäsuunnan kautta.

Värитеhtaankadun osuus on pohjaveden työnaikaisen hallinnan kannalta erittäin haasteellinen, koska vedenjohtavuudet ovat todennäköisesti kohtalaisen suuria ja kaivannon kuivanapito on vaikeaa. Pohjaveden painetaso on ollut nykytietojen perusteella noin 1...2 m syvyydellä maanpinnasta. Tämä tarkoittaa sitä, että lohkon 1 osuudella, kaivannon sisäpuolella, pohjaveden paikallista painetasoa tulisi alentaa työnaikaisesti suurimmillaan noin 9 m. Pohjaveden suotauksen rajoittaminen kaivannon pohjan kautta voi edellyttää tilapäistä ja paikallista pohjaveden painetason alentamista, kaivannon pohjan injektointia tai muita vastaavia toimenpiteitä. Lisäksi tulisi varautua työnaikaisiin pohjaveden imeytysjärjestelyihin jo ennen kaivutöiden aloittamista. Jatkosuunnittelun yhteydessä suositellaan tehtäväksi koepumppausjärjestely tarvittavien pohjavedenhallinnan työnaikaisten järjestelyjen määrittämiseksi.

3.1.3 Poikkileikkaus

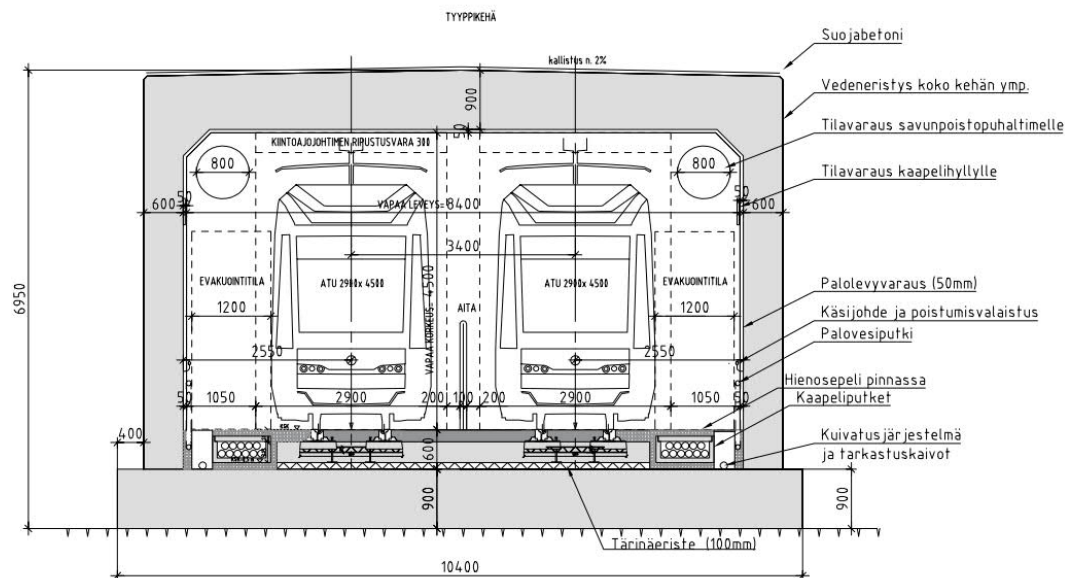
Kaukalarakenne joudutaan tilan ahtauden vuoksi toteuttamaan poikkeuksellisesti porapaaluseinillä. Normaalialue betonikaukalarakennetta ei voida toteuttaa Santaradan ja viereisen tontin sekä säilytettävän kevyenliikenteenväylän läheisyyden vuoksi. Lisäksi tilan ahtausta lisää raitioteiden aukean tilan ulottuman molemmin puolin kulkevat evakuointitilat.

Vesitiiviiden porapaaluseinien väliin jäävä kantava teräsbetonilaatta (hl= 0,8 m) tehdään vesitiiviillä betonilla. Kantavan teräsbetonilaatan kiinnitys porapaaluseinärakenteisiin on myös rakenteellisesti haastava vesitiiveyden takia.



Kuva 3. Ratikan vesitiivis porapaaluseinäinen kaulakorakenne ja Santarata

Betonikaukalarakenteen ja aseman välillä oleva betonitunnelirakenne on vesitiivis teräsbetoninen rengaskehä. Rengaskehän teoreettinen vapaa leveys on 8,4m ja vapaa korkeus 4,50m. Rakenne täyttää ATU (2,9 x 4,5m) tilavaatimuksen. Rakenteessa on myös huomioitu raitioteiden molemmiin puoliin vaaditut evakuointitilat (2x1,2m). Rakenteen todellinen vapaa leveys kuitenkin vaihtelee kaartein mukaisesti.

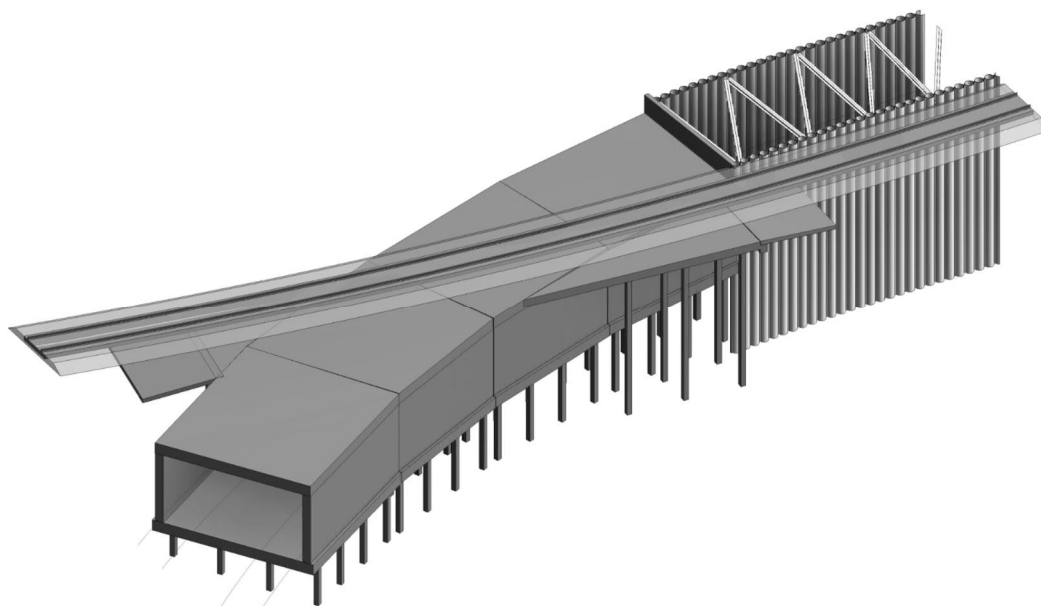


Kuva 4. Tyypipoikkileikkaus betonitunnelista

Rengaskehän seinät 0,6 m ja kansirakenne 0,9m sekä pohjalaatta 0,9 m valetaan vesitiiviistä betonista. Rakenne varustetaan ulkovaipastaan vedenpaine-eristeillä. Kansi- ja seinärakenteen sisäpinnat varustetaan mekaanisesti irrotettavilla palonsuojalevyillä.

Vastaavaa kehärakennetta käytetään lohkoissa 5 ja 6.

Betonirakenteiden valmistuttua, tehdään täytöt ja poistetaan teräsponsittiseinät. Tämän jälkeen toteutetaan tarvittavat johtosiirrot ja viimeistelytyöt.



Kuva 5. Santarata ylittää ratikan paalutetun kehärakenteen ja sivuaa porapaalukaukalorakennetta

3.2 Lohko 2 – Aseman alue (PLV 480...550)

Pohjarakennustöiden osalta lohko 2 (noin PLV 480...550) jaetaan kolmeen erillisiin toteutettavaan alilohkoon. Valmistelemina töinä tehdään tarvittavat kaapeli- ja ajojohdinjärjestelyt. Jatkosuunnittelun yhteydessä tulee varmistaa tarkemmittauksin muun muassa ratapihan portaalarakenteiden tarkka sijainti.



Kuva 6. Ratapihan-alue rakennettavan betonitunnelin kohdalla

3.2.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Lohkon osuudella kalliopinta on noin tasolla +12...15 m maanpinnan tason ollessa noin tasolla +20. Kairausten perusteella kallion päällä on yleisesti noin 1...2 m moreenikerrostumia ja tämän päällä on savea. Paikoin on myös kitkamaakerroksia hiekka- ja hiekkamoreenista. Raiteet ovat ratapihan kohdalla maanvaraisia.

Pohjaveden painetason arvioidaan olevan noin 3...4 m syvyydellä (+16...17) vallitsevasta maanpinnasta. Kalliopinta nousee länsisuuntaan ja lohkon 2 länsiosasta noin lohkon 4 loppuun asti ratalinjauksen taseaus tulee puhkomaan Tikkurilan keskustan rajaavan kalliokynnyksen luode-kaakkoissuunnassa. Aiemmin tehtyjen selvitysten perusteella em. kalliokynnyksen länsipuolella vallitseva pohjaveden painetaso on ollut yleisesti noin 2 m alempana kuin painetaso on ollut sen itäpuolella. Tästä päätellen kalliokynnyksen alueella kallio on siinä määrin tiivistä, että se estää painetasoerojen tasaantumisen.

Mikäli lohkon 1 työt on saatu siinä määrin päätökseen, ettei siellä ole enää pohjavettä padottavia tukiseinärakenteita, arvioidaan työnaikaisten toimenpiteiden vaikutusten pohjaveteen jäävän lohkon 2 osuudella vähäisiksi.

3.2.2 Työn vaiheistus

Lohko 2 on noin 80 m pituinen osuus ratapihan alueella. Lohko 2 rajautuu kauppakeskuksen seinälinjan ja Värитеhtaankadun paikoitusalueen väliselle alueelle. Osuudelle asennetaan ankkuroitavat teräsponttiseinät. Teräsponttien asennettavuus ratapiha-alueella tulee varmistaa jatkosuunnittelussa porakone- ja puristin-heijarikairauksilla tukiseinälinjojen sijaintien tarkennuttua. Alilohkojako määräytyy siten, että ratapihan käytettävyys häiriintyy mahdollisimman vähän. Alilohkojen rakentaminen aloitetaan Maalipolun suunnasta. Kunkin alilohkon töiden aikana kyseisen kohdan raiteet ovat toiminnassa apusiltojen varassa. Työ toteutetaan alilohkokohtaisesti pääpiirteissään seuraavasti:

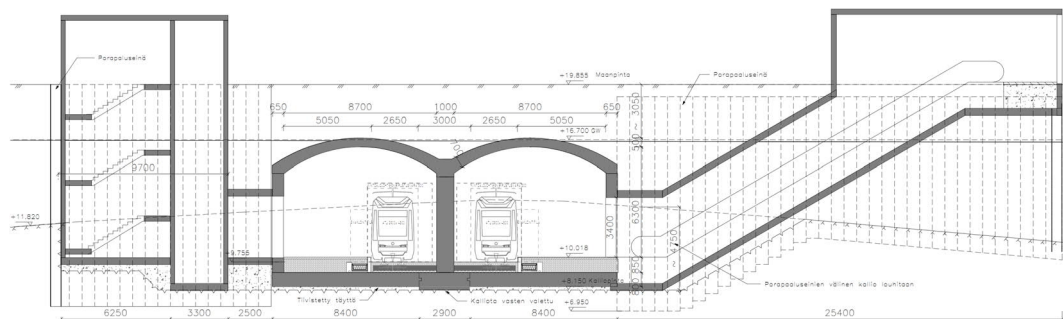
1. Tehdään poikittainen tukiseinä alilohkojen 1 ja 2 väliin ja tehdään laiturikohtaiset järjestelyt
2. Asennetaan apusiltaja varten välitukiporapaalut kaikille alilohkoille
3. Tehdään alilohkon alkukaivu ankkurointitasolle. Vaakapalkkien ja ankkurien asentaminen.
4. Asennetaan kannet ja apusillat, jonka jälkeen raiteet ovat jälleen liikennöitävissä
5. Ankkurien koevedot ja jännittäminen liikennekatkon aikana
6. Kaivu sekä louhintaa. Tarvittavat kallion lujitustyöt, juuripalkkien asentaminen
7. Alilohkon 1 betonitunnelirakenteiden toteuttaminen
8. Rakennetaan alilohkojen 2 ja 3 välinen poikittainen tukiseinä sekä tehdään laiturikohtaiset järjestelyt
9. Tehdään alilohkon 2 osalta vaiheet 3-6
10. Muutetaan alilohkojen 1 ja 2 välistä poikittaista tukiseinää siten, että poistetaan seinä rakennetun betonitunnelin kohdalta, mutta jätetään seinä alilohkon 1 betonitunnelin vierustäyttöjen tekemiseksi. Tehdään ensimmäisen alilohkon täyttötyöt sekä poistetaan ankkuroinnit ja ponttiseinät. Palautetaan tältä osin alkuperäiset laiturijärjestelyt.
11. Tehdään alilohkon 2 betonitunnelirakenteet.
12. Asennetaan poikittainen tukiseinä alilohkon 3 pätyyn, kauppakeskuksen seinälinjalle, mikäli tarpeen. Tämä riippuu lohkojen välisestä työjärjestyksestä.
13. Tehdään alilohkojen 2 ja 3 työvaiheet samoilla periaatteilla kuin alilohkon 1 kohdalla. Aseman poistumisyhteyksien tuettavat kaivannot ja poistumisyhteyksien rakentaminen voidaan toteuttaa muista vaiheistuksista erillisenä työnä. Tämä vaiheistus tarkoittaa jatkosuunnittelun yhteydessä, kun poistumisyhteyksien tarkempi sijoittuminen sekä laiturialueiden käyttöön liittyvät reunaehdot ovat tarkentuneet. Yhteyksien rakentaminen yhtenä viimeisenä vaiheena antaa mahdollisuuden teräsponttiseinien tuennalle vastaponteilla, jotka samalla toimivat viereisen kulkuyhteyksien työnaikaisina tukiseinäinä.
14. Ratapiha-alueen viimeistelytyöt

