

Maanalaisen kokoojakadun vaihtoehdot D5 ja E6, Helsingin kaupunki; Asiantuntijalausunto koskien tunneleiden kokonaistoimivuutta ja - turvallisuutta sekä normaalitilanteen ilmanvaihdon, savunpoiston ja pelastustoiminnan toimintaedellytyksiä

ASiantuntijalausunnon YHTEENVETO

Saadun aineiston, liitteenä 1 olevan selvityksen "Ilmanvaihdon ja savunpoiston vaihtoehtoisia ratkaisuja tieliikennetunneleissa" ja alla esitetyn perusteella toteamme yhteenvetona seuraavaa.

EU:n tunnelidirektiivi (ja Liikenneviraston tunneliohjeet) koskevat paitsi yleisiä teitä, niin myös yhteyksiä TEN-T satamiin eli Ve D5:sta koko tunneliosuudeltaan sekä Ve E6:n länsipäätä.

Ve D5 (1+1 kaistaa kahdessa putkessa)

- 1-kaistaiset tunnelit ruuhkautuvat helposti liikennemäärän, liittymien ja etenkin häiriöiden takia (esim. pysähtynyt ajoneuvo)
- 1-kaistaisten tunneleiden kustannus ei ole suhteessa kapasiteetin menetykseen 2-kaistaiseen verrattuna (louhintamäärät ja varustus lähes sama)
- vaihtoehdon alttius ruuhkautua johtanee EU-tietunnelidirektiivin mukaan puolipoikittaisen tai poikittaiseen ilmanvaihtojärjestelmään, mistä seuraa lisää suuria kustannuksia (mm. suurempi louhintapoikkileikkaus ja lisää pystykuiluja)
- ratkaisua ei arviomme mukaan pystytä toteuttamaan turvallisesti edes suurin kustannuksin
- TEN-T satamayhteydet edellyttävät EU-direktiivin vaatimusten noudattamista, joka ei tässä ratkaisussa täyty

Ve E6 (nykyinen 1 putkinen Kehu-tunneli, jonka jatkeina länteen ja itään 2 putkiset 1+1 kaistaiset tunnelit)

- nykyinen Kehu-tunneli ei ole millään tavoin suunniteltu ja tarkoitettu nykyistä paljon suuremmalle liikenteelle eikä se täyty EU-tietunnelidirektiivin turvallisuudesta asettamia vaatimuksia. EU-direktiivi ja sen perusteella Suomessa Liikenneviraston toimesta laatimat tietunnelimääräykset ja -ohjeet ovat Suomen lainsäädäntöön liitettyjä velvoittavia turvallisuusminimejä
- nykyisen Kehu-tunnelin keskiosa (pelkkä huoltotunneli) ei ole millään tavoin suunniteltu ja tarkoitettu muulle kuin ammattimaiselle kiinteistöjen huoltoliikenteelle
- 2-putkisten jatkotunneleiden liittäminen 1-putkiseen Kehu-tunneliin tuo mukanaan käytännössä ratkaisemattoman ilmanvaihto- ja savunpoisto-ongelman, kun puhdas ja likainen ilma pääsee sekoittumaan ja leviämään. Vanha KEHUn osuus olisi lähes kokonaisuudessaan samaa avointa yhteyttä uusien suunniteltujen tunneliputkien kanssa.

Johtopäätöksenä todettakoon, ettemme voi suositella kumpaakaan vaihtoehtoa. Arviomme on, että vaihtoehto D5 1+1 –kaistainen ratkaisu alimitoitettun kapasiteettinsa ja edellä esitetystä

syistä (mm EU-direktiivin vaatimukset TEN-T –verkolla) johtuen ei pystytä toteuttamaan turvalliseksi edes suurin kustannuksin. Vaihtoehto E6:n kokonaisuudesta muodostuu runsaasti hyväksymättömiä riskejä sisältävä vaihtoehto, kun otetaan huomioon runsaasti lisääntyvä liikennemäärä sekä turvallisuusmielessä hallitsematon maanalainen tunneliverkosto.

Kaikki maanalaisen kokoojakadun vaihtoehdot

Päätunnelissa estetään likaisen ilman sekä savun virtaaminen vastakkaisen suunnan tunneliin fyysisin estein, mikä asettaa vaatimuksia liittymäratkaisuille ja ilmanvaihtojärjestelmälle. Käytännössä tämä tarkoittaa nykyisissä suunnitelmissa esitetyistä maanalaisista kiertoliittymistä luopumista sekä keskustan huoltotunnelin liittyvien yhteyksien tarkempaa tarkastelua.

1. Asiantuntijalausunnon viitekehys

Helsingin kaupunginkanslia (projektinjohtaja Katariina Baarman) on tilannut riippumattoman asiantuntijalausunnon koskien otsikossa mainittua aihetta. Samasta aihepiiristä on annettu lausunto 30.10.2018 keskittyen liikenneteknisiin ja yleisiin havaintoihin. Tässä lausunnossa fokuksessa on kokonaisturvallisuus sisältäen myös normaalitilanteen ilmanvaihdon, savunpoiston ja pelastustoiminnan toimintaedellytykset.

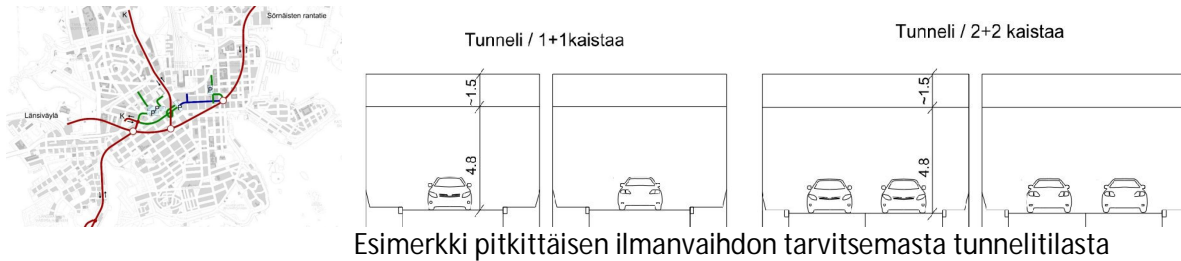
Asiantuntijalausunnon ovat laatineet DI, DE Kristian Appel (Traficon Oy) ja Marko Järvinen (MJJ-Konsult). Kristian Appel on kokenut liikenne- ja tunnelisuunnittelija. Hänellä on kokemusta tunnelisuunnittelusta kaikilla suunnittelutasoilla 1990-luvulta alkaen. Hänen erityisosaamisalueisiin kuuluu mm. tunneleiden toimivuusarviot, tunneleiden turvallisuus, tunneleiden liikenteen hallinnan periaatteet ja -järjestelmät, tunneleiden riskianalysit, tunneleiden turvallisuusasiakirjat, tunnelihankkeiden toteutuksen valvonta sekä tie/käyttö/km-maksujärjestelmät. Hän oli tiiviisti olleet mukana Keskustan huoltotunnelin suunnittelussa, useimpien muiden Helsinkiin kaavailtujen tunneleiden erilaisissa selvitysvaiheissa sekä lukuisissa Liikenneviraston tunnelihankkeissa ja tunnelialan ohjeiden laadinnassa. Marko Järvinen on aikaisemmin toiminut 30 vuotta Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen (aluepäällikkö, palomestari eläk.) maanalaisten tilojen erityisasiantuntijana sekä Liikenneviraston Suomen edustajana maailman tiejärjestön (PIARC) tietunnelityöryhmissä ja komissiossa 18 vuotta laatimassa tietunneleiden turvallisuutta edistäviä toimintamalleja ja raportteja.

