Veszprémi László

Digitálisan aláírta: Veszprémi László
Dátum: 2026.09.02 08:11:58 +02'00'

ALAGÚT, ÁLLOMÁS ÉPÍTÉS, EGYÉB ÉPÍTMÉNYEK

Metró Nemzeti Előírás

2. SZÁMÚ MELLÉKLETE

Dokumentum száma: VME-70-01-NE-2026/1-v.1.0

Készítette a VMB VEM (Városi-, Elővárosi és Multiszegmensű Vasúti) Albizottság Metró Szakbizottsága

1119 Budapest Than Károly u. 3-5.
1518 Budapest, Pf.:107
vmb@kti.hu
+36 1 371 5873
www.vmb.kti.hu

Közlekedéstudományi és Építésügyi Minőségellenőrző Intézet

Tartalomjegyzék

2. Alagút, állomás építés, egyéb építmények 5
2.1. Bevezetés 5
2.2. Tervek, tervezés 5
2.2.1. A tervezés előmunkálatai, adatbeszerzés 5
2.2.2. A tervezés alapelve 5
2.2.2.1. A tervezés általános folyamata 6
2.3. Nyomvonal, méretek 7
2.3.1. Általános előírások 7
2.3.2. Létesítési szempontok 7
2.3.3. A főbb műszaki jellemzők 8
2.3.4. Az állomások és felszíni kapcsolataik 8
2.3.4.1. Bejárati csarnok 9
2.3.4.2. Mozgólépcső alagutak, lejtős aknák 9
2.3.4.3. Vonali és állomási főszellőző 10
2.3.4.4. Gépészeti aknák és összeköttetéseket szolgáló építmények 11
2.3.4.5. Földelési rendszerek kialakítása 11
2.3.4.6. Kábel nyomvonalak kialakítása 12
2.3.5. A vízszintes és magassági vonalvezetés 13
2.3.6. Űrszelvény, építési szelvények 14
2.3.7. Építmények osztályozása 14
2.3.7.1. Mély- és magasépítési szerkezetek 15
2.3.7.2. Alagútszerkezetek 15
2.3.7.3. Réselt és egyéb műtárgyak 15
2.3.8. Az építményekre ható terhelések 16
2.3.8.1. Alagútszerkezetekre ható terhelések 16
2.4. Alagútszerkezetek tervezése, építési technológiák 17
2.4.1. Geotechnikai feltárások 17
2.4.2. Geotechnikai adatok szikla kőzet esetén 18
2.4.3. Geotechnikai adatok talajok esetén 19
2.4.4. Vizsgálati eredmények kiértékelése és dokumentálása 20
2.4.4.1. A méretezés 20
2.4.4.2. Építési technológiák 20
2.4.4.3. Helyszíni műszeres megfigyelések, felszíni hatások vizsgálata 22

2.4.4.4. Felszíni hatások 22
2.5. Meglévő alagút és műtárgyak átépíthetőségének tervezése vonal hosszabbítás esetén. . 23
2.5.1. Meglévő peronhossz és alagút szelvény bővítés tervezése az üzemelő szakaszokra 23
2.5.2. Állomás szerkezetek bővítése 24
2.5.2.1. Az állomások meghosszabbítása 24
2.5.2.2. Lépcsőkijáratok kapacitásának bővítése, liftek 24
2.6. Vízszigetelő, vízelvezető rendszerek tervezése 25
2.6.1. Kéreg, mélyvezetésű vasutak alagútjainak vízelvezetése és csatornázása 26
2.6.2. Összekötő alagutak és keresztező műtárgyak vízelvezető rendszere 26
2.6.3. Állomási szerkezetek szivárgó vízelvezetése 27
2.6.4. Alagúti szakaszok víztelenítése 27
2.6.5. Életmentő árok 28
2.6.6. Csurgalékvíz mennyiség mérő helyek kialakítása 29
2.7. Utasforgalmi létesítmények 29
2.7.1. Utastájékoztató rendszer elemek (UTR) 30
2.7.2. Egységes tárgy rendszer, állomási bútorok, perontárgyak 30
2.7.3. Egységes burkolatok, ... 32
2.7.3.1. Műtárgyak karbantarthatóságának, javíthatóságának tervezése 32
2.7.4. Bejáratok, peronzárak, peronélek, biztonsági sáv kialakítása 32
2.7.4.1. Bejáratok- portálkapu 32
2.7.4.2. Peronzár 33
2.7.4.3. Peronél és biztonsági sáv 33
2.7.4.4. Padlóburkolatok 34
2.7.4.5. Esélyegyenlőséggel kapcsolatos követelmények 34
2.7.4.6. Taktilis jelek kialakításhoz alkalmazott általános elvek 35
2.7.4.7. Peron - jármű ajtóél hézagkitöltő (PGF) elem telepítése 38
2.7.5. Szolgálati peronok, kezelőjárdák, szolgálati járdák, menekülő járdák 39
2.7.6. Perontetők elhelyezése 42
2.7.7. Tűzvédelmi rendszer elemek, tűzszakaszok kiképzése 42
2.7.8. Járműtelep, járműüzemeltetés létesítményei 43
2.7.9. A helyhez kötött műszaki berendezések fenntartó bázisai 43
2.7.10. Szociális építmények 44
2.7.11. Egyéb létesítmények 44
2.8. Alkalmazandó jogszabályok, szabványok 46
2.8.1. Alkalmazandó jogszabályok 46

2.8.2. Alkalmazandó szabványok..... 47

2. Alagút, állomás építés, egyéb építmények

2.1. Bevezetés

Jelen fejezet a metró, valamint a Millfav vonalak alagút, állomási építés és egyéb építmények létesítésével, rekonstrukciójával kapcsolatos előírásokat tartalmazza, figyelembe véve egyéb infrastruktúrák telepítési üzemeltetési és használati igényeit.
Jelen fejezetben szereplő tervezési munkák során figyelemmel kell lenni a metró, Millfav összes infrastruktúrájára, azok együttműködésére, ezen felül az utasterek állapotára, az utazási igények kielégítésére, esztétikai követelményeknek való megfelelésre. Az építmények méreteinek és állékonyságának a járművek, a forgalom és az infrastruktúra igényeit ki kell elégíteni, figyelembe kell venni a meghosszabbításra kerülő szakasz infrastruktúrájának (pálya, áramellátás, mozgólépcsők, vasúti biztosító berendezések, épületgépészeti rendszerek stb.) kialakítását, vagy átalakításának szükségességét.

2.2. Tervek, tervezés

2.2.1. A tervezés előmunkálatai, adatbeszerzés

Alagutak és föld alatti terek tervezése csak geodéziai, hidrológiai, geotechnikai és nyilvántartási adatok (pl. helyszínrajzok, fejlesztési és rendezési tervek) birtokában kezdhető meg. A tervezési folyamat során figyelembe kell venni a különböző léptékű területrendezési és településrendezési tervek vasútra és egyéb létesítményekre vonatkozó előírásait.
A felszín alatti vizek – különösen a karsztvíz – kiemelt jelentőséggel bírnak a földalatti terek tervezése során, a nagy vízvezető képességgel és változatos üregrendszerrel rendelkező kőzetekben való vonalvezetést lehetőleg kerülni kell, a vonalvezetést lehetőleg nagyrészt vízzáró rétekbe (kék márga) vagy az alá kell tervezni. A karsztvíz szintjének ingadozása, áramlási viszonyai és nyomásviszonyai jelentős hatással lehetnek az alagutak, mélygarázsok és egyéb földalatti létesítmények állékonyságára és vízzáróságára. A tervezés során ezért elengedhetetlen a részletes hidrogeológiai feltárás, a víznyomásból eredő terhelések figyelembevétele, valamint a megfelelő szigetelési és víztelenítési megoldások alkalmazása, annak érdekében, hogy elkerülhetők legyenek a beázások, talajkimosódások és szerkezeti károsodások. A tanulmányterv készítése során nyilvántartási térképek és topográfiai alapadatok alkalmazása szükséges, a változások feltüntetésével.
Az engedélyezési tervhez jellemző helyszíneken mérésekkel kiegészített alaptérkép szükséges.
A kiviteli tervdokumentációhoz kizárólag két évnél nem régebbi, részletes geodéziai felmérésen alapuló adatok használhatók fel.

2.2.2. A tervezés alapelve

A terveket olyan vezető Tervező, Tervező Mérnök kell készítse, akik engedéllyel rendelkeznek, és be vannak jegyezve a Magyar Mérnöki Kamara Mérnökökre vonatkozó nyilvántartásában, mélyépítési és/ vagy szerkezeti területen, a hatályos rendeletek szerint.

Az alagútszerkezetek és műtárgyak tervezésének
- a kőzetkörnyezet geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai adatain,
- az alagút ill. műtárgyak fejtéstechnológiai és építéstechnológiai módszerein

- a szerkezeti anyagok tartós teherbírási tulajdonságain és
- a felszín alakváltozásának elemzésén

kell alapulnia, figyelembe véve a tényezők kölcsönhatását, s a megvalósítás egyéb követelményeit is (költségek, határidő).

A tervekenek meg kell felelni a tervezési célkitűzéseknek, melyeket a tervezés megkezdése előtt le kell fektetni. Az építmények legyenek:

- biztonságosak,
- megfelelően teherbíróak,
- gazdaságosan megvalósíthatók
- alacsony üzemeltetési és karbantartási költségűek, túlnyomó részt nem karbantartandó részekkel megvalósítva
- feleljenek meg annak a célnak amire készültek,
- az építmény egységek, technológiaia egységek közötti összefüggések figyelembevételével legyenek megtervezve,
- az összefüggések a rendszerek összességének specifikus megjelenítésével már a tervezési fázisban jelenjenek meg.

A tartósság tervezésnél a fő szerkezetek élettartama 100 év legyen, az ehhez karbantartandó, ciklusosan vizsgálandó részeket külön ki kell jelölni, minden karbantartási és vizsgálati előírás gyakorlati elvégezhetőségéről gonskodni kell. A főszerkezetnek ellent kell állnia a talaj és a talajvíz által kifejtett bármi nemű hatásnak.

2.2.2.1. A tervezés általános folyamata

Metró alagutak és műtárgyak szerkezeteinek tervezéséhez a következő alapdokumentációknak kell rendelkezésre állnia:

- geológiai szakvélemény (szakirodalmi adatokra, geofizikai és geológiai feltárásokra alapozva),
- hidrogeológiai szakvélemény (szakirodalmi adatokra, helyszíni mintavételre és laboratóriumi vizsgálatokra alapozva),
- geotechnikai szakvélemény (helyszíni feltárásokra, esetleg helyszíni mérésekre, valamint laboratóriumi vizsgálatokra alapozva).

Az alapdokumentációk mellett ismerni kell a vasútüzem és mozgólépcsőüzem követelményeit, melyek elsődlegesen meghatározzák a metró műtárgyainak belső méreteit (űrszelvény, peron-szélesség, peronhossz, üzemi helyiségek méretei stb.).

A tervezés során az engedélyezési tervdokumentáción kívül a következő dokumentációkat kell elkészíteni:

- Ideiglenes vízelvezetés,
- Földfejtési, illetve alagútépítési módszer a különféle talajszelvényeknek megfelelően (beleértve a hajtási sebességet, építési sorrendet, homlokbiztosítást, lőttbeton technológiát).
- Résfalas műtárgy építési fázisai,
- Az alagútban végzendő helyszíni mérések, „in situ” megfigyelések programja,
- A fejtés alatti és utáni „in situ” mérések eredményei.

A projektet végigkísérően épület- és építményállapot-rögzítési geodéziai protokollt kell létre hozni. Ennek célja a kivitelezést megelőző, az alatti és az azt követő állapot objektív, mérhető és visszakövethető dokumentálása. A protokoll meghatározza a kiinduló állapotfelmérés módszereit (például nagy pontosságú szintezés, tachimetrikus mérés, GNSS-technológia, 3D lézerszkennelés), a

mérési hálózat kialakítását, a kontrollpontok stabilizálását, valamint a rendszeres monitoring ütemezését. Rögzíti továbbá az elmozdulási és süllyedési határértékeket, az adatfeldolgozás és -archiválás rendjét, illetve a jelentési kötelezettségeket. Az egységes geodéziai eljárásrend biztosítja, hogy: egyrészt az esetleges alakváltozások, repedések vagy süllyedések időben felismerhetők és műszakilag értékelhetők legyenek, ezáltal csökkentve a kivitelezésből eredő károk és jogviták kockázatát. Másrészt a megvalósult állapotot, az újonnan megépített vagy felújított műtárgyak végleges helyzetét is rögzíti az EOV rendszerben.

Felszíni mozgással járó, épületek, építmények stabilitását befolyásoló munkavégzést ki kell zárni, a technológiákat kvázi a zéró munkába vett területen kívül eső felszín / talaj mozgást eredményező módon kell megválasztani.

Olyan építési munkamódszert kell tervezni, amely számottevő felszíni vagy felszínközeli talajmozgást nem idéz elő, ami által veszélyeztetheti a környező épületek és építmények állékonyságát. A technológiák megválasztásánál alapelv, hogy a hatásterület gyakorlatilag a munkába vett terület határain belül maradjon, és a kivitelezés ne eredményezzen a munkaterületen kívül mérhető süllyedést, vízszintváltozást vagy rezgésterhelést. Ennek érdekében előnyben kell részesíteni az alacsony rezgésszinttel és minimális talajkiszorítással és az azonnali, külső kontúrt egyenértékűen megtámasztó talaj pótlással járó eljárásokat, biztosítani kell a folyamatos geotechnikai és geodéziai monitoringot, valamint szükség esetén azonnali beavatkozási tervet kell alkalmazni a kedvezőtlen talaj- vagy szerkezetmozgások megelőzése érdekében

2.3. Nyomvonal, méretek

2.3.1. Általános előírások

A létesítést, vagy rekonstrukciót megelőzően meg kell határozni a megépítendő, vagy a felújítandó létesítményekre vonatkozóan a megkövetelt fizikai, térbeli jellemzőket, amelyek alapján azok megfelelnek az üzemeltetési paramétereknek, elhelyezhetők a forgalom lebonyolításához szükséges technológiai berendezések a szállítandó utas kapacitásnak megfelelően.

2.3.2. Létesítési szempontok

A földalatti közlekedési, ill. ezzel összefüggő technológiai célú terek tervezése során figyelembe kell venni a szociális, gazdasági, környezetvédelmi, örökségvédelmi és technikai szempontokat és előírásokat.
A tervezés során meg kell találni az egyensúlyt a megvalósíthatóság, a geológiai és geotechnikai problémák, a környezetvédelmi kérdések, a gazdaságosság szempontjai között.
A tervezés folyamatából ki kell zárni azon területeket/nyomvonalakat, ahol szabályozási, illetve jogi okokból nem lehet alagutat építeni, majd a lehetséges területeket tovább kell szűkíteni a létesítmény funkcionális paraméterei alapján. A funkcionálisan megfelelő területeket meg kell vizsgálni hidrogeológiai és talajmechanikai paraméterek alapján.
A metró, Millfav építését, bővítését koordinálni kell a régió városfejlesztési koncepciójával, figyelembe véve a meglévő és jövőbeli felszíni létesítményeket, a lakosság sűrűségét és eloszlását, a meglévő infrastruktúrát és egyéb közlekedési létesítményeket.

A metró alagutak általában beépített területek alatt húzódnak, ezért a tervezésnek a felszín süllyedésre kell koncentrálnia, szükség esetén több lehetséges alternatív vonalvezetést meghatározva, figyelembe véve a földrajzi és topografikus viszonyokat, a kőzet/ talaj mechanikát, talajvíz áramlást és hidrológiát. A tervezési szakaszban a geológiai feltárásra, az alagút megvalósíthatóságára és a vonalvezetés optimalizációjára kell fókuszálni.
A metró, Millfav vonal létesítésénél a magyar nemzeti szabványok előírásait kell alkalmazni, figyelembe kell venni továbbá az egyes szakterületekre vonatkozó speciális ajánlásokat, döntvényeket és irányelveket is. Ha valamely szakterületre ilyen nincs, akkor a felhasznált külföldi szabványt vagy egyéb előírást minden esetben pontosan meg kell nevezni. A külföldi előírásra való hivatkozáskor mellékelni kell a kijelölt tanúsító szervezet igazolását arra vonatkozóan, hogy a hivatkozott műszaki specifikáció megfelel a használati követelményeknek és a tervezett műszaki megoldás kielégíti a specifikációban foglalt követelményeket.

2.3.3. A főbb műszaki jellemzők

A metró, Millfav vonalvezetését, állomásainak elhelyezését nyomvonalvázlaton kell ábrázolni. Az építmény és a műtárgyak elhelyezkedését városrendezési és a közlekedésfejlesztési tervekkel összehangoltan, hálózati rendszerbe illeszkedően, továbbá a működtetés üzemi technológiájával együtt kell megtervezni. Az együttműködő műszaki berendezéseknek ki kell elégíteniük az üzemi technológia igényeit és biztosítani kell a megfelelő kapacitású utasáramláshoz szükséges paramétereket. A vonal építményeit, tároló és fenntartó bázisát ennek megfelelően kell méretezni, illetve tervezni.
A meglévő vonalhoz/vonalakhoz történő csatlakozásokat úgy kell kialakítani, hogy a szükséges átalakítások és új műtárgyak (átjárók, második kijárat stb.) építése a legkevesebb bontási munkával, a forgalom folyamatos fenntartása és legkisebb zavarása mellett legyenek elvégezhetők.
A metró, Millfav vonalak végein, valamint a forgalmi tervezés által előírt állomásonként vonatfordításra és tárolásra alkalmas állomásokat kell tervezni.
A vonalak végállomásait úgy kell kialakítani, hogy azok vonatátbocsátó képessége szempontjából a lehető legkisebb fordítási időt legyen elérhető a meghatározott elméleti követési idő figyelembevételével és a vonalhosszabbítás lehetőségét figyelembe kell venni.
A vonal kiszolgálására jármű- és fenntartási telepet kell létesíteni.

