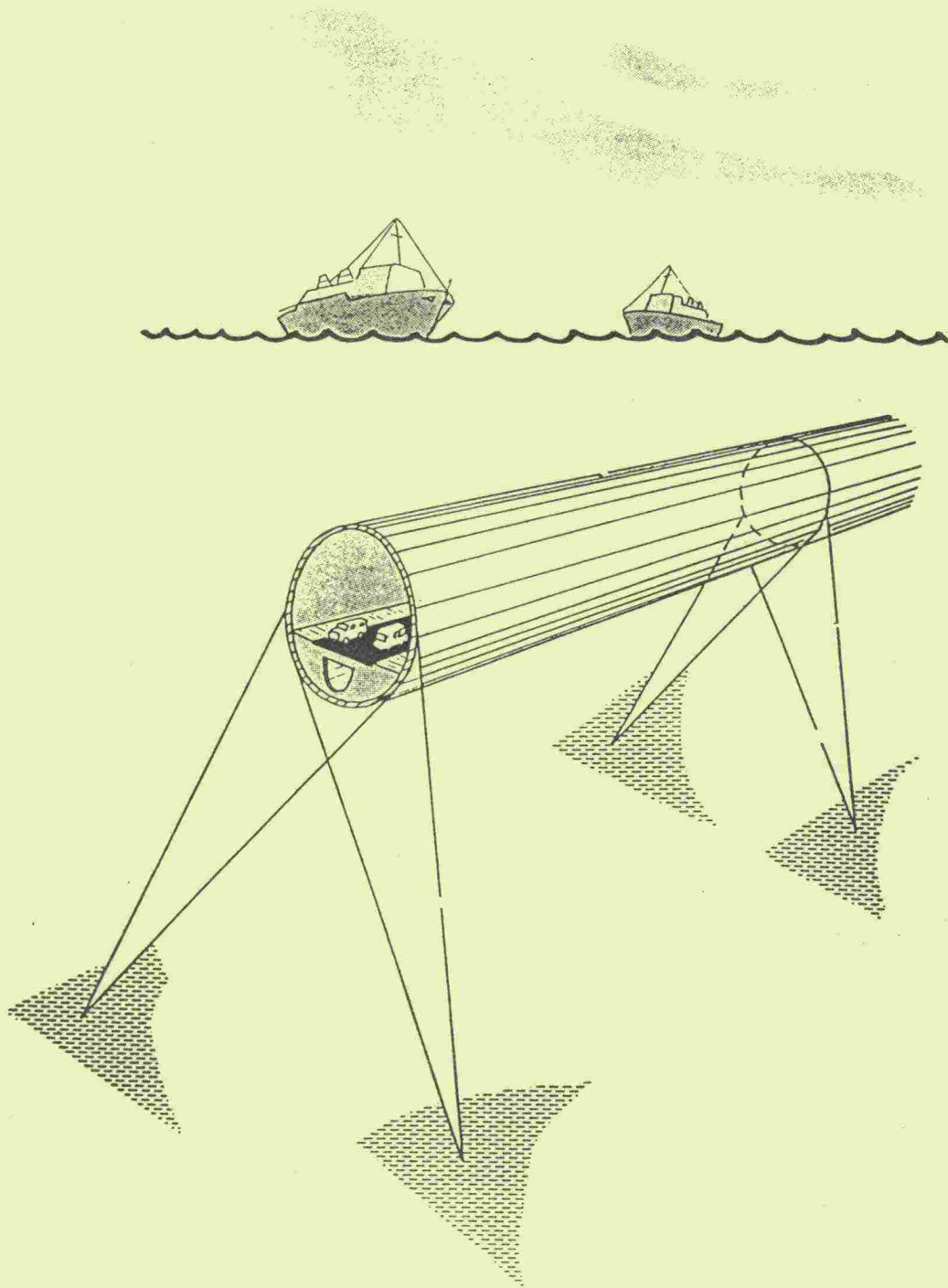


TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS



VEDENALAINEN LIKENNETUNNELI

Tiivistelmä

Insinööritoimisto Oy E.Paloheimo-M.Ollila & Co

TIE- JA VESIRAKENNUSTOIMISTO

Tienrakennustoimisto

VEDENALAINEN LIIKENNETUNNELI

Helsinki 29.1.1988

Insinööritoimisto Oy
E.Paloheimo - M.Ollila & Co

Matti Haaramo

1. Johdanto	1
2. Yleistä	1
2.1 vedenalaisen liikennetunnelin hyvät ja huonot puolet	2
2.2 tunnelityypit	2
2.3 paikan asettamat vaatimukset	3
3. Toiminnalliset vaatimukset	4
3.1 tilavaatimukset	4
3.2 käyttötekniikan asettamat vaatimukset	5
4. Rakenteelliset vaatimukset	6
4.1 kuormitukset	6
4.2 materiaaleille asetettavat vaatimukset	8
5. Tunnelin toiminnalliset ja tekniset vaatimukset yhteenvetona	9
5.1 toiminnalliset vaatimukset	9
5.2 tekniset vaatimukset	10
6. Rakentamistekniikka	11
6.1 tunnelilohkojen valmistaminen	11
6.2 tunnelilohkojen kuljettaminen	11
6.3 ankkurointi	12
6.4 asennus	13
6.5 liitokset ja tiivistys	13
7. Kustannukset	13

1. Johdanto

Tutkimuksen tavoitteena on ollut koota ja analysoida olemassa oleva vedenalaisiin ankkuroituihin ja kelluviin tunnelihin liittyvä suunnittelu- ja rakentamistekninen tieto. Kootun aineiston perusteella on arvioitu näiden tunnelityyppien soveltumista liikennetunneleiksi Suomen oloihin.