Lähtökohtana lausunnossa oletamme, että päätunnelissa estetään likaisen ilman sekä savun virtaaminen vastakkaisen suunnan tunneliin fyysisin estein, mikä asettaa vaatimuksia liittymäratkaisuille ja ilmanvaihtojärjestelmälle. Käytännössä tämä tarkoittaa nykyisissä suunnitelmissa esitetyistä maanalaisista kiertoliittymistä luopumista sekä keskustan huoltotunnelin liittyvien yhteyksien tarkempaa tarkastelua. Alla olevat tarkastelut ja toteamukset perustuvat syksyllä 2018 saatuihin liikennemääräennusteisiin.

Maan päällä tunnelista purkautuvat ja sieltä poistettavat palokaasut ja savu aiheuttavat ongelmia. Tiiviisti rakennettu keskusta muodostaa rakennuksineen tietyllä ilmasto-olosuhteella riskin savun leviämiselle maanpinnalla, eli savu ei pääse nousemaan ylöspäin maanpinnasta vaan jää jäähtyneenä leijumaan jalankulkijoiden korkeudelle tai rakennusten muodostamiin katukäytäviin. Ajoneuvojen lähitulevaisuudessa tiedossa olevien käyttövoimien muutokset (siirtyminen bensiinistä, dieselistä ja kaasusta sähköön) eivät tule vaikuttamaan muutoksiin tietunneleissa tapahtuvien ajoneuvopalojen savun määrän ja tehontarpeiden määrittelyssä, koska suuri osa savunmuodostuksesta johtuu autojen sisustusmateriaaleista, lastista ja sähkökaapeleiden eristysmateriaaleista.

2. Vaihtoehto D5

2.1 Yleiset huomiot vaihtoehdosta D5



Päätökseen esitettyssä vaihtoehdossa D5 on 1+1-kaistaa kahdessa tunnelissa eli kumpikin yksikaistainen ajosuunta on omassa tunnelissaan. Yksikaistaisessa tunnelissa täytyy olla leveä piennar, jotta on tilaa ohittaa este, esim. jostain syystä pysähtynyt ajoneuvo (kuorma-auton tulee voida ohittaa toinen kuorma-auto (plus kohtuulliset varoetäisyydet, joista on normimitat). Tunnelin poikkileikkaus on siten ehkä vain n. 1,0-1,5 metriä kapeampi kuin kaksikaistainen, jolloin investointikustannuksissa saavutettava säästö ei ole läheskään suhteessa kapasiteetin ja toimintavarmuuden menettämiseen. Vaikka tunneli mitoitetään siten, että pysähtynyt ajoneuvo on mahdollista ohittaa, on hyvin todennäköistä, että ajoneuvo pysähtyy (varsinkin tasaisella osuudella tai ylämäessä) usein osittain tai kokonaan kaistalle, jolloin sen ohittaminen ei ole mahdollista. Yksikaistainen tunneli vaatii jonkin verran vähemmän louhintaa ja pinnoitteita, mutta muilta osin tekninen varustetaso ja määrä ovat lähes samat kuin 2+2-kaistaisella toteutuksella. Elinkaarikustannuksissa säästöä ei välttämättä edes saavuteta, kun otetaan huomioon yksikaistaisen tunnelin häiriö- ja huoltotilanteiden ulkoiset kustannusvaikutukset.

Tunneliin ennustetaan tässä vaihtoehdossa noin 21 000 ajon/vrk v. 2030. Liikenne-ennusteissa on käytetty 1+1-kaistaisilla vaihtoehdoilla ruuhka-aikoina korkeampaa käyttömaksua kuin 2+2-kaistaisilla tunneleilla, jotta suurin kuormitus saadaan pidettyä laskennallisesti maanalaisille 1+1-kaistaiselle väylälle sopivalla tasolla. Voimassa oleva EU-tunnelidirektiivi ja Suomen tunneliohjeet edellyttävät, että tunnelin on oltava 2-putkinen, jos liikennemäärän arvioidaan ylittävän 20.000 ajon/vrk 15 vuotta sen liikenteelle avaamisen jälkeen (tässä tapauksessa noin v. 2045), mikä vastaa käyttösuhdetta n. 0,7. Vuonna 2045 liikenne on otaksuttavasti 2030 ennustetta suurempi. 2+2-kaistaisen vaihtoehdon liikenne-ennusteet vuodelle 2030 osoittavat, että on piilevää kysyntää (noin 20.000 ajon/vrk) suuremmalle kapasiteetille. 1+1-kaistainen tunneli on kuitenkin hyvin häiriöherkkä sekä ruuhka-altis näillä käyttösuhteilla, koska tunnelissa ei ole toista kaistaa, jolle voisi siirtyä häiriötilanteessa ja jonka käyttösuhte voi olla suurempi sen palvellessa vain suoraan menevää liikennettä.

Mainittu tunnelidirektiivi ei muodollisesti koske katuja ja alempiasteisia teitä, mutta toisaalta Suomessa ei ole muita viranomaisohjeita kuin Liikenneviraston tunneliohjeet, jotka myötäilevät Direktiiviä ja määrittelevät, että ohjeita on sovellettava kaikkiin Suomen tieliikennetunneleihin. Lisäksi Helsingissä tunnelien turvallisuuteen ottavat kantaa ainakin Helsingin kaupungin pelastuslaitos sekä rakennusvalvontaviranomaiset rakennusluvan muodossa. Itse Direktiivi koskee TEN-T satamiin johtavia liikenneyhteyksiä ja tässä vaihtoehdossa päätunneli on koko osuudeltaan Länsisatamaan johtava liikenneyhteys. Direktiivin turvallisuutta koskevat minimivaatimukset ovat melko väljät, koska Direktiivi koskee myös vanhoja saneeraustarpeessa olevia tunneleita. Direktiivi edustaa yleisesti hyväksytyjä suunnitteluperiaatteita ja minimivaatimuksia, joista poikkeaminen alaspäin tuottaa vastuuta suunnittelijoille ja päätöksentekijöille. Tämä ratkaisu ei täytä EU-direktiivin vaatimuksia.

Nyt kyseessä oleva tietunnelisuunnitelma poikkeaa liikenteen luonteen johdosta varsin olennaisesti päätieverkolle suunniteltavista tietunneleista turvallisuusmielessä. Liikenne on luonteeltaan kaupunkiliikennettä, jolle on ominaista lukuisat liittymät maanalaisiin kohteisiin sekä maanpäälliseen

katuverkkoon. Tunnelijärjestelmän yhtenä olennaisena riskinä ovat myös katuverkon häiriöt, jotka voivat aiheuttaa tunnelin liikenteen jonoutumisen tai ruuhkautumisen. Peruslähtökohtana yleisissä maanalaisissa turvallisuusperiaatteissa on, ettei tunneliin saa muodostua ruuhkautumista tai jonoutumista.

Toinen ominainen piirre tässä 1+1-kaistaisessa suunnitteluvaihtoehdossa on satamien liikenne, mikä sisältää myös runsaasti raskasta tavara- ja henkilöliikennettä. Liikenne ei ole tasaista vaan voimakkaasti vaihtelevaa laivojen lähtö- ja tuloaikojen mukaan. Tämä ei näy tehdyissä liikenteen keskimääräisissä vuorokausisuoritteiden arvioissa. Tämä satamayhteyksien ominaisuus yhdistettynä kaupunkiliikenteen normaalin vuorokauden huipputuntiaikoihin tulee aiheuttamaan vaikeita turvallisuusongelmia ja liikenteen rajoittamista estämällä liikenteen pääsyn tunneliin. Ylivoimaisena haasteena tunnelin sulkemiselle kuitenkin on usean eripuolilla kaupunkia sijaitsevien tunnelisuiden samanaikainen sekä nopeasti reagoiva liikenteen hallinta siten, että ruuhkautumiselta todellisuudessa myös vältyttäisiin.