2.3.4. Az állomások és felszíni kapcsolataik

Az állomásperonok gyalogos megközelítését úgy kell megtervezni, hogy azokat az utasok optimális, a közutakat lehetőleg nem keresztező útvonalon érjék el.
A megközelítő útvonalak áteresztőképessége nem lehet kisebb az adott állomás be- és kijáratainak legnagyobb áteresztőképességénél.
Az állomások be- és kijáratait, utastereit úgy kell méretezni, hogy azok az előre becsült forgalom zavartalan lebonyolítására (rendeltetésszerű használat esetén) alkalmasak legyenek.
A méretezésnél a csúcsnegyedórás terhelésnövekedés elviselése érdekében az előre becsült utasszám legalább 20%-kal növelt értékével kell számolni.
Az állomások be- és kijárati csarnokait (üzemi területeit) zárható biztonsági nyílászárókkal kell elválasztani a közterülettől. Az ajtósor elé a csapadékvíz és a mosóvíz elvezetésére taposóráccsal ellátott vízelvezető csatornát kell tervezni. A csatorna kialakításának meg kell akadályoznia a darabos szennyeződések bekerülését a fogadó csatornahálózatba A csatornában kivehető szűrős ülepítőkosarat kell kialakítani. Az állomás bejárata előtti vízelvezető csatornát a közcsatorna csapadék víz hálózatába kell bekötni A bejárat előtti terület nem lejthet az állomás irányába.

2.3.4.1. Bejárati csarnok

A bejárati csarnokban, illetve abból nyílóan kell elhelyezni:

- az utazási jogosultság ellenőrzéséhez az automata beléptető kapukat, a szolgáltatáshoz kapcsolódó bevétel beszedéséhez szükséges eszközöket (jegykezelő automaták),
- a jegyárusító automatákat (ezek az aluljárókban is elhelyezhetők), vagy állomási pénztárakat (amennyiben szükséges),
- a forgalmi ügyelet (információ)/ÁDI (állomási diszpécser) és műszaki ügyelet szolgálati helye,
- a műszaki üzemeltetés helyiségeinek be- és lejáratait (pl. a vízóra, elektromos fogadó, stb.).
- A bejárati csarnok és az állomás bejárata előtti gyalogos forgalmú terület vakvezető sávjait az állomással összehangoltan kell kialakítani.

Utasforgalmi terek:

- Az utasok által használt állomásterek, folyosók, lépcsők, ajtók méreteit, illetve darabszámait a rászállítási kapacitásból várható legmagasabb áthaladó maximális utasszám értékekből kell kiszámítani.
- Az utasforgalmi terek tiszta belmagassága legalább 2,7 m, az átjáróké legalább 2,4 m legyen.
- Az állomásperonokon beépített oszlopok tengelytávolsága 4,00 m-nél kisebb ne legyen.
- Egy kijárattal épülő állomásoknál, ha a várható jövőbeni forgalomnövekedés indokolttá teszi, a második kijárat megépítésének lehetőségét biztosítani kell. Új építés vagy állomásfelújítás esetén az utasperonokon és az utaselosztó csarnokokban úgynevezett vakvezető sávokat kell kialakítani.
- A sávok helyét és kialakításának módját az engedélyezési tervekben kell meghatározni.

Biztonsági sáv:

- A peronok vágányok felöli szélén – biztonsági sávként – csúszásgátolt padlóburkolatot kell kialakítani, megfelelő csúszás gátlási értékkel, a vonatkozó MSZ EN 16165 Járdák és egyéb, gyalogosok által használt felületek csúszási ellenállásának meghatározás szerint. A biztonsági sáv szélességét úgy kell megválasztani, hogy 40 km/ó sebességgel elhaladó vonat mellett ne merüljön fel elhúzásos baleset kockázata.

Utasperon:

- A peron hasznos szélessége a biztonsági sáv nélküli peronszélesség legkisebb méreteit a várható legnagyobb utasszámnak megfelelően kell meghatározni.
- Az állomások hasznos peronhossza és a peronok sínkoronaszint (pályaszint) feletti magassága a metró P1, illetve a Millfav P1 előírásainak megfelelő legyen.

2.3.4.2. Mozgólépcső alagutak, lejtős aknák

A mozgólépcsők alagutak méreteit az állomás várható távlati csúcsórai utasforgalmából kiindulva telepítendő mozgólépcsők számából és geometriai méreteinek megfelelően kell meghatározni, a mozgólépcső gépház helyigényének figyelembevételével, illetve az itt elhelyezendő ferdelift méreteinek figyelembevételével.
A mozgáskorlátozottak részére minden állomáson legalább kettő, 10 főt befogadó, vezető nélküli, biztonsági személyfelvonó telepítésre alkalmas aknát kell tervezni, vagy ferdelift alkalmazandó.
Két metróvonal találkozásánál az átszálló állomások peronjai között közvetlen, felszínre vezetés nélküli, egyenlő esélyű hozzáférést biztosító összeköttetést kell létesíteni.

Az állomásterekben az utasok részére korlátozott számban nem összefüggő ülőhelyeket kell elhelyezni.
Az állomások utastereiben az üzemvitelhez szükséges különböző rendeltetésű berendezések és felszerelési tárgyak elhelyezését (pl. tűzcsapok, tűzjelzők, vízvételi helyek, TV kamerák, órák stb.) a vonal valamennyi állomásán egységes rendszerben kell kialakítani, és feliratokkal és piktogrammokkal ellátni.
Az utasterek falait tartós, vandálbiztos, könnyen tisztántartható, antigrafiti védőréteggel ellátott, gyorsan és egyszerűen javítható burkolattal kell kialakítani. Oldalfalaknál az időnként javítást igénylő szerkezetek és vezetékek előtti burkolatok könnyen le- és felszerelhető megoldással készüljenek.
A padlóburkolatok mattra csiszolt gránitból, a lépcsők járófelülete kvarcitból vagy ezekkel egyenértékű fagyálló anyagokból készüljenek, kopásállóságuk Böhme-teszt alapján legfeljebb 7 cm^3/50 cm^2 legyen.
A belső burkolatok mögötti páralecsapódásból, az esetleges vízbeszivárgásból bejutó víz elvezetéséről gondoskodni kell.
Az ideiglenes végállomásokon az üzemeltető szolgálatok részére az üzemeltetés technológiájának és az érvényben lévő munkavédelmi szabályoknak megfelelő szolgálati helyiségeket, műhelyeket, és szociális létesítményeket kell tervezni.
Az állomásokon beépített nagyobb tömegű vagy nagyobb terjedelmű gépészeti és egyéb berendezések szállítási útvonalait, aknáit, a szállítás segédeszközeinek elhelyezését (emelőhorgok, kiemelhető födémek, szállító pályák stb.) is meg kell tervezni.
A ciklusrend szerinti ellenőrzést és javítást igénylő szerkezetek, biztosító szerkezetek, vízelvezető ernyők összefolyói és csatornái, gépészeti tárgyak, függesztékek kezeléséhez a fal-és mennyezeti burkolatokon biztonságosan megközelíthető, egyszerűen kezelhető szerviz nyílásokat kell kialakítani, gondoskodni kell a munkavégzéshez biztonságosan megfelelő munka platform (állvány, provizórium) felépíthetőségéről, azt legalább egy garnitúrában a későbbi karbantartáshoz biztosítani kell.
Az állomások rendeltetésszerű működtetéséhez üzemi helyiségeket kell létesíteni. Ezek két csoportra oszthatók:

- szolgálati helyek (ahol személyzet állandóan tartózkodik),
- a műszaki berendezések elzárt terei vagy karbantartó műhelyei.

Az üzemi helyiségek számát, területét, állomáson belüli helyét és a bennük elhelyezett berendezéseket a mindenkori üzemi technológia alapján kell meghatározni.
Az üzemi helyiségek legkisebb belmagassága - a térszín alatt - 3 m lehet. Szerkezeti elemek 2,7 m-ig való belógása megengedhető.
Az állomáshoz tartozóan - az üzemi technológiától függően – WC-t, öltözőt és fürdőt kell létesíteni.
A metróvonalon egységes rendszert képező utastájékoztatást kell alkalmazni, melynek segíteni kell az utasforgalom rendeltetésszerű lebonyolítását, továbbá eligazítást kell adni a rendkívüli körülmények közötti magatartásra és cselekvésre, ezen tájékoztató rendszer fogadó felületeit és kijelölt helyeit már az állomások nyers falainak és felületeinek tervezésénél meg kell határozni.

2.3.4.3. Vonali és állomási főszellőző

Vonali és állomási szellőztető aknákat szükséges létesíteni felszíni építményekkel, a metró üzemszerű szellőztetésének, illetve füstelvezetési rendszernek biztosítására. A szellőztető aknák fejeit a felszínen úgy kell elhelyezni, hogy a beáramló levegő minél kevesebb por- és füstszennyeződést tartalmazzon, építészetileg feleljen meg a környezeti hatásoknak, a városépítészeti szempontoknak, élettartama egyezzen meg alagút szerkezetével. Amennyiben lehetséges, a levegővételi helyek szellőzőrácsainak alsó éle a talajtól legalább 3 m magasságban legyen.
A főszellőző műtárgyban való közlekedés mindkét irányból, a metró felől és a felszín irányából is biztosítható legyen. A felszín és a metrószint között függőlétrák biztosítsák a közlekedést. A főszellőzés műszaki előírásai a metró, Millfav épületgépészet 4.4.1.1, ill. a 4.4.2 fejezetben találhatók.

2.3.4.4. Gépészeti aknák és összeköttetéseket szolgáló építmények

A mélyépítésű műtárgyakból a szellőző berendezések, átemelő telepek nyomóvezetékét, szellőztető vezetékét béléscsővel biztosított furatokon át kell a felszínre vezetni. A béléscsövek anyagát vagy falazatát úgy kell megválasztani, hogy a béléscsövek élettartama az alagutakéval azonos legyen. Amennyiben a lefúrás felszínhez csatlakozó része a későbbiekben fenntartás, javítás stb. céljából üzemszerűen nem közelíthető meg, akkor a felszín alatt egy olyan műtárgyat kell építeni, amely a megközelítést, a fenntartás munkavégzését a közúti forgalom jelentős zavarása nélkül lehetővé teszi.
Az állomások be- és kijáratait, a szellőztető, a szennyvíz és egyéb aknák felszíni nyílásait, a földalatti és felszíni szakaszok csatlakozásait, a környezethez mérten megemelten kell kialakítani azért, hogy a csapadékvíz a metrót, Millfavot ne veszélyeztesse.
Ár- és belvíz által veszélyeztetett helyeken a felszínre vezető csatlakozásokat, az adott helyen figyelembe veendő utolsó 100 év statisztikai adataiból képzett átlagos árvízszintnél legalább 25 cm-rel magasabbra kell helyezni. Amennyiben ennek megvalósítása nagyobb műszaki, városrendezési vagy gazdasági hátránnyal járna, a kérdéses nyílások veszély idejére való védelme ideiglenes berendezéssel is megoldható.
Kábelfolyosók, járható szellőzőalagutak legkisebb belmagassága 2,2 m, mászható alagút esetén legalább 1,5 m. Az üzemi közlekedést szolgáló utak szélessége legalább 80 cm legyen.
Az állomásokon szolgálatot teljesítő személyzet részére a kézmosási lehetőségen felül (ami elhelyezhető az irodában fali kútként), külön mellékhelyiséget (WC) kell létesíteni, földalatti állomásokon a felszín alatti csarnokban és a peronszinten is.

2.3.4.5. Földelési rendszerek kialakítása

A metróvonal berendezései rendeltetésszerű működésének biztosításához vonalszintű földelési rendszer, valamint védő összekötő hálózat tervezése és létesítése elengedhetetlen követelmény.
A földelési koncepció kialakításához vonalszintű tanulmányterv készítése indokolt.

A földelési rendszerek az alábbi szempontok figyelembevételével készüljenek, garantálják:

- a közlekedési objektumok üzemeltetését végző szakszemélyzet, valamint a közlekedési eszközöket igénybe vevő utazóközönség biztonságát, az esetleges áramütés veszélyének elkerülését,
- az alkalmazott berendezések védelmét, oly módon, hogy azok működése a vezetékek túlmelegedése, villamos ívképződés, illetve elektrokorrózió káros hatásaitól mentes legyen,
- a rendszer rendeltetésszerű működését az előforduló elektromágneses hatásokat is figyelembe véve (EMC).

A földelési rendszerek közvetlen hatással bírnak az alábbi berendezések tekintetében:

- Segédüzemi áramellátás,
- vontatási áramellátás,
- kóboráram (szivárgó áram) elleni védelem,
- külső eredetű túlfeszültségvédelem (villámvédelem),
- nagykiterjedésű fémszerkezetek egyenpotenciálra hozása,
- elektromágneses hatások kezelése,

A fentiekben megfogalmazott elvárásokat a Tervezőnek és a Kivitelezőnek a megvalósítás során maradéktalanul figyelembe kell venni.

A földelő rendszerek tervezése és megvalósítása során a beépített berendezések villamos teljesítményét, feszültségszintjeit, áramnemeit és az általánosan előforduló áramerősségeket számításba kell venni.

A földelési rendszert vonalas létesítményként kell kezelni, úgymint az állomásokon kialakított földelési hálózatokat és az azokat összekötő vonali gerincföldelő hálózatot.

A tervezés során figyelembe kell venni a kiépítés helyének sajátosságait (talaj és épített szerkezet tulajdonságok), szükség esetén megvalósíthatósági tanulmányt és földelési rendszertervet kell készíteni.
A földelő kút, vagy földelő pontok kialakíthatók egyedi pontonként, vagy – legalább egyik oldalán földnedves felülettel rendelkező - betonszerkezet vasalásának felhasználásával. A földelő kutak számát, méreteit és elhelyezését már a szerkezet építést megelőzően meg kell határozni, elhelyezésüket hozzáférhető, nem beépített helyre kell pozícionálni. A földelőkút(ak)at, vagy földelő pontokat úgy kell kialakítani, hogy a földelő pontokhoz, vagy az alaplemez vasalásához való csatlakozásokhoz hozzá lehessen férni. A földelő kút szerkezetileg vízzáró kialakítású kell legyen, zárható fedéllel. A szerkezet vasalásához elektromosan összekötött felvezetéseket ide kell kivezetni, hozzáférhető csatlakozási pontot biztosítva.
Az így kialakított földelési rendszer megfelelőségét földelésmérési jegyzőkönyvvel kell igazolni. A méréseket az egyes kivitelezési fázisokban kell elvégezni és a jegyzőkönyvekhez megfelelőségi nyilatkozatot kell csatolni.
A vonal mentén elhelyezett áramátalakítókban csavaros kötésekkel rendelkező un. földelési pontot kell kialakítani.
A földelési rendszerben alkalmazott gerinchálózatot csak megfelelő átlapolással bíró csavaros kötésekkel szabad kialakítani.

A kóboráramokkal szembeni védelem érdekében jegyzőkönyvvel igazolt vágányszigetelési méréseket kell elvégezni.
A járműtelepi berendezéseket szerkezeti földeléssel kell ellátni.

2.3.4.6. Kábel nyomvonalak kialakítása

Az építmény létesítését megelőzően a tervezési fázisban meg kell határozni, hogy az egyes szakágak számára milyen kábelek, milyen mennyiségben, honnét hová fektetendők. A kábelek ismeretében a szakágak által meghatározott tartalékok alapján tervezhetők a kábelnyomvonalak. A kábelek fajtáját a szakágak választják ki a szakági előírások, ill. ismérvek alapján.
Kábelnyomvonalak kialakítása

- Beépíteni csak olyan terméket szabad, amely rendelkezik az előírt szabvány szerinti megfelelőségi nyilatkozattal.
- A kábelek vezetése számára kábelnyomvonalakat kell kiépíteni.
- Alagúti, ill. vágánytérben fektetendő kábeleket és tartókat csak űrszelvényen kívül lehet elhelyezni. Menekítési útvonalba, a menekítést akadályozó kábelek nem helyezhetők el.
- A kábelnyomvonalak fő beszállítási és közlekedő útvonalakat nem keresztezhetnek úgy, hogy akadályozzák az útvonal funkcióját.
- A kábelnyomvonalat úgy kell megtervezni, hogy a nyomvonalban a keresztezések száma minimális legyen.
- A nagyfeszültségű kábeleket a jelző- és kommunikációs kábelektől el kell különíteni, az előírt minimális távolságok betartásával.

- A kábelnyomvonal hozzáférhetően alakítandó ki, hogy karbantartási, javítási és utólagos kábelfektetési munkák biztonságosan elvégezhetők legyenek.

Mechanikai kialakítás

- A kábelek kábeltartó rácson, kábelcsatornában, kábeltartókon, kábeltálcákon vagy védőcsőben vezetendők.
- A kábelek hajlítási sugara nem lehet kisebb a külső átmérő 8-szorosánál (statikus elhelyezés), dinamikus esetben 12–16-szoros érték javasolt.
- A kábeleket megfelelő sűrűségű bilincsekkel, tartókkal kell rögzíteni, lelógás és megcsúszás megakadályozásával.