Toistaiseksi ankkuroiduista ja kelluvista liikennetunneleista on olemassa ainoastaan toteuttamattomia suunnitelmia, joiden käytännön tietoutta kyseisistä tunnelityypeistä ei ole saatavilla. Vedenalaisia pohjan varaan rakennettuja tunneleita sen sijaan on tehty useitakin. Niiden kohdalla esiintyvä problematiikka on monelta osin sama kuin ankkuroiduissa ja kelluvissa tunneleissa ja näin ollen suoraan sovellettavissa. Tällaisia asioita ovat mm. materiaalit, lohkojen valmistus, kuljetus ja osittain myös asennus.

2. Yleistä

Vedenalaisia tunneleita alettiin rakentaa vuosisadan vaihteen tienoilla. Ensimmäinen elementtirakenteinen tunneli tehtiin jo 1906 Michigan Central Railroad -yhtiölle rautatietunneliksi Detroit-joen poikki. Sen poikkileikkaus oli pyöreä, halkaisija 7 metriä ja elementtien pituus 80 metriä. Materiaaleina olivat betoni ja teräslevyt. Tavallisempi rakenne tuolloin oli kuitenkin teräslevyt ja tiilirunko, jotka asennettiin pieninä lohkoina paikoilleen.

Nykyisin ovat tunneliputket yksinomaan betonielementtirakenteisia ja suurimmissa tunneleissa saattaa yhden elementin paino nousta yli 40 000 tonnin (esim. Elbe-tunneli Hampurissa). Teräsverhous on edelleen yleinen ratkaisu vesitiiveyden aikaansaamiseksi, mutta vesitiiviistä betonista on rakennettu tunneleita myös ilman erityistä vesieristyskerrosta.