1+1-kaistaisen tunnelin kapeus suhteessa sen pituuteen ja liikennemäärään on riittämätön. Pelastustoiminnalle tarjolla oleva tila on hyvin vaatimaton ja liittymien poistumistie- ja pelastuslaitoksen hyökkäystieratkaisut vaativat runsaasti lisäselvityksiä. Tunnelikäyttäjien orientoitumismahdollisuudet tunnelissa ja liikenneopasteiden määrä saattaa aiheuttaa tienkäyttäjässä negatiivisia tuntemuksia tilan kapeuden ja ruuhkaisuuden vuoksi. Näillä on negatiivisia vaikutuksia tunnelin turvallisuuteen.

Tunnelin ylläpitoa ja huoltoa varten joudutaan säännöllisin välein pysäköimään huoltoajoneuvoja tunneliin. Yhdessä käyttäjien aiheuttamien häiriöiden kanssa hankalia ja potentiaalisia riskejä aiheuttavia tilanteita syntyy muiden esimerkkien valossa suuruusluokaltaan useita kertoja päivässä v. 2030 liikenteellä.

Kustannustiedot puuttuvat mutta arvioimme kuitenkin, että näin keskeisen ja ison kokonaisuuden toteuttaminen 1+1 -kaistaisena ei ole kokonaistaloudellisesti eikä olemassa olevien turvallisuutta koskevien säädösten täyttymisen puutteiden vuoksi tarkoituksenmukainen ratkaisu.

2.2 Ilmanvaihto-, savunpoisto- ja pelastusnäkökulmat liittyen vaihtoehtoon D5

Liitteessä 1 on selonteko ilmanvaihdon ja savunpoiston vaihtoehtoisista ratkaisuista tieliikennetunneleissa.

Yleisin toteutusmalli tietunnelien ilmanvaihtoon- ja savunpoistoon on ns. pitkittäinen ratkaisu (liite 1). Tämä ratkaisu on taloudellisesti edullisin, yksinkertaisin rakentaa ja ennen kaikkea hallita ja käyttää tarkoituksenmukaisesti kaikissa tilanteissa. Pitkittäisellä savunpoistolla pystytään myös parhaiten takaamaan tunnelinkäyttäjien omaoiminen poistuminen vaaratilanteissa toiseen puhtaaseen ja turvalliseen tunneliin sekä pelastustoiminnan turvalliset toimintaedellytykset tunnelin sisällä. Tämä periaate korostuu useita liittymiä sisältävissä tietunnelikokonaisuuksissa. Lisäksi se on energiataloudellisesti merkittävästi taloudellisin vaihtoehto, koska liikenne itsessään aiheuttaa ilman liikkumista liikenteen suuntaisesti tarvitsematta koneellista voimaa. Pitkittäisen ilmanvaihdon- ja savunpoiston toteutuksen keskeisimmät edellytykset on todettu sekä tietunneleille säädetyssä EU-direktiivissä että Liikenneviraston määräyksissä ja ohjeissa.

Vaihtoehdossa D5 tunnelin todennäköisyys ruuhkautumiseen on merkittävä, mikä tarkoittaa sitä, ettei pitkittäistä ilmanvaihtoa saa toteuttaa. Tämä rajoitus johtuu siitä, että tunnelin käyttäjät saattavat joutua tulipalotilanteessa syntyvän savun yllättämiseksi siten, ettei savunpoistollisesti ole mahdollista sitä estää, vaikka tunnelivalvomo savun havaitsisikin. Tämän johdosta niin EU direktiivissä kuin Liikenneviraston tietunnelimääräyksissä ja -ohjeissa asia on ilmaistu selvästi; ainoa poikkeus sallitaan, jos se on EU direktiivin 13 artiklan mukaisen riskianalyysin mukaan hyväksyttävää ja/tai toteutetaan erityisiä toimenpiteitä, kuten:

- parannetaan liikenteenhallintaa,
- lyhennetään poistumistieinä käytettävien varaueloskäyntien välisiä etäisyyksiä ja
- asennetaan savunpoistolaitteita tietyin välimatkoin (pystykuiluja maanpintaan).

Pohdittaessa mahdollisuuksia toteuttaa direktiivin sekä Liikenneviraston määräyksissä mainitsemia erityisiä toimenpiteitä voidaan todeta seuraavaa vaikkakaan suunnittelun tässä vaiheessa mitään yksityiskohtia ei vielä ole pohdittu tarkemmin:

1. Parannetaan liikenteenhallintaa
 - oletuksena on joka tapauksessa varustaa näin pitkä ja monitahoinen kaupunkiliikennetunneli ajanmukaisilla liikenteenhallintajärjestelmillä ja niistä huolehtivalla liikennevalvomolla, joten vaadittava parannus on jo tehty ja tätä kautta asiaan ei enää saada parannusta aikaan.
2. Varaueloskäyntien välisten etäisyyksien lyhentäminen
 - etäisyyksiä voidaan lyhentää määrättyyn rajaan asti; tällä on luonnollisesti kustannuksia lisäävä vaikutus lisääntyvän kalliolouhinnan ja lisävarustelun vuoksi. Suurimpana haasteena on kuitenkin ihmisten reagointi-aika ja inhimillinen käyttäytyminen tulipalon alkutilanteessa. Ruuhkautuneessa tunnelissa ihmiset eivät havaitse itse tulipaloa ja liekkejä riittävän ajoissa. Savun ympäröityä heidät on jo mahdollisesti liian myöhästä aloittaa poistuminen. Tapahtuneissa tunnelitulipaloissa useat ihmiset ovat menehtyneet oman autoonsa, koska he ovat kokeneet autonsa olevan turvallinen paikka eivätkä ole tiedostaneet savun vaarallisuutta ja tunnelista poistumisen nopeuden tärkeyttä.
3. Savunpoistolaitteiden asentaminen määräväleihin
 - tarkoittaa useiden pystykuilujen rakentamista tunnelista maanpintaan (arviomme mukaan vähintään kuusi (6)). Helsingin keskustan kaupunkiympäristössä on erittäin haasteellista löytää riittävän korkealle ylettyville ja suurille pystykuiluille mahdollisia sijainteja maanpinnalla tunnelilinjauksen ja tarpeen mukaisille paikoille; lisäksi erittäin kallis ratkaisu ei poista kokonaan turvallisuusriskejä.

Yllämainittujen perustelujen pohjalta on siis varsin todennäköistä, että 1+1-kaistaisessa ratkaisussa jouduttaisiin käyttämään poikittaista tai puolipoikittaista ilmanvaihtojärjestelmää minimiturvallisuustason saavuttamiseksi. Tämä tarkoittaa käytännössä siis pitkittäisen ilmanvaihdon toteutukseen verrattuna huomattavasti korkeampien (arviolta vähintään 2 m) ja leveämpien (1 m) tunneleiden louhimista sekä muodostuvaan lisätilaan tehtävien teräsbetonisten välipohjien rakentamista ja kallioon kiinnittämistä riittävien raitis- ja likaisen ilman kanavia sekä ilmanvaihtopuhaltimien järjestelmien tilantarvetta varten. Tämä on erittäin kallis rakenneratkaisu, ja lisäksi järjestelmällä on suurempi energiankulutus sekä normaalissa ilmanvaihto- että savunpoistotilanteessa. Tunnelin kalliolouhintamäärä olisi käytännössä jopa näin ollen suurempi kuin 2+2-kaistaisella pitkittäisellä ilmanvaihdolla suunnitellulla tunneliratkaisulla. On myös selvitettävä, löytyykö 2 m korkeammalle tunnelille käytävä muiden maanlaisten tilojen välistä.