Tűzvédelmi követelmények

- A metróalagutakban és állomásokon kizárólag halogénmentes, alacsony füstképződésű, lángterjedést gátló kábelek alkalmazhatók.
- Menekülési útvonalak mentén, a menekítést támogató berendezések működését biztosító kábelek csak az OTSZ előírásainak megfelelő tűzvédelmi osztályba sorolt kábelek lehetnek.
- A tűzvédelmi osztályba sorolt kábelek tartószerkezetei csak a tűzvédelmi osztálynak megfelelő tartószerkezetek lehetnek.
- Kábelátvezetések falakon és födémeken kizárólag jóváhagyott, tűzgátló tömítéssel készülhetnek.
- Csak bevizsgált, minősített kábelek, tartószerkezetek és kiegészítő elemek építhetők be.

Környezeti feltételek

- A beépített kábeleknek, kötőelemeknek és tartószerkezeteknek ellenállónak kell lenniük a párával, kondenzációval és korrózióval szemben, és alkalmasnak kell lenni metró alagúti környezetre.
- Hosszú kábelhosszok esetén figyelembe kell venni a hőterhelést és a feszültségesést, ennek megfelelő keresztmetszettel kell a kábeleket méretezni. Az alagutakban és járműközeli környezetben fokozott vibráció- és rezgésállóságot kell biztosítani a kábelek rögzítésénél.

Dokumentáció és ellenőrzés

- Minden kábelnyomvonalról terv és helyszínrajz készítendő, amely tartalmazza a kábeljelöléseket és azonosítókat.
- A kivitelezést követően kötelező a szigetelési ellenállás-mérés, folytonossági vizsgálat és próbaüzem végrehajtása.
- Minden nyomvonal-módosítás csak engedélyezett terv és dokumentálás alapján végezhető.

A kábelezésre vonatkozó egyéb előírások a szakági fejezetekben találhatók.

2.3.5. A vízszintes és magassági vonalvezetés

A vízszintes és magassági vonalvezetés meghatározásánál a következőket kell figyelembe venni:

- a városszerkezeti adottságokat,
- a felszíni kapcsolatok kialakításának lehetőségeit,
- a geológiai és hidrológiai viszonyokat,
- a közlekedésüzemi igényeket,
- az építés és az üzemvitel gazdaságosságát.

Ezek mellett a vonalvezetést a pálya építési, és vízelvezetési szempontjai, lejtés viszonyai határozzák meg.

Az alagutak sugarát mind az építési technológia által még megépíthető legkisebb alagút ívsugárnak, mind az üzem által igényelt minimális sugárnak megfelelően, legnagyobb emelkedővel korlátozva kell megtervezni horizontális és vertikális irányokban egyaránt.
Az állomásokat egyenes vonalszakaszokon kell elhelyezni. Indokolt esetben megengedhető az állomás nagysugarú ívben való elhelyezése is. Ilyen esetben utasperon csak az ív belső oldalán lehet.
Az állomások között - ha azt a helyi körülmények gazdaságosan lehetővé teszik - indító és fékező lejtőket kell kialakítani.
Két, egymással párhuzamos alagút mélypontjai lehetőleg azonos keresztszelvénybe essenek, közös CT-VT kialakítás miatt. (Keresztező (Cross Tunnel) és függőleges akna (Vertical Tunnel) – zsomp akna)
Amennyiben az állomások közötti vonalrészben hosszú nagyesésű alagútszakasz van, akkor a lejtő aljában, még az állomás előtt, legalább 100 m hosszú 3 $^{0}/_{00}$-es szakaszt kell beiktatni.
A metró alagútjait mélyépítésű alagútban - beleértve az állomásokat is - általában 3 $^{0}/_{00}$-es lejtésben kell építeni. Burkolat alatti alagútban 2 $^{0}/_{00}$-es esés is megengedhető. Műszaki nehézségek esetén az állomásokat 2 $^{0}/_{00}$-ig csökkentett vagy 5 $^{0}/_{00}$-ig növelt esésű lejtőben is el szabad helyezni.
Az alagutak elméleti tengelyét a pálya építéshez és forgalom bonyolításhoz alkalmas íveknek és lejtés viszonyoknak megfelelően kell kijelölni, a lehető legnagyobb területre gravitációs vízelvezetés kiépítését lehetővé téve. A lokális mélypontokon átemelőket, zsompokat kell létre hozni.
A vágánykapcsolati műtárgyak geometriai kialakításánál a kitérőn áthaladó vonat megnövekedett űrszelvény igényét a kitérő kezdete előtt legalább 15 m távolságban már figyelembe kell venni.
Párhuzamosan futó alagutak esetében legalább 300-m ként huzathatást csökkentő, valamint menekítést szolgáló összekötő alagutat kell létesíteni.

2.3.6. Űrszelvény, építési szelvények

Az alagút és a további létesítmények, műtárgyak méreteit úgy kell meghatározni, hogy a vonat, szükség esetén egyidejű gyalogos (szolgálati és utasforgalmi peronok) közlekedés, és az azt kiszolgáló technológiák helyigénye – minden technológiára vonatkozóan - rendelkezésre álljon.
Az építmények pálya felé néző határvonalait az űrszelvény, az elhelyezendő berendezések és a pályaszerkezet helyigénye határozza meg. A belső határvonalak legkisebb távolságait a vágánytengelytől egyenes pályaszakaszon, a kör alakú és a függőleges oldalfalú alagutakra, továbbá állomásokra és egyéb építményekre meg kell határozni. Építményeket csak ezen határvonalakon kívül szabad elhelyezni.
Az építményeknek a pálya felé eső határvonalát az űrszelvény és a kitűzési-és építési mérettűrések legkedvezőtlenebb összeadódása figyelembevételével számított biztonsági távolságra kell tervezni.
Körkeresztmetszetű alagutaknál íves pályaszakaszon az építmények belső határvonala a túlemelés miatt, a túlemeléssel arányosan eltolódik az egyenes vonal vágánytengelyéhez ezt az alagút belső átmérőjének meghatározásánál szintén figyelembe kell venni.

2.3.7. Építmények osztályozása

A metró, Millfav építményeit erőtani méretezés szempontjából az alábbi csoportokba sorolhatjuk:
- mély- és magasépítési szerkezetek,
- hídszerkezetek,
- alagútszerkezetek,
- réselt műtárgyak.

2.3.7.1. Mély- és magasépítési szerkezetek

A metró, Millfav magasépítési szerkezeteinek erőtani vizsgálatát és méretezését az épületek teherhordó szerkezeteire vonatkozó szabványok és előírások szerint kell végrehajtani.
Ebbe a csoportba tartoznak a különféle rendeltetésű magasépületek (felszíni állomások, járműtelepi üzemi épületek, diszpécserház stb.) szerkezetei, de ide sorolandók a felszín alatti állomások belső beépítésének szerkezetei is.).
Szintén ebbe a csoportba tartoznak a magasvezetésű vonalszakaszokon a pályát alátámasztó külön alapozású szerkezetek, de ide sorolandók mindazon egyéb szerkezetek is, melyek közúti vagy vasúti terheket is kapnak.
Az állomások és műtárgyak belső falszerkezetét vízszintes szigeteléssel kell tervezni.

2.3.7.2. Alagútszerkezetek

A metró, Millfav alagútszerkezeteinek méretezését és erőtani vizsgálatát az érvényes szabályzatok és szabványok, valamint jelen VME előírások szerint kell végrehajtani. (Ellentmondás esetén utóbbi a mértékadó.)
Ebbe a csoportba tartoznak mindazon szerkezetek, melyek a felszín alatti vonalszakaszokon a környező kőzettel (talajjal) közvetlen erőtani kapcsolatban vannak, terheiket elsősorban ezen kőzetkörnyezettől kapják, kőzetterhelés vagy víznyomás formájában.
Fenti definíció alapján oszthatók fel a metró, Millfav felszín alatti műtárgyai alagútszerkezetekre - más néven külső szerkezetek - és belső beépítésre.

2.3.7.3. Réselt és egyéb műtárgyak

A réselt műtárgyak mindkét fő típusának – kitámasztott, illetve kihorgonyzott - méretezését és erőtani vizsgálatát a Magyarországon érvényes szabványok és egyéb előírások szerint kell elvégezni. Ügyelni kell arra, hogy a vizsgálat minden építési fázisra kiterjedjen, és a kőzetnyomás, valamint a víznyomás értékét minden fázisban a mértékadó értékkel vegye figyelembe.
Ebbe a csoportba tartoznak az állomási mozgólépcsőket magukba foglaló szekrényműtárgyak, valamint a kéreg alatti alagútszakaszok, amennyiben azok réseléses technológiával készülnek.

A réselt műtárgyak (pl. résfalak, réselt aknák) tervezése és kivitelezése során a talaj- és vízzárási követelmények, valamint a környező építmények védelme érdekében gyakran szükséges kiegészítő talajmegerősítési és teherátadási technológiák alkalmazása.
JET (jet grouting) technológia alkalmazásával nagy nyomású cementtej-besajtolással in situ talaj-cement oszlopok vagy panelek hozhatók létre, amelyek javítják a talaj szilárdsági és vízzárási tulajdonságait. A JET eljárás különösen előnyös heterogén talajviszonyok, magas talajvízszint vagy karsztos környezet esetén, ahol a vízbeáramlás és az alámosódás kockázata jelentős. Alkalmazható talajvíz elleni vízzáró fenéklemez kialakítására (talajdugó), résfalak alatti vízzárás fokozására, illetve meglévő alapozások megerősítésére is.
Cölöpözési technológiák (pl. fúrt cölöp, CFA-cölöp, mikrocölöp) a réselt műtárgyakhoz kapcsolódóan teherhordó vagy megtámasztó szerkezetként jelenhetnek meg. A cölöpök biztosíthatják a munkagödör dúcolását, a végleges teherátadást, illetve az alépítményi szerkezetek stabilitását. Rezgésérzékeny környezetben előnyben részesítendők a fúrt vagy sajtolt technológiák, amelyek minimális talajkiszorítással és rezgéssel járnak.
A JET technológia és a cölöpözés kombinálható is: például vízzáró JET-talajdugó és teherhordó cölöpözés együttes alkalmazásával komplex víz- és állékonysági követelmények teljesíthetők. A

megfelelő technológia kiválasztása minden esetben részletes geotechnikai feltárás, talajmechanikai vizsgálat és hidrogeológiai értékelés alapján történhet, figyelembe véve a környező építmények érzékenységét és a megengedett alakváltozási határértékeket.

A felsoroltakon felül további építési technológiák bevonása is szükséges lehet, amennyiben a munkavégzés feltételei a fentiekkel nem biztosíthatók. Pl. kőzet fagyasztásos technológiák, stb.

2.3.8. Az építményekre ható terhelések

A terheléseket általában az 2.7.2. pontban hivatkozott szabványok előírásai szerint kell számítani. A metróüzem, Millfav sajátosságából adódó speciális terhelési előírások a következők:
Utasforgalmi terek teherhordó szerkezeteinek méretezésénél a következő esetleges terheket kell figyelembe venni:

- utasforgalmi terek födémei 4 kPa
- közlekedőterek (lépcsők) 5 kPa
- mozgólépcső szerkezetek az alkalmazott szerkezetekhez megadott koncentrált és megoszló terhek
- iroda jellegű szolgálati helyiségek 2 kPa
- iroda jellegű folyosók, közlekedőterek 3 kPa

Géptermekben, technológiai jellegű helyiségekben figyelembe veendő terhek:

- üzemi terek födémeinél általában 5 kPa
- elektromos terek födémeinél 10 kPa
- transzformátorok, egyéb nagy súlyú berendezések, koncentrált terhek a mindenkori tényleges súly alapján

A gépek szerelése, szállítása és mozgatása során fellépő terhekre a szállítási útvonal szerkezeteit is méretezni kell. A tervdokumentációban szerepelnie kell a gépek szállítási útvonalait rögzítő alaprajznak, hogy a biztonságos útvonal mindenkor kijelölhető legyen.
Különleges nagy súlyú berendezések szállítása vagy cseréje esetén - ha a cserére 5 évnél ritkábban kerül sor - a szállítási útvonalba eső szerkezetek ideiglenes megerősítése (aládúcolás) is megengedhető akkor, ha az a rendeltetésszerű használatot nem akadályozza.

Hídszerkezetekre és a pályára ható terhelés:
A metró, Millfav olyan zártpályás közlekedési rendszer, melynek forgalmi vágányhálózatán alapvetően csak a saját járművei közlekedhetnek. A metrópályát alátámasztó hídszerkezetek mértékadó terheléseit ezért az 1976. évi Vasúti Hídszabályzat vagy az MSZ. 07-2306/1-4. 90 T. számú ágazati szabvány tervezet vonatkozó előírásai szerint kell meghatározni, azonban a járművek terhelésének értékeit az alkalmazandó járművek tényleges terhelési adatai alapján kell figyelembe venni.

2.3.8.1. Alagútszerkezetekre ható terhelések

A metró, Millfav alagútszerkezeteire, az azokkal közvetlen erőtani kapcsolatban levő, kőzet-környezetből adódhatnak át a terhelések.
Mivel az alagutak környezetében lévő kőzet (talajtömeg) legtöbb esetben maga is részt vesz az alagútfalazat erőjátékában, a terhelések meghatározása összetett számítási feladat, melyet a …. fejezet előírásai szerint kell elvégezni.
A számításokban a felszíni terheléseket a városrendezési hatóság beépítési előírásai, illetve a tényleges helyzet alapján kell figyelembe venni az alábbiak szerint:

- Abban az esetben, ha a műtárgy tetőpontja a térszín alatt 15 m-nél mélyebben fekszik és az építési hatóság mást nem ír elő, elegendő közelítőleg meghatározni az építmények terhét.
- Hatemeletesnél magasabb épületekkel beépített területeken 60 kPa átlagos felszíni terheléssel lehet számolni.
- A védelmi zónába eső új építmények alapozási módját és az alapozási síkot úgy kell megválasztani, hogy az alagútra adódó többletteher a felszínen ható 60 kPa egyenletesen megoszló egyenértékű tehernél nagyobb ne legyen.
- A fentieknél nagyobb felszíni terhelési érték esetén további vizsgálatra van szükség.
- Különösen nagy terhet adó építmények (6 szintesnél magasabb épület, toronyház, siló, földmű) hatását a földalatti építményekre külön kell megvizsgálni és külön figyelembe kell venni az építmény alapozási módját.
- A metró járműveinek terhét a tervezett tengelynyomással és elrendezéssel kell számításba venni.
- Mindazon szerkezeteknél, ahol vasúti, közúti és egyéb teher külön-külön előfordul, mindhárom teherből számított igénybevételek közül a legnagyobbra kell méretezni a szerkezetet, és az erre vonatkozó szabvány vagy szabályzat előírásait kell figyelembe venni.

2.4. Alagútszerkezetek tervezése, építési technológiák

2.4.1. Geotechnikai feltárások

A helyszíni és laboratóriumi talajvizsgálatok mennyisége, létesítményenként igen változó lehet. A feltárás és mintavétel mennyisége függ a műtárgy jellegétől, szerkezetétől, az építési technológiától a kőzet homogenitásától, a takarás vastagságától, a fúrási költségektől stb. Ezek mennyiségét mindig a talajfeltárást végző szakértő határozza meg az alagút tervezőivel egyeztetve, ha a tervező vagy a szakértő másképpen nem rendelkezik, a következő feltárásokat kell elvégezni:

- Vonalas műtárgyaknál a talajfeltáró fúrások a vonal hosszirányában ne legyenek egymástól 100 m-nél távolabb.
- Azokon a helyeken, ahol korábbi geotechnikai feltárások a talajrétegek egyöntetűségére utalnak, a maximális fúrástávolság 200 m lehet.
- Ahol a talaj jellege, változó talajrétegződés vagy vonali műtárgy létesítése indokolttá teszi, a fúrások a vonal két oldalán váltakozva telepítendők, hogy a talajrétegek térbeli elhelyezkedése megállapítható legyen.
- Állomásoknál legalább három feltárást kell telepíteni, hogy a talajrétegek térbeli elhelyezkedése megállapítható legyen.
- Azoknál a létesítményeknél, ahol a légnyomásos munka alkalmazásának szükségessége felmerül, a feltárásokat lehetőleg a túlnyomás alatti munkatér határvonalán kívül kell telepíteni. A fúrásokat minden esetben cementezéssel ki kell tölteni teljes hosszában oly módon, hogy túlnyomásos munka esetén káros levegőszökés ne keletkezzék.
- A talajfeltárásokat, amennyiben a rétegződés jellege nem tesz más mélységet szükségessé, a létesítmény alsó éle alatt legalább 10 m mélységig kell elvégezni.
- Állomásoknál, illetve 15 m-nél szélesebb műtárgyaknál a talajfeltárást - amennyiben a rétegződés jellege nem tesz szükségessé más mélységet - az építmény alsó éle alatti 15 m mélységig kell elvégezni.
- A geológiai, hidrogeológiai és talajmechanikai célú talajfeltárásokat egyidejűleg kell végrehajtani.
- A feltáró fúrásokban a szabványokban előírt mintavételen kívül geofizikai méréseket is kell végezni.

- A talajvíz viszonyokat minden rétegre külön-külön kell feltárni. A vizsgálatoknak ki kell terjedniük a talajvíz különféle vízszintjeire és vegyi összetételére. Amennyiben az alagút elhelyezkedése olyan, hogy megzavarja a terület vízháztartását, akkor vizsgálni kell a vízhozam és az áramlási irány várható alakulását. Továbbá azt, okozhat-e az alagút káros talajvízszint változást, ha igen, akkor meg kell tervezni az elhárítás módját. Meg kell adni a várható korróziós hatásokat is.

