

Annexe 2.6 – FINLANDE - Helsinki – Tunnel de Service KEHU

1. SYNTHÈSE – (KEHU) « TUNNEL DE SERVICE AU CENTRE-VILLE D'HELSINKI »

Ce réseau souterrain est situé dans le centre-ville d'Helsinki, capitale de la Finlande (**figure n° 1**). Helsinki a une population de 610.000 habitants. Son agglomération comporte 1,2 millions d'habitants.

Ce nouveau réseau de tunnel de service a été défini dans le plan de développement à long terme d'urbanisme souterrain de l'agglomération d'Helsinki. Il a été réalisé en deux étapes, et permet de supprimer, dans le centre historique de la ville, la circulation en surface d'approvisionnement des centres commerciaux. Ce tunnel de service, d'une longueur de 2,2 km, est également utilisé pour desservir les boutiques, les restaurants, les bureaux et les hôtels situés dans le quartier historique, et donne accès à trois grands parkings souterrains.

Il permet aussi d'accéder à un grand poste électrique souterrain, et à des locaux techniques du réseau de chauffage central urbain. Le transit des véhicules légers en traversant le tunnel est interdit. Seul l'accès aux parkings souterrains est autorisé. Plusieurs emplacements dans le tunnel sont également aménagés pour être utilisés en abri de protection civile.

Le tunnel KEHU a été construit dans des formations de roche dure. Il comporte deux têtes, l'une située à l'Ouest permettant l'accès de tous les véhicules légers, et l'autre à l'Est réservée aux véhicules de livraison. Le tunnel a été construit en deux étapes. La première dans les années 80 (couleur grise en haut à droite de la **figure n°1**), et la seconde entre 2006 et 2010. Le réseau existant est conçu pour être étendu facilement à l'avenir si cela s'avère nécessaire.

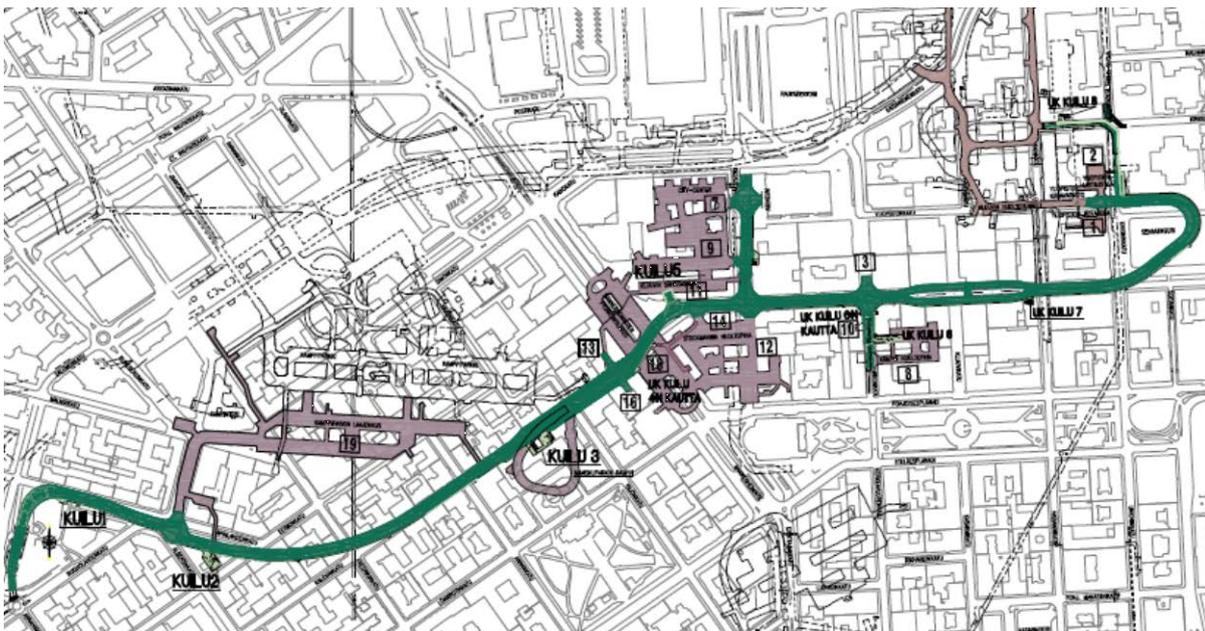


Figure 1 – plan de situation du tunnel de service du centre-ville d'Helsinki

2. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

2.1 GÉOMETRIE

Les principales caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Longueur du tunnel : 2.200 m. Il s'agit de la longueur du tunnel principal et des branches principales représentés en vert sur la **figure n° 1**,
- Tracé en plan : rayon minimum des courbes au droit des ronds-points,
- Profil en long : déclivité maximale de 7% (**Figure n° 2**)