Uuden maanalaisen kokoojakadun ja Keskustan huoltotunnelin liittymien (2 kpl) osalta esitetty ratkaisu sisältää useita riskejä (koskee myös kaikkia muita tarkasteltuja vaihtoehtoja). Yhdistämällä kaksi varsin laajaa maanalaista tunneliverkostoa tulee ottaa huomioon näiden alueiden normaalin ilmanvaihdon lisäksi mahdollisen tulipalosta syntyvän savun hallinnan mahdollistaminen siten, etteivät toisessa tunneliverkostossa tapahtuvat tulipalon vaikutukset tai muut päästöt pääse vaikuttamaan toisen toimintaan häiritsevässä määrin. Tämä on järjestettävissä vain fyysisien palo- ja savuovien avulla toteutettavien osastointien avulla. Tällaisten esteiden toiminta vilkasliikenteisellä väylällä on aina ongelmallista ja vaatii erityistoimintoja liikenneohjausjärjestelmissä. KEHUn kehittäminen lähitulevaisuudessa on otettava huomioon kokoojakadun liittymiä suunniteltaessa. Jos ja kun KEHUn kautta tullaan huoltamaan yhä useampia kiinteistöjä nykyisen rakennetun linjauksen yhteydessä, tulee sen luontainen huoltoliikenne kasvamaan.

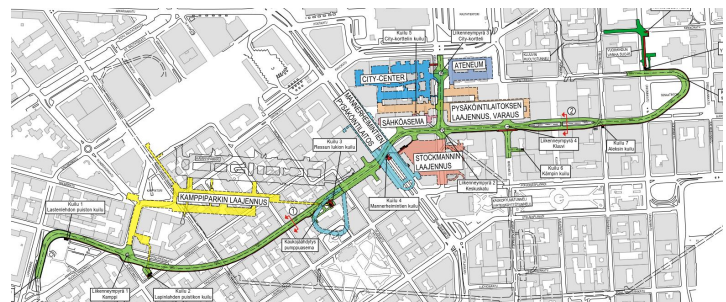
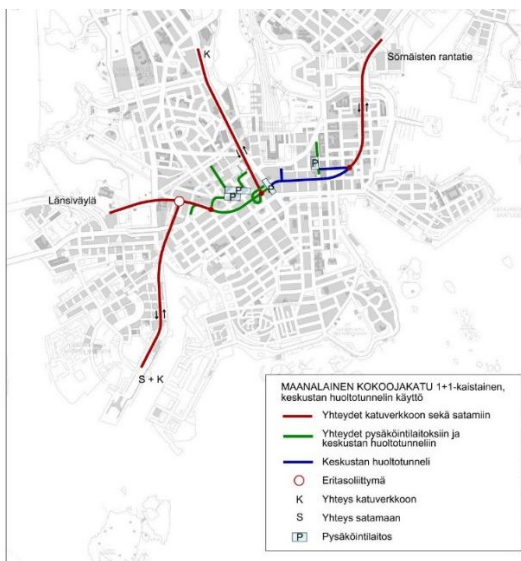
Muotoutuvan täysin merenpinnan alla olevan laajan tunneliverkoston riski joutua veden täyttämäksi joko merivedellä tai suuren makeanveden runkovesilinjan vuodon vuoksi on otettava vakavasti huomioon. Kaukolämmön runkovesijohdon rikkoutumisen aiheuttama vuotoriski nykyisen KEHUn varrella tulee

vaikuttamaan myös maanalaisen kokoojakadun liikenteeseen muodostuvan runsaan kuuman höyryn muodostumisen johdosta.

Arviomme on, että vaihtoehto D5 1+1 –kaistainen ratkaisu alimitoitettun kapasiteettinsa ja edellä esitetystä syistä (mm EU-direktiivin vaatimukset TEN-T –verkolla) johtuen ei pystytä toteuttamaan turvalliseksi edes suurin kustannuksin.

3. Vaihtoehto E6

3.1 Yleiset huomiot vaihtoehdosta E6



Päätarkaisu esitettyssä vaihtoehdossa E6 on 1+1 -kaistainen. Keskiosaltaan vaihtoehto yhtyy nykyiseen Keskustan huoltotunneliin (yllä oikealla), joka on 1-putkinen. Itä- ja länsisuunnan uudet yhdystunnelit kuten myös Länsisatamaan yhteys olisivat 2-putkisia tunneliteita. Kaksiputkisen tunnelin, yhteen suuntaan kulkevan liikenteen liittäminen nykyiseen yksiputkiseen, kahteen suuntaan kulkevaan liikenteeseen Keskustan huoltotunneliin tulisi aiheuttamaan käytännössä sekä ilmanvaihdollisesti että savunpoistollisesti ratkaisemattoman ongelman, kun puhdas ja likainen ilma pääsee sekoittumaan ja leviämään. Vanha KEHUn osuus olisi lähes kokonaisuudessaan samaa avointa yhteyttä uusien suunniteltujen tunneliputkien kanssa.

Nykyisen huoltotunnelin poikkileikkaus on turvallisuussyistä tehty suhteellisen väljäksi (kuva alla). Ajokaistojen välillä on korotettu 1,5 m leveä kaistale. Toisella tunneliseinällä on suojattu ja ylipaineistettu betoninen poistumiskäytävä, johon on poistumisovet tunneliputkessa 90 m välein. Nopeusrajoitus on 30 km/h, jota valvotaan poliisin kameroin. Nykyinen huoltotunneli jakautuu kolmeen toiminnallisesti täysin erilaiseen osaan: 1) Länsipäähän Stockmannin P-laitoksen liittymään asti, jossa on pysäköinti- ja huoltoliikennettä, 2) keskiosan pelkkään huoltotunneliin, jossa on useita huoltopihoihin johtavien sivuhaarojen liittymiä tasossa, sekä liikenneympyröitä ja tavallisia tasoliittymiä, joissa näkemät ovat huonot; tätä ei ole miltään osin suunniteltu muulle kuin huoltoliikenteen hyvin rajoittuneelle liikenteelle ja 3) Kluuvin vanhaan ja matalatasoiseen huoltotunneliosaan, jossa on sallittu sekä huolto- että pysäköintiliikenne. Tunneli on Kiinteistö-Oy ja asemakaava kieltää muun kuin huoltoliikenteen keskiosalla.

Ennusteen mukaan liikenne 2030 olisi vilkkaimmalla kohdalla noin 5800 ajon/vrk. Tarkoitus on tässä vaihtoehdossa sallia ajaminen Länsiväylältä esim. Kluuvin P-laitokseen, ja idästä esim. Forumin pysäköintilaitokseen.

Kluuvissa huoltotunneli liittyy ahtaan yhteyden kautta laajaan ja monimutkaiseen vanhaan Kluuvin tunneliverkostoon, joka palvelee sen alueen kiinteistöjä ja pysäköintiä. Ajoyhteydet ovat kapeita, eivätkä mahdollista edes henkilöautolla toisen henkilöauton ohittamista esimerkiksi auton vikaantumistilanteessa. Alueelle ei ole rakennettu erillistä turvallista poistumiskäytävää vaan poistuminen on tapahduttava kiinteistöjen huoltopihojen kautta. Suunnitellun uuden itäpään liittymän osalta ei ole ollut suunnitelmaa käytettävissä.

