

Kansainväliset esimerkit tunneliratkaisuista kaupunkialueilla



Kuvat: Madrid ennen - jälkeen

Sisältö

Johdanto
Selvityksen lähtökohdat
Yleistä kaupunkitunneleista
Esimerkkikohteiden haku
Kohteiden valinta
Yhteenveto keskeisistä tuloksista
Johtopäätökset

Liitteet

1. Annecy, Ranska
2. Tromssa, Norja
3. Södra ja Norra Länken, Tukholma, Ruotsi
4. Opera/Oslo, Norja
5. Rantaväylä, Tampere
6. Kehu, Helsinki
7. Boston, USA
8. Madrid
9. Muita mielenkiintoisia havaintoja

Johdanto

Helsingin kaupunginvaltuuston syksyllä 2017 hyväksymän kaupunkistrategian mukaisesti Kävelykeskusta ja maanalainen kokoojakatu -projektin tavoitteena on selvittää ydinkeskustan viihtyisyyttä ja toiminnallisuutta edistävän kävelykeskustan merkittävämmän laajentamisen sekä keskustan läpiajoliikennettä ja satamien raskasta liikennettä katutilassa vähentävän maanalaisen kokoojakadun edellytykset. Toteutuessaan kokoojakatu rahoitetaan isolta osin tienkäyttömaksuin.

Tässä kirjallisuusselvityksessä tarkastellaan kansainvälisten esimerkkien avulla liikennetunnelien ratkaisuja suhteessa maankäyttöön sekä tunnelien liikenneteknisiä ominaisuuksia. Selvityksessä luodaan katsaus erilaisiin kansainvälisiin esimerkkeihin, joissa keskeisinä elementteinä ovat maanalaiset liikenneväylät (tunnelit) kaupunkialueilla ja niiden kautta kytkennät esim. maanalaisiin pysäköintilaitoksiin. Tällaiset järjestelyt mahdollistavat yleensä kävelykeskustan tyypisiä järjestelyjä kaupunkien keskusta-alueilla.

Selvityksestä on vastannut DI, DE Kristian Appel Traficon Oy:stä ja sen on tilannut Helsingin kaupunginkanslia, jossa projektinjohtajat Katariina Baarman ja Sirpa Kallio ovat ohjanneet työtä.

Selvityksen lähtökohdat

Lähtökohtaisena liikenteen perusratkaisuna kävelykeskustan laajentamisen mahdollistamiseksi on ohjata liikenne maanalaiselle kokoojakadulle, joka vähentäisi keskustan läpiajoliikennettä ja satamien raskasta liikennettä katutilassa. Maanalainen kokoojakatu syöttäisi mahdollisesti osan keskustan maanalaisista pysäköintilaitoksista sekä palvelisi keskustan satamia sekä kiinteistöjen huoltoliikennettä. Näin voitaisiin merkittävästi vähentää maan pinnalla kulkevaa moottoriajoneuvoliikennettä ydinkeskustassa ja kehittää kaupungin keskustaa viihtyisämmäksi ja toimivammaksi.

Alustavassa parhaillaan laadittavana olevassa skenaariotarkastelussa, joka on oheismateriaalia ideavaiheelle, on kuvattu maanalainen kokoojakatu kaksiputkisena tunnelina, jossa olisi kaksi läpimenevää kaistaa suuntaansa. Liittynyt pysäköintilaitoksiin ja satamiin on kuvattu maanalaisin liittymin. Nämä voisivat olla eritasoliittymiä (ramppiyhteydet liittyviin sivuväyliin), liikenneympyröitä tai näiden yhdistelmiä. Liikennevalo-ohjattuja liittymiä ei todennäköisesti sallittaisi päätunnelissa. Liittyvät ja erkanevat kaistat (rampit) voisivat ratkaisusta ja olosuhteista riippuen johtaa siihen, että tunneleissa paikoin on 3 kaistaa. Nopeusrajoitus päätunneleissa olisi esim. 50 km/h ja liittyvissä tunneleissa tarvittaessa alhaisempi (esim. Helsingin huoltotunnelissa nykyinen nopeusrajoitus on 30 km/h). Satamista johtuen päätunneleissa (tai ainakin sen jollakin osuudella) ja ainakin osassa liittyvistä tunneleista raskas liikenne olisi sallittu. Päätunneleiden liikennemäärä saattaa nousta 50 - 65.000 ajoneuvon /vrk. Pituuskaltevuus ei mielellään saisi ylittää 5 %.

Selvityksen tavoitteena on löytää esimerkkejä ulkomailta tunneliratkaisusta, jotka muistuttavat ratkaisuiltaan edellä mainitun tyyppistä maanalaista kokoojakatua. Kokemuksen perusteella oletusarvona on kuitenkin, ettei löydy kovinkaan monta saman tyyppistä tunneliratkaisua, jos yhtään. Siksi tarkastellaan tarvittaessa myös muita taajamatunneleita, joissa väylän luokka on korkeampi ja nopeustaso 60 - 70 km/h.

Vertailukohteiden haku

Työssä hyödynnetään ensisijaisesti muualla tehtyjä katsauksia ja kerättyjä tietoja sekä asiantuntijaverkostoja. Tarvittaessa ja mahdollisuuksien mukaan täydennetään tietoja löydettyjen kohteiden omistajilta/operaattoreilta tai viranomaisilta.

Erityisesti etsitään siis tunneliratkaisuja seuraavin ominaisuuksin:

- keskustan alittava tunneliratkaisu, jonka ansiosta on voitu kehittää maanpäällisiä ratkaisuja, esim. autoliikenteeltä rauhoitettuja kävelyalueita
- yhteydet maanalaisiin tiloihin, kuten pysäköintilaitoksiin
- maanalaisia liittymiä, esim. kiertoliittymiä, eritasoliittymiä tai ramppeja (erkanavia tai liittyviä)
- kaksiputkisia tunneleita (putkissa yksisuuntainen liikenne)
- 50 km/h liikenneympäristö

Kohteista pyritään edellisen lisäksi selvittämään mm. seuraavaa:

- periaateratkaisu ml. maanalaisten liittymien tyypit
- geometrian minimielementit, poikkileikkaus, pituuskaltevuudet
- liikennemäärät ja erityispiirteet
- onko raskas liikenne sallittu
- onko vaarallisten aineiden kuljetus sallittu
- ilmanvaihdon periaate, erityiset paloturvallisuusratkaisut
- rahoitusratkaisut (käyttömaksu?)
- vaikutukset liikenneturvallisuuteen
- muut kokemukset

Tehdyn inventoinnin jälkeen voitiin todeta, että PIARC:n (The World Road Association) julkaisema selvitys ”Complex underground networks” vuodelta 2014 on paras tietolähde.

Australian tieviranomainen pyrki v. 2015 laajasti kartoittamaan ulkomaisia tunneleita (Review of Overseas Tunnels). Selvityksessä jouduttiin toteamaan: *”This project was not able to obtain a high level of quality tunnel information which could be used in identifying best practices in international tunnel construction and maintenance, however, a large number of tunnels (122) were identified across Europe, Asia, North and Central America, Australia and New Zealand, for which at least partial information was obtained on the targeted attributes to be collected.”*

Tunnelit ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa yhdistyy varsin lukuisia erikois-asiantuntemusaloja. Näin ollen tässä työssä on päätietolähteenä ollut PIARCin selvitystyö, jota on täydennetty joillakin suorilla yhteydenotoilla tunnelien omistajiin/hallinnointiviranomaisiin sekä hyödyntäen julkisia tietolähteitä, kuten tunnelien pitäjien julkaisuja ja nettisivuja.

Valitut kohteet

PIARC-aineistosta löytyi seuraavat kaksi urbaanikohdetta, joissa nopeusrajoitus on 50 km/h ja ominaisuudet muutoinkin tavoitteiden suuntaiset:

1. Annecy, Ranska
2. Tromssa, Norja (vaihtuva nopeusrajoitus 50 / 70 km/h)

Tarkasteluun otettiin mukaan seuraavat kohteet, joiden nopeusrajoitus on 70 km/h ja jotka edustavat Pohjoismaista korkeata tunnelitasoa:

3. Södra Länken ja Norra Länken, Tukholma, Ruotsi
4. Opera/Oslo, Norja

Edelleen otettiin tarkasteluun joitakin em. kriteereitä täyttäviä tunneleita, joilla on mielenkiintoa nyt käsillä olevan hankkeen näkökulmasta.

5. Rantaväylä, Tampere
6. Keskustan huoltotunneli, Helsinki
7. Boston, USA
8. Madrid, Espanja

Näiden tarkemmat kuvaukset löytyvät liitteistä 1-8. Liitteeseen 9 on koottu muita mielenkiintoisia ratkaisuja, jotka ovat tulleet esiin selvityksen yhteydessä.

Yhteenveto kohteiden pääominaisuuksista

Seuraavaan taulukkoon on koottu tietoja tarkemmin analysoiduista tunneleista. Vihreällä taustavärillä on merkitty ne ominaisuudet, joiden mukaan maanalainen kokoojakatu on kuvattu alustavassa skenaariotarkastelussa. Mikään kohdetunneleista ei täytä kaikkia näitä kriteerejä.

Voidaan todeta, että useimmat tunnelit ovat luoneet maankäytön kehittämismahdollisuuksia tai on nimenomaan toteutettu sen takia, että alueita maan pinnalla voidaan käyttää esim. kävelyalueiksi tai puistoiksi. Useimmat tarkastellut tunnelit ovat kaupungin keskustan alittavia.

Vain kolmessa tunnelissa on kytkennät maanalaisiin tiloihin, kuten pysäköintilaitoksiin. Sen sijaan monessa on maanalaiset eritasoliittymät (väylien välisiä liittymiä) tai rampeja maan pintaan. Kiertoliittymiä on vain kahdessa tunnelissa.

Vain harvassa tunnelissa nopeustaso on 50 km/h. Useimmiten nopeusrajoitus on 70 km/h. Todellisuudessa näiden tunneliväylien geometria useimmiten vastaa vielä suurempaa ajonopeutta ja väylät ovat usein "kaupunkimoottoritiemäisiä", joskin ei merkitty moottoriteiksi. Nopeudet pyritään pitämään kurissa rajoituksin ja valvonnalla.

Useimmiten raskas liikenne on sallittu, mutta varallisten aineiden kuljetus ei ole sallittu.

Karkeasti tarkastellut tunnelit voidaan jakaa kahteen ryhmään:

- katumaiset (50 km/h) pysäköintiä syöttävät tunnelit
- kaupunkimoottoritiemäiset 70 km/h tunnelit rampein maan pintaan ja eritasoliittymin

Vain Ruotsin ja Norjan tunneleissa rahoitus on ainakin osaksi tullut tiemaksuista, muualla ei lainkaan.

Ominaisuudet	Annecy	Tromssa / Sentrumstangen	Tukholma / Södra + Norra länken	Oslo / Opera	Tampere /Rantaväylä	Helsinki / Huoltotunneli	Boston / Central artery	Madrid
avattu	2001	1999	2004 /2014	1990 ... 2010	2017	2010 (itäosa 1980 luvulla)	1991-2006	2007
keskustan alitus / sivuaminen /ohitus	alitus	alitus	sivuaminen	alitus	sivuaminen	alitus	alitus	sivuaminen
onko mahdollistanut kävelyalueita, puistoja ym.	kävelykesku sta	kävelykatu	pääliikenne virrat maan alla	autoton ranta-alue keskustassa	asuinalueet kytkeytyvät rantaan	vähentää pintaliikenn että	pääliikenne virrat maan alla, puistoja	pääliikenne virrat maan alla, puistoja
1 vai 2 putkea	2	1	2	2	2	1	2...n	
kaistamäärä	2+2	1+1	2+2; 4+4 / 2+2; 3+3	2+2; 3+3	2+2	1+1		3+3; 4+4
pituus	590 m ja 380 m (+ 220 m ramppeja)	1600 m (liittyvät tunnelit 2600 m ja 1700 m	4600 m (yht. 17 km) / 3600 m	1800 m + 1100 m + 1500 m + 1400 m	2300 m	2200 m	8000 m	16400 m
minimi vaakasäde	100 m	120 m, 200 m	-	-	1000 m	35 m	400 ft	240 m
maksimi pituuskaltevuus	8 %	2,5% / 3,5 % (rampeissa 5 %)	3 %	7,50 %	3,50 %	7 %	5 %	
nopeusrajoitus km/h	50	50/70	70	70	60	30	35 mph (56 km/h)	70
liikennemäärä KVL	10600 + 3300	7000 - 10000	100000 / 70000	30000 ... 75000	36.000	2300	200000	
raskas liikenne sallittu	ei	kyllä	kyllä	kuorma- autot <12 m	kyllä	kuorma- autot <12 m	kyllä	kyllä <7,5t
vaaralliset aineet sallittu	ei	ei	kyllä (tietyin rajoituksin)	ei	ei	ei	ei	ei
eritasoliittymiä	1 (P- laitokseen)	ei	useita (ramppeja yht. 12 + 8 kpl)	kyllä	varaus	ei	kyllä	kyllä
ramppeja maanpintaan	ei	ei	useita	useita	varaus neljälle	ei	kyllä	kyllä
liikenneympyröitä	ei	kyllä	ei	ei	ei	1 + 3 kpl	ei	ei
kykentä maanalaisiin tiloihin	2000 autopaikkaa	960 autopaikka (kaksinkerta istuu)	ei	ei	ei	3 P-laitosta, kiinteistöje n huolto	ei	ei
käyttömaksut rahoituskeinona	ei	paikallinen polttoaineve ro, alueelliset tiemaksut valmisteilla	alueella käytössä ruuhkamaks u	alueellinen tienkäyttöm aksu seudun tieinvestoin teihin	ei	ei	ei	ei

Muita havaintoja ja johtopäätöksiä

Tässä tarkastelussa on pyritty löytämään kansainvälisiä esimerkkejä urbaanitunneleista, joista on opittavaa Helsingin keskusta-alueen alittavan maanalaisen kokoojakadun päätöksäsuja hahmoteltaessa. Keskeiset alustavat ominaisuudet perustuen ideavaihetta varten laadittavaan skenaariotarkasteluun ovat:

- keskustan alittava ja siten keskustan maankäytön kehittämisen mahdollistava (esim. kävelykeskusta)
- 2-putkinen, nopeustaso noin 50 km/h, 2+2-kaistainen
- maanalaiset liittymät pysäköintilaitoksiin
- maanalaiset liittymät (koska on tarkoitus kerätä tunneliin mm. satamien generoimaa liikennettä ja myös sallia tunnelin läpiajo päästä päähän)

Maanalaiset liittymät voivat periaatteessa olla samaa tyyppiä kuin maan päällä eli tasoliittymiä, valo-ohjattuja tasoliittymiä, kiertoliittymiä tai eritasoliittymiä (väylien välisiä liittymiä tai rampeja maan pintaan).

Maailmalla on erittäin paljon tieliikennetunneleita, mutta Helsingin keskustaan kaavaillun maanalaisen kokoojakatutasoisen tunnelin kaltaisia ratkaisuja, joissa on liittymiä maanalaisiin tiloihin kuten pysäköintilaitoksiin, on perin vähän. Pääväylätasoisia tunneliväyliä, joissa nopeusrajoitus on 70 km/h ja joissa on rampeja maan tasolle, on enemmän.

Tasoliittymiä (valo-ohjauksella tai ilman) tunneleissa, jotka muutoin edes osittain täyttävät kriteerejä, ei ole löytynyt lainkaan, mutta jonkun verran kiertoliittymiä. Maanalaisten väylien väliset rampit tai maan pintaan johtavat rampit ovat melko tavallisia ja joissakin kohteissa niitä on paljonkin (esim. Tukholma, Madrid, Pariisi, Toronto). Näissä tapauksissa maanalaiset väylät ovat kaupunkimoottoritiemäisiä, mutta nopeusrajoitus on asetettu melko alhaiselle 70 km/h -tasolle.

Monimutkaisin toteutus samantyyppisessä liikennemiljöössä on Tromssan keskustan tunnelijärjestelmä, mutta siellä tunnelit ovat yksiputkisia, kaksisuuntaisia ja liikenne vähäisempää.

Tromssan lisäksi myös Annecyssä, Brysselissä ja Pariisissa on kytkentä pysäköintilaitoksiin.