3.2.3 Poikkileikkaus

Aseman ratapiha-alueen rakenteellinen tyyppiratkaisu on vesitiivis kaksiaukkoinen teräsbetonista rakennettu rengaskehä. Rengaskehän kattorakenteet ovat holvikaarien muotoiset. Rakenteen päämitat tunnelissa ovat 2 x 8,7 m ja kokonaisleveyttä rakenteelle tulee 20,8 m. Rakennepaksuus seinän ja kaaren osalta on 0,7 m. Rakenne on varustettu välituella, tukien etäisyys toisistaan on 6 m.

Raitiotien asema-alueen laitureiden välinen etäisyys toisistaan välituen kanssa on 8,4 m. Laitureiden leveys on 5,0 m. Minimiratkaisua (laiturin leveys 3,5 m) ei ole ollut tarvetta käyttää tässä ratkaisussa. Rakenteen muodolla saadaan avaruutta asemahalliin. Hallin kokonaiskorkeus on noin 6,25 m. Asemahallin kokonaispituus on noin 70 m ja se sisältää 5 m leveät suojatiet aseman molemmissa päissä. Pilarijako (6,0 m) mahdollistaa riittävän näkemän jalankulkijoille. Asema-alueen laiturin leveys mahdollistaa tarvittaessa myös pelastus- tai huoltoajoneuvon käytön laiturialueella. Keski-Uudenmaan Pelastuslaitos on kuitenkin esittänyt, ettei tunneliin ole missään tilanteessa tarvetta tulla ajoneuvoilla.

Aseman geometria on saatu orientoitua kohtisuoraan rataa nähden tarkennetulla linjauksella. Tämä selkeyttää aseman toiminnallisuutta. Tunnelin minimi vaatimus ATU 4500 mm (ajolanka + kiinto-ajojohdinten kannatinrakenteet 300 mm) toteutuu asemalla hyvin.



Kuva 7. Raitiotieaseman poikkileikkaus paalulla 515

3.2.4 Aseman liukuportaiden ja hissien rakenteet

Liukuportaiden ja hissien vaativat odotustilat ovat tämän suunnittelutilanteen mukaisesti toteutettavissa asemarakenteen rakentamisen yhteydessä. Vaaditut odotustilat hissien ja liukuportaiden edustalla on huomioitu tarkennetussa aseman layout-ratkaisussa. Näillä tiloilla varmistetaan esteettömyys asema-alueen hissien ja liukuportaiden osalta. Aseman länsipään hissirakenteen sijainnissa laiturikorokkeella on huomioitu suojaetäisyydet junarataan.

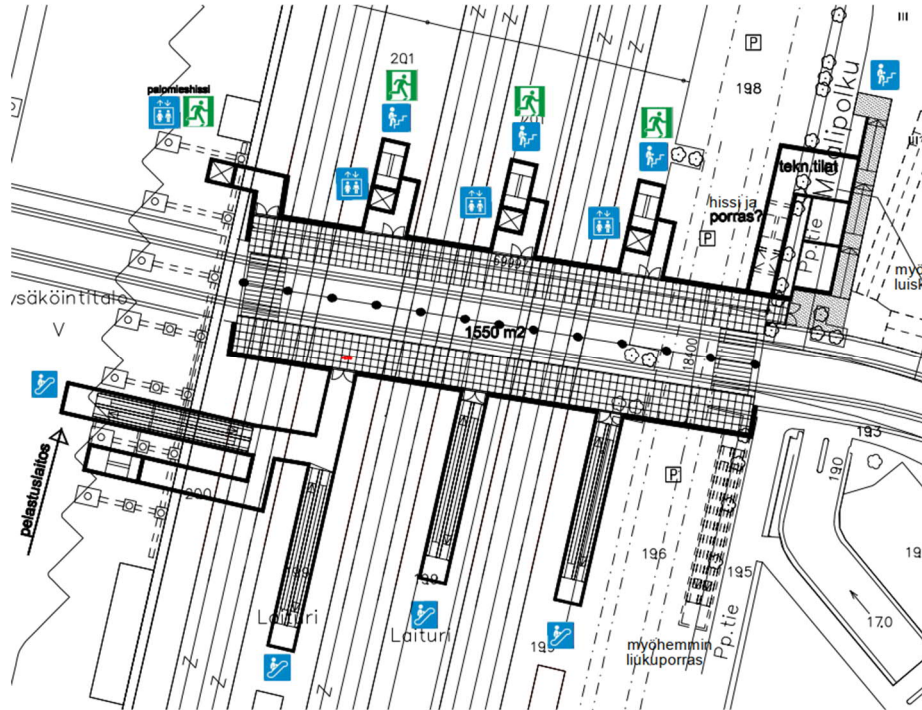
Palomieshissin sijainniksi on ehdotettu raitiotieaseman kauppakeskus DIXI:n puoleista päätyä, bussiterminaalin sivua. Tällöin pelastuslaitos voi lähestyä asemaa lännestä ja pohjoisesta.

Aseman kokonaisuutta on suunniteltu siten, että eri suuntiin kulkevat jalankulkuvirrat ovat joustavia ja helppoja. Asemalta on yhteys kaikille laitureille, myös Tikkurilan asemasillan kautta. Liikuntaesteisille on käytössä hissit.

DIXI:n bussiterminaaliin on suunniteltu liukuporras sekä kulkuporras. Nämä on suunniteltu sijoitettavaksi DIXI:n perustuksien sekä pilareiden väliin. Ratkaisu on käytön kannalta selkeä sekä palvelee suurta henkilömäärää. Ratkaisussa on saman tyyppisiä rakenteellisia haasteita kuin raitiotietunnelin junaradan alituksessa.

Itäpuolen mahdolliseen uuteen raide-/ laiturikokonaisuuteen on varauduttu (lisäraiteet). Kyseisten raiteiden alle ei ole sijoitettu erityisiä tiloja. Lisäksi hissi-poistumistie-paketit sekä liukuportaat ovat poissa raiteiden tieltä.

Aseman itäpäästä on kulkuyhteys Maalipolulle ulkopuolisten portaiden kautta. Myös Santaradan suuntaan voidaan myöhemmin toteuttaa kulkuyhteydet. Alueen korkeuseroja tukevat tunnelin- ja aseman teknisten tilojen lopulliset seinät.



Kuva 8. Raitiotieasema Tikkurilan ratapihan alla

3.2.5 Savunpoisto

Savun poisto asematiloista tapahtuu niin, että poistumiseen jää riittävästi aikaa. Eri savunpoistolohkojen muodostamiseen voidaan käyttää savuverhoja, joilla estetään savupatjan kulkeutuminen asemalle tai poistumisteille.

Savunpoisto edellyttää puhaltimien käytön hallintaa, sillä mahdollinen palava ratikka voi pysähtyä mihin tahansa kohtaan tunnelia tai asemaa. Mikäli mahdollista, ratikka pyritään saamaan ulos tunnelista. Savunpoiston suunnittelussa lähtökohtana pidetään sitä, että ratikka palaa tunnelissa tai asemalla.

Tunnelissa savunpoisto toteutetaan käyttämällä tunnelin kattoon asennettavia suuntaispainepuhaltimia, joiden puhallussuuntaa voidaan ohjata ohjauskeskuksesta tarpeen mukaan. Savun poisto tapahtuu tunnelin toisesta päästä ja korvausilma johdetaan tunneliin vastakkaisesta päästä.

Savunpoistossa käytettävien puhaltimien kapasiteetti ja lukumäärä määräytyvät toimittajien tarjousten perusteella ja niiden tulee toteuttaa kyselyissä mainitut reunaehdot (käytettävissä olevat maksimidimensiot, arvioitu savunmuodostus, jne).

Savunpoiston ohjauskeskus sijoitetaan soveltuvaan paikkaan, joka sovitaan yhdessä paloviranomaisen kanssa.

Osastoidut poistumistiet ylipaineistetaan, jotta tilat saadaan pidettyä onnettomuustilanteessa savuttomana. Aseman kokonaisuutta on täydennetty liukuportaiden alapäähän sijoitettavilla ovilla. Kokonaisuutta on täydennetty lisäksi asemaa ja hissejä sekä poistumisportaita erottavilla oviseinillä. Kaikki oviratkaisut

estävät mahdollisen savun joutumista kulkureiteille. Ovet parantavat myös aseman viihtyvyyttä sekä käytettävyyttä kylmällä ilmalla.

Savunpoistopuhaltimet toimivat normaalitilanteessa tunnelin ilmanvaihtopuhaltimina. Aseman alueelle järjestetään tulo- ja poistoilmanvaihto.

3.2.6 Osastointi ja savunhallinta

Asemalta poistuminen tapahtuu alustavasti liukuportaita ja hissejä käyttämällä, sekä tunnelin suuaukkojen kautta.

Aseman kokonaisuutta on täydennetty pohjoispuolen hissien yhteyteen suunnitelluilla osastoiduilla poistumistieportaita. Hissi-porrashuone-paketit ovat samanlaisia ja kokoisia, eivätkä vie laiturialueelta turhaa tilaa. Poistuminen tapahtuu turvallisesti maan pinnalle riittävin etäisyyksin.

3.3 Lohko 3 – Kauppakeskus DIXI:n alue

Lohko 3 (noin PLV 440...480) sijoittuu kokonaan kauppakeskus DIXI:n lähiliikenneterminaalin ja yläkerroksissa sijaitsevan pysäköintilaitoksen alle. Alueen pysäköintilaitoksen alimman kerroksen turvallinen käyttö liikennettä varten voi olla mahdotonta rakentamisen aikana.

3.3.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Tunnelirakenne on käytännössä kokonaan nykyisen kalliopinnan tason alapuolella. Kalliopinta on noin tasolla +13...14. Pohjaveden luontainen taso on noin tasolla +16. Irtomaakerrokset ovat pääosin kitkamaita, mutta paikoin voi olla myös savikerrostumia. Nykyinen maanpinta on noin tasolla +20.

Rakennettavan suihkuinjektointiseinän tulee olla vesitiivis, jonka läpi ei tapahdu pohjaveden virtausta. Työnaikaisista toimenpiteistä ei ole lohkon 3 osalta odotettavissa merkittäviä vaikutuksia pohjaveteen. Suihkuinjektointiseinään tehdään lopputilanteessa pohjaveden virtaukset mahdollistavia reikiä.

3.3.2 Rakentamisen vaiheistus

Lohkon 3 alustavana työnä suoritetaan esikaivu kauppakeskuksen alla. Tämä mahdollistaa paremman työtilan rakentamisen aikana. Esikaivu ulottuu noin 1...1,5 m syvyyteen. Kauppakeskuksen nykyisten pilarilinjoiden ulkopuolelle toteutetaan työnaikaiset tukiseinät suihkuinjektioimalla. Tukiseinät ankkuroidaan ja esijännitetään. Kaivua jatketaan nykyisten pilarianturoiden tason alapuolelle ja tuetaan tarvittaessa nykyiset paalurakenteet työnaikaisesti. Tämän jälkeen pilareille porataan uudet porapaalut tulevan loushintatason alapuolelle ja suoritetaan nykyisten pilarianturoiden manttelointi. Paaluanturoiden kuormat siirretään uusille porapaaluille järeän jälkijännitetyn teräsbetonipalkin välityksellä. Kuormansiirtorakenteen ja jäävän mantteloidun kalliopaaden väli valetaan täyteen betonilla. Kuormansiirtorakenteen valmistuttua, ylemmäs tukeutuneet paalut eivät ole enää rakenneteknisesti ole toiminnassa. Tämän työvaiheen tavoitteena on, että muodonmuutokset (painumat) saadaan pidettyä hyväksyttävissä rajoissa.