2.1 Vedenalaisen liikennetunnelin hyvät ja huonot puolet

Tunnelin vaihtoehtoisina ratkaisuuina on usein joko silta, tai laiva/lossi. Näihin vaihtoehtoisiin ratkaisuihin verrattuna on tunnelilla seuraavat edut ja haitat:

- + laivaan/lossiin verrattuna ovat tunnelin kapasiteetti ja nopeus huomattavasti suuremmat
- + tunneli on suojassa säältä, joten meren/järven jäätyminen ta huono sää eivät vaikuta sen toimintaan
- + siltaan verrattuna tunnelin merkittävin etu on siinä, että se voidaan tehdä samanaikaisesti sekä vesiliikennettä häiritsemättömäksi että maisemaan huomaamattomasti sopeutuvaksi
- + nosteen kuormia kompensoivan vaikutuksen takia suuremmat jännevälit ja samalla suuremmat rakenneosat ovat mahdollisia
- tunnelin liikenneturvallisuus on huonompi, onnettomuuden sat tuessa tilanteen selvittäminen ahtauden takia hankalaa
- tunnelin rajoitettu korkeus asettaa kuljetuksille rajoituksi
- pitkät tunnelit ovat epämiellyttäviä käyttää
- liikennetunneli ei haitta-ainespitoisuuksiensa takia sovellu kevyen liikenteen väyläksi (pitkä altistusaika)

2.2 Rakennetyypit

Rakennetyypiltään vedenalainen liikennetunneli voi olla kal-liotunneli, pohjan varassa lepäävä, ankkuroitu tai kelluva tunneli. Tässä raportissa on keskitytty kahteen viimeksi mainittuun tyyppiin.

Ankkuroidulla tunnelilla tarkoitetaan rakennetta, joka on kokonaan veden pinnan alapuolella säilyttäen asemansa ankkuriköysien ja/tai tukien avulla. Kuvassa (1) on esitetty ankkuroidun tunnelin perustyyppi. Tunneli voi olla tuettu myös jäykällä tuilla, jollainen on suunniteltu Messinan salmeen. Gibraltarin salmeen tehty ehdotus on yhdistelmä näistä molemmista.

Kelluvalla tunnelilla puolestaan tarkoitetaan rakennetta, joka on kokonaan veden pinnan alapuolella säilyttäen asemansa säädettävien kellukkeiden avulla. Norjassa on tehty monia ehdotuksia kulkuyhteyksien järjestämiseksi vuonojen poikki tämän tyyppisillä rakenteilla. Rakenteen etuna on se, ettei siinä tarvita ankkureita, jotka pohjan ollessa syvällä tulisivat hyvinkin pitkiksi.

2.3 Paikan asettamat vaatimukset

Suomessa vesisyvytydet ovat yleensä pieniä, jolloin kelluva tunneli ei ole järkevä ratkaisu. Ankkurointitekniikkaa sen sijaan voitaisiin soveltaa merialueilla syvemmissä kohdissa. Matalissa kohdissa ja järvialueella voidaan ankkuriköysien sijasta yleensä käyttää rakentajillemme tuttua paalupukkia.

Järvialueilla veteen tuleva tunneliosuus on tyypillisesti melko lyhyt, jolloin rannoille rakennettavan tunnelikaukalon suhteellinen osuus tulee suureksi.

Merialueilla ovat tunnelien pituudet huomattavasti suurempia. Rannoilla olevien tunnelikaukalo-osuuksien suhteellinen kustannus jää tällöin pienemmäksi ollen esim. 15 km pitkällä tunnelilla 2-3 % kokonaiskustannuksista.

Rakennuspaikan olosuhteet saattavat määrätä ankkuroidun tunnelin sijoitusyvyden. Meri- ja järvialueilla määräävä tekijä on useimmiten laiva-/veneväylä, jonka edellyttämän vapaan vesisyvyden alapuolelle tunnelirakenne on sijoitettava. Sijoitettaessa tunneli joen poikki saattaa rajoittavana tekijänä olla tunnelin jokeen aiheuttama patovaikutus.