Liikenneympyröitä on siellä täällä, mm. Tromssassa ja Färssaarten uudiskohteessa, kuten myös Helsingin keskustan huoltotunnelissa. Näissä liikennemäärät ovat kuitenkin melko pieniä.

Tämän selvityksen pohjalta osoittautuu siten, että ideavaihetta varten laadittujen skenaarioiden mukainen ratkaisu maanalaisesta kokoojakadusta olisi ainutlaatuinen:

- 2+2 3+3 -kaistainen 2-tunnelinen väylä
- nopeustaso noin 50 km/h, liikennemäärä noin 50.000 – 65.000 ajon/vrk,
- useita maanalaisia eritasoliittymiä ja kiertoliittymiä,
- tunneliin halutaan myös keskustan satamien liikennettä (erityisesti niiden raskasta liikennettä).

Monimutkainen maanalainen liikenneverkko on haastava monella tavalla:

- liikenneturvallisuus:
 - o useita liittymiä, joista aiheutuu liittymistä ja erkanemista -> törmäysriskit
 - o ajoittain paljon raskaita ajoneuvoja (satamien tavaraliikenne)
- paloturvallisuus ja pelastus
 - o monimutkainen ilmanvaihto ja savunpostointi
 - o haasteelliset tilanteet mahdollisia, joita on haasteellista hallita
 - o kaupunkirakenne tunnelin yläpuolella (romahdusvaara, savukaasujen leviäminen)

o sallitaanko vaarallisten aineiden kuljetus

Yleisenä lopputoteamuksena voidaan todeta, että toteutuessaan tämän laatuinen tunneli olisi ainutlaatuinen ratkaisu.

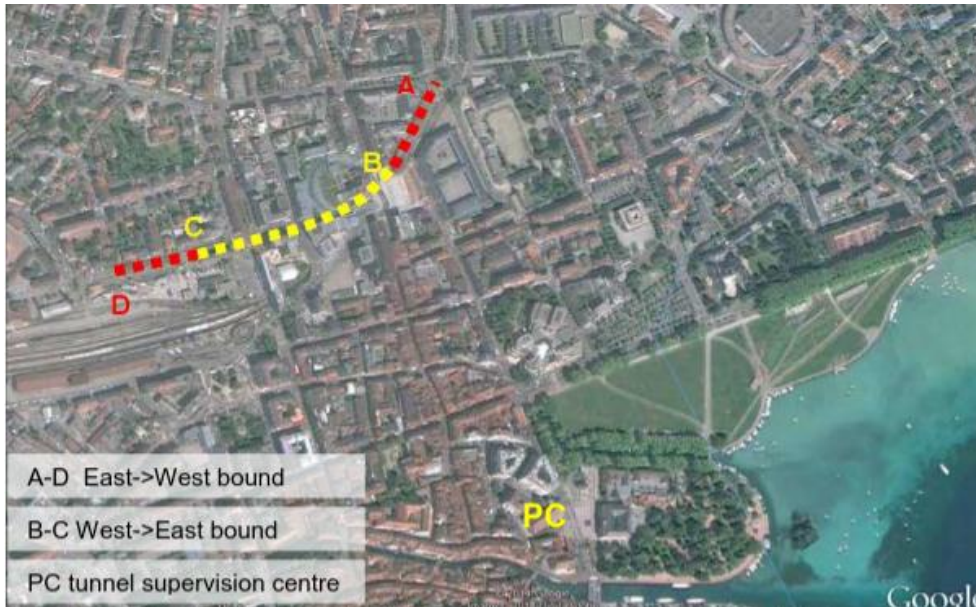
Monimuotoinen ratkaisu asettaa poikkeuksellisen suuria vaatimuksia suunnittelulle ja toteutettaville ratkaisuille. Liikenteen turvallisuuden kannalta nopeuksien kurissa pitäminen on keskeistä, kuten myös laadukkaat detaljiratkaisut maanalaisissa liittymissä ja hyvä liikenteenohjaus- ja valvontajärjestelmä. Kun sitten tapahtuu vakava liikenneonnettomuus tai syttyy suurempi palo (ajoneuvoissa tai teknisissä järjestelmissä), keskeistä on, että niitä tilanteita varten toteutetut järjestelmät ja toimintatavat ovat oikein mitoitettut ja toimivat ja niiden käyttöä on harjoiteltu.

Courier-tunneli, Annecy, Ranska

Päälähde: PIARC, Complex Underground Networks

Yleistä

Annecy on 55.000 asukkaan keskus 150.000 asukkaan kaupungissa Ranskassa. Courier-tunneli alittaa kävelykeskustan ja syöttää 2000 auton pysäköintilaitosta, joka palvelee mm. ostoskeskusta, asumista, elokuvateattereita, julkisia tiloja ym.



Courier-tunnelin omistaa ja ylläpitää Annecyn kaupunki. Tunneli on ollut avoinna liikenteelle maaliskuusta 2001 lähtien ja muodostuu kahdesta kaksikaistaisesta yksisuuntaisesta tunneliputkesta (590 m ja 380 m). Putket sijaitsevat osittain päällekkäin. Pysäköintilaitosta syöttävien ramppien pituus on yhteensä 220 m. Tunneliaukot on integroitu kaupunkiympäristöön lasirakennelmilla.



Pääominaisuudet

1. Perustiedot

- 2 + 2 kaistaa kahdessa putkessa
- Liittymät pysäköintilaitokseen
- Nopeusrajoitus 50 km/h (P-laitos 10 km/h)
- Kuorma-autot ja vaaralliset aineet kielletty

2. Geometria

- Tunneleiden pituus: 590 m ja 380 m,
- Minimivaakasäde 100 m
- Maksimipituuskaltevuus 8%.

2. Poikkileikkaus

- 2 kaistaa kumpaankin suuntaan, leveys 3,00 m
- 0,75 m leveä "jalkakäytävä",
- alikulkukorkeus 3,20 m, pysäköintilaitoksiin 1,95 m

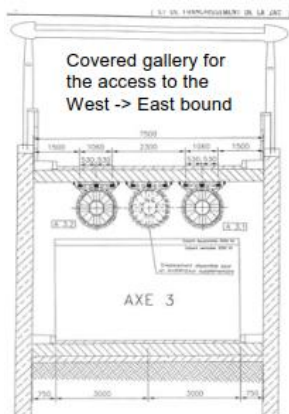
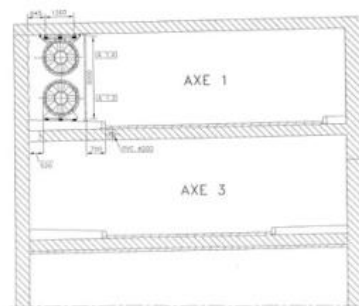


Figure 6 – typical cross section of the access to the West -> East tunnel



Legend: - axe 1: West -> East tunnel
- axe 2: access to car parks
- axe 3 : East -> West tunnel

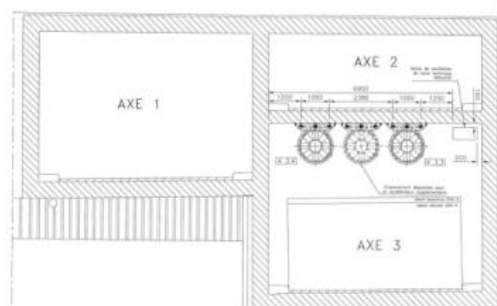


Figure 8 – typical cross section on the accesses to the underground car parks

Liikenne ja liikenneturvallisuus

Tunneli Länsi -> Itä:

- Keskivuorokausiliikenne (KVL) 10 600 ajon/vrk
- Huipputuntiliikenne 1 045 ajon/h
- Päivittäin ruuhkaa, jotka johtuvat liikenneympyröistä, joilla tunneli liittyy katuverkkoon; tällöin aktivoidaan liikenteenohjaustila "ruuhka", jolla ruuhkaa pyritään ehkäisemään/purkamaan

Tunneli Itä -> Länsi:

- KVL 3.300 ajon/vrk
- Huipputuntiliikenne 450 ajon/ h
- Liikenteen poikkeuksellinen suuntajakautuma johtuu siitä, että vain toisesta suunnasta on pääsy pysäköintilaitokseen

Liikenneturvallisuus

Vuosittain

- 15 ajoneuvopysähdystä,
- 7 ylisuurta ajoneuvoa (useimmiten matkailuautoja)
- 2 liikennevahinkoa ajoneuvojen välillä, joilla ei ole vakavia seurauksia,
- 2 luistumisonnettomuutta,
- Toistaiseksi ei ajoneuvopaloja
- Ei onnettomuuksia, jotka johtuvat liikenteen ruuhkautumisesta ja jonottamisesta tunnelin sisällä

Poistumistiet

Poistumisteitä ulkoilmaan on viisi. Ne on integroitu pysäköintilaitosten portaisiin.

Ilmanlaatu

Tunneli on sallittu ainoastaan henkilöautoille ja päästöt ovat pienet. Ilma poistuu tunnelin suuaukkojen kautta.

Melu

Impulssipuhaltimet on varustettu melunvaimentimilla.

Liikenteen hallinnan järjestelmät

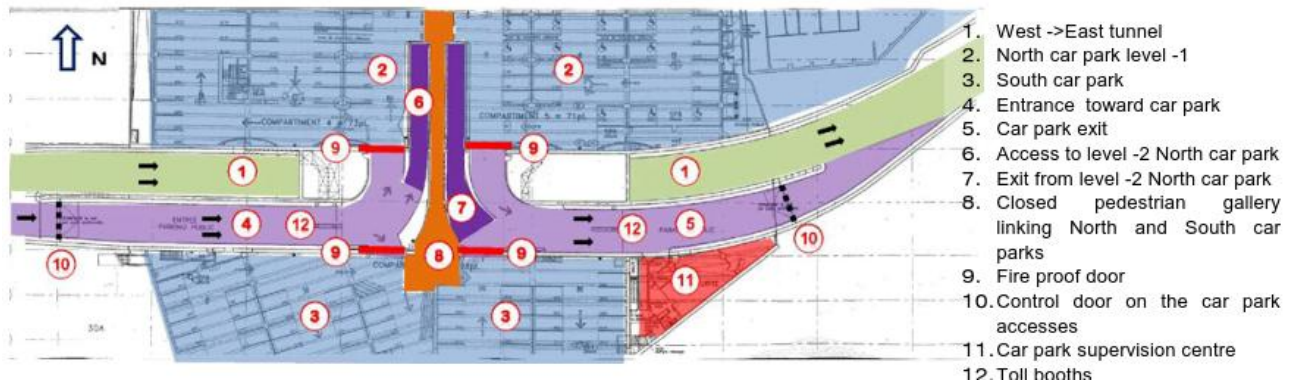
Erityistä huomiota on kiinnitetty järjestelmiin, joiden avulla voidaan kommunikoida tunnelikäyttäjien kanssa. Järjestelmiin sisältyy: CCTV, kuvantulkintaan perustuva häiriöiden havainnointi, silmukat, puomit jne.

Pysäköintilaitos

Vain Länsi -> Itä tunneli mahdollistaa ajon pysäköintilaitokseen. Eteläisessä pysäköintilaitoksessa on 200 paikkaa, kun pohjoisessa laitoksessa on 1800 paikkaa kahdessa tasossa. Pohjoista laitosta tavoittaa myös pintaverkosta käyttämättä tunnelia. Seuraavassa kuvissa on näytetty P-laitoksen ulosajoramppi (vas.) ja sisäänajoramppi (oik.).



Ramppiliittymät ovat erkanemis- ja liittymiskohdissa yksikaistaisia, mutta leviävät kaksikaistaisiksi maksu- ja valvontakohdissa. Erkanemisrampin pituus on 50 m ja poistumisrampin 30 m. Seuraavassa kuvassa näkyy P-laitoksen liittymäjärjestely. Toisen ajosuunnan tunneli sijaitsee tässä kohtaa toisen tunnelin alla.



Muuta

Tunneleiden ilmanvaihto

Ajotunneleissa on automaattisesti ohjattu pitkittäisilmanvaihto, joka voi toimia kumpaankin suuntaan tahansa riippuen senhetkisestä tilanteesta.

P-laitoksen ilmanvaihto

P-laitoksen ilmanvaihto on täysin erotettu tunnelin ilmanvaihdosta.

Palonhallinta

Kullekin tilanteelle (palo jommassakummassa tunnelissa tai pysäköintilaitoksessa) on omat ohjausstrategiat. Tarvittaessa suljetaan palo-ovet P-laitokseen ja estetään savun takaisinvirtaus toiseen tunneliin.

Ohjaus- ja valvontakeskus

Tunnelista ja pysäköintilaitoksesta ovat vastuussa kaupungin kaksi eri organisaatiota. P-laitoksen valvonta on paikallista ja toimii vain P-laitoksen ollessa avoinna.

Tunnelin valvontakeskus on kaupungintalolla ja se vastaa tunnelin valvonnasta ja turvallisuudesta 24 h. Sama organisaatio vastaa myös kaupungin valvontakamerajärjestelmästä (CCTV).

Tromssan keskustan tunnelit; Norja

Päälähteet: Tromsø kommune, Beredskapsplan for tunnlar 6.9.2013; Tromsø Parkering KF Risikoanalyse & Brannsikkerhet, Norconsult 27.6.2007; www.vegvesen.no;

Yleistä

Tromssan kunnassa on kahdeksan tunnelia, joista osa on vedenalaisia. Niiden pituus vaihtelee 600 – 3500 m välillä. Osa on kytketty toisiinsa maanalaisiin liikenneympyröihin ja ne syöttävät maanalaisia pysäköintilaitoksia kaupungin keskustassa. Vain yksi tunneli on kaksiputkinen eli Tromsøysundtunnelin, joka on noin 3500 m pitkä ja yhdistää Tromssan saaren mantereeseen.

Tässä tarkastelussa keskitytään Tromssan keskustan tunnelijärjestelmään. Keskustan alla oleva pysäköintilaitos käsittää 920 paikka ja maanlaista pysäköintiä suunnitellaan laajennettavaksi noin kaksinkertaiseksi. Nykyisen P-laitokseen on kolme yhteyttä katuverkosta ja lisäksi tunneliyhteys ja liityntä kiertoliittymällä maanalaisen kokoojakatuun "Sentrumtangenten" (1600 m), joka on pohjoispäästään kytketty kiertoliittymällä kahteen pitkään tunneliin pohjoiseen ("Breiviktunnelin, 2600 m) ja länteen (Langnästunnelin, 1700 m). Tunnelit keventävät oleellisesti keskustan pintaverkon kuormitusta.



Vasemmassa kuvassa näkyy punaisella katkoviivalla kolmen tunnelin kokonaisuus Tromssan keskustassa ja mustalla katkoviivalla Tromssan ja mantereiden välinen kaksiputkinen tunneli.

Oikeassa kuvassa näkyy maanalainen pysäköintilaitos ja keskustan alittava Sentrumtangenten -tunneli.

Tromssassa on pitkään ollut käytössä paikallinen polttoainevero, jolla on rahoitettu seudun kalliita liikenneinvestointeja (mm. tunneleita ja siltoja). Alueellinen tiemaksujärjestelmä on valmisteilla. Sen tuotot korvamerkitään seudun liikennejärjestelmän kehittämiseen ml. joukko- ja kevytliikenne.

