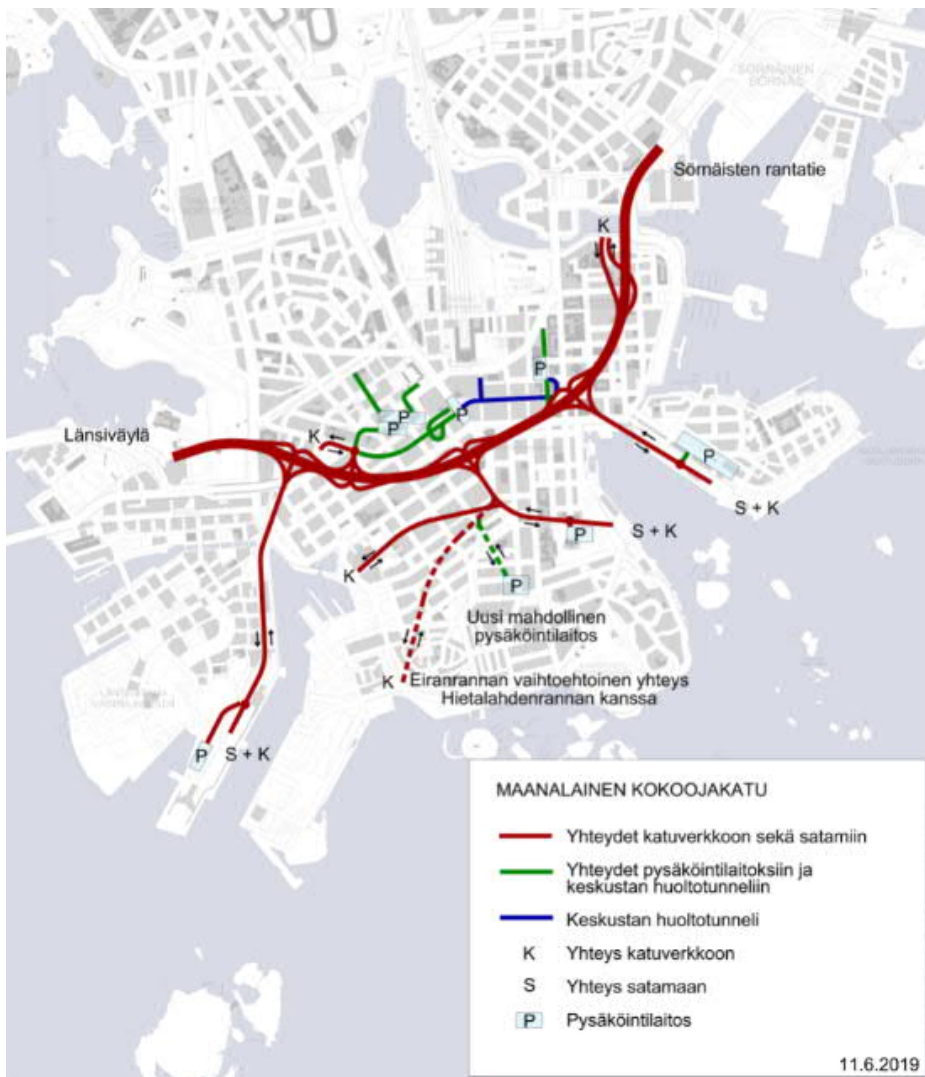


Maanalainen kokoojakatu; 1+1 vs. 2+2 vaihtoehtojen häiriöherkkyys

Hankkeen kuvaus

Maanalainen kokoojakatu on Salmisaarenkadulta Sörnäisten rantatielle / Hermannin rantatielle kulkeva tunneli, josta on tunneliyhteydet satamiin ja katuverkkoon. Lännestä tullessa ensin on päätunnelista erkaneminen Länsisatamaan, sen jälkeen liittyminen Länsisataman suunnasta, sitten erkaneminen huoltotunneliin jne. Idästä päin Sörnäisten rantatieltä tullessa ensin on päätunneliin liittyvä ramppi Siltavuorenrannasta, sen jälkeen erkaneminen Katajanokalle, sitten liittyminen Katajanokalta jne. Riippuen suunnitteluratkaisusta sekoittumiskaistojen pituus on noin 400 m. Erkanemisen ja liittymisen välillä olevan kapeamman tunneliosuuden pituus on myös samaa luokkaa. On huomattava, että tässä raportissa jäljempänä esitetyt häiriötilanteiden kaaviokuvat eivät ole mittakaavassa vaan yksinkertaistettuja kaaviokuvia erinäisten häiriötilanteiden ohjaustilanteiden hahmottamiseksi.