3. Toiminnalliset vaatimukset

3.1 Tilavaatimukset

Poikkileikkauksessa on oltava tilat seuraaville toiminnoille:

- liikenne
- ilmastointi
- viemäröinti
- valaistus
- palosammutuslaitteet
- pakopaikat

Liikenteen vaatimaa tilaa arvioitaessa kannattaa ottaa huomioon myös mahdolliset muutokset tavoitteissa. Lisäksi on otettava huomioon tilantarve onnettomuustilanteissa; ambulanssin on päästävä liikkumaan esteettömästi, käänköpaikkoja tulisi olla ja liikenne tulisi voida muuttaa yksisuuntaiseksi.

Yhteiskäytössä samaa tunnelia käyttää sekä tieliikenne että raideliikenne. jos käyttö on samanaikaista, on poikkileikkauksessa oltava omat tilat molemmille ja välissä lisäksi turvavyöhyke. Tämä tekee tunnelista leveän, jolloin ellipsin muotoinen poikkileikkaus ilmeisesti on edullisempi kuin pyöreä.

Käytön ollessa eriaikaista voivat molemmat liikennemuodot käyttää samaa tilaa ja näin riittää pienempi poikkileikkaus, joka voi olla myös pyöreä. Raide voidaan sijoittaa rakenteen kannalta edullisesti keskelle poikkileikkausta.

Tunnelin poikkileikkauksen ollessa ellipsi tai pyöreä jää ylä- ja alaosaan sekä sivuille tiloja, joita liikenne ei voi hyödyntää. Nämä tilat sopivat hyvin ilmastointi-, viemäröinti- ja sähkökanaviksi. Suorakaidepoikkileikkauksessa on nämä tilat varattava erikseen. Erittäin pitkissä tunneleissa (esim. Kan-Etsu-tunneli) kannattaa päätunnelin viereen tehdä erillinen pienempi huoltotunneli.

Liikenteen jälkeen vaatii suurimman osan tunnelin poikkileikkauksesta ilmastointi, jonka osuus esim. Elbe-tunnelissa on noin neljännes koko poikkileikkauksen aukkomitasta. Raideliikenteen ilmastointitarve on huomattavasti pienempi kuin tie liikenteen johtuen pakokaasupäästöjen puuttumisesta. Tästä syystä saattaa olla tunnelin käyttökustannuksia ajatellen taloudellisinta tehdä pitkistä tunnelista (kuten kanaalitunneli) pelkästään raideliikennetunneli ja lastata autot junaan tunnelin päissä.

3.2 Käyttötekniikan asettamat vaatimukset

Käyttötekniikan osalta voidaan vaatimuksia asettaa seuraavien seikkojen suhteen:

- valaistus
- ilmastointi
- viemäröinti
- valvonta

Tunnelin käyttökustannusten ja käyttökelpoisuuden kannalta merkittävimpiä näistä ovat valaistus ja ilmastointi.

Valaistuksen kohdalla merkittäviä seikkoja ovat valoisuuden muutosnopeus ja pienin esiintyvä valaisutaso (tunnelin keski-alueella). Valoisuuden muutosnopeus on suunniteltava siten, että ajettaessa suunnittelunopeudella vähenee valotiheys enintään 50% kolmen sekunnin aikana. Tämä edellyttää valaistukselta säätömahdollisuutta, sillä tunnelin päissä vaihtelevat valaistusolosuhteet merkittävästi vuorokauden aikojen mukana. Tunnelin keskiosalla sopiva valotiheys on 1-10 candelaa/m².

Ilmastoinnin osalta vaatimuksia on asetettu haitallisten aineiden pitoisuuksien suhteen. Kaasujen osalta on enimmäispitoisuuksia määritetty hiilimonoksidillen ja typpioksidille. Lisäksi on asetettu yläraja sallituille kiintoainespitoisuuksille.

Pitkien tunneleiden osalta sallitut maksimipitoisuudet ovat hiilimonoksidia 100 ppm ja typpioksidia 10-15 ppm. Näihin sallittuihin maksimiarvoihin vaikuttaa lisäksi altistus aika, joten lyhyille tunneleille voidaan sallia korkeampia pitoisuuksia (hiilimonoksidi 250 ppm ja typpioksidi 30 ppm).