Tromssan keskustan tunneleiden tunnusluvut

Tunneli	Sentrumstangenten	Breiviktunnelen	Langnästunnelen
Avaamisvuosi	1999	1989, 1992	2007
Pituus	1617 m	2600 m	1711 m
Pituuskaltevuus	2,5 %	1,4 %; 1,5 %	1 %
Vaakasäteet	120 m; 200 m	300 m	400 m
Ajoradan leveys / tunnelin leveys	6,5 m / 9,0 m	6,5 m / 9,0 m	7,0 m / 9,5 m
Mitoitusnopeus	50 / 70 km/h	70 km/h	70 km/h
Nopeusrajoitus	50 / 70 km/h (muuttuva)	50 / 70 km/h (muuttuva)	70 km/h
KVL	7.000 – 10.000 ajon/vrk	6.100 ajon/vrk	14.000 ajon/vrk
Kielletyt ajoneuvot/aineet	-	-	-

Kaikissa tunneleissa on

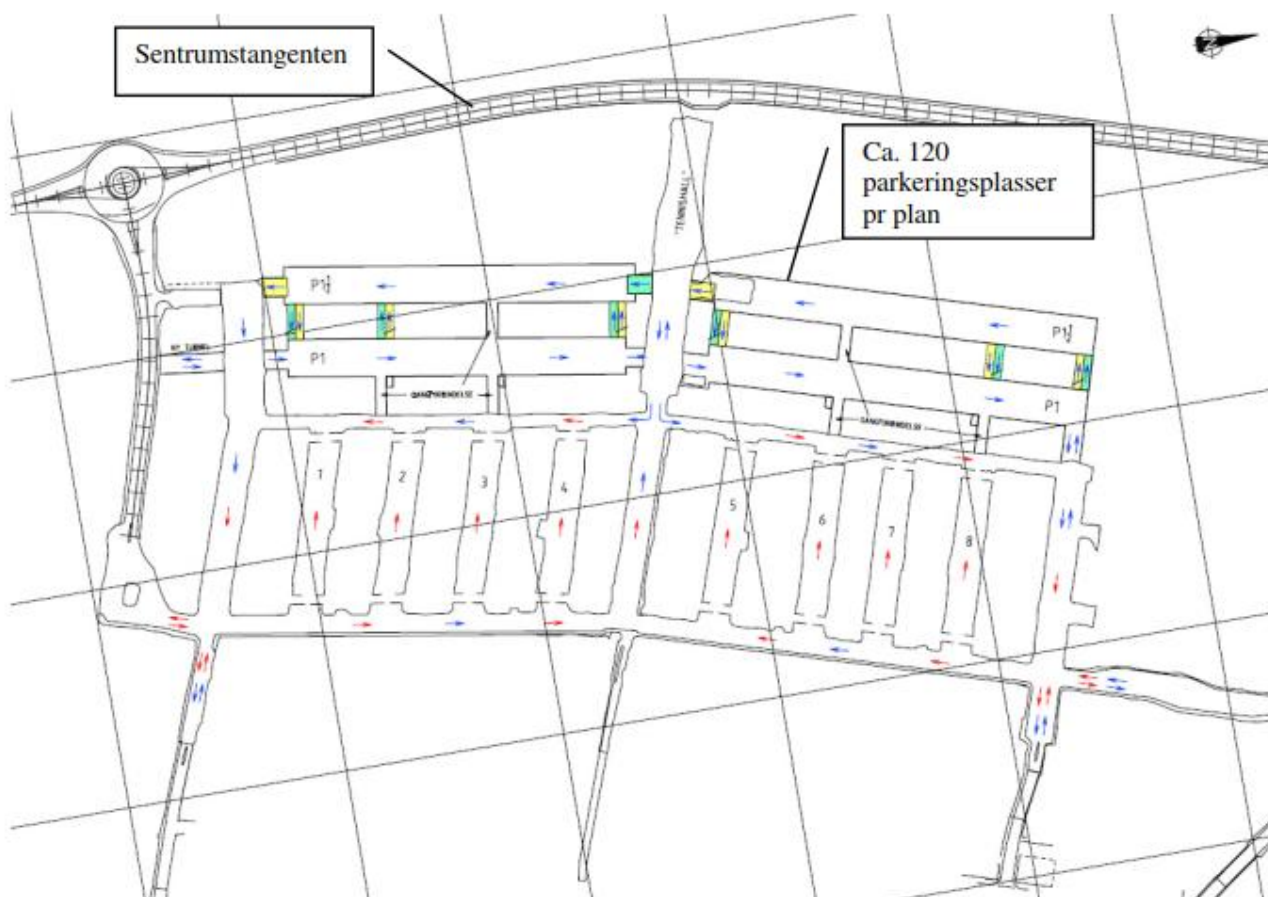
- pysäytysvalot, muuttuvat opasteet
- puomit
- Co ja No mittaus
- pitkittäinen ilmanvaihto, ilmapirran mittaus
- hätäpuhelimet, palosammuttimet

Langnäs-tunnelissa on lisäksi FM-radiokanava (P1) ja näkyvyysmittarit.



Vasen kuva: Ulosajo P-laitoksesta Sentrumstangenten –tunneliin.

Oikea kuva: Pysäköintilaitos vasemmalla. Oikealla tunneli pohjoiseen.



Kuvassa ylempi osa P-laitoksesta on vielä toteuttamatta.

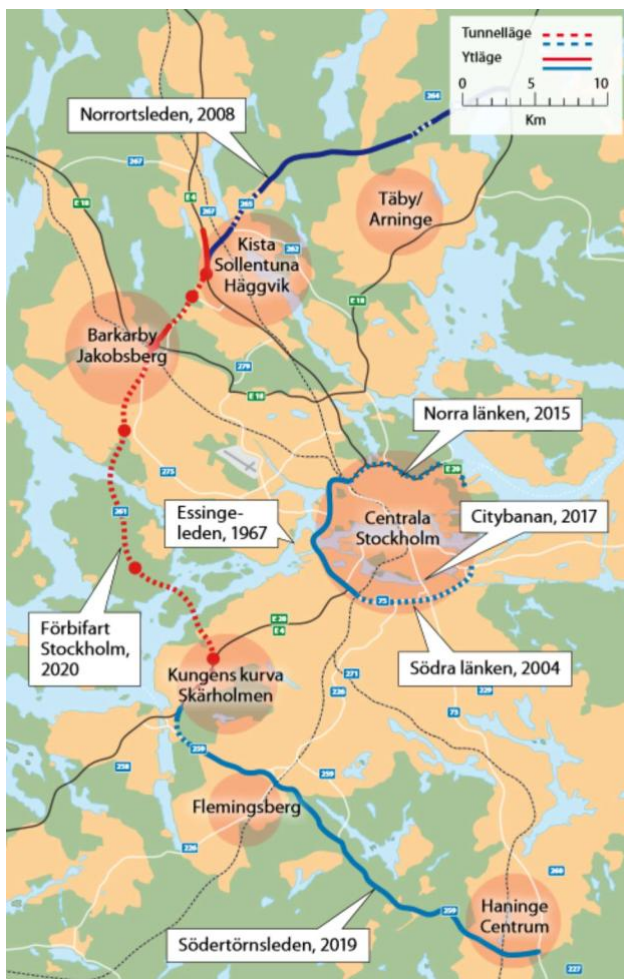
Södra ja Norra Länken, Tukholma, Ruotsi

Päälähteet: PIARC, Complex Underground Networks; Trafikverket

Yleistä

Tukholman ydinkeskustaa ympäröi kehämäinen väylä, jonka päätarkoituksena on ollut keventää keskustan liikennepaineita, mutta joka myös yhdistää eri ilmansuunnista saapuvia valtateitä. Vuonna 1967 rakennettu pinta- ja siltäväylä Essingeleden on täydennetty kahdella tunneliväylällä: Södra Länken 2004 ja Norra Länken 2015.

Valtateiden yhdistämistä tulee tulevaisuudessa palvelemaan ulompi, varsinainen kehäväylä E4 Förbifart Stockholm (Yttre Tvärleden), josta on tietoja liitteessä 9. Sen pituus on 21 km, josta 18 km on tunnelissa.



Södra Länken



Södra Länken valmistui 2004. Siinä on useita maanalaisia eritasoliittymiä ja ramppeja pintaverkkoon. Se muodostaa Tukholman keskustaa ympäröivän kehämäisen väylän eteläosan ja alkaa idässä Sicklassa. Siihen johdetaan liikenne Nackan suunnasta ja myös lähellä sijaitsevan Tegelvikshamnen -satama-alueen liikennettä, mm. Helsingistä saapuvilta autolautoilta. Idässä se kytkeytyy E4 tiehen ja Essingeledeniin. Södra länken on 6 km pitkä, josta 4,6 km on tunnelissa. Valmistuessaan se oli Euroopan pisin kaupunkimootoritietunneli. Tunneliputkea on yhteensä 17 km.

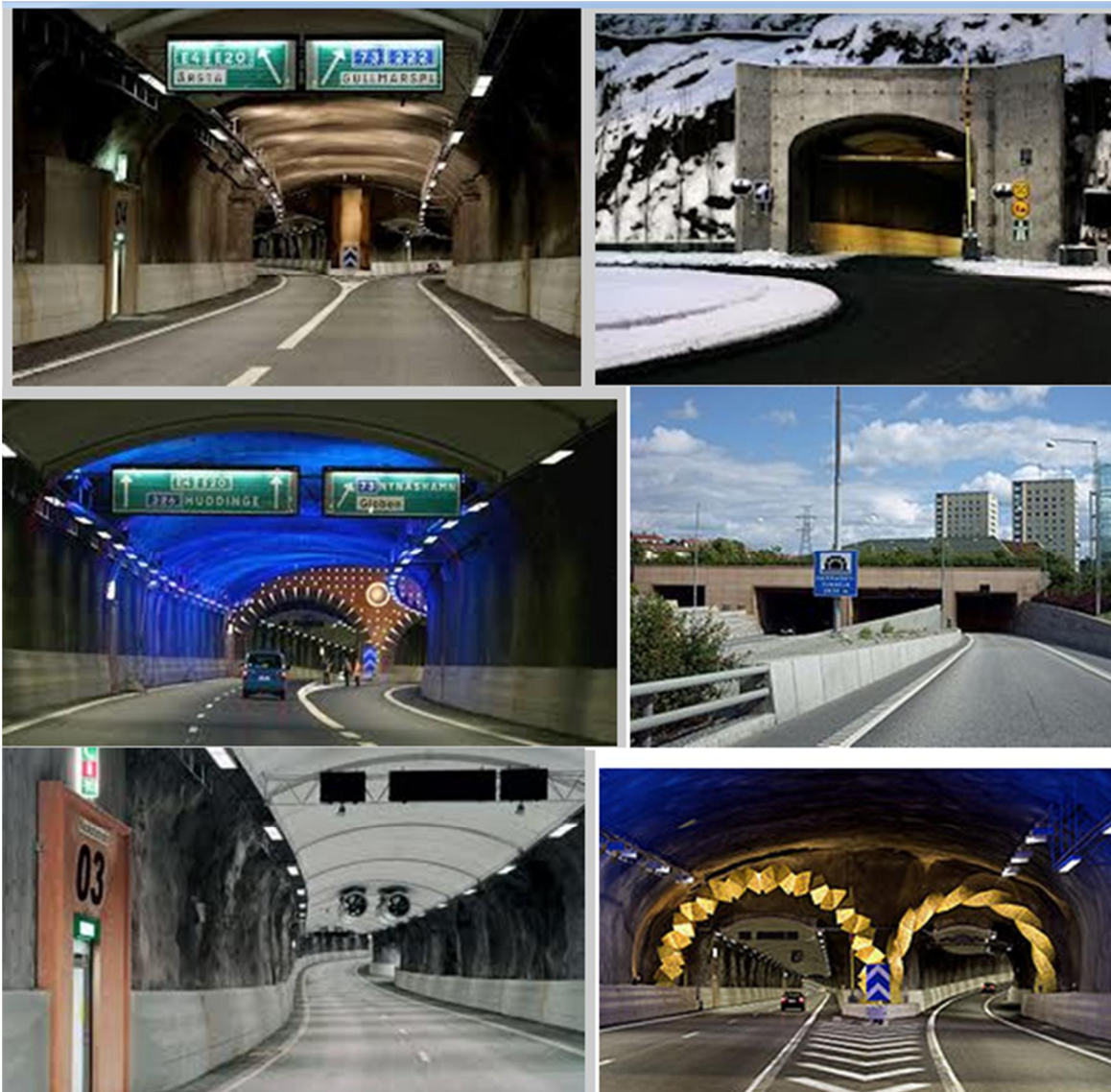
Väylä koostuu kahdesta kalliotunnelista ja siihen liittyy 12 ramppia katuverkosta ja muilta pääväyliltä. Väylä on luonteeltaan kaupunkimootoritie ja sen nopeusrajoitus on 70 km/h. Kaistoja on 2-3 suuntaansa. Kaiken tyyppiset moottoriajoneuvot ovat sallittuja ja vaarallisten aineiden kuljetus on sallittu öisin. Hätäpoistumisteitä naapuritunneliin on noin 100 metrin välein.



Suurin pituuskaltevuus on 3 %. Tunnelin kallio-osuuksilla ei ole rajoituksia maanpäällisille rakennuksille.

Liikennemäärä on noin 100 000 ajon/vrk (ennuste ennen avaamista oli 60.000 ajon/vrk). Raskaan liikenteen osuus on 10 %. Jalankulkijoita ja polkupyöriä ei sallita. Tunneli ruuhkautuu ajoittain ulkoisista syistä ja noin kerran viikossa niin vakavasti, että liikennettä joudutaan rajoittamaan turvallisuuden tai ilman laadun takia.

Tukholman tunneleissa on kiinnitetty erityistä huomiota ajokokemukseen ja liikenneympäristön vaihtelevuuteen, mikä ilmenee seuraavista kuvista.



Tunneleissa on kaikki normaalit modernin tunnelin varusteet, ohjaus- ja valvontalaitteet paitsi palonsammutusjärjestelmää.

Ilmanvaihto on pitkittäinen ja lähellä tunneleiden loppupäitä on ilmanpoistotornit.

Norra Länken



Norra Länken, joka avattiin 2014, muodostaa Tukholman keskustaa kiertävän yhteyden pohjoisosan ja yhdistää Essingeledenin Eurooppatiehen E4 ja Värtanin satamaan, johon saapuu autolauttoja mm. Helsingistä. Väylä on pääosin maanalainen ja siinä on kaksi laajaa eritasoliittymää (8 ramppia) ja luonteeltaan kaupunkimoottoritie. Nopeusrajoitus on 70 km/h ja kaikki moottoriajoneuvot paitsi mopot ovat sallittuja. Myös vaarallisten aineiden kuljetus sallitaan. Tunneli on kaksiputkinen, pääosin kalliotunneli. Päättunneleiden pituus on 3600 m ja tunneliputkea on yhteensä 13 km. Tunnelille ennustettu liikennemäärä oli 70.000 ajon/vrk.

Suurin pituuskaltevuus päättunneleissa on 3,5 % ja rampeissa 5 %.

Betonitunneliosuudella on rakennuksia tunnelin katon yläpuolella ja näillä osuuksilla on varauduttu voimakkaisiin räjähdyksiin. Tunneliin vieressä kulkee rautatie, josta on hätäpoistumisteitä ajoneuvotunneliin.