Keskustelun alla on, pitäisikö maanalaisen kokoojakadun olla periaatetasolla 1+1- vai 2+2 -kaistainen. Asiaa voi arvioida monelta kantilta.

- "Luontainen" liikennekysyntä puoltaa 2+2 kaistaista ratkaisua, joka sekin täytyisi liikenteestä siten, että liikennettä joudutaan vilkasliikenteisenä aikana rajoittamaan turvallisuussyistä. 1+1 kaistaisen ratkaisun liikennettä joudutaan rajoittamaan suuremman osan päivästä. Rajoittaminen voi tapahtua ohjauskeinoin (sulkemalla tarpeen mukaan koko tunnelia tai kaistoja). Liikennettä tunnelissa voidaan rajoittaa myös käyttömaksuin.
- Vaihtoehtojen kustannuserot, kun niitä aikanaan arvioidaan, tulevat olemaan suhteellisesti melko pienet, koska louhintamäärät eivät eroa kovinkaan paljon ja varustetaso olisi samaa luokkaa. Näin ollen 1+1 on investointina selkeästi kannattomampi ratkaisu.
- Liikennepolitiikan kannalta voidaan pohtia, pitääkö jättää tarjoamatta suurempaa kapasiteettia, jotta liikenne ei lisääntyisi vaan siirtyisi muihin kulkumuotoihin tai muualle katuverkkoon
- Lisäksi asiaa voidaan pohtia verkon toimintavarmuuden näkökulmasta, eli kuinka hyvin tunneli palvelee käyttäjiään ja kaupunkiaan ilman, että sitä joudutaan sulkemaan ja liikennettä pakottamaan pintaverkkoon ja kiertoteille, mistä aiheutuu jonottamista, ruuhkaa ja onnettomuusriskejä. Tämä on tämän muistion näkökulma.

Väylän varrella on useita maanalaisia liittymiä, joihin kuuluu päätunnelissa erkanemis- ja liittymiskaistoja. Näiden kaistojen kohdalla päätunneli on siis joko 2+2 kaistainen (jos tunneli on periaatteessa 1+1 -kaistainen) tai 3+3 kaistainen (jos tunneli on periaatteessa 2+2 kaistainen). Erkanemis- ja liittymiskaistat yhdistetään sekoittumiskaistoiksi. Sivutunneleiden kaistamäärä tulee vaihtelevaan liittymäjärjestelyistä ja yhteystarpeesta riippuen. Satamaliikenne vaikuttaa myös kaistajärjestelyihin.

Häiriötilanteiden tarkastelu

Kaistamäärällä on suuri merkitys, kun suunnitellaan, miten tunnelin liikennettä ohjataan häiriötilanteissa. Jos tunneliputkessa on palotilanne tai muu vakava onnettomuus, molemmat tunneliputket suljetaan sammutus- ja pelastustöiden ajaksi ja kyseinen tunneliputki vielä raivaus- ja korjaustöiden ajaksi. Nämä ovat hyvin harvinaisia tilanteita.

Sen sijaan, kun on kyse suhteellisen yleisistä lievistä häiriöistä, kuten tunneliin pysähtyneestä ajoneuvosta, huoltotyöstä tai vastaavasta, niin kyseisessä tunneliputkessa saatetaan voida sallia liikennettä rajoitetusti myös häiriön aikana.

Nyt po. tunnelissa, joka on pitkä ja jossa liikenne tulee olemaan noin 20.000 (ve. 1+1) tai noin 40.000 ajon/vrk (ve. 2+2), lieviä häiriöitä tulee sattumaan ehkä useita päivittäin tai ainakin lukuisia kertoja viikossa. Tällöin on merkityksellistä, joudutaanko tunneli sulkemaan kokonaan, jolloin liikenne on ohjattava pintaverkkoon, vai voidaanko liikenne sallia tunnelissa häiriöstä huolimatta. Liikenne vaihtelee voimakkaasti vuorokauden aikana, jolloin suurimman osan ajasta 2+2 ve:n noin puolikaskin kapasiteetti hyvin riittää kysynnälle. Näin ollen 2+2 kaistainen ratkaisu on monin verroin toimivampi kuin 1+1 kaistainen, jos tunnelissa joudutaan sulkemaan yksi kaista häiriön takia. 1+1 kaistaisessa ratkaisussa yhden kaistan sulkeminen tarkoittaa koko tunnelin sulkemista kyseisen suunnan osalta.