Kuormansiirtorakenteiden valmistuttua suoritetaan kaivannon loppukaivu kalliopinnan tasoon saakka. Suihkuinjektointiseinän alaosaan tehdään juuripalkki. Lähtökohtana on, että vanhat käytössä olleet porapaalut jätetään paikoilleen ja anturarakenteen ympärillä oleva kallio irtiporataan tai leikataan loushintasyvyyteen saakka, pilari kerrallaan. Muilta osin kallion irrotus poikkileikkauksessa toteutetaan

tarkkuuslouhintana tai –irtiporauksena louhintatasoon asti. Irrotus toteutetaan lamelleittain, pilari kerrallaan, huomioiden lähiympäristön edellyttämät mahdolliset reunaehdot sallittaville värinääroille. Irtiporaus ja louhinta ulotetaan syvemmälle alueelle sijoittuvan pumppaamon ja altaiden läheisyydessä. Pumppaamo/allastilat sijoitetaan riittävän kauas rakennettavista uusista kuormansiirtorakenteista. Louhintaryöstöjen hallitsemiseksi allaskuopan päädyt louhitaan tarkkuuslouhintana tai irtiporaamalla.

Poistumistieyhteys ja sen edellyttämät tuenta- sekä mahdolliset kuormansiirtorakenteet kauppakeskukseen voidaan toteuttaa lohkon 3 kaivutöiden jälkeen. Kauppakeskuksen alla tuenta on tässä tarkastelussa varauduttu toteuttamaan suihkuinjektoimalla. Asema-alueella kaivanto tuetaan ankkuroiduilla teräsponttiseinillä.

Kulkuyhteysjärjestelyjen tarkennuttua voidaan tarkemmin määrittää tarvittavat toimenpiteet olemassa oleville rakenteille. Uusien liukuporras, hissi ja porrasyhteyksien kaivantojen tuennat toteutetaan lähtökohtaisesti porapaaluseinillä.

Kaivannon valmistuttua tehdään raitiotietunnelirakenteet aiemmin esitetyillä periaatteilla. Raitiotietunnelin teräsbetonirakenteet sijoittuvat tässä kohtaa vallitsevan kalliopinnan tason alapuolelle. Rakenteiden valmistuttua, kaivannon lopputäyttö tulee suorittaa vettä hyvin läpäisevällä kiviainestäytöllä. Täyttötöiden edetessä, moreenikerrostumien kohdalla, suihkuinjektointiseiniin aukaistaan pohjaveden virtauksen mahdollistavia reikiä kaivannon molemmin puolin. Nämä reiät täytetään myöhemmin hyvin vettä johtavalla kiviainestäytöllä. Tämän jälkeen suoritetaan kaivannon lopputäyttö ja laukaistaan jännitykset ankkurien osalta sekä suoritetaan lohkon viimeistelyt.

3.3.3 Poikkileikkaus

Lohkon 3 alueella sijaitsee kolme kauppakeskuksen pilaria, jotka eivät saa siirtyä tai painua rakentamisen aikana. Tämän takia, pilareiden väliin rakennetaan kuormansiirtorakenteet ennen varsinaisia louhintoja. Tämän avulla koko rakennuksen pilarikuorma ja osa rakennettavan kannen kuormista saadaan otettua vastaan. Alkuperäiset paalut ja paalujen alapuolinen kalliopilari säilytetään ja lujitetaan, vaikka alkuperäisen rakenteen ei oleteta kantavan kuormia kuormansiirtorakenteen valmistuttua.

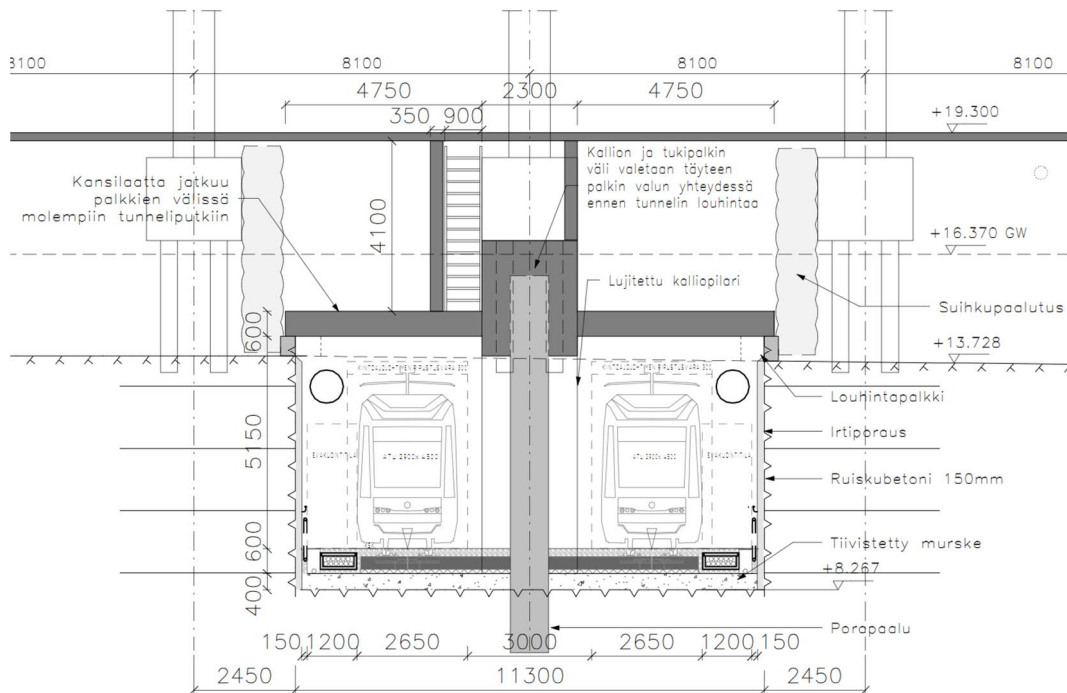
Ratakujan tunnelin alin kohta sijaitsee kauppakeskuksen kohdalla. Tunnelin pumppaamo ja allastilat on siten järkevä sijoittaa Lohkon 3 alueelle. Lähiliikenneterminaalien suuremman jännevälisen alueella ei sijaitse rakennuksen kantavia rakenteita, joten altaat ja pumppaamo esitetään sijoitettavaksi tälle alueelle.

Tunnelin betonikannen ja lähiliikenneterminaalien väliin jää noin kolme metriä korkea tila, kannen rakenneratkaisusta riippuen. Tämä tila voidaan tarvittaessa hyödyntää esimerkiksi tekniikkaa varten. Mikäli tilalle ei ole tarvetta, täytetään alue maakerroksin. Tämän selvityksen aikana tilalle ei ole tarvetta ja se täytetään maakerroksin.

Lopputilanne on esitetty kuvassa 10. Kauppakeskus DIXI:n alla sijaitseva kaksiaukkoinen betoniholvi tukeutuu ulkoseinälinjoilla louhintapalkkeihin tai pilastereihin. Keskeltä betoniholvi tukeutuu edellä kuvattuun kuormansiirtorakenteeseen, pilari-palkki kaistaan tai seinärakenteeseen. Kuvassa 10 on esitetty myös mahdollinen kulkuyhteys kannen alapuolisiin teknisiin tiloihin.



Kuva 9. Alituskohta kauppakeskus Dixin kohdalla



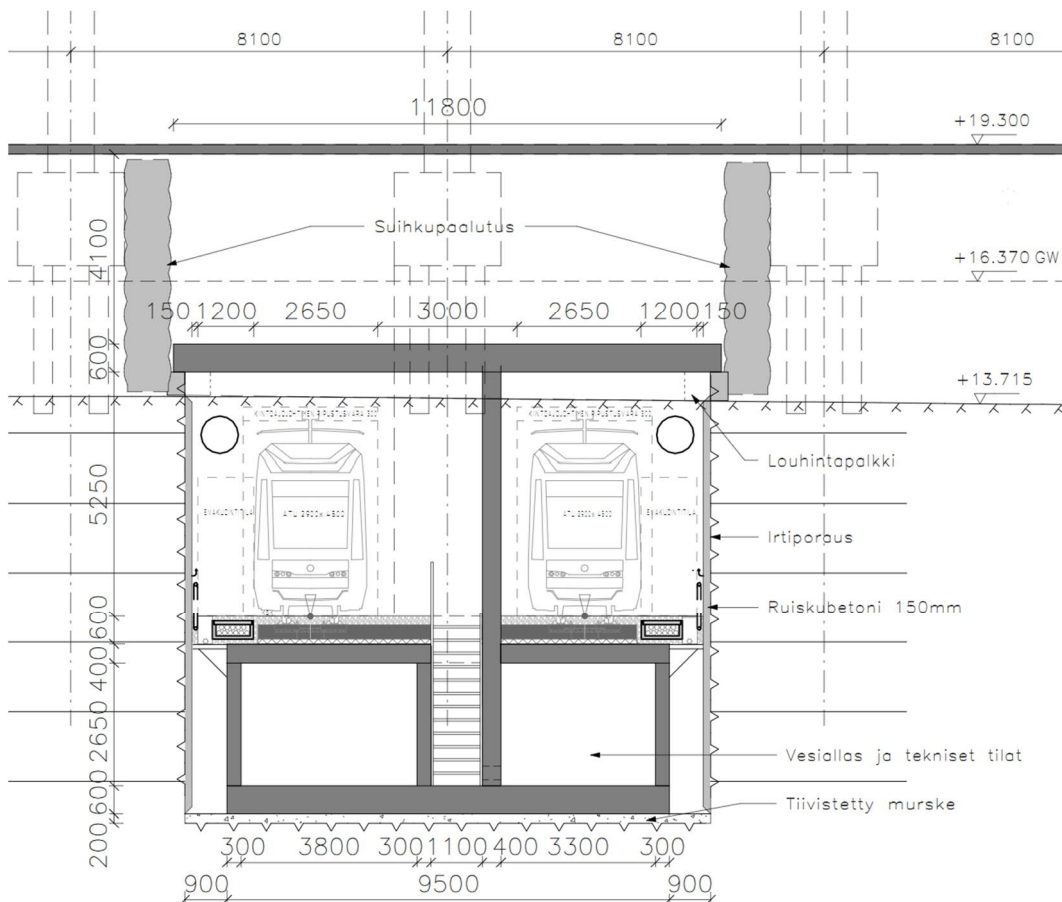
Kuva 10. Dixin alitus PL 464

Tunnelin teräsbetoninen holvirakenne palosuojataan palosuojalevyillä tai erillisellä ruiskubetoniverhouksella, joka mukailee raitiotieaseman holvin muotoa. Selvityksessä esitetty ratkaisu perustuu kustannustehokkaampiin palosuojalevyihin. Kiskot perustetaan louhetäytöllä lepäävän pohjalaatan välityksellä. Tunnelin seinät ovat tiivistettyjä ja lujitettuja kallioseiniä. Vuotovedet johdetaan seiniltä ruiskubetonisalojen kautta tunnelin vedenhallintajärjestelmään ja edelleen

käyttövesialtaaseen. Tunnelin kallioseinät tiivistetään esi-injektoimalla systemaattisesti ennen louhintaa.

3.3.4 Pumppaamo ja allasratkaisut

Lohkon 3 kohdalle, ratatason alapuolelle, rakennetaan pumppaamotila, käyttövesiallas (50 m³) ja varovesiallas (150 m³). Pumppaamon ja teknisten tilojen sijainti poikkileikkauksessa on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Pumppaamon ja teknisten tilojen sijainti poikkileikkauksessa (PL 455)

3.4 Lohko 4 – Ratakuja

Lohko 4 rajautuu Ratakujan kohdalla lännestä hulevesiputken (HV D1000) liitoskohtaan ja idästä kauppakeskus DIXI:iin (noin PLV 360...440). Lohkon 4 alueella, tunnelin molemmilla puolilla sijaitsee asuinrakennuksia ja tunnelin pohjoispuolella on lisäksi Ratakujan pysäköintilaitos. Asuinrakennusten- ja pysäköintilaitoksen käyttö on rakentamisen aikana mahdollista, hyvin suunnitellun työvaiheistuksen avulla. Tunnelin rakentamista ja sijaintia määrittelee vieläkin merkittävimmin kadun keskellä pituussuunnassa kulkeva hulevesiviemäri HV D1000. Pelastusturvallisuus tuo omat haasteensa toteuttajalle rakentamisen aikana.