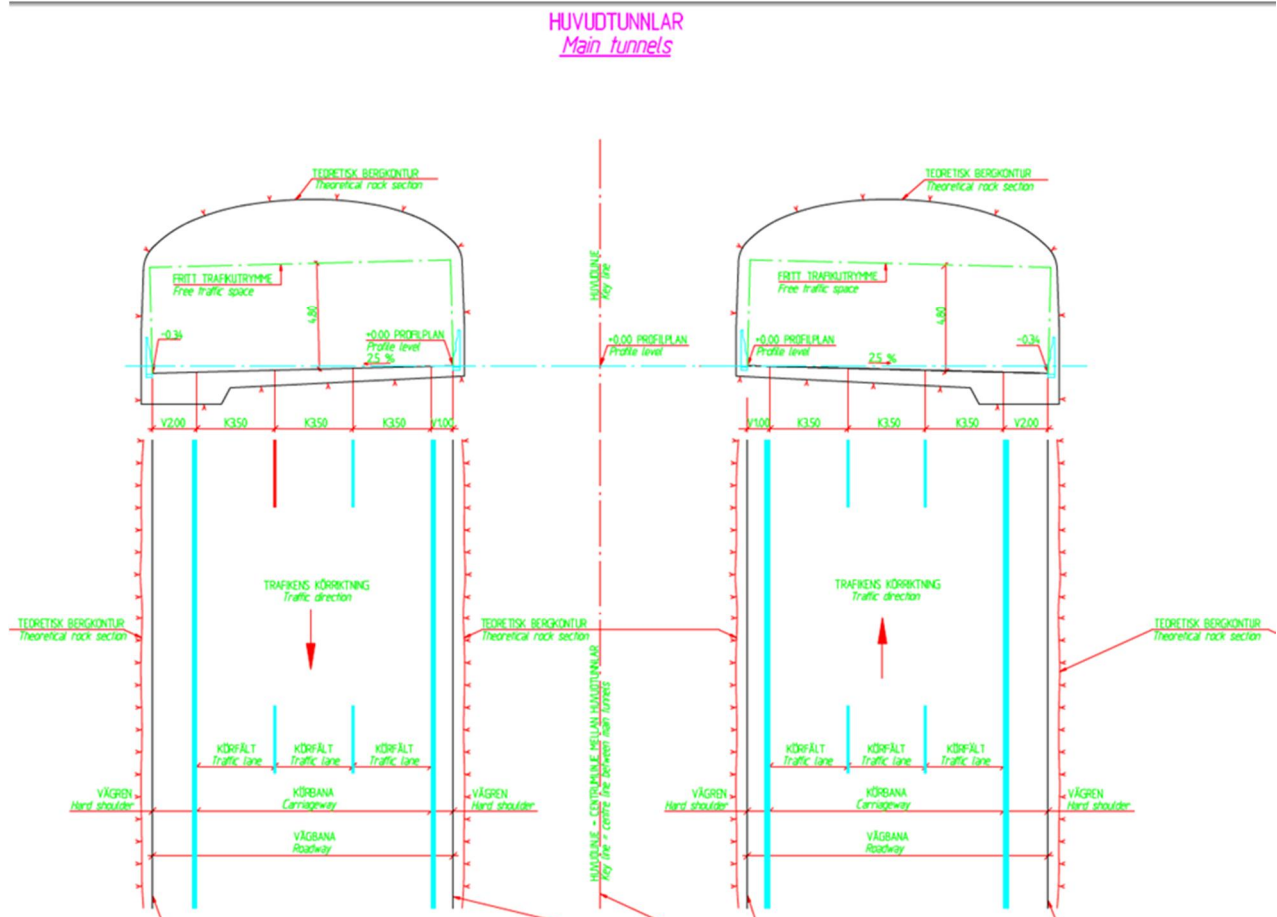
Norra Länken on muotoilultaan ja varustetasoltaan hyvin samankaltainen kuin Södra Länken, mutta se on varustettu kiinteällä sammutusjärjestelmällä.



Rakentamisesta on havainnollinen video osoitteessa
<https://www.youtube.com/watch?v=-poJz1ehzGI>



Päättunneleiden poikkileikkaus:



Opera-tunneli, Oslo, Norja

Päälähteet: PIARC, Complex Underground Networks; Vejdirektoratet

Yleistä

Norja on tunneleiden edelläkävijämaa n. 1000 tietunnelillaan. Suurin osa on kuitenkin vähäliikenteisiä yksiputkisia kaksisuuntaisia tunneleita, joko vuonon alittavia tai vuoren läpäiseviä. Mutta Norjassa on jo pitkään myös toteutettu isoja runsasliikenteisiä hyvin varustettuja tunneleita kaupunkialueille. Oslon keskustan alittava tunneli on näistä merkittävin. Ensimmäinen osa, "Festning" avattiin vuonna 1990 ja varustettiin korkealuokkaisilla liikenteen hallintajärjestelmillä. Sen jälkeen, v. 2010, sitä on pidennetty vedan alittavalla osuudella Bjørvika, jolloin se yhdistyi itäpäässä Ekebergstunneliin (avattu 1995) ja Svartdal-tunneliin (avattu 2000). Tätä neljän tunnelin kokonaisuutta kutsutaan nykyään Opera-tunneliksi.



Kuvassa vasemmalta oikealle: Tunnelit Festning 1990, Bjørvika 2010, Ekeberg 1995, Svartdal 2000

Kokonaisuus on keskeinen osa E18 yhteyttä lännestä itään. Keskeinen motiivi ja vaikutus v. 1990 avatusta Festning-tunnelista oli Oslon ydinkeskustan liikenteen rauhoittaminen siten, että vanhan keskusta-alueen (Karl-Johann kadun ympäristö), Akershus linnoitusalueen ja Aker Bryggen eli entisen satama-alueen välille voitiin muodostaa käytännössä autoton jalankulkumiljöö. Tämä on mahdollistanut etenkin Aker Brygge alueen voimakasta kehittymistä satama- ja telakka-alueesta asunto-, liike- ja etenkin ravintola-alueeksi.

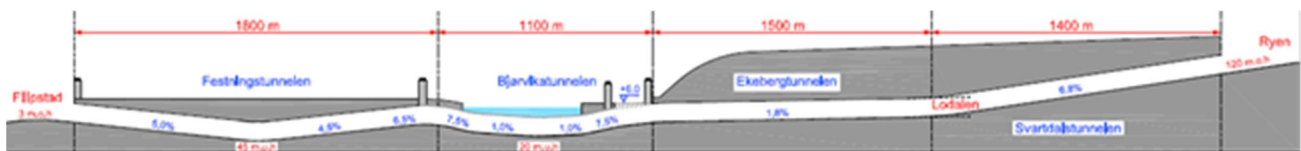


Kuvan keskellä olevan kaupungintalon ja rannan välillä kulki aikaisemmin kuusikaistainen E18 Eurooppa-tie. Nyt liikenne kulkee maan alla.

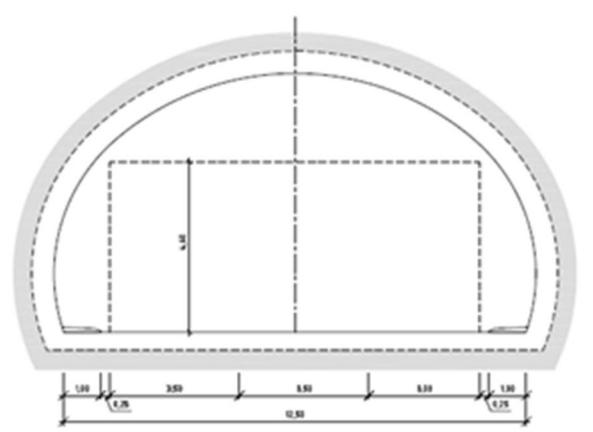


Tunneleiden ratkaisut

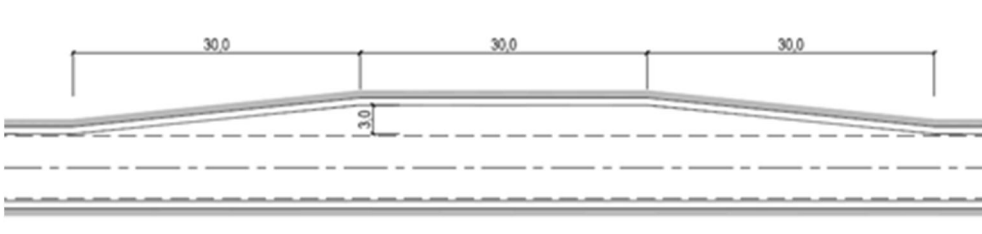
Tunnelikokonaisuuden pituusleikkaus on seuraava:



Tyypillinen poikkileikkaus:



Pysäytymistasku:



Liikennemäärät

- Festning 75 000 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä 11%
- Bjoervika 70 000 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä 10%
- Ekeberg 77 000 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä 12%
- Svartdal 29 900 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä 6%

Tunneleissa esiintyy liikennoruuhkia ulkoisista syistä.

Tunneleissa on korkeatasoiset liikenteenhallinnan laitteet, joita ohjataan ja valvotaan liikennekeskuksesta käsin.

Vaarallisten aineiden kuljetus on kielletty Festning-tunnelissa ruuhka-aikoina.

Vt 12 Rantaväylän tunneli, Tampere

Päälähteet: <https://www.liikennevirasto.fi/>, Rantaväylän tunnelin riskianalyysi, Traficon & Hoj 2013; Kaakkois-Suomen elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskuksen raportti ”Tietunneleiden tapahtumat vuonna 2017”

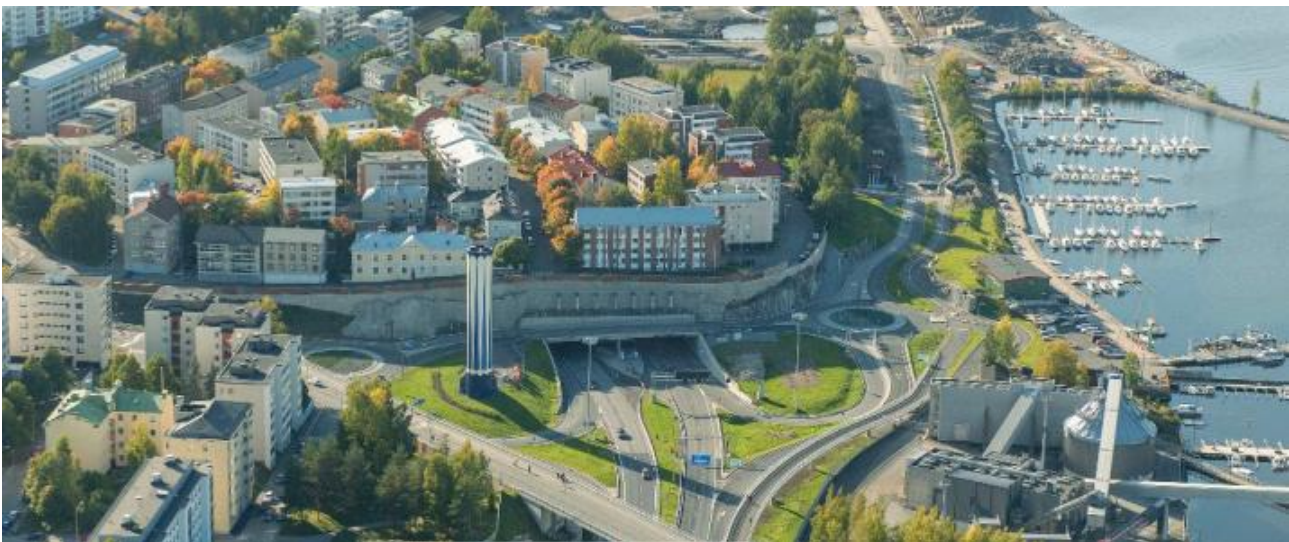
Yleistä

Vuosina 2013-2017 Tampereen Rantaväylä rakennettiin reilun neljän kilometrin matkalta uudestaan. Matkasta 2,3 kilometriä kulkee Suomen pisimmän maantietunnelin läpi. Lisäksi hankkeeseen kuuluu eritasoliittymiä tie- ja katuja järjestelyineen. Tunnelin keskivaiheilla on varaus eritasoliittymää varten.



Hankkeen tavoitteena oli vapauttaa suuren kaistaleen Tampereen pohjoista keskustaa kaupunkilaisten käyttöön ja mahdollistaa paremman pääsyn Näsijärven rantaan. Ranta-Tampellan uuden kaupunginosan yhteyteen syntyvän puistoalueen vesistötäyttöön käytettiin tunnelilouhinnassa syntyvää kiviainesta.

Hanke toteutettiin allianssimallilla. Tunneli avattiin liikenteelle 15.11.2016.



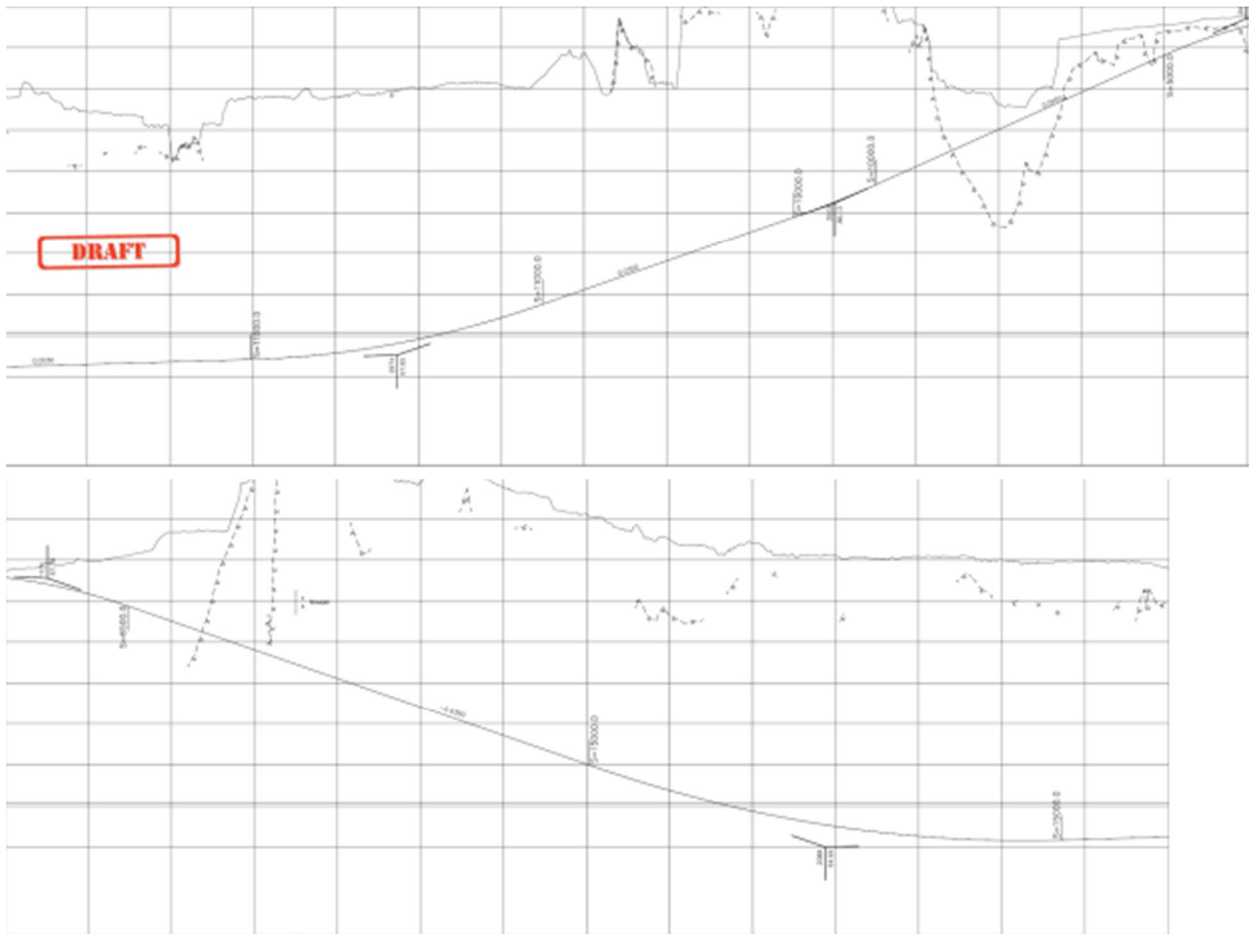
Itäinen tunneliaukko. Lähde: Liikennevirasto

Tunnelin ominaisuudet

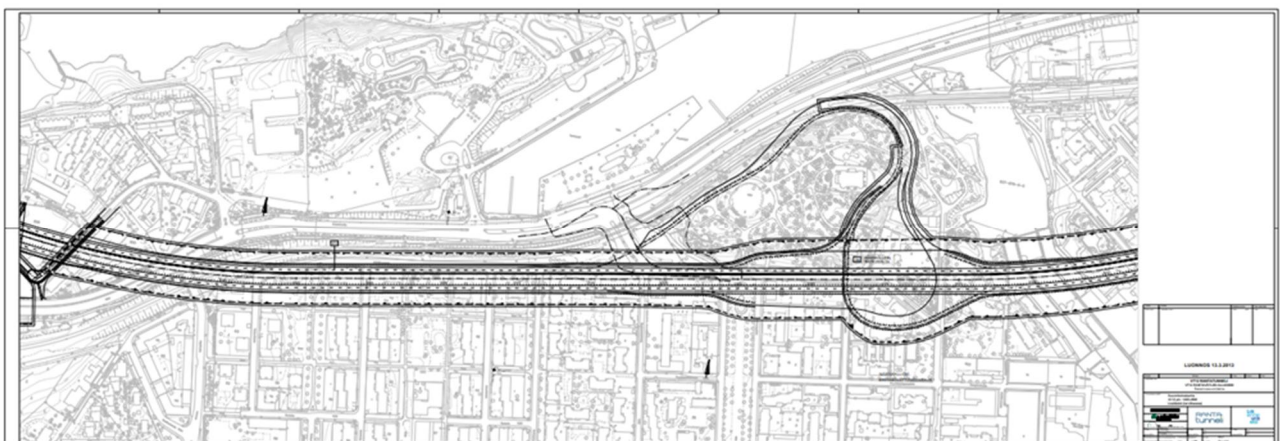
Kaksiputkisen 2 + 2 -kaistaisen tunnelin pituus on noin 2,3 km. Tunneleiden välillä on poistumisteinä toimivat yhdystunnelit 155 metrin välein. Tunneli kulkee rakennetun alueen alla ja

sen keskivaiheilla on varaus eritasoliittymälle. Itäpäässä tunnelin suuaukon läheisyydessä olevan eritasoliittymän rampit ulottuvat tunneliin.