Kiinteät aineet kuten pöly ja noki vaikuttavat heikentävästi näkyvyyteen. Turvallisen liikenteen kannalta vaadittava näkyvyys riippuu ajonopeudesta ja sallitut kiintoainepitoisuudet onkin määritelty nopeuskohtaisesti. Esim. liikenteen nopeudelle 60 km/h kiintoainesten sallittu maksimimäärä on 1.25 mg/m³ ja nopeudelle 80 km/h 0.7 mg/m³.

Viemäröinti ja pumppaus mitoitetaan sauman vaurioitumisesta tai osittaisesta aukeamisesta aiheutuvalle vesivuodolle.

Valvontaa tarvitaan ilman laadun, lämpötilan ja valaistuksen/näkyvyyden suhteen: Lisäksi on laitteiden, kuten opastimien, tuulettimien ja pumppujen, toimintaa tarkkailtava. Onnettomuustilanteissa on hälytys pystyttävä tekemään nopeasti oikeaan paikkaan.

4. Rakenteelliset vaatimukset

4.1 Kuormitukset

Ankkuroituun tunneliin kohdistuvia pysyviä kuormia ovat omapaino ja noste. Vedessä betonin kutistuminen ja viruminen ovat merkitykseltään pieniä.

Hyötykuormat eli liikennekuormat voidaan otaksua "Rakenteiden kuormitusohjeet RIL 144" mukaisina, kuormituskaaviot 1, 2 ja 3 tai raskas erikoiskuorma EK1. Yhteiskäyttötapauksessa mukaan tulee lisäksi junakuorma.

Luonnonkuormina vaikuttavat tunneliin painovoiman aiheuttama staattinen vedenpaine, aallokon aiheuttama dynaaminen paine ja merivirtojen aiheuttama paine. Suomen merialueilla ovat merivirrat yleensä heikkoja maksiminopeuksien jäädessä alle 1m/s. Aallokon vaikutus sen sijaan on huomioitava. Aaltojen painevaikutus laskee eksponentiaalisesti syvyyden kasvaessa ja aallokon vaikutusta voidaan pienentää sijoittamalla tunneli mahdollisuuksien mukaan syvemmälle.

Jääkuormat eivät pääse vaikuttamaan tunneliin muuten kuin rannan läheisyydessä. Pohjaan asti jäätyvien jokien kohdalla tunneli sijoitetaan siten, että tunneli katto on korkeintaan joen pohjan tasossa tai alempana. Normaalisti jokien kohdalla tunneli mitoitetaan liikkuvien jäiden aiheuttamalle kuormalle. Jääkuormia arvioitaessa lähtökohtana voidaan käyttää RIL 144:n arvoja.

Veden lämpötila vaihtelee välillä 0 - 20 C, mikä pitkissä tunnelleissa aiheuttaa merkittäviä liikkeitä. Liikenteen aiheuttama tunnelin sisäpuolisen lämpötilan nousu ei maantietunnelissa tuuletuksen takia ole merkittävä, mutta raideliikennetunnelissa on käytettävä jäähdytysputkistoa.

Onnettomuuskuormina voidaan olettaa

- auton törmäys tunnelin seinään, kuorma 500 kN
- räjähdys; paine purkautuu tunnelia pitkin, paine seinämiin 15 kN/m²
- tulipalo; lämpökuormitus riippuu siitä, onko tunnelissa automaattista sammutusjärjestelmää

Lisäksi voidaan rantojen läheisyydessä kuvitella pinta-alusten törmäävän tunneliin ja avomerellä myös sukellusveneiden törmäykset ovat mahdollisia. Törmäyksen mahdollisuus ja törmäyskuorma on arvioitava paikallisten olosuhteiden ja liikennöivien alusten koon mukaan.

