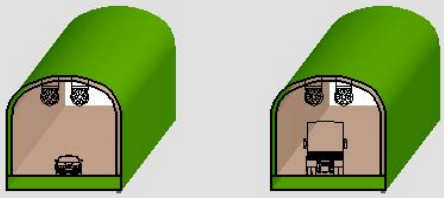


Parainen–Nauvo kiinteä yhteys

Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys

Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

Tiehallinto

Turku 2008

Kannen kuva: Pöyry Infra Oy

TIEHALLINTO
Turun tiepiiri
Yliopistonkatu 34
PL 636
20101 TURKU
Puhelin 0204 22 11

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys, Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008. Turku 2008. Tiehallinto, Turun tiepiiri.

Asiasanat: Turun tiepiiri, tunnelit, kalliorakenteet
Aiheluokka: 36

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä on päivitetty Parainen-Nauvo tunnelisuunnitelman (4520 m) tekniset ratkaisut ja kustannusarviot. Edellisten suunnitelmien (1992 ja tarkistus 2001) valmistumisen jälkeen on maailmalla sattunut useita vakavia, kuolonuhreja vaatineita tunnelitulipaloja. Onnettomuuksien seurauksena on tietunneleiden turvallisuutta koskevia määräyksiä ja ohjeita selkeästi tiukennettu, mikä on edellyttänyt Parainen-Nauvo tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivittämistä.

Työssä tutkittiin kolme uutta vaihtoehtoista tunnelipoikkileikkausta ja laadittiin niille kustannusarviot. Lisäksi päivitettiin aiempien suunnitteluvaiheiden kustannusarvio uusien poikkileikkausten kanssa vertailukelpoiseksi. Suunnitteluvaiheen ratkaisuksi valittiin edullisimmaksi osoittautunut 1+1-kaistainen poikkileikkaus, jossa eri suuntien liikenne kulkee toisistaan erillään omissa ajoneuvotunneleissaan. Tunnelin leveys mahdollistaa sen, että kuorma-auto mahtuu kulkemaan tunnelin reunaan pysähtyneen toisen kuorma-auton ohitse. Ohitusmahdollisuutta yksikaistaisissa tunneleissa ei kuitenkaan ole.

Parainen-Nauvo tunnelin rakennuskustannusarvio ilman arvonlisäveroa on 9/2008 hintatasossa 95,2 miljoonaa euroa. Tämän suunnitteluvaiheen ratkaisu on hieman em. hintatasoon päivitettyä aiempien suunnitteluvaiheiden ratkaisua edullisempi. Vuotuisiksi käyttö- ja ylläpitokustannuksiksi on arvioitu 1,7 miljoonaa euroa. Kustannusarvio on noussut merkittävästi verrattuna edellisten suunnitelmien kustannusarvioihin. Merkittävimmät syyt tähän ovat kalliorakennustöiden selvästi muuta rakentamista voimakkaampi kustannusten nousu, lisääntyneet tunnelien turvallisuusjärjestelmät ja tilaajan kustannusten ottaminen mukaan kustannusarvioon.

Työn yhteydessä ideoitiin myös monessa suhteessa tunnelin aiempaa linjausta houkuttelevampi linjausvaihtoehto. Siinä pystytään kiertämään ainakin tarkistetun yleissuunnitelman mukaisen linjauksen itäpään ja mahdollisesti myös länsipään kalliopainanne. Vaihtoehtoinen linjaus mahdollistaa tunnelin pituuskaltevuuden pienentämisen sen pituutta merkittävästi kasvattamatta. Tunnelin jatkosuunnittelussa ei pidä siten rajoittua ainoastaan tarkistetun yleissuunnitelman mukaiseen linjaukseen.

Käytettävissä olleet tutkimukset olivat akustisseismiset luotaukset ja niiden tulkinnat vuodelta 1993. Akustisseismisillä luotauksilla ei saada tietoa kallion laadusta ja lisäksi akustisseismisten luotausten perusteella tehtyyn kalliopinnan ja –laadun tulkintaan liittyy huomattavia epävarmuustekijöitä, ellei kalliopintoja ja rikkonaisuusvyöhykkeitä ole voitu riittävin porakone- ja kallionäytekairauksin varmistaa. Seuraavaan suunnitteluvaiheen yhteydessä alueella tulisi tehdä refraktioseismisiä luotauksia ja niiden varmistamiseksi porakone- ja kallionäytekairauksia. Tutkimuksia kannattaisi tehdä sellaisella laajuudella, että vaihtoehtoisten linjausten etsiminen on mahdollista.

Pargas-Nagu stationär förbindelse, Uppdatering av de tekniska lösningarna och kostnaderna för Pargas-Nagu tunneln 2008. Åbo 2008. Tiehallinto Vägförvaltningen, Åbo vägdistrikt.

Nyckelord: Åbo vägdistrikt, tunnlar, bergstrukturer
Ämnesklass: **36**

SAMMANDRAG

I det här arbetet har de tekniska lösningarna och kostnaderna för Pargas-Nagu tunneln uppdaterats. Sedan tidigare planer (1992 och granskning 2001) har det runtom i världen skett flera allvarliga, dödsbringande tunnelbränder. På grund av dessa olyckshändelser har bestämmelser och föreskrifter för tunnelsäkerhet betydligt skärpts. De tekniska lösningarna i de tidigare tunnelplanerna har updaterats enligt de nya, stramare bestämmelserna.

I detta arbete har tre nya möjliga tunnelprofiler undersökts och motsvarande kostnadsberäckningar har utförts. Kostnadskalkylen för de tidigare planeringsfaserna presenteras i en form, som är jämförbar med de nya kalkylerna. I detta skede av planeringen valdes det billigaste alternativet, dvs. en dubbeltunnel med en körfält i båda tunnelrör, så att med- och mottrafiken sker i skilda, parallella bergtunnlar. Bredden på var tunnel är planerad så att en lastbil kan passera en vid sidan av tunneln parkerad annan lastbil. Omkörning är dock icke möjlig i den enkelfilade tunneln.

Byggnadskostnaderna för Pargas-Nagu tunneln utan mervärdesskatt uppskattas enligt prisnivån 9/2008 till 95,2 miljoner euro. Denna lösning är en aning billigare än den till ovanstående prisnivån uppdaterade tidigare lösningen. De årliga drifts- och underhållningskostnaderna är uppskattade till 1,7 miljoner euro. Kostnadsberäkningen har stigit märkbart jämfört med det tidigare planeringsskedets kostnadsberäkning. De främsta orsakerna till detta är, att jämfört med övriga byggbranscher, har prisökningen inom bergbyggnadsbranchen stigit kraftigare, samt de ökade kostnaderna för tunnlarnas säkerhetssystem och kostnaderna för byggherren.

I samband med arbetet granskades också ett i många avseenden mera lockande linjeval, enligt vilket sänkan i östra ändan och troligen också den i västra ändan kan kringgås. Det alternativa linjevalet möjliggör också att lutningen kan minskas utan att märkbart öka på längden av tunneln. Under vidareplaneringen bör man således inte begränsa planeringen till endast det i översiktsplanen beaktade linjevalet.

Som grund för planeringen användes de år 1993 utförda akustiskt seismiska lodningarna samt analyserna av dessa. Akustiskt seismiska lodningar ger ej kvalitativ information om berget och vidare behäftas en analys av bergytan och dess kvalitet baserad på akustiskt seismiska lodningar med betydande osäkerhetsfaktorer ifall man inte med hjälp av borresultat och bergprov kunnat bestämma bergytan och sprickzoner. I samband med nästa planeringsskede borde man utföra refraktionsseismiska lodningar och för att verifiera resultaten göra borrningar och utföra nödvändiga bergprov. Undersökningarna borde utföras i en sådan skala, som skulle möjliggöra en undersökning av alternativa tunnelsträckningar.

Parainen-Nauvo Fixed Link, Revised Design Solutions and Cost Estimate for Road Tunnel 2008. Turku 2008. Tiehallinto - Finnish Road Administration, Turku Road District.

Key Words: Turku Road District, tunnels, rock structures
Class: **36**

ABSTRACT

This design study covers revised design solutions and cost estimate for the proposed Parainen-Nauvo road tunnel (4520 m). Following the completion of the earlier design phase (1992, with a review in 2001), a number of serious tunnel fires causing deaths have occurred in different parts of the world. As a result of these accidents, rules and regulations covering safety in road tunnels have been substantially tightened, leading to a situation where the original design solutions are no longer adequate.

The study considers three new tunnel cross-sections and provides cost estimates for each of them. In addition the cost estimate for the original tunnel proposal has been updated to allow cost comparison. The cheapest solution was shown to be parallel single lane tunnels, in which traffic in each direction travels in its own rock tunnel, and this is put forward as the preferred design solution. The tunnel width proposed is such that a heavy goods vehicle can pass a similar vehicle stopped at the side of the tunnel, however overtaking a moving vehicle in the single lane tunnel is not possible.

The cost estimate for the Parainen-Nauvo tunnel at September 2008 prices is 95.2 million euros without VAT. This solution is slightly cheaper than the updated cost for the earlier design phase solution. The annual operation and maintenance costs for the tunnel are estimated to be 1.7 million euros. The new cost estimate is substantially higher than the estimate of the earlier design phase. This is mainly due to rise in the cost of rock excavation, which has risen faster than cost of other types of construction works, the cost of additional tunnel safety systems and the costs of the developer.

During the progress of the study, it was noted that there exists an alternative alignment for the tunnel which may be more satisfactory than the originally proposed alignment. Based on the information in the original outline design, it would appear possible to avoid the depression in the rock-head level at the eastern end of the tunnel and possibly also at the western end. This would allow the tunnel longitudinal gradients to be reduced without noticeable increase in the tunnel length. Thus the following design phase should not be limited to the tunnel alignment in the original outline design.

The available ground investigation information comprises of acoustic-seismic soundings and their interpretation from the year 1993. Acoustic-seismic soundings do not give information on rock quality and in addition, interpretation of the results to determine rock-head level is subject to significant uncertainty unless the rock level and fracture zones are sufficiently verified by drillings. In the next design phase, a seismic-refraction investigation is recommended, supported by drilling to rock level and into the rock. The investigation should cover a sufficiently extensive area that different tunnel alignments can be checked.

ESIPUHE

Tietunneleiden liikenne- ja turvallisuustekninen vaatimustaso on noussut 2000-luvun aikana huomattavasti. Lisäksi samalla ajanjaksolla kallioraken-tamisen kustannukset ovat nousseet merkittävästi. Edelliset Parainen-Nauvo tunnelin vuonna 2001 laaditut suunnitelmat ovatkin vanhentuneet sekä suunnitelmaratkaisujen että kustannusarvioiden osalta.

Tässä työssä on päivitetty Parainen - Nauvo tunnelisuunnitelman tekniset ratkaisut vastaamaan vuoden 2008 vaatimustasoa ja kustannusarviot syys-kuun 2008 hintatasoa.

Samanaikaisesti tämän työn kanssa on tehty vastaava päivitys Parainen – Nauvo siltasuunnitelmien osalta.

Työtä on ohjannut hankeryhmä, johon ovat kuuluneet:

Markus Salmi	Tiehallinto, Turun tiepiiri (pj.)
Pauli Velhonoja	Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut
Olli Niskanen	Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut
Janne Virtanen	Varsinais-Suomen liitto
Kari Sorjonen	Pöyry Infra Oy
Mikko Inkala	Pöyry Infra Oy (siht.)
Matti Venelampi	Pöyry Building Services Oy

Työn päätoteuttajana toimi Pöyry Infra Oy. Alikonsulttina teknisten järjestel-mien osalta toimi Pöyry Building Services Oy ja liikenteen hallinnan osalta Trafix Oy. Suunnitelman laatimisesta ovat vastanneet Kari Sorjonen, Mikko Inkala, Arto Wegelius, Ilkka Puustinen ja Veera Tasapuro Pöyry Infra Oy:stä, Matti Venelampi ja Mika Alén Pöyry Building Services Oy:stä sekä Janne Miettinen Trafix Oy:stä.

Turussa, joulukuussa 2008

Tiehallinto

TIIVISTELMÄ 1
SAMMANDRAG 4
ABSTRACT 5
ESIPUHE 7
1 TAUSTA JA TAVOITTEET 10
1.1 Taustaa 10
1.2 Työn tavoitteet 10
2 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT 11
2.1 Liikenteellinen riskianalyysi 11
2.2 Ilmanvaihtotarkastelu 12
2.3 Suunnittelukriteerit 13
3 TUNNELIN LINJAUSVAIHTOEHDOT 16
3.1 Tehdyt kalliotutkimukset 16
3.2 Tarkistetun yleissuunnitelman (2001) linjaus 16
3.3 Vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus 17
4 TUNNELIN POIKKILEIKKAUSVAIHTOEHDOT 17
4.1 Tarkistetun yleissuunnitelman (2001) poikkileikkaus (VE 0+) 17
4.2 Kaksiputkinen, 1+1–kaistainen poikkileikkaus (VE 1a) 18
4.3 Yksiputkinen, keskiseinällä varustettu, 1+1-kaistainen poikkileikkaus (VE 1b) 19
4.4 Kaksiputkinen, 2+2-kaistainen poikkileikkaus (VE 2) 19
4.5 Vaihtoehtojen vertailu ja tarkemmin tarkasteltava vaihtoehto 20
5 KALLIORAKENNUS- JA RAKENNETEKNIIKKA 21
6 TEKNISET JÄRJESTELMÄT 23
6.1 Ilmanvaihto 23
6.2 Palonsammutus ja hätäasemat 24
6.3 Tunnelin kuivatus 25
6.4 Tele- ja turvajärjestelmät 26
6.5 Sähköjärjestelmät 27
6.6 Valaistus 28
6.7 Valvontajärjestelmä 29
6.8 Liikenteen hallinta ja ohjaus 29
7 RISKITARKASTELU 30
8 KUSTANNUSARVIO 31
8.1 Investointikustannukset 31
8.2 Käyttö- ja ylläpitokustannukset 33
9 JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET 34
LIITTEET 34

1 TAUSTA JA TAVOITTEET

1.1 Taustaa

Parainen – Nauvo kiinteästä yhteydestä laadittiin vuonna 1992 osana yleissuunnitelmaprosessia pääsuuntaselvitys, jonka perusteella nykyisen lauttapaikan pääsuunta valittiin yleissuunnitelmassa esitettäväksi tunnelivaihtoehdoksi ja Haverön kautta kulkeva tielinjaus siltavaihtoehdoksi. Yleissuunnitelma valmistui joulukuussa 1992.

Vuoden 1992 yleissuunnitelmassa tunneli oli kolmikaistainen siten, että kaksi kaistaa oli varattu ylöspäin ja yksi kaista alaspäin kulkevalle liikenteelle. Tunnelin pituudeksi muodostui 4520 m.

Vuonna 2001 suoritettiin yleissuunnitelman tunnelivaihtoehdon tarkistus osana Parainen – Nauvo kiinteän yhteyden ympäristövaikutusten arviointia. Ympäristövaikutusten arviointiselostus valmistui huhtikuussa 2002.

Vuoden 2001 suunnitelmissa yleissuunnitelman linjauksen mukainen, edelleenkin kolmikaistainen tunneli varustettiin erillisellä pelastautumistunnelilla. Lisäksi tunnelin ilmanvaihtoa ja savunpoistoa tehostettiin.

Edellisten suunnitelmien valmistumisen jälkeen on maailmalla sattunut useita vakavia, kuolonuhreja vaatineita tunnelitulipaloja. Onnettomuuksien seurauksena on tietunneleiden turvallisuutta koskevia määräyksiä ja ohjeita selkeästi tiukennettu.

Samoin edellisten suunnitelmien valmistumisen jälkeen ovat kalliorakentamiseen liittyvät louhinta-, lujitus- ja tiivistyskustannukset nousseet merkittävästi, eikä pelkkä indeksikorjattu kustannusarvio siten anna enää oikeaa kuvaa Parainen – Nauvo tunnelin rakennuskustannuksista.