Vaakatason kaarresäteet ovat vähintään 1000 m ja suurin pituuskaltevuus on 3,5 %.

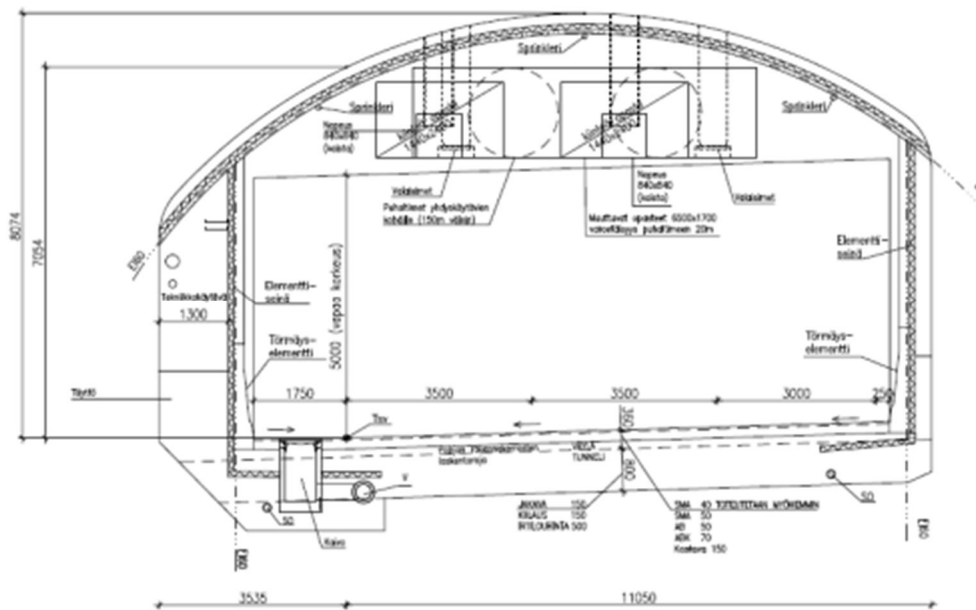


Alla olevassa suunnitelmakartassa näkyy eritasoliittymävaraus.

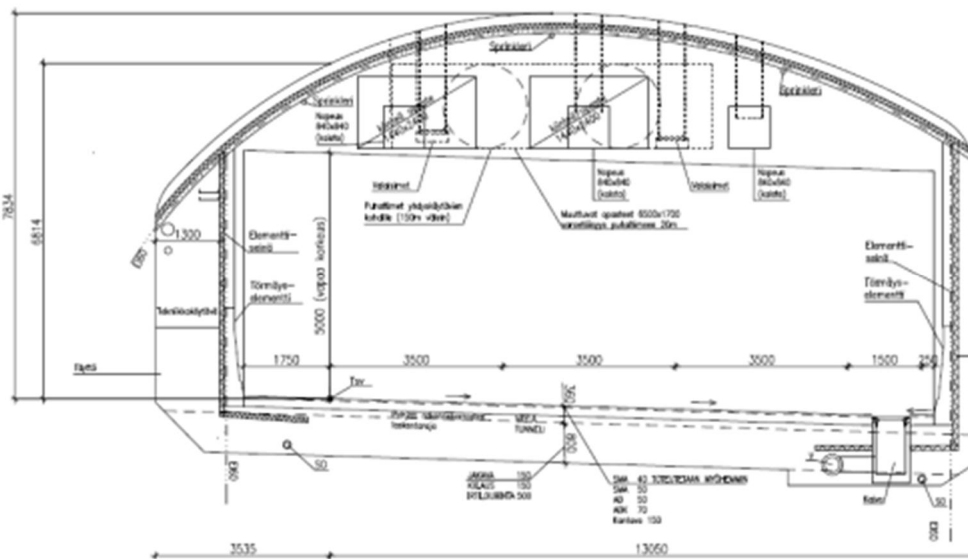


Itäpään eritasoliittymän geometria on tiukka ottaen huomioon tunnelin läheisyys (rampit ulottuvat tunneliin) samoin kuin eritasoliittymävarauksen mitoitus tunnelin keskivaiheilla.

Poikkileikkaus



Kaistojen leveys on 3,50 m ja vasen piennar 1,75 m. Tunnelin läpi oikealla laidalla kulkevat hätäkaistat ovat leveydeltään 3,00 m, paitsi kolmikaistaisilla osuuksilla, joilla se on 1,50 m.



Ilmanvaihto- ja palontorjuntajärjestelmät

Tunneleissa on pitkittäisilmanvaihto ja automaattinen sammutusjärjestelmä.

Liikenne ja häiriöt

Tunnelin KVL vuonna 2017 on n. 32.000 ajon/vrk.

Raportin ”Tietunneleiden tapahtumat vuonna 2017” mukaan tunnelissa tapahtui kaksi liikenne-onnettomuutta v. 2017. Tunnelissa havaittiin lisäksi kaksi väärään suuntaan ajanutta henkilöautoa ja yhdeksän peruuttanutta ajoneuvoa, joista viisi oli raskaita ajoneuvoja ja neljä henkilöautoa.

Pysähtyneitä ajoneuvoja havaittiin 491 kertaa, joista kaistalla pysähtyi 29 kpl, ramppikaistalla 82 kpl ja pientareella 380 kpl. Pysähtyneitä ajoneuvoja havaittiin keskimäärin 9 kertaa viikossa. Jalankulkijoita havaittiin vuoden aikana 25 ja tunnelissa pysähtyneitä mopoilijoita 23.

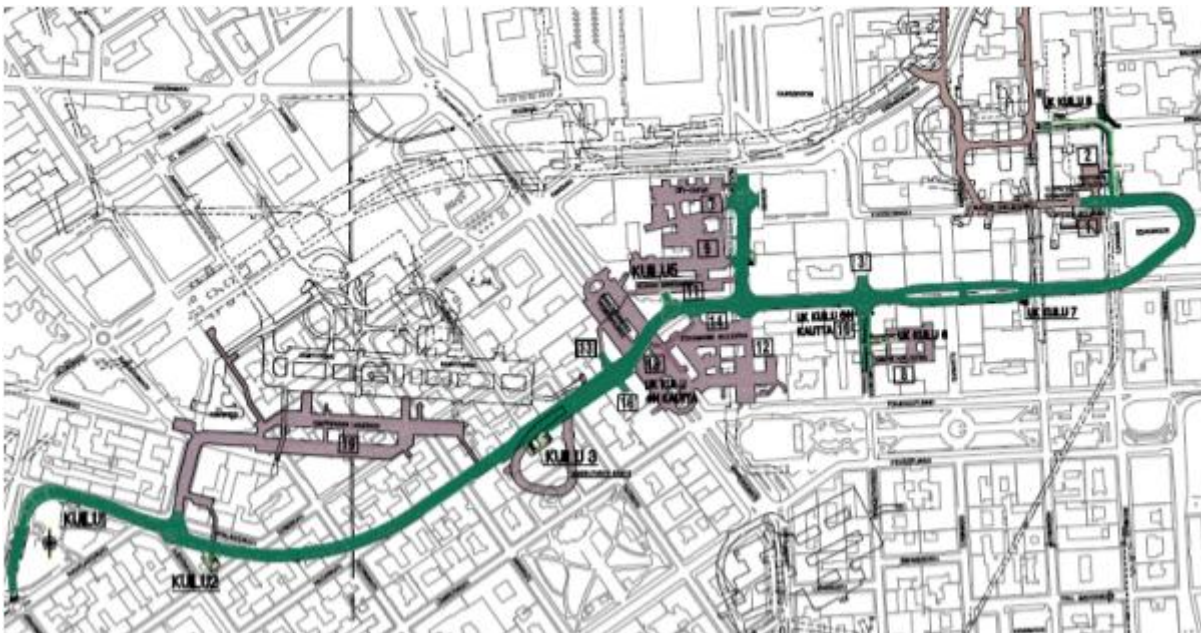
Tunnelia valvotaan ja ohjataan Liikenneviraston Tampereen tieliikennekeskuksesta.

Keskustan huoltotunneli (Kehu), Helsinki

Päälähteet: PIARC, Complex Underground Networks

Yleistä

Pääkaupunkiseudulla on n. 1,2 miljoonaa asukasta. Keskustan huoltotunneli sijaitsee aivan Helsingin ydinkeskustan alla ja sen tavoitteena on hoitaa jakelu- ja huoltoliikennettä sen varrella oleviin kiinteistöihin sekä kolmeen isoon pysäköintilaitokseen (Forum, Stockmann ja Kluuvi). Tunnelin pituus on 2,2 km. Vain noin puolet tunnelista eli sen länsipää on avoinna yleiselle henkilöautoliikenteelle pysäköintilaitoksiin (Forum ja Stockmann). Loput tunnelista on tarkoitettu vain huoltoliikenteelle ja tämän osuuden varrella on lukuisia tonttiliittymiä kiinteistöjen maanalaisiin tiloihin. Tunneli on kalliotunneli. Sen itäosa (palvelee P-Kluuvia) rakennettiin jo 1980-luvulla ja länsiosa valmistui 2010.

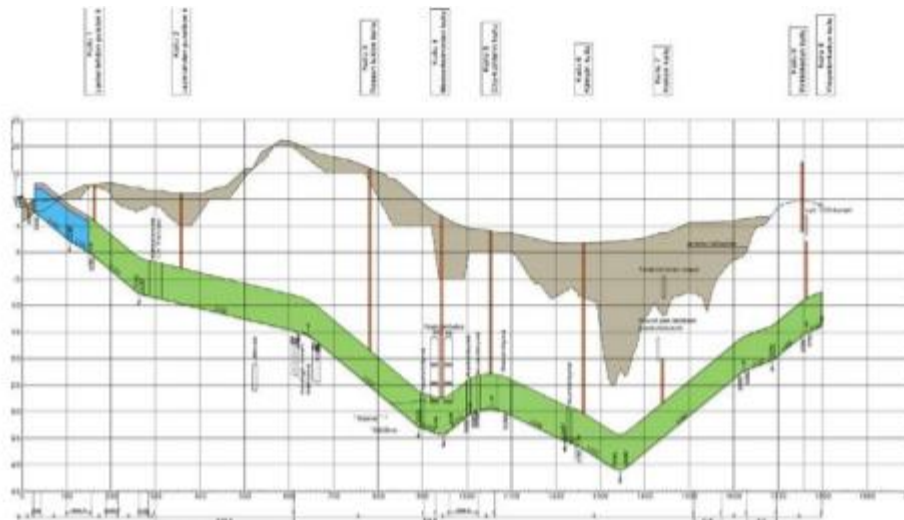


Tunnelin ominaisuudet

Tärkeimmät geometriset ominaisuudet ovat seuraavat:

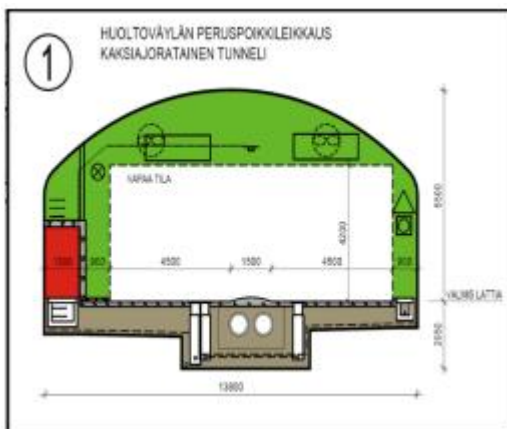
- Päättunnelin pituus 2 200 m (kuvan vihreät osuudet)
- Minimivaakasäde (pl. liikenneympyrät) 35 m
- Suurin pituuskaltevuus 7 %
- Tunnelissa on 30 km/h nopeusrajoitus, jota valvotaan nopeusvalvontakameroin poliisin toimesta





Poikkileikkaus

Poikkileikkaus on alla olevan kuvien mukainen. Tunnelin kokonaisleveys on 13,6 m. Ajokaistojen leveys on 4,50 m ja keskikorokkeen leveys 1,50 m. Molemmiin puolin on 0,90 m korotettu tila jalan liikumista varten. Tunnelin toisella reunalla on paineistettu poistumiskäytävä, jonka leveys 1,30 m ja korkeus 2,30 m. Tunnelin vapaa korkeus on 4,20 m. Tunnelissa on yhteensä neljä liikenneympyrää, joista yksi on länsipäässä yleiselle henkilöautoliikenteelle sallitulla osuudella.



Poistumistiet

Paineistettuihin poistumiskäytäviin on ovet 90 m:n välein. Käytävä johtaa pystykuiluihin, joissa on hissit ja portaat, ja ulos. Viestijärjestelmät ja varavalaistus palvelevat hätätilanteissa. Koko tunneli on jaettu useisiin palo-osastoihin palo-ovin.

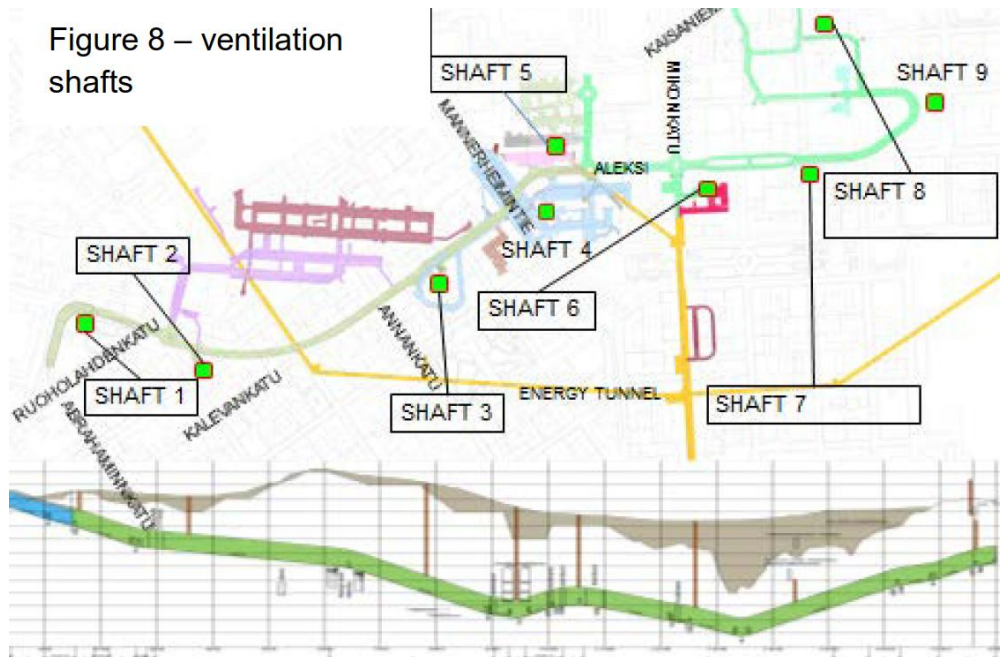
Liikenne ja häiriöt

KKVL (keskimääräinen vuorokausiliikenne) on 2.500 ajoneuvoa vuorokaudessa ja huippuliikenne 230 ajoneuvoa/h. Kuorma-autojen koko on rajoitettu 12 metriin ja vaaralliset aineet ovat kiellettyjä. Jalankulkijoita ja pyöräilijöitä ei sallita. Tunnelissa ei ole havaittu liikenneonnettomuuksia tai ajoneuvojen hajoamisia, mutta yhdessä pysäköintilaitoksessa on ollut yksi ajoneuvopalo.

Tunnelissa ei varsinaisesti esiinny ruuhkaa, mutta länsipään ulosajossa on vilkkaina aikoina pahimmillaan 10 - 15 ajoneuvon jono.