2.4.2. Geotechnikai adatok szikla kőzet esetén

A feltárt kőzetmezőt olyan szakaszokra kell felosztani, amelyen belül a méretezési jellemzők azonosnak vehetők. Minden kőzetmezőre a következőket kell megadni:
A kőzet geológiai leírását:

- geológiai korát, szerkezetét, töredezettségét a csapásiránnyal és dőlésszöggel,
- színét, szövetszerkezetét, ásványos összetételét,
- állottsági fokát.

A kőzettest paramétereit:

- rétegvastagság jellemzőket,
- vetőket,
- kőzet osztályozást,
- fajlagos maghosszt (RQD),
- egytengelyű nyomószilárdságot (labor eredmény),
- töréshez tartozó belső súrlódási szöget (laboratóriumi közvetlen nyírókísérlettel meghatározva),
- a kőzet szilárdságát a helyszínen,
- a σ - ε diagrammot (a kőzet jelleggörbéje) és a rugalmassági modulust,
- a víz hatását a kőzet minőségére,
- szeizmikus sebességet.

A kőzetmező kezdeti feszültségeit:

- Nagy alagúti létesítményeknél célszerű helyszíni kísérlettel meghatározni a kezdeti feszültség állapotot a kőzettömegben. A szokásos alagúti létesítményeknél meghatározandó a $K_0 = \sigma_h/\sigma_v$ nyugalmi nyomás tényezője és a két főfeszültség. (σ_v az első főfeszültség általában függőleges és az alagútszint feletti kőzetsúlyból számítható. σ_h a vízszintes főfeszültség, amelyet az első főfeszültségből K_0-val történő szorzással kell számítani.)

Vízviszonyokat:
A kőzetben levő vízről két adatot kell rögzíteni:

- vízáteresztő képességet a „k” vízáteresztő képességi együtthatóval (m/s). (Ennek értékét célszerű helyszíni kísérlettel meghatározni Lugeon egységgel, amit fúrólyukban kell mérni.)
- víznyomás az alagút szintjén (piezometrikus szint a fúráslyukban).
- A szád-vagy résfalas megoldással tervezett alagutaknál a talajvízáramlás segítésére szolgáló megoldások szükségesek.

A kőzettömeg alakváltozási jellemzőit:
A deformációs modulust a helyszínen célszerű meghatározni statikus vagy dinamikus módszerrel.

- Statikus módszerrel (fúrólyukban végrehajtott dilatometeres vizsgálat, táróban végrehajtott nyomó tányéros /lapdilatométer/ vizsgálat vagy kamrában sugár irányú sajtóval megvalósított vizsgálat).

- Dinamikus módszerrel (szeizmikus visszaverődések hullámsebesség mérésével, fúrólyukban végrehajtott geofizikai karotázs méréssel). A tervezőnek vagy a mérnöki tanácsadónak kell eldönteni, hogy a statikus vagy a dinamikus módszert alkalmazzák-e. A nyomófeszültség σ - ε diagramjának iránytangensét azonban a kezdeti feszültségszintnél, amely nagyon lényeges érték, statikus módszerrel kell meghatározni.

Kőzet duzzadó képességét:
Az ásványos összetétel meghatározásánál meg kell határozni a szulfát, a hidroxidok és agyagásványok jelenlétét. A duzzadási görbe meghatározására egy speciális ödométeres vizsgálatot kell végezni. A kőzetmintát először száraz állapotban kell egy terhelés - tehermentesítés - újra terhelési ciklusnak alávetni és ezután elárasztás után tehermentesíteni.
Duzzadó kőzeteknél további talajvíz adatokat is meg kell adni:

- a talajvíz szintjét, a piezometrikus szint változását az idő függvényében, pórusvíznyomás-mérést zárt rendszerben,
- a víz vegyi elemzését,
- a vízhőmérsékletet,
- a várható víz hozzáfolyás értékét.

2.4.3. Geotechnikai adatok talajok esetén

A talajmechanikai leírásnak alapvetően követni kell a kőzetekre az előzőekben megfogalmazott ajánlásokat, kiegészítve a következő speciális talajjellemzőkkel:
Talajazonosító laboratóriumi vizsgálatok:

- szemeloszlás,
- konzisztencia határok W_f, W_p (folyási határ, plasztikus határ),
- térfogatsúly (γ_n, γ_d, γ_t - nedves-, száraz-, telített térfogatsúly),
- víztartalom (w) %,
- vízáteresztő képességi együttható: k,
- fajlagos maghossz (RQD).

Laboratóriumi vizsgálatokból meghatározott szilárdsági jellemzők:

- súrlódási szög ∅u, ∅ (nyílt és zárt rendszerben meghatározott súrlódási szög),
- kohézió C_u, C (nyílt és zárt rendszerben meghatározott kohézió),
- összenyomhatóság E_s, E (összenyomódási modulus, rugalmassági modulus).
- Poisson tényező (μ).

Szilárdsági jellemzők meghatározása, helyszíni kísérletekből:

- nyírószilárdság,
  - szárnyas nyírószonda (puha anyagok, iszapok esetén),
  - szonda behatolási vizsgálat (Standard Penetration Test),
- rugalmassági modulus (presszióméter, tárcsás próbaterhelés).

Talajvíz állapot:
A vízáteresztő képességi együttható (k) meghatározása laboratóriumban vagy próbaszivattyúzással.

2.4.4. Vizsgálati eredmények kiértékelése és dokumentálása

A laboratóriumi vizsgálatok eredményeit a helyszíni körülményekre kell adaptálni, figyelembe véve a minta méreteit, a kőzet repedezettségét, egyéb helyszíni inhomogenitásokat, talajvízhatásokat stb. A tervben mindig meg kell adni, hogyan határozták meg a feltüntetett értékeket.
Ha kellő számú vizsgálati eredmény áll rendelkezésre, célszerű a szórással kisebbített várható értéket megadni tervezési adatként.
Egy bizonyos kőzetre és talajra meghatározott paraméterek összességénél ellenőrizni kell, hogy összhangban vannak-e egymással, a tervezés során végzett paramétervizsgálatoknál ügyelni kell arra, hogy csak lehetséges összetartozó paramétereket vizsgáljunk.
A laboratóriumi és helyszíni kísérletek eredményeit, különösen azokat, amelyek az alagútépítési technológia, illetve amelyek a szerkezetanalízis számítási modellje szempontjából fontosak, egy jól dokumentált, a tényleges eredményeknek megfelelő jelentésben kell megadni.
A jelentés adatait értelmezni kell, azaz a jelentésben lévő adatok használatát be kell mutatni.
Meg kell határozni, milyen anyagjellemzők szükségesek a kőzet (talaj) általános kőzetmechanikai (talajmechanikai) leírásához, valamint a tervezett méretezési modellhez, így egy szorosabb kapcsolatot lehet megvalósítani a talajfeltárás és alagúttervezés, a vizsgálatok száma, finomítása és az alagútépítés kockázata között.

2.4.4.1. A méretezés

A méretezés során ki kell mutatni a kőzetkörnyezettel együtt dolgozó alagútszerkezet és vasúti teher együttes hatását, illetve a műtárgyak stabilitási, szilárdsági és alakváltozási biztonságát a szerkezetek tervezett élettartamára. Ennek érdekében el kell végezni és dokumentálni kell az alagút feszültségi és alakváltozási állapotvizsgálatát az építési és a végleges állapotra.
A részletes analízis és a kellő biztonsággal rendelkező szerkezet kiválasztása érdekében csak a valóságot jól leíró mechanikai modellek alkalmazhatók.

2.4.4.2. Építési technológiák

Az építési technológiát mindig úgy kell megválasztani, hogy az a felszínre a lehető legminimálisabb hatással legyen mind a talajsüllyedésből, mind az építés szervezési, kiszolgálási tevékenységből adódóan. (Indító aknák, állomások építése, az építkezés kiszolgálása, kitermelt talaj eltávolítás.)
A vonali alagutak építésénél folyamatos alagút építő gépláncot (TBM) kell telepíteni, mely lehetővé teszi az alagutak hatékony építési sebességgel, és elvártan hosszú élettartamban, karbantartást nem igénylő módon való víz elleni szigeteléssel ellátott megépítését, mind talajviszonyoknak, talajterhelésnek, és mind a majdani jármű terhelésnek és forgalmi igényeknek megfelelően méretezett, előre gyártott beton szegmensekből felépített gyűrűkkel.
Ehhez kell kapcsolni – térben és időben - a vonali alagutat véglegesen biztosító beton szerkezethez zárt szigeteléssel rendelkező, hagyományos bányászati technológiákkal épülő, lőttbetonos külső, és monolit betonos belső falazatú keresztező alagutakat és egyéb vonali, vágány keresztezési műtárgyakat, peron alagutakat, mozgólépcső alagutakat, liftaknákat.
Az állomások – mélyállomások esetén a fenti technológiák valamelyikével, vagy azok keverékével épülhetnek, továbbá a megfelelő építési helyigény rendelkezésre állása esetén szádfalas megoldással, a belső vasbeton szerkezetek nyitott munkagödörben történő megépítésével.

A különböző építési technológiákhoz kapcsolódóan az alábbiak - és ezek megtervezése - szükségesek:

Pajzsozs alagút építés és kapcsolódó munkák

- Részletes geotechnikai feltárás (fúrások, laborvizsgálatok)
- Talajvíznyomás és süllyedésszámítás
- Tübbing szerkezet statikai méretezése
- Tűzvédelmi és menekítési terv
- Monitoring rendszer tervezése
- Indító- és fogadóakna biztonságos kialakítása
- Pajzsnyomás folyamatos szabályozása
- Gyűrűhézag injektálása
- Tübbing elemek minőségellenőrzése
- Kitermelt talaj környezetvédelmi kezelése
- Zárt térben végzett munka szabályai
- Gáz- és levegőminőség ellenőrzés
- Felszíni süllyedések folyamatos mérése

Lőtt betonos alagútépítés és kapcsolódó munkák

- Geotechnikai kategóriába sorolás
- Fejtési szakaszolási terv
- Elsődleges és végleges biztosítás méretezése
- Vízszigetelési rendszer tervezése
- Azonnali biztosítás fejtés után
- Lőttbeton vastagság ellenőrzése
- Kőzetcsavarok és acélhálók beépítése
- Folyamatos konvergenciamérés
- Omlás elleni védelem
- Por- és zajvédelem
- Robbantási szabályzat (ha szükséges)

Zárt, bányászati módszerrel épülő műtárgyak

- Résfal / cölöpfal méretezése
- Ideiglenes dúcolás számítása
- Talajvíz elleni védelem
- Környező épületek állékonysági vizsgálata
- Szakaszos földkiemelés
- Ideiglenes megtámasztás folyamatos kiépítése
- Vízszigetelés kialakítása
- Geodéziai ellenőrzés
- Mély munkagödör védelme
- Beomlás elleni biztosítás
- Felszíni mozgásfigyelés

Nyitott módszerrel épülő műtárgyak

- Munkagödör-határolás méretezése
- Forgalomterelési terv
- Közműkiváltási terv
- Vízszigetelési rendszer tervezése
- Földkiemelés rézsűvel vagy megtámasztással
- Alaplemez vízzáró kialakítása

- Rétegenkénti visszatöltés és tömörítés
- Betonminőség ellenőrzése
- Leesés elleni védelem
- Gépi földmunka szabályai
- Ideiglenes forgalomtechnika

Szükség esetén további építési technológiák bevonása a fentiek mellett, vagy azok kiegészítésére megvalósítható.

2.4.4.3. Helyszíni műszeres megfigyelések, felszíni hatások vizsgálata

A fejtés során és a biztosítás beépítése után a tervezés részét képező helyszíni méréseket kell végrehajtani az alábbi célok elérése érdekében:

- a szerkezeti biztonság és az alkalmazott tervezési modell ellenőrzése,
- a kőzetnek megfelelő alagútépítési koncepció igazolása,
- a biztosító szerkezetek hatékonyságának igazolása.
- az alagút alakváltozásainak ellenőrzése. A mozgások időbeli lezajlásának mérése és értékelése biztonsági kritériumnak fogható fel annak ellenére, hogy a mérések nem közvetlenül a teherbírást mérik. Az alakváltozások sebességének jelentős növekedése a teherbírás kimerülését, míg közeledése a null értékhez az állékonyságot jelzi anélkül, hogy a biztonság a felszíni süllyedések ellenőrzése annak érdekében, hogy a kőzettömeg alakváltozási jellegéről és a talajvízszint süllyesztés felszínsüllyedést okozó hatásáról információ álljon rendelkezésre.
- a szerkezeti elemekben fellépő feszültségek kifejlődésének mérése az elegendő szilárdság, illetve a töréssel szembeni biztonság jelzésére.
- adatok szolgáltatása biztosítási jogigényekhez, pl. felszínsüllyedések szintezése városi területeken.

Alagúthajtás és metróépítés során az alakváltozásokat és feszültségeket az fentiek dokumentálására alkalmas mérésekkel kell igazolni, meghatározni.
A helyszíni mérések eredményeit az építési lépések, a biztosító szerkezetek beépítése és a szerkezet tervezési modellje mérlegelésével a biztonsági megfontolások figyelembevételével kell értelmezni.
Az építmény állékonynak tekinthető, ha az összes mérési eredmény növekménye megszűnik.

2.4.4.4. Felszíni hatások

A földalatti építmények tervezésekor meg kell határozni azt a térszíni zónát, amelyben a földalatti építmény biztonsága érdekében építési korlátozás előírása szükséges.

A metró műtárgyaira nézve kritikus zóna a létesítmények szélső talppontjából induló, az alapsíktól $45^{o} + \phi/2$ szög alatt hajló, ferde síkok által bezárt tér, illetve ezek térszíni metszésvonala által bezárt terület. Ide a metró védelmi zónájába csak olyan új építmények telepíthetők, amelyek nem közelítik meg 1 méternél jobban a metró műtárgyait a várható kedvezőtlen építési tűrések halmozódásának figyelembevételével, amelyekből nem jut meg nem engedhető többlet teher vagy káros hatás a műtárgyakra.
Az előző bekezdésben foglaltak érdekében a metró műtárgyairól az engedélyezési tervdokumentációt kiegészítő tervek is készítendők, amelyekből a műtárgyak térbeli helyzete egyértelműen megállapítható. Ezeket a műtárgyakat burkoló síkok (függőleges, illetve vízszintes) metszésvonalának térbeli koordinátáit, valamint a térszint ábrázoló 1:500 méretarányú térképbe rajzolt zónahatár adatait meg kell adni. Ennek alapján kell kérni az építési korlátozás előírását.

A tervezés keretében az építési munkamódszert és a helyi talajviszonyokat figyelembe véve, süllyedési prognózist kell készíteni, tekintettel a felszíni és felszín alatti építményekre.
Meg kell határozni a várható süllyedéssel érintett terület határát, a veszélyeztetett építmények, közművezetékek jegyzékét, a veszélyeztetés mértékét.
Ha az építést megelőző épületvédelmi vizsgálatok alapján várható, hogy a keletkező süllyedések az építményekben kárt okozhatnak, előre meg kell tervezni a káros süllyedések csökkentésére alkalmas építéstechnológiai módszereket.
Szükség esetén olyan megelőző eljárások alkalmazását is elő kell írni (pl. talajszilárdítás, résfalas körül határolás stb.), amely az építményekben egyébként bekövetkező károsodást mérsékli.
Az építkezést befejezendően a felszíni hatások övezetét Védelmi Zóna térképen kell jelölni, mely zónában bármilyen későbbi építkezés csak és kizárólag a metró ottlétének figyelembevételével engedélyeztethető, amennyiben az megfelelően alátámasztottan, annak működésére az akkor megszabott feltételek betartásával nincsen hatással.

2.5. Meglévő alagút és műtárgyak átépíthetőségének tervezése vonal hosszabbítás esetén.

A műtárgyak átépítése szempontjából meghatározó közművek azok, amelyek kiváltása méretük, helyigényük miatt nehézkes, problémás, valamit méreteik, kialakításuk miatt jelentős költséggel jár, továbbá a nagy hosszon kiváltandó közművek. Ilyenek a nagyméretű (ø ≥ 80 cm) gyűjtő csatornák, nagyméretű (ø ≥ DN400 mm) víz és gázvezetékek, a közép- vagy nagynyomású gázvezetékek, közép- vagy nagyfeszültségű elektromos kábelek, közvilágítási kábel kandeláberekkel együtt, nagyméretű távközlési kábel alépítmények, valamint optikai kábelek. A vonalhosszabbítást a meghatározó, nem kiváltható műtárgyak figyelembevételével kell tervezni.
Az állomás szerkezet rekonstrukciója során kialakításánál mérlegelni kell a teljes vonal, az peronok/állomások meghosszabbításának lehetőségét és ennek költségeit, továbbá a lehetséges új járműszerelvény paramétereit.
Kompromisszumos megoldásként elfogadható az új filozófiára épülő vasúti technológia, amely a kocsik hosszabbításának nem szabja feltételéül az állomás meghosszabbítását - a kocsik két vége az alagútban marad. Ez a megoldás újszerű vasútforgalmi követelményeket jelent, de a kapacitás növelése ilyen módon jelentős átépítések nélkül is elérhetővé válna. A meghosszabbított vasúti kocsikból kialakított szerelvény ajtót nem tartalmazó eleje és vége megálláskor az alagútban van, az állomások nem problémamentes meghosszabbítása elmaradhat.
A műszaki megoldások kiválasztása során mérlegelni kell a lehetőségeket és a legkorszerűbb, minőségibb és költséghatékony megoldás mellet kell dönteni, szem előtt tartva az üzemeltetési és a karbantartási feladatokat is.