Pääosa Suomen tunneleista ovat Väyläviraston hallinnassa ja niissä noudatetaan Tunnelien turvallisuusdirektiivin vaatimuksia riippumatta siitä, ovatko ne TEN-T verkolla vai ei. Näitä tunneleita, ja ehkä myös maanalaista kokoojakatua, valvotaan ja ohjataan Tieliikennekeskuksista käsin (nykyiseltä nimeltään Intelligent Traffic Management Finland Oy; <https://tmfg.fi/fi/road>). Vuosien varrella käytännöksi on muodostunut seuraavat yleiset ohjausperiaatteet lievissä häiriötilanteissa:

- a) jos kaistalla tai kapealla pientareella (osittain kaistalla) on pysähtynyt auto, niin kaista suljetaan tunnelin suuaukosta lähtien. Tunneli voi olla normaalissa liikenteen käytössä seuraavasta häiriöttömästä liittymistä lähtien tunnelin ulostuloon asti.
- b) jos pientareella on pysähtynyt auto, josta tulee ihmisiä ulos, niin viereinen kaista suljetaan suuaukosta lähtien kunnes ihmiset on saatettu turvaan ja suljetaan myös, kun ajoneuvoa ryhdytään poistamaan (jos piennar on leveä, ei heti yleensä suljeta viereistä kaistaa, mutta aina tilanteen niin vaatiessa kyllä). Tunneli voi olla normaalissa liikenteen käytössä seuraavasta häiriöttömästä liittymistä lähtien tunnelin ulostuloon asti.
- c) jos tunneliin uhkaa muodostua seisova jono, tunneliputki suljetaan suuaukosta lähtien, kunnes liikenne taas pääsee liikkumaan. Periaatteena on, että tunnelissa olevien ajoneuvojen tulee voida hätätilanteen sattuessa ajaa esteettä ulos tunnelista
- d) jos erkanemisramppi on tukossa, se suljetaan mahdollisuuksien mukaan (edellyttää puomia, liikennevaloja tai kaistaopasteita), mutta jos on syntynyt jono, joka ulottuu päätunneliin, suljetaan tilanearvion mukaan monikaistaisen tunnelin reunakaista ja yksikaistaisessa tunnelissa koko tunneliputki tunnelin suuaukosta lähtien
- e) jos monikaistainen tunneliputki joudutaan sulkemaan, pyritään vähintään yksi kaista avaamaan liikenteelle mahdollisimman nopeasti
- f) tunneleissa, joissa on riski, että tunneliin kertyy seisova jono tunnelin tai sen jatkeena olevan väylän välityskyöngelmien takia, käytetään automaattista pääsyn säätelyä, joka pysäyttää liikenteen tunnelin suuaukolle, kun tunneliin alkaa muodostua seisova jono

Käytännössä maanalaisen kokoojakadun tapauksessa, jos auto pysähtyy erkanemis- tai liittymiskaistalle, niin yhteydet kadulle/satamaan ja kadulta/satamasta suljetaan sen liittymän kohdalta. Tällaisten tilanteiden hallinta vaatii tapauskohtaista harkintaa ja tunnelioperoijan myötävaikutusta, mikä tietyissä tilanteissa voi johtaa koko tunneliputken sulkemiseen (erityisesti 1+1 tunnelin tapauksessa). Tunneli voi olla normaalissa liikenteen käytössä seuraavasta häiriöttömästä liittymistä lähtien tunneli ulostuloon asti.

Tämän tyyppisissä tunnelissa ei sallita kaksisuuntaista liikennettä samassa tunneliputkessa edes tilapäisesti häiriöiden aikana.