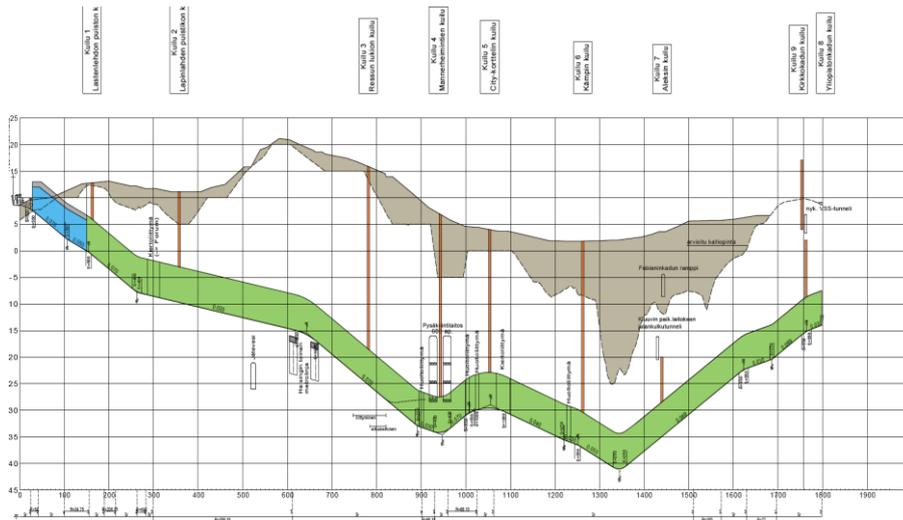


Figure 2: profil en long – déclivité maximale de 7%

2.2 PROFIL EN TRAVERS TYPE

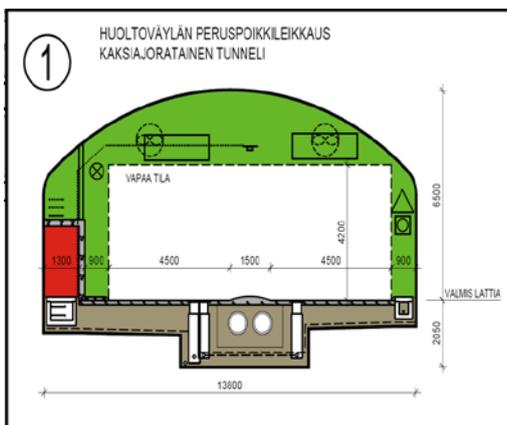
Les principales caractéristiques du profil en travers type sont les suivantes (Figures n° 6 & 7):

- Largeur totale de l'excavation de 13,60 m entre piédroits,
- La chaussée comporte deux voies de circulation de 4,50 m de large et un terre-plein central de 1,50 m,
- Hauteur libre de 4,20 m,
- Trottoirs piétons situés de chaque côté, d'une largeur de 0,90 m,
- Une galerie d'évacuation des piétons d'une largeur de 1,30 m et de 2,30 m de hauteur est aménagée à l'intérieur de la section excavée. Elle est pressurisée,
- Quatre ronds-points ont été aménagés aux carrefours avec les principales branches du réseau.

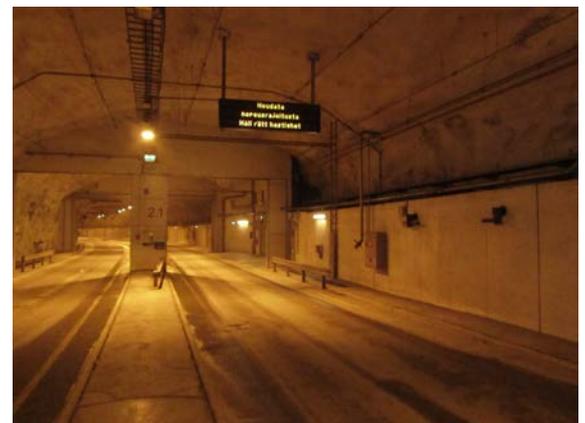
Les figures 3, 4 & 5 représentent un carrefour souterrain avec son rond-point et les deux têtes du tunnel.



Figure 3, 4 & 5: rond-point de carrefour souterrain (3) - tête Ouest (4) - tête Est (5)



Figures 6 & 7: profil en travers type – vue du tunnel de service



2.3 ISSUES DE SECOURS

- Elles sont assurées par des galeries piétonnes pressurisées qui relient le tunnel au pied des puits équipés d'escaliers et d'ascenseurs menant à l'extérieur. L'espacement entre deux portes d'accès aux galeries de secours est de 90 m,
- Signalisation des issues de secours avec une inter-distance de 25 m entre deux panneaux,
- L'éclairage de secours est alimenté en énergie pendant une durée minimale de 60 mn,
- Les issues sont équipées de panneaux à messages variables et d'un système de guidage vocal.

