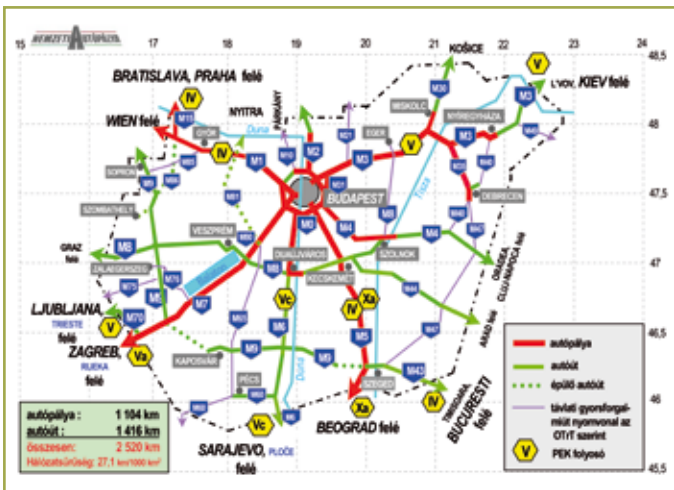


AZ M6 AUTÓPÁLYÁVÁ FEJLESZTHETŐ AUTÓÚT SZEKSZÁRD-BÓLY SZAKASZ ALAGÚTJAINAK TERVEZÉSE

DR. KELETI IMRE¹ – GRABARITS JÓZSEF² – DR. GYÖRGY PÁL³ – FÁBIÁN MIKLÓS⁴ – PANKOTAI CSABA⁵

1. Előzmények

A kormány 2044/2003 (III.14.) számú határozata a gyorsforgalmi úthálózat méretét 2015-re 2520 km-nek irányozza elő (1. ábra). E határozat alapján a 2003. december 22-én



1. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat 2015-re tervezett mérete a 2044/2003 Korm. sz. határozat szerint

hozott 2003. évi CXXVIII. Törvény a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi közúthálózatának közérdekűégéről és fejlesztéséről rendelkezik. Ennek 1. mellékletében az M6-os autópályát illetően a következők állnak:

- 2006. év végéig teljesen elkészül az M0-Dunaújvárosig terjedő 2x2 sávú autópálya szakasza,
- 2007. végéig kiépül a Szekszárd-Bóly 127-174 km szelvények közötti 2x2 sávú autópályává fejlesztendő autópályát (2. ábra).



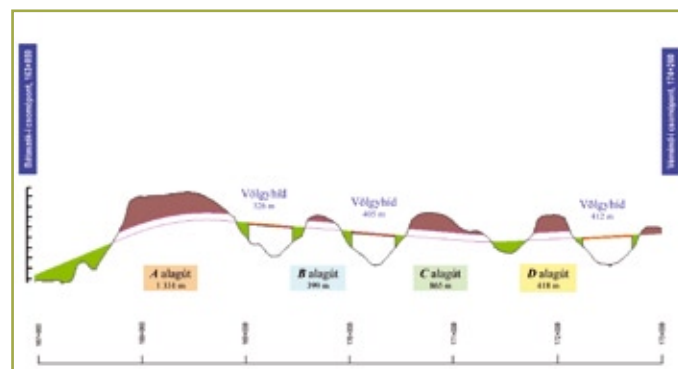
2. ábra: Az M6 Szekszárd-Bóly szakasza

A hivatkozott törvényt ez utóbbi állítása miatt bizonyos módosítani kell majd, hiszen 2006. derekán még nem

írták ki a Szekszárd-Bóly szakasz versenytárgyalását. Így ma nyugodtan állíthatjuk: a szóban forgó szakasz nem lehet kész 2007. végére. Viszont örömmel állapíthatjuk meg, hogy a szakasz, benne négy alagúttal, 2006. március 14-én megkapta az építési engedélyt. A magyar közúthálózat fejlesztésének történetében ez az első eset, hogy alagutak építését engedélyezték. Ezeknek a tervezésről számolunk be a következőkben. Ebben a munkában sikerrel debütált a „Közúti alagutak létesítésének általános feltételei” megnevezésű ÚT 2-1.405:2003 számú útügyi műszaki előírás⁶.

2. A projekt

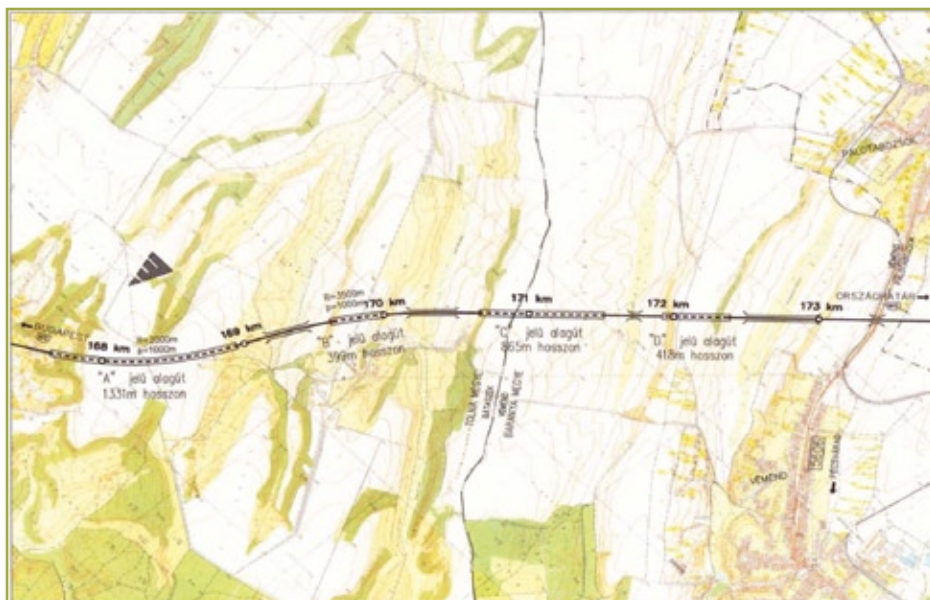
Az M6 Szekszárd-Bóly szakaszán a bátaszéki (163+859 km sz.) és véméndi (174+260 km sz.) csomópontok között a terepviszonyai olyanok, hogy a vonalat csak igen mély bevágásokban és hosszú völgyhidakon vezetve lehet elhelyezni. Az Előzetes Környezetvédelmi Hatástanulmányban bemutatott megoldás hossz-szelvényéből első közelítésben mintegy 9 millió m³ földfölfölösleg következett, aminek elhelyezési költségei körülbelül 10 MdFt-ra rúgtak. Ehhez járultak volna a 35-55 m mély bevágások okozta végleges tájsebek következményeként a felszámolásra ítélt értékes gyümölcs- és szőlőültetvények kisajátítási költségei. A mélybevágások helyén alagutakat is számításba vevő alternatív megoldás a földfölfölösleg elhelyezése okozta költségeket megszüntette és ebben az esetben természetesen fel sem merülnek a mélybevágásokból eredő kisajátítási költségek. Az alagutakkal is számoló hossz-szelvény optimalizálás (3. ábra) a szakaszon



3. ábra: Az M6 Bátaszék-Véménd szakasz optimalizált hossz-szelvényének vázlata

kisebb töltésmagasságokhoz is vezetett, amiből a szakasz kezdeti négy völgyhídjából egyet hullámosított acéllemezekből készülő felüljáróvá lehetett redukálni és a megmaradt három