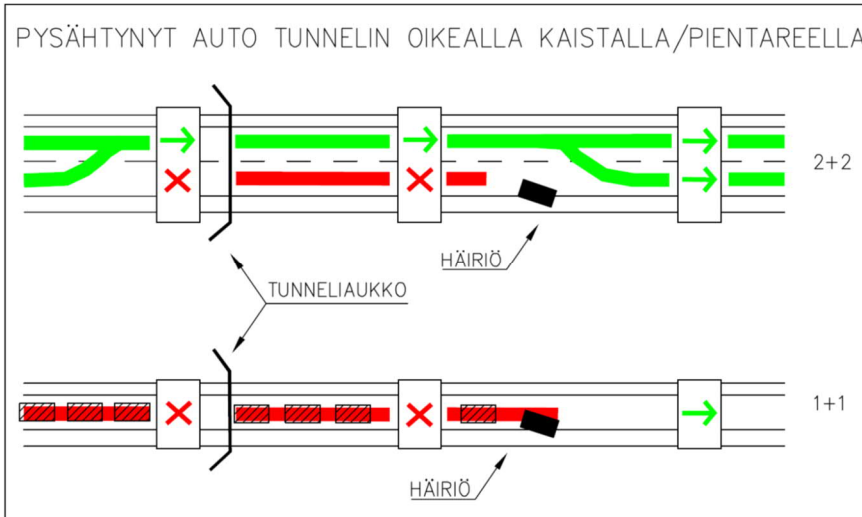
Maanalaiseen kokoojakatuun suunnitellaan pientareet, mutta pientareiden kapeuden vuoksi usein ajoneuvo kuitenkin pysähtyy osittain ajokaistalle. Tämä tapahtuu erityisesti raskaiden ajoneuvojen osalta, joita satamaliikenteestä johtuen tunnelissa on ajoittain paljon. Näissäkin tilanteissa tarvitaan tapauskohtaista harkintaa, johon vaikuttaa häiriön laatu, ajoneuvojen sijainti sekä kaista- ja piennarleveyydet. Tästä seuraa, että 1+1 -kaistainen tunneli joudutaan usein sulkemaan lievän häiriön takia, kun 2+2 -kaistainen tunneli yleensä voidaan pitää auki lievässä häiriötilanteessa sulkemalla kaista, jolla häiriö on (riittää, että häiriö on vain osittain kaistalla).

Kaavailussa laajuudessaan maanalainen kokoojakatu muodostaa hyvin monimutkaisen kokonaisuuden myös maailmanlaajuisesti katsottuna. Ratkaisua on suunnittelun aikana pyritty yksinkertaistamaan ja tekemään turvallisemmaksi, mm. poistamalla maanalaiset pienikokoiset kiertoliittymät, mutta tästä huolimatta kokonaisuus on poikkeuksellisen monimutkainen. On selvää, että kapeassa (1+1) vaihtoehdossa pienen häiriön vaikutukset säteilevät laajasti ja nopeasti koko tunnelijärjestelmään ja se suljetaan kokonaan, kun leveässä (2+2) ratkaisussa voidaan esim. rajoittaa liikennettä tarvittaessa sulkemalla sisäänajokohdassa yksi kaista ja tunneli voi edelleen toimia pienennetyllä kapasiteetilla (joka itse asiassa on riittävä suuren osan vuorokaudesta).

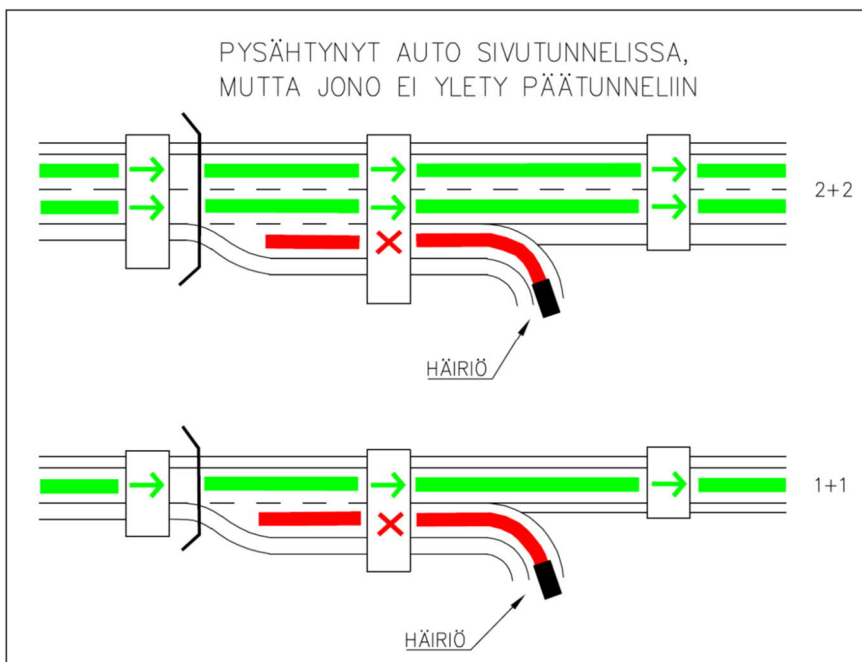
Tarkemmat analyysit edellyttäisivät kvantitatiivisen riskianalyysin laatimista, jotta saataisiin arvioita häiriötaajuuksista, sekä liikenteen toimivuussimulointeja, joiden avulla tutkitaan mitä erilaiset häiriöt aiheuttavat liikenteen toimivuudelle. Molemmat ovat melko suuritöisiä selvityksiä.

