Vt 12:n tunnelit ideoitiin työmaan ja maiseman ehdoilla

Artikkelin valokuvat Antti Rytkönen / Väylä

Vesa Tompuri, toimittaja

Lahden eteläisen kehätien Vt 12:n maantietunnelien suunnittelussa ja toteutuksessa löivät kättä tekniset innovaatiot, maisemalliset arvot ja lähiympäristön asukkaiden edut. Kahdesta tunnelista Patomäen tunneli rakennettiin kokonaan betonista ja Liipolan tunneli betoni- ja kalliotunnelin yhdistelmänä.

Lahden eteläisen ohikulkutien ensimmäiset suunnitelmaluonnokset piirrettiin jo 1960-luvulla. Puoli vuosisataa myöhemmin hanke sai vihdoin toteutukseen tarvittavat 275 miljoonaa euroa, mistä runsaat 170 miljoonaa oli varattu viimeksi valmistuneelle hankeosalle 1B. Tämä osa toteutettiin allianssimuotoisena, ja sen valmistuttua loppuvuodesta 2020 koko eteläinen kehätie avattiin liikenteelle. Hankeosa 1B valmistui runsaassa kahdessa vuodessa – ennen joulukuuhun asetettua määräaikaa.

Aikataulussa pysymistä edesauttoivat ennen työmaan käynnistämistä muodostetun VALTARI-allianssin kehitysvaiheessa tekemät innovaatiot, joista monet liittyivät sekä suunnittelun että työmaan näkökulmat huomioonottavaan betonirakennetekniseen optimointiin.

Uusia rakenneideoita tuli käyttöön molemmissa tunneleissa, mutta erityisesti Patomäen urheilukentän alittavassa Patomäen tunnelissa. Ensinnäkin sen länsipää perustettiin paaluille, mikä on ainutlaatuista tunnelirakentamisessa. Savikon päälle linjattu tunneli saatiin tällä tavoin, enimmillään runsaan kymmenen metrin pituisten teräsbetonisten lyöntipaalujen avulla painumattomaksi. Tämä ratkaisu toi kohteelle Suomen Geoteknisen Yhdistyksen myöntämä Vuoden GeoTeko 2019 -palkinnon. Tunnelista puuttuu pohjalaatta, mikä on uutta Väyläviraston betonitunneleissa.

Pituutta Patomäen tunnelilla on 403 metriä. Sen holvirakenne on täysin uudenlainen: se koostuu ylösalaisin käännetyistä TT-laatoista. Idean keksi allianssin kehitysvaiheessa hankkeen vastaava rakennesuunnittelija *Olli Salo* AFRY Finland Oy:stä päätoteuttajan kanssa muodostetun aivoriihen tuloksena.

Salo toteaa ratkaisun eduksi muun muassa sen, että näin mahdollistui samanaikainen työskentely sekä tunnelin sisä- että yläpuolella: tunnelin sisällä voitiin edetä asennuksissa samalla, kun yläpohjarakennetta vielä raudoitettiin. Toinen etu oli logistiikan helpottuminen tunnelin sisällä. Lisäksi ylösalainen TT-laattaelementti toimii tunnelin työnaikaisena muottina ja kantavan paikallavalurakenteen palosuojana. Elementteihin lisättiin mikropolymeerikuituja räjähdysmäisen lohkeilun välttämiseksi.

Innovaatioita myös työmaatekniikassa

Patomäen tunnelin holvirakenne on sikälikin erikoislaatuinen, että se on statiikan termein jäykkä kehä, vaikka sen näkyvä katto koostuu pääosin liitoksin toisiinsa yhdistetyistä betonielementeistä. Väylävirastossa kehittämispäällikkönä toimiva *Antti Rytkönen* pitää poikkeuksellisena tällaista rakennetta, jossa seinät ovat paikallavaletut ja jossa elementtirakenteisen katto-osan riittävä jäykkyys on saavutettu lisäämällä siihen riittävästi paikallavalubetonia.