2.5.1. Meglévő peronhossz és alagút szelvény bővítés tervezése az üzemelő szakaszokra

A meglévő vonalszakaszokon történő peronhosszabbítás vagy alagútszelvény-bővítés tervezése során kiemelten fontos az össz-szakági, komplex megközelítés alkalmazása. Az ilyen jellegű beavatkozások – különösen üzemelő környezetben – jelentős szerkezetépítési, gépészeti, építészeti és üzemeltetési vonatkozásokkal járnak. A bontási munkálatokat követően beépítésre kerülő új szerkezetek, berendezések és rendszerek műszaki követelményeit minden esetben az adott helyszín adottságaihoz, valamint az érvényben lévő jogszabályi és hatósági előírásokhoz kell igazítani. A tervezés során figyelembe kell venni a tartószerkezeti módosítások következményeit, a meglévő építmények

állékonyságát, az esetleges technológiai átfedéseket, valamint az üzemeltetési környezetből adódó korlátozásokat is. Mindezek mellett természetesen a tűzvédelmi, biztonságtechnikai és menekítési követelmények is szerves részét képezik a tervezési folyamatnak, melyeket az engedélyező hatóságokkal és szaktervezőkkel egyeztetve, egyedileg kell meghatározni és teljesíteni.
Amennyiben a forgalmi kapacitások növelései igénye jelentkezik, úgy első lépésként meg kell vizsgálni a meglévő és a tervezett járművek által igényelt űrszelvény és peronhossz méreteket, az így kapott adatok alapján szükségessé válik az alagút keresztmetszeti méreteinek vizsgálata a peronok előtti és utáni szakaszokra és a teljes vonalra vonatkozóan. Figyelembe kell venni a beavatkozás műszaki megvalósíthatóságának feltételeit, annak mértékét, valamint a várható költségvonzatokat is. Csak ezen szempontok komplex elemzését követően hozható megalapozott döntés a járműállomány módosításáról, illetve az alagútszakaszok esetleges bővítéséről a peronhosszak növelése érdekében.

2.5.2. Állomás szerkezetek bővítése

2.5.2.1. Az állomások meghosszabbítása

Szükség esetén az adott metróvonal utasforgalmi kapacitásának növelése céljából, a hosszabb szerelvények alkalmazása érdekében vizsgálni kell az állomási peronok hosszabbításának lehetőségét. A megfelelő műszaki megoldás kiválasztásakor kiemelt figyelmet kell fordítani az egyszerű, biztonságos üzemeltethetőségre, valamint a gazdaságosságra, a lehető legalacsonyabb beruházási és üzemeltetési költségek elérése érdekében.
A peronok meghosszabbítása az alábbi feladatokat foglalja magába:

- a meglévő állomások és az alagúti kapcsolat megbontása (kéreg alatti szakaszokon) a felszín felől, a szerkezetek kiegészítése, a szigetelések (alaplemez, falak és födémek) csatlakozásának átépítése,
- a vonali hálózatok (elektromos és gépészet) csatlakozásainak átépítése,
- az állomási berendezések átépítése, kiegészítése az adott állomási végen (építészet, épület-gépészet, elektromos rendszerek),
- a bővítéssel érintett közművek átalakítása, a felszín átépítése (egyes felszerelések, faegyedek ellehetetlenülése), helyreállítása.

2.5.2.2. Lépcsőkijáratok kapacitásának bővítése, liftek

Rekonstrukció során, valamennyi állomás estében, ahol a kapacitás bővítés a cél, vizsgálni kell az újabb lépcsők létesítésének lehetőségét. A tervezés során fontos szempont, hogy vészhelyzeti menekülési szituációban nem az utasforgalmi statisztikai adatok, hanem a közlekedő szerelvények elméleti maximális befogadóképessége alapján kell igazolni valamennyi állomás – illetve peron – kiüríthetőségét.
Az állomások utasforgalmi terhelésének jól érzékelhető korlátja a lépcsőkarok kapacitása.

A felvonók létesítésének követelménye, hogy az állomás szerkezetét, a felszín használatát és a felszín alatti közműberendezéseket a legkevésbé sértse, és feleljenek meg a felvonóépítmények a kiemelt városképi szempontoknak.

A felvonók utólagos létesítése kizárólag olyan megoldások alkalmazhatók, amelyek az állomási terekhez funkcionális és szerkezeti szempontból szervesen és megfelelően kapcsolódnak.

A felszíni építmények elhelyezését a városképi, műemléki és funkcionális követelmények figyelembevételével kell megvalósítani.
A kivitelezési megoldások tervezése során az alábbi szempontokat kötelező figyelembe venni:

- A felvonók létesítése jelentős szerkezeti és építészeti beavatkozást igényel, mely magában foglalja új felszíni aknák kialakítását, valamint az érintett szigetelések helyreállítását.
- A felvonók aknáinak és utasforgalmi kapcsolatainak kialakítása során tekintettel kell lenni a zsúfolt közműhálózatokra az állomások környezetében.
- A felvonók felszíni építményei elkerülhetetlenül meghatározó építészeti elemekként jelennek meg. Ezek elhelyezése során figyelembe kell venni a felszíni infrastruktúra-elemeket (pl. buszmegállók, gyalogátkelők, közterületi berendezések, kandeláberek, fák stb.). Különösen érzékeny helyszíneken a kialakításnak egyedi, igényes építészeti megoldásokat kell alkalmaznia, rutinmegoldások helyett.
- A felvonóépítmények elhelyezése során törekedni kell arra, hogy azok a meglévő lépcsőfeljárókkal egységes, rendezett kompozíciót alkossanak, és harmonikusan illeszkedjenek a műemléki jellegű elemekhez (pl. korlátok).
- A felvonók előterét tűzrendészeti előírások szerint az utascsarnoktól el kell választani. Az előtereket friss levegő befúvással füstmentessé kell tenni. E célból létesített szerkezetek (pl. ajtók, légbeszívó oszlopok) az állomási terekben és a felszínen is meg fognak jelenni, kialakításuknak ennek megfelelően kell történnie.
- Amennyiben a felvonók süllyesztéke az állomás legmélyebb pontjává válik, a bejutó csapadékvíz elvezetését biztosítani kell. Szükség esetén a gépészeti hálózat bővítésével kell a vízelvezetést megoldani.

2.6. Vízszigetelő, vízelvezető rendszerek tervezése

Új létesítendő vonal esetében teljes alagútszerkezetre vonatkozóan egy egységes vízszigetelőrendszert kell megtervezni, kialakítani. A vízszigetelőrendszer kialakításához vizsgálni szükséges a vonalszakasz nyomást, talajvíz kémiai összetételét.
Szakaszhatárok esetén az alaplemezek közötti elmozdulások esetén sem jöhet fel a víz, ezzel üzemeltetési problémát okozva.
A dilatációs szakaszokat megfelelő minőségben és a vízszigetelési követelményeknek eleget téve kell kialakítani.

Azokon a szerkezeti elemeken, helyiség csoportokban, ahol minimális vízszivárgás elfogadható, ott a bejövő vizet irányítottan gravitációsan el kell vezetni az erre a célra kijelölt gyűjtő zsompba.
A vízszigetelő és az esetlegesen kialakított csurgalék víz elvezető rendszereknek könnyen, jól karbantarthatónak kell lennie.

Olyan földalatti műtárgyaknál, ahol emberi tartózkodással lehet számolni, valamint olyan helyiségekben, ahol nedvességre érzékeny berendezések vannak, teljes szárazságot biztosítani szükséges. A vonalalagutakat, szellőző aknákat és alagutakat, valamint egyéb földalatti műtárgyakat különleges vízzáró szigeteléssel kell kialakítani (a beszivárgás megengedhető mértéke 24 óra alatt legfeljebb 0,1 l/m2).
Az alagutak szigetelése olyan módon készüljön, hogy a belső szerelvények a szigetelés megsérülése nélkül felerősíthetők legyenek és biztosítva legyen a szigetelések korrózióvédelme is.

2.6.1. Kéreg, mélyvezetésű vasutak alagútjainak vízelvezetése és csatornázása

Az alagútrendszerben úgy kell kialakítani a vízelvezetést és a csatornázást, hogy az alagútrendszerből származó víz és az üzemeltetett rendszerből származó víz mindenhonnan a számára kijelölt zsompba folyjon, így ne alakuljon ki sehol se pangó víz vagy tócsa, ami üzemeltetési problémához vezethet.

A vonali alagutak szivárgó vízelvezető rendszerét úgy kell kialakítani, hogy a szivárgó rétegvizek mindenhonnan az erre célra létrehozott rendszerbe kerüljenek. A kialakított rendszer megfelelő lejtéssel kell, hogy rendelkezzen, hogy a vizeket mindenhonnan célzottan az erre kijelölt zsompba vezesse a gépészeti 4.3.2. Pálya vízelvezetése alfejezetnek megfelelően. Pangó vizek kialakulását minden esetben meg kell akadályozni, az esetlegesen keletkező gépészeti üzemzavar (pl. csőtörés) többlet víztermelése során bekövetkezett kockázati tényező csökkentése érdekében.

A minimális lejtésviszonyokat mindenhol biztosítani kell, amennyiben ez nem megoldható, úgy átemelő szivattyú kialakítása szükséges.

A vágánytérben úgy kell kialakítani a gyűjtő zsompokat, hogy az alagút mosás során minden keletkezett szennyezett, vegyszeres víz befogadására alkalmas legyen. Továbbá ezt a szennyezett vizet külön kezelhetővé tegye, a zsompból eltávolítható legyen és a környezetvédelmi előírásoknak megfelelően külön kezelhetővé váljon és ne kerüljön bele a szennyvízhálózatba.

2.6.2. Összekötő alagutak és keresztező műtárgyak vízelvezető rendszere

Az összekötő alagutak és keresztező műtárgyak vízelvezetésének tervezése és megvalósítása kiemelt fontosságú, mivel ezek a létesítmények közvetlen kapcsolatban állnak a fővonali alagúttal, valamint a környező talajszerkezettel és talajvízviszonyokkal. A megfelelő vízelvezető rendszer kialakítása elengedhetetlen a szerkezetek hosszú távú állékonyságának, tartósságának, valamint a biztonságos üzemeltetésnek a biztosításához.

A vízelvezetési rendszer feladata, hogy:
- elvezesse a beszivárgó talajvizet és csapadékvizet,
- megakadályozza a víz pangását és a szerkezeti elemek átnedvesedését,
- védje a műtárgyak szerkezeti egységeit a korróziós és fagyási károktól,
- valamint biztosítsa az alagutak és keresztező műtárgyak száraz, üzemelésre alkalmas állapotát.

A tervezés során figyelembe kell venni:
- a talajvízszintet és annak változásait,
- a víznyomás hatásait a szerkezetre,
- a fenntarthatósági és karbantartási szempontokat,
- valamint a csatlakozó szerkezetek (pl. peron alatti összekötők, vészkijáratok, aknák) vízszigetelési kapcsolatait.

A rendszer hatékonysága érdekében javasolt:
- rendszeres ellenőrzési és karbantartási protokoll kialakítása,
- tartalék kapacitások beépítése extrém csapadékeseményekre,
- valamint a környezetvédelmi szempontok (pl. szennyezett víz előkezelése) figyelembevétele.

2.6.3. Állomási szerkezetek szivárgó vízelvezetése

Az állomási szerkezetek – különösen a peronszintek, peronalatti terek, üzemi helyiségek, utas tér, stb. – hosszú távú állékonysága és használhatósága érdekében szükség esetén elengedhetetlen a megfelelő szivárgó vízelvezető rendszer kialakítása. A szivárgó rendszer feladata, hogy a szerkezet mögött vagy azzal érintkező környezeti talajrétegekből származó beszivárgó vizet biztonságosan elvezesse, megakadályozva a víznyomás felépülését és a szerkezetek vízzel való telítődését.

A tervezés során figyelembe kell venni:

- a talajvíz állandó vagy időszakos jelenlétét,
- a víznyomás mértékét és annak változásait,
- a szerkezeti elemek vízszigetelési rendszerével való kapcsolatot (pl. fegyverzet közé helyezett vízzáró rétegek, injektálható szalagok),
- a vízgyűjtő csatornák, drénrendszerek és átemelők csatlakozását a teljes alagúti és állomási vízelvezető rendszerhez.

A szivárgó rendszer és a vízszigetelési rendszer megfelelő, zsomp vagy átemelő irányú legalább 3 ‰ lejtésű tervezése kiemelten fontos, ellenlejtős megoldások kialakítását kerülni kell.
A rendszer hibamentes működését rendszeres karbantartással, ellenőrzéssel kell biztosítani, amelyhez hozzáférhető, üzem közben is elérhető ellenőrzési pontokat kell kialakítani.
A beépített vízelvezető elemek anyagainak és kivitelezésének meg kell felelniük a korrózióállósági, vízzárósági és tűzállósági előírásoknak is.

2.6.4. Alagúti szakaszok víztelenítése

Az alagúti vízelvezetés célja a bejutó és beszivárgó vizek elfogása, összegyűjtése és befogadóba vezetése, valamint a tűzivizek elfogása, összegyűjtése és befogadóba vezetése.

A kéreg- és mélyvezetésű alagúti szakaszokon (állomásközökben) a vízelvezető rendszer csövei felbetonozottak, vápavonalukban nyílt, íves folyókával kell biztosítani a vizek rendezett elvezetését a vágánytengelyben, valamint keretalagúti szakaszokon az oldalfalak mellett is a befogadók felé. Ezen oldalsó folyókákat 30 m-ként szükséges a tengelyben lévő tisztító aknákba bekötni. Ezeken a pontokon az akna belső falára rozsdamentes acélhálót kell felszerelni.

Az állomási vágányzónákban, illetve előtte és utána 20-20 m hosszban a vágánybetont csúszásgátlás mentes, olajálló bevonattal kell ellátni, a PTV (Pendulum Test Value) érték nedves állapotban legalább PTV 45 legyen.

PV kapuknál a csurgalékvíz rendszer kialakítása feleljen meg a PV követelményeknek. A PV kapuknál a tolózárak gumi ék-zárású tolózárak.

1) Vonali vízelvezetés
   Azokon a vágányszakaszokon, amelyeken az alagúti vizeket a vágány közepén elhelyezkedő, a vágánytengely felé kétirányból lejtő, kismélységű nyílt folyóka gyűjti össze, a víz összegyűjtése után a vonalon és az állomásokon található átemelő szivattyúkhoz kell vezetni, melyek továbbítják azt a közcsatorna-hálózatba.

A folyóka (folyókák) az alagút fala mellett is elhelyezhetők, de ebben az esetben a vágánybeton esését ennek megfelelően kell kialakítani.
Túlemelés nélküli pályaszakaszon mindkét oldalon ki kell képezni a folyókát az alagút fala mellett.

A vízelvezető folyóka esése általában az alagút hossz-szelvényével megegyezik, de minimálisan 1‰. A pályabeton keresztirányú esése 2%. Azokon a helyeken, ahol a nyílt folyóka bebetonozásra kerül, a folyóka folytonosságát a pályabetonban elhelyezett csövekkel kell biztosítani.
A felbetonozott folyóka felszínén legalább R=50 mm sugarú, félkör keresztmetszetű folyókát kell kialakítani.

Az alagút oldalfalán megjelenő vizek összegyűjtésére nagyméretű oldalfolyókák is kialakíthatók, melyek zárt csőrendszeren kerülnek bevezetésre a vágánytengelybe, a feltöltőbetonban kialakított zárt csőrendszerbe. A vízelvezető PVC csőbe mintegy 20 m-ként szükséges elhelyezni tisztító aknákat. Az aknákba kerülnek bekötésre az oldalfolyókák. Az aknák lefedése járható öntöttvas fedlappal történhet.

Az állomások területén, illetve a zsompoknál 600x600mm-es tisztítóaknák kialakítása szükséges, melyek tűzi horganyzott taposóráccsal kerülnek lefedésre.
A zsompok függőleges bekötéseibe iszapfogó beépítése szükséges.

A pálya felügyeleti, karbantartási célú járhatósága, valamint a menekülési útvonal biztosítása érdekében nyílt folyóka kialakítása válhat szükségessé az alagutak vizesedés szempontjából kritikus szakaszain. A pályabetonba süllyesztett folyókát szükséges lefedni.

Azokon a szakaszokon, ahol zaj- és rezgéscsillapító paplan kerül beépítésre, a paplan a tübbingre, illetve a szerkezeti betonra kerüljön lefektetésre. A paplan kialakítása tegye lehetővé, hogy a víz a paplan alatt elfolyjon, de ezt a vizet össze kell gyűjteni és be kell kötni drénrendszer segítségével a szivárgóhálózatba. A bekötések helyét a kiviteli tervben kell meghatározni.

Keretalagúti szakaszokon az alagút faláról lefolyó vizek elvezetésére az alagút és a pályabeton találkozásánál 200 mm szélességű és változó mélységű nyitott folyóka építése szükséges. A folyóka mélységét a lejtviszonyok határozzák meg. A folyókák a csatornacsőbe kerülnek bekötésre az oldalfolyókákkal megegyező módon.