Kokonaisuutena esitetty ratkaisu on laadultaan hyvin heikko. Yksiputkisuus, puolipoikittainen ilmanvaihto ja sen mahdollistama hyvin rajoittunut savunpoisto luo suuria haasteita tunnelikäyttäjien poistumiselle sekä pelastustoimen toimintaedellytyksille ajoneuvojen tulipalotilanteissa. Kukaan ei nykytiedoilla osaa sanoa ennustetta luotettavasti siitä, kuinka usein ajoneuvopaloja tai muita onnettomuuksia keskimäärin tulee esiintymään Helsingin kaupungin näissä erityisissä maanalaisissa liikenneolosuhteissa. Käytettävissä olevat kansainväliset tilastot ovat koottuja täysin erilaisista tieliikenneratkaisuista. Esitettyssä ratkaisussa tulipalotilanteessa tunnelissa olijat joutuvat pelastautumaan itse suhteellisen kapeita ja pitkiä poistumiskäytäviä pitkin ensin vaakatasossa useita satoja metrejä sekä sen jälkeen portaiden kautta omin neuvoin kiipeämään ylös maanpintaan pystysuunnassa jopa yli 40 metriä. Kaksiputkisessa, osastoidussa tunnelissa savunpoistollisesti turvallinen tila löytyy viereisestä tunnelista säännöllisin välimatkoin sijoitettujen poistumisovien kautta. Tällöin turvallinen poistuminen tunnelista maanpinnalle voidaan toteuttaa pelastuslaitoksen tarjoamien ajoneuvojen turvin viereisen puhtaan ja turvallisen ajotunnelin kautta.

Myös tässä suunnitteluvaihtoehdossa riskinä on Länsisatamiin kohdistuva liikenne, mikä sisältää myös runsaasti raskasta tavara- ja henkilöliikennettä. Vaikka sataman liikenne on sallittu vain Länsisataman ja Länsiväylän välillä sen välillinen vaikutus ulottuu myös keskustan huoltotunneliin asti. Sataman suunnan liikenne ei ole tasaista vaan voimakkaasti vaihtelevaa laivojen lähtö- ja tuloaikojen mukaan. Tämä ei näy esitetyissä liikenteen keskimääräisissä vuorokausisuoritteiden arvioissa. Tämä satamayhteyksien ominaisuus yhdistettynä kaupunkiliikenteen normaalin vuorokauden huipputuntiaikoihin tulee aiheuttamaan vaikeita turvallisuusongelmia ja liikenteen rajoittamista estämällä liikenteen pääsyn tunneliin. Ylivoimaisena haasteena tunnelin sulkemiselle kuitenkin on usean eripuolilla kaupunkia sijaitsevien tunnelisuiden samanaikainen nopea liikenteen hallinta siten, että ruuhkautumiselta todellisuudessa myös vältyttäisiin.

Tunnelin ylläpitoa ja huoltoa varten joudutaan säännöllisin välein pysäköimään huoltoajoneuvoja tunneliin. Yhdessä käyttäjien aiheuttamien häiriöiden kanssa hankalia ja potentiaalisia riskejä aiheuttavia tilanteita syntyy esimerkkien valossa suuruusluokaltaan useita kertoja viikossa vuoden 2030 liikenteellä. Nämä häiritsevät tässä vaihtoehdossa molempia ajosuuntia ja käytännössä tunneli joudutaan silloin sulkemaan.

3.2 Ilmanvaihto-, savunpoisto- ja pelastusnäkökulmat liittyen vaihtoehtoon E6

Liitteessä 1 on selonteko liikennetunneleiden yleisistä ilmanvaihto-, savunpoisto- ja pelastuseriaateista.

Keskustan huoltotunneli on aikanaan suunniteltu kokonaisuus, missä sen tarkoitus on ollut palvella vain rajoitettua huoltoliikennettä ja pysäköintilaitosten käyttöä. KEHU on muodostettu uudesta vuonna 2008 avatusta tunneliosuudesta ja sen itäosassa 1980-luvulla rakennetusta Kluuvin huoltotunnelin yhdistelmästä. Läpiajo on kielletty muulta kuin huoltoajoliikenteeltä kaavamääräyksen. KEHUn ns. päätunneli on varustettu puolipoikittaisella ilmanvaihdolla turvaamaan liikennetunnelin puhdas ilma. KEHUun liittyvät huoltopihat ja pysäköintilaitokset on erotettu päätunnelista fyysisin palo-osastoivien ovien ja omaavat oman itsenäisen paloilmaisu- ja sammutusjärjestelmän, ilmanvaihtojärjestelmän ja savunpoiston. KEHUn päätunnelin koko matkalle on asennettu sammutusjärjestelmäksi korkeapainesumujärjestelmä (Hi-Fog) sen pienemmän

sammutusvesimäärän takia (perinteisesti käytettyyn sprinklerijärjestelmään verrattuna). Tällä järjestelmällä on saavutettu kustannussäästöjä mm. toteutetun viemärijärjestelmän kapasiteetin myötä. Tunneliin saa ajaa vain alle 12 metrin pituisin ajoneuvoin palo- ja liikenneturvallisuussyistä.

Ilmanvaihto on toteutettu ns. puolipoikittaisella järjestelmällä. Nyt tulipalotilanteissa tunneli joudutaan katkaisemaan ajoradalta ja osastoimaan tienpintaan laskeutuvien palo- ja savuovien maanpintaan ulottuvien pystykuilujen kohdilta savun ohjaamiseksi ja ihmisten poistumisen mahdollistamiseksi yhdestä tai useammasta vaihtoehtoisesta pystykuiluista ulos maanpintaan (neljästä erillisestä savunpoistokuilusta ja yhteensä 11 poistumis- tai ilmanvaihtokuilusta). Tähän poikkeukselliseen ratkaisuun on jouduttu tunnelin suuren pituuskaltevuuden johdosta. Päättunnelin savunpoiston tehokkuus on rajoittunut n. 2m/s pituusnopeuteen, mikä ei riitä poistamaan tai suuntaamaan savun virtausta vapaasti vaan on rajoittunut aina ylämäen suuntaan kuumien savukaasujen luonnollisen nosteen vuoksi (vrt. vino savupiippu).

Pelastustoiminnan perustaktiikka tulipalotilanteissa on, johtuen näistä perusratkaisuista ja näiden rajoitteiden vuoksi, hyökätä maanpinnalta pystykuilujen kautta varusteineen jalkaisin, käyttäen joko portaita tai palomieshissejä (2 kpl) ja edelleen tunnelin sivussa kulkevia ylipaineistettuja turvallisia poistumistiekäytäviä pitkin kohteeseen ja aloittamaan sammutus tätä kautta. Pelastusajoneuvoja ei pystytä ajamaan tunneliin tulipalon ja savunmuodostuksen aikana. Tämä taktiikka on palomiehille ainoa turvallinen mutta kaksoistunneliratkaisuun pitkittäisellä savunpoistolla verrattuna huomattavasti hitaampi ratkaisu. Korkeusero maanpinnan ja tunnelin välillä on syvimmillään yli 40 metriä, mikä vastaa yli kymmenen kerroksen korkeuteen ulottuvaa normaalia rakennusta.

Vaihtoehto 6:n toteutus tarkoittaisi myös KEHUn liikennemäärien huomattavaa kasvua. Tämä ei enää mahdollistaisi nykyisenkaltaista tunnelin pitkittäistä osastointia olemassa olevien palo-ovien avulla ilman kriittisesti kasvavaa ajoneuvojen törmäysriskiä ovien sulkeutuessa tehden nykyisen savunpoistoratkaisun toimintakelvottomaksi.

KEHUun liitettävien uusien tunnelijaksojen ilmanvaihto, savunpoistoratkaisut, pelastustiet ja pelastustoiminnan toimintamahdollisuudet ovat valituista ratkaisuista riippumatta käytännössä mahdottomia. Muodostuva saman ilmatilan kokonaisuus sekoittaisi uusien tunnelihaarojen ja nykyisen tunnelin, siihen yhdistettyjen pysäköintilaitosten ja huoltopihojen ilmanvaihdon keskenään tavalla, mitä ei pystyttäisi hallitsemaan luotettavasti käytännössä. Nykyistä puolipoikittaista ilmanvaihto- ja savunhallintajärjestelmää ei siis pystytä yhdistämään mahdollisiin uusiin tunnelijatkeisiin toteutettavan ilmanvaihtojärjestelmän kanssa turvallisesti. Tunnelin käyttäjien poistumisturvallisuuden mahdollistamiseksi uusien tunneleiden laitoihin olisi rakennettava osastoitu poistumiskäytävä koko matkalle, mikä aiheuttaisi noin kahden metrin lisävevyyden louhimistarpeen. Lisäksi pystykuiluja tulisi tehdä maanpinnalle 5-6 kappaletta tunnelin osuudella. Ratkaisussa pitää löytää paikat varsin kookkaille pystykuiluille Tämä koskee kaikkia vaihtoehtoja, missä joudutaan turvautumaan (puoli) poikittaiseen ratkaisuun.