3. TRAFIC – CONDITIONS DE CIRCULATION

3.1 CONDITIONS DE CIRCULATION – PANNES ET ACCIDENTS

- Le tunnel est exploité sur deux voies en circulation bidirectionnelle,
- TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de 2.500 véh. / j avec une pointe horaire de 230 véhicules,
- Le trafic des gros poids lourds est interdit, de même que le transport de matières dangereuses. La longueur des véhicules autorisés à entrer dans le tunnel est de 12 m,
- Accès du tunnel interdit aux piétons et aux cyclistes,
- Vitesse limitée à 30 km/h, contrôle radar assuré par la police,
- Pas de pannes ni d'accidents à déplorer dans le tunnel. À signaler toutefois un incendie de véhicule léger dans un parking souterrain.

3.2 CONGESTION - BOUCHON

- Pas de congestion de circulation à l'intérieur du tunnel,
- Des queues limitées à 5 véhicules se forment de temps en temps à l'entrée des zones de parking.

4. VENTILATION

4.1 INSTALLATION DE VENTILATION DU TUNNEL DE SERVICE

4.1.1 Description de l'installation

La ventilation à l'intérieur du tunnel est du type « longitudinal ». Elle comporte des accélérateurs réversibles.

L'installation de ventilation comporte également 9 puits verticaux dotés d'une capacité de ventilation de 80 à 104 m³/s. Ils permettent soit l'apport d'air frais, soit l'extraction des fumées en cas d'incendie, (**figure n° 8**).

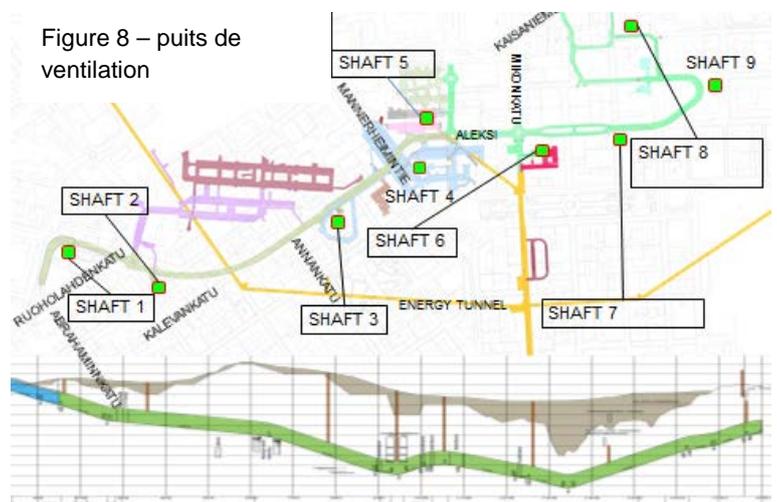


Figure 8 – puits de ventilation

4.1.2 Dispositions en cas d'incendie

Le tunnel comporte des rideaux coupe-feu, situés en pied de puits de ventilation (**figure n°9**), qui permettent de compartimenter le tunnel, de réduire la propagation des fumées, et d'augmenter l'efficacité des accélérateurs et des usines de ventilation situées en pied des puits d'extraction.

Il existe plus d'une dizaine de scénarios automatiques (**figure n°10**) en fonction du lieu de l'incendie. Les principes généraux en sont les suivants :

- Détection de l'incendie par un câble thermométrique,
- Activation automatique de la signalisation de fermeture du tunnel et des panneaux à messages



Figure 9 – rideaux coupe-feu et système d'aspersion d'eau

variables d'information des usagers,

- Mise en route automatique de la ventilation de pressurisation des galeries d'évacuation,
- Mise en route automatique de la ventilation d'extraction des fumées : les scénarios mettent en œuvre soit la ventilation longitudinale pour repousser les fumées vers les têtes, soit la ventilation longitudinale dans le compartiment concerné, associée à une extraction des fumées par les puits, ainsi qu'à un apport d'air frais,
- Mise en route automatique du système d'aspersion d'eau dans la zone concernée,
- L'abaissement des rideaux coupe-feu est commandé de façon manuelle, après contrôle visuel (vidéosurveillance) de l'absence de véhicules dans le compartiment concerné.