Koska allianssimalli tarjoaa mahdollisuuden ottaa käyttöön uusia ideoita kaikilta hankkeen avaintahoilta, myös työmaaosaaminen tuli hyödynnetyksi lopullisia toteutusratkaisuja hiottaessa. Päätoteuttajaksi valittu

1 Patomäen tunnelin suuaukko. **1**

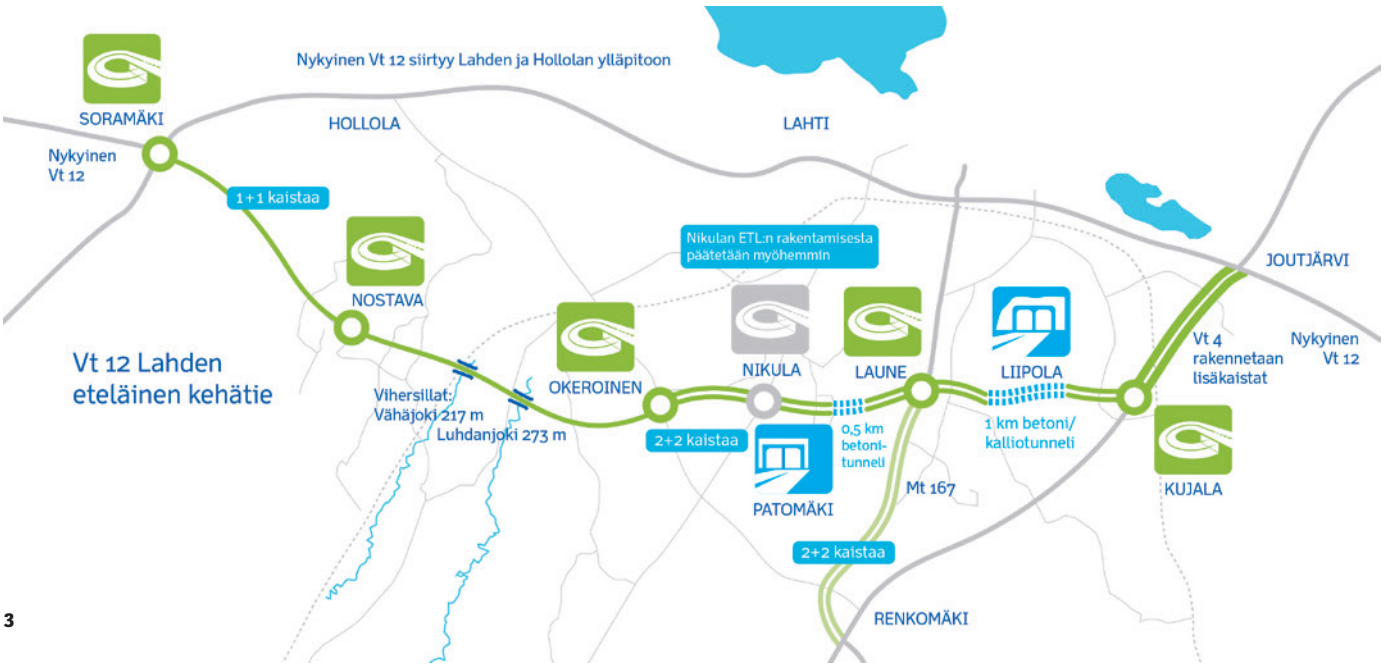
2 Liipolan tunnelin läntinen suuaukko. **2**

Lujabetoni toimitti valmisbetonit Lahden ohitustiehankkeeseen. 65 000 kuutiometriä valmisbetonia. 15 siltaa, 930 metriä kalliotunnelia ja reilut 400 metriä betonitunnelia.

Max korkeus
5,3m

T

Antti Rytkönen / Väylä



3

Skanska Infra Oy toi oman osaamisensa hankkeen parhaaksi, mistä yksi esimerkki on Patomäen tunnelin seinien talviaikaisissa valuissa hyödynnetty, järjestelmään sisältyvä siirrettävä lämmitysjärjestelmä.

"Rakensimme sandwich-elementeistä siirrettävät lämpösuojat. Tällä tavoin saimme hallintaan lämmönkehityksen valuissa ja samalla pystyimme maksimaaliseen 16 metrin pituiseen viikkoetenemään eli yhteen kolmesta seinäosuudesta koostuvaan lohkoon. Asennuksen nopeutta edesauttoi myös betoniraudoitteiden valmistaminen työmaalla paikalleen nostettaviksi raudoite-elementeiksi", kertoo betonitöiden aluevastaava *Juha Sarkkinen* Skanska Infra Oy:stä.