Pohdittaessa vaihtoehdon kokonaisvaikutuksia on myös KEHUn kehittäminen lähitulevaisuudessa otettava huomioon. Jos KEHUn kautta tullaan huoltamaan yhä useampia kiinteistöjä nykyisen rakennetun linjauksen yhteydessä, tulee sen luontainen huoltoliikenne sekä tonttiliittymien määrä kasvamaan.

Liikenteen ruuhkautuminen tunnelissa pyritään normaalisti estämään seuraamalla liikenteen kehittymistä ja tarvittaessa rajoittamalla liikenteen pääsyä tunneliin. Esitetyssä vaihtoehdossa on lisätty useita uusia tunnelin suuaukkoja ja vaikka kaikkien suuaukkojen kautta liikenne tunneliin estettäisiin niin näiden lisäksi jo olemassa olevat pysäköintilaitoksien sekä huoltopihoihin kohdistuva sisäinen liikenne muodostavat erittäin monimutkaisen kokonaisuuden hallittavaksi. Turvallisuusmielessä tunneli on erittäin häiriöaltis eikä mahdollista turvallista tunnelin ajoneuvoliikenteen ohjaamista ulkoilmaan vaan liikenne joudutaan pysäyttämään tunneliin ja ihmiset ohjaamaan jalkaisin poistumisteiden kautta turvaan.

Länsisatamaan suuntautuva tunneliosuus muodostuu suurelta osin raskaasta tavara- ja henkilöliikenteestä. Tämä tarkoittaa ensisijaisesti päätunnelina toimivan KEHUn ja satamayhteyden liittymän muuttamista siten, että (puoli)poikittainen ilmanvaihto- ja savunpoistoratkaisu voitaisiin muuttaa pitkittäisperiaatteen mukaiseksi. Tämä on nyt kuitenkin mahdotonta, koska KEHUn olemassa oleva ilmanvaihtojärjestelmä on ns. puolipoikittainen. Puolipoikittaisen ja pitkittäisen ilmanvaihdon sekoittaminen esitetystä suunnitelmassa samassa tunnelissa ei ole mahdollista muodostamatta hallitsemattomia riskejä

Nykyisen yhtenäisen tunnelin jakaminen väliseinällä pituussuuntaisesti ja muuttaminen näin kaksoistunneliksi on käytännössä mahdotonta useiden kiertoliittymien rikkoessa kaksoistunneliperiaatteen. Jos kiertoliittymät poistettaisiin käytöstä huoltotunnelin alkuperäinen käyttötarkoitus romuttuisi ja olemassa olevat liittymät huoltopihoille ja pysäköintilaitoksiin menettäisivät käytettävyytensä ja ennen kaikkea ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmä eivät ole muutettavissa kaksoistunnelia tukeviksi. Lisäksi mm. nykyinen sammutusjärjestelmä ja muut pelastustoimintaa sekä liikenteen hallintaa tukevat järjestelmät olisi purettava, suunniteltava ja rakennettava täysin uudelleen. Muodostuvan kaksoistunnelin leveyttä olisi kasvatettava useilla metreillä louhimalla kalliota mutta tämä ei ole mahdollista toisien jo olemassa olevien kalliotilojen sijaitessa kallioseinän takana.

Kokonaisuudesta muodostuu runsaasti hyväksymättömiä riskejä sisältävä vaihtoehto, kun otetaan huomioon runsaasti lisääntyvä liikennemäärä sekä turvallisuusmielessä hallitsematon maanalainen tunneliverkosto.

4. Kaikkia vaihtoehtoja koskevat D5 ja E6 -havainnot

Seuraavat edellä todetuista ongelmista koskevat kaikkia vaihtoehtoja (A1, B2, C3, C4a ja b, D5 ja E6):

- nykyisen 1-putkisen KeHu:n liittäminen 2-putkisiin uusiin tunneleihin/tunneliosuuksiin edellyttää lisätarkasteluja
- maanalaiset kiertoliittymät uusissa tunneleissa tulisi korvata suorilla rampeilla.

Molemmat asiat liittyvät ilmanvaihtoon ja savunpoistoon ja sitä kautta tunnelin kokonaisturvallisuuteen, tunnelissa olevien itsepelastautumismahdollisuuksiin ja pelastustyön toimintaedellytyksiin.

5. Muita yleisiä havaintoja

Materiaalia läpikäydessä mielenkiinto kiinnittyi muutamiin yksityiskohtiin, jotka pätevät kaikissa vaihtoehtoissa.

Keskeisintä tunneleiden osalta on, ovatko ne riittävän turvallisia tunnelin käyttäjille ja yläpuolella olevalle maankäytölle. Tämän lisäksi niiden tulee tietysti olla mm. teknisesti toteutettavissa ja taloudellisesti perusteltavissa.

Tunnelin sisäiselle liikenneturvallisuudelle keskeistä on, ettei tunnelin kapasiteetin käyttöaste ole liian korkea, koska kuormitusasteen noustessa häiriö- ja onnettomuusriski kasvaa nopeammin kuin liikennemäärä. Häiriöt ja onnettomuudet yleistyvät ja näiden seurauksena ajoneuvopalojen vaara kasvaa merkittävästi verrattuna häiriöttömään liikenteeseen. Esim. moottori- ja jarrupalot yleistyvät. Ajoneuvopalo tunnelissa, erityisesti raskaan ajoneuvon palo, on pelastuslaitokselle yksi kauhuskenaario. Luonnollisesti tunnelit ja varautumistoimet paloihin yritetään mitoitaa ennakoitavissa olevien mahdollisten vaarojen mukaisesti, mutta käytännön tilanteissa voi aina syntyä ennalta arvaamattomia tilanteita. Tunnelin käyttäjien tulee hätätilanteessa pelastaa itsensä, koska tunneli täyttyy hyvin nopeasti savusta jo ennen kuin pelastustoimet on ehditty aloittaa.

Oleennaista on siten pyrkiä pitämään kapasiteetin käyttöaste tunneleissa riittävän matalana, esim. 60 % tai enintään 70 %. Jos liikenne kasvaa yli tämän, tulisi pääsyä tunneliin rajoittaa ohjaustoimin, mikä on erittäin haasteellista ottaen huomioon koko tunnelijärjestelmän monimutkaisuus. 1+1-kaistaisen tunnelin käyttöasteen tulisi olla matalampi kuin 2+2-kaistaisen tunnelin johtuen sen suuremmasta häiriöherkkyydestä.

Keskeisimpiä turvallisuustekijöitä on tunnelin todelliset ajonopeudet. Nykyisessä huoltotunnelissa ne on kyetty pitämään hallinnassa poliisin suorittamalla kameravalvonnalla.

Myös mahdollinen räjähdys (esim. raskaan ajoneuvon kuorma) on otettava huomioon, jotta ei aiheudu vaara yläpuolisille rakennuksille tai läheisille muille maanalaisille tiloille.

Keskeistä valittavalle ratkaisulle tulee tunnelin turvallisuuden takaamiseksi ja pelastusedellytysten luomiseksi olla, ettei puhtaiden ja likaisten ilmamassojen (ml. savut ja palokaasut) anneta sekoittua keskenään. Käytännössä tämä perusasia tarkoittaa nykyisissä suunnitelmissa esitetyistä maanalaisista kiertoliittymistä luopumista.