Ennen tämän työn käynnistämistä Tiehallinto on teettänyt vuonna 2008 Parainen-Nauvo tunnelin ilmanvaihtotarkastelun sekä liikenteellisen riskianalyysin.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli vuoden 2001 suunnitelmiin ja vuonna 2008 tehtyihin selvityksiin pohjautuen päivittää tunnelisuunnitelmien tekniset ratkaisut ja kustannusarvio.

Vaihtoehtona aiempien suunnitteluvaiheiden kolmikaistaiselle tunnelipoikkileikkaukselle, jossa eri suuntien liikenne kulkee samassa tilassa, selvitettiin erilaisia poikkileikkauksia, joissa eri suuntien liikenne kulkee tosistaan erillään, joko erillisissä tunneliputkissa tai väliseinällä erotettuna.

Työhön varattu aika oli erittäin niukka (n. 2 kk) ja siten eri vaihtoehtojen perinpohjainen vertailu ei ollut mahdollista eikä uusia kallioperätutkimuksia ollut mahdollista tehdä.

2 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Liikenteellinen riskianalyysi

Työn lähtökohtana oli Traficon Oy:n ja sen sveitsiläisen yhteistyökumppanin Hoj Consulting GmbH:n laatima liikenteellinen riskianalyysi 29.5.2008. Riskinanalyysi on referoitu seuraavassa lyhyesti.

Riskitarkastelussa on vertailtu tunnelin turvallisuustasoa erityisesti erilaisten pituuskaltevuuksien ja niistä seuraavien tunnelipituuksien, nopeusrajoitusten sekä tunnelipoikkileikkausten suhteen.

Lähtökohtana tarkastelussa on, että ennustevuonna 2030 tunnelin keskivuorokausiliikenne (KVL) on 2500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on 6,1 %. Vastaavasti vuonna 2030 kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne (KKVL) on 4250 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on 4,9 %.

Pituuskaltevuuksina on tarkasteltu 3,0 %, 5,0 % ja 8,2 % ja huomioitu samalla kaltevuuden muutoksen vaikutus tunnelin pituuteen.

Nopeusrajoituksina on tarkasteltu 50 km/h, 60 km/h ja 80 km/h.

Tarkastelu on tehty kolmen poikkileikkauksen suhteen:

- Edellisen suunnitteluvaiheen yksiputkinen, 2+1-kaistainen (12,5 m) poikkileikkaus. Tunnelissa on kaksisuuntainen liikenne ja se on varustettu erillisellä huolto- ja pelastautumistunnelilla.
- Kaksiputkinen, 1+1-kaistainen (7,0 m + 7,0 m) poikkileikkaus, jossa pysähtyneen ajoneuvon ohitusmahdollisuus. Ei kohtaavaa liikennettä.
- Kaksiputkinen, 2+2-kaistainen (8,5 m+ 8,5 m) poikkileikkaus. Ei kohtaavaa liikennettä.

Riskitarkastelussa kaksiputkisina poikkileikkauksina on käytetty norjalaisia tyyppipoikkileikkauksia. 1+1 kaistainen poikkileikkaus voi olla myös yksiputkinen, jossa eri suuntien liikenne on erotettu toisistaan väliseinällä.

Seuraavassa on esitetty tarkastelun päähavainnot:

- Nopeusrajoituksena on syytä käyttää enintään 60 km/h. Jos nopeusrajoitus on suurempi, riskitaso kasvaa merkittävästi.
- Pituuskaltevuuden loiventaminen 8,2 %:sta ei vähennä riskejä, koska loiventamisen edellytyksenä oleva tunnelin pituuden kasvattaminen lisää riskejä enemmän kuin pituuskaltevuuden pienentäminen niitä vähentää. (Tunnelin pituuden kasvattamisen myötä liikennesuorite ja siten onnettomuuksien todennäköisyys tunnelissa kasvaa. Lisäksi onnettomuustilanteiden hallinta tulee vaikeammaksi.)
- Edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisun riskitaso on korkea.
- Kaksiputkisten poikkileikkausten turvallisuustaso on selvästi edellisen vaiheen ratkaisua parempi.

- 2+2-kaistaisessa poikkileikkauksessa vaarallisten aineiden kuljetuksia täytyisi rajoittaa vain huipputunteina, 1+1-kaistaisessa poikkileikkauksessa kuitenkin enemmän, esimerkiksi yöajalle.

Tarkastelu on kvantitatiivinen ja perustuu maailmanlaajuisiin tilastotietoihin tunneleiden turvallisuudesta. Sen päähavaintoja pidetään ohjeellisina ja lisäksi käytetään harkintaa suunnitteluratkaisujen tekemisessä.

2.2 Ilmanvaihtotarkastelu

Työn lähtökohtana oli myös sveitsiläisen HBI Haerter AG:n laatima ilmanvaihtotarkastelu. Ilmanvaihtotarkastelu on referoitu seuraavassa lyhyesti.

Tarkastelun tavoitteena oli vertailla edellisen kappaleen mukaisten poikkileikkausten mukaan toteutettavien tunnelien ilmanvaihtoratkaisuja. Lisäksi tarkasteltiin tunnelia erilaisilla pituuskaltevuuksilla (8,2 % ja noin 5,0 %) ja pituuskaltevuuksien määrittämillä tunnelin kokonaispituuksilla. Ilmanvaihtotarkastelussa käsiteltiin sekä tunnelin normaalitilanteiden ilmanvaihtoa että savunpoistoa.

Tarkastelun perusteella on kyseenalaista, onko edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisu hyväksyttävissä. Kyseessä on pitkä yksiputkinen tunneli, jossa on liikennettä molempiin suuntiin. Siten pitkittäisilmanvaihto ei ole turvallinen ratkaisu, vaan savunpoistotilanteessa poistoilma tulisi johtaa ulos tunnelista kanavoituna.

Kaksiputkiset tunnelit puolestaan ovat turvallisuustasoltaan parempia jo yksisuuntaisen liikenteen takia. Lisäksi ilmanvaihto ja samalla savunpoisto on edullisemmin ja turvallisemmin järjestettävissä pitkittäisilmanvaihdon avulla.

Tässä tarkastelussa tehtyjen laskelmien perusteella tunnelissa tarvittava ilmanvaihto- ja savunpoistoteho on huomattavasti suurempi kuin aikaisemmissa suunnitteluvaiheissa on arvioitu. Eniten ilmanvaihto- ja savunpoistotehoa tarvitaan edellisen suunnitteluvaiheen, seuraavaksi eniten 2+2-kaistaisessa ja vähiten 1+1-kaistaisessa ratkaisussa.

Tarkastelussa kritisoidaan tunnelin suurta mitoituspalon tehoa (100 MW). Keski-Euroopan maissa vastaavissa tunneleissa käytettäisiin tarkastelun mukaan 30 MW:n ja Norjassa vain 20 MW:n mitoituspaloja.

Pituuskaltevuuden loiventaminen 8,2 %:sta 5 %:iin ja tunnelin pituuden kasvattaminen 7500 m:iin vähentää tarvittavaa teoreettista puhallustehon tarvetta noin 10 %, mutta käytännössä puhaltimien lukumäärä vähenee tätä vähemmän.

Yksiputkisen tunnelin huolto- ja pelastautumistunnelin ilmanvaihto on järjestettävissä suuaukoille sijoitetuilla ilmanvaihtokonehuoneilla. Ilmanvaihtokoneilla huolto- ja pelastautumistunneli ylipaineistetaan. Normaalitilanteessa ylipaineistus on pieni ja onnettomuustilanteessa voimakkaampi, kuitenkin sellainen, että hätäpoistumisteinä toimivat ovet ovat avattavissa.

2.3 Suunnittelukriteerit

Tunnelin liikenteellisen riskianalyysin ja ilmanvaihtotarkastelun perusteella tunnelin pituus pidetään ennallaan ja pituuskaltevuus on siis edelleen 8,2 %.

Edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisua ei voida sen huonon turvallisuustason takia hyväksyä, mutta se pidetään kuitenkin mukana tarkastelussa, jotta poikkileikkauksen muuttamisen vaikutus kustannuksiin voidaan arvioida.

Suunnittelukriteerit esitettiin Tiehallinnon asiantuntijapalvelujen Pauli Velhonojan 31.8.2008 laatimassa muistiossa, jota on työn edistyessä tarkennettu. Seuraavaan on koottu tunnelin oleellisimmat suunnittelukriteerit.

Liikennetekniikka

Nopeusrajoitus on 60 km/h ja mitoitusnopeus pysähtymisnäkemiä varten 70 km/h. Kuitenkin, mikäli ajosuuntaan on vain yksi kaista, on nopeusrajoitus 50 km/h ja mitoitusnopeus 60 km/h.

Tien pienin kaarresäde on 600 m ja pienin pystytason pyöristyssäde 3000 m. Tien suurin pituuskaltevuus on 8,2 %.

Tunneli varustetaan pysäyttämispaikoilla laskevilla osuuksilla 800 m välein ja nousevilla osuuksilla 500 m välein. Tunneli varustetaan lisäksi kääntöpaikoilla noin 1500 m välein. Kääntöpaikka mitoitetaan paloautolle ja se voi sijaita samassa paikassa pysäyttämispaikan kanssa.

Tunnelin todellinen alikulkukorkeus kaistoilla on 4,8 m ja kaistojen ulkopuolella vähintään 4,2 m. Kaistojen leveys on 3,5 m.

Tunneli varustetaan kaiteilla ainoastaan erillisverhousrakenteiden kohdilla.

Pysähtymisnäkemävaatimukset (m) on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Pysähtymisnäkemävaatimukset

Nopeusrajoitus	*Laskeva osuus*	*Tasainen osuus*	*Nouseva osuus*
60 km/h	130	95	70
50 km/h	105	75	65

Näkemä mitataan seuraavasti:

a) näkemä ajoradan pintaan (kohteen sijainti sama kuin kohdassa c silmäpisteen sijainti
b) silmäpisteen korkeus 1,1 m
c) silmäpisteen sijainti 1,5 m reunimmaisen ajokaistan oikeasta reunasta kolmikaistaisessa poikkileikkauksessa, 1,5 m oikean ajokaistan oikeasta reunasta ja 1,5 m vasemman ajokaistan vasemmasta reunasta kaksikaistaisessa poikkileikkauksessa ja 1,5 m ajokaistan oikeasta tai vasemmasta reunasta yksikaistaisessa poikkileikkauksessa.

Näkemävaatimus saattaa vaikuttaa sivuseinän etäisyyden lisäksi tunnelin katon korkeuteen koverissa pyöristyksissä.

Liikenteen hallinta

Liikenteen pysäyttämistä varten tunneli varustetaan tunnelin suuaukoille tulevilla sulkupuomeilla sekä suuaukoille ja tunnelin sisälle 700 m välein tulevilla liikennevaloilla (punainen ja keltainen valo). Vaihtoehdoissa, joissa ajosuuntaan on kaksi kaistaa, tunneli varustetaan ajoradan yläpuolisilla kaistaopasteilla, joilla kaistoja voidaan tarpeen mukaan sulkea. Sulkupuomeja, liikennevaloja ja kaistaopasteita ohjataan liikennekeskuksesta.

Tunnelin suuaukoille ja tunnelin sisään noin 1000 m välein sijoitetaan muuttuvanäyttöiset tiedotusopasteet, nopeusrajoitusmerkit ja taulut tienkäyttäjien varoittamista ja tiedottamista varten.

Tunneli varustetaan liikenteen seurantakameroilla ja automaattisella häiriönhallintajärjestelmällä.

Vaarallisten aineiden kuljetusten ajaksi tunneli tyhjennetään muista ajoneuvoista, eikä liikennettä päästetä tunneliin. Kevyttä liikennettä ei sallita tunnelissa, mutta traktorit sallitaan.

Turvallisuus

Poistumistilanteita varten tunneli varustetaan yhdyskäytävillä 200 m välein. Poistumisreitit merkitään opastein ja evakuointivaloilla.

Tunneliin tulee normaalivalaistuksen lisäksi varavalaistus (sähkökatkokset) ja evakuointivalaistus (hätätilanteet).

Tunneli (kaksoistunnelin molemmat putket) varustetaan hätäasemilla 100 m välein. Hätäasemat varustetaan hätäpuhelimella, palohälytyspainikkeella ja sammuttimilla.

Tunneli varustetaan pelastustoimen tietoliikenneyhteydellä (VIRVE), radiokuuluvuudella sekä tunnelin suuaukoille ja yhdyskäytävien läheisyyteen sijoitettavilla kuulutuslaitteilla.

Tunneli varustetaan vesijohdolla (märkäjohto) sammutustehtäviä ja tunnelin pesua varten. Palopostit sijoitetaan 200 m välein yhdyskäytävien yhteyteen. Vesijohdon paine varmistetaan pumppuasemalla.

Tunneli varustetaan automaattisella paloilmaisinkaapelilla.

Ilmanvaihto

Tunneli varustetaan koneellisella pitkittäisilmanvaihdolla, jolla varmistetaan, ettei sallittuja ilman laadun pitoisuusarvoja ylitetä ja että näkyvyys säilyy riittävän hyvänä. Ilmanvaihdon ohjausta varten tunneliin sijoitetaan riittävä määrä mittausantureita.

Edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisun erillinen pelastautumistunneli varustetaan erillisellä ilmanvaihdolla, jossa puhaltimia voidaan ohjata molempiin suuntiin ja tarvittaessa aiheuttaa tunnelin sisään ylipaine.

Savunpoisto

Savunpoiston mitoituksessa mitoittava paloteho on 50 MW.

Tunnelin puhaltimet jaetaan paloalueisiin, joita ohjataan joko automaattisesti suunnitelman mukaan tai manuaalisesti. Manuaalinen ohjaus tapahtuu liikennekeskuksesta, tunnelin teknisestä tilasta tai suuaukolta. Puhaltimien puhallussuuntaa voidaan muuttaa.

Edellisen suunnitteluvaiheen ratkaisussa puhaltimia tulee voida ohjata siten, että palotilanteessa savu kulkeutuu haluttuun suuntaan ja ilmavirran nopeus on alle 1,5 - 2,0 m/s. Muissa ratkaisuissa savunpoisto mitoitetaan siten, että savun takaisinvirtaus estyy ja kaikissa olosuhteissa saavutetaan tarvittaessa vähintään virtausnopeus 3,5 m/s. Tunneli varustetaan virtausnopeuden mittausantureilla.

Sähkönsyöttö

Sähkönsyöttö varmistetaan kahdesta suunnasta.

Tunneli varustetaan varavoimakoneella, joka mitoitetaan siten, että turvallisuuden kannalta kriittiset järjestelmät (varavalaistus, tunnelin sulkulaitteet, seurantakamerat, tietoliikenne, paloilmoitusjärjestelmät ja osa puhaltimista) voidaan pitää yllä. Kriittisten järjestelmien toimivuus varmistetaan UPS-laitteilla.

Viemäröinti ja kuivatus

Tunneli varustetaan sekä vuoto- ja sadevesien että pesuvesien, kemikaalivuotojen ym. epäpuhtaiden nesteiden keräystä varten tarvittavilla erillisillä putkituksilla, kaivoilla, altailla, pumpuilla sekä seuranta- ja turvajärjestelmillä.

Rakenteet

Kullakin suuaukolla varaudutaan 500 m matkalla erillisverhousrakenteeseen. Rakenteen tilavaraus 500 mm kalliopinnasta. Erillisverhousrakenteen kohdalle tulee tiekaide.

Ruhjeiden kohdilla varaudutaan 100 m matkalla vahvistettuun, teräsbetonista valmistettavaan kallionlujitusrakenteeseen. Rakenteen tilavaraus on 500 mm kalliopinnasta.

Kaikkialla muualla varaudutaan ruiskubetonipintaan verhoiltuun vedeneristysrakenteeseen (palosuojatut PE-matot). Tilavaraus 350 mm kalliopinnasta.

Kantavien ja osastoivien rakenteiden palonkestovaatimus on kaksi tuntia.

Tunnelien suuaukot ovat kallioleikkauksia, joissa tunnelien kallio-otsat varustetaan arkkitehtuuriltaan korkeatasoisilla teräsbetonikauluksilla, jotka liittyvät hallitusti tunnelien erillisverhousrakenteisiin.

3 TUNNELIN LINJAUSVAIHTOEHDOT

3.1 Tehdyt kalliotutkimukset

Tässä suunnitteluvaiheessa ei ole tehty uusia tutkimuksia, kuten ei myöskään vuoden 2001 tarkistetun yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä.