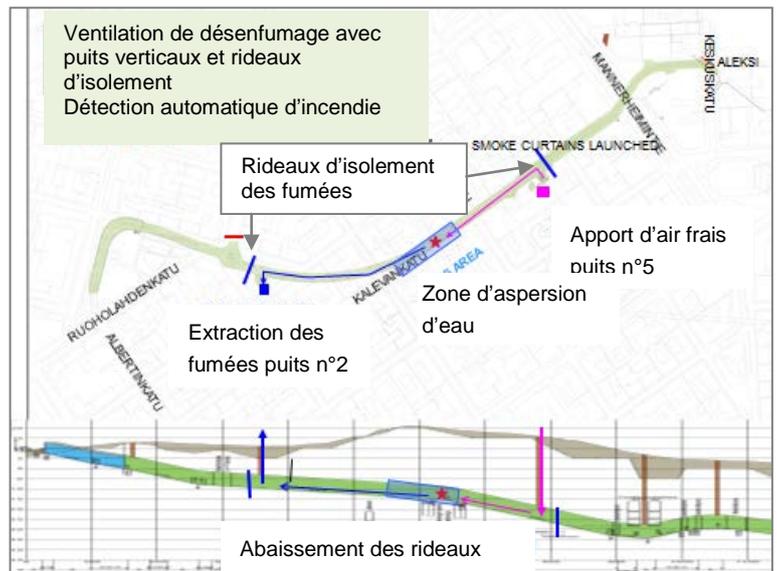


Figure 10 – scénario mixte d'extraction des fumées : rideaux, extraction des fumées, apport d'air frais

Les opérateurs du PC et les pompiers (en contact radio) peuvent adapter le scénario à chaque instant en fonction des conditions constatées une fois les pompiers arrivés sur le site.

L'intervention des pompiers se fait dans un premier temps par les puits, à partir de la surface en utilisant les ascenseurs. Les véhicules pénètrent dans le tunnel dès que les conditions le permettent.

4.2 INSTALLATION DE VENTILATION DES AUTRES ESPACES RELIÉS AU TUNNEL DE SERVICE

Tous les autres espaces souterrains en lien avec le tunnel de service sont dotés de leurs propres installations de ventilation, et le cas échéant de sprinklers, qui sont indépendantes de celles du tunnel de service.

5. EXPLOITATION ET EQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ

5.1 EQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ

Le tunnel KEHU comporte les équipements de sécurité suivants:

Des équipements passifs

- La structure du tunnel KEHU est résistante au feu pendant 120 mn,
- Le tunnel est décomposé en tronçons qui sont isolés par des rideaux coupe-feu en cas d'incendie. Ces rideaux sont résistants au feu pendant 60 mn,
- Des poteaux d'incendie espacés de 100 m.

Des équipements actifs

- Détection automatique d'incendie avec des câbles thermométriques,
- Système fixe de lutte contre l'incendie avec un brouillard d'eau,
- Installation d'extraction des fumées,
- Rideaux coupe-feu permettant de limiter l'extension des fumées, et de rendre plus efficace l'installation de ventilation,
- Vidéosurveillance.

Des équipements de protection contre les risques d'inondation

- Les entrées en tunnel sont situées au-dessus du niveau des plus hautes eaux,
- La géométrie des entrées est conçue de sorte que les eaux ne peuvent pas s'écouler dans le tunnel,
- Le tunnel comporte un réservoir de recueil des eaux de 2x300m³ de capacité,
- Tous les principaux réseaux enterrés d'eau et de chauffage urbain font l'objet d'inspections régulières. Les canalisations les plus proches du tunnel sont isolées par un rideau d'étanchéité.

5.2 EXPLOITATION

Le tunnel KEHU est sous le contrôle permanent (24 h / 24 et 7j / 7) d'un poste de contrôle et de supervision situé à 300 km au nord d'Helsinki. Le tunnel comporte également un poste local de contrôle situé à l'intérieur du tunnel. Ce poste n'est pas occupé en temps normal mais il permet aux équipes d'intervention de prendre le pilotage en local en cas de besoin.

Tous les autres espaces souterrains connectés avec le tunnel KEHU ont leur propre système de supervision. Les espaces les plus importants disposent d'un poste de contrôle avec un ou plusieurs opérateurs. Les plus petits sont seulement dotés d'un système automatique de détection incendie.

Il y a une quarantaine d'interfaces entre le tunnel et les différents espaces connectés. Chaque interface routière est équipée de deux portes coupe-feu, l'une exploitée par le poste de contrôle du tunnel, et l'autre sous le contrôle de l'exploitant de l'espace connecté. Les alarmes incendie de tous les exploitants sont retransmises au poste de contrôle du tunnel KEHU, qui a ainsi une vue globale de la situation.

Les services de secours et de lutte contre l'incendie de la ville d'Helsinki sont responsables des interventions et de la coordination entre tous les exploitants et intervenants en cas d'incendie.