¹ Okleveles építőmérnök, okleveles gazdasági mérnök, egyetemi doktor, ALAGÚTTERV Kft ügyvezetője. e-mail: drkiorka@t-online.hu
² Okleveles építőmérnök, CONSULTANT Kft, jozsef.grabarits@consultant.hu
³ Okleveles mérnök, okleveles geotechnikai szakmérnök, egyetemi doktor, CONSULTANT Kft. ALAGÚT-TERV Kft ügyvezetője. e-mail: pal.gyorgy@consultant.hu
⁴ Okleveles építőmérnök, okleveles gazdasági mérnök, ALAGÚTTERV Kft ügyvezetője. e-mail: fabian.miklos@t-online.hu
⁵ Okleveles építőmérnök, UNITEF'83 Zrt. irodaigazgató-helyettes, e-mail: pankotai@uniteftr.hu
⁶ Az előírást 2002-ben a MAUT megbízásából Dr. Greschik Gyula vezetésével Etényi Attila, Dr. Horváth Zsolt, Jakab Simon, Dr. Keleti Imre, Kovács Frigyes, Reinisch Egon, Soós Gábor és Szegő János dolgozták ki. A munka szakmai konzulense az ÁKMI Kht részéről Dr. Träger Herbert volt.



4. ábra: Az alagutak és völgyhidak elhelyezkedése az M6 Bátaszék-Véménd szakaszán

1. táblázat: A Bátaszék-Véménd szakasz alagútjainak elhelyezkedése

Alapadatok	Alagút			
	A	B	C	D
A műtárgy eleje-vége km szelvények	167+638-168+969	169+619-170+018	170+653-171+518	171+920-171+338
A műtárgy szerkezeti hossza	1 356	422	888	442
A műtárgy hossza	1 331	399	865	418
Az alagutak járatszáma	2			
Forgalmi sávok száma járatonként	2			

völgyhíd hosszai is jelentősen csökkentek. Az környezetvédelmi engedélyt kapott megoldást tájvédelmi, a mezőgazdasági kultúrák megőrzését célzó, és beruházási költségtakarékossági megfontolások egyaránt indokolták. A környezetvédelmi engedély alapján finomított és építési engedélyt kapott terv szerint a szóban forgó szakaszon négy alagút létesül (4. ábra és 1. táblázat).

3. Geológia, geotechnika

3.1 A földrajzi kistérség morfológiája

Az M6 Szekszárd és Bóly közötti ÉK-DNy-i irányban vezető szakasza Bátaszék térségében a Tolna megyei Sárközből a Geresdi-, Délbaranyai-dombság földrajzi kistáj területére ér. A térszín 148-247 m Bf magassági zónában négy patak völgyet és négy völgyközi dombhátat foglal magába. A térségben a szekszárdi borvidék értékes szőlőterületei és nagy gyümölcsültetvények találhatóak.

3.2. Az autópálya szakasz földtani sajátosságai

Az vonalszakasz dombhátakat harántoló részein, fiatal felső pleisztocén korú, laza településű, alacsony víztartalmú, átmeneti és finomszemcsés üledékeskőzet-rétegek, (talajmechanikai értelemben iszapok, homoklisztes iszapok, iszapos finom homokok és lokálisan finom homokok) a felszíntől számítva jellemzően 3-5 m vastagságban fordulnak elő. Ezt követően a felszín alatt 14-18 m-ig a fiatal lösz sorozat, alárendelten sovány közepes agyagok találhatóak. A rétegsorra általánosan a közepesen tömör állapot,

az ilyen kőzetekre jellemző átlagos nyírószilárdsági és alakváltozási tulajdonságok a jellemzők. Az ezek alatt 18-36 m között fekvő rétegekre az iszapos homokliszt, illetve homokos iszap-rétegekkel tarkított idős lösz sorozat, majd a sovány és közepes agyagok a jellemzőek, melyekben mészkonkréciók, meszes, törmelék zónák is előfordulnak. A mélységnek megfelelően az agyag rétegsor tömörödik, sodorható, kemény állapotú, javuló nyírószilárdságú. A rétegsorban jelentkező vörös színű paleoagyagok duzzadó tulajdonságúak. A pleisztocén-pliocén határt képező vörös kővér agyag 36-44 m között mutatkozott. Ez az üledék nagy kötöttségű, jó nyírószilárdságú, közel víz-záró, de szintén erősen térfogatváltozó tulajdonságú. Ez alatt már a felsőpannoniai meszes agyagrétegek következnek.

Az alagutak, kivéve az A jelűt, ezt a rétegsort nem érik el. Az A jelű alagút középső két-negyed részén az alagút ellenboltja, illetve az alagút magrése is a felsőpannoniai rétegben helyezkedik el.

Áteresztőképesség szempontjából a rétegsor átmeneti talajai rossz vízvezetőnek, a kötött rétegek közel vízzárónak tekinthetők. A rétegek között szemcsés vízadók nem fordultak elő, de azért a pleisztocén rétegsor alsó zónájától gyenge vízhozamú rétegvizes adottságok várhatók.

4. Az alagutak tervezési osztályba sorolását megalapozó forgalmi vizsgálat és a tervezési osztályba sorolás

Az alagútjáratok forgalmi tervezéséhez a sávonkénti forgalom nagyságot jármű/nap (J/nap) mértékegységben kifejezve kell a hatályos tervezési előírás szerint számításba venni. Az alagutak tervezési osztályba sorolásához a forgalom fejlődésének nagytávlatú (2030) ismerete szükséges azért, hogy az alagutak nagytávlatú tervezési osztályát is meg tudjuk becsülni, hiszen az alagút nem olyan műtárgy, aminek szélesítése, vagy alapvető szerkezeti és felszerelési bővítése könnyen megoldható lenne.

Az M6 szóban forgó szakaszára készített forgalmi vizsgálatok igazolták, hogy a sávonkénti forgalom nagyságát a vizsgált szakasz tervezett megnyitásának évében (2008) 2000 J/nap/sáv körül lesz és 2030-ban is minden bizonnyal 4500 J/nap/sáv érték alatt marad.

A forgalmi vizsgálat alapján a forgalomba helyezéskor két-két járat, járatonként két egyirányú forgalmat lebonyolító forgalmi sávval üzembe lépő négy alagutat a 2. táblázat szerint soroltuk be a tervezési osztályokba. Látható, hogy még 2030-ra sem kerül egyik alagút sem olyan forgalmi terhelés alá, ami miatt az I. tervezési osztály felszereltségének későbbi kiépítési lehetőségeit már a forgalomba helyezés évre 2. táblázat: Az alagutak tervezési osztályba sorolása

Év	Forgalmi osztálykód [J/nap/f. sáv]	Alagút			
		A	B	C	D
		1 331 m	399 m	865 m	418 m
Tervezési osztály					
2007	500-2000	III.	V.	IV.	V.
2015	2000-4500	II.		III.	
2018	2000-4500	II.		III.	
2022	2000-4500	II.		III.	
2030	2000-4500	II.		III.	