3.4.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Lohkon 4 osalta tilanne on pitkälti samanlainen kuin loholla 3. Suositeltavaa on, että lohkon 3 pohjarakennustyöt (mukaan lukien kaivannon tukiseinään tehdyt avarrukset) on tehty ennen lohkon 4 pohjarakennustöiden aloittamista.

Kalliopinta on noin tasolla +15...16. Pohjaveden luontainen taso on noin tasolla +15. Maanpinta on noin tasolla +19...20. Irtomaakerrokset ovat pääosin hiekkaa ja hiekkamoreenia. Pohjaveden painetaso on todennäköisesti hyvin lähellä kalliopinnan tasoa jo nykyisinkin. Osuudella ei arvioida olevan merkittäviä pohjaveteen liittyviä haasteita. Maakerrostumissa pohjaveden vedenjohtavuus on todennäköisesti suuri. Kaivantoon jätettäviin tukiseiniin tulee lopputilanteessa harkita tehtäväksi reikiä pohjaveden vapaalle virtaamiselle. Asia tulee tarkentaa jatkosuunnittelun yhteydessä.

3.4.2 Rakentamisen vaiheistus

Rakentamistyöt Kirjastopuiston, Ratakujan ja DIXI:n alueella vaikuttavat toisiinsa. Siten rakentamisen vaiheistusta Ratakujan alueella on tarkasteltava suuremmassa mittakaavassa. Edellytyksenä rakentamistoimenpiteille Ratakujalla on Lohkolla 5 Tikkuparkkiin ja hulevesiputken uuteen yhdyskaivoon liittyvien rakentamistoimenpiteiden valmistuminen. Kun lohkon 4 rakennustyöt mahdollistavat työt on tehty edeltävällä lohkolla, voidaan rakentaminen aloittaa Ratakujan alueella. Ratakujan alueen vaiheistusta on kuvattu tarkemmin liitteessä 4.

Pohjarakennustöiden osalta tehdään tarvittavat johtosiirrot. Alueella sijaitseva teleoperaattorin laitetilä ja laitetilasta lähtevä suuri määrä johtoja edellyttää tarkkaa johtosiirtojen suunnittelua. Johtosiirtoja on tehtävä monessa vaiheessa.

Ratakujan pohjoispuolella sijaitsevan pysäköintilaitoksen maanpaineisinä on kallionvarainen, eikä tarvitse tuentaa tehtävien kaivutöiden aikana. Ratakujan pohjoispuolella sijaitsevan rakennuksen kohdalle toteutetaan vesitiivis suihkuinjektointiseinä. Lisäksi Ratakujan eteläpuolen kiinteistöjen kohdalle kaava-alueen rajaan asennetaan ankkuroitava porapaaluseinä, jonka ankkurit joudutaan ulottamaan rakennuksen kellaritilojen alle. Erittäin ahtaassa kujassa tarvittavien rakenteiden toteuttaminen on muuten hyvin hankalaa. Ratkaisu on toteutettava siten, että kellaritilat ovat vesitiiviit työn aikana ja lopputilanteessa. DIXI:n alle toteutettava suihkuinjektointiseinä jatkuu Ratatien yli ja liittyy vesitiiviisti Ratakujan kaivannon tuentoihin.

Ratatien tulee olla katkaistuna työn aikana. Ensimmäisessä Ratakujalla tehtävässä työvaiheessa toteutetaan Ratatien alle sijoittuvan lohkon louhinnat, betonirakenteet ja kannen päälle tuleva uusi HV D1000 yhdyskaivo. Samanaikaisesti rakennetaan lohkolla 5 hulevesilinjan liityntäkaivo ja betonitunnelin osuus, jolla hulevesilinja ylittää tunnelin. Kun edellytykset uuden hulevesilinjan rakentamiselle Ratakujan kohdalla on luotu hulevesiputken liitosten alueella, voidaan aloittaa maanrakennustyöt tunnelin eteläpuolella. Tunnelin kansirakenne toteutetaan kahdessa osassa.

Mikäli jatkosuunnittelun yhteydessä todetaan esim. pohjavesien hallinnan tai johtorakenteiden kannalta tarpeelliseksi tehdä Ratatien kohdalla tuentaratkaisu, joka on käytännössä helpommin poistettavissa työn valmistuttua, voidaan tällä kohtaa tuenta toteuttaa ankkuroitavalla teräsponttiseinällä. Edellä oleva suositellaan selvitettäväksi jatkosuunnittelun yhteydessä.

Kaivannon tuentatyöt aloitetaan eteläsivun esikaivulla tuentaseinän ankkurointitasolle, jonka jälkeen suoritetaan ankkuroinnit. Kaivumassat viedään pois valmiiden lohkojen 1...3 kautta Tikkurilantien suuntaan. Ankkurien jännitystyön jälkeen voidaan suorittaa kaivannon loppukaivu, louhinta kannen perustamistasolle, kallion tiivistäminen sekä louhintapalkkien teko suihkuinjektointi- ja porapaalutukiseinien juureen. Louhintapalkit ovat osa lopullista laattarakennetta kansilaatan valmistumisen jälkeen.

Kallioleikkauksen louhinta toteutetaan irtiporauksena ja tarkkuuslouhintana. Tässä yhteydessä tehdään myös mahdolliset pohjaveden virtauskanaalien louhinnat tunnelipoikkileikkaukseen, mikäli myös Ratakujan kohdalle tarkentuvien pohjaveden virtausmallien kautta sellaiset todetaan tarpeellisiksi. Louhintojen osalta tulee huomioida mahdolliset lähirakennusten asettamat reunaehdot tärinäarvoille (muun muassa teleoperaattorin rakennus Ratakujalla). Kaivannon valmistuttua toteutetaan tunnelirakenteet tyypipoikkileikkauksen periaatteiden mukaisesti. Betonitunnelin työsaumaan ulottuvien rakenteiden rakentamisen jälkeen työnaikainen tunnelin pituussuunnassa kulkeva ponttiseinä siirretään rakennetun osuuden päälle, suoritetaan eteläsivun täyttötööt vettä hyvin johtavalla materiaalilla ja osittaiset johtosiirrot. Betonirakenteiden valmistuttua voidaan vanha hulevesilinja siirtää kulkemaan uutta reittiä.

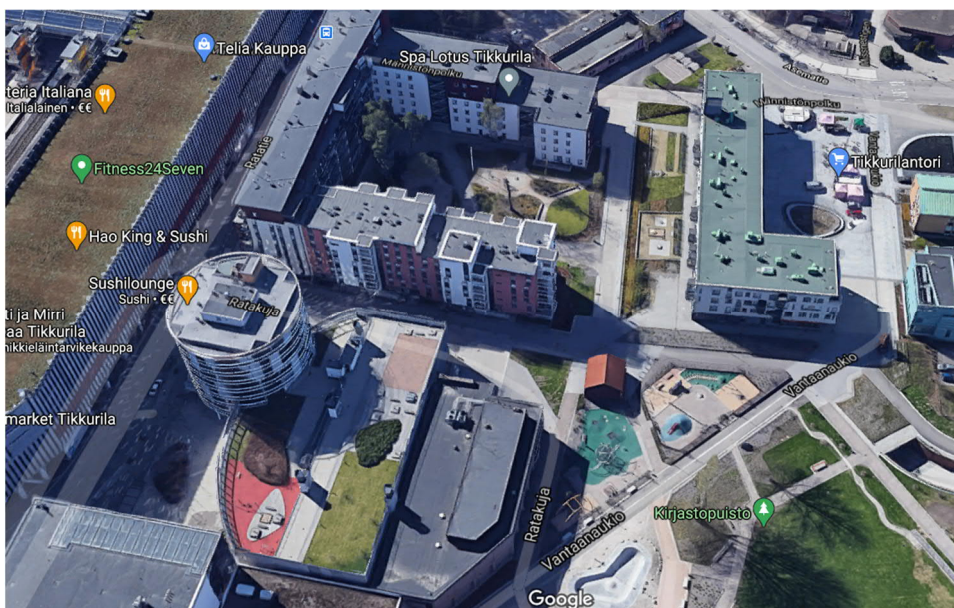
Vanhan hulevesilinjan käytöstä poistamisen jälkeen rakennetaan vastaavasti tunnelin pohjoinen sivu siirretyn työnaikaisen ponttiseinän pohjoispuolella. Tunnelin betonirakenteet toteutetaan kokonaisuudessaan irrotetun kalliolouheen varaan. Betonirakenteiden valmistuttua voidaan putkijohdot ja kadun rakenteet palauttaa. Irrotettu kivi viedään pois tunnelia pitkin. Tunnelin lujitustyöt ja muu rakentaminen tehdään loppuun tunnelista.

3.4.3 Poikkileikkaus

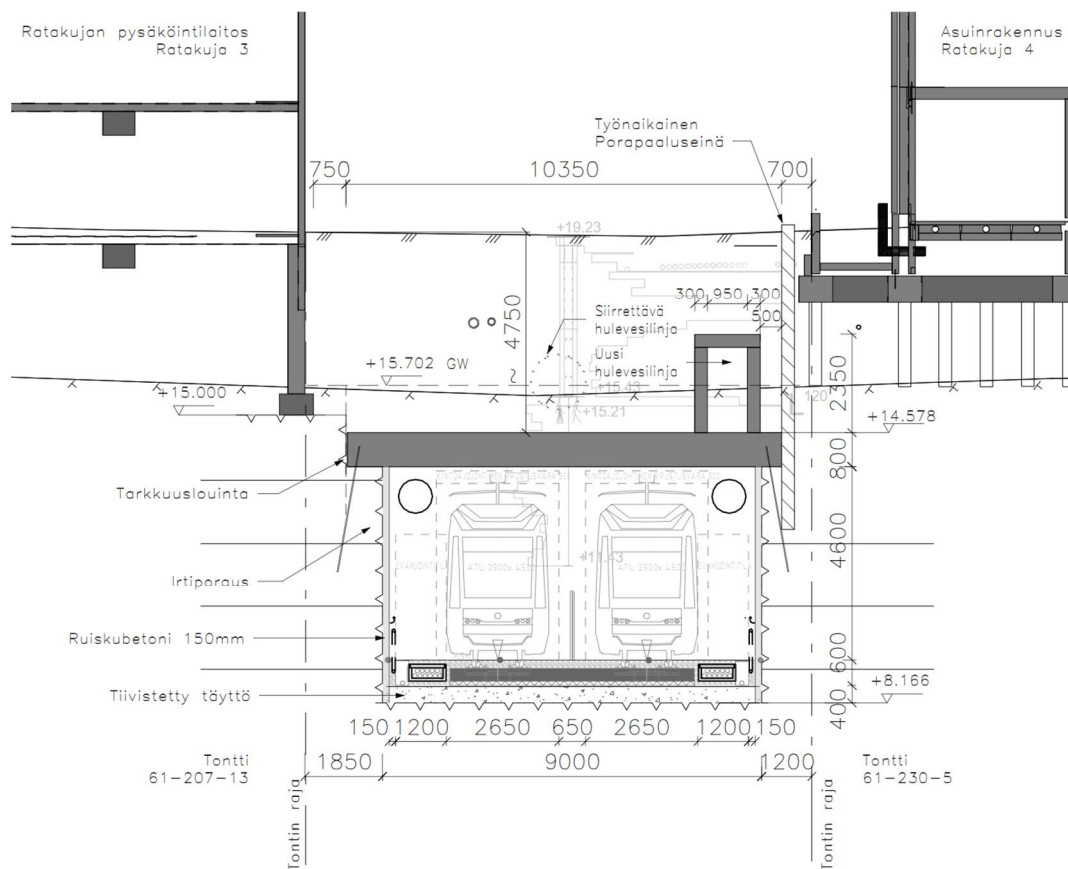
Lopputilanteen leikkaus on esitetty kuvassa 14. Hulevesiputken (HV D1000) toiminnan säilyttämisen mahdollistava rakentamisen vaiheistus on esitetty tarkemmin liitteessä. Ratakujalla tunnelin teräsbetoniholvi tukeutuu louhintapalkkien välityksellä kalliokaivannon seiniin. Lopputilanteessa hulevesiviemäri kulkee tunnelin kannen päällä kulkevassa rakenneaineisessa hulevesikanavassa. Tunnelin kannen korkoaseman tarkennuttua, voidaan osa rakenneaineisesta kanavasta mahdollisesti korvata betoniputkella. Mikäli rakennettava uusi hulevesikanava toteutetaan rakenneaineisena, huolehditaan pohjaveden vapaasta liikkumisesta alueella riittävän kanavan alapuolelle tehtävin virtausyhtein.