A helyi viszonyok függvényében az oldalfolyókák alá is elhelyezhető a csatornacső, illetve szükség esetén egy talpszivárgó is az oldalfolyóka alatt az alagút oldalfalából beszivárgó vizek összegyűjtésére és elvezetésére.

Az alagút folyókáinak zárt csatornába kötésénél hordalékfogó tervezése szükséges.

Nyílt folyóka nyomvonalába kábelnyomvonal nem tervezhető.

2.6.5. Életmentő árok

Alagútban az állomási peronok mentén a vágánytengelyben életmentő árkot kell kialakítani.
Az árok

- mélysége a sínkoronaszint alatt 500 mm;
- szélessége 750-800 mm.

Az életmentő árok tényleges szélességét a felépítményszerkezet kialakítása határozza meg.

Az életmentő árkok lefedése nem engedélyezett.

Az alagúti csurgalékvíz elvezetését az életmentő árok alatt vízelvezető csővel kell biztosítani a vízelvezető csőrendszerbe, amelyet a befogadó felé lejtetéssel szükséges kialakítani. Befogadó lehet zsomp, függőleges bekötés, gyűjtő akna, kereszttárói átemelő.
A vízelvezető csövek tetején víznyelő rácsokkal kell biztosítani a darabos szemét fennakadását.

Az állomáson történő víz átvezetésére 2-3 Ø 200 mm átmérőjű acélcső telepítendő, 20 m-ként (max. 30 m) tisztító aknák építése szükséges, közöttük a csövek tokos illesztéssel. Az aknák fedlapja legyen zárt, pálya síkjából maximum 2 cm-re kiálló, öntöttvas fedlap.
A tisztító aknák és csövek csatlakozásánál kivehető mechanikus szűrőbetétek beépítése szükséges.
Az aknák egymástól való távolságát befolyásolja:

- 5‰, vagy azt meghaladó az esés,
- egyenes a vágány vízszintes geometriája.

Azokon az állomásokon, amelyeken jellemzően alagúti csurgalékvíz az életmentő árok alatt nem kerül átvezetésre, a víz elvezetéséről az állomás bélésfala előtt kialakított folyókával kell gondoskodni.

Az életmentő árok peron felöli oldalán kialakítandó nyitott - félkör keresztmetszetű Ø100 mm - folyókával kell megoldani az életmentő árok víztelenítését. Az életmentő árok alsó felülete 1 %-os lejtésű legyen a folyóka felé. A folyóka az állomás vízelvezető rendszerébe kerüljön bekötésre.

2.6.6. Csurgalékvíz mennyiség mérő helyek kialakítása

A bejutó csurgalékvíz mennyiségét időszakosan monitorozni kell. A vízhozammérés elvégzéséhez vízhozam mérő helyeket kell kialakítani, amik összességében a teljes üzemeltetési területről – mint egy „vízgyűjtő területről” lehetővé teszik a szivárgó vizek mennyiségének a technológiaivizek kizárásával és jó pontossággal történő megmérését. Ezek alapján később vízhozamtérképet lehet készíteni, és ki lehet számolni az 1 m^2-re bejutó szivárgó víz mennyiségét, egy követhető viszonyszámot adva a szigetelés állapotára vonatkozóan.

2.7. Utasforgalmi létesítmények

Az utasforgalmi létesítményeket az összes metró állomásra vonatkozóan egységes rendszerben (pl.: padok, kukák,) kell kialakítani a karbantarthatóság szempontjait szem előtt tartva.

Madárvédelmi szempontból gondoskodni kell a madarak távoltartásáról és a fészkelőhelyek kialakításának ellehetetlenítéséről az állomások, állomási bejáratok, a felszíni épületek és legfőképpen az utasforgalom által érintett területeken.
A metróállomásokon kívüli építészeti tervezése során törekedni kell arra, hogy ne alakuljon ki, olyan fedett, elzárt (de szabadon megközelíthető), vagy nehezen belátható térbeli elem, amely illetéktelenek tartós ott-tartózkodását lehetővé tenné, ezáltal elősegítve a közterület rendezett és biztonságos használatát, továbbá a fenntartható üzemeltetést biztosítsa.

2.7.1. Utastájékoztató rendszer elemek (UTR)

Az Utastájékoztató Rendszer (UTR) minden esetben a BKK Zrt. általános budapesti utastájékoztatási rendszerébe illeszkedjen, mind arculatában, jeltartalmában, mind tipográfiájában annak részeként kell kialakítani. A gyártmány tervezés és a gyártás idején a BKK Zrt. érintett részlegével egyeztetett megoldást szükséges kialakítani. Az UTR alapelveit elsősorban azok a funkcionális követelmények határozzák meg, amelyek a vonalat használó utasokat az utazás során minden döntési helyzetben a megfelelő mélységű információval látják el. Az UTR több csatornán működik, amelyek között az alábbiak a megvalósítása feladat:

- statikus UTR: az állomások és környezetük eligazító táblarendszere, a tartózkodási hely, a fő úti célok, az elérhető állomások, az átszállási és kijárati irányok jelzése;
- dinamikus UTR: a járatokra vonatkozó információk, az egyedi forgalmi szituációkra vonatkozó információk kijelzése, a kijelzők beépítése révén;
- egyebek: utazók által használt berendezések (segélyhívók), felvonó-képernyők, helyiség-feliratok stb.

A táblahordozót korrózióvédelemmel és fehér porszórt felülettel ellátott acéllemez tálcával, a tartókeretbe mágneses rögzítéssel illesztve kell kialakítani.

2.7.2. Egységes tárgy rendszer, állomási bútorok, perontárgyak

Az állomások utastereiben az üzemvitelhez szükséges különböző rendeltetésű berendezések és felszerelési tárgyak elhelyezését (pl. tűzcsapok, tűzjelzők, vízvételi helyek, TV kamerák, órák stb.) a vonal valamennyi állomásán egységes rendszerben szükséges kialakítani, és feliratokkal és jelképekkel ellátni.

Sztenderd berendezési tárgyak
A metróvonal állomásainak utasforgalmi tereiben elhelyezendő műszaki berendezései, tárgyak stb. az adott vonalon egységes megjelenéssel kell kialakítani a konkrét állomás építészeti koncepciójától függetlenül.
A tárgyakon belül három csoportot kell megkülönböztetni:

- Az *összeépíthető bútorrendszer* elemeit azok a peronon elhelyezendő bútorok alkotják, melyek funkciója lehetővé teszi, hogy a peron falburkolatába besüllyesztve jelenjen meg. Ilyenek például a segélykérők, a tűzcsapok, hulladékgyűjtők, információs tablók stb.
  A peronokon un. utasbiztonsági tárgyat kell létesíteni, amiben egységesen kerül elhelyezésre segélykérő, kézi tűzjelző jeladó, peronvész gomb, tűzoltó készülék, ezen felül energiavételezési pont. A peronon elhelyezendő utasbiztonsági tárgyak számát és elhelyezését, a gyártmány kialakítását a tervezés során kell meghatározni.
- Az *üzembiztonság berendezési tárgyai*, azok a műszaki berendezések, amelyek a vonat biztonságos érkezését és indulását szolgálják. A funkciójukból adódóan ezek a tárgyak jellemzően a peronon szabadon helyezkednek el, a biztonsági sávban vagy annak közvetlen szomszédságában. Ilyenek a peroninfra berendezései, a vonatvezetői tükör, és a peronvéglezáró korlát. Ide sorolandó a fali elhelyezésű kétféle vontatási feszültségállapot jelző lámpa is.
- A tárgyak harmadik csoportját az utastájékoztatást szolgáló berendezések alkotják. Ebbe a csoportba elsősorban a különböző típusú (fali, függesztett, szabadon álló) táblák tartoznak, valamint ide sorolandók a változtatható tartalmú kijelzők, a metró üzemi területének határát képző portálrács feletti, az állomásnevet megjelenítő úgynevezett bejárati frízt is.

Általános kialakítás, koncepcionális elvek:

A legfontosabb követelményeket az összeépíthető bútorcsalád elemei adják. Az alacsony belmagasságú állomások, szűk terek, amelyekben a funkcióból adódóan jelentős utasáramlással szükséges számolni. Az utasforgalom zökkenőmentes biztosítása érdekében az ilyen jellegű állomásokon preferált a bútorcsalád elemeinek falba süllyeszthetősége.
Egyes metróállomásokon jelentkező nagyon alacsony belmagasság, valamint az egyes beépítési szituációkban kevés rendelkezésre álló szabad falfelület miatt a tárgyak egymással, és felettük közvetlen közelben lévő utastájékoztató táblákkal össze kell építeni.
Ilyen esetben az összeépítés következtében egymás mellé kerülő sokszínű és sokfajta funkciót egységes építészeti megjelenéssel, a tárgycsoportok egy építészeti egységként kell megjeleníteni.

A berendezési tárgyak felépítése:
Az egyes berendezési tárgyak felépítésének tipizáltnak kell lenni az összeépíthetőség miatt, valamint az egységes megjelenés érdekében a funkciótól függő eltérések figyelembevételével.
Általánosságban egy-egy berendezési tárgy jellemzően a következő részekből épülhet fel:

- Vázszerkezet: az elem statikai merevségét minden beépítési szituációban a horganyzott acél vázszerkezet biztosítja. A vázszerkezetet a kiviteli tervek készítése során úgy kell megtervezni, hogy rendszerelvűen biztosítsa szükség esetén a tárgyak egymással való összeépíthetőségét, a tárgycsoportokon külső burkolatot képező keret rögzíthetőségét, a hátlap felszerelhetőségét, a frontoldalt képző nyíló szárnyak csatlakoztathatóságát és zárhatóságát, különös tekintettel a tárgyra előírt IP védelemre.
  A vázszerkezetnek biztosítani szükséges a tárgyra jellemző speciális berendezés (dugalj, tömlő stb.) rögzíthetőségét.
  A vázszerkezeten a csatlakozó elektromos és/vagy gépészeti vezetékek részére nyílásokat kell képezni és a vezetékek átvezetését a tárgyra jellemző IP védelemmel kell megoldani.

  Vasalatok: A nyíló szárnyakat elézáródó kivető pántokkal kell kialakítani, oly módon, hogy a szárnyak 180 fokos nyithatósága biztosítható legyen, minden összeállítási szituációban. Minden nyíló szárny zárhatóságát biztosítani kell. A zárszerkezeteknek süllyesztett kivitelűnek kell lenni. A tűzvédelmi célú berendezéseket (tűzcsap, tűzvédelmi elektromos szekrény száraztűzcsap, kézi vízköddel oltó tároló) mágneszár tartsa bezárt állapotban normál üzem mellett. A síktapadó mágnes a következő tulajdonságokkal rendelkezzen: max 100 mA fogyasztás, 24V DC, nyitott állapotjelző kontaktus. Tűzjelzés esetében a tartómágnesek engedjenek el, az ajtószárnyak váljanak nyithatóvá, de nem nyílhatnak ki. A szárnyakat egy a tűzvédelemben használatos, rozsdamentes acél anyagú, süllyesztett kivitelű, elforgatható zárberendezéssel kell kézzel kinyitni. A tűzcsapok, és a kézi oltókészülékek ajtajai más-más elektromos körön kell, hogy legyenek, ezért nyithatóságuk külön legyen vezérelhető.
  A többi berendezés (segélykérő, vízvételi hely, áramvételi hely, információs tabló, city light poszter) egy egyszerű süllyesztett kulcsos zárszerkezettel legyen üzemeltethető.

Abban az esetben, ha egy berendezési tárgy a peronon szabadon áll, a hátsó oldali esztétikus megjelenésére is figyelmet kell fordítani.
A tárgyakat magába foglaló szerkezeteket úgy kell kialakítani, hogy szükség esetén bonthatóak legyenek.

A berendezési tárgyak további előírásai:
A berendezési tárgyakhoz a kiviteli tervek alapján gyártmánytervet kell készíteni.
A berendezési tárgyak a csatlakozó szakági tervek által előírt IP védelemmel, kültéri kivitelben kell kialakítani. Minden fémből készült berendezési tárgyat be kell kötni az állomás EPH rendszerébe.
A berendezési tárgyak általában elektromos bekötést igényelnek, (elektromos betáplálás és vezérlés) ennek módját a szakági tervek szerint szükséges kialakítani.

2.7.3. Egységes burkolatok,

A fal és mennyezeti burkolatok kiválasztásánál az állomásonként azonos felületenkénti azonos szerkezeti és típus kialakítást kell létrehozni. Az állomások megkülönböztetését az utastájékoztató elemeken kívül a burkolati elemek színének változatosságával kell elérni.
Minden olyan helyen, ahol azt az utasforgalom nem igényli, törekedni kell a látszó beton és nyers felületek meghagyására. Csak olyan magasságban szabad takarítandó, vagy karbantartandó burkolatot elhelyezni, ami üzemszünetben, normál módon – alpintechnika, emelőgép, vagy magas állvány nélkül elérhető.
Üvegfelületet csak fény áteresztés igénye esetén szabad létrehozni, azt is úgy, hogy szükség esetén egy oldalról cserélhető legyen. Az üvegfelületeket tetőszerkezetként való alkalmazásban kerülni kell, amennyiben mégis ilyen kialakításra kerül sor, meg kell teremteni az üzemi körülmények közötti állandó vizsgálat és javítás vagy csere lehetőségét.

2.7.3.1. *Műtárgyak karbantarthatóságának,* javíthatóságának tervezése

Minden építmény elem (falak, födémek, tetők, oszlopok stb.) állapota felmérhetőségének, karbantarthatóságának és javíthatóságának tervezését lehetővé kell tenni azok megfelelő fizikai megközelíthetőségével az építmény életciklusának megfelelő fenntarthatóság érdekében. Aminek a vizsgálatát még állványozással vagy emelőkosárból sem lehet elvégezni, minden esetben valamilyen podesztet, mozgatható hidat, vagy alpintechnikai kikötési pontokat kell tervezni és elhelyezni.

2.7.4. Bejáratok, peronzárak, peronélek, biztonsági sáv kialakítása

2.7.4.1. Bejáratok- portálkapu

Az állomások utasforgalmi bejáratainál a bejárati nyílásokat távműködtetésű zárószerkezettel, portálkapukkal kell zárni.
A portálkapuk kialakítását tekintve az alábbi kategóriákba sorolhatók:

„A" típus: Felcsévélhető redőnykapu
Távvezérelt működtetésű, motorosan felcsévélhető kapuszerkezet, max. 11 m fesztávolságú nyílások áthidalására. A kapuk az utasforgalmi területeken üzemi határként szolgálnak. A kapuszerkezet lamellái minimum 0,50 m magasságig tömör, felette rácsos kialakítással készüljenek. Minden kapuszerkezet (az aluljárókban is) kültéri kivitelű legyen. Látszó szerelvényezés és kábelezés nem megengedett.

„B" típus: Felcsévélhető füstgátló redőnykapu
Távvezérelt működtetésű, motorosan felcsévélhető kapuszerkezet, max. 11 m fesztávolságú nyílások áthidalására. A kapuk az utasforgalmi területeken tűzszakasz határként szolgálnak, füstzáró kivitelben, A2 EW 90 tűzteljesítményű, minősített szerkezettel készüljenek. A kapuk zárását a portálba épített hőérzékelő vezérli, 150 °C-os külső hőmérséklet esetén a kapu még működőképes kell legyen. Látszó szerelvényezés és kábelezés nem megengedett.

„C" típus Passzázskapu felvonó felszíni építménybe
Passzázskapu 35-40 cm magas elemekből, melyek nyitott állapotban belső oldali tároló konzolon tarthatók, zárt állapotban esztétikus, átlátható, biztonságos lezárást biztosítanak. Nyitás-zárás

távvezérelve, automatikus reteszeléssel. A kapuelemek 6 mm vtg. átlátszó, törhetetlen, ütésálló, nehezen gyulladó, karcolhatatlan átlátszó anyagból készüljenek.

A portálkapuk további műszaki előírásait a Gépészet szakági rész 4.7 pontja írja le.

2.7.4.2. Peronzár

A peronok végeit az utasforgalom elől le kell zárni olyan módon, hogy a megállási pontokat figyelembe kell venni. A megállási pontokat és a peronvég lezárásokat úgy kell kialakítani, hogy járműajtó még megállási pontatlanság esetében se essen a peronvég lezárások mögé.
A peron végén telepített tárgyak (tükör tárgy, infra) funkcióját, működését a peronvég lezárás nem akadályozhatja.
A peron szelességétől és elhelyezkedésétől függően kapu és/ vagy korlát lehatárolás szükséges a biztonságos peronvég lezárás érdekében. Az illetéktelen személyek kapun való áthaladását meg kell akadályozni.
Abban az esetben, ha az állomáson beléptető rendszer létesül, a peronvég lezárás nyitható kapuját be kell kötni a beléptető rendszerbe.

2.7.4.3. Peronél és biztonsági sáv

A peronok vágányok felöli szélén – biztonsági sávként –csúszás gátolt (slip -resistant) padlóburkolatot kell alkalmazni, szélessége legalább 0,80 m kell, hogy legyen. A PTV (Pendulum Test Value) érték nedves állapotban legalább PTV 45 legyen. Kültéri peronoknál pedig legalább PTV 55 legyen.
A biztonsági sáv, illetve az elválasztó sáv színét úgy kell megválasztani, felületét pedig úgy kell kialakítani, hogy az a csökkent látóképességűek számára is könnyen felismerhető legyen, a biztonsági sáv jól elkülönüljön a perontól. A peronéllel párhuzamos, a biztonsági sáv határát jelző keskeny burkolat képezzen a környező burkolattól képezzen min. 30%-os tónuskontrasztot, ami használat közben is álljon fenn.