Käytettävissä ovat olleet akustisseismiset luotaukset ja niiden tulkinnat vuodelta 1993. Luotausten varmistamiseksi on tehty muutamia porakone- ja kallionäytekairauksia. Tutkimusten perusteella on laadittu kalliopinnan korkeuskäyrästö (IPT GEO 15780 T2), johon on tässä työssä tukeuduttu.

Pääkivilaji on graniitti, mutta kallioperässä on myös gneissiosuuksia. Kalliossa on syviä ruhjemuodostumia ja todennäköisiä heikkousvyöhykkeitä, jotka on huomioitava tunnelin suunnittelussa.

Kallionäyte- ja porakonekairauksia on tehty käytännössä vain rannoilta ja kalliopintoja merenalaisilla tunneliosuuksilla ei ole varmistettu porakonekairauksin.

Akustisseismisillä luotauksilla ei saada tietoa kallion laadusta ja suunnittelijan kokemuksen perusteella akustisseismisten luotausten perusteella tehtyyn kalliopinnan ja –laadun tulkintaan liittyy huomattavia epävarmuustekijöitä, ellei kalliopintoja ja rikkonaisuusvyöhykkeitä ole voitu riittävin porakone- ja kallionäytekairauksin varmistaa. Akustisseismisiä luotauksia parempi kuva kallio-olosuhteista saataisiin refraktioseismisillä luotauksilla, joita on jatkosuunnittelun yhteydessä syytä tehdä. Niiden avulla saadaan kalliopintojen lisäksi tietoa myös kallion laadusta ja heikkousvyöhykkeiden sijainnista.

Jatkosuunnittelussa kallion pinnan korkeusasema ja kallion laatu on syytä varmistaa mahdollisimman kattavin maanpinnalta ja tutkimuslautalta tehtävin kalliotutkimuksin. Kalliopinnan korkeusasema tulee varmistaa porakonekairauksin niillä osin kun se veden syvyyden puolesta on mahdollista. Kallionäytekairaus tulisi tehdä rannoilta suuntaporauksena, jossa kairauksen suuntaa voidaan mitata ja ohjata kallionäytekairauksen aikana. Kallionäytekairausta voidaan tehdä matalammilla osuuksilla tukijaloin varustetulta tutkimuslautalta.

3.2 Tarkistetun yleissuunnitelman (2001) linjaus

Tarkistetun yleissuunnitelman linjaus on sama kuin vuoden 1992 yleissuunnitelman mukainen linjaus. Tunneli on linjattu siten, että se lävistää mahdollisimman vähän ilmeisesti painanteiden perusteella oletettuja heikkousvyöhykkeitä ja että heikkousvyöhykkeiden lävistykset tapahtuvat mahdollisimman kohtisuoraan.

Tarkistetun yleissuunnitelman linjaus on esitetty liitteenä olevassa suunnitelmakartassa ja siihen liittyvä pituusleikkaus liitteenä olevassa pituusleikkauspiirustuksessa.

Kummankin rannan läheisyydessä on kalliopainanne, jossa kalliopinta painuu noin 100 m merenpinnan alapuolelle. Tunnelin kalliokaton paksuudeksi

on valittu näiden painanteiden kohdalla 30 m. Tunneli on tehtävissä tätä huomattavasti ohuemmallakin kalliokatolla. Koska luotettava tieto kalliopinnasta painanteiden alueella saadaan kuitenkin vasta tarkentavien tutkimusten avulla, on syytä tässä suunnitteluvaiheessa varata kalliokatolle riittävästi paksuutta.

Norjalaisessa tunnelisuunnittelukäytännössä merenalaisten tunneleiden kalliokattopaksuussuositus ennen tutkimuksia tehtäviä alustavia suunnitelmia koskien on 50 m. Kun kalliopinnasta saadaan tarkempaa tutkimustietoa, voidaan paksuutta pienentää. Suomessa kallioperä on yleisesti Norjan kallioperää paremmin kalliorakentamiseen soveltuvaa ja siksi 30 m käyttö tässä suunnitteluvaiheessa on perusteltua.

3.3 Vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus

Tässä suunnitteluvaiheessa ideoitiin tunnelille vaihtoehtoinen linjaus, jolla tarkistetun yleissuunnitelman mukaisen linjauksen itäpään kalliopainanne on mahdollista kiertää eteläpuolelta. Tämä mahdollistaa tunnelin pituuskaltevuuden pienentämisen itäpäässä ja pienentää kalliorakentamiseen liittyviä aikataulu- ja kustannusriskejä.

Vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus on esitetty liitteenä olevassa suunnitelmakartassa ja siihen liittyvä pituusleikkaus liitteenä olevassa pituusleikkauspiirustuksessa.

Tunnelin linjausta voi olla mahdollista jatkaa etelämpänä myös länsipään kalliopainanteen ohitse, mutta tältä alueelta ei ole riittäviä tutkimustietoja käytettävissä. Mikäli tältä alueelta löytyy sopiva linjaus, jonka kohdalla ei ole painannetta, voidaan tunnelin pituuskaltevuutta pienentää myös länsipäässä pidentämättä tunnelia. Eteläisempi linjaus on pienemmän vesisyvyyden johdosta myös helpompi ja edullisempi tutkia kuin painanteet alittava linjaus.

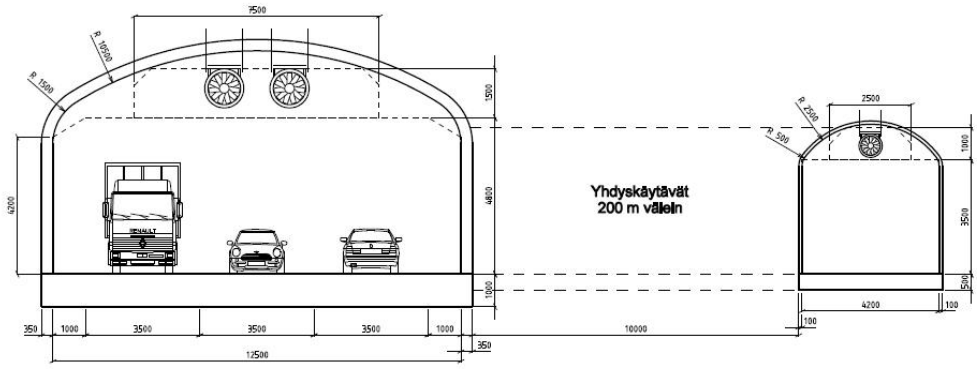
4 TUNNELIN POIKKILEIKKAUSVAIHTOEHDOT

Työssä tarkasteltiin neljä erilaista poikkileikkausta. Kaikista piirrettiin poikkileikkauspiirustus ja arvioitiin tunnelin rakennuskustannukset kunkin vaihtoehdon mukaisesti toteutettuna.

4.1 Tarkistetun yleissuunnitelman (2001) poikkileikkaus (VE 0+)

Tietunneli on 2+1-kaistainen ja sen rinnalla kulkee erillinen pelastautumis- ja huoltotunneli. Tietunnelissa on 1,0 m levyiset pientareet ja nousevilla osuuksilla kolme, tasaisella osuudella kaksi 3,5 m leveää kaistaa. Nopeusrajoitus tunnelissa on 60 km/h.

Poikkileikkaus nousevilla osuuksilla on esitetty kuvassa 1 ja liitteenä olevassa poikkileikkauspiirustuksessa. Liitteenä on myös esitetty poikkileikkaus tasaisella osuudella.



Kuva 1. Tarkistetun yleissuunnitelman mukainen 2+1-kaistainen poikkileikkaus nousevilla osuuksilla (VE 0+).

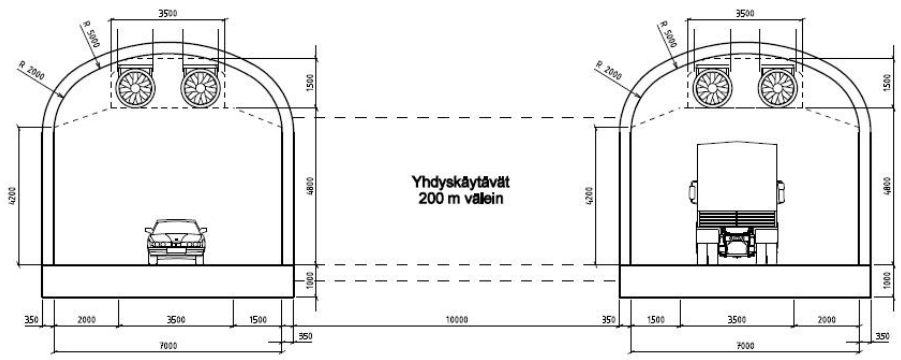
Riittävien pysähtymisnäkemien varmistamiseksi kaaren R=600 alaspäin menevän kaistan puoleisessa reunassa joudutaan poikkileikkausta leventämään kapeasta pientareesta johtuen maksimissaan 1,0 m.

Turvallisuussyistä poikkileikkausta ei voida hyväksyä pitkittäisilmanvaihtoratkaisuna näin pitkässä tunnelissa. Koska tunnelissa on kaksisuuntainen liikenne, palotilanteessa savua jouduttaisiin poistamaan liikennettä vastaan, mikä ei ole hyväksyttävää. Savunpoistoa varten tulisi rakentaa erillinen osastoitu savunpoistokanava, mikä nostaisi kustannuksia merkittävästi.

Poikkileikkaus on kuitenkin tarkasteltu, jotta saadaan arvioiduksi poikkileikkauksen muutoksen vaikutus tunnelin kustannuksiin.

4.2 Kaksiputkinen, 1+1–kaistainen poikkileikkaus (VE 1a)

Tunneli koostuu kahdesta erillisestä kalliotunnelista, joissa kummassakin on yksi kaista. Tunneli on siis 1+1-kaistainen ja eri suuntien liikenne kulkee toisistaan erotettuna erillisissä kalliotunneleissa. Oikean puolen piennar on 2,0 m ja vasemman 1,5 m. Nopeusrajoitus tunnelissa on 50 km/h. Poikkileikkaus on esitetty kuvassa 2 ja liitteenä olevassa poikkileikkauspiirustuksessa.



Kuva 2. 1+1-kaistainen kaksiputkinen tunneli (VE 1a).

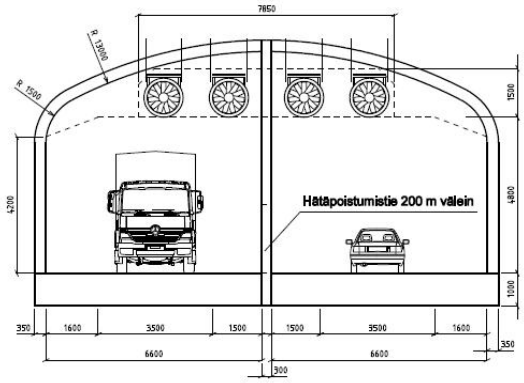
Leveät pientareet mahdollistavat sen, että kuorma auto mahtuu kulkemaan tunnelin reunaan pysähtyneen toisen kuorma-auton ohitse. Ohittamismahdollisuutta tunnelissa ei ole.

4.3 Yksiputkinen, keskiseinällä varustettu, 1+1-kaistainen poikkileikkaus (VE 1b)

Tunneli koostuu yhdestä kalliotunnelista, jossa eri suuntien ajokaistat on erotettu toisistaan teräsbetonisella väliseinällä. Tunneli on siis 1+1-kaistainen. Oikean puolen piennar on 1,6 m ja vasemman 1,5 m. Nopeusrajoitus tunnelissa on 50 km/h.

Leveät pientareet mahdollistavat edellisen vaihtoehdon tapaan, että kuorma-auto mahtuu kulkemaan tunnelin reunaan pysähtyneen toisen kuorma-auton ohitse. Edellistä vaihtoehtoa kapeammat pientareet ovat mahdolliset, koska teräsbetonisen väliseinän pinta on kallioon verrattuna tasainen. Tämä mahdollistaa ajoneuvon ajamisen lähempänä seinää pysähtynyttä ajoneuvoa ohitettaessa.

Ohittamismahdollisuutta tunnelissa ei ole tässäkään vaihtoehdossa. Poikkileikkaus on esitetty kuvassa 3 ja liitteenä olevassa poikkileikkauspiirustuksessa.



Kuva 3. 1+1-kaistainen yksiputkinen tunneli keskiseinällä (VE 1b).

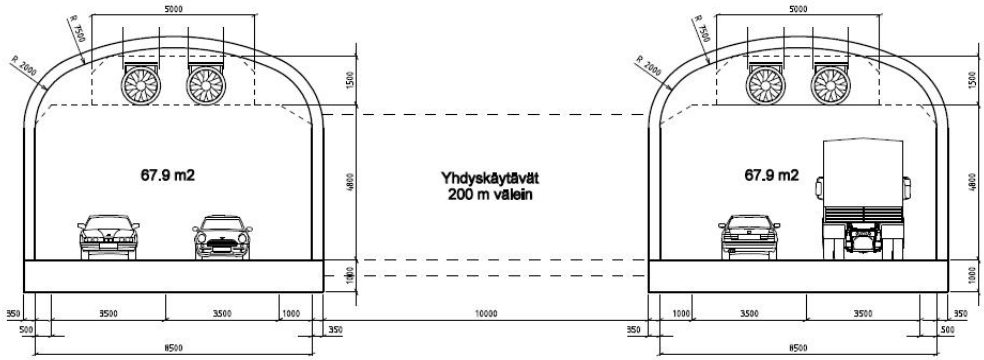
4.4 Kaksiputkinen, 2+2-kaistainen poikkileikkaus (VE 2)

Tunneli koostuu kahdesta kalliotunnelista, joissa kummassakin on kaksikaistainen ajorata. Tunneli on siis 2+2-kaistainen ja eri suuntien liikenne kulkee toisistaan erotettuna erillisissä kalliotunneleissa. Oikean puolen piennar on 0,5 m ja vasemman 1,0 m. Nopeusrajoitus tunnelissa on 60 km/h.

Pysähtynyt tai hidas ajoneuvo ohitetaan vasemmanpuoleista kaistaa käyttäen. Kaksi kaistaa kumpaankin suuntaan on liikenne-ennusteen ja liikennevirran sujuvuuden kannalta ylimitoitusta, mutta tarjoaa hitaiden ajoneuvojen (raskaat ajoneuvot ja traktorit nousevilla ja laskevilla osuuksilla) ohitusmahdollisuuden kautta paremman palvelutason.

Riittävien pysähtymisnäkemien varmistamiseksi kaaren R=600 alaspäin menevän tunneliputken sisäkaarteen puoleisessa reunassa joudutaan poikkileikkausta leventämään kapeasta pientareesta johtuen maksimissaan 1,6 m.

Poikkileikkaus on esitetty kuvassa 4 ja liitteenä olevassa poikkileikkauspiirustuksessa.



Kuva 4. 2+2-kaistainen kaksiputkinen tunneli (VE 2).

4.5 Vaihtoehtojen vertailu ja tarkemmin tarkasteltava vaihtoehto

Kaikille kohdissa 4.1 - 4.4 esitellyille poikkileikkauksille laadittiin vertailukustannusarviot, joiden yhteenveto on esitetty taulukossa 2. Tarkempi eritelty vertailukustannusarvio eri vaihtoehdoista on esitetty liitteessä.

Taulukko 2. Tunnelin vertailukustannusarviot (0,1 M€ tarkkuudella) eri poikkileikkausvaihtoehdoilla toteutettuna.

Poikkileikkausvaihtoehto	*Rakennuskustannus (Alv 0 %)*
VE 0+	89,3 M€
VE 1a	86,7 M€
VE 1b	95,1 M€
VE 2	98,1 M€

Taulukosta 2 nähdään, että edullisin on 1+1-kaistainen tunneli, joka koostuu kahdesta erillisestä kalliotunnelista. Se on jopa edullisempi kuin tarkistetun yleissuunnitelman mukainen vaihtoehto. Käyttö- ja ylläpitokustannuksiin valittavalla poikkileikkauksella ei ole merkittävää vaikutusta.