3. táblázat: Az alagutak tervezési paramétereit

Paraméter	Alagút																																																
	A	B	C	D																																													
vízszintes helyzet szelvény szerint	167+638-168+969	169+619-170+018	170+658-171+518	171+920-172+338																																													
hossz [m]	1 331	399	865	418																																													
tervezési sebesség [km/h]	100	120	120	120																																													
engedélyezett sebesség [km/h]	90	90	90	90																																													
ívviszonyok	R=2000 m, balív	R=3500 m, jobbív	egyenes	egyenes																																													
járatszám	2	2	2	2																																													
leállóöblök száma járatonként	1	-	-	-																																													
vészátjárók száma	3	-	2	-																																													
a forgalmi sávok száma járatonként [db]	2	2	2	2																																													
a forgalmi sáv szélessége [m]	3,5	3,5	3,5	3,5																																													
az oldalsó zárósv szélessége [m]	0,5	0,5	0,5	0,5 </tr <tr> <td>az útpálya szélessége [m]</td> <td>8,0</td> <td>8,0</td> <td>8,0</td> <td>8,0</td> </tr> <tr> <td>az útpálya oldalesése [%]</td> <td>3,0</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>a forgalmi úrszelvény túlnyúlása a kiemelt szegély felett [m]</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>kezelőjárdák szélessége a járószinten [m]</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>szegélymagasság [m]</td> <td>0,24</td> <td>0,24</td> <td>0,24</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>a járda úrszelvény szélessége 0,75-1,75 m-ig [m]</td> <td>0,75</td> <td>0,75</td> <td>0,75</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>a kezelőjárda úrszelvényének magassága [m]</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>az átbocsátható legnagyobb járműmagasság [m]</td> <td>4,5</td> <td>4,5</td> <td>4,5</td> <td>4,5</td> </tr> <tr> <td>a forgalmi úrszelvény magassága [m]</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> </tr>	az útpálya szélessége [m]	8,0	8,0	8,0	8,0	az útpálya oldalesése [%]	3,0	2,5	2,5	2,5	a forgalmi úrszelvény túlnyúlása a kiemelt szegély felett [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	kezelőjárdák szélessége a járószinten [m]	0,5	0,5	0,5	0,5	szegélymagasság [m]	0,24	0,24	0,24	0,24	a járda úrszelvény szélessége 0,75-1,75 m-ig [m]	0,75	0,75	0,75	0,75	a kezelőjárda úrszelvényének magassága [m]	2,5	2,5	2,5	2,5	az átbocsátható legnagyobb járműmagasság [m]	4,5	4,5	4,5	4,5	a forgalmi úrszelvény magassága [m]	5,0	5,0	5,0	5,0
az útpálya szélessége [m]	8,0	8,0	8,0	8,0																																													
az útpálya oldalesése [%]	3,0	2,5	2,5	2,5																																													
a forgalmi úrszelvény túlnyúlása a kiemelt szegély felett [m]	0,25	0,25	0,25	0,25																																													
kezelőjárdák szélessége a járószinten [m]	0,5	0,5	0,5	0,5																																													
szegélymagasság [m]	0,24	0,24	0,24	0,24																																													
a járda úrszelvény szélessége 0,75-1,75 m-ig [m]	0,75	0,75	0,75	0,75																																													
a kezelőjárda úrszelvényének magassága [m]	2,5	2,5	2,5	2,5																																													
az átbocsátható legnagyobb járműmagasság [m]	4,5	4,5	4,5	4,5																																													
a forgalmi úrszelvény magassága [m]	5,0	5,0	5,0	5,0																																													

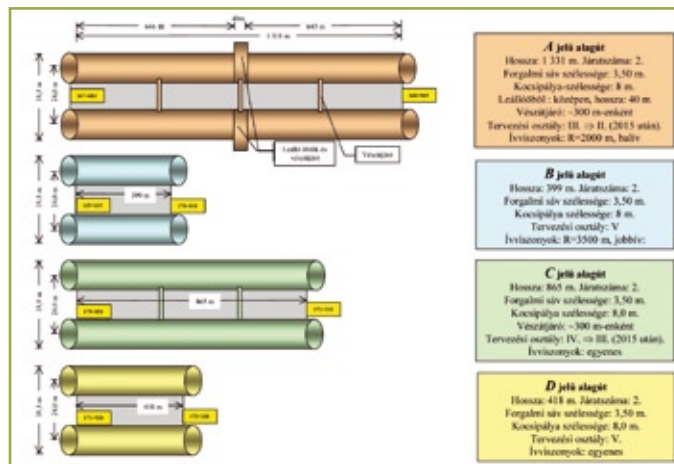
meg kellene teremteni. Az alagutak tervezési osztály szerinti jóváhagyott paramétereit a 3. táblázat foglalja össze.

5. Az alagutak elhelyezkedése, jellemző méreteik

Az alagutak elvi kialakítását és hossz-méreteit az 5. ábra, mindkét járatot feltüntető általános mintakeresztelvényüket az A jelű alagút példáján a 6. ábra tünteti fel.

6. A javasolt építési módszer

A szóban forgó vonalszakasz építésföldtani adottságainak ismeretében az alagutak megépítését zárt, avagy bányászati módszerrel terveztük meg mindazonokon a szakaszokon, ahol ezt a közettakarás lehetővé teszi. Ahol ez a feltétel nem teljesül, ott nyitott módszer alkalmazását terveztük, a zárt módszerrel épülő szakasz keresztmetszeti elrendezését lényegében megtartva. A zárt, vagy bányászati mód-



5. ábra: Az M6 Bátaszék-Véménd szakaszára tervezett alagutak sémái

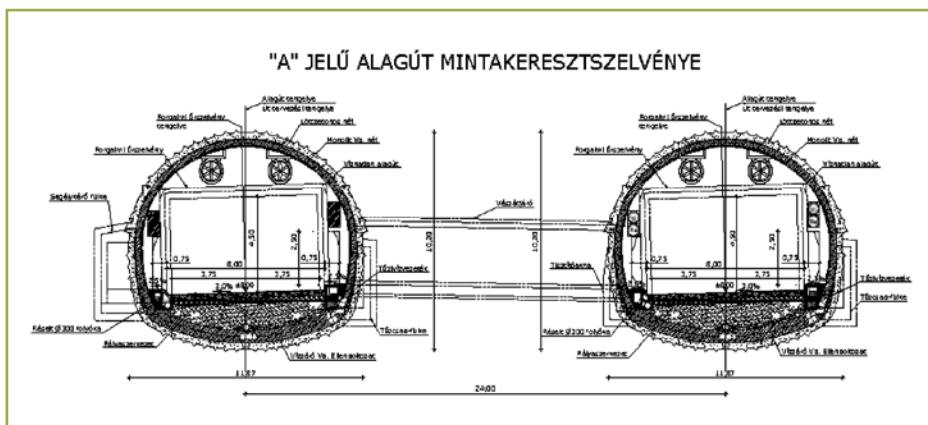
szerű építéshez az új osztrák alagútépítési módszert (NÖT, más elnevezéssel lövelltbetonos eljárás), javasoltuk, amely a legkülönbözőbb kőzetek (köztük laza, üledékes kőzetek, talajok) között is bizonyította alkalmazhatóságát. Az alagútjárat állékonyságát veszélyeztető mértékű deformációk kialakulásának lehetőségét a gyors gyűrűzárást eredményező fejtési és ideiglenes biztosítási szakaszolás alkalmazásával javasoltuk megakadályozni. A nyitott szakaszok befogadására az előbevigasztások szolgálnak. Ezek hossza az alagútjárat elején és végén az alagútjárat szerkezeti kezdetétől illetve végétől mérve addig tart, amíg az alagútszerkezet felett már a zárt módszer biztonságos alkalmazásához mérten elegendő vastagságú fedőréteg van.