Kuva 12. Ratakuja kesäkuussa 2020 kauppakeskus DIXI:stä kuvattuna



Kuva 13. Ilmakuva alueesta Googlen palvelusta. Ratakuja kuvan keskellä.



Kuva 14. Poikkileikkaus Ratakujan kohdalla (~PL380)

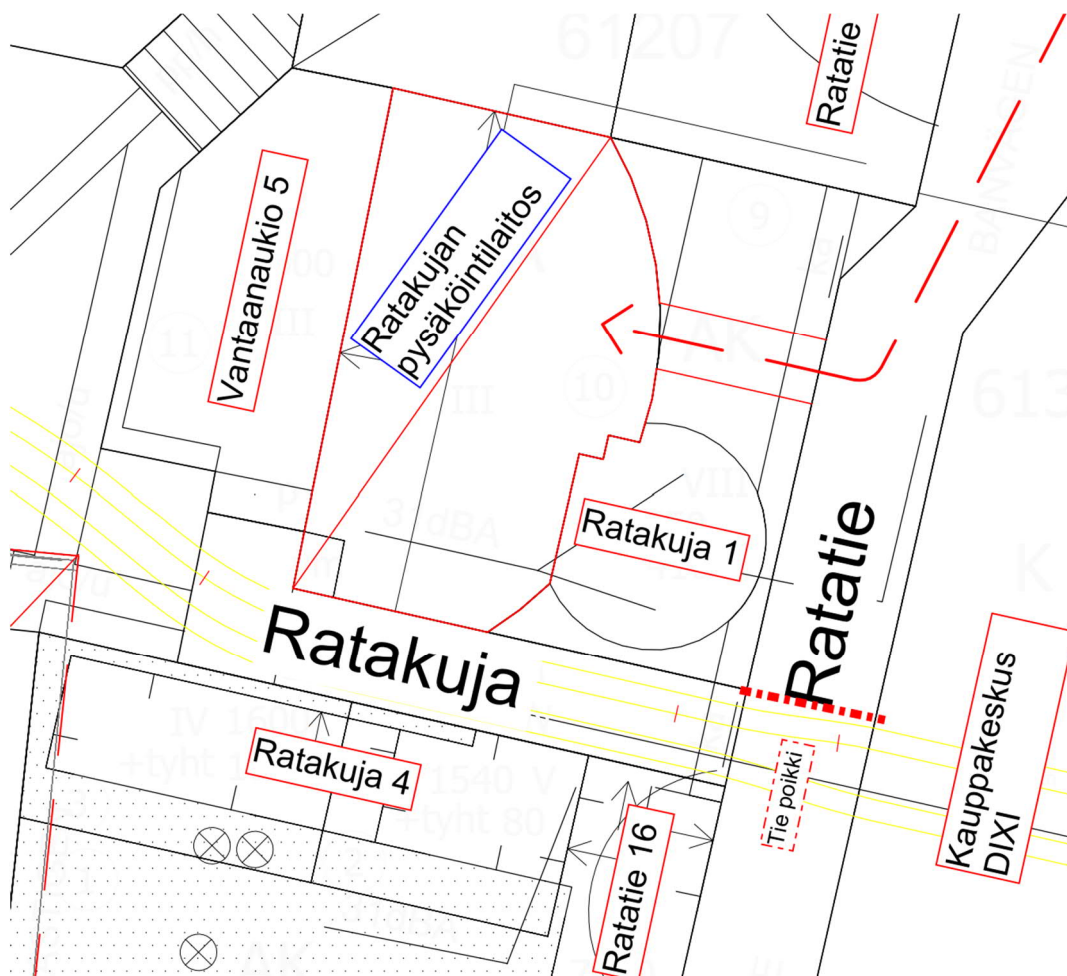
Tunnelin teräsbetoninen holvirakenne palosuojataan palosuojalevyin tai muulla rakenteellisella palosuojausmenetelmällä. Kiskot perustetaan louhetäytöllä lepäävän pohjalaatan välityksellä. Tunnelin seinät ovat tiivistettyjä ja lujitettuja kallioseiniä. Vuotovedet johdetaan seiniltä ruiskubetonisalojien kautta tunnelin vedenhallintajärjestelmään ja edelleen lohkolle 3 sijoitettavaan pumppaamoon. Tunnelin kallioseinät tiivistetään ennen louhintaa esi-injektoimalla systemaattisesti.

3.4.4 Pelastautuminen rakentamisen aikana

Ratakuja 1,2,4 rakennusten henkilökulku on mahdollista toteuttaa poikkeusjärjestelyin rakentamisen aikana. Rakentaminen on mahdollista toteuttaa siten, että pelastuslaitoksella on pääsy Ratakujan kautta kiinteistöille rakentamisen aikana. Mikäli pelastuslaitoksen pääsyä ajoneuvoin Ratakujalle ei voida järjestää, on pelastautuminen mahdollista järjestää esimerkiksi parvekkeiden kautta rakennustelinein. Ratakuja 2-4 kulku ja huolto on mahdollista sisäpihan kautta. Ajoneuvoliikenne Ratakujan läpi ei ole mahdollinen rakentamisen aikana.

3.4.5 Ratakujan asukaspysäköinti

Ratakujan pysäköintilaitokseen on järjestettävissä työnaikainen kulkureitti Ratatien kautta. Kulkuyhteyden toteutuksessa huomioidaan pelastuslaitoksen nostopaikkojen sijainnit. Kuvassa 15 on esitetty luonnostasoinen esitys ajoyhteydensijainnille. Esityksessä rakennetaan ramppi, jonka kautta ajoneuvot nousevat sisään pysäköintilaitokseen. Rampissa huomioidaan pelastuslaitoksen vaatimusten lisäksi talvikunnossapito. Rakentamisen jälkeen pysäköintilaitoksen julkisivu ennallistetaan.



Kuva 15. Työnaikainen ajoyhteys Ratakujan pysäköintilaitokseen

3.5 Lohko 5 – Tikkuparkki

Lohkon 5 (PLV 210...360) kohdalla linjaus alkaa Lummekujan loppupäästä ja kulkee Kirjastopuiston sekä Tikkuparkin välistä Ratakujaa kohden.

3.5.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Lohkon 5 itäpään kohdalla ollaan vielä kalliokynnyksen alueella, mutta länsiosa leikkautuu tarkastellulla tasauksella irtomaakerrostumiin. Kalliopinta vaihtelee noin tasolla +7...15 nousten itäsuuntaan. Lohkon 5 osalta leikkaudutaan koko osuuden osalta vettä hyvin johtaviin kerrostumiin, jotka ovat paikoin paksuja hiekka- ja sorakerrostumia. Yläosassa on verraten ohuita siltti- ja savikerrostumia. Lohko on pohjaveden hallinnan kannalta arvioitu haasteelliseksi. Maanpinta on noin tasolla +18. Pohjaveden painetaso on noin tasolla +15. Lähtökohtaisesti lohko 5 tulee olla samankaltaiset toimenpiteet pohjaveden hallinnan kannalta kuin lohko 1. Kaivanto tulee pyrkiä saamaan mahdollisimman tiiviiksi ja varautua pohjaveden työnaikaiseen imeyttämiseen. Radan osalta tullaan leikkautumaan alemmaksi kuin Tikkuparkin rakenteet, tämä tulee huomioida jatkosuunnittelussa.

3.5.2 Rakentamisen vaiheistus

Rakentamisen vaiheistus Tikkuparkin kohdalla on kuvattu tarkemmin liitteessä. Tikkuparkin nykyinen jalankulun kuiluyhteys ja viereiset tekniset tilat, on siirrettävä tunnelin toteuttamiseksi. Myös Tikkuparkkiin johtava ajoyhteys on purettava ja mahdollisesti palautettava tunnelin rakentamisen vuoksi.

Lohkon 5 länsipäädyn poikkileikkaus vastaa lohkon 6 teräsbetonisen rengaskehän rakennetta. Lohkon 5 itäpäässä poikkileikkaus yhtyy Lohkon 4 Ratakujan poikkileikkaukseen. Lohko 5 on poikkileikkauksen osalta lähes kokonaan siirtymäaluetta lohkojen 6 ja 4 poikkileikkaustyyppien välillä. Betoninen rengaskehä toteutetaan PLV 210...320. Betoninen rengaskehä viedään kiinni kallioon poikkileikkaustyyppien liitoskohdassa (PL 320). Vierekkäisten lohkojen sauman vesitiiveyteen kiinnitetään erityistä huomiota toteutettavassa ratkaisussa.

PLV 320...360 tunnelin eteläseinä perustetaan kallion varaan. Pohjoisseinän holvilaatta tukeutuu suoraan louhintapalkin varaan, joka on tunnelin louhinnan kannalta välttämätöntä. Tunnelin pohjoisseinä on lujitettua ja irtiporattua kalliota. Kyseisellä osuudella ei ole pohjalaattaa. Tästä johtuen, kallioon rajautuvan tunnelin holvin ja seinän liitosten on oltava vesitiiviitä. Tunnelin pohja on esi-injektoitava systemaattisesti ennen louhintoja. Lohkon 4 läpi kulkeva HV D1000 hulevesiviemäri ylittää tunnelin lohkon 5 itäpäässä. Lohkon 4 vaiheistuksen toteuttamiseksi, hulevesiviemäriin liittymälohko on rakennettava kokonaan valmiiksi ennen kuin Lohkojen 5 ja 4 eteläseiniä vaiheistusrakennetta voidaan alkaa toteuttamaan. Tunnelin pohjoispuolelle on rakennettava teräsbetoninen kaivo hulevesiviemäriin siirtämiseksi. Lohkon 4 alueella hulevesiputken liitoskohdasta itään, tunneli toteutetaan soveltaen lohkolle 4 kuvattua vaiheistusta.

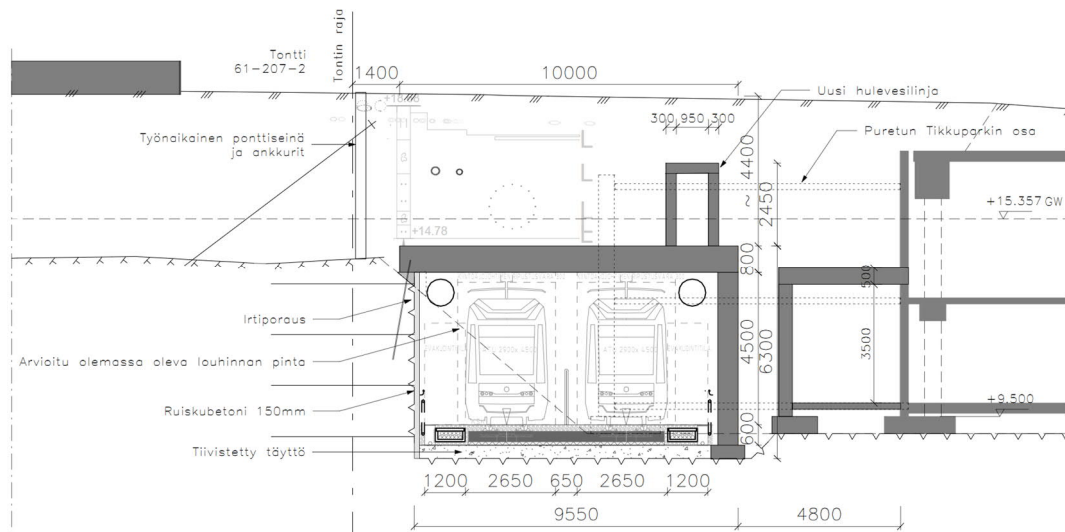
Lohko 5 sijaitsee käytännössä kokonaan kirjastopuiston alueella. Alueella on puustoa, jotka on pyrittävä säilyttämään. Puisto poistuu käytöstä rakennustöiden ajaksi. Mikäli työnaikainen ajoluiska voidaan tehdä noin PL 260 kohdalta Kirjastopuiston suuntaan, voidaan ratkaisulla saavuttaa työmaalogistisia etuja lohkoja 5 ja 6 rakennettaessa. Puuston osittaiselta kaatamiselta ei voida tunnelin rakentamisen aikana välttyä, sillä osa vanhoista puista sijaitsee tunnelilinjalla tai sen välittömässä läheisyydessä. Etenkin Tikkuparkin kohdalla sijaitsevan pohjoisen poistumistieyhteyden rakentamisen yhteydessä käytettävillä kaivannon tuentaratkaisulla on vaikutusta puuston säilyttämisen edellytyksiin.