Kustannusvertailun perusteella päätettiin valita edullisin 1+1-kaistainen kaksiputkinen tunneli tässä suunnitteluvaiheessa tarkemmin tarkasteltavaksi vaihtoehdoksi. Suunnitelmakartat ja pituusleikkaukset esitetään sen suhteen ja sen osalta esitetään eritelty kustannusarvio.

Jatkossa kannattaa harkita myös vaihtoehtojen 1a ja 2 yhdistelmää, jossa laskevilla ja tasaisilla osuuksilla poikkileikkaus olisi VE 1a:n ja nousevilla osuuksilla VE 2:n mukainen. Kustannuksia tulisi VE 1a:han verrattuna lisää arviolta 6 %.

Mikäli tunnelin suurimpana pituuskaltevuutena käytetään 8,2 % sijaan 5 %, kasvaa tunnelin pituus n. 7500 m:iin. Tässä suunnitteluvaiheessa tarkemmin tarkasteltavan 1+1-kaistaisen kaksiputkisen (VE 1a) tunnelivaihtoehdon kustannukset nousisivat tunnelin pitenemisen johdosta arviolta 50 %. Pidempi tunneli saattaa mahdollistaa painannealueiden kiertämisen ja siihen sisältyy siten mahdollista säästöpotentiaalia.

5 KALLIORAKENNUS- JA RAKENNETEKNIIKKA

Tehdyt tutkimukset ja niiden perusteella käytettävissä olevat kallioperätiedot kullakin linjausvaihtoehdolla on esitetty edellä kohdassa 3. Näiden tietojen perusteella tunnelin kalliorakennustyöt voidaan tehdä pääosin normaaleja kalliorakennustoimenpiteitä käyttäen:

- Tunneleiden louhinta tehdään perinteisellä poraus-räjäytysmenetelmällä ja laskuperillä
- Tunneleiden louhinta aloitetaan samanaikaisesti tunnelin molemmista päistä
- Kallionlujitukset toteutetaan pultituksilla ja ruiskubetonoinneilla, jotka raudoitetaan teräskuiduilla ja tarvittaessa verkkoraudoitteilla
- Tiivistystoimenpiteet esi-injektointeina, joiden laajuus määritellään tarkemmin jatkotutkimusten perusteella.

Suunnittelun lähtökohtana on että tunnelin katto ja seinäpinnat ruiskubetonoidaan kauttaaltaan. Merenalainen tunneliosuus varaudutaan injektoimaan systemaattisella esi-injektoinnilla koko pituudelta. Systemaattinen esi-injektointi sisältää katon, seinien ja lattian esi-injektoinnin. Muille aluille injektointi määritellään louhinnanaikaisten havaintojen ja rakennussuunnittelun vaatimien tarkempien kalliotutkimusten perusteella. Injektointi tehdään pääosin sementti-injektointina.

Louhinta tehdään aloittaen molemmista päistä samanaikaisesti perinteisellä poraus-räjäytysmenetelmällä. Tunneli laskee suuaukolta ja louhinta joudutaan tekemään lähes koko pituudeltaan laskuperillä. Tällöin tunnelin vuotovedet valuvat louhittavaan perään. Tämä aiheuttaa kustannuksia lisääntyneenä pumppauksena ja työn hankaloitumisena.

Raskaampiin kallionlujitus- ja tiivistystoimenpiteisiin varaudutaan tunnelisuuaukoilla ja erityisesti lävistettävissä kallion heikkousvyöhykkeissä. Kohdassa 3.2 mainittujen merenalaisten kalliopainanteiden kohdilla määritellään tunnusteluporausten avulla todellinen kalliolaatu ja kalliokaton paksuus ennen louhintaa. Painanteiden kohdilla varaudutaan kallion lujitus- ja tiivistystoimenpiteiden lisäksi järeisiin teräsbetonisiin kalliota lujittaviin holvirakenteisiin.

Tiivistysinjektointien lisäksi tunnelin katto- ja seinäpinnat varustetaan tarpeellisessa laajuudessa veden- ja lämmöneristysrakenteilla vesivuotojen ja jäätymisen aiheuttamien haittojen ja rakennevaurioiden eliminoimiseksi.

Tunnelit varustetaan lämpöeristetyillä verhousrakenteilla suuaukoilta niin pitkälle tunnelin sisään, että jäätymishaitat ja pakkasvauriot vältetään. Merenalaisilla sisäosuuksilla eristettyjä verhousrakenteita käytetään tarvittaessa.

Tunnelin sisärakenteet suunnitellaan ottaen huomioon turvallisuusnäkökohdat sekä huolto ja kunnossapito. Tunnelisuuaukot varustetaan ympäristöön sovitetuilla suuaukkorakenteilla, joiden päätehtävä on jyrkiltä kalliorinteiltä valuvan veden, lumen ja jään aiheuttamien kunnossapitohaittojen ja turvallisuusriskien eliminoiminen. Myös tunnelisuuaukkojen sovittaminen ympäristöön sekä oikeiden valaistusolosuhteiden luominen lähestymisalueille on tärkeä osa suuaukkorakenteiden jatkosuunnittelua.

Tunnelin läheisyydessä ei tunnelin rakentamisessa syntyvälle louhemäärälle ole kysyntää. Alueella on entuudestaan louheen ylitarjontaa. Paraisten avolouhoksella louhitaan sivukiveä (joka ei tosin ole laadultaan tunnelista syntyvän louheen tasoista), joka on varastoitu kaivosalueelle. Tunnelin rakentamisesta syntyvä louhe voidaan kuljettaa alueelta pois tai varastoida lähialueelle mahdollisia tulevia käyttöjä varten.

Tunneleiden louhinnasta syntyy louhetta yhteensä noin 540 000 kiinto-m^3, mikä vastaa noin 870 000 irto-m^3. Tunnelia louhitaan samanaikaisesti molemmista päistä. Sekä Paraisten että Nauvon puolelta syntyy louhetta noin 435 000 irto-m^3 kummastakin.

Tavoitteena on käyttää ja varastoida mahdollisimman suuri määrä louhetta tunnelin suuaukkojen läheisyydessä. Mikäli louhe varastoidaan tunnelin lähialueelle kokonaisuudessaan, tarvitaan kummankin tunnelin suuaukon läheisyyteen läjitysalueet joiden pinta-ala on noin 30 000 m^2, mikäli louheen läjityksen keskikorkeus on noin 15 metriä.

Mikäli lähietäisyydeltä löydetään käyttökohteita rannan tuntumasta, jossa kiviaines voidaan purkaa käyttökohteeseen suoraan proomusta, on proomukuljetus edullista.

Ylimääräinen louhe kuljetetaan pois maanteitse tai meriteitse proomulla. Proomukuljetusta voidaan tehdä muutoin paitsi talviaikaan, jolloin louhe välivarastoidaan työmaa-alueelle tai kuljetetaan maanteitse loppusijoituspaikkaan. Louhe voidaan tarvittaessa murskata ajotunneleiden viereisillä työ- ja välivarastointialueilla.

Louheen käyttämisestä vesialueiden täyttöihin, proomukuljetusten edellyttämien laiturirakenteiden ja mahdollisten vesialueen ruoppaustöiden tekemisestä joudutaan jättämään erilliset lupahakemukset.

Louheen arvo rakennustöissä on noin 3,5 €/tn ja murskeen noin 5,5 €/tn kiviaineksen laadusta sekä tarjonnasta ja kysynnästä riippuen. Proomukuljetuksen kustannuksena on käytetty arvoa 0,03 €/tn-km. Maantiekuljetuksien kustannus on vastaavasti 0,5 €/tn + 0,08 €/tn-km. Maantiekuljetuksien tekeminen Nauvon puolelta on arvokkaampaa kuin Paraisten puolelta, jos kuljetukset tehdään olevaa lauttayhteyttä käyttäen. Ruuhka-aikana lautan kapasiteetti on lisäksi rajallinen.

Louheen kuljetus tunnelin suuaukolta esim. Turkuun maksaa maantiekuljetuksina noin 2,5-3,0 M€ ja proomukuljetuksena noin 1,0 M€ työmaa-alueen rannasta. Kuljetus tunnelin suuaukolta rantaan lisää proomukuljetuskustannuksia. Proomukuljetuskustannuksissa on huomioitu lastaus ja purkupaikkojen rakentamisesta aiheutuvat kustannukset, noin 0,1 M€ lastauspaikkaa kohti. Proomukuljetuksien kustannuksissa ei ole huomioitu jatkokuljetusta maanteitse määränpään rannasta eteenpäin.

Helsinkiin tai Tallinnaan merenrannalle kuljetettuna proomukuljetuksen kustannus on noin 4,5 M€. Kun louheen arvo paikalle kuljetettuna on noin 2,6 M€, on kuljetus näin kauas kannattamatonta, ellei tarjonnan vähäisyys nosta hintatasoa.

Edellä tehdyt pohdinnat ja arviot perustuvat tämänhetkiseen tilanteeseen. Louheen kysyntää ja arvoa kymmenen vuoden kuluttua, kun tunnelia mahdollisesti rakennetaan, on erittäin hankala arvioida.

Kustannusarvio on laadittu sen mukaisesti, että louhe läjitetään tunnelin suuaukkojen läheisyyteen. Louheen arvoa ei ole otettu millään tavalla huomioon kustannusarviossa.

6 TEKNISET JÄRJESTELMÄT

6.1 Ilmanvaihto

Lähtökohdat ja mitoitusperusteet

Tunnelin osalta ovat tärkeimmät lähtötiedot seuraavat:

- Puhaltimet on mitoitettu siten, että savutetaan ilmanvirtausnopeus 3,5 m/s.
- Tunneli on 1+1 – kaistainen kaksiputkinen tunneli. Tunneliputken vapaa pinta-ala on 52 m^2. Tunneliputkien välillä on palo-osastoidut ja ylipaineistetut yhdyskäytävät 200 m välein.
- Huipputunnin liikennemäärä on 375 autoa tunnissa Nauvon suuntaan (suunta S1) ja 125 autoa tunnissa Paraisten suuntaan (suunta S2). Raskaan liikenteen osuutena on käytetty 8 %
- Ilmanvaihdon mitoituksessa käytetään ajonopeutta 30 km/h ja tuulen nopeutena 10 m/s
- Kevyttä liikennettä (jalankulku, pyöräily) ei sallita

Ilmanvaihdon mitoitus

Tunneleiden ilmanvaihto toteutetaan pitkittäisilmanvaihdon periaatteella. Tunnelin kattoon asennetaan tasaisin välein impulssipuhallinryhmiä, joilla ilma saadaan tunnelissa virtaamaan suuaukolta toiselle tunnelin toimiessa ilmanvaihtokanavana.

Alustavan mitoituksen perusteella tunneleissa tarvittavat puhallinmäärät ovat 16 kpl / tunneliputki nopeuden 3,5 m/s aikaansaamiseksi. Mitoituksessa käytetty impulssipuhallin on 112JMTS (1000 N, 36 kW). Puhaltimet mitoitetaan toimimaan ilmoitetulla teholla molempiin puhallussuuntiin. Puhaltimia käyte-

tään tunnelin ilman pitoisuuksien hallintaan ja savunpoistoon. Puhaltimet varusteineen mitoitetaan palotilanteen savunpoistovaatimusten mukaan (400 °C / 2h).

Savunpoiston tehontarve mitoittaa puhallinmäärän. Liikenteen päästöjen hallintaan tarvittava ilmanvirtausnopeus on merkittävästi savunpoiston nopeutta pienempi.

Mainitut impulssipuhallinten määrät ja mitoitus ovat alustavia. Suuaukoilla kasvavia poikkileikkauksia ei mitoituksessa ole huomioitu. Mitoitukset tarkistetaan ja puhallinten tyypit ja määrät tarkennetaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Yhdyskäytävät toimivat uloskäytävinä ajoneuvotunnelista toiseen onnettomuustilanteissa. Yhdyskäytäviin asennetaan ilmanvaihtolaitteet (ilmantuotto noin 2 m3/s), joilla tila ylipaineistetaan onnettomuustilanteessa. Näin estetään savun virtaus tunnelista toiseen. Normaalitilanteissa laitteistoa käytetään yhdyskäytävien perusilmanvaihdossa. Yhdyskäytävän ilmanvaihtolaitteet suunnitellaan toimimaan savunpoiston olosuhteissa. Yhdyskäytävissä, jotka on suunniteltu ajoneuvojen läpiajoa varten, tulee olla erillinen ovi hätäpoistumista varten.

Ilmanvaihdon ohjaus

Tunnelipuhaltimia ohjataan pitoisuusohjauksella, aikaohjauksella tai tuuliohjauksella.

Pitoisuusohjaus tapahtuu NO-pitoisuuden mukaan. NO-pitoisuuden tunnelissa noustessa tunnelipuhaltimia käynnistyy portaittain. Tunneleihin ja niiden suuaukoille sijoitetaan ohjauslaitteistoon kuuluvat anturit, joilla tulee voida NO-pitoisuuden lisäksi mitata myös NO2- ja CO-pitoisuutta. NO-pitoisuuden tulee etukäteisarvion mukaan olla enintään 5 ppm, jotta sallittu NO_2-pitoisuus 0,2 ppm ei ylittyisi.

Aikaohjausta, jossa puhaltimet käynnistyvät kellolaitteen avulla halutun pituiseksi ajaksi, käytetään tarpeen mukaan. Pitoisuusohjauksessa on todennäköistä, että tunnelipuhaltimia käynnistyy vasta kun ajonopeus putoaa selvästi alle 50 km/h ja tällöin autoilijat saattavat pitää ilman laatua tunnelissa huonona.

Tuuliohjaus on tarpeen kun tuulet ovat niin voimakkaita, että tunneli tuulettuu ilman puhaltimien apua. Ilman virtausnopeutta ja suuntaa tunneleissa mitataan sinne asennettujen ilmaisimien avulla. Jos nopeus liikenteen suuntaan ylittää asetetun arvon, pysähtyvät puhaltimet. Tuulen vaikutuksesta saatetaan myös joutua vaihtamaan puhaltimien puhallussuuntaa.

6.2 Palonsammutus ja hätäasemat

Tunneli varustetaan märällä paineistamattomalla palovesijohdolla. Putki on muovipaineputkea hitsausliitoksin. Paloveden runkojohto (DN200) sijoitetaan toisen ajoneuvotunnelin rakenteisiin. Runkojohdosta otetaan haarat (DN80) jokaiseen yhdyskäytävään, joihin sijoitetaan 2 x 3” ulosotot kynsiliittimin ja sulkuventtiilein.

Palovesijohtoon syötetään merivettä polttomoottorikäyttöisillä pumpuilla. Palovesipumppaamot toteutetaan tunnelin suuaukoille.

Käsisammuttimet ovat jauhesammuttimia tyyppiä AB III E 2 x 6 kg. Niiden irrottamisen telineistään tai kaapista tulee aiheuttaa osoitteellinen hälytys valvomoihin.

Hätäasemat sijoitetaan yhdyskäytäviin ja niiden välisten jaksojen puoliväliin 100 m:n välein. Ne ovat pölytiiviitä kaappeja, joihin sijoitetaan käsisammuttimet, hätäpuhelimet ja palohälytyspainikkeet. Hätäpuhelimista saadaan yhteys hätäkeskukseen ja kaapin avaamisesta tulee ositteellinen hälytys liikennekeskukseen. Hätäpuhelu ei yhdisty liikennekeskukseen, vaan sinne tulee ainoastaan tieto siitä, että hätäasemalta soitetaan.

6.3 Tunnelin kuivatus

Jätevesijärjestelmän putkisto johtaa tunnelin pesuvedet ja muut tunneliin joutuvat nesteet (öljy, bensiini, jne.) tunnelin jätevesien varastoaltaaseen (pesuvesien keräyssäiliöön). Tunnelissa sattuneen onnettomuuden yhteydessä vuotavien nesteiden tai vaarallisten aineiden valuessa tunneliin nämä kerätään em. varastoaltaaseen. Pesuvesisäiliö tyhjennetään tunnelin pesun tai mahdollisen onnettomuuden jälkeen imuautolla. Varastoallas mitoitetaan palo- tai muun onnettomuustilanteen hoitamisen edellyttämän nestemäärän mukaan (n. 150 m^3).