7. Szerkezeti méretezés és a szerkezetek építési mód szerinti kialakítás

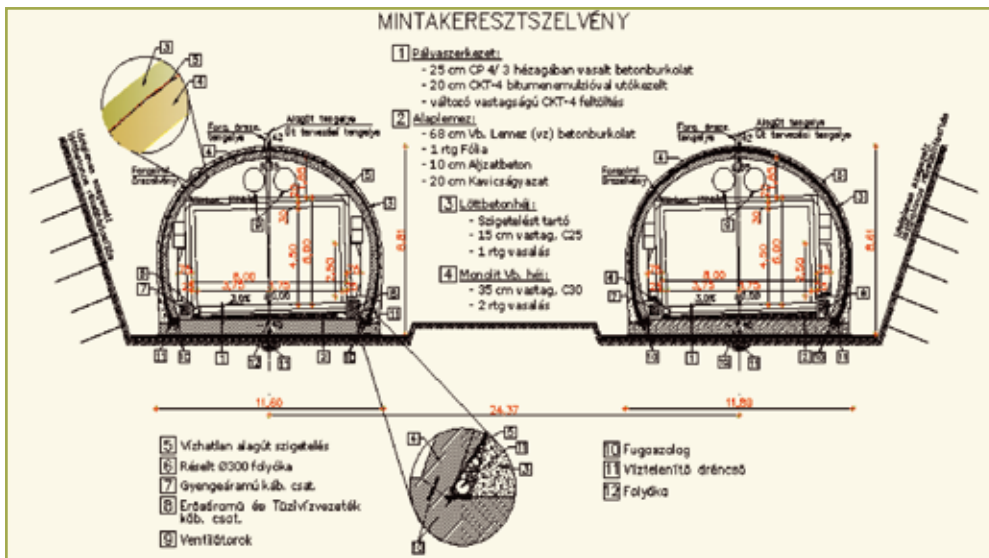
A nyitott módszerrel építeni tervezett járat-hosszokon a szerkezetek rugalmasan ágyazott sík alaplemezt és vasbeton boltozatának falazatát az AXIS VM-7 végelelemes számítási programmal méreteztük. A zárt építési módú alagút-keresztmetszetek modellezéséhez, igénybevételeinek és deformációinak számításához a „Sofistic-FIDES” végelelemes számítási programcsomagot használtuk. A független szakértővel is ellenőrzött számítások alapján, a 7. és 8. ábrákon látható jellemző szerkezeti méretek adódtak.

7.1.A nyitott építési módú szakaszok szerkezete

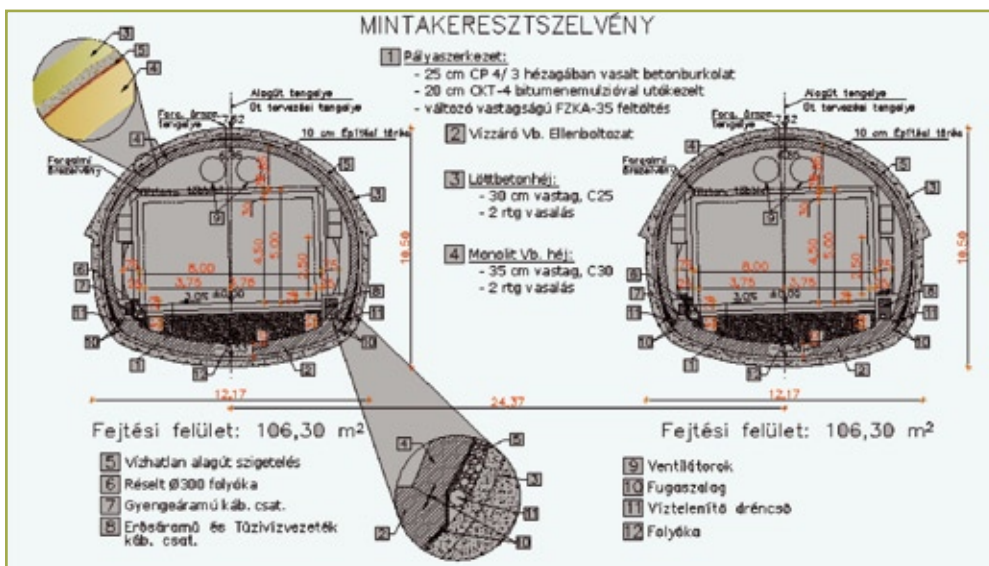
A bevágás tömörített földmunkatükrére épített 15 cm vastag kavicságyazatra aljzatbeton, majd egy réteg technológiai fóliaterítés kerül. Erre épül az alagútjárat 68 cm vastag, C 30 minőségű vízzáró betonból készülő vasbeton alaplemeze.



6. ábra: Az A jelű alagút általános mintakeresztelvénye



7. ábra: Nyitott építési mód általános mintakeresztmetszelve



8. ábra: Az A jelű alagút zárt építési módú szakaszának általános mintakeresztmetszelve

Az alaplemezhez nyomatékíróan csatlakozik az alagútjárát 35 cm vastag, C30-as minőségű, tűz-, fagy- és sóálló vasbeton boltozata. Az íves vasbeton falazatot víznyomás elleni szigetelő fólia burkolja. A vízáró alaplemez és a szigetelő fólia vízáró kapcsolatát az alaplemezbe annak betonozásakor beépített és a fóliához folytatódóan csatlakoztatott fugaszalag biztosítja. A falazat szigetelése felett geotextilre rögzített szivárgólemez vezet le a felülről szivárgó vizeket az alaplemezre elhelyezett drénecsővekbe. Az alagút falazat külső záró rétege 15 cm vastagságú C12 minőségű löveltbeton szigetelést védő héj.

7.2. A zárt építési módú szakaszok tervezett szerkezete

A folyó alagútjárát ideiglenes biztosításul két rétegben elkészített 20-35 cm vastagságú, betonacélból készült háromvív rácsos tartóval és kettős betonacélháló vasalással erősített, C25 minőségű löveltbeton falazat szolgál. Erre a héjra kell felerősíteni az átszivárgó vizek elvezetését szolgáló geotextíla erősített szivárgólemez, majd a talajvíznyomás ellen szigetelő műanyag fóliát. Az alagút végleges tartószerkezete a szigetelésen belül elkészül, C30-as minőségű, tűz-, só- és fagyálló 35 cm vastag vasbeton falazat. A szigetelt falazat átmenő vasalással nyomatékíróan csatlakozik a 60 cm vastagságú,

ugyancsak C30-as minőségű vízáró vasbeton ellenboltozathoz. A szigetelt vasbetonhéj és a vízáró vasbeton-ellenboltozat vízáró csatlakozását megfelelő teherbírási fugaszalag biztosítja.

7.3. Alagútjárát kapuzatok

Az alagútjárát kapuzataiban a vasbeton belső szerkezetet szigetelő és védő rétegeivel együtt a kapcsolódó rézsűfelületekkel egyező 1:2 dőléssel kialakított vasbeton bütös felülettel terveztük kialakítani. A tájba illesztés szempontjait követő homlokrézsű felületeket füvesítéssel, megfelelő növényzet telepítésével, a természetes környezet eredeti állapotához hasonlóvá téve javoltuk kialakítani. A kapuzatokat burkolt övarkok veszik körül, amelyek az autópályaszakasz csatlakozó bevágási szakaszai felszíni vízvezetési rendszeréhez csatlakoznak.