Lohkon 5 työnaikainen kaivanto toteutetaan ankkuroiduilla teräsponttiseinillä. Pohjoisen poistumistieyhteyden toteutuksessa varaudutaan porapaaluseiniin puuston säilyttämiseksi.

3.5.3 Poikkileikkaus

Lohkon 5 itäpäässä tunnelin rakenneratkaisu on lähes yhtenevä Lohkon 4 rakenneratkaisun kanssa. Lohkon 5 itäpäässä, eteläpuoleisella seinällä ei ole kalliohyllä, joten eteläseinää varten tehdään tarvittava syvennyslouhintaa ja seinä perustetaan kallion varaisena. Paineellisen pohjaveden vuoksi, seinän ja kallion liitos on oltava vesitiivis. Tunnelin holvi on yksiaukkoinen teräsbetonilaatta, joka liittyy jäykästi reunoilta eteläiseen seinään ja pohjoiseen louhintapalkkiin. Noin PL 320 sijaitseva lohko toimii liittymälohkona siirrettävälle hulevesiviemäriin. Tämä lohko on toteutettava kokonaisuudessaan jo ennen lohkon 5 itäpään ja lohkon 4 vaiheittaista rakentamista. Lohkon 5 alueella on suurella todennäköisyydellä tehty louhintatöitä Tikkuparkin rakentamisen yhteydessä. Louhintatyön laatu ja laajuus voivat vaikuttaa

käytettävään rakenneratkaisuun jatkosuunnittelussa. Lohkon 5 kallioon rajoittuvat pinnat injektoidaan systemaattisesti ennen louhintoja.



Kuva 16. Poikkileikkaus PL340

PL320 lohkoa länteen poikkileikkaus muuttuu pohjalaatalliseksi teräsbetoniseksi rengaskehäksi.

3.5.4 Tikkuparkin muutokset

Tikkuparkin koillisnurkkaa tulee purkaa raitiotietunnelin tieltä. Tällöin alueen toiminnot siirretään kohdan länsipuolelle. Maanpinnalla olevassa rakennuksessa ovat tällä hetkellä hissi- sekä porrashuonekuilu. Rakennuksen seinistä otetaan raitisilmaa pysäköintihalliin.

Uudessa porrashuone- hissikuilupaketissa on samat puretut toiminnot. Porrashuoneeseen liitytään tunnelin poistumistien kautta. Maanpäällinen rakenne toteutetaan kuilujen päälle, joten vanha purettu rakennus siirtyy tarpeellisen mitan länteen päin.

Tunnelin poistumistiet ovat molemmilta raiteilta omiin suuntiinsa. Pohjoispuolen poistumistie toteutetaan portain Tikkuparkin uuden kuilun kautta. Kulku on mahdollista toteuttaa suoraan maan pinnalle erilliseen rakennukseen. Mikäli poistuminen toteutetaan Tikkuparkin uuden kuilun kautta, rakennetaan tunnelin holvin ylittävä poistumistiekäytävä. Tunnelin rakennettavuusselvityksen yhteydessä laadittu kustannusarvio perustuu tunnelin ylittävään käytäväratkaisuun.

Parkkihallin koillisnurkasta purettu sprinklerikeskus pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle alkuperäistä sijaintia.

Purettu porrashuoneen kohdalle rakennetaan uudet maanpainerakenteet tunnelin rakentamisen yhteydessä. Olemassa olevien pysäköintilaitoksen suunnitelmien perusteella rakennuksen tasorakenteet ovat itsenäisiä, eivätkä ne ole kiinni laitoksen ulkokuoressa. Tämän vuoksi pysäköintilaitoksen kuilun purkaminen ei aiheuta ongelmia laitoksen kokonaisvakauden näkökulmasta. Ennen kuilun purkamista, kallio on paljastettava laitoksen pohjoispäädystä maanpaineen poistamiseksi.

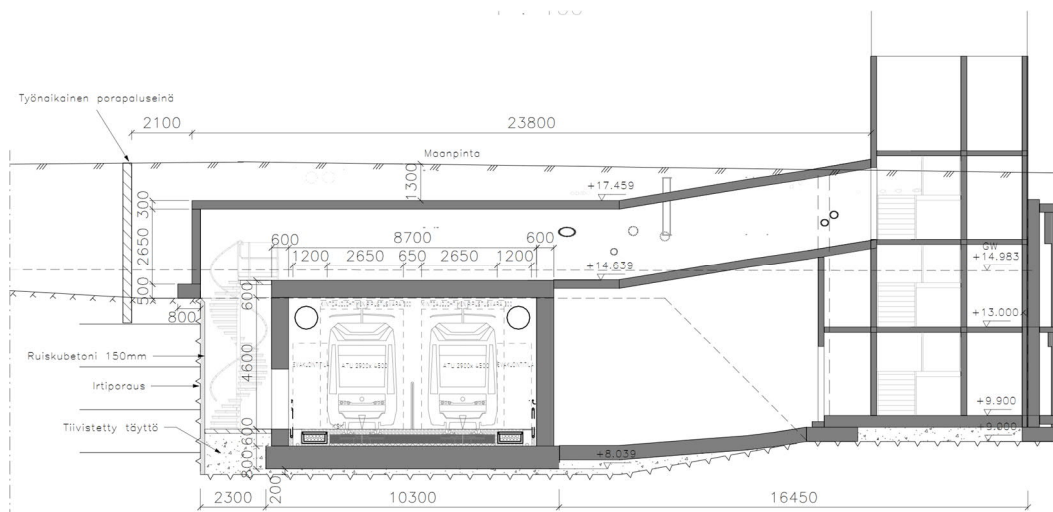
Tikkuparkkiin johtava ajoneuvoramppi on purettava ja ennallistettava työn aikana. Rakennettavuusselvitystä kirjoitettaessa työaikaista kulkua pysäköintilaitokseen on

esitetty suunnitteilla olevan Kielotie 13 kiinteistön kellarikerroksen kautta. Pysäköintilaitos voidaan suurella todennäköisyydellä pitää lyhyttä katkoa lukuun ottamatta käytössä rakentamisen aikana.

Lohkon 5 alueelle sijoitetaan mahdollisesti raitiotien sähkönsyöttötila. Kyseinen tila voisi sijaita esimerkiksi puretun porrashuoneen kohdalla tai rakennettavan uuden poistumistien yhteydessä. Muuntajien haalaus ja rakennuksen arkkitehtoninen ilme on huomioitava tilaa palvelevaa rakennusta toteutettaessa. Alustava tilavaatimus sähkönsyöttötilalle on noin 100 m².

3.5.5 Pelastautuminen

Kuvassa 17 on esitetty Tikkuparkin kohdalle sijoittuvan poistumistieyhteyden järjestelyt. Pohjoisesta tunnelista poistutaan porrasyhteyden kautta joko suoraan maanpinnalle (ei esitetty kuvassa) tai Tikkuparkin uuden poistumistiekuilun kautta maanpinnalle.



Kuva 17. Poikkileikkaus PL300 (pohjoinen poistumistie)

3.6 Lohko 6 – Lummekuja ja Kielotien alue

Lohkon 6 (PLV 0...210) alueella teräsbetonisena putkena toteutettava tunneli nousee Lummekujan kautta kääntyen etelään kohti Kielotietä. Rakentaminen tulee aiheuttamaan merkittävää häiriötä Lummekujalle ja Kielotielle. Kielotien tulee todennäköisesti olla osan aikaa suljettuna liikenteeltä, rakentamistöiden aikana. Työmaa-alueen minimileveyden pitäisi olla käytännössä vähintään 20 m poikkileikkaussuunnassa. Alueelle on järjestettävissä kiertotie, joten katu voidaan sulkea työn ajaksi. Lummekujan sulkemista ei voida välttää rakentamisen aikana, mutta haitan suuruutta voidaan hallita rakentamisen vaiheistuksella.

Kielotielle sijoittuvan kaukalarakenteen kaventaminen ei ole pelastuslaitoksen kanssa käytyjen keskustelujen perusteella mahdollista.

Selostusta kirjoitettaessa Kielotie 13 tonttia kehittää Lehto ja Kielotie 15 rakentajaksi on valittu Peab. Osoitteet sijaitsevat molemmin puolin Lummekujaa. Uudet rakennukset ovat suurella todennäköisyydellä valmistuneet, tunnelin rakentamisen alkaessa.

3.6.1 Pohjaolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Kairauksia ei ole lohkon 6 osuudelta kovin paljon, mutta niiden perusteella vettä johtavat kerrostumat ulottuvat noin tasolle +10. Esitetyllä tasauksella noustaan tämän yläpuolelle Lummekujan ja Kielotien liittymän läheisyydessä. Kalliopinnan arvioidaan yleisesti olevan noin tasolla +5...+7. Vanhojen siipikairausten perusteella savikerrostumien suljettu leikkauslujuus on yli 10 kPa. Savikerrostumien paksuus on noin 5...7 m. Pohjaveden painetaso on lohkolle 6 noin tasolla +14...15. Maanpinta on noin tasolla +17...18. Lohko 6 arvioidaan myös pohjaveden hallinnan kannalta edellä mainitusta syystä haasteelliseksi. Jatkosuunnittelun yhteydessä suositellaan harkittavaksi lohkon 6 jakamista alilohkoihin pohjaveden hallinnan helpottamiseksi työn aikana. Pohjaveden osalta lohko 5 mainitut toimenpiteet ulottuvat osin myös lohkolle 6. Jatkosuunnittelun yhteydessä suositellaan myös harkittavaksi koepumppausjärjestelyä lohkojen 5 ja 6 alueilla.

3.6.2 Rakentamisen vaiheistus

Rakentaminen edellyttää kaukolämpölinjojen ja muiden putkijohtojen siirtoja useaan kertaan rakentamisen aikana. Tunnelin loppuosa voidaan toteuttaa osittain kaukalorakenteena, kun hulevedet ja talviolosuhteet otetaan huomioon. Maanpintaan nousevat rakenteet on mitoitettava ajoneuvon törmäyskuormalle. Ajoneuvon suistuminen kaukaloon estetään rakenteellisilla ratkaisulla.

Kaivanto toteutetaan ankkuroituna teräsponttiseinänä. Viimeisimpien kaavatarkastelujen perusteella rakenteet on mahdollista toteuttaa ahtaasta katukäytävästä huolimatta. On kuitenkin erityisen suositeltavaa, että Lummekujalle ja Kielotien liittymän kohdalle asennetaan teräsponttiseinä ennakkoon raitiotien työaikaista kaivantoa varten, nyt rakenteilla olevien rakennusten rakentamisen yhteydessä. Teräsponttiseinä mitoitetaan rakenteellisesti valmiiksi siten, että kaivutyöt voidaan myöhemmin suorittaa sen sisäpuolelta raitiotiehankkeen toimesta. Kirjoitushetken tietojen perusteella ainakin Kielotie 13 osalta edellä mainittu teräsponttiseinä jäisi paikoilleen raitiotien valmistuttua. Paikka on erittäin ahdas ja haastava teräsponttiseinän rakentamiselle sen jälkeen, kun nyt rakenteilla olevat kiinteistöt ovat valmistuneet. Mikäli teräsponttiseinän rakentaminen jää myöhemmälle, aiheutuu tästä ylimääräisiä kustannuksia.