Pesuvesien keräilyjärjestelmään kuuluvat viemäriputket, vesilukolla ja lietepesällä varustetut kaivot, joiden kannet ovat joko ritilä– tai kitakansia n. 50 m välein, sekä betonirakenteinen pesuvesien varastoallas varustettuna erilliselllä selkeytys- ja öljynerotusaltaalla.

Onnettomuustapausten varalta on tunnelin pesuvesiputkiston materiaalin ja tiivisteiden oltava öljyä ja muita kemikaaleja kestäviä. PVC-muovien käyttö on kielletty.

Tunneliputkille toteutetaan erilliset toisistaan riippumattomat jätevesiviemäröintiverkostot.

Kuivatusvesijärjestelmän putkisto johtaa tunnelin suuaukolta tunneliin päin valuvat sadevedet ja tunnelin salaojajärjestelmästä valuvat suotovedet tunnelin alimmassa pisteessä sijaitsevaan pumppaamon, josta vedet pumpataan väylän avo-osuuden kuivatusjärjestelmän kautta vesistöön.

Tunnelin kuivatusvesijärjestelmään kuuluvat sadevesiviemärit/salaojien kokoojaviemäri, salaojat ja tarkastuskaivot n. 50 m välein molemmissa ajoneuvotunneleissa.

Pumppaamossa on kaksi pumppua, kukin teholtaan 1000 l/min. Molemmille tunneleille yhteinen varastoallas on tilavuudeltaan 1000 m^3. Tällöin altaaseen mahtuu 1,5 vuorokauden aikana tulevat suotovedet, kun vesimääräksi oletetaan 100 l/min/km.

Pumppaamoista vedet pumpataan mereen käyttäen kahta muovista DN 160 paineputkea.

6.4 Tele- ja turvajärjestelmät

Parainen-Nauvo tunnelille on määritelty seuraavat turvallisuusjärjestelmät:

Paloilmoitinjärjestelmä

Ajotunneleiden palon havaitsemiseksi niihin asennetaan sensorivalokuitukaapeli. Tekniset tilat varustetaan osoitteellisilla interaktiivisilla paloilmaisimilla. Palopainikkeita asennetaan ajotunneleihin n. 100 m välein hätäasemien yhteyteen, teknisiin tiloihin ja yhdyskäytäviin. Palohälytykset välitetään alueelliseen hätäkeskukseen. Paloilmoittimen käyttölaitteet asennetaan tunnelin suuaukoille savunpoiston käyttökytkinten yhteyteen.

Hätäpuhelinjärjestelmä

Hätäpuhelinjärjestelmän toteuttamiseen varaudutaan (mukana kustannusarviossa). Puhelimet sijoitetaan hätäasemien yhteyteen, tunneleiden suuaukoille ja teknisiin tiloihin. Hätäpuhelimista saadaan yhteys hätäkeskukseen ja kaapin avaamisesta tulee ositteellinen hälytys liikennekeskukseen. Hätäpuhelu ei yhdisty liikennekeskukseen, vaan sen käyttöliittymään tulee tieto siitä, että hätäasemalta soitetaan.

Häiriöiden havaitsemisjärjestelmä

Liikennetunneli varustetaan häiriöiden havaitsemisjärjestelmällä (videovalvontajärjelmä) koko tunnelin pituudella. Videoyhteydet järjestetään liikennekeskuksiin, tunnelin yhteydessä olevaan miehittämättömään valvomoon sekä tarvittaessa Paraisten pelastuslaitokselle. Kustannukset on arvioitu häiriöiden havaitsemisjärjestelmän yhteydessä.

Muut turvavarusteet ja –järjestelmät

Puhelimien ja radion kuuluvuus tunnelissa on varmistettava. Tunneliin asennetaan järjestelmät, jotka mahdollistavat viranomaisverkkojen (VIRVE) ja matkaviestimien toiminnan. Lisäksi on voitava kuunnella ainakin yhtä valtakunnallista FM -radiokanavaa, joka tukee RDS –toimintoja.

Pelastuslaitoksen kenttäpuhelinverkko asennetaan tarvittaessa kumpaankin tunneliputkeen.

Ajotunneleiden suuaukoille ja yhdyskäytävien läheisyyteen asennetaan hätäkuulutusjärjestelmän kaiuttimet.

Huolto- ja pelastustoimia varten tunneliin tarvitaan varavoimaan liitetyt voimapistorasiakeskukset, jotka sijoitetaan tunneliputkiin n. 100 m välein.

Tunneli varustetaan valaistuilla poistumisopasteilla ja evakuointivaloilla.

Yhdyskäytävien ovien tilatiedot liitetään kulunvalvontajärjestelmään.

Tunnelin suuaukoille tulee pelastuslaitoksen käyttökaapit savunpoiston käyttökytkimiä varten.

Tunneleiden lopullinen varustelutaso sovitaan jatkosuunnittelun yhteydessä paikallisten pelastusviranomaisten kanssa käytävissä neuvotteluissa.

6.5 Sähköjärjestelmät

Sähkönjakelu

Tunneliin louhitaan tilat neljälle suurjännitemuuntamolle (20 kV). Tunneli kuuluu Fortum Sähkönsiirto Oy :n jakelualueeseen ja se liitetään kyseisen verkkoyhtiön 20 kV:n rengasverkkoon. Energian toimittaja tuo 20 kV liittymän tunnelin liityntäpaikkoihin, josta eteenpäin sähköistys kuuluu tunneleiden hankintoihin.

Tunnelia syötetään kahdesta eri suunnasta kahden muuntajan kautta. Tunnelilla on oma valvomorakennus, johon sijoitetaan sähköverkon järjestelmiä palveleva olosuhteiden seurantajärjestelmä.

Sähkön syöttöä varmistamassa on varavoimakone, joka sijoitetaan liittymiskojeiston yhteyteen sähköasemalle 1. Varavoimajakelu tunneleissa toteutetaan 20 kV –verkon kautta nostamalla jännitetaso 0,4kV:sta 20 kV:iin. Muut kuin varavoimajakeluun määritellyt kuormat tippuvat pois varavoiman syöttötilanteessa verkostoautomaation ohjaamana. Varavoimakoneen nimellisjännite on 400 V. Varavoimakeskukset varustetaan lisäksi siirrettävän varavoimalaitoksen liitäntämahdollisuudella.

Koko tunnelin sähkönjakelujärjestelmän toimintaa ohjaa verkostoautomaatiojärjestelmä.

Energian mittauslaitteet sijoitetaan liittymiskojeistoihin.

Pienjännitepääkeskuksia varten rakennetaan muuntamoiden läheisyyteen pääkeskushuoneet. Pääkeskukset ovat kennokeskuksia.

Tunneliputkia yhdistäviin yhdyskäytäviin asennetaan ryhmäkeskuksia valaistuksen, LVI-laitteiden ja liikenteenhallinnan sekä muiden liitäntäpisteiden jakelua varten. Ryhmäkeskukset ovat roiskevesitiiviitä kotelokeskuksia.

Varavoiman lisäksi tunneleissa käytetään UPS-järjestelmiä turvaamaan katkoton sähkön syöttö turvallisuuteen vaikuttaville järjestelmille. Näitä järjestelmiä ovat mm:

- Turva- ja hälytysjärjestelmät
- Tiedonsiirtolaitteet
- Merkki-, vara- ja turvavalaistus
- Ohjausjärjestelmät.

Tunnelin automaatio-, ohjaus-, valvonta- ja turvajärjestelmien viestit kootaan valokuitujakamoihin. Jakamot yhdistetään toisiinsa ja valvomoon valokuiduilla, joiden kautta kaikkien järjestelmien tiedot välittyvät.

Valokuitujakamot ja valokuidut voivat olla yhteisiä liikenteenhallintajärjestelmien kanssa.

Kaapelointi ja johtotiet

Suurjännitekaapelit asennetaan tunnelissa palonsuojatusti pientareen alle sijoitettuihin kaapeliputkiin erilleen muista kaapeleista. Kaapelivetokaivoja asennetaan 50 m välein.

Voima ja ohjauskaapelit asennetaan varmennetusti tunneliosuudella kaapelihyllyille tietunnelin kattoon. Ryhmäkeskus- ja voimakaapelit ovat pääosin alumiinikaapeleita. Johtoteinä käytetään RST-kaapelihyllyjä.

Yhdyskäytävät varustetaan kaapelihyllyillä, joille näitä tiloja palvelevat voima- ja ohjauskaapelit asennetaan.

6.6 Valaistus

Tunnelivalaistus

Kaikissa tunneleissa tarvitaan päivävalaistus. Kynnysalueilla tarvittavat luminanssit lasketaan jatkosuunnittelun yhteydessä sen jälkeen, kun lähestymisalueiden tie- ja rakennusteknisistä ratkaisuista on käytettävissä riittävän yksityiskohtaiset tiedot.

Kynnys- ja siirtymäalueilla käytetään vastavaloperiaatetta ja sisäalueilla symmetristä valonjakoa, lamput ST-100-400S purkausvalaisimia.

Valaistuksen toteutus tulee olemaan 1- tai 2- rivinen. Valaisimien lukumäärä ja valaistusportaat suunnitellaan valaistusteknisen mitoituksen avulla. Yhdyskäytävät ja tekniset tilat valaistaan loistelamppuvalaisimilla.

Varavalaistus

Tunnelissa tarvitaan varavalaistus, joka liitetään varavoimaan. Jos normaali sähkönsyöttö katkeaa, osa alimman portaan valaisimista syttyy varavalaistukseksi. Luminanssi- ja yleistasaisuusvaatimukset määritellään jatkosuunnittelun yhteydessä.

Poistumistievalaistus

Poistumistievalaistuksella näytetään reitti ja valaistaan osa ajoradasta poistumista varten onnettomuustilanteissa sekä täydellisen sähkökatkon aikana. Valaistuksen tulee toimia katkeamattomana 60 minuuttia.

Poistumistievalaistus järjestetään asentamalla tunnelin seiniin 1,5 m korkeudelle ja 20 m välein iskunkestävät valaisimet, joissa on kuvatunnus ja valottunut pinta ajoradalle päin. Lampun tyyppi ja teho osoitetaan rakennussuunnitelmassa. Poistumistievalaistus liitetään varavoimaan.

6.7 Valvontajärjestelmä

Valvontajärjestelmä käsittää ohjelmistopohjaisen laitteiston, jolla voidaan ohjata ja valvoa tunnelin LVIS -teknisten järjestelmien toimintaa. Se sijoitetaan valvomorakennukseen ja sitä voidaan myös etäkäyttää Tiehallinnon liikennekeskuksesta. Liikennekeskustoiminnan osalta tunneli liitetään olemassa oleviin tietojärjestelmiin.

6.8 Liikenteen hallinta ja ohjaus

Liikenteen hallintajärjestelmän laatutaso on määritelty kohdassa 2.3. Hallintajärjestelmään kuuluvat:

- liikenteenseurantakamerat liikennekeskuksen ohjaus- ja seurantajärjestelmineen
- häiriönhavaitsemisjärjestelmä
- vaihtuvat nopeusrajoitukset ja - tiedotusopasteet
- tunnelin sulkupuomit
- liikennevalot
- tietoliikennejärjestelmä.

Liikenteenseurantakameroita sijoitetaan molempiin tunneliputkiin siten, että niiden kuva-ala kattaa tunnelit 100 %. Myös molempien tunneliputkien suuaukot tunnelin ulkopuolelta ja pysäytyspuomien lähialue pystytään seuraamaan liikennekeskuksesta katveitta. Kameroilta tulee jatkuvaa kuvaa liikennekeskukseen ja esitysjärjestelmän avulla kuvien näyttöseinällä esitetään tarpeellinen määrä videokuvaa. Tunnelista tulevat hälytykset ohjaavat kamerat kuvaamaan automaattisesti hälyttävää kohdetta ja kyseinen kuva tulee hälytysnäytöille. Liikennekeskuksen nykyisiä kamerakuvien näyttölaitteita laajennetaan ainakin hälytyskuvanäytöillä. Myös tunnelin valvomotilasta on mahdollista seurata kamerakuvaa ja tehdä kameraohjauksia. Kamerakuvaa on mahdollista välittää myös pelastuslaitokselle.

Häiriönhavaitsemisjärjestelmä (HHJ) kattaa molemmat tunneliputket. Häiriönhavainnointi perustuu kamerapohjaiseen kuvantulkintaan. Kameroita sijoitetaan molempiin tunneliputkiin n. 60-90 m välein, riippuen tunnelin pysty- ja vaakageometriasta.

HHJ tuottaa hälytyksiä ainakin seuraavista tapahtumista:

- hälytys hitaasta ajoneuvosta, kun yksittäisen ajoneuvon nopeus alittaa käyttäjän asettaman kynnysarvon
- hälytys pysähtyneestä ajoneuvosta
- hälytys vastasuuntaan ajavasta ajoneuvosta
- hälytys muista turvallisuutta haittaavista esteistä tai esineistä

HHJ:llä on mahdollista tunnistaa myös savu, jos tämä ominaisuus määritellään järjestelmälle hankintavaiheessa (ei huomioitu kustannusarviossa).

Ennen tunnelin pysäytyspuomeja sijoitetaan vaihtuvat nopeusrajoitusmerkit, joilla tilanteen mukaista nopeutta voidaan alentaa. Vaihtuvat nopeusrajoitukset sijoitetaan tunneliputkiin n. 2-3 km välein ajoradan oikealle puolelle. Autoilijoiden tiedottamista varten tunneliin sijoitetaan ajoradan yläpuoliset tiedo-

tusopasteet n. 1 km välein. Tauluilla voidaan informoida esim. edessä olevasta hitaasta tai pysähtyneestä ajoneuvosta tms. poikkeustilanteesta. Jos tiedotettavaa ei ole, opasteet ovat pimeänä.

Liikenteen pysäyttämistä varten tunneli varustetaan tunnelin suuaukoille tulevilla sulkupuomeilla. Sulkupuomeja ohjataan kaukokäyttöisesti liikennekeskuksesta. Puomeja on mahdollista avata ja sulkea myös käsikäyttöisesti (pelastuslaitos käyttää, jos puomien ohjausmahdollisuus ei jostain syystä ole toiminnassa).

Tunnelin sulkupuomien yhteyteen asennetaan liikennevalot (kolmeaukkoinen). Tunnelin sisään liikenteen pysäyttämistä varten asennetaan liikennevalo-opastimet n. 700 m välein. Tunnelin sisälle tulevat liikennevalo-opastimet ovat kaksiaukkoisia (punainen ja keltainen valo). Liikennevalot on mahdollista toteuttaa toimiviksi automatiikalla, jos esim. häiriönhavaitsemisjärjestelmä hälyttää tai tunnelista tulee jokin muu hälytys, joka vaatii liikenteen pysäyttämisen kuten palohälytys. Liikennevalot sijoitetaan ajoradan oikeaan reunaan.

Tunnelin tietoliikenteen ohjausjärjestelmä toteutetaan Tiehallinnon liikenteen hallinnan arkkitehtuurin mukaisesti. Tiedonsiirron runkoverkko kahdennetaan tunnelissa järjestelmien tiedonsiirron varmistamiseksi. Runkokaapelointi kahdennetaan sijoittamalla kaapelit molempiin tunneliputkiin. Järjestelmästä toteutetaan tietoliikenneyhteys järjestelmää ohjaavaan liikennekeskukseen. Järjestelmän tiedonsiirto perustuu kuitupohjaiseen tiedonsiirtoverkkoon. Liikenteenhallintajärjestelmän kaikki järjestelmien ja kenttälaitteiden välinen tiedonsiirto toteutetaan esimerkiksi Ethernet -tekniikkaan perustuvan kytkinverkon (LAN) avulla.

Suunnitelmassa (kustannusarviossa) ei ole varauduttu tiesääaseman tai LAM-pisteiden toteutukseen tunnelin suuaukkojen läheisyydessä.

7 RISKITARKASTELU

Tunnelin rakentamiseen liittyy sekä rakennustyön että käytönaikaisia riskejä. Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa on syytä tehdä seikkaperäinen riskianalyysi ja sen pohjalta riskienhallintasuunnitelma. Riskienhallintasuunnitelmassa on syytä eritellä suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikaiset riskit ja varmistua suunnitelman toteutumisesta tunnelin elinkaaren kaikissa vaiheissa.