Ilmanvaihto ja palontorjunta

Ilmanvaihtoratkaisuna on pitkittäisilmanvaihto. Palotilanteiden hallintaan on lukuisia ennalta suunniteltuja strategioita automaattisine antureineen ja toimintoineen. Tunnelin rakenteet kestävät 120 minuutin palon ja palo-ovet 60 min. Paloposteja on 100 m välein. Palojen toteamiseen on kiinteä automaattinen palonhavaitsemisjärjestelmä (kaapeli) ja sammuttamiseen kiinteä palontorjuntajärjestelmä (FFFS Hi-sum). Käytössä on myös CCTV -valvontajärjestelmä.



Central Artery -tunneli, Boston, USA

Päälähteet: PIARC, Complex Underground Networks; https://www.roadtraffic-technology.com/projects/big_dig/

Yleistä

Bostonissa on 0,6 miljoonaa asukasta ja Massachusettsissa 6,6 miljoonaa. Bostonin alueella on varsin laaja ja monimutkainen tunneliväyläkokonaisuus, joka on osa valtiollista moottoritieverkkoa. Boston Central Artery on sen keskeinen osa, johon kuuluu peräti 21 liittyvää ja erkanevaa ramppia. Osa rampeista on maanalaisten eritasoliittymien rampeja, osa suoraan katuverkkoon johtavia. Tunneli toteutettiin vuosina 1991 - 2006 ja työ sai osakseen paljon huomiota ("the big dig"), koska se tehtiin "cut and cover" -menetelmällä (päältä avattuna) ponttiseinien avulla keskellä kaupunkia.

Big Dig osoittautui yhdeksi teknisesti haastavimmista infrastruktuurihankkeista, joita koskaan on toteutettu Yhdysvalloissa. Hankkeen kustannusarvio oli 15 Mrd. \$, mutta toteutuneet kustannukset olivat 25 Mrd. \$. Hankkeen vastoinikäymisten seurauksena suunnittelijat joutuivat suuriin vahingonkorvauksiin.

Korotettu Central-Artery (Interstate 93) rakennettiin vuonna 1953 ja avattiin vuonna 1959 kuudella kaistalla, joilla kulki 75 000 ajoneuvoa/vrk. Liikenne kasvoi ja sitä oli säännöllisesti yli 200 000 ajoneuvoa/vrk. Tämän seurauksena Bostonin keskustaan kohdistui liikennepuhkeita yli 10 tuntia päivässä (yli 500 miljoonan dollarin kustannukset vuositasolla). Korotettu moottoritie purettiin ja tunnelit rakennettiin vapauttaen 29 aaria bulevardia ja puistoja varten. Uusi järjestelmä on suunniteltu ja rakennettu 245 000 ajoneuvon päivittäiseen käyttöön.



Vasemmassa kuvassa Bostonin alueen tunnelikokonaisuus (tunnelit sinisellä, sillat ym. vihreällä)



Työnaikainen kuva (https://www.roadtraffic-technology.com/projects/big_dig/)

Cental Artery tunnelin ominaisuudet ja ratkaisut

Tunnelin liikennemäärät ovat suurimmallaan 120.000 ajon/vrk suuntaa kohti v. 2010. Kaikki ajoneuvolajit on sallittu, mutta varallisten aineiden kuljetus on kielletty.



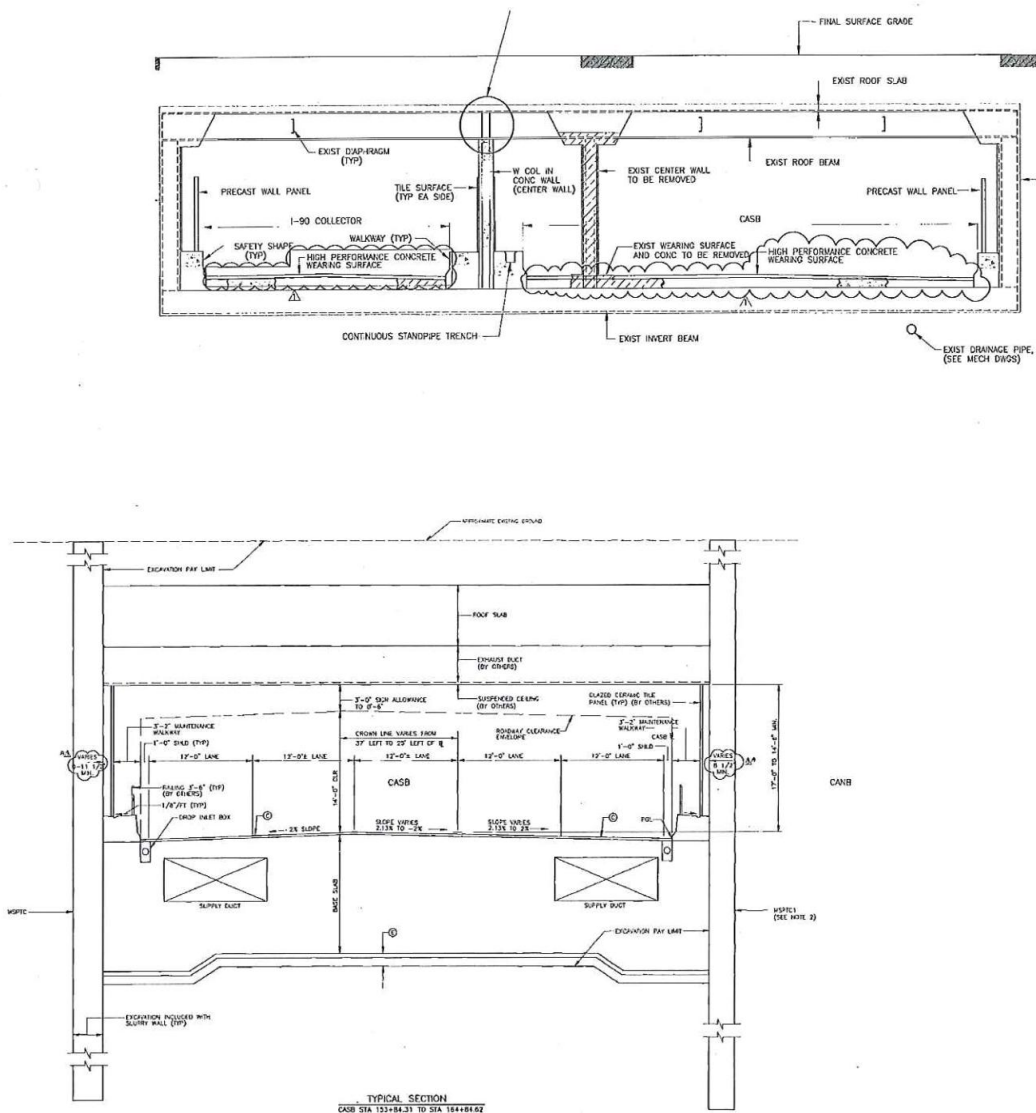
Tunnelin yläpuolella on puistoalueita ja katuja.



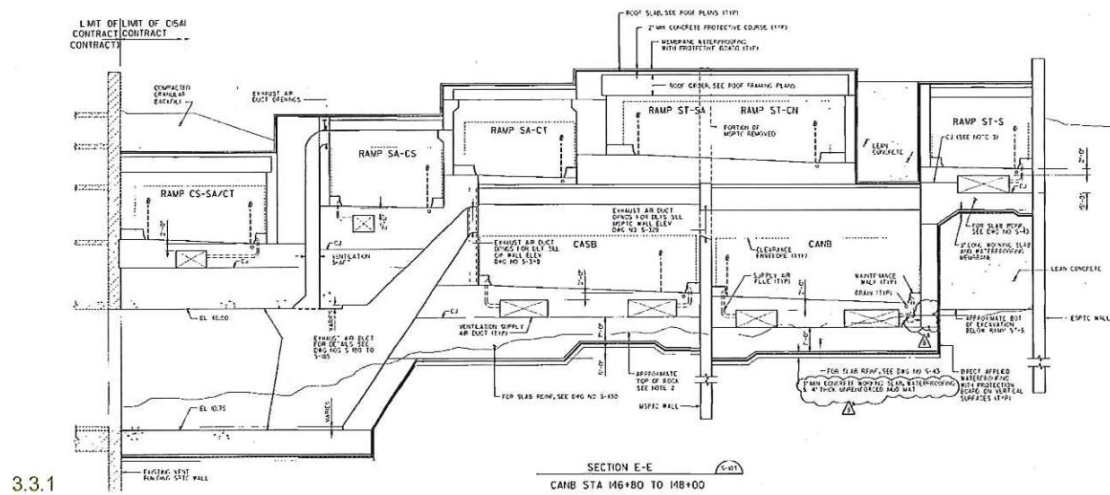
Esimerkkejä pintaan päätyvien ramppien aukoista

Poikkileikkauksia

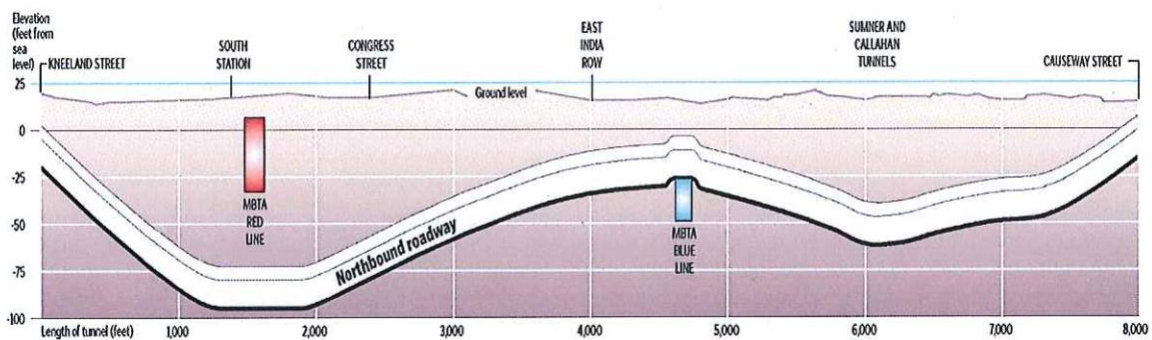
Typical Cross Sections



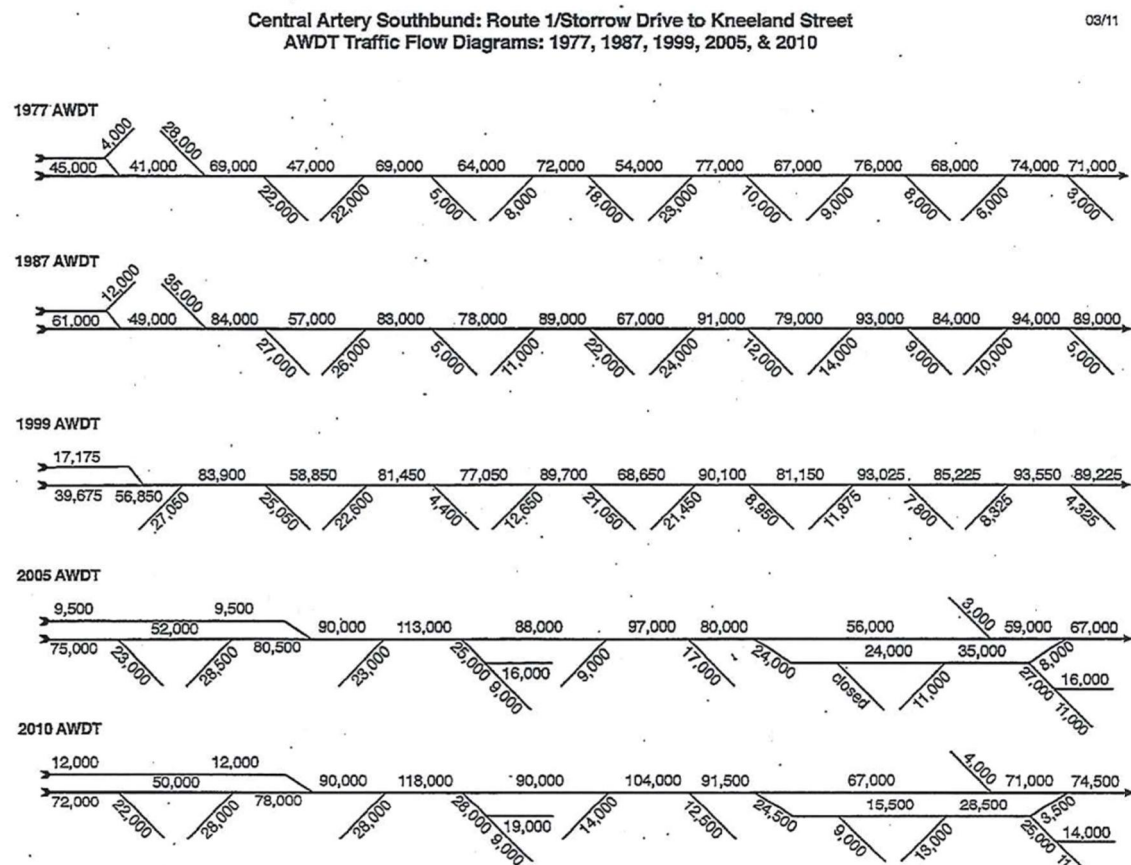
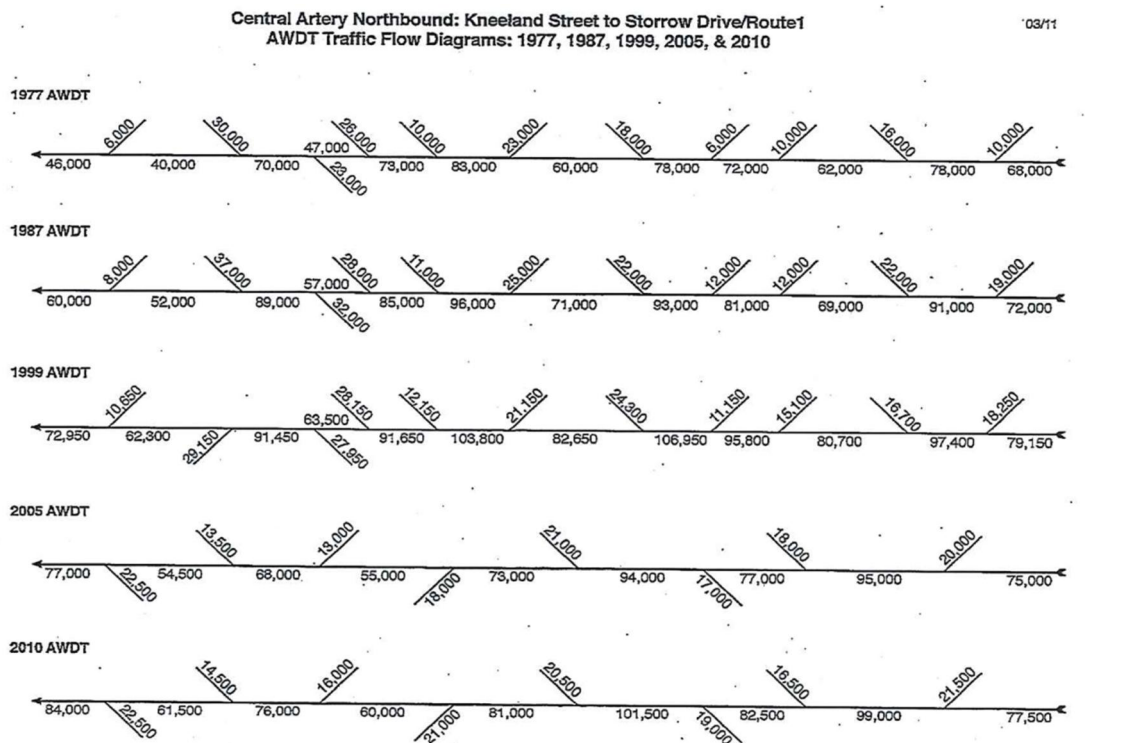
Complex Cross Section



Pituusleikkaus



Liite: Liikennemäärät rampeittain ja ramppiväleittäin osassa Boston Central Artery -tunnelia vuosina 1977, 1987, 1999, 2005 ja 2010



M30-Rio -tunneli, Madrid, Espanja

Päälähteet: PIARC, Complex Underground Networks;

Yleistä



M30-Ríon tunneli sijaitsee Madridissa (Espanja), noin 3 200 000 asukkaan kaupungissa. M30 on kaupungin pääkehätie, joka yhdistää kaikki kaupungin osat toisiinsa. M30-Ríon tunneli muodostaa M30:n lounaissyvän ja kulkee Manzanaresjoen varrella. Tunneli korvaa aikaisemmat ruuhkaiset pintaväylät, jotka muodostivat suuren esteen liikkumiselle kaupungin alueella ja aiheuttivat paljon ympäristöhaittoja. Tunneli ja on vapauttanut laajoja alueita muuhun käyttöön kaupunkilaisille (muistion kansikuvat), esim. puistoihin sekä kävely- ja pyöräilyreitteihin.