Sukellusveneiden törmäys saattaa johtaa ankkuriköysien katkeamiseen. Varmuus näiden suhteen kannattaneen nostaa vähintään kahteen, jolloin puolet köysistä voi katketa rakenteen ollessa vielä toimiva.

Kuljetuksen ja asennuksen aikana aiheutuu aallokosta taivutus- ja vääntörasituksia tunnelilohkoihin. Töitä ei tehdä pahimmilla säillä ja kuormitukset määräytyvätkin sen perusteella missä oloissa vesillä on vielä järkevä työskennellä.

Kuormitusyhdistelmät muodostetaan RIL 144:n mukaan.

4.2 Materiaaleille asetettavat vaatimukset

Rakenteen murtumisen seuraukset ovat vakavat veden tulviessa sisään tunneliin. Rakenteilla on siksi oltava riittävä varmuus murtumista vastaan. Materiaaleille tämä asettaa vaatimuksia lujuuden, vesitiiveyden ja kemiallisen kestävyys suhteen.

Betonin lujuuden tulee olla K30 tai lujempaa. Suuremmalla lujuudella saavutetaan parempi kulutuskestävyys ja suoja eliöstön rapauttavaa vaikutusta vastaan. Meriolosuhteissa tulisi käyttää sulfaatinkestävää sementtilaattaa. Halkeamat eivät saisi ylittää ympäristöluokan Y1 vaatimuksia. Betonin tulee täyttää vesirajassa pakkasenkestävyysluokan P40 ja makeassa vedessä P30 vaatimukset.

Ankkuriterästen osalta suojaus korroosiota vastaan on oltava riittävä. Kuitupohjaisia materiaaleja käytettäessä on tehtävä kokeet ja selvitykset lisäksi pitkäaikaisilla ja väsytyksrasitusta aiheuttavilla kuormilla.

5. Tunnelin toiminnalliset ja tekniset vaatimukset yhteenvetona

5.1 Toiminnalliset vaatimukset

- tiloja suunniteltaessa on otettava huomioon ainakin seuraavat vaatimukset:
 - liikenteen vaatima tila onnettomuustilanteet mukaan lukie (kääntöpaikat, mahdollisuus muuttaa liikenne yksisuuntaiseksi, ambulanssin kulkumahdollisuus)
 - putkistojen ja kaapeleiden vaatimat tilat
 - palonsammutuslaitteiden vaatimat tilat
 - ilmastoinnin ja valaistuksen vaatimat tilat
 - pakopaikat
 - viemärointi pumppaamoinen
- valaistus
 - tunnelin keskialueella luminanssi 3 - 5 cd/m²
 - tunnelin päädyissä luminanssitason muututtava hallitusti (TVH:n ohjeiden mukaisesti), vaatii valaisulaitteilta säätömahdollisuutta
 - tunnelin seinissä oltava vaaleat nauhamaiset valon jakautumista ja optista ohjausta parantavat kaistat. Seinät eivät saa olla pinnaltaan häikäisevät (mattapinta).
- ilmastointi
 - sallitut hiilimonoksidipitoisuudet:
 - pitkä tunneli - 100 ppm, lyhyt tunneli - 200 ppm
 - sallitut typpioksidipitoisuudet:
 - pitkä tunneli - 15 ppm, lyhyt tunneli 30 ppm
 - sallitut kiintoainespitoisuudet:
 - 50 km/h - 1.4 mg/m³, 80 km/h - 0.7 mg/m³
 - ilmavirran maksiminopeudet tunnelissa
 - liikenne yksisuuntainen - 10m/s,
 - kaksisuuntainen - 5m/s

- viemäröinti
 - viemäripumput mitoitetaan sauman vaurioitumisesta tai osittaisesta aukeamisesta aiheutuvalle vesivuodolle
- valvonta
 - ilman laadun tarkkailu
 - laitteiden, kuten opasteiden, valaisimien, tuulettimien ja pumppujen toiminnan tarkkailu
 - liikenteen tarkkailu
 - mahdollisten tullimaksujen keruu laitetoimintoiheen