Merkittävimmät suunnittelun ja rakentamisen aikaiset riskit liittyvät kalliolaatuun ja kalliopintojen syvyyteen. Kalliolaadusta riippuu se, kuinka raskaisiin kallion lujitus- ja tiivistysratkaisuihin joudutaan ja sillä on voimakas vaikutus sekä rakentamisaikatauluun että -kustannuksiin. Äärimmäisessä tapauksessa heikon kalliolaadun aiheuttamat suuret lisäkustannukset saattavat jopa vaarantaa koko tunnelihankkeen toteutettavuuden. Kalliopintojen syvyys puolestaan vaikuttaa siihen, onko suunniteltu linjaus ja pystygeometria yleensä mahdollinen. Jos kalliopinnat ovat syvemmällä, joudutaan tunnelia viemään syvemmälle ja samalla pidentämään.

Edellisessä kappaleessa kuvatut kallioriskit ovat hallittavissa seuraavassa suunnitteluvaiheessa suoritettavilla, oikein ohjelmoiduilla tarkentavilla kallio-

tutkimuksilla ja niihin perustuvilla oikeilla suunnitteluratkaisuilla (tunnelin linjaus ja pystygeometria sekä oikeat kalliorakennustoimenpiteet).

Tunnelin käytön aikaisia riskejä ovat mm. liikenneonnettomuus, tulipalo tai terroriteko tunnelissa. Niitä voidaan hallita oikeantasoisilla ja toimintavarmoilla teknisillä järjestelmillä (valvonta, liikenteen hallinta, savunpoisto- ja sammutusjärjestelmät) sekä koulutuksella ja ohjeistuksella.

8 KUSTANNUSARVIO

8.1 Investointikustannukset

Taulukossa 3 esitetään tässä suunnitteluvaiheessa viimeistellyn vaihtoehdon (VE 1a) eritelty kustannusarvio investointikustannusten osalta.

Kustannusarvio on laadittu 09/2008 hintatasossa, ilman arvonlisäveroa. Kustannusarvio perustuu määrälaskentaan ja yksikköhintoihin. Varhaisesta suunnitteluvaiheesta johtuvat epävarmuustekijät on arvioitu 12 %:n lisäkustannukseksi. Tämä on lisätty kustannusarvioon kaikkien tunnistettujen kustannusten lisäksi.

Kustannusarvio on laadittu edellisen suunnitteluvaiheen mukaisella linjauksella toteutetulle tunnelille. Mikäli tässä suunnitteluvaiheessa ideoitu eteläisempi linjaus osoittautuu lisätutkimusten myötä toteuttamiskelpoiseksi, on sen avulla mahdollista pienentää tunnelin kustannusriskejä ja saavuttaa merkittäviä säästöjä.

Tunnelin kustannusarvio on noussut merkittävästi edellisen vaiheen, vuonna 2001 tehdystä kustannusarviosta (37,5 M€). Tähän löytyy rakennuskustannusten yleisen nousun lisäksi mm. seuraavia syitä:

- Kalliorakennustöiden selvästi muuta rakentamista voimakkaampi kustannusten nousu
- Kohonneen turvallisuustason myötä lisääntyneet turvallisuusjärjestelmät
- Oletettujen kallion heikkousvyöhykkeiden läpäisyihin varautuminen erittäin järeillä lujitustoimenpiteillä
- Suunnittelu-, tutkimus- ja rakennuttamiskustannusten ottaminen huomioon kustannusarviossa
- Epävarmuustekijöiden huomiointi varhaisesta suunnitteluvaiheesta johtuen noin 12 %:n lisäkustannuksella.

Parainen-Nauvo tunnelin rakennuskustannusarvio on yhteensä 95,2 M€. Kustannukset on arvioitu 09/2008 hintatasossa ilman arvonlisäveroa.

Taulukko 3. Parainen-Nauvo tunnelin eritelty kustannusarvio (VE 1a).

Rakennusosa	*Määrä*	*Yksikköhinta*	*Yhteensä*
Tunnelin louhinta	527392 m^3	50 € / m^3ktd	26 370 000 €
Kallion pultitus	27529 kpl	70 € / kpl	1 927 000 €
Injektointi	1900 t-m	1850 € / t-m	3 515 000 €
Ruiskubetonisalaojat	6954 t-m	25 € / t-m	174 000 €
Ruiskubetonointi	85930 m^2	35 € / m^2	3 008 000 €
Yhdyskäytävät	22 kpl	18 000 €/kpl	396 000 €
Kanaalien louhinta	9134 m	25 € / t-m	228 000 €
Heikkousvyöhykkeiden holvit	400 m	20 000 €/m	8 000 000 €
Avolouhinta suuaukoilla	47500 m^3	30 € / m^3ktd	1 425 000 €
Maarakennustyöt suuaukoilla	2 kpl	25 000 €/kpl	50 000 €
Yhdyskäytävien rakenteet	22 kpl	15 200 €/kpl	334 000 €
Pumppaamon rakenteet	1 kpl	150 000 €/kpl	150 000 €
Muuntamojen rakenteet	4 kpl	45 000 €/kpl	180 000 €
Erillisverhousrakenteet	2000 m	2484 €/m	4 968 000 €
Vedeneristysrakenteet	400 m	1488 €/m	595 000 €
Suuaukkojen rakenteet	2 kpl	140 000 €/kpl	280 000 €
Tekninen rakennus	100 m^2	3000 €/m^2	300 000 €
Tierakenteet tunnelissa	9134 m	700 €/m	6 394 000 €
Tierakenteet avo-osuuksilla	900 m	1100 €/m	990 000 €
LVI-järjestelmät	1 erä	6 632 000 €	6 632 000 €
SAT-järjestelmät	1 erä	8 052 000 €	8 052 000 €
Liikenteenhallintajärjestelmä	1 erä	1 800 000 €	1 800 000 €
Häiriöiden havaitsemisjärjest.	1 erä	900 000 €	900 000 €
VÄLISUMMA			*76 668 000 €*
Suunnittelu	1 erä	3 300 000 €	3 300 000 €
Tutkimukset	1 erä	1 800 000 €	1 800 000 €
Rakennuttaminen	1 erä	3 200 000 €	3 200 000 €
VÄLISUMMA			*84 968 000 €*
Epävarmuustekijät	1 erä	n. 12 %	10 232 000 €
YHTEENSÄ			**95 200 000 €**

8.2 Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Tunnelin arvioidut käyttökustannukset on esitetty taulukossa 4. Käyttökustannuksiksi on arvioitu sellaiset huolto- ja korjaustoimenpiteet, joiden vaikutusaika on enintään yksi vuosi ja joita joudutaan tekemään vuosittain.

Taulukko 4. Tunnelin arvioidut vuotuiset käyttökustannukset.

Kustannuserä	*Vuosikustannus (Alv 0 %)*
Energia (valaistus, pumppaus, ilmanvaihto ja muu energia)	150 000 €/v
Vuosihuollot (pesut, järjestelmät, korjaukset)	250 000 €/v
Hallinnointi, valvonta ja tarkastus	150 000 €/v
Tietojärjestelmien toiminnan varmistava ylläpito	50 000 €/v
Muut käyttökustannukset	100 000 €/v
KÄYTTÖ YHTEENSÄ:	**700 000 €/v**

Tunnelin arvioidut ylläpitokustannukset on esitetty eriteltynä taulukossa 5. Ylläpitokustannuksiksi on arvioitu toimenpiteet, joiden vaikutusaika on useita vuosia.

Taulukko 5. Tunnelin arvioidut ylläpitokustannukset 50 vuoden ajanjaksolla.

Rakennusosa ja ikä, jossa ylläpitoa tarvitaan		*Ylläpitokustannus (Alv 0 %)*
Rakennus- ja kalliorakennustekniikka	40	5 000 000 €
Päällysteet	10	600 000 €
	20	600 000 €
	30	600 000 €
	40	600 000 €
	50	600 000 €
LVI-tekniikka	25	7 000 000 €
	50	7 000 000 €
Sähkö- ja automaatiotekniikka	20	4 000 000 €
	30	3 000 000 €
	40	4 000 000 €
	50	3 000 000 €
Liikenteen hallinta	10	2 000 000 €
	20	3 000 000 €
	30	3 000 000 €
	40	3 000 000 €
	50	3 000 000 €
YLLÄPITO YHTEENSÄ		**50 000 000 €**

Jos yhteenlasketut ylläpitoinvestoinnit jaetaan tasan 50 vuoden ajanjaksolle, saadaan arvioiduksi vuotuiseksi keskimääräiseksi ylläpitokustannukseksi 1,0 M€ vuodessa.

Tunnelin arvioidut vuotuiset käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat siis yhteensä noin 1,7 M€ vuodessa. Käyttö- ja ylläpitokustannukset on arvioitu 09/2008 hintatasossa ilman arvonlisäveroa.

Ylläpitokustannukset eivät jakaudu tasan eri vuosille, vaan vuosien välillä on huomattavia eroja riippuen siitä, onko jokin rakenne tai järjestelmä uusimis- tai korjaustarpeessa. Voidaankin olettaa, että ylläpitokustannukset painottuvat noin viidentoista vuoden iässä tehtävään teknisten järjestelmien korjaukseen ja noin kolmenkymmenen vuoden iässä tehtävään kokonaisvaltaiseen peruskorjaukseen.

9 JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

Tunnelin jatkosuunnittelussa ei pitäisi rajoittua ainoastaan tarkistetun yleissuunnitelman mukaiseen linjaukseen. On todennäköistä, että tunnelille on löydettävissä monessakin suhteessa (kalliopainanteet, tutkiminen, pituuskaltevuus) parempi linjaus esimerkiksi mainitun linjauksen eteläpuolelta.

Seuraavaan suunnitteluvaiheeseen tulisi sisällyttää pohjatutkimusohjelman laatiminen. Erityisesti alueella tulisi tehdä refraktioseismisiä luotauksia ja niiden varmistamiseksi porakone- ja kallionäytekairauksia. Tutkimuksia kannattaisi tehdä sellaisella laajuudella, että vaihtoehtoisten linjausten etsiminen on mahdollista. Osa kallionäytekairauksista tulisi tehdä pitkinä suunnattuina kairauksina rannoilta ja matalamman veden alueilta siten, että painannealueet saadaan lävistetyiksi.

Pohjatutkimusprosessin vaatima aika on syytä ottaa huomioon suunnitteluvaiheen aikatauluissa.

Tunnelin poikkileikkauksen kehittämistä siten, että nousevilla osuuksilla olisi hitaiden ajoneuvojen ohitusmahdollisuus, on myös syytä harkita jatkossa.

Seuraavaan suunnitteluvaiheeseen tulisi sisällyttää myös tunnelin rakenteiden ja teknisten järjestelmien riskianalyysi ja riskienhallintasuunnitelma, joilla hallitaan sekä suunnittelun ja rakentamisen että käytön aikaiset riskit.

LIITTEET

Liite 1 Eri poikkileikkausvaihtoehtojen vertailukustannusarviot
Liite 2 Määräluettelo - LVI
Liite 3 Määräluettelo - Sähkö
Liite 4 Piirustusluettelo
Liite 5 Yleis-, LVI- ja sähköpiirustukset (eivät sisälly tähän julkaisuun)

Liite 1

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys – Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

Eri poikkileikkausvaihtoehtojen (alustavat) vertailukustannusarviot tarkemmin tarkasteltavan vaihtoehdon valintaa varten

Selite	VE 0 EUR	VE 1a EUR	VE 1b EUR	VE 2 EUR
Suuaukot, betonitunnelit ja tukimuurit	1 706 000	1 742 000	1 129 000	1 884 000
Väliseinä			12 103 000	
Tekninen rakennus	300 000	300 000	300 000	300 000
Kalliotunneliosuudet	48 447 000	43 828 000	39 805 000	50 873 000
Tierakenne tunnelissa	5 464 000	6 394 000	6 028 000	7 764 000
Tien rakentaminen avo-osuuksilla	990 000	990 000	990 000	990 000
LVISAT	12 669 000	14 684 000	15 200 000	15 296 000
Liikenteenhallintajärjestelmä	2 500 000	1 800 000	1 800 000	3 000 000
Häiriönhavaitsemisjärjestelmä	900 000	900 000	900 000	900 000
Suunnittelu	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000
Tutkimukset	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Rakennuttaminen	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000
Arvaamattomat kustannukset (10%)	8 118 000	7 884 000	8 646 000	8 921 000
YHTEENSÄ	**89 294 000**	**86 722 000**	**95 101 000**	**98 128 000**

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Selite	VE 0 EUR/v	VE 1a EUR/v	VE 1b EUR/v	VE 2 EUR/v
Käyttö	500 000	500 000	500 000	500 000
Ylläpito	700 000	700 000	700 000	700 000
YHTEENSÄ	**1 200 000**	**1 200 000**	**1 200 000**	**1 200 000**

Liite 2

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys – Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

Määräluettelo - LVI

Selite	MÄÄRÄT VE1a
Puhaltimet (isot)	32 kpl
Puhaltimet (pienet)	0 kpl
Yhdystunnelin IV	22 kpl
Pääkeskustilan IV	4 kpl
Muuntamon IV	4 kpl
Pitoisuusmittauslaitteet	4 kpl
Ilmavirran nopeus mittarit	4 kpl
Savunpoiston paikallisohjaus	2 kpl
SP-logiikkaohjaus	0 kpl
Valvomon IV	100 m2
Viemäröinti	10 000 m
Viemärikaivot	245 kpl
Salaojat	13 500 m
Tarkastuskaivo	240 kpl
Suotovesipumput	2 kpl
Pumppaamoautomatiikka	3 kpl
Pintavesipumppaamo	2 kpl
Paineviemäri	5 000 m
Palovesijohto märkä	4 600 m

Liite 3

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys – Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

Määräluettelo - Sähkö

Selite	Määrät (VE1a)
Sähkönjakelu	
Liittymiskustannus	2 kpl
20 kV:n kaapeli	4 520 m
20 kV:n kojeisto+ 20/0,4kV :n muuntamo	4 kpl
Verkostoautomaatio	1 erä
Pääkeskus	4 kpl
Ryhmäkeskus	22 kpl
Loistehon kompensointiyksikkö	4 kpl
Varavoimalaitteet	1 kpl
UPS-laite+keskus	4 kpl
Pistorasiakeskus	22 kpl
Turvavalokeskus	22 kpl
Maadoitukset	1 erä
Keskuksien syöttökaapelit	30 000 m
Kaapelihyllyt	25 000 m
Suojaputket	4 500 m
Kaapelivetokaivot	90 kpl
Valaistus	
Poistumistievalaisimet+kaapelointi	190 kpl
Ajotunnelivalaisin	900 kpl
Varavalaisin	320 kpl
Valaistus aputilat	5 erää
Valaistus yhdyskäytävät	22 kpl
Valaistus pelastustunneli	0 kpl
Valaistuksen syöttökaapelointi	40 000 m
Valaistuksen ohjausjärjestelmä	1 erä
Muut sähköjärjestelmät	
Sähkölämmitysjärjestelmät	1 erä
LVI- laitesähköistys	2 200 m
Impulssipuhaltimien sähköistys	3 200 m
LVIS-ohjaus- ja automaatiokaapelointi	14 000 m
Pumppaamojen sähköistys	3 erää
Valvomon sähköistys	1 erä
Tele- ja turvajärjestelmät	
Antenniviestintäjärjestelmä	1 erä
Paloilmaisinjärjestelmä	1 erä
Kulunvalvontajärjestelmä	1 erä
Hätäkuulutusjärjestelmä	1 erä
Hätäpuhelinjärjestelmä kaapelointeineen	1 erä
Pelastuslaitoksen kenttäpuhelinverkko	1 erä

Liite 4

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys – Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvion päivitys 2008

Piirustusluettelo

Piir.nro	Piirustus / mittakaava	Lähetetty pvm		
		allekirjoitettu Pöyry Infra	allekirjoitettu	muutos
Parainen-Nauvo tietunneli				
Tämän suunnitteluvaiheen ratkaisu				
1	Suunnitelmakartta	22.10.2008	-	-
2	Pituusleikkaus keskilinjalta	22.10.2008	-	-
3	Poikkileikkaus, vaihtoehto 1a	22.10.2008	-	-
4	Sähkönjakelujärjestelmät	22.10.2008	-	-
5	Ilmanvaihtojärjestelmä	22.10.2008	-	-
Muut selvitetyt vaihtoehdot				
6	Suunnitelmakartta, vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus	22.10.2008	-	-
7	Pituusleikkaus, vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus	22.10.2008	-	-
8	Poikkileikkaus, vaihtoehto 0+ (nousevilla osuuksilla)	22.10.2008	-	-
9	Poikkileikkaus, vaihtoehto 0+ (tasaisella osuudella)	22.10.2008	-	-
10	Poikkileikkaus, vaihtoehto 1b	22.10.2008	-	-
11	Poikkileikkaus, vaihtoehto 2	22.10.2008	-	-

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.