Toteutus alkoi v. 2004 ja tunneli avattiin liikenteelle v. 2007. Toteutustapa oli "cut and cover".

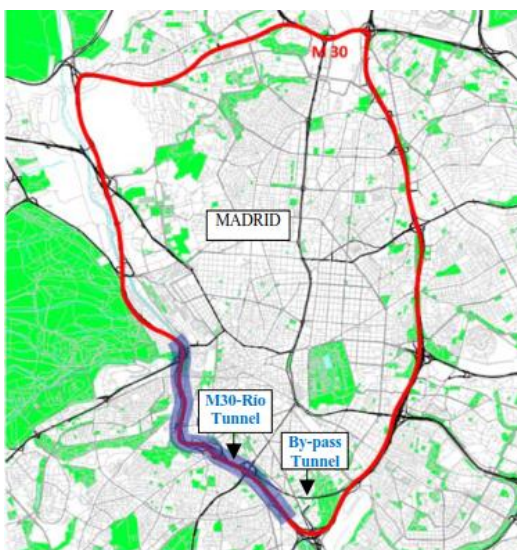


Figure 1 – M30 Ring Road in Madrid



Tunnelissa on kaksi yksisuuntaista putkea, joiden pituus on 16,4 km ml. sivuhaara. Avenida de Portugal. Tunneleita operoi erityinen "Madrid Calle 30" –organisaatio

Tunnelijärjestelmässä on 21 sisäänajoa ja 25 ulosajoa. Kustannus oli arviolta 3,9 miljardia euroa.

Hanke liittyy suurempaan 15 erillisen projektin kokonaisuuteen, jossa uudistetaan 99 km pääväylää, josta 56 km tulee tunneliin.

Tunnelin pääominaisuudet

Tunnelin pituus (ml. Avenida de Portugal) on 16,4 km ja pienin vaakasäde 240 m. Keskimääräinen pituuskaltevuus on 1%.

Poikkileikkauksen mitat: 3 tai 4 kaistaa á 3,50 m ja korotetut kulkutiet molemmin puolin 0,75 m. Vapaa korkeus 4,50 m.

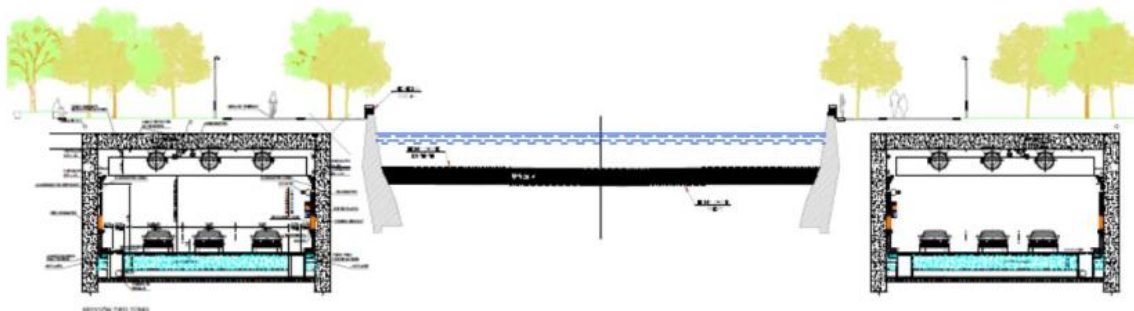


Figure 3 – M30-Rio Tunnel. Cross section near the river, with 3 lanes

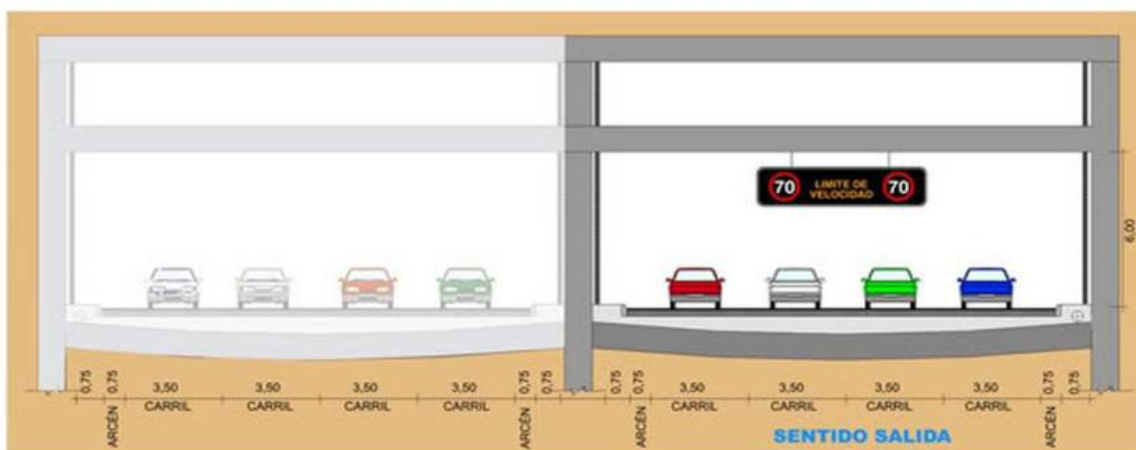


Figure 4 – Avenida de Portugal tunnel. Cross section under the Green area, with 4 lanes.

Liikenne ja häiriöt

Päätunnelin liikennemäärä oli v. 2012 n. 150.000 ajon/vrk ja Avenida de Portugalin tunnelin 111 000 ajon/vrk.

Tunnelissa on kielletty yli 7,5 t kuorma-autot. Vaarallisten aineiden kuljetus on kokonaan kielletty.

Päättunneleiden nopeusrajoitus on 70 km/h. Rampeissa rajoitus on 50 km/h tai 30 km/h.

Tunnelin sisällä ei ole säännöllisiä ruuhkia.

Koko M30 tunnelijärjestelmässä (40 km, josta M30-Rio on osa) on tapahtunut keskimäärin 331 onnettomuutta/v. Pysähtyneitä autoja ja muita häiriöitä on ollut 2697 kpl /v. Analyysit osoittavat, että pääsyyt onnettomuuksiin ovat epäasialliset ajonopeudet ja kuljettajien epähuomio. Tulipaloja ei ole sattunut.



Ennen



Jälkeen

Poistumistiet

Hätäuloskäyntejä suoran ulos on 150 m – 250 metrin välein.

Ilmanvaihto ja muut tekniset järjestelmät

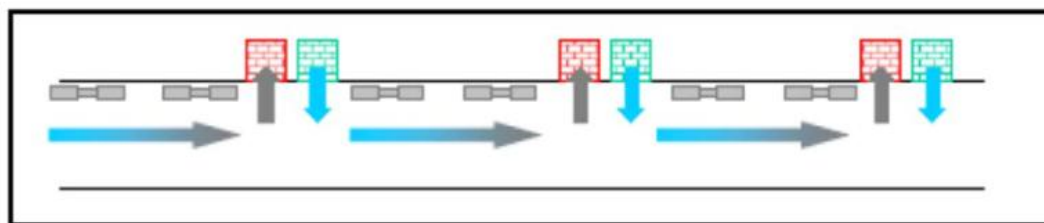


Figure 11 – Longitudinal ventilation

Ilmanvaihto on pitkittäinen ja puhaltimia on n. 100 metrin välein. Ilmanpoisto- ja ottopiippuja on 600 m:n välein. Alle 300 m pitkissä rampeissa ei ole poistotorneja.

Normaalikäytössä järjestelmä on automaattinen ja erilaisten antureiden ohjaama. Manuaalikäyttöä varten on 149 erilaista ohjelmaa erilaisia tilanteita varten koko M30-tunnelijärjestelmälle.

Tunnelissa on kameravalvonta ja liikenteen seurantasilmukat sekä SCADA järjestelmä kaiken tekniikan ohjaamiseksi.

Ohjaus/valvontakeskuksia on kaksi identtistä, toinen varalla. Keskus on miehitetty 24/7.

Neljässä kohdassa pitkin tunnelia on valmiusryhmät ajoneuvoineen, jotka saavuttavat minkä tahansa tunnelin kohdan 6-8 minuutissa. Partioon kuuluu paloauto, hinausauto ja varoitusauto,

Muita mielenkiintoisia havaintoja

1. Paris La-Défense – tunnel « Voie des Bâisseurs », Ranska

Päälähde: PIARC, Complex Underground Networks

Yleistä

Pariisin La Defense keskuksen tunnelilla "Voie des Bâisseurs" on n. 50 liityntää maanalaisiin rakenteisiin, kuten kiinteistöjen huoltoliittymiin ja kolmeen isoon pysäköintilaitokseen. Tältä osin se muistuttaa Helsingin keskustan huoltotunnelia.

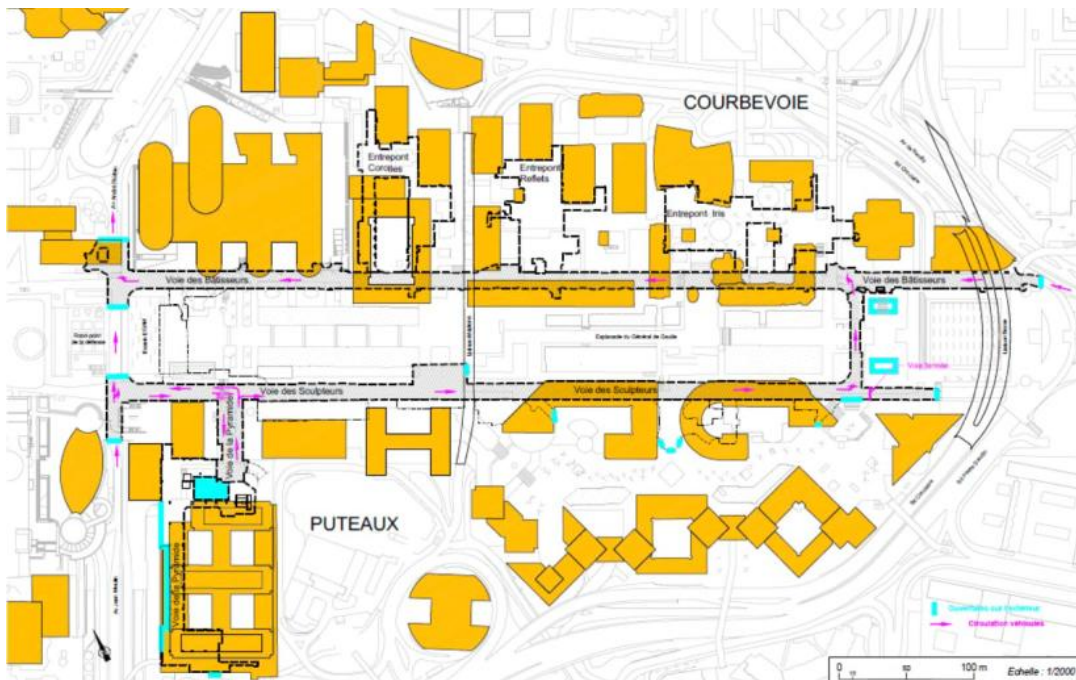


Figure 2 : general plan of «Voie des Bâisseurs – Voie des Sculpteurs» roads network

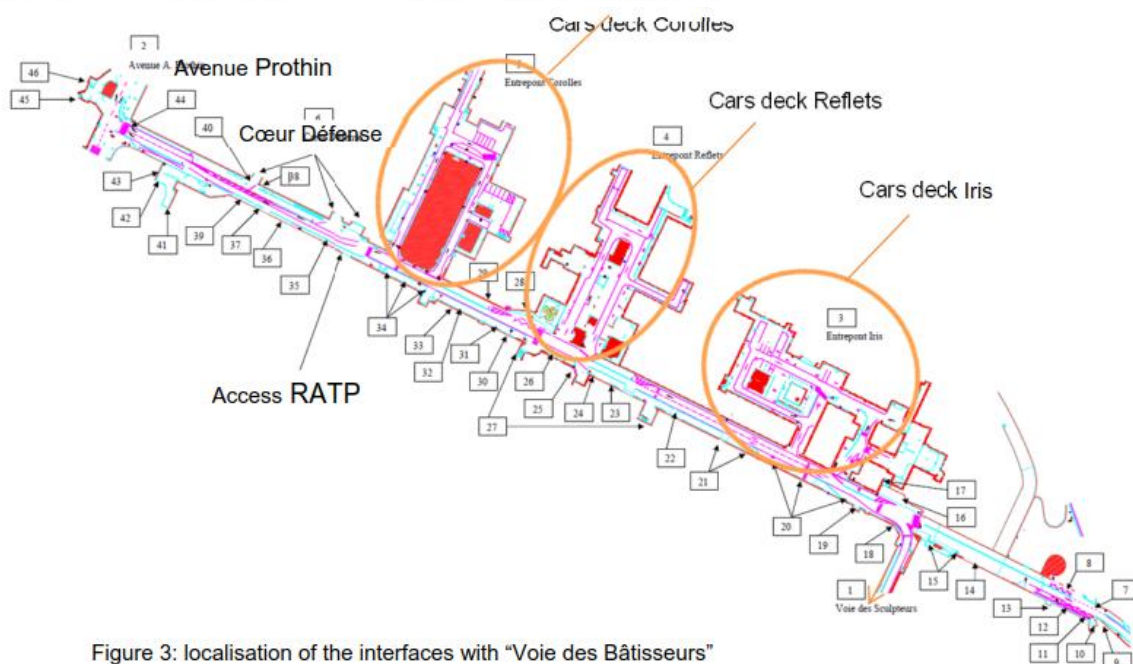


Figure 3: localisation of the interfaces with «Voie des Bâisseurs»



Figure 4 : entrance portal - Voie des Bâtisseurs

Keskeiset tiedot

- Tunnelin pituus: 700 m
- Pituuskaltevuus 2,7 %
- Tunnelin seinien väli on 11,8 m (vaihtelee paikallisten olosuhteiden, kuten rakennusten rakenteiden mukaan)
- Poikkileikkaus: Oikealla oleva kulkutila 0,8 m, 2 kaistaa á 3,50 m
- KVL n. 3500 ajon/vrk, 16 % kuorma-autoja
- Vaaralliset aineet kielletty
- Vv. 1996 - 2009 tapahtui 22 onnettomuutta ja 1 ajoneuvopalo Voie des Bâtisseursin tunnelissa (40 % onnettomuuksista johtui ylikorkeista ajoneuvoista)
- Hätäuloskäyntejä on 150 m välein

2. Belliard Tunnel, Brussels, Belgium

Päälähde: PIARC, Complex Underground Networks

Yleistä

Belliard-tunneli sijaitsee Brysselin Schaarbeekin alueella ja kulkee Schumanin liikenneympyrän alta, jossa haarautuu. Toinen haara johtaa Cinquantenaire-tunneliin. Tunneli syöttää yhtä pysäköintilaitosta.