Liipolan tunnelissa puolestaan otettiin käyttöön poikkeuksellinen muottitekninen idea: valut tehtiin siirrettävän ja siirrettäessä kohotettavan muotin avulla. Muottia pystyttiin myös lämmittämään.

Sekä Patomäen että Liipolan tunnelissa betonirakenteiden lujuusluokka vaihteli niin, että peruslaatassa luokkana oli C30/37 ja seinissä ja holveissa C35/45.

Liipolan tunnelin suuaukko mallinnettiin

Toinen Valtatie 12:n maantietunneleista, noin 900 metrin pituinen Liipolan tunneli on osalla pituuttaan betonirakenteinen, osalla taas kalliotunneli. Tämä johtuu kalliopinnan korkeusaseman jyrkkäpiirteisestä vaihtelusta: siellä, missä kallio "syöksyy" alas, oli järkevää vaihtaa rakenne betonitunneliksi ja päinvastoin. Puhtaasti rakenneteknisistä syistä ei olisi ollut tarvetta tunneloida matalan kallionpinnan osuuksia, mutta se oli perusteltua, jotta erityisen talvisin suosittu ulkoilualue säilyy yhtenäisenä. Kyse oli näin ollen myös turvallisuudesta: kahden kallionkielekkeen jättäminen tuttuun paikkaan olisi ollut alueella liikkujille riski.

Myös tunnelin sisäpuolella turvallisuudella on luonnollisesti merkitystä. Seinän alaosan elementtien sementtinä käytettiin – ensi kertaa Väyläviraston tunneleissa – valkosementtiä, ja näin saatiin aikaan mahdollisimman valoisat betonipinnat. Toinen turvallisuutta – tai oikeastaan turvallisuuden tunnetta – lisäävä ratkaisu oli se, että perättäisten tunneliosuuksien saumakohdat tehtiin mahdollisimman huomaamattomiksi tunnelirakenteen vaihtuessa betonisesta kalliotunneliksi ja päinvastoin. Tämä saatiin toteutumaan verhoamalla betonitunneliosuudet vastaavalla ruiskubetonikerroksella kuin kalliotunneliosuudet ja

3 Vt12 Lahden eteläinen kehätie Letke - hankekokonaisuuden yleiskartta.

4 Patomäen tunneli. Tunnelista rakenteen leveys on reilu 30 metriä. Tunnelin katon päälle tulee noin metrin kerros maata ja yläpuolelle rakentuu Patomäen kenttä. Tunnelin anturat, seinät ja kansi tehtiin paikallavalutekniikalla 16,5m pitkinä lohkoina.

5a–e Patomäen tunnelin muottirakenteita. Pituutta Patomäen tunnelilla on 403 metriä. Sen holvirakenne on täysin uudenlainen: se koostuu ylösalaisin käännetyistä TT-laatoista. Ylösalainen TT-laattaelementti toimii tunnelin työnaikaisena muottina ja kantavan paikallavalurakenteen palosuojana. Teräsbetonista valmistetut TT-laatat kuljetettiin kohteeseen Parma Oy:n Nastolan elementtitehtaalta.

4

5a

5b

5c

5d

5e

6

6 Liipolan tunneli on betoni- ja kalliotunnelin yhdistelmä

7a–d Liipolan betonirakenteinen tunneli on raudoitettu ja ruiskubetonoitu, kuten kalliotunneli.

8a–c Liipolan tunnelissa otettiin käyttöön poikkeuksellinen muottitekninen idea: valut tehtiin siirrettävän ja siirrettäessä kohotettavan muotin avulla.