5.2 Tekniset vaatimukset

- kuormitukset
 - pysyvät kuormat: omapaino ja noste
 - luonnonkuormat: staattinen ja dynaaminen vedenpaine, rantojen läheisyydessä myös jääkuormat
 - hyötykuormat: "Rakenteiden kuormitusohjeet RIL 144" mukaisesti, kuormakaaviot 1, 2 tai 3 tai raskas erikoiskuorma EK1 (tieliikenne/2 kaistaa - 24.3 kN/m, rautatieliikenne/1 raide - 108.5 kN/m)
 - onnettomuuskuormat:
 - törmäys tunnelin seinään - 500 k
 - räjähdys - 15 kN/m²
 - tulipalo, kuorma arvioitava tapauskohtaisesti
 - ulkopuolinen törmäys, kuorma arvioitava tapauskohtaisesti
- materiaalit
 - materiaalivarmuuskertoimien suhteen noudatetaan asianomaisia normeja
 - betoni:
 - K30 tai lujempaa
 - meriolosuhteissa sulfaatinkestävää
 - halkeamat ympäristöluokan Y1 mukaan
 - vesirajassa merivedessä pakkasenkestävyysluokka P40, makeassa vedessä P30

6. Rakentamistekniikka

6.1 Tunnelilohkojen valmistaminen

Rakennettujen vedenalaisten tunneleiden lohkokoko on ollut suuruusluokaltaan pituus 100 - 200 m ja leveys max 48 m. Ankkuroitujen ja kelluvien tunneleiden lohkokoko voi hyvin olla samaa suuruusluokkaa. Verrattaessa kelluvaa tunnelia siltaan vastaa 200 m pitkän tunnelin taivutusmomentti karkeasti vajaa 100 m jänteisen sillan taivutusmomenttia. Lohkokoko määräytyykin lähinnä valmistuspaikan, kuljetus- ja asennusolosuhteiden ja asennuskaluston mukaan.

Tunnelilohkot voidaan valmistaa 1. pystysuorana liukuvaluna veden päällä, jolloin valmistuva rakenne uppoaa työn edistyesä syvemmälle veteen, 2. tahtityöntömenetelmällä, jolloin valmistuva rakenne liu'utetaan kaltevaa alustaa pitkin työn edistyesä veteen, tai 3. maapadon suojaamassa kuiva-altaassa, joka lohkojen valmistuttua täytetään vedellä ja lohkot uuteaan paikalleen. Olemassa olevia laivateollisuuden kuivatelakoita voidaan myös ajatella käytettäväksi lohkojen tekopaikkoina.

6.2 Kuljetus

Lohkojen suuren koon takia (paino 10 000 - 20 000 tonnia) kuljetus on mahdollista ainoastaan uittamalla vettä pitkin. Tunnelilohkojen suuri syväys saattaa vaikeuttaa kuljetusta ja sopivan reitin löytymistä. Syväystä voidaan tarvittaessa pienentää erillisten kellukkeiden avulla.

6.3 Ankkurointi

Ankkureiden päätehtävä on siirtää nosteen ja muiden kuormien erotuksesta aiheutuvat kuormat pohjaan ja pitää tunneli paikallaan. Ankkuroinnissa voidaan käyttää viittä eri perusperiaatetta:

1. Gravitaatioankkuri: pitokyky perustuu pohjassa lepäävän massiivisen ankkurikappaleen vedenalaiseen painoon ja kitkaan pohjaa vasten.
2. Upotettu gravitaatioankkuri: ankkurikappale on upotettu maaperään, jolloin ylösnousemista vastustaa lisäksi maatyön paino.
3. Lyöntipaaluankkuri: paalun kantokyky perustuu negatiiviseen vaippahankaukseen.
4. Poratut/kaivinpaalut: pitokyky kuten lyöntipaaluissa.
5. Imupaalut: suuriläpimittaisen, alapäästään avoimen paalun sisälle imetään alipaine, jolloin suljettuun yläpäähän kohdistuva vedenpaine puristaa paalun maahan.