Seuraavalla sivulla on esitetty joitakin havainnollistavia esimerkkejä ohjaustilanteista lievissä häiriötilanteissa (on huomattava, että kuvat eivät ole mittakaavassa, vaan kaaviomaisia):

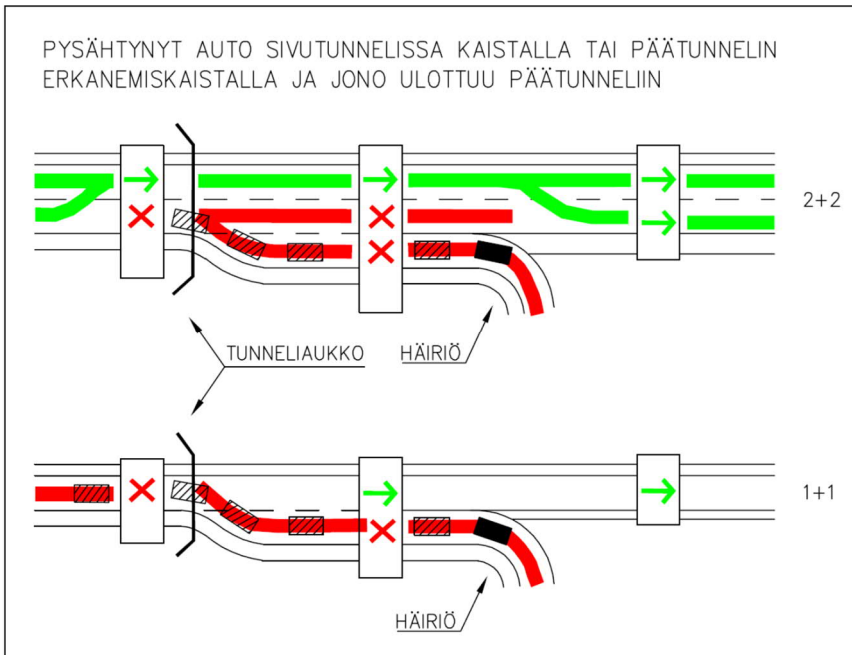
- Häiriö (pysähtynyt auto) päätunnelin oikealla kaistalla tai pientareella
- Häiriö (pysähtynyt auto) sivutunnelissa, mutta jono ei ulotu päätunneliin
- Häiriö (pysähtynyt auto) erkanemiskaistalla/erkanemiskaistan pientareella tai rampilla/sivutunnelissa ja jono ulottuu pääkaistalle
- Häiriö liittymiskaistalla (kaistanvaihto-onnettomuus)



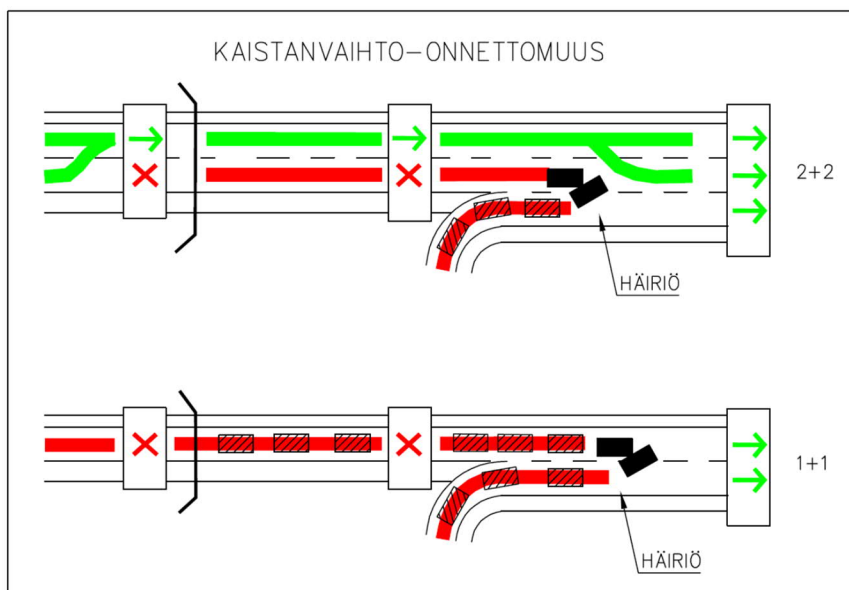
Kuva 1



Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4

Yhteenveto

Voidaan todeta, että jo pientenkin häiriöiden yhteydessä, kuten pysähtynyt auto tai huoltotyö tunnelissa, 1+1 tunneli joudutaan sulkemaan, kun 2+2 tunnelissa voidaan sallia liikenne (pienemmällä nopeudella) häiriökohdan ohi ja tunneli kokonaisuutena itse asiassa voi toimia lähes normaalisti suuremman osan vuorokaudesta. Erittäin suuri osa tunnelin toimintahäiriöstä ovat tämän kaltaisia.