7.4. Az alagutak útpályaszerkezetei

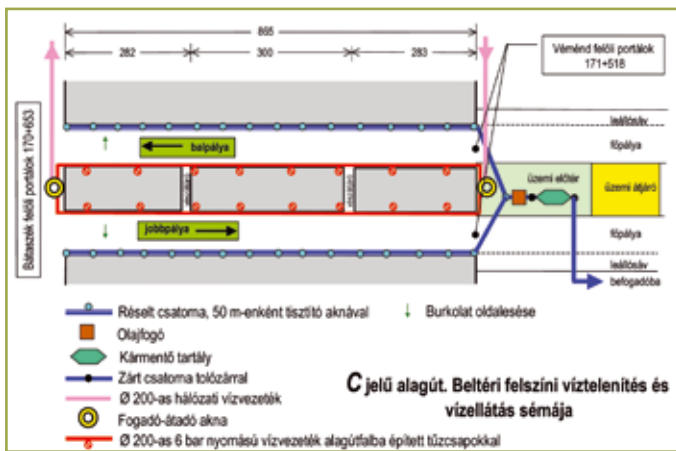
Az alagutakban a tűzbiztonság és a tűzállóság követelményei miatt hézagaiban vasalt betonburkolatú merev útpályaszerkezetet terveztünk. Ezek az autópályává fejleszthető autópályák nagymerev pályaszerkezetéhez dilatációval csatlakoznak. Az alagutak üzemi előtereire aszfaltburkolatú parkoló felületeket kapnak

7.5. Az alagutak beltéri felszíni víztelenítése

Az alagútjárátok pályafelületére jutó vizek vagy folyadékok elnyelésére és elvezetésére az útpálya mélyvonalában, a kiemelt szegély mentén vezetett, oldalbeömlős, résejt, szifonos, tűzbiztos csatorna szolgál. Ennek kerekén 50 m-enként olyan tisztítóaknáik vannak, amelyek kizárólag a tisztítóeszközök bevezetésre valók és nincsenek a folyásfenék alá nyúló részei abból a megfontolásból, hogy ebben a csatornában nem lehet pangó folyadék. A szegélycsatorna az alagútjárát kijáratában olajfogó, műtárgyon keresztül kapcsolódik az autópályát víztelenítő rendszeréhez.

Az alagútjárátokban bekövetkezhetnek olyan balesetek, amik következményeként folyékony vegyi anyagok, vagy tűzoltó vegyszerekkel erősen telített tűzoltóvíz jutnak a burkolatra és onnan a szegélycsatornába. Az alagutak mosással történő tisztítása során keletkező szennyvíz tartalmazhat veszélyes anyagokat. Az ilyen folyadékok és szennyvizek elfogásra szolgálnak az alagutak műszaki előterében elhelye-

zett kármentő műtárgyak. Ezekből a veszélyes folyadékokat tartálykocsikkal a megsemmisítés helyére lehet szállítani. A kármentő és olajfogó csoport az alagút folyásirány szerinti kapuzata előtt kialakított üzemi előtérben van elhelyezve, ahol azt az üzemeltető járművek a forgalom zavarása nélkül megközelíthetik (9. ábra).



9. ábra: Az alagutak beltéri felszíni vízelvezetési rendszere és vízellátása

8. Az alagutakon kívüli építmények

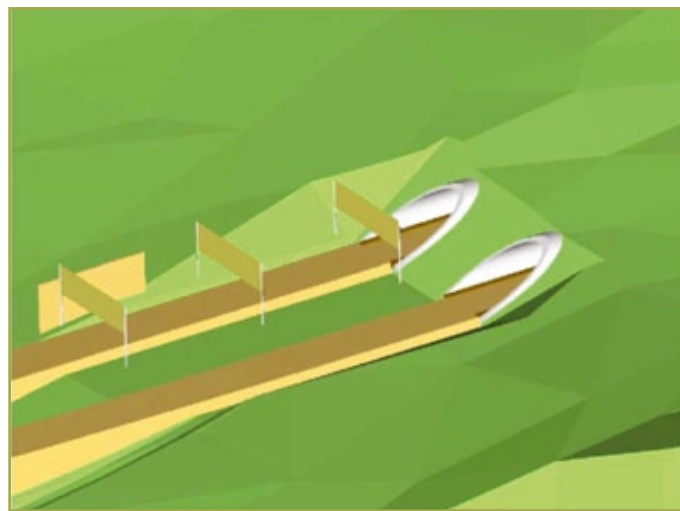
Ezek az energia központok és az árnyékoló előépítmények (4 táblázat). Ez utóbbiak az alagútból kilépő járművek vezetőinek elvakítását akadályozzák meg, amely jelenség bizonyos évszakokban a Nap bizonyos állásainál következhet be tiszta égbolt esetén. Ezeket az időszakokat a terv meghatározta és javaslatot tett a kiépítendő árnyékoló szerkezetekre (10. ábra) azzal, hogy azok végleges méretezésére és elhelyezésére az alagutak üzembe helyezése után elvégzendő mérések után kerüljön sor.

9. Az alagutak felszereltsége és üzemi berendezései

A tervezési osztályba sorolás alapján az alagutak biztonságos üzeméhez tartozó felszereltségének listáját az 5. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat Alagúton kívüli építmények

Berendezés	Alagút							
	A		B		C		D	
	eleje	vége	eleje	vége	eleje	vége	eleje	vége
Támfalak	nincsenek							
Alagútjáratok kapuzatai között elhelyezett energiaközpontok az 1. és 2. oldali energia betáplálásához	igen	igen				igen		
Vízvezetés műtárgyai (olaj- és iszapfogó és kármentő) az alagutak műszaki előtérben	igen			igen		igen	igen	
Vízvezeték fogadó aknái		igen		igen		igen		igen
Vízvezeték átadó aknái			igen		igen		igen	
Külséri tűzcsapok kapuzatonként az alagutak műszaki előtérben	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
Árnyékoló előépítmény	igen				igen	igen		igen



10. ábra: Az árnyékoló előépítmény jellegvázlata

9.1. Az alagutak forgalmi üzemmódjai, forgalomtechnikai berendezései

Mint előzőekben már láttuk, a bátaszéki és a vémei csomópont közötti 10,4 km hosszú autópályaszakaszon az alagutak három olyan völgyhíd társaságában helyezkednek el, amelyeken nincs leállósáv. E körülményre tekintettel a Megrendelő (Nemzeti Autópálya Zrt) – a jövőendő Közútkezelővel (Állami Autópályakezelő Zrt) egyetértésben – a szóban forgó szakaszt egy forgalomtechnikai egységnek tekintette, és ezen a megengedett sebességet 90 km/óránban határozta meg. Ebben a rendszerben az alagutak és völgyhidak forgalmi üzemmódjai a következők:

- Rendeltetésszerű üzem. Ebben az esetben az alagút mindkét járata forgalomképes és azokban a menetirány szerint egy irányba, két forgalmi sávon, az engedélyezett sebességgel bonyolódik le a forgalom.
- Üzemeltetési okok miatti rendkívüli üzemből az alagút forgalmi üzeme járatonként, vagy forgalmi sávonként akkor korlátozott módú, ha járatainak bármelyikét, de egy időben csak az egyiket, vagy annak egy forgalmi sávját, esetleg mindkét járat egy-egy forgalmi sávját az alagútjárat bármely beépített üzemeltetési rendszerének a forgalom biztonságos lebonyolítását befolyásoló hibája, avagy személyi sérüléssel nem járó közúti baleset, vagy karbantartási munkák miatt átmenetileg el kell zárni.
- Súlyos közúti baleset miatti rendkívüli üzem elrendelésére akkor kerül sor, ha bármelyik alagútjáratban személyi sérüléssel járó, nem tömeges és nem fatális baleset következett be, amely következményeinek felszámolásához elegendő az autópálya rendőrség, a mentők, esetleg a tűzoltók, és az illetékes üzemtechnikusok együttműködése. Ilyenkor csak az érintett alagútjáratot kell a forgalomból átmenetileg kizárni és az intakt másik alagútjárat, szembeforgalmi üzemmódra átállítva bonyolítja le a forgalmat addig, amíg az érintett alagútjárat ismét forgalomba helyezhető, visszaállítva ezzel a rendeltetésszerű üzemmódot.