Liipolan tunneli kostuu kahdesta 10,5 metrin päässä toisistaan sijaitsevista ajoneuvotunneleista, joiden välissä kulkee erillinen pienempi huoltokäytävä. Tunnelin urakoinnissa oli mukana myös lahtelainen, muuraustöihin erikoistunut KJL Muuraus Oy, joka toteutti yhdyskäytävien ja muuntamokeskuksen muuraukset. Muurausurakassa tehtiin yhteensä 1 220 neliötä harkkorakennetta. Siitä 1 100 neliötä tehtiin Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n ja Leca Finland Oy:n MH-200 -muottiharkoilla ja 120 Lammin KK400 Kuorikivi- harkoilla. Harkot ladottiin, terästettiin ja valettiin tukeviksi seiniksi tunnelin sisällä.

9 Liipolan tunnelin suuaukko. Se koostuu kahdesta vaakasuoran suorakulmion muotoisesta palkista, jotka kiertyvät kallistetun ellipsin kaarella pystyasentoon muodostaen yhtenäisen nauhan suuaukon ympärille.

tasaamalla kerrosten alapinnat keskenään. Myös ruiskubetonikerros raudoitettiin. Tämän ruiskubetonikerroksen ensisijainen tarkoitus on kuitenkin toimia varsinaisen kantavan rakenteen palosuojana sekä hidastaa liikenteen nostattaman suolasumun suolojen pääsyä kantaviin rakenteisiin.

Liipolan tunnelin betonirakenneteknisistä haasteista merkittävimmät olivat kuitenkin tunnelin suuaukkorakenteet. Suuaukkorakenteiden pituus, reunapalkkien ja itse suuaukkojen korkeudet sekä lämmöneristeiden paksuudet ja kokonaispinta-alat mitoitettiin pakkasmäärien sekä rakennuspaikan tilastollisten vesi-, lumi- ja jääolosuhteiden mukaan.

Varsinainen haaste oli suuaukkoja kiertävän reunapalkin muoto. Se koostuu kahdesta vaakasuoran suorakulmion muotoisesta palkista, jotka kiertyvät kallistetun ellipsin kaarella pystyasentoon muodostaen yhtenäisen nauhan suuaukon ympärille.

”Kuin pystyyn jäänyt puvuntakin kaulus”, Olli Salo vertaa.

Reunapalkin näkyvä osa tukeutuu siipimuureihin ja itse tunnelin betonirakenteisiin.

Reunapalkin valumuotti toteutettiin tehdastekoisena muottina, joka valmistettiin tietomallin avulla. Valujen vaativuuden ja muotin hankalan muodon takia reunapalkki oli valettava kahdessa osassa. Ensin valettiin siipimuurien päällä sijaitsevat vaakasuuntaiset palkit ja sen jälkeen pystyyn kiertyvä osuus. Valuissa käytettiin itsetiivistyvää massaa, jonka suhteitusta määritettäessä yhtenä kriteerinä oli se, että ilma poistuu betonista riittävässä määrin valun aikana.

Reunapalkin muotti päällystettiin muottikankaalla sen varmistamiseksi, että betonipinnasta tulee saumaton ja tasainen. Muottikangas myös tiivistää pintoja, mikä estää maantiesuolojen imeytymistä.

Ympäristötaidetta betonista

Patomäen tunneli on Valtatie 12:n betonitunneleista merkittävä myös betonitaiteen näkökulmasta. VALTARI-allianssi rekrytoi tätä tavoitetta ajatellen hankkeeseen kesätöihin taideopiskelijoita, jotka pääsivät näin perehtymään rakennuspaikkaan ja kehittelemään esteettisiä ideoitaan. Toteutusvaiheeseen etenivät *Rosalinda Louhijoen* ja *Markus Liljan* ideat.

Aluksi suuaukot olivat ”laatikoita” ilman kaarevia pintoja ennen kuin Olli Salo sai idean holvikaaren lisäämisestä otsapalkkiin. Tämä ajatus, joka oli saanut vaikutteita Tukholman Norra Länkenillä toteutetusta rakenteesta, päätettiin toteuttaa.

Rosalinda Louhijoki hyödynsi toteutetuissa ehdotuksissaan graafisen betonin mahdollisuuksia. Hänen ideansa pohjalta Patomäen tunnelin suuaukkorakenteissa on nyt suuaukon lähes koko leveydelle ulottuva ”Puut”-teos.