Liite: Ilmanvaihdon ja savunpoiston vaihtoehtoisia ratkaisuja tieliikennetunneleissa

ILMANVAIHDON JA SAVUNPOISTON VAIHTOEHTOISIA RATKAISUJA TIELIIKENNETUNNELEISSA

YLEISTÄ

Normaalitilanteessa tieliikennetunneleissa tarvitaan riittävä ilmanvaihto turvaamaan ilman hyvä laatu ja näkyvyys poistamalla liikenteestä syntyvät ilmansaasteet ja pölyhiukkaset hallitusti. Tulipalotapauksessa syntyvän erittäin runsaan ja myrkyllisen savun muodostumisen johdosta normaali koneellinen ilmanvaihto on muutettava nopeasti tilaan, mikä mahdollistaa savun hallitsemisen ja siten tunnelissa olevien turvallisen poistumisen jalkaisin ja luoda edellytykset pelastusviranomaisten sammutus- ja pelastustoiminnalle. Valittava järjestelmä riippuu pääasiassa tunnelin geometriasta, liikennetiheydestä ja siitä, onko kyseessä yksisuuntainen vai vastakkaissuuntainen liikenne samassa tunneliputkessa.

Luonnollinen ilmanvaihto voi olla riittävä, jos liikenteen itsensä tuottama ilmavirtaus on riittävän voimakas tai jos tuuliolosuhteet pystyvät tuulettamaan tunnelia riittävästi. Yleensä näin tapahtuu vain suhteellisen lyhyissä tunneleissa. Turvallista kokonaisuutta suunniteltaessa luonnollisen ja koneellisen ilmanvaihdon välillä tulee ottaa huomioon myös tunnelin pituus, geometria, liikennetiheys ja se onko kyseessä yksisuuntainen vai vastakkaissuuntainen liikenne samassa tunneliputkessa ja mahdollisuus liikenteen ruuhkautumiseen joko tunnelin sisällä tai suuaukoilla.

Mekaaninen ilmanvaihtojärjestelmä on kuitenkin asennettava vähintään kaikkiin yli 1000 m pitkiin tunneleihin, joissa liikenteen määrä on yli 2000 ajoneuvoa kaistaa kohti vuorokaudessa.

Savunhallintajärjestelmän suunnittelu edellyttää tulipalon ja savunmuodostuksen vaikutusten ymmärtämistä näkyvyyteen, lämpötilaan sekä savun myrkyllisyyteen ja huomioitava ne toteutettavan tunnelin ratkaisuisa. Tällaisia asioita ovat mm:

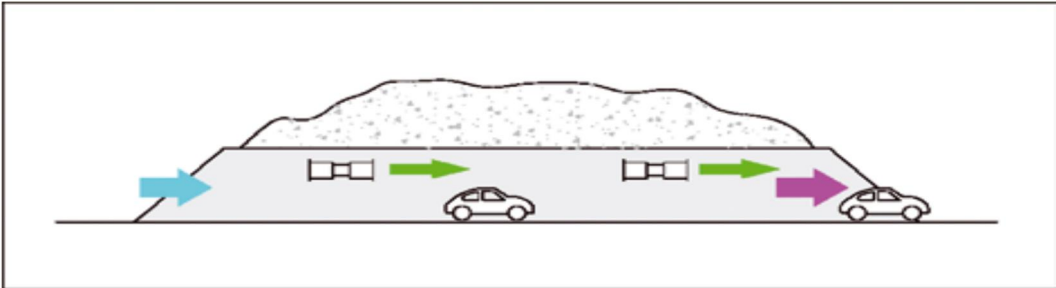
- Liikenteen luonne (liikennetiheys, ajoneuvojen laatu ja palokuormat)
- Kuinka tunnelin käyttäjille saadaan luotua savusta vapaa alue turvalliseen poistumiseen sekä kuinka pelastusviranomaisille saadaan luotua toimintaedellytykset
- Minimi ilmavirtauksen määrittäminen poistumisvaiheessa savun takaisinpäin virtauksen ja sekoittumisen ehkäisemiseksi arvioidun palotehon suhteen
- Muiden järjestelyjen, kuten poistumistiekäytävien ja ovien vaikutuksiin puhtaan ilman takaamiseksi koko poistumismatkalle.
- Muun turvallisuustekniikan (kamerat, puhelinyhteydet, alkusammuttimet, sammutusjärjestelmä) tarve kokonaisturvallisuuden takaamiseksi.
- Sääolosuhteiden vaikutus tunnelin suuaukoilla. Voimakas tuuli saattaa vaikuttaa tunnelin sisäosien olosuhteisiin.

Ilmanvaihdon ja savunpoiston erilaisia ratkaisuja on kolmea eri periaatetyyppiä:

- Pitkittäinen,
- puolipoikittainen ja
- poikittainen.

PITKITTÄINEN ILMANVAIHTO JA SAVUNPOISTO

Pitkittäinen ilmanvaihto varmistaa tunnelin ilmanvirtauksen liikenteen suuntaisena yleensä tunnelin kattoon sijoitettujen puhaltimien avulla. Ilmaa voidaan tarvittaessa myös joko lisätä tai poistaa pystykuilujen kautta tunnelin suuaukkojen lisäksi, mikäli se ilman laadun varmistamiseksi on tarpeellista.

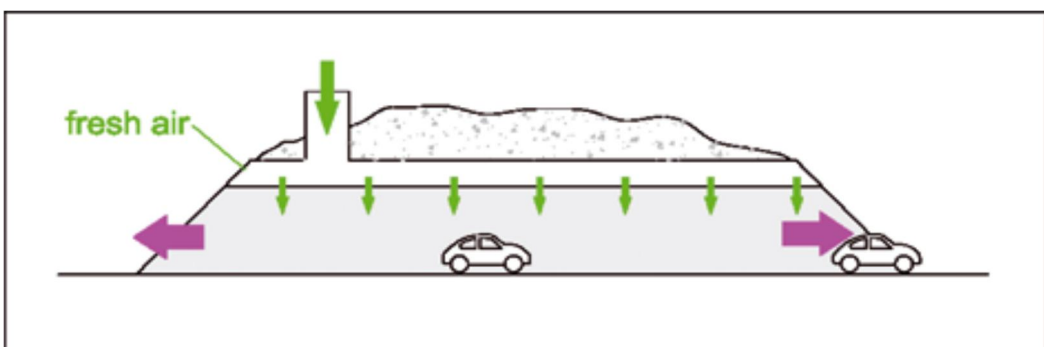


Kuva 1: Pitkittäinen ilmanvaihto ja savunpoisto tietunnelin kattoon asennettujen puhaltimien avulla.

Pitkittäinen ilmanvaihto on yleisin tieliikennetunneleissa käytössä oleva järjestelmä edullisuutensa ja yksinkertaisuutensa vuoksi. Pitkittäistä ilmanvaihtoa tai savunpoistoa ei kuitenkaan saa käyttää ilman erityistä riskianalyysia EU-direktiivin ja Liikenneviraston tunnelimääräysten mukaan tilanteissa, joissa liikenne on kaksisuuntaista ja/tai ruuhkautunutta. Näissä tapauksissa yksisuuntaista, pitkittäissuuntaista ilmanvaihtoa saa käyttää vain, jos se on riskianalyysin mukaan hyväksyttävää ja/tai toteutetaan erityisiä toimenpiteitä, kuten parannetaan liikenteenhallintaa, lyhennetään varuloskäyntien välisiä etäisyyksiä ja asennetaan savunpoistolaitteita tietyin välimatkein.