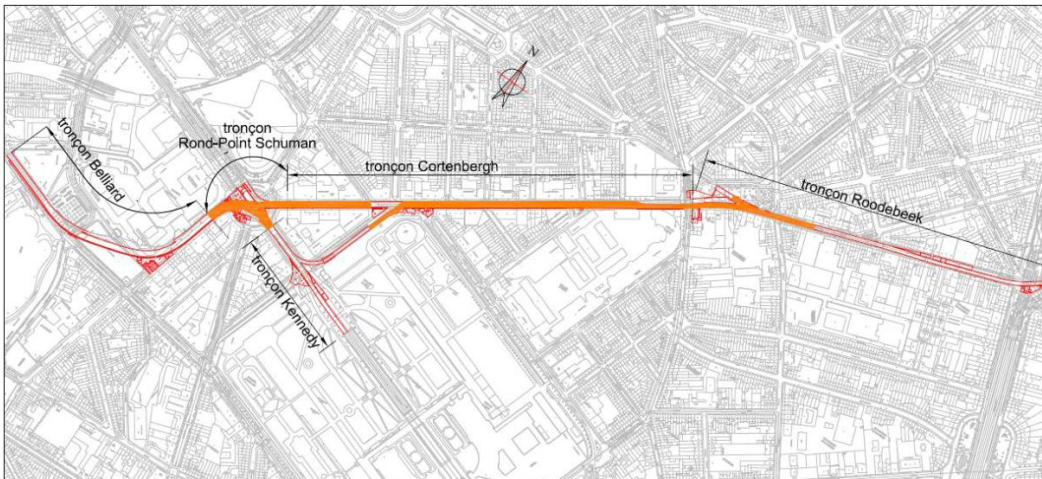


Figure 1 - Belliard tunnel location

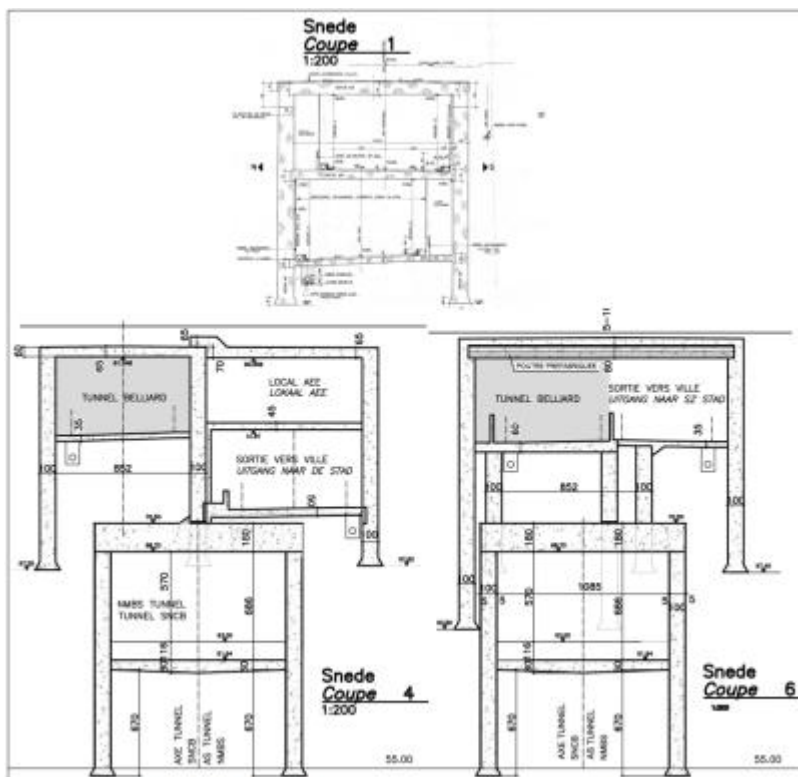


Figure 4 - Belliard tunnel – cross section and main structures

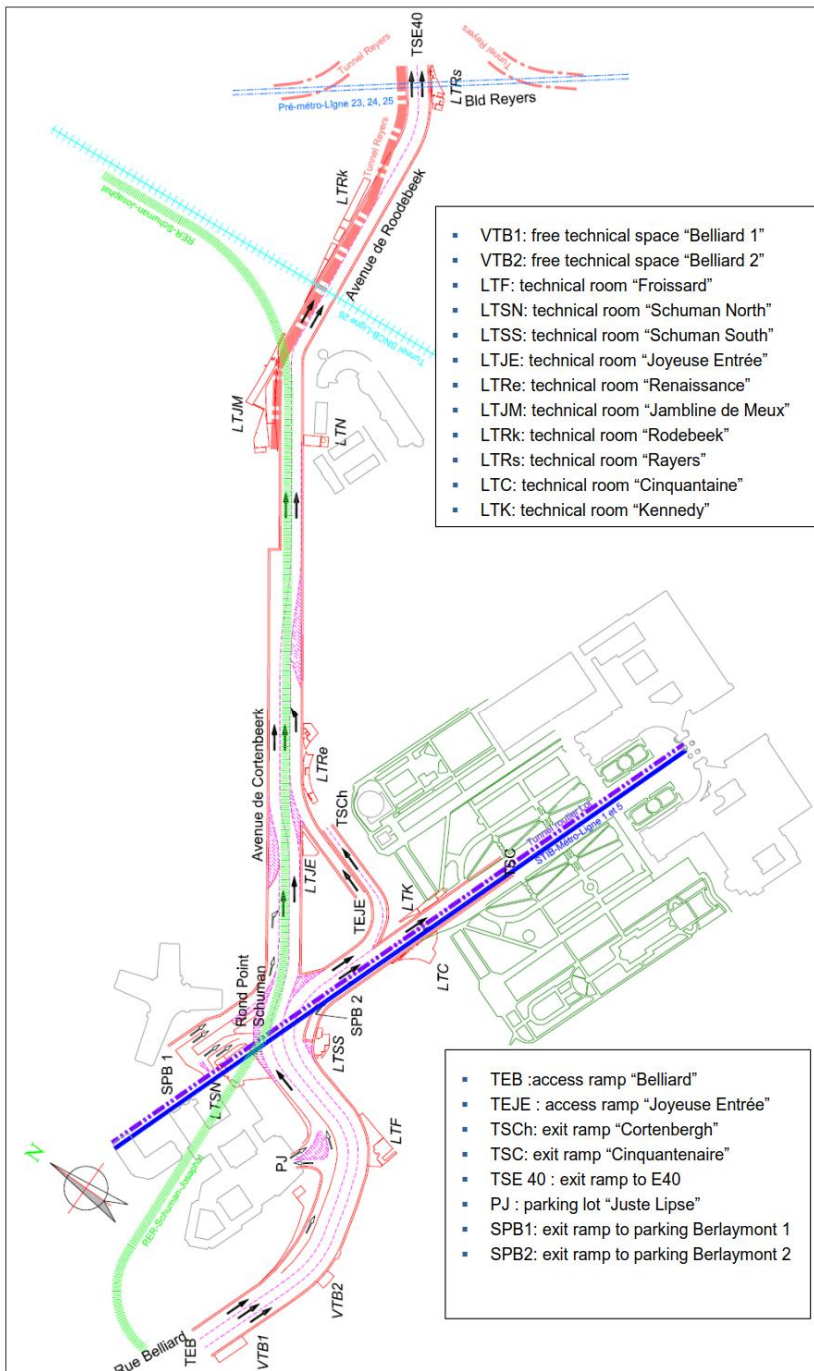


Figure 2 - Belliard tunnel general layout

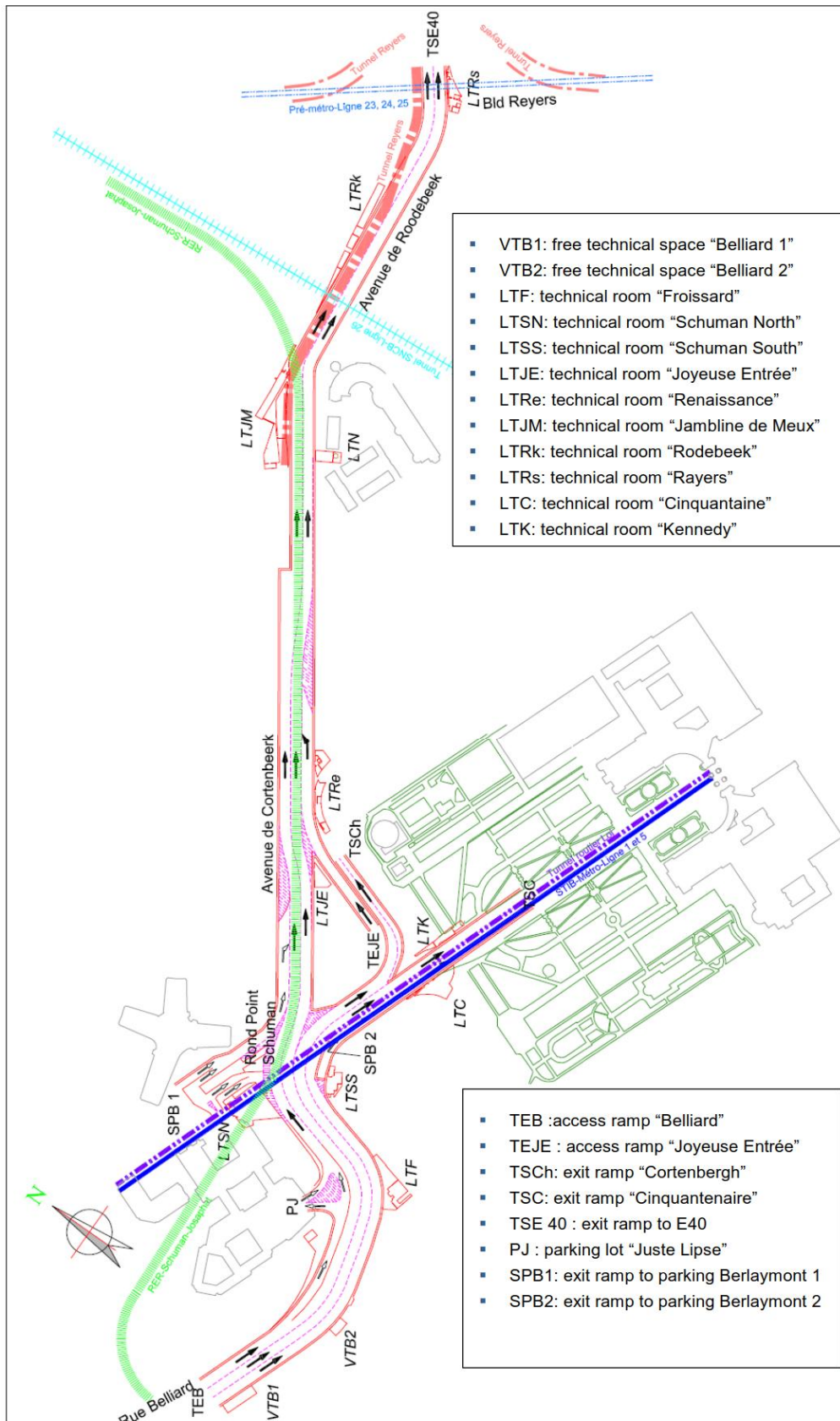


Figure 2 - Belliard tunnel general layout

Keskeiset tiedot

- Pituus 2026 m
- Nopeusrajoitus 70 km / h
- Alikulkukorkeus 3,80 m
- Sallitut ajoneuvot: <3,5 t
- Liikenne: 44.000 ajon/vrk
- Nopeusrajoitus 70 km/h
- Raskas liikenne kielletty
- Vaaralliset aineet kielletty
- Polkupyöräilijät ja jalankulkijat ovat kiellettyjä
- Tulipalot: keskimäärin yksi tulipalo joka kolmas vuosi
- Onnettomuudet: 18 vuodessa
- Pysähtyneitä ajoneuvoja: keskimäärin 41 vuodessa

3. Färssaaret, Hvitanes – Strendur/Rokin tunneli

Päälähde: P/F Eysturoyar- og Sandoyartunnill, <http://www.estunlar.fo/fo/um-tunlarnar/eysturoyartunniliin/>

Yleistä

Färssaarilla on väkilukuun nähden hyvin paljon tunneleita. Lähes kaikkiin asuttuihin saariin ja jopa muutaman talon kyliin on nykyään kiinteä tieyhteys, vaikka maasto-olosuhteet ovat vaativat. Tämä on vaatinut tunneleita, joista osa on varsin vähäliikenteisiä ja vaatimattomat varustukseltaan. Mutta on myös hyvin varustettuja tunneleita, joissa on paljon liikennettä. Suurin meneillään oleva tunnelihanke on Hvitanes – Strendur/Rokin tunneli, joka valmistuessaan 2020 lyhentää ajomatkaa pääkaupungista Thorsvikista Strenduriin 1h 04 minuutista 16 minuuttiin. Matka lyhenee 55 km:stä 17 km:iin. Tunnelin pituus on 11.250 m ja se jakautuu itäpäästään kahteen kohteeseen kiertoliittymän avulla. Ajoinajan kokonaisleveys on 10,5 m ja suurin pituuskaltevuus 5 %. Syvin kohta on 187 m meren pinnan alla. Hanke rahoitetaan käyttömaksuin.





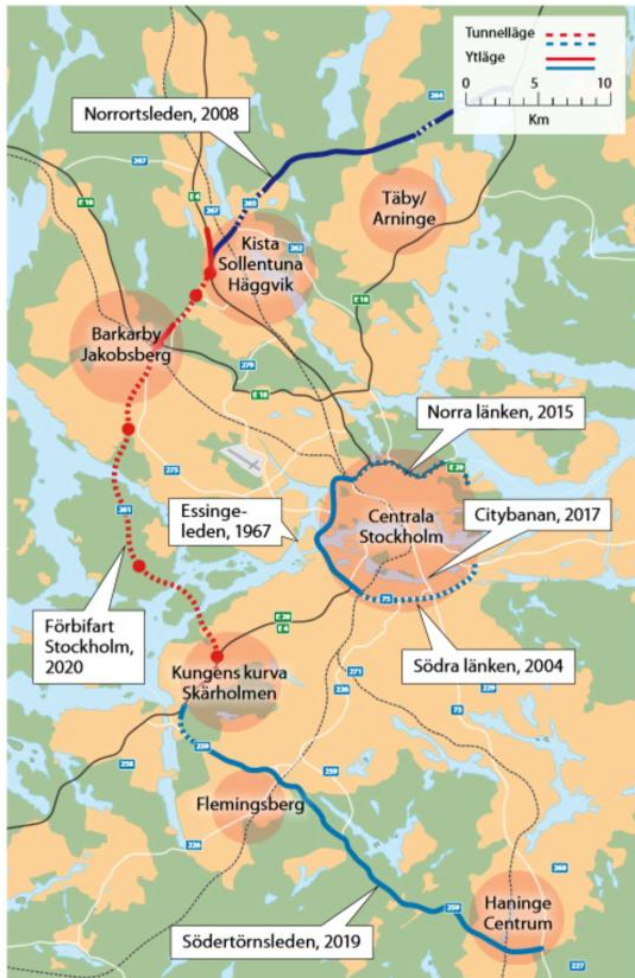
Osoitteesta <https://vimeo.com/190934727> löytyy animaatio tunnelin läpi ajamisesta.
<https://www.facebook.com/eysturogsandoyartunlar/videos/790446461094882/>

4. Förbifart Stockholm

Päälähde:

Yleistä

Tukholman seudun väkiluku kasvaa 0,5 miljoonalla seuraavan 20 vuoden aikana. Seutu tarvitsee siksi ulomman kehäväylän.



Förbifart Stockholm blir en del av den yttre tvärled som binder samman flera av de regionala stadskärnorna (röda områden)

Väylän pituus on 21 km, josta 18 km on tunnelissa. Arvioitu valmistuminen on 2023 ja kustannus n. 28 Mrd. SEK v. 2009 rahan arvossa. Valtion osuus on 20 % ja loput 80 % tulee ruuhkamaksun tuotosta. Ruuhkamaksua ei kuitenkaan tulla perimään ohitustiellä vaan sen sijaan Essingeleden on otettu nykyisen ruuhkamaksun piiriin.

Tunneli on kaksiputkinen ja varustettu 3 + 3 ajokaistalla. Tunneliin tulee paljon tekniikkaa: n. 20 000 valaisinta, n. 1000 kameraa, 150 km kuitukaapelia, 6 ilmanvaihtoasemaa ja lisäksi 4 poistoilma-asemaa, 150 muuttuvaa opastetta, 950 kaistaopastetta ja 950 ilmaisinta.



Tunnelin ajokokemuksesta saa vaikutelman laadukkaasta animaatiovideosta, jossa ajetaan tunnelin läpi <https://www.youtube.com/watch?v=3RhoQj9FmZ0>. Tavoitteena on vaihteleva liikenneympäristö ja eri liittymien helppo tunnistaminen liikenteen turvallisuuden takaamiseksi.



Rakentamisen ratkaisusta on oma animaatiovideo: <https://www.youtube.com/watch?v=PjozXPCi06w>