Välineistöä vedenalaisiin ankkurointitehtäviin on saatavissa öljymaista kuten Norjasta. Gravitaatioankkurit ovat helpompia tehdä kuin paaluankkurit, jotka tarvitsevat lisäksi monimutkaisemmat laitteet.

Matalissa vesissä voidaan ankkuroinnin sijasta käyttää paalupukkia, jonka tekeminen hallitaan Suomessa hyvin.

6.4 Asennus

Asennuksessa käytetään lohkojen molemmissa päissä torneja, joista ohjataan pumppausta ja asennusta. Asennusta voidaan helpottaa ohjureilla, jotka voidaan kiinnittää joko jo asennetun tunneliosan päähän ja asennusponttooneihin tai asennettavaan tunneliosaan.

Asennusta ei voida suorittaa huonolla säällä ja lohkot on tällöin ankkuroitava väliaikaisesti veden pinnan alapuolelle.

6.5 Liitokset ja tiivistys

Tunnelilohkojen väliset saumat voivat olla joko jäykkiä, jolloin liitos kestää taivutusta, tai nivelellisiä, jolloin tunnelilohkojen väliset kulmamuutokset ovat mahdollisia.

Vedenalaisten tunneleiden lohkojen välisissä liitoksissa yleisimmin käytetty tiiviste on ns. GINA-profiili, joka koostuu pehmeistä ja kovista kumikerroksista.

Muualta kuin sauman kohdalta betonirakenteinen tunneli on joko itsessään tiivis tai tiivistetty eristyskerroksella. Vesieristykseenä käytetään 6 - 9 mm paksuista teräslevyä tai bitumipohjaisia eristeitä.

7. Kustannukset

Kustannuksia arvioitaessa on tunnelin pituudeksi valittu 15km. Tällöin tulevat tuuletusongelmat mukaan täydessä laajuudessaan ja samalla myös rannoilla olevien maaosuuksien suhteellinen kustannusosuus jää pienemmäksi.

Lähtötiedot

tunnelin pituus	vesialue	15 km
	maaouudet	1 km
poikkileikkaus	ympyrä, säde	5 m
kaistoja		2
vesisyvyys		50 m
katon etäisyys pinnasta		20 m

Pohja 3 m pehmeää, alla kova pohja.

Yhteenveto kustannuksista

mk/m

valmistuspaikka + työmaantie	1.300
ankkurointi	46.000
tunnelilohkot sisusteineen	120.600
kuljetus ja asennus	13.200
ilmastoinnin rakenteet ja laitteet	26.600
valaistus	1.800
valvomo ja opasteet	400
maaosuudet	4.600
yht	214.500

Käyttökustannukset/vuosi

tuuletusenergia	5.3 mmk
valaistusenergia	1.0 mmk
lamppujen vaihdot	0.7 mmk
korjaukset	32.0 mmk
lumenpoisto, puhdistus	0.5 mmk
palkat ja sos. kulut	2.0 mmk
yht	42.5 mmk

Kustannus/ajoneuvo/matka

liikennemäärä	6000 ajon./vrk
korko	6 - 8 %
kustannus	112 - 142 mk

2-kaistaisten siltojen ja tunneleiden kustannusarvioita
Norjasta.

- riippusilta, jänne 1250 m	0.27 mmk/m
- kelluva silta	0.17 mmk/m
- ankkuroitu tunneli	0.27 mmk/m
- kalliotunneli	0.05 mmk/m

Kalliotunnelin kustannukset/metri ovat selvästi alhaisimmat, mutta sen pituus tulee usein huomattavasti betonitunnelin pituutta suuremmaksi, koska se joudutaan sijoittamaan alemmaksi. Erityisesti lyhyiden tunneleiden kohdalla pituuseron kustannusvaikutus saattaa tulla merkittäväksi.