Esim. Vuosaaren tunnelissa on 9 vuoden aikana tilastojen mukaan viikoittain pysähtynyt keskimäärin 5 autoa, joista joka kolmas kaistalle ja loput "levikkeelle". Vuosaaren tunnelin häiriönhavaitsemisjärjestelmä havaitsee lähes kaikki pienetkin häiriöt, mutta monen tunnelin osalta hyvin suuri osa pienistä häiriöistä jää havaitsematta ja tilastoimatta. Muita harvinaisempia häiriösyitä ovat jalankulkijat, pyöräilijät, peruuttaneet ja väärään suuntaan ajaneet sekä onnettomuudet. Tilastoista puuttuu huoltotoista ym. tarkoituksella

tehdyt sulkemiset. Tampereen Rantatunnelissa on sama trendi: lähes kaikki häiriöt johtuvat pysähtyneistä ajoneuvoista, tilastojen mukaan keskimäärin vähän useammin kuin kerran vuorokaudessa.

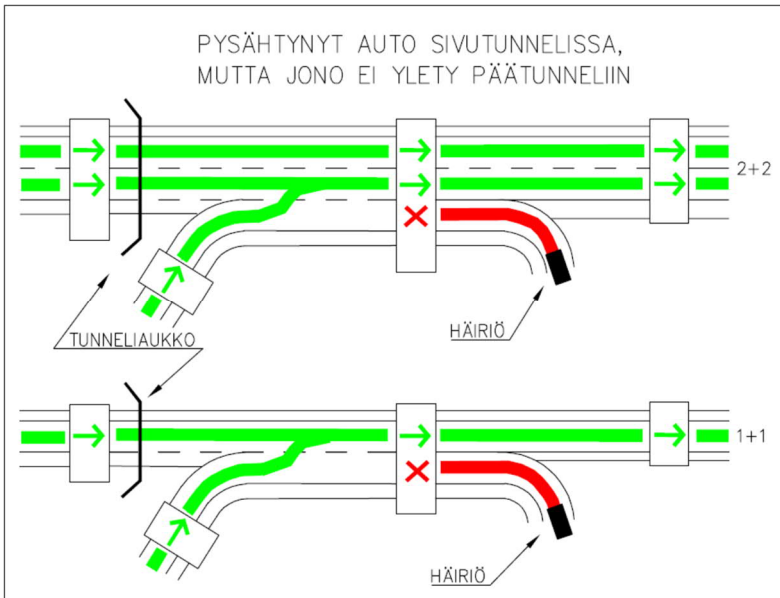
Joissakin harvinaisissa tilanteissa myös 2+2 tunnelia joudutaan sulkemaan kokonaan:

- palo
- täydellinen sähkökatkos tai muu laajavaikutteinen tekninen vika
- suurempi onnettomuus, joka edellyttää pelastustöitä ja raivausta, kuten useamman ajoneuvon yhteentörmäys, esim. kaistanvaihto-onnettomuus, joka vaikuttaa molempiin ajokaistoihin
- mahdollisesti myös jotkin isot huolto- ja testaustyöt sekä määrävälein pidettävät pelastusharjoitukset