A peronszegély távolsága a vágánytengelytől 1450 m +15 mm – 10 mm.
A tervezett peronél úgy kerüljön tervezésre és kivitelezésre, hogy az a lehető legközelebb kerülhessen a metrókocsik ajtajához. A vízszintes és függőleges értékeket tűrésekkel együtt a METRÓ P1. utasítás vonatkozó fejezete tartalmazza. Azokon a helyeken, ahol a peron él és a járműajtó vízszintes távolsága nagyobb, mint az előírt, legalább a járműajtók tartományában un. hézagkitöltő elemeket kell alkalmazni a távolság csökkentése érdekében.

Vonatmentes időben a biztonsági sávra való belépést jelezni kell az irányító személyzet (ÁDI, KUD) számára, valamint hangos utasítást kell adni a belépő számára a biztonsági sáv mielőbbi elhagyására. Az alkalmazandó eszköz lehet hosszanti infra alapú figyelés, vagy más pl. kamerás megfigyelés alapú riasztás. A műszaki előírásokat a Hírközkési rész 8.5.2.3 fejezet tartalmazza.

Látássérültek segítése érdekében, hogy a peronéli vezetősáv lehetőleg kövesse a peronél vonalát.

A biztonsági sáv peron felőli lehatárolás vonalába az érkező vonat jelzésére előzetes kockázatelemzés eredményétől függően világító LED sávot kell beépíteni. A LED sáv villogtatásával jelezni kell az érkező vonatot. További információk adását a tervezés során kell meghatározni. A LED sáv vezérlését a vonatvezérlési interfészen keresztül kell működtetni.

Zárt peron kialakítás esetén peron elválasztó falakat egységenként kiemelhetően (nyithatónak) kell kialakítani, a szükség esetén legterjedelmesebb szolgálati vonattal szállítandó tárgy méretének megfelelően. A zárt peron elválasztást a füstkötény faltól elkülönülő egységekként kell megtervezni és megépíteni. A zárt peron műszaki előírásait a Biztosítóberendezés és vonatvezérlés rész 7.5.2.2 fejezet tartalmazza.

2.7.4.4. Padlóburkolatok

A padlóburkolatok nem csilloghatnak és nem káprázhatnak, ezért mindenhol legalább mattcsiszolt (vagy ennél is érdesebb, pl.: lángolt a peronéleken) felület alkalmazható.
A burkolat szintezését döntően meghatározza az adott helyszínen tervezett sínkoronaszint, melyet a tervezés és a kivitelezés során minden esetben tekintetbe kell venni.
A peronéleken a biztonsági sáv 80 cm széles zónájában eltérő felületképzésű fokozottan csúszásgátolt (stokkolt felület nem lehet) gránitelemek kerülhetnek beépítésre.
Csúszásmenteség általános helyen PTV (Pendulum Test Value) érték nedves állapotban legalább PTV 45 legyen. Kültéren legalább PTV 55 legyen.
Új építés vagy állomásfelújítás esetén az utasperonokon és az utaselosztó csarnokokban úgynevezett taktilis burkolati sávokat kell kialakítani a csökkent látóképességűek segítése érdekében. A sávok helyét és kialakításának módját az engedélyezési tervekben kell meghatározni. Ezek egyrészt a burkolatba mart vakvezető sávok, másrészt a biztonsági sáv és a peronlemez között, az előbbitől eltérő (megkülönböztethető) mintájú, az alapfelülettől kontrasztosan elütő színű 20 cm széles gránit sáv.

2.7.4.5. Esélyegyenlőséggel kapcsolatos követelmények

Az esélyegyenlőséggel kapcsolatos jogszabályi környezetet az Általános rész 3.4 fejezete írja le.
Minden mozgólépcső rálépésgátló kapuiba Audio Tájékozódási Segédlet (továbbiakban: ATS) rendszer telepítendő a látássérültek tájékozódásának megkönnyítése érdekében. A rádiófrekvencia és hangerő, hangszín és jel típusának beállításához a Magyar Vakok és Gyengén látók Országos Szövetségével és a Vakok és Gyengén látók Közép-Magyarországi Regionális Egyesületével szükséges egyeztetni.
Az ATS rendszert a látássérültnél lévő távirányítóval kell működtetni a mozgólépcső közelében. A távirányítóval aktivált jelet az a rálépésgátló kapuk oszlopaiba beépített ATS vevők veszik, és meghatározott ideig meghatározott hangjelzést kell kibocsátani ki a mozgólépcsők működésével összhangban. Minden esetben a haladási irányba esően működő mozgólépcső jobb oldalán lévő hangjelnek kell megszólalni, ami segíti a látássérültet az orientációban.

A vakok és gyengén látók közlekedésének megkönnyítése érdekében a mozgólépcsőkbe az alsó és felső íves szakaszoknál, ahol a lépcsőfokok alakja vízszintesre vált, megfelelő helyen fénysorompót vagy egyéb erre alkalmas eszközt kell beépíteni, amely érzékeli, ha utas áll a lépcsőfokon és ennek hatására a berendezés hangjelzéssel hívja fel a figyelmet, hogy a lelépés helye következik.

A fogyatékkal élő személyek számára egyenlő eséllyel hozzáférhető segélykérő kialakítást, ÁDI ablak és átbeszélő akadálymentesítésre vonatkozó megfelelőséget, az utastájékoztatás akadálymentesítésre vonatkozó megfelelőségét a vonatkozó szabványoknak megfelelően kell kialakítani.

A menekítési tervek készítésénél a vonatkozó rendeletek, szabványok előírásainak megfelelően tekintettel kell lenni a fogyatékkal élők esélyegyenlőségére.

A felvonók esélyegyenlőségét az MSZ EN 81-70 (Felvonók szerkezetének és beépítésének biztonsági előírásai. A személy-és személy-teher felvonók különleges alkalmazásai. 70. rész: Fogyatékossággal élők által is igénybe vehető felvonók) szabványi előírásai szerint kell tervezni.

A biztonságos közlekedés érdekében a mozgólépcsők kialakítására a következő követelményeket kell teljesíteni:

- Legalább PTV 45 – kültéren legalább PTV 55 lépcsőfelületet kell alkalmazni,
- a fellépés és a lelépés szakaszát legalább 60%-os Michaelson-kontraszt értékű jelzéssel és jó megvilágítással kell ellátni,
- a lépcsők homlokfalát és peremét sárga színkontraszttal kell jelölni,
- szükséges, hogy a mozgólépcső helyi és távműködtetéssel egyaránt megállítható vagy lassítható, illetve fokozatos sebességváltással újra indítható legyen,
- gondoskodni kell a mozgólépcsők vizuális ellenőrzéséről ipari kamera segítségével

2.7.4.6. Taktilis jelek kialakításhoz alkalmazott általános elvek

A taktilis vezetősáv vonal vezetése a burkolatban

- A vezetősáv széleitől min. 60-60 cm szélességben, és a tengelyétől számított, lehetőleg legalább 80-80 cm-es távolságban szabad terület biztosítandó, melybe semmilyen épületelem vagy berendezés nem lóghat bele.
- A jel két szélső pálcájának külső széle között mérve legalább 25 cm hasznos szélességű legyen.
- Keresztirányú forgalom esetén az átlépési távolságnak megfelelően legalább 55 cm széles legyen a taktilis vezetősáv.
- Egy szakasza min. 60 cm legyen, de lehetőleg ne legyen rövidebb, mint 120 cm.
- Az elágazásokban bordáktól vagy csonkakúpoktól mentes, „üres” mező kialakítása célszerű, melynek mérete mindkét dimenziójában (szélességében és mélységében) a vezetősáv szélességével megegyező.
- A megállásra késztető elemek (pl. lift kezelőpanelje, információs- és jegyértékesítő pult) előtt legalább 30 cm mélységű szabad terület alakítandó ki.
- A vezetősávot felvonó hívópanelhez, lépcsőhöz, ajtóhoz vagy pulthoz csak a felületre merőlegesen szabad vezetni.
- A vezetősávokat merőleges rendszerben kell kialakítani, vezetése ne legyen íves és csak ott zárjon be 90°-tól eltérő szöget, ahol a természetes útvonal is szöget zár be.
- Egy vezetősávon belül csak azonos borda-/pálcaszélesség alkalmazható.

Vezetősáv csatlakozása figyelmeztető előjelzéshez, a kontrasztos taktilis vezetősáv gometriája

- A taktilis jelzéseknek meg kell felelniük az MSZ ISO 23599 és a MSZ CEN/TS 15209 szabványok előírásainak:
- 5 mm magas, háttérből kiemelkedő pálcákkal/bordákkal készüljön. A mérettűrés miatt 4 mm magas pálca/borda elfogadható;
- A pálcák a haladási iránnyal párhuzamosan fussanak és felső felületük sík legyen; 17-30 mm széles pálcákkal;
- CMichelson > 30 % (megközelítően 30 LRV értéknek megfelelő különbség) kontrasztot képezzen a csatlakozó padlóburkolat színével.
- A pálcák mérete és kiosztása az alábbi táblázat alapján határozható meg:

Vezetősávok bordáinak szélessége (bordák tetején mérve, mm)	A bordák tengelytávolsága (mm)
17	57-78
20	60-80
25	65-83
30	70-85

A taktilis vezetősáv geometriai kialakítása az MSZ ISO 23599 szabvány alapján

- Új padlóburkolat készítése esetén a taktilis jelzés a burkolat anyagával azonos műszaki tulajdonságú és időtállóságú, azzal együtt készülő burkolati mező legyen (például beton, kő vagy kőporcelán). A terméknek és a rögzítőanyagnak rendelkeznie kell a beépítésének és a használati módja szerinti megfelelőségértékeléssel (pl. kültéri burkolatok).

A kontrasztos, veszélyre figyelmeztető taktilis jelzés

- A taktilis jelzéseknek meg kell felelniük az MSZ ISO 23599 és az MSZ CEN/TS 15209 szabványok előírásainak:
- a felső, érkező lépcső éle előtt 30-50 cm-rel kezdődjön; mélysége 60-90 cm, minimális hasznos mélysége 56 cm; a lépcső teljes szélességében készüljön;
- CMichelson > 60 % (Megközelítően 60 LRV értéknek megfelelő különbség) kontrasztot képezzen a csatlakozó padlóburkolat színével;
- mintázata 5 mm magasságú, diagonális raszterben elhelyezett csonkakúpokból álljon. A mérettűrés miatt 4 mm magas csonkakúp elfogadható;
- a csonkakúpok átmérője és távolsága az alábbi táblázat alapján határozható meg:

Veszélyjelzések csonkakúp elemeinek raszter távolsága (csonkakúpok tetején mérve, mm)	A pontszerű jelzések (csonkakúpok) tengelytávolsága (mm)
12	42-61
15	45-63
18	48-65
20	50-68
25	55-70

A veszélyre figyelmeztető jelzés kialakítása az MSZ ISO 23599 szabvány alapján

- Új lépcső építése vagy új burkolat készítése esetén a taktilis jelzés a burkolat anyagával azonos műszaki tulajdonságú és időtállóságú, azzal együtt készülő burkolati mező legyen (például beton, kő vagy kőporcelán). A terméknek és a rögzítőanyagnak rendelkeznie kell a beépítésének és a használati módja szerinti megfelelőségértékeléssel (pl. kültéri burkolatok).
- Az utólag ráhelyezhető elemek műszaki tulajdonságai, rögzítéstechnikai lehetőségei a gyakorlati tapasztalatok alapján nem kielégítők vagy igazolhatók; fenntartásuk, pótlásuk költséges. (például utólag rögzített műanyag vagy fém elemek balesetveszélyt jelenthetnek.) Ezért ezeket csak meglévő-megmaradó burkolaton, műszakilag indokolt esetben, a geometriai, kontraszt és csúszásgátlási követelmények betartása mellett mérlegeljük.

Lépcsők esetében a vezetősávnak a lépcső közepére kell futni, mozgólépcsőnél a fellépő lemezhez (lépcső rész előtti, még a lépcső részét képező jellemzően fém burkolati/ fedő elemhez) vezetőnek kell tervezni.

Alkalmazandó anyagok_

- A vezető sáv bordáinak hosszának megfelelő méretű beton térkő vagy kő,

- Rozsdamentes acél

Vezetősáv irányváltás és útvonal-csatlakozások
"L" irányváltás általános esetben: Irányváltásnál a kő és beton térkő vezetősáv-elemei gérbe vágottan kell, hogy illeszkedjenek egymáshoz. A fém vezetősáv esetében üres mező kell a csatlakozáshoz.

"T" és "+" útvonal-csatlakozások általános esetben: A beton térkő vezetősáv elágazásához üres mező kerüljön kialakításra. A kő és fém vezetősáv elágazásához üres mezőt kell telepíteni.

"T" csatlakozás peronélnél:
Az elsodrási határnál végig a peronon min. 60 cm mély veszélyt jelző sávot szükséges telepíteni.
A peron mellett párhuzamosan futó vezető sáv min. távolsága a veszélyt jelző sávtól: vezető sáv tengelyétől min. 60 cm a veszélyt jelző sáv közelebb eső széléig.

Kő vezetősáv esetén
A peronéllel párhuzamos vezetősáv végén, ha az falhoz érkezik. A vezető sávot a fal előtt min. 30 cm-re meg kell állítani. Tilos olyan helyre veszélyt jelző sávot tenni, ahol nincs valós veszély. A falat a látássérült a botjával érzékeli, így ez nem veszély, nem fog neki ütközni.
Rozsdamentes acél vezetősávnál: 40 cm széles és 60 cm mély; kőnél 2 db kőlap szükséges: 50 cm széles és maximum 60 cm mély.

Vezetősáv csatlakozása PV bontható burkolathoz
A PV kapuk miatt létesülő bontható fém bordáslemez burkolaton vezetősáv nem haladhat át, csak nekifuttatható. Ahol a PV kapuk miatti bontható burkolat a mozgólépcső közelében található, ott a bontható burkolat és a mozgólépcső közé nem szükséges további vezetősávot elhelyezni, mert a PV kapuk miatti bontható burkolatot követően a látássérülteket az ATS rendszer vezeti a mozgólépcsőhöz.

Vezetősáv érkezése felvonóhoz
A vezetősáv a felvonóknál mindig a hívópanelhez érkezzen, a felvonó hívópanele előtt min. 30 cm-re álljon meg a vezető sáv. A vezető sáv ne szakadjon meg az útvonalakon, akkor sem, ha szűk folyosón halad át.

Vezetősáv érkezése mozgólépcsőhöz

A vezetősáv (irányadó sáv) elvezeti a látássérült utasokat a mozgólépcsőig.
A mozgólépcső előtt figyelmeztető jelzés nem kerül elhelyezésre, mivel a mozgólépcső nem jelent veszélyt. Nem szükséges minden mozgólépcsőhöz vezetősávot kiépíteni.
Amennyiben van PV kapuk miatt beépítendő bontható burkolat miatt, vagy bármilyen más fizikai okból kiépített ATS rendszer, ezen esetekben a bontható burkolat és a mozgólépcső között (az ATS rendszer által lefedett szakaszon) az ATS vezeti a látássérültet.
Nagyobb terekben szükséges mozgólépcsőkre történő rávezetés:

- 2 db mozgólépcső esetén azok közé
- 3 db mozgólépcső esetén a két gyakrabban használt mozgólépcső közé
- 4 db mozgólépcső esetén 2 db rávezetés szükséges, mozgólépcső páronként középre.

A mozgólépcsőkre vezető sávot a rálépésgátló kaputól kb. 1 m-re kell megállítani, figyelmeztető előjelzés nélkül.

Lépcsőkhöz vezetés és lépcsők jelölése látássérültek részére
Utasforgalmi területen szükséges a vezető sáv, azt a lépcső tengelyébe szükséges vezetni.