– Szükségállapotú üzemet akkor rendel el a forgalomirányításért felelős ügyeletes szolgálatvezető, ha bármelyik

5. táblázat Az alagutak felszereltsége

Szolgáltatás	Berendezés	Alagút			
		A	B	C	D
Világítás	Állandó világítás	igen			
	Vészvilágítás				
	Energiaellátás				
Kommunikáció	Segélykérő telefon	igen			
	Rádiószolgáltatás				
Forgalomirányítás	Zárt láncú televízió (CCTV)	igen			
	Változtatható képű jelzések				
	Alagútlezáró berendezés	igen, jelzőlámpás			
	Magassági kapu	az alagútcsoport elején és végén			
	Irányító központ (az alagútcsoport számára közös)	igen			
Eseményérzékelés	Forgalom nagyságát, a járművek sebességét és fajtáját mérő hurokdetektor a burkolatba építve a kapuzatoknál és a folyó alagútban 200-300 m-enként	igen	igen	igen	igen
	Burkolat hőmérsékletmérés a kapuzatoknál	igen	igen	igen	igen
	Tűz/füstérzékelő	igen	nem	igen	nem
Eseménykezelés	Segélykérő fülke, segélykérő telefontal, poroltóval	igen			
	Segélyhívó/vészjelző állomás				
	Szellőztetés	igen	nem	igen	nem
	Tűzcsapok	igen			
Ellenállóképesség	Hőálló szerkezetek és berendezések	igen			
Szerkezeti intézkedések	Menekülő járda	igen			
	Vészátjáró	igen	nem	igen	nem
	Leállóöböl	igen	nem	nem	nem
	Leállósáv	nem			
	Alagútbejárat előtti és alagút kijárat utáni üzemi átjáró	igen			
Tűzoltó szolgálat	Tűzoltó őrs	igen, az alagútcsoport 10 km-es körzetében			

alagútjáróban tömeges és/vagy fatális balesetnek minősülő, esetleg tüzesettel járó esemény következik be, amelynek során a sérült járműből/járművekből veszélyes anyagok is az alagútjáró burkolatára kerülnek. Az ilyen események következményeinek korlátozása és felszámolása az autópálya-rendőrségen, a mentőkön és az illetékes üzemtechnikusokon túl a tűzoltóság és/vagy a katasztrófavédelem magasabb egységeinek bevetését is igényli. Ilyenkor az intakt alagútjárót a mentés céljára kell elkülöníteni.

Az üzemmódok tipikus forgalmi rendjét az A jelű alagút példáján a 11. ábrán mutatjuk be. Az üzemmódokhoz kapcsolódóan a változtatható jelzésekű forgalmi jelzőeszközök elhelyezési elveit a 12. és 13. ábrák szemléltetik.

9.2. Az alagutak energiaellátása

Az alagút energia ellátása kétoldali betáplálású. Az első oldal: a területileg illetékes áramszolgáltató társaság 132 kV-os hálózatáról Mohácson az alagutak kiszolgálására leágaztatott saját 20 kV-os vezetékéről az A jelű alagút be- és kijáratánál és a C jelű alagút kijáratánál elhelyezett energiaközpontokban 20 kV/0,4 kV-os saját transzformátorok közbeiktatásával. A második oldalt az A és a B jelű alagutakhoz az A jelű be- és kijáratánál, a C és a D jelű alagutakhoz a C jelű alagút kijáratához elhe-

lyezett energiaközpontokba telepítet, dízelmotor meghajtású generátorok adják, amelyek az első oldali betáplálás kimaradása esetén automatikusan indulnak. A rendszer vázlatát az A és a B jelű alagutak példáján a 14. ábra szemlélteti. Mindkét rendszert kezelő főelosztók, a szünetmentes áramforrások ugyancsak az energiaközpontokban vannak.

9.3. Az alagutak világítása

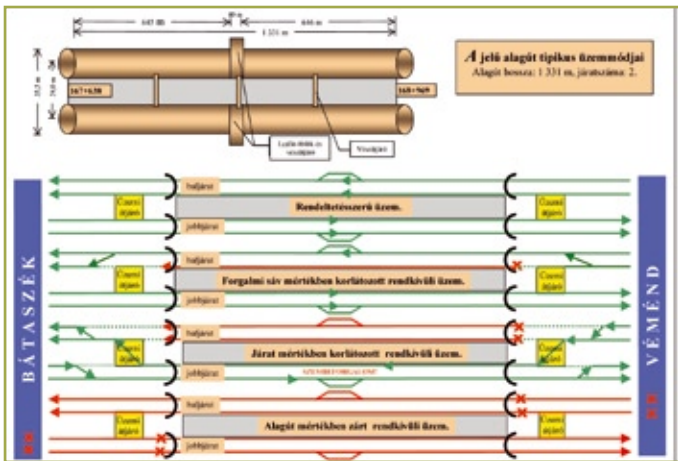
Az alagutak megvilágítása 100 km/h járműsebességre, bejárati-kijárat és általános szakaszra osztva, nappali és éjszakai üzemmódban működik. A megvilágítás sémáját a C jelű alagutak példáján a 15. ábra szemlélteti. Szükségállapotú üzem esetén a biztonsági világítást a biztonsági-energiaellátást adó energiaközpontból táplált, a járdák felett 0,5 m-el mindkét oldalon 25 m-es kiosztással elhelyezett lámpák, valamint kijáratmutató világítótestek adják, amelyek az alagútjáró falazatain 12,5 m-es kiosztással vannak a felszerelve.

9.4. Az alagutak szellőztetése

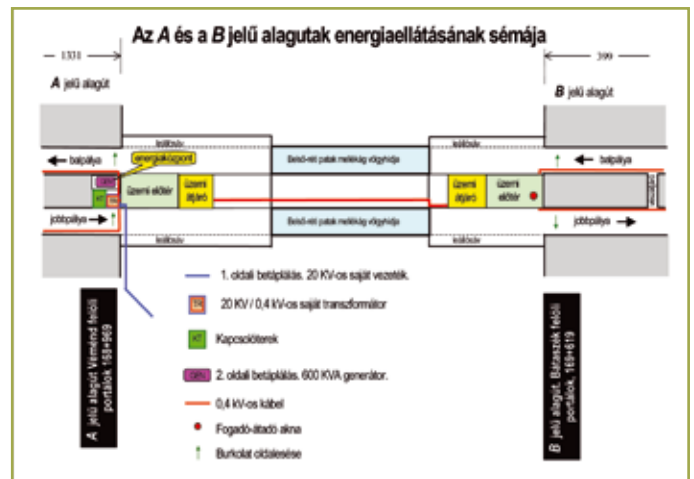
A B és D jelű alagutak hosszuk és tervezési osztályuk miatt nem igényelnek szellőztető gépeket. Az A és C jelű alagutakhoz – azok tervezési osztálya alapján – hosszarámú szellőztetési rendszert terveztünk. A rendszer az alagútjáratok rendeltetésszerű üzemi körülmények során felszabaduló káros anyagok eltávolítására, illetve a tüzet eredményező baleseti eseménykor felszabaduló hő és füstelvezetésre vannak méretezve. A ventilátorok az alagút pályák felett, szimmetrikusan vannak elhelyezve. Azok működtetése – egyenkénti működtetés lehetőségével is – az alagút irányítóközpontjából történik. Rendkívüli, vagy szükségállapotú üzem esetén a ventilátorokat a helyszínem is lehet irányítani. A szellőztetési sémájáról a C jelű alagút példáján a 16. ábra tájékoztat.