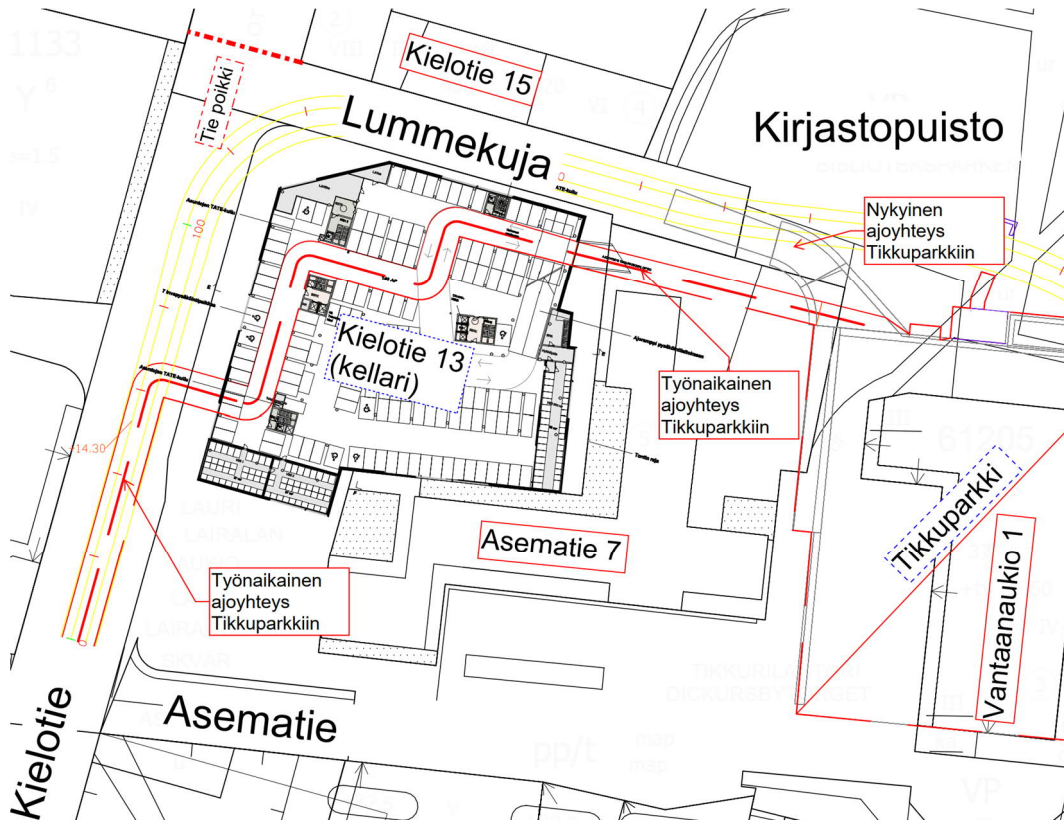
Rakenne perustetaan paalujen varaisena. Paalujen vähimmäispituutena on pidetty 2,5 m. Kalliopintatiedon tarkentuessa paaluperustuksen käytettävyys tarkastetaan. Tässä selvityksessä on oletettu, että koko lohko on perustettu paaluille.

Lohkot mitoitetaan siten, että rakenteen massa kumoaa nostevaikutuksen, niin tunnelin kuin kaukalon alueella. Noste on huomioitava rakentamisen aikana ja on mahdollista, että ankkurointia tarvitaan. Kielotien rakenteiden osalta on pitäydytty aiemman vaiheen pohjanvahvistusratkaisussa (syvästabilointi, WSP Finland Oy).

3.6.3 Pysäköintijärjestelyt Lohkon 6 alueella rakentamisen aikana

Ajoyhteys Tikkuparkkiin on oletettu kulkevan lopputilanteessa Lummekujan kautta. Tunnelin taseaus mahdollistaa Tikkuparikin ajoyhteyden palauttamisen alkuperäiseen sijaintiin tunnelin rungon valmistuttua. Ajoyhteys Tikkuparkkiin voitaneen toteuttaa Kielotie 13 tontin kellarikerroksessa olevan pysäköintilaitoksen kautta. Tämä ajoyhteys edellyttää puuston kaatamista uuden yhdystunnelin kohdalta. Kielotie 13 rakentamisen yhteydessä toteutettava yhdystunnelin toteutettavuutta ei ole tarkasteltu tämän selvityksen yhteydessä. Työn aikainen ajoyhteys edellyttää Ratakujan tunnelin kaukalorakenteen toteuttamista Kielotie 13 kellarin tasolle ja väliaikaista poikittaista

yhteyttä Ratikkatunnelin kaukalon ja Kielotie 13 rakennuksen välille. Mikäli vaihtoehtoista reittiä Kielotie 13 kellariin ei löydetä, on Ratakujan tunnelin rakenteet toteutettava Lummekujan kohdalla Kirjastopuiston työnaikaisen kaivannon kautta. Kielotien kaukalon käyttäminen työmaaliikenteeseen ja pysäköintiliikenteeseen samanaikaisesti ei ole mahdollista. Luonnos Tikkuparkkiin ja Kielotie 13 johtavasta ajoyhteydestä on esitetty kuvassa 18. Kielotie 13 huoltopiha ei ole käytettävissä esitetyssä vaihtoehdossa. Tavarantoimitukset on toteutettava tunnelin rakentamisen aikana pienemmillä ajoneuvoilla rakennuksen kellarin kautta.

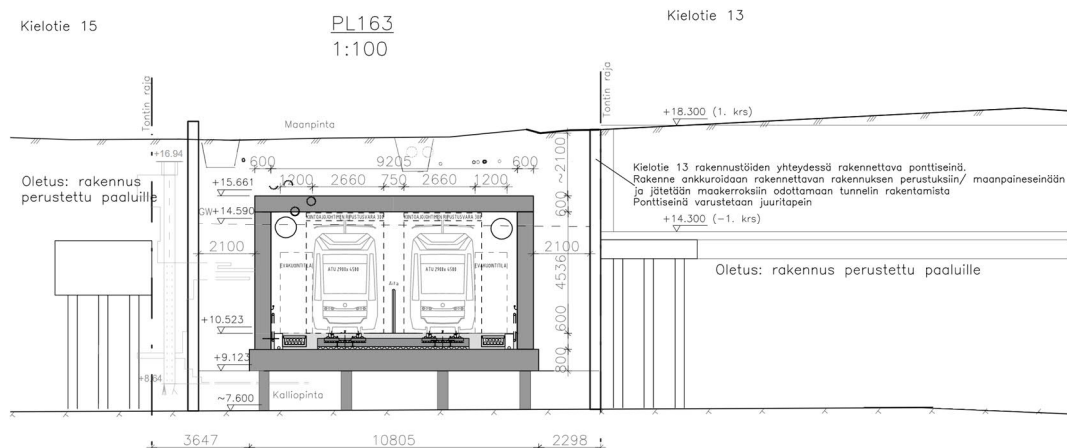


Kuva 18. Esitys työnaikaisesta yhteydestä Kielotie 13 ja Tikkuparkin pysäköintilaitoksiin

3.6.4 Poikkileikkaus, betonitunneli

Lohkon 6 betonitunneli vastaa ratkaisultaan pääosin lohkon 1 yhteydessä esitettyä rengaskehää. Rengaskehän vapaa leveys vaihtelee alueella sijaitsevan kaarteeseen tilatarpeesta johtuen. Vapaa leveys on noin 9,2 m.

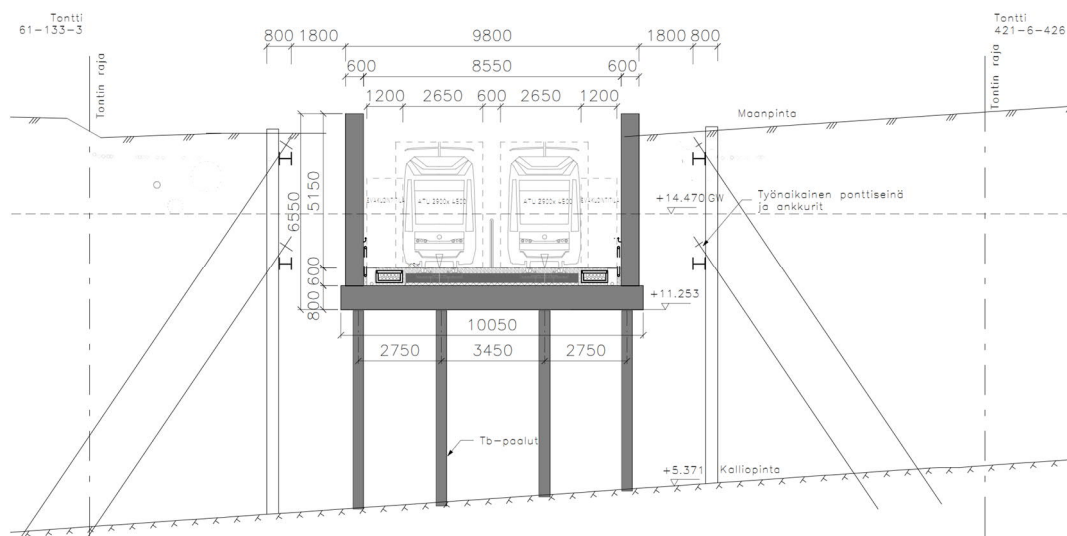
Rengaskehän seinät (paksuus 0,6 m), kansirakenne (paksuus 0,6 m), ja pohjalaatta (paksuus 0,8 m) valetaan vesitiiviistä betonista. Rengaskehän ulkovaippa varustetaan vedenpaine-eristeillä. Kansi- ja seinärakenteen sisäpinta varustetaan mekaanisesti irrotettavilla palonsuojalevyillä.



Kuva 19. Poikkileikkaus PL163 (Lummekuja)

3.6.5 Poikkileikkaus, betonikaukalo

Betonikaukalo-osuus toteutetaan tuetussa ponttikaivannossa vesitiiviistä teräsbetonista. Betonirakenteen vesitiiviys varmistetaan ulkopuolisilla vedeneristeillä. Taivaalle avointa poikkileikkausta ei varusteta palonsuojalevyillä. Kaukalon tilamitoituksessa on huomioitu keskiaidan ja evakuointitilojen tilavaatimukset.



Kuva 20. Betonikaukalo PL 80

4 Käyttö

4.1 Kulkuyhteydet ja esteettömyys

Tunnelin kulkuyhteydet ja esteettömyys täydennetään jatkosuunnittelun yhteydessä.

4.2 Varustelu

Tunnelin varustelu täydennetään jatkosuunnittelun yhteydessä.

4.3 Pelastustoiminta

4.3.1 Paloturvallisuus

Tunnelit ja raitiotieasema tulkitaan rakennukseksi. Rakennukset ovat erityiskäyttöisiä, pääosin maanalaisia rakennuksia, joiden palotekniset ratkaisut perustuvat erityissuunnitteluun.

Rakennukset tehdään paloluokkaan P0 (P1) Ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 mukaisesti. Tässä otetaan huomioon maanalaisen aseman määrittely rakennukseksi.

Paloluokan soveltamisesta sovitaan vielä tarkemmin paloviranomaisen kanssa. Kohteen poikkeuksellisen pienen todellisen palokuorman huomioiminen tarvittavissa laskelmissa ja suunnitelmissa on perusteltua.

4.3.2 Hätäpoistumisreitit

Poistumisreitit toteutetaan asetuksen 848/2017 mukaisesti. Poistumisreittiopasteet ja poistumisreittivalaistus toteutetaan vallitsevien määräysten mukaisesti.

Poistumisreittien mitoituksessa käytetään henkilömäärää, joka vastaa 2,5 x ratikan maksimikapasiteettia. Henkilömäärä määrittää poistumisteiden yhteenlasketun vähimmäisleveyden. Suurin teknisesti mahdollinen poistuvien henkilöiden määrä on 360 henkilöä, käytännön mitoitusarvona käytetään alustavasti 250 henkilöä.

Maanalaisen raitiotiepysäkin poistumisteinä käytetään asemalta portaita, hissejä sekä liukuportaita. Yksi hisseistä varustetaan palomieskäyttöä varten. Tulipalotilanteessa liukuportaiden toiminta voidaan keskeyttää alaspäin menevien portaiden osalta.

4.3.3 Hyökkäysreitit

Pelastuslaitoksen hyökkäysteinä käytetään normaaleita aseman kulkureittejä mukaan lukien palomieshissiiä. Myös tunneleiden kulkuaukkoja ja Tikkuparkin henkilökuilua on mahdollista käyttää pelastuslaitoksen kulkuteinä.

4.3.4 Järjestelmät

4.3.5 Sammutus

Alkusammutuskalustona käytetään DN25 pikapaloposteja sekä käsisammuttimia.

Palovesi johdetaan asemalle ja tunneliin kuivaputkillla. Putkien ala- ja yläpäihin asennetaan asianmukaiset liittimet. Putkien sijoitus ja välimatka sovitaan pelastuslaitoksen kanssa.

Palovesi syötetään tunnelin ja aseman kuivaputkiin maan tasalta ennalta sovittavista syöttöpisteistä, palokunnan toimesta. Syöttö tapahtuu palokunnan säiliöautoista tai mahdollisuuksien mukaan kaupunkivesiputkista.

Vesikapasiteettilaskelmat täydennetään sammutuskohteiden ja vedenkulutuksen varmistuttua ja niitä tulee käyttää sammutusjätevesimääriä arvioitaessa.

Sammutusjätevedet johdetaan viemärijärjestelmällä altaisiin. Jätevesi saadaan tarvittaessa pumpattua pois altaista, jolloin se voidaan kuljettaa jatkokäsittelyyn.

4.3.6 Palotekninen mitoitus

Taulukossa 1 on esitetty alustavat palotekniset mitoitusperusteet rakenteille.