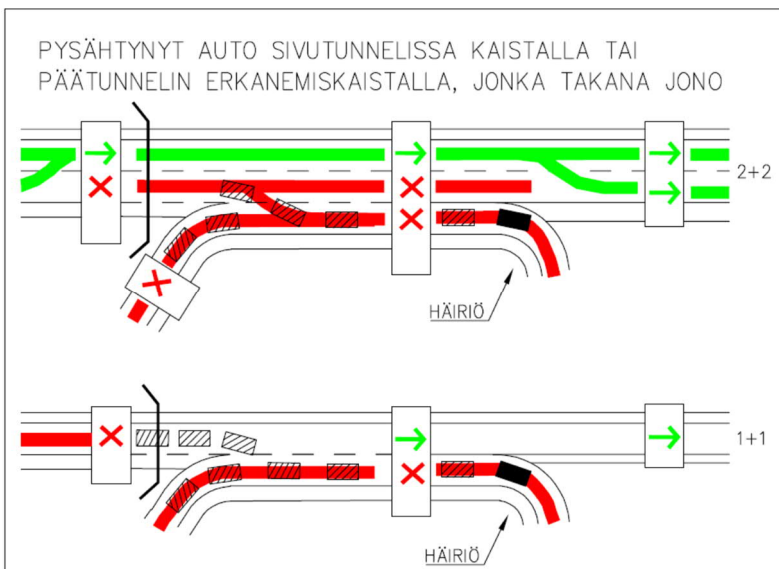
Lopuksi voi todeta, että edellä esimerkinomaisesti esitetyt yksittäiset ja paikalliset ohjaustilat erilaisissa häiriötilanteissa edellyttävät hyvin laajan koko tunnelijärjestelmän kattavan ohjausohjelmiston, jonka käyttäminen edellyttää 24/7 päivystystä ohjaus- ja valvontakeskuksessa sekä ammattitaitoisia operaattoreita. Tunnelit täytyy varustaa luotettavilla häiriönhavainnointijärjestelmillä sekä mm. vaihtuvilla ajokaistaopastimilla ja vapaasti ohjelmoitavilla tiedotusopasteilla, kuulutusjärjestelmällä ym. Sisäänajokohdissa, ja näin pitkissä tunneleissa myös tunnelin sisällä, tarvitaan pysäytysvalot ja puomit tunnelin sulkemiseksi. Se tosiseikka, että suunnitteilla oleva tunnelikokonaisuus on maailmanlaajuisestikin arvioituna varsin laaja ja monimutkainen, tekee käyttöjärjestelmästä ainutlaatuisen mutkikkaan, jos halutaan pitää mahdollisimman paljon tunnelikokonaisuudesta käytössä häiriöiden aikana. Jos sen sijaan tyydytään yksinkertaisempiin ohjaustiloihin, koko tunnelikokonaisuus voidaan joutua sulkemaan suhteellisen paikallisten ja pientenkin häiriöiden takia.

Liite (kuvat eivät ole mittakaavassa, vaan kaaviomaisia)

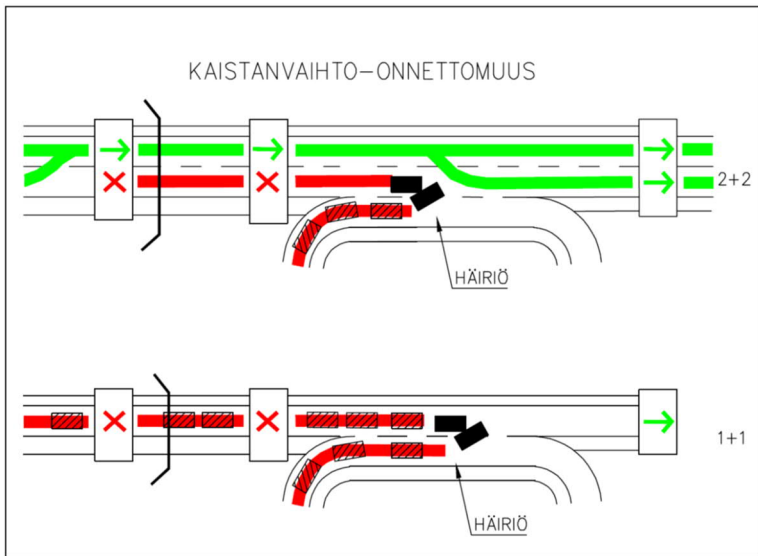
Seuraavat kaaviokuvat 5 – 8 ovat sekoittumiskaistan kohdalta, jossa on ensin päätunneliin liittyminen ja sen jälkeen päätunnelista erkaneminen.