Hankkeen nimi
Parainen-Nauvo kiinteä yhteys
Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys

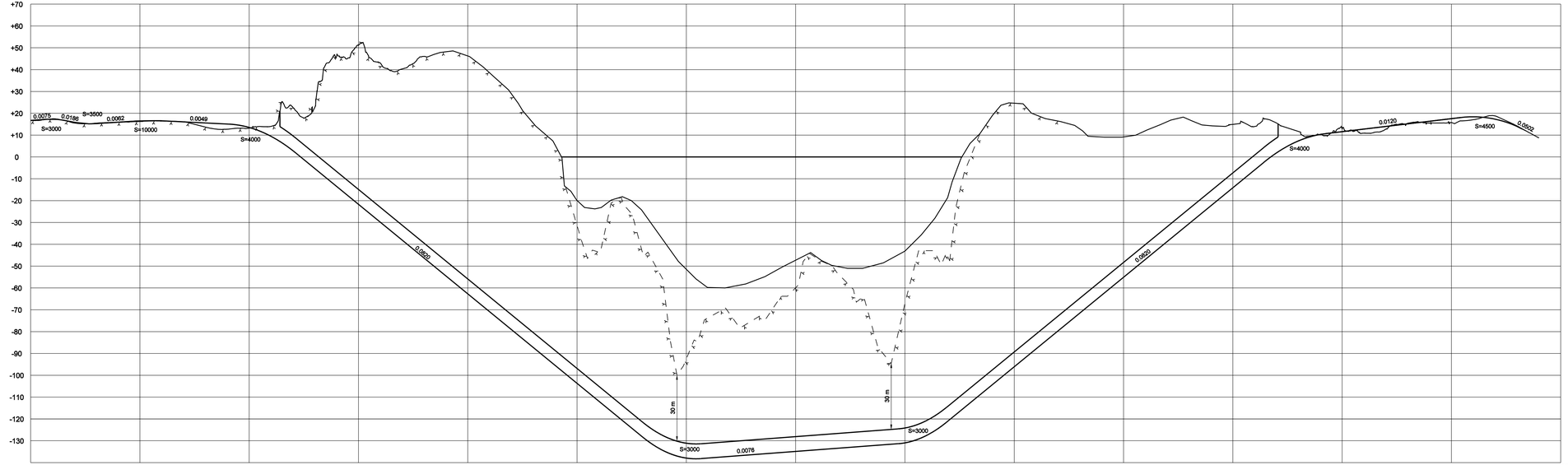
Piirustuksen sisältö
Parainen-Nauvo tietunneli
Suunnitelmakartta

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PL 500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.
Tierekisteritunnus		Mittakaava 1:10 000	Piir.nro 1

Pituusleikkaus 1:10 000 / 1:1000



Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.

Hankkeen nimi

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys
Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys

Piirustuksen sisältö

Parainen-Nauvo tietunneli
Pituusleikkaus keskilinjalta

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PL500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.päätl.		Hyv.

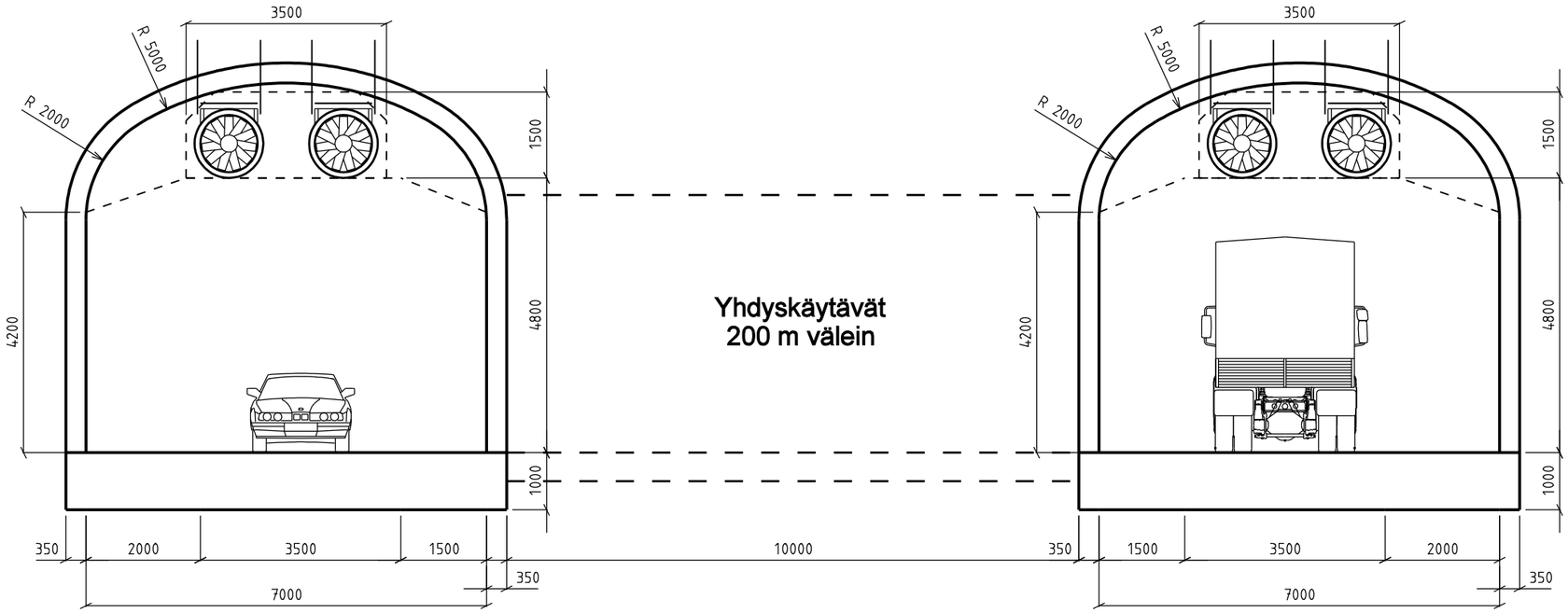
Tierekisteritunnus

Mittakaava 1:10 000/1000

Piir.nro 2

VAIHTOEHTO 1a

Kaksiputkinen tunneli, 1+1 kaistaa



55.8 m²

55.8 m²

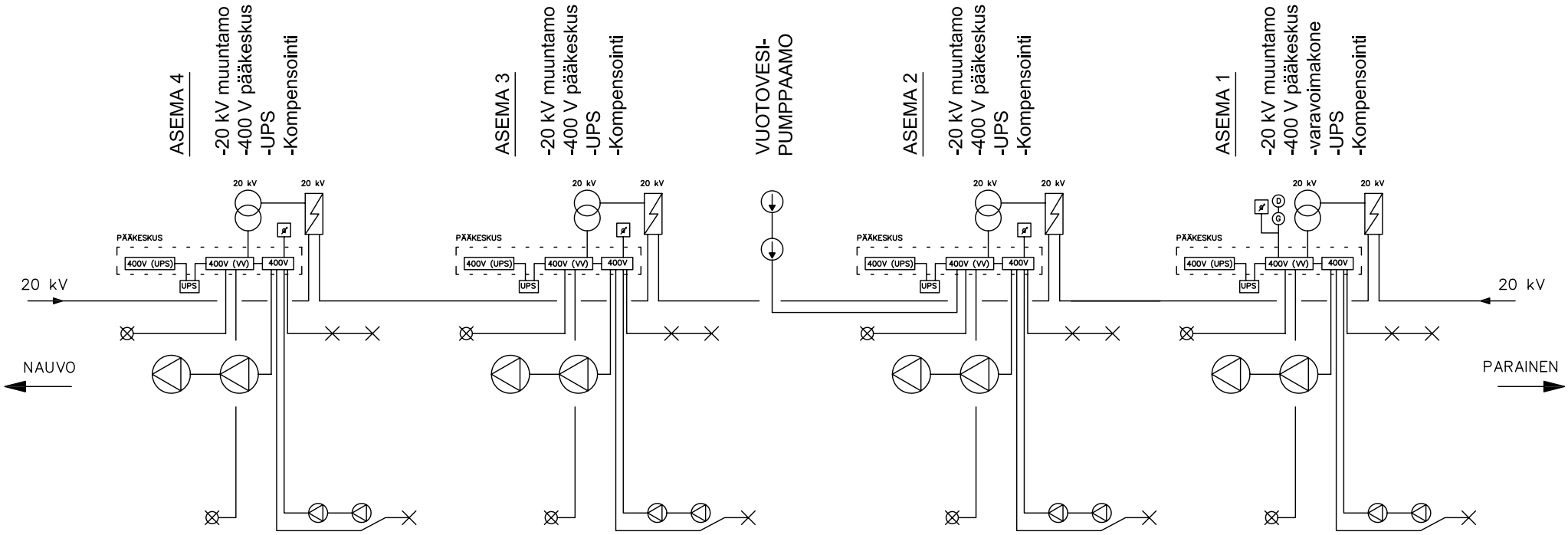
Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi	Parainen-Nauvo kiinteä yhteys Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys			
Piirustuksen sisältö	Parainen-Nauvo tietunneli Poikkileikkaus vaihtoehto 1a			

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PI 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

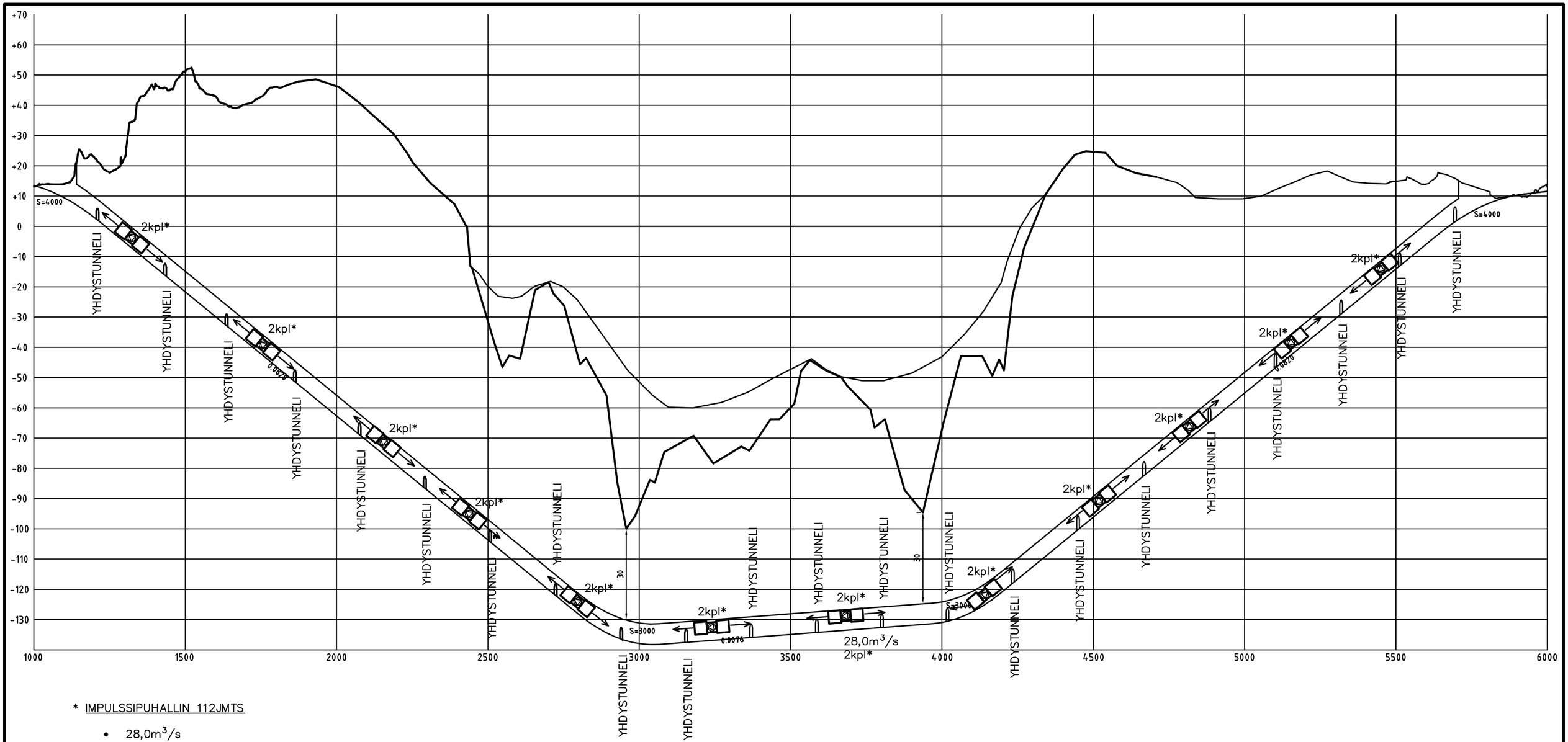
Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.
Tierekisteritunnus		Mittakaava 1:100	Piir.nro 3

PIIRUSTUS NUMERO 4



PARAINEN–NAUVO TIETUNNELI
SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄT
22.10.2008

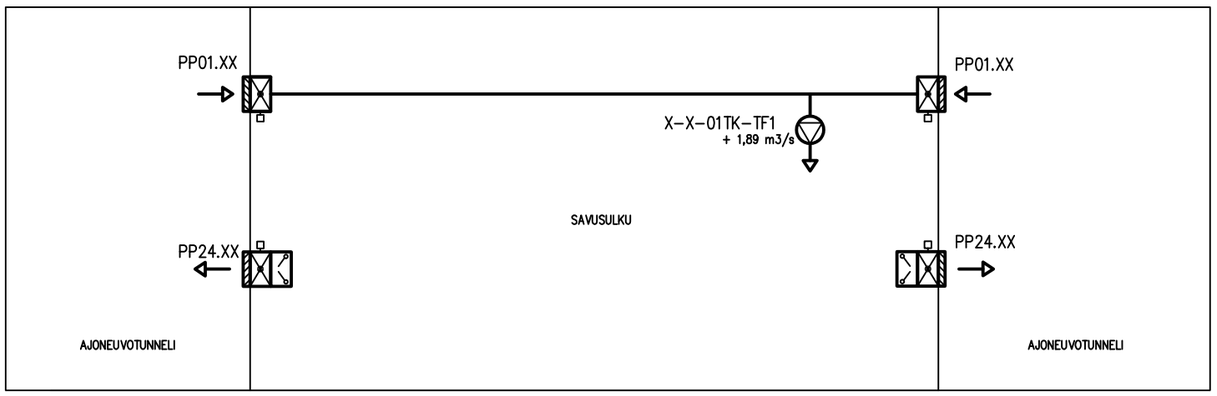
PÖYRY Pöyry Building Services Oy



* IMPULSSIPUHALLIN 112JMTS

- 28,0m³/s
- 1000 N
- 36 kW

YHDYSTUNNELIN IV–KAAVIO



PIIRUSTUS 5

PARAINEN NAUVO TIETUNNELI
ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ
22.10.2008

PÖYRY Pöyry Building Services Oy

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.