9.5. Az alagutak tűzivézellátása

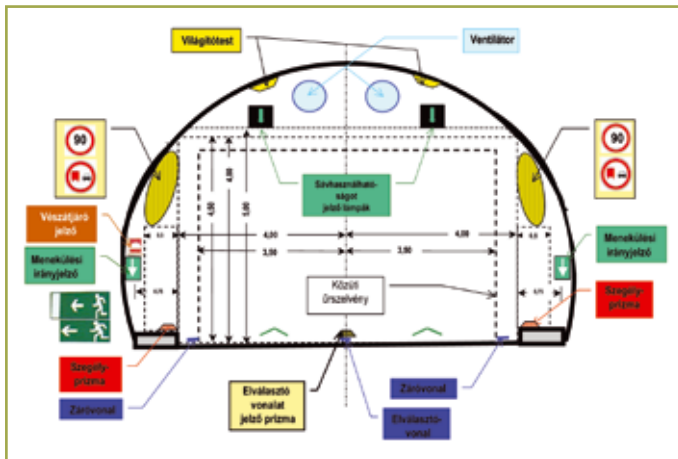
Minden alagúton áthalad a tűzoltóvizet szállító vezeték, amely az aktuális alagutakhoz a közműhálózati vízvezetékéről leágaztatott, a szükséges méretű tűzivíz tározóval és nyomásfokozóval ellátott 200-as vízvezeték egy-egy átadó aknával csatlakozik. A nyomásfokozók bármelyik a tűzcsap megnyitásakor automatikusan indulnak. Leállításuk a vízkivétel megszűntével ugyancsak automatikus. Ez a hálózat szolgáltatja az alagutak tisztításához szükséges vizet is. A vízvezeték elektromos fűtés tartja fagymentes állapotban. A vezetékre az alagutakban 100 m-enként tűzcsapok vannak szerelve, amelyek közül 600 l/perc/tűzcsap teljesítménnyel, 6 bar nyomáson, 2 db egyidejű működését kell lehetővé tenni. Az alagutak üzemi előterein elhelyezett tűzcsapokból a tűzoltóság és az alagutak tisztításához az üzemeltető vételezhet vizet. A vízellátás sémája a C jelű alagút példáján a 10. ábrán látható.



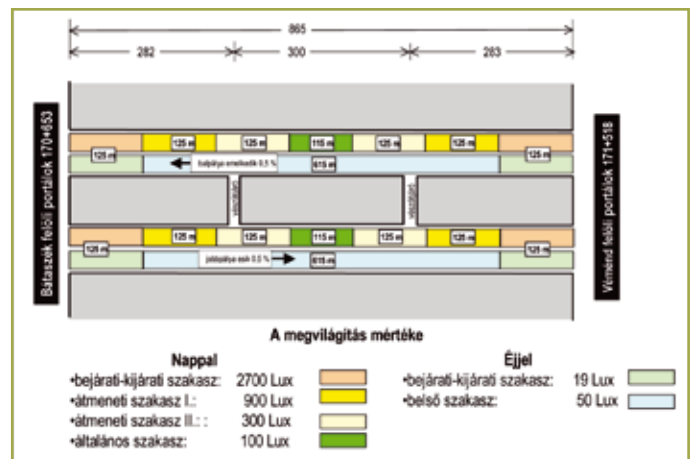
11. ábra: Az alagutak forgalmi üzemmódjai



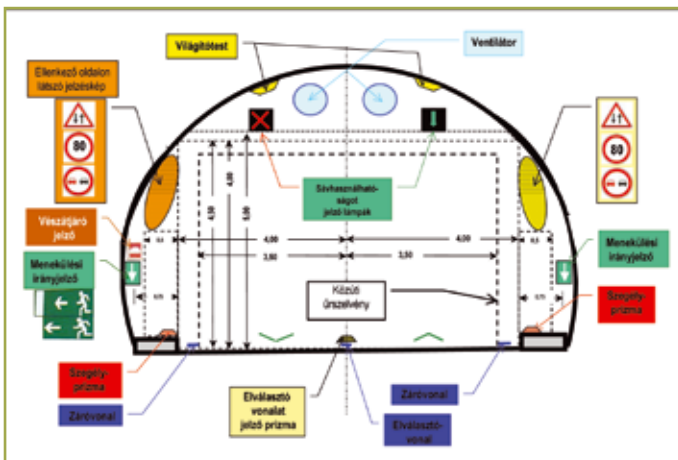
14. ábra: Alagutak energiaellátási sémája



12. ábra: Alagútjárat forgalmi jelzései rendeltetészerű üzemben



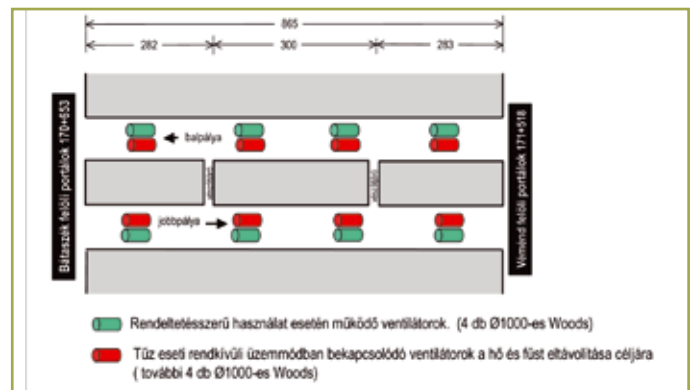
15. ábra: Alagutak megvilágítási sémája



13. ábra: Alagútjárat forgalmi jelzései rendkívüli üzemben

9.6. Az alagutak távközlési létesítményei

Az alagút üzemi hírközlő- és segélyhívó eszközei a 150 m-enként kiépített segélyhívó fülkékben lévő segélykérő telefonok és a segélykérő fülkék között 50 m-enként és az alagútjáratok be- és kijáratainál elhelyezett segélyhívó nyomógombos készülékek. A segélykérő telefonok az irányítóközpont ügyeletesével bárki által kezdeményezett párbeszéd folytatására is alkalmas eszközök. A nyomógombos készülékek csak baleset, tűz, műszaki segítségkérés jelzésére alkalmasak. Ezek a segélykérő és segélyhívó készülékek az autópálya informatikai rendszernek az alagútjáratok gyengeáramú kábelcsatornájában elhelyezett 10 x 50-es alépítményében vezetett megfelelő üvegszál kábelére lesznek kapcsolva. Az üzemi hírközlés és segélyhívás eszközei még: a közútkezelő által használt URH rádiórendsze-