Taulukko 1. Rakenteiden palotekniset mitoitusperusteet

Tunneliosuudet	
Rakenteellinen palokestävyys - betonirakenteet	R120
Osastointi - ovet ja osastoivat seinät tunnelissa Tikkuparkin poistumisteiden kohdalla	EI120
Raitiotiepysäkki	
Rakenteellinen palokestävyys - betonirakenteet	R120
Osastointi - osastoivat ovet - poistumisteiden maanpäälliset osat	EI60 EI30 R15/ ei vaatimusta

Rakennusten kantavien rakenteiden luokkavaatimukset vahvistetaan viranomaisten kanssa aseman, poistumisteiden, tunnelin sekä muiden kyseeseen tulevien rakenteiden osalta.

4.4 Saavutettavuus

Ihmisvirtojen liikkeitä raitiotieasemalle ja raitiotieasemalta selvitetään jatkosuunnittelussa.

4.5 Huolto ja kunnossapito

4.5.1 Tekniset tilat

Aseman- ja tunnelin teknisiä järjestelmiä palvelevat tekniset tilat sijoittuvat pääasiassa raitiotieaseman maalipolun porrasyhteyden välittömään läheisyyteen. Tikkuparkin muutosten yhteydessä varaudutaan raitiotien sähkönsyöttöaseman rakentamiseen. Näiden lisäksi, altaiden yhteyteen toteutetaan tekniset laitetilat, jotka on kuvattu tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

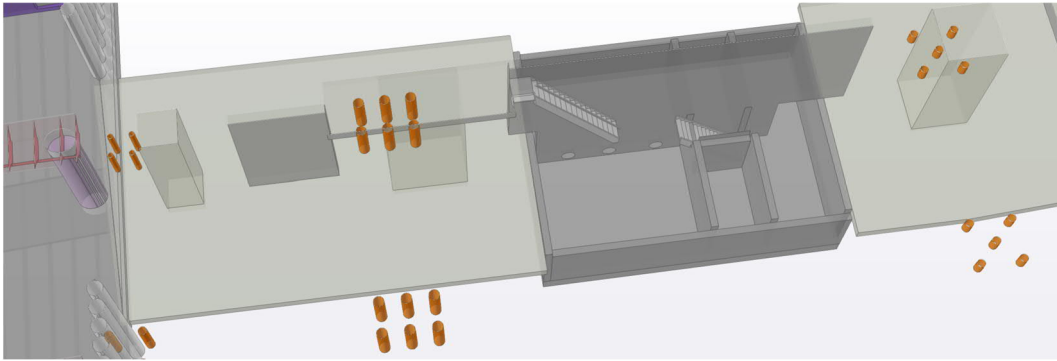
4.5.2 Altaat ja pumppaamo

Altaat ja pumppaamo sijoittuvat lohkoon 3, DIXI:n kauppakeskuksen alle. Tämä on tunnelin tasauksen syvin kohta. Ratatunnelin vuotovedet johdetaan salaojien kautta vietolla käyttöaltaaseen. Täältä ne pumpataan paineviemärin avulla tarkastuskaivoon ja edelleen kunnalliseen sadevesiviemäriin.

Rakennettavuusselvityksessä esitetystä tilaratkaisussa huollon reitti tavanomaiselle huoltokäynnille on bussiterminaalissa sijaitsevan kaivon kautta. Kaivossa sijaitsevat portaat johtavat raitiotietunnelin tasolle ja edelleen radan alapuoliseen pumppaamo- ja sähkötilaan. Kaikki pumppaamoon liittyvät tekniset tilat on sijoitettu ratkaisussa radan alapuolelle. Mahdolliset pääpumppujen vaihdot on suunniteltu tehtäväksi radalla kulkevan huoltoajoneuvon avulla, joka on varustettu nosturilla. Pumppaamotila varustetaan haalausluukuilla. Pumppaamo ja sitä palveleva tekninen tila on lukittu. Pumppaamon vaatimia teknisiä laitteita on mahdollista sijoittaa tarvittaessa altaiden yläpuolelle.

Tunnelin suuaukkojen hulevedet johdetaan linjakaivojen ja viemäreiden kautta käyttöaltaaseen. Molempien kaukaloiden alaosaan sijoitettavat linjakaivot keräävät normaalitilanteessa kaukaloön satavan huleveden. Linjakuivauskaivon kapasiteetin ylittyessä poikkeustilanteessa, yli valuvat vedet ohjautuvat tunnelin salaojajärjestelmän kautta käyttöaltaalle.

Pumppaamon rakenteita on käsitelty lisäksi kappaleessa 3.3.4.



Kuva 21. Pumppaamon sijainti. Asemahallin pilari esitettynä vasemmassa reunassa

5 Alustava kustannusarvio

Ensimmäisessä vaiheessa (12/2020) hankkeen kustannuksiksi arvioitiin:
78,6 M€ (alv. 0%)

Suunnitelmien tarkentuessa (4/2021) kustannusarvioksi on arvioitu:
76,6 M€ (alv. 0%)

Rakennettavuusselvityksen yhteydessä laadittu kustannusarvio on luonteeltaan alustava ja sitä on tarkennettava suunnitelmien tarkentuessa. Kustannusarviossa ei ole huomioitu pääradan liikennekatkojen vaikutusta kustannuksiin. Edellä mainitun kustannusvaikutuksen arviointi on mahdollista työsuunnittelun tarkentuessa ja Väyläviraston kanssa tehtävän yhteensovituksen jälkeen. Myöskään pysäköinnin tilapäisjärjestelyitä ei ole kokonaisuudessaan huomioitu kustannuksissa.

6 Arvio riskeistä

Rakennettavuusselvityksen yhteydessä laadittu riskiarvio on luonteeltaan alustava ja sitä on tarkennettava laskennallisesti suunnittelun seuraavissa vaiheissa. Ohessa on lueltu yleissuunnittelu vaiheessa havaittuja- ja merkittäviksi tunnistettuja riskejä.

- Kustannusriski (urakkamuoto, suhdanteet, yms.)
- Toimintahäiriöt (junaliikenne, bussiliikenne, henkilöliikenne, pysäköintijärjestelyt, työmaa-alueet, rakennusmateriaalien kuljettaminen, rakennusten huoltoliikenne, pelastustoiminta)
- Urakan jakaminen lohkoittain, lohkojen yhteensovitus
- Erittäin haastavat rakentamisolosuhteet kaikilla lohkoilla
- Pohjavedenhallinnan arvioidaan olevan erityisen haasteellista lohkojen 1, 5 ja 6 kohdilla. Näihin tulee asettaa merkittävä kustannusvaraus pohjaveden työaikaista hallintaa varten muun muassa työaikaisten pohjaveden imeytysjärjestelmien osalta.
- Ratakujan rakennusten kellareihin vuotaa vettä muuttuneiden pohjavesiolosuhteiden vuoksi (Ratakujaja-Dixi suihkupaaluseinä ~100 m)
- PIMA-asioita ei ole tässä yhteydessä selvitetty. Suositellaan PIMA-selvityksen tekemistä hankkeen vaikutusalueen sisäpuolelta.
- Sallittava päivittäinen työaika lohkon 2 osalta (junaliikenteen katkot).
- Sallittava päivittäinen työaika asuinrakennusten lähellä (kaikki lohkot lohkoa 2 lukuun ottamatta).

- Pääradan ratasähkömuutokset rakentamisen aikana.
- Tikkuparkin rakentamisessa toteutettujen louhintojen laajuus ja laatu.
Mahdollinen varomattoman louhinnan aiheuttama kallion rikkonaisuus alueella.

7 Yhteenveto

Alueen infrastruktuuri ei mahdollista pintavaihtoehto -tasausta. Ratakujalla kulkeva HV D1000 hulevesiputki on tunnelin tasauksen kannalta Ratakujan kohdalla pakkopiste. Tämä estää osaltaan tunnelin nousemisen maan pinnalle ennen Kielotietä. Kielotien liikennetekniset järjestelyt ja kunnallistekniikka johtavat siihen, että tunneli voi nousta ylös maanpinnalle Lummetien liittymän jälkeen Kielotien suoralla osuudella.

Yleissuunnitelman mukainen tarkennettu tasaus ja linjaus on toteutettavissa pienin tarkennuksin.

Syvävaihtoehdossa päädytään pitkään ja kustannustehottomaan kalliotunneliin. Syvävaihtoehdossa aseman jalankulkuyhteydet pitenevät merkittävästi ja raitiotieasema siirtyy kauemmas rautatieasemasta. Syvävaihtoehdolla välttyttäisiin suurelta osalta putki- ja johtosiirtoja sekä Tikkuparkin purkutoimenpiteiltä.

Tässä selvityksessä on keskitytty yleissuunnitelman mukaisen tunnelin jatkokehittämiseen.

Pohjaveden työnaikainen hallinta arvioidaan erityisen haasteelliseksi lohkoilla 1, 5 ja 6. Ehdotettuja toimenpiteitä on käsitelty tarkemmin kohdassa 3.

Kielotiellä on poikkileikkaussuunnassa vähän tilaa työmaatoiminnoille, koska tunnelirakenne itsessään vaatii jo yli 10 m levyisen tilan. Tämä edellyttää yksityiskohtaisempaa tarkastelua, jotta Kielotie olisi liikennöitävissä myös työn aikana. Kielotie on mahdollista sulkea työn ajaksi.

8 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

Ratakujan tunnelin rakentaminen voidaan konsultin näkemyksen mukaan jakaa korkeintaan kolmeen urakkaan. Lohkot 1-2 ja lohkot 4-5 on syytä rakentaa kokonaisuuksina, rakentamisen erittäin vaativan luonteen vuoksi. Erittäin vaativan lohkon 3 voi toteuttaa lohkojen 1-2 tai 4-5 osana. Lohko 6 voi olla oma erillinen urakka tai se voi olla osa lohkojen 4-5 urakkaa. Keskeistä on muodostaa urakkarajat siten, että ympäristövaikutusten hallintaan liittyvät vastuurajaukset ovat selkeitä.

Seuraavia asioita suositellaan tarkasteltavaksi jatkosuunnittelun yhteydessä:

- Johto- ja putkisiirtojen tarkempi suunnittelu
- Rakentamisen tarkat vaikutukset Tikkuparkin käyttämiseen rakentamisen aikana
- Seikkaperäinen vaihtoehtotarkastelu Tikkuparkin sisäänajolle
- Tikkuparkin sisäänajon toteutettavuuden edellytykset Kielotie 13 kautta
- Kielotien poikkileikkaus työn aikana ja lopullisessa tilanteessa
- Saavutettavuus, ihmisvirrat aseman alueella
- Kulkuyhteydet työaikana aseman alueella (usean liukuporrasyhteyden tekeminen samanaikaisesti vai vaiheittain)
- Kauppakeskus Dixin kantavien rakenteiden väliin sijoittuvien kulkuyhteyksien tarkempi toteutettavuus ja tuentatarpeet
- Maanpinnalle näkyvien rakenteiden esteettinen suunnittelu ja havainneaineiston laadinta Kielotiestä.

- Värehtaan kadun kaukalo ja suuaukkorakenteiden esteettinen suunnittelu
- Ratapihan toimintojen sekä työvaiheistusten osalta tulee jatkaa yhteydenpitoa Väyläviraston kanssa.
- Mahdollisten pääradan lisäraiteiden tarkempi yhteensovitus
- Ratakujan pysäköintilaitoksen käyttö työn aikana (valmisteilla oleva erillisselvitys)
- Louhintatärinäselvitys yms. ympäristöselvitykset rakentamiseen liittyen
- Pohjaveden ja ympäristövaikutusten hallintaan liittyen suositellaan tehtäväksi pohjaveden koepumppauksia vähintään lohkojen 1, 5 ja 6 alueella jatkosuunnittelun yhteydessä.
- Palotekninen mitoitus
- Tunneliturvallisuuksuunnitelma sekä pelastussuunnitelma
- Tunnelin turvarakenteiden jatkosuunnittelu (aidat ja kaiteet yms.)

Liitteet

Liite 1. Suunnitelmakartta

Liite 2. Tyypipoikkileikkaukset

Liite 3. Pituusleikkaus pohjoinen tunneli

Liite 4. Tunnelin vaiheistus Ratakujan kohdalla (suunnittelukokous 2.9.2020)

Liite 5. Tunnelin vaiheistus kauppakeskus DIXI:n kohdalla (suunnittelukokous 29.9.2020)

Liite 6. Aseman vaiheistus ratapihalla (suunnittelukokous 29.9.2020)

Liite 7. Kustannusarvio

Erillisenä tietomalli (selostus + massamalli tunneliputkesta)