Markus Liljan ympäristötaideteos ”Kasvusuunta” puolestaan on toteutettu Patomäen tunnelin betonisissa suojakaiteissa. Teos hyödyntää väribetonin mahdollisuuksia niin, että ajan myötä pinnasta paljastuu erilaisia värisävyjä.

7a

7b

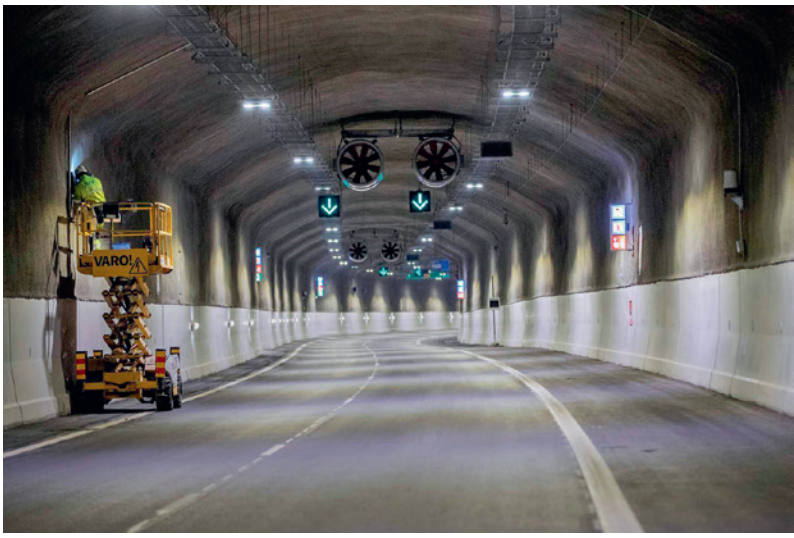
7c

7d

↑8a ↓8c

↑8b ↓9

10



↑11a ↓11c

11b

10 Liipolan tunnelin itäinen suuaukko opasteineen.

11a–c Liipolan tunneli valmiina. Tunnelin seinien alaosan elementtien sementtinä käytettiin valkosementtiä, ja näin saatiin aikaan mahdollisimman valoisat betonipinnat, joilla osaltaan voidaan lisätä turvallisuutta.

12 Rosalinda Louhijoki toteutti Patomäen tunnelin suuaukkoon lähes koko leveydelle ulottuvan graafisen "Puut"-teoksen.

13 Markus Liljan ympäristötaideteos "Kasvusuunta" puolestaan on toteutettu Patomäen tunnelin betonisissa suojakaiteissa.

Rosalinda Louhijoki

12

Markus Lija

13

Implementation of tunnels on trunk road 12 dictated by worksite and landscape conditions

The design and implementation of the road tunnels on the southern ring road of Lahti combined technical innovations with landscape values and the interests of local residents. Patomäki tunnel was built as an all-concrete tunnel while the other, Liipola tunnel, is a part concrete, part rock tunnel.

Both tunnels took advantage of new structural ideas. The foundations for the west end of Patomäki tunnel consist of ten-metre long driven piles of reinforced concrete. The tunnel was also implemented without a floor slab, which is a new concept for the concrete tunnels of the Finnish Transport Infrastructure Agency.

The length of Palomäki tunnel is 403 metres. It features a completely new type of vault structure consisting of inverted TT slabs. The inverted TT slab element also served as a mould at the construction site and as fire proofing for the load bearing cast-in-situ structure.

A portable heating system was utilised when carrying out concreting of Patomäki tunnel walls during the winter.

The mould technique used for Liitola tunnel, on the other hand, was exceptional: a mobile mould system that was raised as it was transferred was used. The mould could also be heated.

Liipola tunnel, which is about 900 metres long, comprises both concrete sections and rock tunnel sections. White concrete was used in the precast elements on the lower part of the tunnel walls to make the concrete surfaces reflect light as much as possible.

Patomäki tunnel also has a significant concrete art aspect of the two concrete tunnels on trunk road 12.

Artist Rosalinda Louhijoki utilised the possibilities of graphic concrete in art work "Trees" at the mouth structures of Patomäki tunnel.

Markus Lilja implemented his work of environmental art, called "Direction of growth", on the concrete railings of Patomäki tunnel. This work uses dyed concrete.

Antti Rytkönen / Väylä