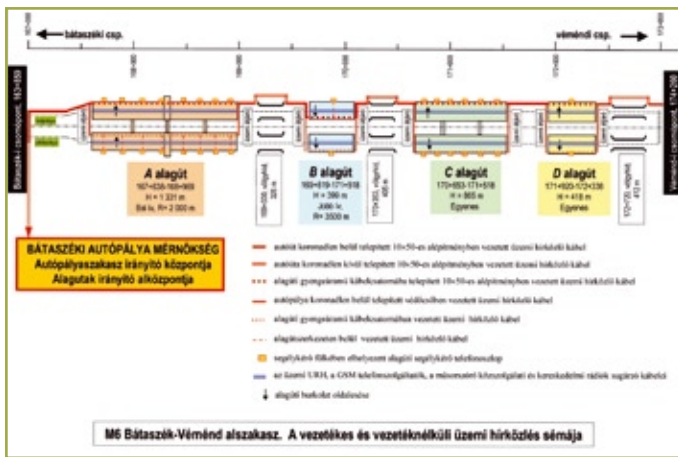


16. ábra: Alagutak hosszirányú szellőztetésének sémája

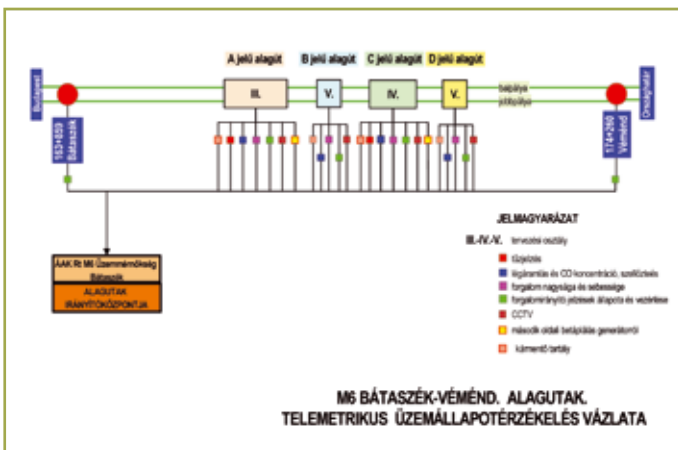
re révén teremthető kétirányú kapcsolat, illetve mobiltelefon szolgáltató révén létrehozható kétirányú kapcsolat. Mindkettő működést az alagútban vezetett megfelelő antennák teszik lehetővé. Az autópálya informatikai rendszerének részét képező alagúti hírközlési rendszer vázlatát a 17. ábra szemlélteti.

9.7. Az alagutak eseményérzékelési és telemetriai rendszerei

Az alagút üzemi állapotát az alagútjáratok útburkolatába, illetve légtérbe a falazatra telepített hőmérők, forgalomszámoló, járműosztályokat meghatározó és sebességmérő detektorok, füstérzékelők, a légáramlás sebességét és irányát, a CO koncentrációt mérő műszerek, valamint a zárt láncú TV kamerái érzékelik. Az ezek által közvetített információk az autópálya informatikai rend-



17. ábra: Alagutak hírközlési rendszereinek sémája



18. ábra: Alagutak eseményérzékelési rendszereinek sémája szerére kapcsoltan jutnak az irányító-központba (18. ábra).

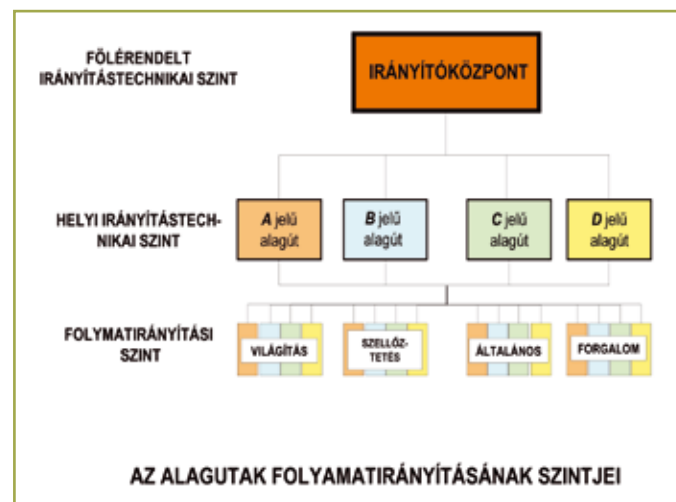
9.8. Az alagutak állapotának ellenőrzési és irányítási rendszere

Az M6 autópályává fejleszthető autót Szekszárd-Bóly szakasza komplex informatikai, kommunikációs és irányítás-technikai rendszere az üzemeltetést támogató, jövőálló megoldásokat kell, hogy alkalmazzon. Ehhez az igényhez illeszkedve – az alagutak engedélyezési tervén kívüli tervműveletben – elkészítettük a Bataszék-Véménd alszakasz komplex informatikai, kommunikációs és irányítás-technikai tervének koncepcióját azzal az igénnyel, hogy az abban rögzített elvek és megoldási javaslatok épüljenek majd be az autózszakasz megfelelő tervébe. Az alagutakról szóló javaslata több irányítási szint (19. ábra) integrált működését feltételezi. Ezek:

- Folyamatirányítási szint: az egyes alrendszereket önálló független rendszerként kezeli és azokat az irányítóközpontból vezérli, felügyeli.
- Helyi, alhálózati irányítás-technikai szint: az adott alhálózatot – a területileg hatáskörébe tartozó valamennyi alrendszer elemeivel együtt – tekinti egy egységnek és azt helyi szinten felügyeli, vezérli.
- Főlérendelt, központi felügyeleti irányítás-technikai szint: ez a teljes rendszert vezérli, felügyeli.

A koncepció kialakításakor a fenti feladatok megvalósításán túlmenően figyelembe kellett venni, hogy az alszakasz az alagutak

és a kapcsolódó völgyhidak együttese miatt kiemelten veszélyes üzemnek minősül, tehát az informatikai, kommunikációs és irányítás-technikai rendszernek ezen a szakaszon mindenképpen rendkívüli rendelkezésre állást kell garantálnia.



19. ábra: Az alagutak üzemének irányítási szintjei

10. Összefoglalás

Az M6 autópályává fejleszthető autót Szekszárd-Bóly szakasán, a bataszéki és véméendi csomópontok közötti mintegy 10 km-en a terepviszonyok, nemkülönben a vonalba eső területek szőlészeti és gyümölcskertészeti kultúrájának védelme egyaránt négy alagút tervezését indokolta, összesen kerekén 3 km hosszúságban. Az alagutak geometriai kialakítását, felszereltségét a vonatkozó magyar tervezési szabályzat előírásai határozták meg. A harántolt terepalakulatok geológiai felépítése (harmad és negyedkori üledékes kőzetek, zömében löszök) olyan, hogy az alagutak szerkezeteit a zárt építésű szakaszokon az új osztrák alagúthajtási módszernek nevezett (NÖT) alagúthajtási eljárás használatának feltételezésével lehetett megtervezni, míg a nyitott szakaszokon a biztosított meredek rézsűkkel kiemelt előbe-
vágásokban épülhetnek a zárt építésű szakaszoknak megfelelő forgalmi keresztmetszeti méretű alagútszerkezetek. A tervezési munkára jellemző, hogy ilyen méretű és egységes rendszerben üzemeltetni előírt alagútegyüttes megtervezésére Magyarországon elsőként került sor, amit az ALAGÚTTERV Kft. a gyorsforgalmi útszakasz generáltervezőjének az UNITEF'83 Zrt-nek szaktervezőjeként teljesített. A tervezést irányító ALAGÚTTERV Kft. megbízásából a CONSULTANT Mérnöki Iroda Kft. (alvállalkozói: Enco Mérnöki Iroda Kft., Piroplán Kft. és VA-IQ Kft.), az ORKA Kft. és a Fábíán és Fábíán Kft. működtek közre. Az alagutak tervezésénél felhasznált mérnökgeológiai és geotechnikai szakvéleményeket és adatszolgáltatásokat a GEOPLAN Kft. készítette. A szóban forgó tervezett gyorsforgalmi útszakasz, a négy alagúttal együtt 2006. március 14-én megkapta az építési engedélyt.