Hankkeen nimi

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys
Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys

Piirustuksen sisältö

Parainen-Nauvo tietunneli
Suunnitelmakartta, vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus

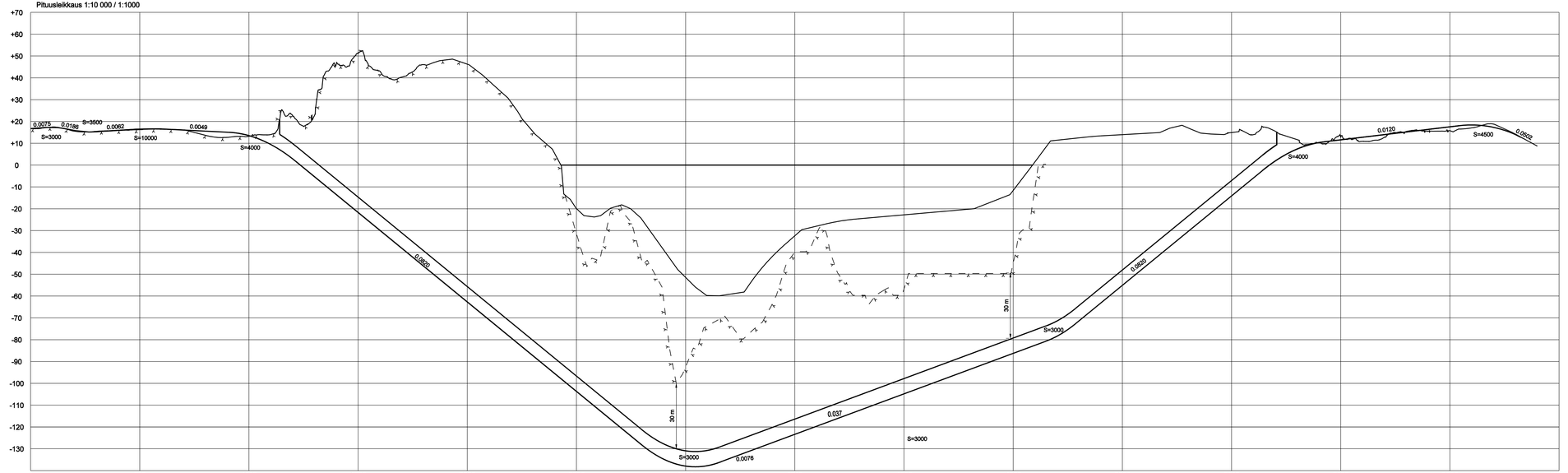
PÖYRY INFRA OY
PI 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.

Tierekisteritunnus	Mittakaava	Piir.nro
	1:10 000	6

Pituusleikkaus 1:10 000 / 1:1000



Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.

Hankkeen nimi

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys
Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys

Piirustuksen sisältö

Parainen-Nauvo tietunneli
Pituusleikkaus keskilinjalta, vaihtoehtoinen eteläisempi linjaus

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PL500 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.päätl.		Hyv.

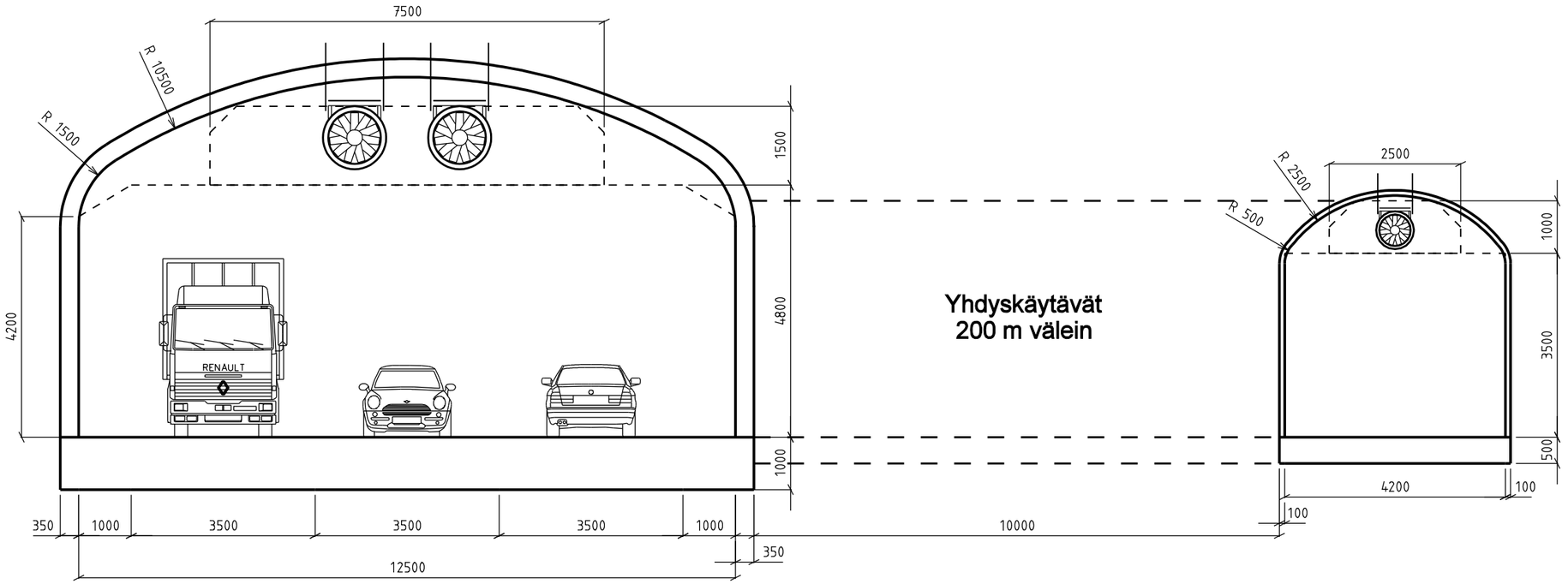
Tierekisteritunnus

Mittakaava 1:10 000/1000

Piir.nro 7

VAIHTOEHTO 0+ (nousevilla osuuksilla)

yksiputkinen tunneli, erillinen pelastautumis- ja huoltotunneli
3 kaistaa



TIELIIKENNETUNNELI

98.6 m²

PELASTAUTUMIS- JA
HUOLTOTUNNELI

21.3 m²

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.

Hankkeen nimi

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys
Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys

Piirustuksen sisältö

Parainen-Nauvo tietunneli
Poikkileikkaus, vaihtoehto 0+ (nousevilla osuuksilla)

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PI 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.

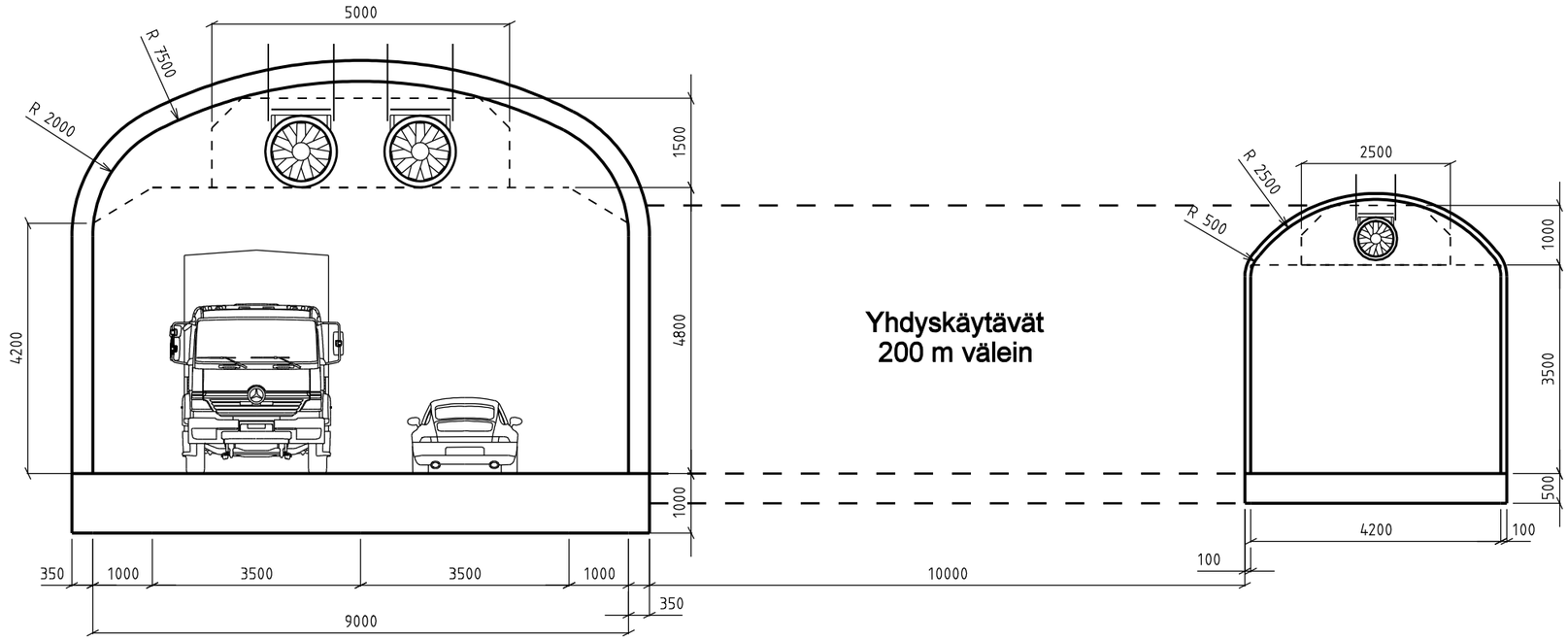
Tierekisteritunnus

Mittakaava 1:100

Piir.nro 8

VAIHTOEHTO 0+ (tasaisella osuudella)

yksiputkinen tunneli, erillinen pelastautumis- ja huoltotunneli
2 kaistaa



TIELIIKENNETUNNELI
71.2 m²

PELASTAUTUMIS- JA
HUOLTOTUNNELI
21.3 m²

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi	Parainen-Nauvo kiinteä yhteys Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys			
Piirustuksen sisältö	Parainen-Nauvo tietunneli Poikkileikkaus, vaihtoehto 0+ (tasaisella osuudella)			

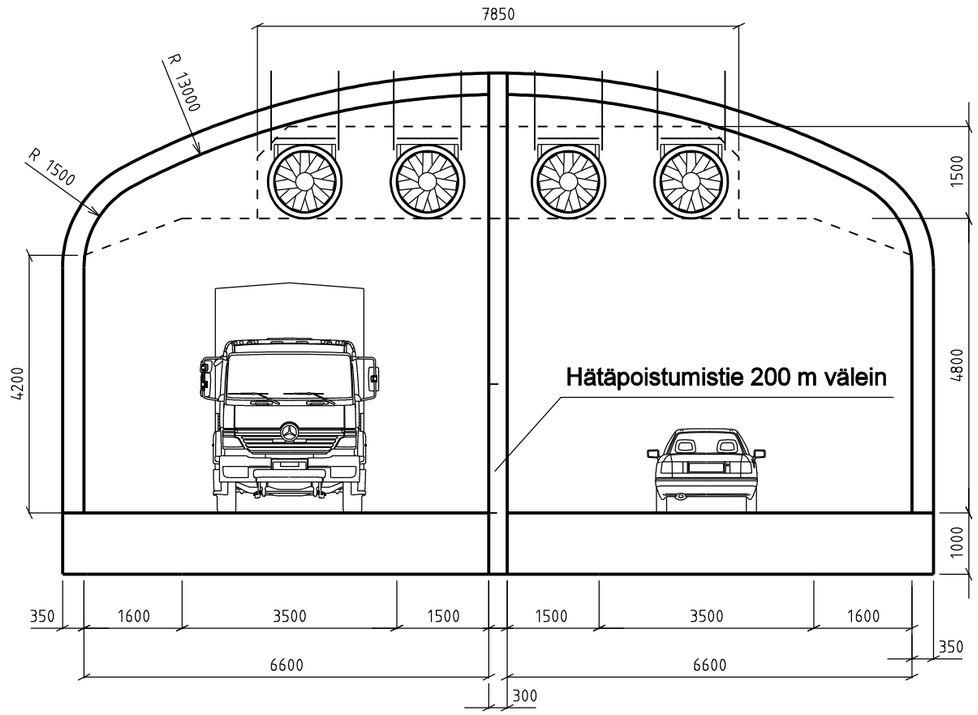
PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PI 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.
Tierekisteritunnus		Mittakaava 1:100	Piir.nro 9

VAIHTOEHTO 1b

Yksiputkinen, keskiseinällä varustettu tunneli, 1+1 kaistaa



105.9 m²

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi	Parainen-Nauvo kiinteä yhteys Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys			
Piirustuksen sisältö	Parainen-Nauvo tietunneli Poikkileikkaus vaihtoehto 1b			

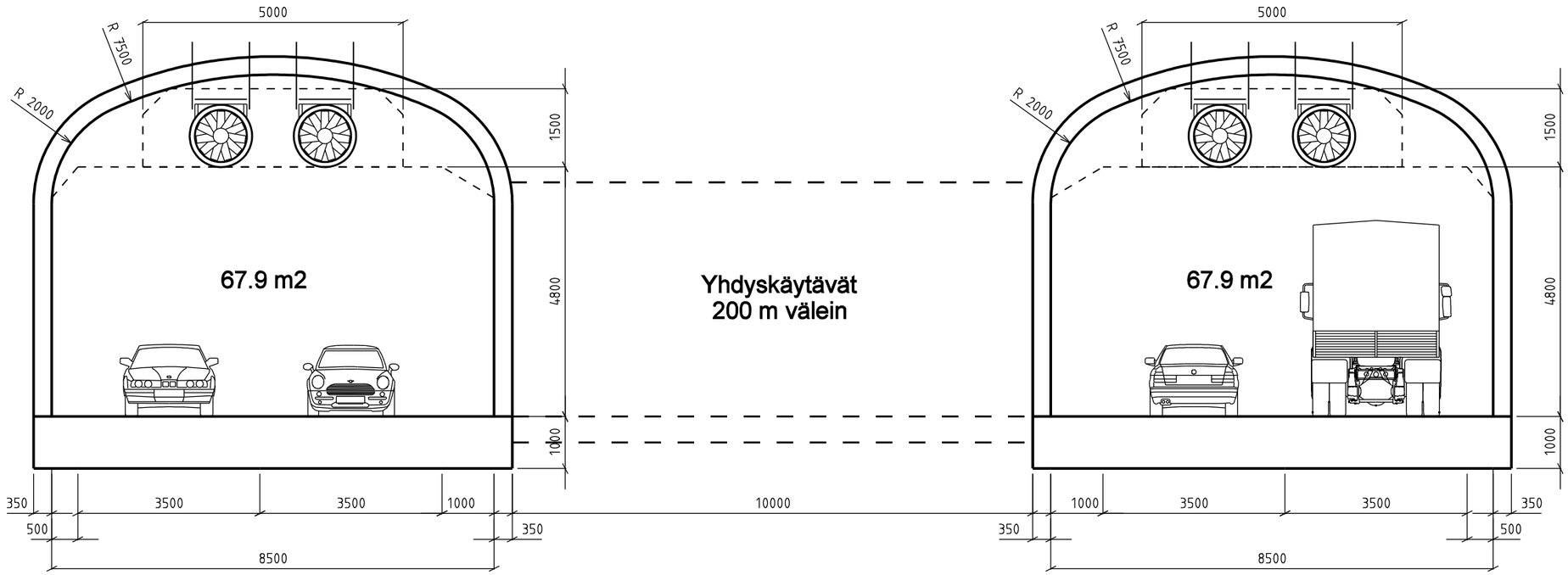
PÖYRY INFRA OY
PL 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.
Tierekisteritunnus		Mittakaava 1:100	Piir.nro 10

VAIHTOEHTO 2

Kaksiputkinen tunneli, 2+2 kaistaa



67.9 m²

67.9 m²

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Hankkeen nimi	Parainen-Nauvo kiinteä yhteys Tunnelisuunnitelman teknisten ratkaisujen ja kustannusarvioiden päivitys			
Piirustuksen sisältö	Parainen-Nauvo tietunneli Poikkileikkaus vaihtoehto 2			

PÖYRY
PÖYRY INFRA OY
PI 500 (Jaakonkatu 3). 01621 VANTAA
Puh. 010 3311. Fax 010 33 2 6565

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Pvm	Suunn.	Pvm	Tark.
22.10.2008	Proj.pääll.		Hyv.
Tierekisteritunnus		Mittakaava 1:100	Piir.nro 11