Kuva 5

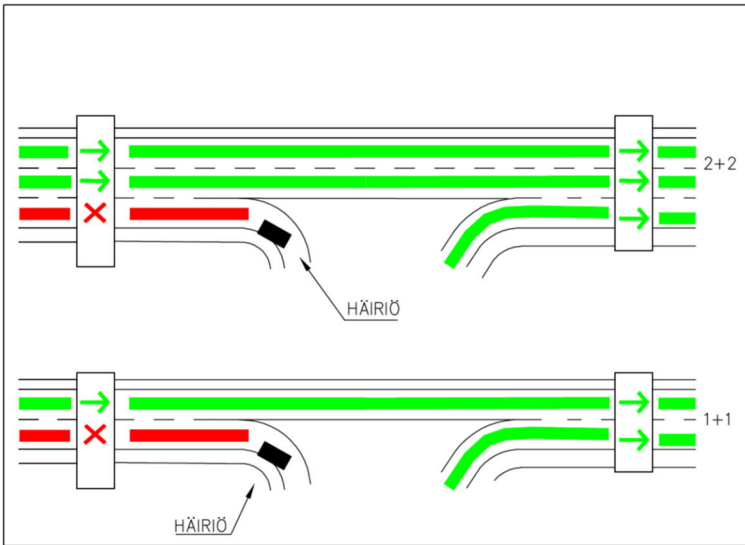


Kuva 6

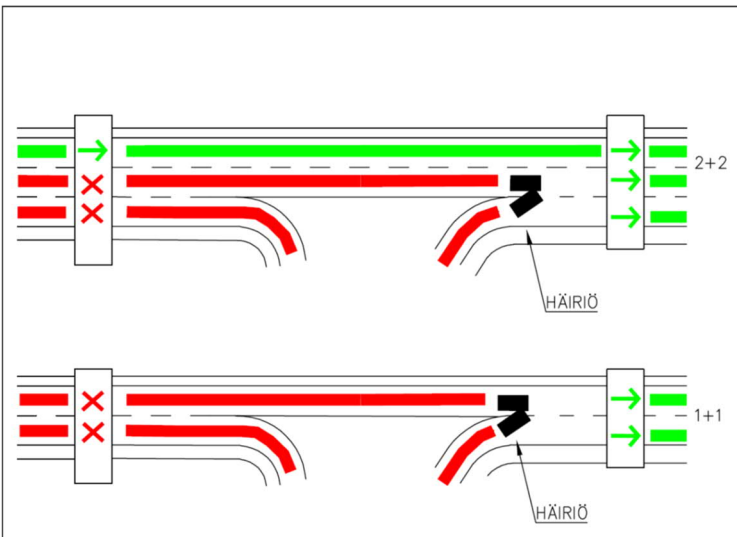


Kuva 7

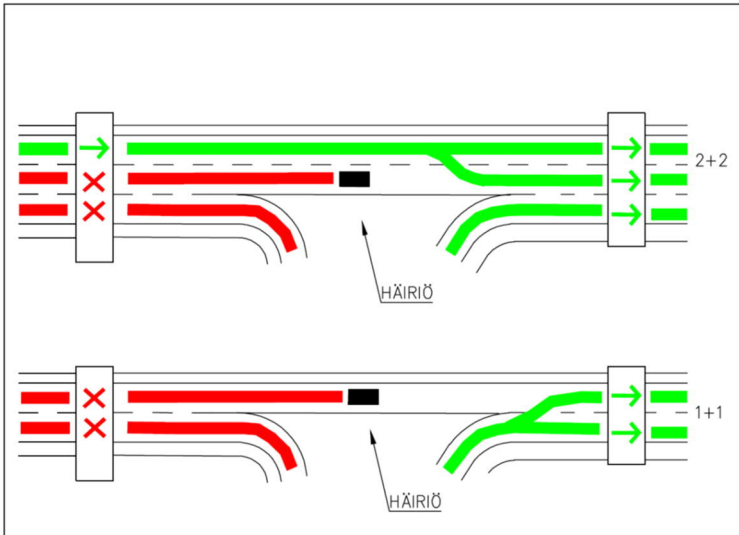
Seuraavat kaaviokuvat 8 – 11 ovat liittymien kohdalta, jossa on ensin päätunnelista erkaneminen ja sen jälkeen päätunneliin liittyminen.



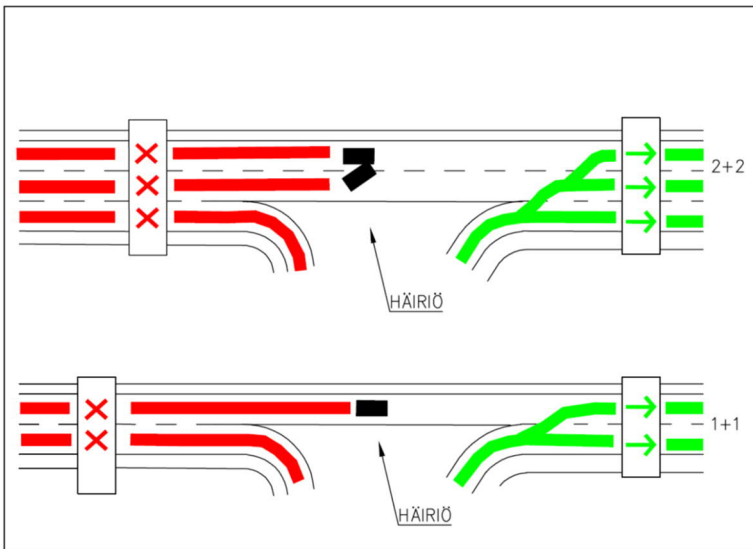
Kuva 8 (Jos jono ulottuu päätunnelin läpimeneville kaistoille, niin toimitaan kuvan 3 mukaisesti)



Kuva 9



Kuva 10



Kuva 11