PUOLIPOIKITTAINEN ILMANVAIHTO JA SAVUNPOISTO

Puolipoikittainen ilmanvaihto on tyypillisimmillään kyseessä silloin, kun raitista ilmaa puhalletaan tunneliin tunnelin sisällä ilman laadun parantamiseksi, likainen ilma poistuu luonnollisesti tunnelin suuaukoilta. Puolipoikittaisia järjestelmäversioita on lukuisia erilaisia ja on huomioitava, ettei se perusoletuksena sovellu tehokkaaseen savunpoistoon. Tämän johdosta on kehitetty tunnelin kattoon tai sivuun sijoitettuja imuaukkoja, mistä pystytään tarvittaessa imemään savua pystykuilun kautta ulkoilmaan.

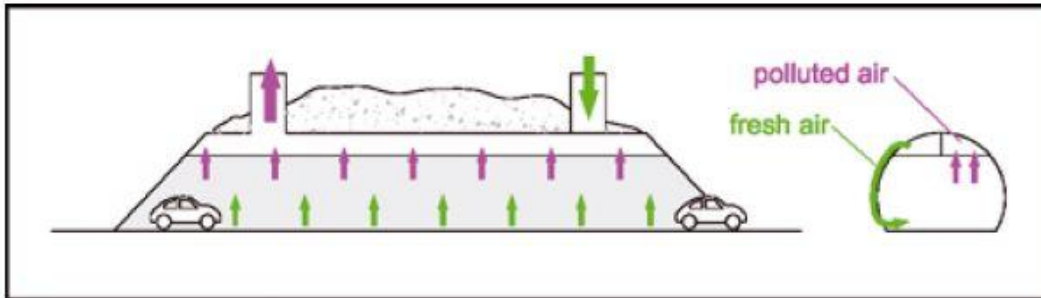


Kuva 2: Puolipoikittainen ilmanvaihto

Puolipoikittaisen ilmanvaihtojärjestelmän rakennuskustannukset ovat huomattavasti pitkittäistä järjestelmää suuremman kalliolouhinnantarpeen, suurien kanavistojen sekä tarvittavien pystykuilurakenteiden vuoksi.

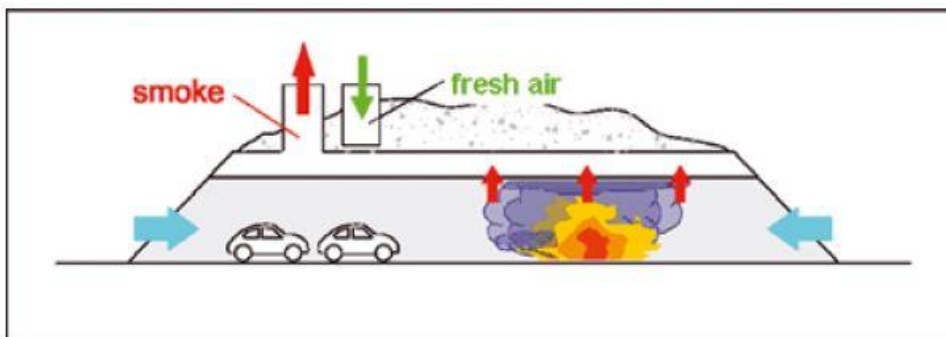
POIKITTAINEN ILMANVAIHTO JA SAVUNPOISTO

Poikittainen ilmanvaihto tuo tunnelin sisällä raitista ilmaa ja myös poistaa likaantunutta ilmaa. Tyypillisesti raitisilma puhalletaan tien pinnan tasolta ja likainen ilma poistetaan tunnelin yläosasta. Tämä järjestely osaltaan helpottaa myös kuumien palokaasujen poiston tunnelin yläosista aiheuttamatta tahattomia haitallisia ilmanpyörteitä ja sekoittumista puhtaan ilman ja savun kesken.

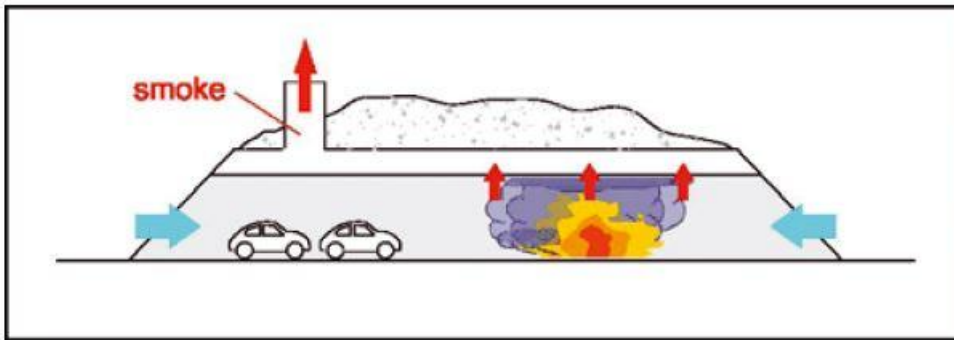


Kuva 3: Periaatteellinen poikittainen ilmanvaihto

Viimeisin kehitysversio puolipoikittaisessa ja poikittaisessa savunpoistoratkaisussa on ollut kauko-ohjattujen (tai automaattisesti laukeavien) ilmanpoistoaukkoja suurempien savunpoistoluukkujen integroiminen tunnelin kattoon savunpoiston parantamiseksi. Tunnelin pitkittäistä ilmavirtausnopeutta voidaan säädellä joko tunneliin asennetuilla puhaltimilla tai (rajoitetusti) savunpoiston tehoja ja poistoaukkoja säädellen viereisillä tunnelin savunpoistojaksolla.



Kuva 4: Periaatteellinen ns. poikittainen savunpoistojärjestelmä. Koneellista raittiin ilman puhallusta voidaan rajoittaa ja korvausilma ottaa tunnelin suuaukoilta savun pyörteilyn vähentämiseksi.



Kuva 5: Periaatteellinen ns. puolipoikittainen savunpoistojärjestelmä

Poikittaisen ilmanvaihtojärjestelmän rakennuskustannukset ovat näistä vaihtoehdoista suurimmat kalliolouhinnan, suurten tunneliin asennettavien kanavistojen ja lukuisien pystykuilutarpeiden johdosta.

LOPUKSI

Tunnelin ilmanvaihtojärjestelmän tulee taata puhdas ilmanlaatu normaalissa liikennetilanteessa sekä huoltotöitä tehtäessä. Toisaalta sen tulee pystyä myös vaadittavaan savunhallintaan tulipalotilanteessa mahdollistaakseen tienkäyttäjien turvallisen poistumisen ulkoilmaan asti.

Valittaessa ja käytettäessä ilmanvaihtojärjestelmää on kuitenkin muistettava, että siirtyminen normaalista ilmanvaihtotilanteesta täyteen savunpoistotilanteesta ei ole suoraviivainen siirtyminen tilanteesta toiseen vaan sisältää näiden välissä useamman vaiheen, mitkä vaativat omat ohjaustilansa, yksinkertaistaen:

- Normaaliliikenteen ilmanvaihtotilanne, turvaamaan hyvä ilmanlaatu.
- Tunnelin huoltotilanteet (pesut ja tekniikan huoltaminen).
- Ihmisten poistumistilanne varmistamaan savusta vapaat alueet, pieni pitkittäinen ilmanvirtausnopeus, poistumistiekäytävien varmistaminen.
- Pelastustoiminnan toimintaedellytysten luominen, suuri pitkittäinen ilmanvirtausnopeus, kaksoistunneliratkaisussa myös toisen ns. puhtaan tunnelin varmistaminen.

Lähteet:

[Direktiivi 2004/54/EY Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuudesta](#)

PIARC Technical Committee 3.3 Road Tunnel Operation: Road Tunnels: Operational Strategies for Emergency Ventilation, 2011

Liikenneviraston ohjeita 33/2016