Látássérültek számára történő lépcsőjelölés rendszere fentről lefelé haladva (alábbiak az utasforgalmi terekben meglévő és új lépcsők esetében is követelmények, függetlenül attól, hogy a lépcsőre új burkolat kerül-e, vagy annak felújítása történik-e meg, vagy esetleg érintetlenül marad):

- a vezetősávot a lépcső tengelyére kell vezetni
- a vezetősávot ütköztetni kell a teljes lépcső szélességű figyelmeztető előjelzésnek. A figyelmeztető előjelzés min. 60 cm. Kőlap esetében ennek megfelelő méretű figyelmeztető előjelző lapból vagy lapokból kell kialakítani. A figyelmeztető előjelzés lépcsőéllel párhuzamos éle a lépcsőéltől 30 cm -rel el kell húzni
- a lépcső felső élén a környező burkolattól még használat közbeni állapotban is min. 60%-os tónuskontraszttal eltérő, teljes lépcsőél szélességű és min. 3 cm mélységű lépcsőél-jelölés szükséges a járóvonalon.
- Lépcsőkaronként legalább az első és utolsó, 3 lépcsőfok esetén az összes lépcsőfokot:
  - 40-50 mm széles;
  - a lépcső élén kezdődően elhelyezett, vagy attól max. 15 mm-re visszahúzott;
  - Michelson képlet szerinti legalább CMichelson = 60% mértékben eltérő,
  - kontrasztos jelölősávval kell ellátni.
- A megfelelő megoldást a fényvisszaverődési érték-különbség alapján kialakított jelzés adja. (A gyakran alkalmazott „láthatósági” sárga szín nem feltétlenül elégíti ki a követelményt például különböző szürke színű felületek mellett. Számítások szerint közel fekete felületek mellett lehet alkalmas, de ezt számítással kell igazolni.)
- A jelölés a lépcsőéltől számított max. 10 mm szélességben lefuthat a homloklapra.
- A kontrasztos jelölés legalább a lépcső járóvonalával megegyező csúszásgátlási követelményt elégítse ki. A jelölés ne ragasztott és lehetőleg ne festett legyen. A jelölés legjobb, ha burkolattal egybeépített, de legalább olvasztott, vagy öntött technológiával felhordott legyen.
- a felső lépcsőkar alsó lépcsőéle a fentiekben leírt módon jelölendő kontrasztos éljelöléssel.
- a pihenőkben nem szükséges semmilyen jelölés. Minden egyes lépcsőkar első és utolsó lépcsőéle kontrasztosan jelölendő a fentiekben leírtak szerint
- a legalsó lépcsőél kontrasztosan jelölendő a fentiekben leírtak szerint
- ha van, a vezetősáv a lépcső tengelyére vezet (alul nem szükséges figyelmeztető előjelzést létesíteni)

2.7.4.7. Peron - jármű ajtóél hézagkitöltő (PGF) elem telepítése

A peronéleket perononként legalább két dedikált helyen átlépési távolság csökkentő elemek beépítésével kell kialakítani. (PGF - Platform Gap Filler)
Mélyvezetésű vasutak (metró, Millfav) vonalakon a peron széle mentén, ahol a járműajtó kilépési zónájában nem biztosítható a peron vízszintes síkjában a peronél és a járműajtó alsó éle közötti névleges távolság, legalább a vonatajtók megengedettnél nagyobb hézag névleges értékre való csökkentésére hézagkitöltő (PGF) elemet kell telepíteni az utasok járműbe történő beszállása biztonságossá tétele, valamint a kerekesszék kerekének beszorulás kockázata csökkentése érdekében. Új peron létesítése, illetve felújítandó peronok esetében szükség szerint alkalmazni kell a hézagkitöltő elemet, korábban üzembehelyezett peronok esetében az üzemeltető megfontolhatja a beépítést.
A hézagkitöltő elem lehet gumi, vagy azzal azonos tulajdonsággal rendelkező anyag.
A létesítésre vonatkozó legfontosabb előírások:

- A létesítést megelőzően fel kell mérni a vízszintes átlépési távolsággal kapcsolatos legfőbb kockázatokat, azokat elemezve el kell készíteni a kockázatok veszélybesorolását.
- Méréssel meg kell határozni azokat a helyeket, ahol az átlépési távolság névleges értéke nem biztosítható.

- A tervezés során a közlekedő járművek, vágányépítés és peron építés paramétereinek, megállási pontosság és ezek tűrési értékeinek figyelembevételével meg kell határozni az átlépési távolság minimum és maximum értékét, ennek ismeretében kell megadni a beépítendő PGF elemek szélességét.
- Szükség esetén a végleges telepítést megelőzően próbaelemeket kell telepíteni és kísérleti üzemet kell lefolytatni.
- A PGF elemnek gumi-fém kötésű, vagy a gumi-fémkötéssel azonos tulajdonságú eszköznek kell lenni, ami lehetővé teszi a peronoldalra való mechanikai rögzítést.
- A gumi, vagy azzal azonos tulajdonsággal rendelkező kitöltő elemet a gyártás során kell a mechanikai hordozóra felvinni.
- A gumi, vagy azzal azonos tulajdonsággal rendelkező kitöltő elemet olyan fésűs kialakításúnak kell lenni, hogy az esetleges jármű érintésnél a kitöltő elem változtatni tudja méretét, az tudjon elhajolni, ill. alaphelyzetbe visszaállni.
- A gumiprofil vagy azzal azonos tulajdonsággal rendelkező kitöltő elem anyagának és kialakításának biztosítani kell, hogy jármű és a kitöltő elem esetleges érintkezése során gördülőállomány ne károsodjon.
- A PGF eszközöket különböző méretekben min. 25 mm-től 10 mm-es lépcsőben legalább 55 mm-es szélességig kell gyártani, ill. kell rendelkezésre állni.
- A PGF elemeket - ha a megrendelő nem határoz meg gyártási hosszat – a peron tervezhetősége érdekében lehetőség szerint több hosszméretben kell gyártani.
- A PGF elemet a megrendelő igényének megfelelő színben kell gyártani.
- A fésűs kialakítású gumi, vagy azzal azonos tulajdonsággal rendelkező, valamint a fém hordozónak legfontosabb paraméterinek legalább az alábbi vonatkozó előírásoknak való megfelelőséget kell teljesítani:
- Kitöltő elem keménysége 65±5 (A part)
- Kitöltő elem szakítószilárdsága 8Mp
- Kitöltő elem szakadási nyúlása 350 %
- Fém hordozó szakítószilárdsága 280 Mp
- Fém hordozó nyúlás 10 %
- A PGF elemnek felszíni alkalmazás esetén UV stabilizáltnak kell lenni.
- A PGF elemeknek vegyszeres takarítás során a takarítószerekkel szemben ellenállónak kell lenni, a vegyszerek nem oldhatják, deformálhatják, nem változtathatják meg az anyag szerkezeti integritását.
- A PGF névleges élettartama legalább 20 év legyen.
- A PGF elemeknek olyan anyagokból kell készülni, amelyek megfelelnek a vonatkozó vasúti alkalmazások, tűzvédelem vasúti járműveken szabványoknak. A tűzvédelmi megfelelőséget igazoló tanúsítványt a szállításkor át kell adni.
- A PGF szállítójának minden leszállított tételhez gyártói tanúsítvánnyal kell rendelkezni, melynek magában kell foglalni az ellenőrzési tanúsítványt, valamint a megfelelőségi tanúsítványt.

2.7.5. Szolgálati peronok, kezelőjárdák, szolgálati járdák, menekülő járdák

A szolgálati peron célja, hogy a jármű személyzete vonatfordító végállomásokon, vagy a kocsiszínben kiszállhasson és a vonat mellett elhaladva eljuthasson a vonat másik végére, vagy a vágányzónába. Ezek a peronok teszik lehetővé a kocsiszínekben, hogy a kiszolgáló (pl. takarító személyzet) a járművekbe biztonságosan bejuthasson. A szolgálati peronokon - űrszelvényen kívül - telepíthetők olyan berendezések, melyek a karbantartást, illetve a tűzoltást szolgálják.

Szolgálati peronnak kell tekinteni az utasperonok azon részeit is, melyek nem közvetlenül szolgálják az utasok metrószerelvényekből történő ki és beszállását.

A szolgálati peronok minimális szélessége 1,00 m, magassága a sínkoronaszint felett 1100±15 mm. Új építés esetén 1120 ±15 mm.

A szolgálati peronokat kizárólag az üzemi személyzet használhatja, ezért azok az űrszelvényen (ívekben bővített) kívül is elhelyezhetők. Ezek mellett a szolgálati peronok mellett a pályaszakaszra engedélyezett maximális sebességgel lehet a nyíltvonalon elhaladni.
A csonkavágányok mellett elhelyezett szolgálati peronok melletti elhaladás maximális sebességét az utasperonokéhoz hasonlóan, illetve a forgalmi utasításokban előírtak szerint kell meghatározni. Az utasperonok folytatásaként kialakított - űrszelvénybe nyúló - szolgálati peronok melletti elhaladás maximális sebessége 40 km/h.

Szolgálati peronoknál biztosítani kell azok gyalogos megközelíthetőségét. Kocsiszínekben a szolgálati peronok vágány felöli szélét (széleit) sárga-fekete munkavédelmi csíkozással kell jelölni.

Amennyiben a szolgálati peronnak csak egyik végén biztosított a gyalogos megközelítés, akkor a másik végét korláttal kell lezárni.

Űrszelvényen kívül elhelyezett szolgálati peronok szegélyének távolsága a vágánytengelytől egyenesben 1590 ± 15 mm, ívben bővített űrszelvényt kell alkalmazni.
Nem kell szolgálati peront építeni azokra a fordító végállomásokra, ahol egyterű vonatok közlekednek és nincs éjszakai vonattárolás.

Automatikus vonatvezérléssel kiépített vonalakon, járműtelepeken kezelőjárdákat kell építeni ott, ahol biztosítani kell a kezelő személyzet (forgalmi, műszaki dolgozók) metrójárművekre történő fel és leszállását.

A kezelőjárdát az űrszelvényen kívül kell elhelyezni.
A kezelőjárda szélének vágánytengelytől mért távolsága egyenes pályaszakaszon 1550 ± 15 mm, íves szakaszon a távolságot az űrszelvény bővítés értékével növelni kell.

A kezelőjárda sínkoronaszint feletti magassága 1120 ± 15 mm. A kezelőjárda acélszerkezetű horganyzott felület védelemmel, járófelülete 4,0 x 1,0 m. A járda végét, valamint a vágánnyal ellentétes oldalát is lépcsőkorláttal kell ellátni.
A kezelőjárdák helyét az érintett szakterületek bevonásával kell meghatározni.

A szolgálati járda rendeltetése, hogy az üzemi személyzet az utasperonról a peron előtti, illetve utáni - vágány felől megközelíthető - szolgálati helyiségbe bejusson, vagy lejusson a peronról a vágányokhoz.

A szolgálati járda kialakítható az utasperonokra vonatkozó mérettűrésekkel is űrszelvényes létesítményként, de ebben az esetben a járda melletti maximális elhaladási sebességét is a peronoknál leírt módon kell meghatározni.

A szolgálati járda elhelyezhető űrszelvényen kívül is, ebben az esetben a járda szélének űrszelvénytől (bővített űrszelvénytől) mért legkisebb távolsága 50 mm. Helyhiány esetén ez az érték legfeljebb 30 mm-re csökkenthető.

A szolgálati járda sínkorona szint feletti magasságát az űrszelvényen kívül a helyi sajátosságok és az un. gyalogos űrszelvény figyelembevételével kell meghatározni.

A szolgálati járda legkisebb szélessége - ha az menekülőjárdaként is funkciónál minimum - 1200 mm, kerekes székek számára is megfelelően kell kialakítani. Helyhiány esetén 720 mm -ekkor menekülő járdaként nem alkalmazható. Amennyiben a szolgálati járda szélessége kevesebb mind 720 mm, akkor az üzemi személyzet részére az alagút falára kapaszkodót kell szerelni.
A szolgálati járdára (az űrszelvény + 50 mm-en kívül) korlát is felszerelhető.

A menekülőjárda a Menekítési Tervben meghatározott egyéb szerkezetekkel és előírásokkal összhangban épülhet meg, figyelembe véve a kerekes székes utasok menekítésének helyigényét.
Menekítés céljára igénybe vehető a két pályasín között kialakított egyenletes betonfelület - ágyazati beton is.
A menekülőjárda alagúttengelyhez viszonyított helyzete általános esetben:

- magassága az alagúttengely vonala alatt 750 mm
- -élének távolsága az alagúttengelytől 1600 mm

A menekülőjárda alagúttengelyhez viszonyított elhelyezésével - kivételes eseteket leszámítva- biztosítható:

- a menekülőjárda 1,2 m-es szélessége (helyhiány esetén is min. 720 mm, ekkor csak szolgálati járdaként alkalmazható.),
- az űrszelvény (bővített űrszelvény) mellett az 50 mm-es biztonsági távolság, mely helyhiány esetén 30 mm-re csökkenthető,
- a menekülőjárda fölött az 1,9 m magas - és megfelelő szélességű - gyalogos űrszelvény.

A menekülő járda magasságát az állomási járdákhoz (peronokhoz) történő csatlakozásakor fokozatosan - legfeljebb 10%-kal - növelni, míg az átkötő (biztonsági) alagutaknál fokozatosan - legfeljebb 10%-kal - csökkenteni kell.

A pályabetonon menekülő utasok feljutását a menekülőjárdára a biztonsági alagutaknál és az állomási peronok mindkét végén hágcsókkal kell biztosítani. A hágcsók mellé kapaszkodókat kell a menekülőjárdára felszerelni.
A menekülőjárda alagúti végeinél lépcsővel kell biztosítani a menekülő utasok pályabetonra történő lejutását, a lépcső mellé korlátot kell felszerelni. A menekülőjárdát csúszásgátolt, legalább PTV 45, kültéren legalább PTV 55 korrózióálló anyagból kell elkészíteni.

A különféle - pl. szellőző - műtárgyakhoz biztosítani kell az üzemi személyzet bejutását a menekülő járdáról. Ezeken a szakaszokon a menekülőjárdát bontható módon kell kialakítani és a menekülő utasok műtárgyba történő beesését korláttal kell megakadályozni.

Az összekötő - biztonsági - alagutak mellett kapaszkodókat kell elhelyezni. A menekülőjárdát kizárólag menekítési célból szabad igénybe venni.

Amennyiben a menekülőjárda ki/beszállítási útvonalba esik, annak terhelhetőségét a szállítandó eszközök maximális terhelésére kell méretezni.

2.7.6. Perontetők elhelyezése

Felszíni állomások peronjait az időjárástól védetten, perontetővel ellátva kell kialakítani. A peron jellegének függvényében a perontetők szélső peronos és középperonos kivitelben tervezendők. A perontetők pálya felé eső határvonalát az űrszelvény, az elhelyezendő berendezések és a pályaszerkezet helyszükséglete határozza meg.

A perontető és a rajta lévő berendezések elhelyezésénél az alábbiakat kell figyelembe venni:

- Az MSZ 8691-4 szabvány szerinti Av jelű villamos űrszelvényhez tartozó szabadon tartandó térbe nem érhet bele. Az üzemeltető a tervezésnél előírhat további biztonsági távolságot.
- Tervezéskor íves vágány esetén az űrszelvénybővítés és a dőlt űrszelvény a szabadon tartandó tér méreteit is módosítja az MSZ 8691-1szabvány vonatkozó fejezete szerint.
- Tartószerkezetét (oszlop, pengefal) elsodrási határon kívül kell elhelyezni úgy, hogy az előírt peron szélesség biztosítható legyen.
- Magasságának megtervezésekor figyelembe kell venni a gyalogos űrszelvényre vonatkozó előírásokat, tekintettel a perontetőről födémből belógó tárgyakra is.
- Millfav vonal tovább építése esetén a perontetők szerkezete a villamos felsővezeték üzemszerűen feszültség alatt álló részeit lehetőség szerint 2 méternél, amennyiben ez nem tartható, akkor legalább a statikus villamos szigetelési távolágnál (270 mm) jobban nem közelítheti meg. Szerkezete az áramszedő mechanikai kinematikus űrszelvényébe nem nyúlhat be és az áramszedőt a statikus villamos szigetelési távolságnál jobban nem közelítheti meg.
- Millfav vonal hosszabbítás során önálló felsővezeték tartó oszlop tervezése esetén az oszlop környezetében a csapadék elleni védelmet a felsővezeték tervezővel egyeztetett módon kell megoldani az érintésvédelmi előírások, valamint a felsővezetéki oszlop és a perontető eltérő szerkezeti mozgásainak figyelembevételével.
- Alaptestének kialakítását a peronban vezetett vasúti kábelépítménnyel, csapadékcsatornával, térvilágítási és egyéb oszlopokkal összhangban kell megtervezni.
- A perontetőre kerülő világítótestek, utastájékoztatási, biztosítóberendezési, biztonságtechnikai berendezések elhelyezhetőségét a szerkezeti tervezés során figyelembe kell venni.

2.7.7. Tűzvédelmi rendszer elemek, tűzszakaszok kiképzése

Az utasterekbe és üzemi terekbe tűzvédelmi eszközöket kell telepíteni: oltókészülékeket, tűzjelző kézi jeladókat, tűzoltáshoz szükséges vízvételezési lehetőséget tömlővel. Tűzvédelmi rendszer elemeket jól látható, és egyértelmű jelöléssel kell ellátni, azok karbantartási beazonosítását és nyilvántartását elősegítendően. A részletes műszaki előírások a Tűzvédelmi rész fejezeteiben mérvadók.
Az elzárt villamos kapcsolóterek és helyiségek tűzgátló ajtajait kívül fix gombbal, belül kilinccsel szerelt módon kell kivitelezni.
A tűzszakaszt határoló falakat üzemi területen jól beazonosítható jelzéssel kell ellátni.
Tűzgátló burkolatok „Tűzgátló burkolat!” felirattal kell ellátni, és tűzgátló ajtókhoz hasonlóan listát kell róluk készíteni, a beazonosítás, javíthatóság és karbantarthatóság végett.
A Járműtelepen / a karbantartást végző Üzem szolgálati telephelyén az igényekhez igazítva bővíthető módon, de egyidejűleg legalább 3.000 liter tűzveszélyes anyag -jellemzően festék anyagok - tárolására, és áttöltésére alkalmas manipulációs helyet kell kialakítani.
Jármű és fenntartási telepek építményei (létesítmények)
A metró, Millfav vonalon üzemeltetett járművek tárolására és karbantartására, továbbá a vonalon működő helyhez kötött műszaki berendezések szakági fenntartó bázisai részére jármű- és fenntartási telepet kell létesíteni.

2.7.8. Járműtelep, járműüzemeltetés létesítményei

Járműtelep:
A metróvonalakon üzemeltetett járművek tárolására és karbantartására, továbbá a vonalon működő helyhez kötött műszaki berendezések szakági fenntartó bázisai részére jármű- és fenntartási telepet kell létesíteni. Jármű- és fenntartási telep építményei - rendeltetésük szerint - négy fő csoportra oszthatók:

- a jármű üzemeltetés létesítményei,
- a helyhez kötött műszaki berendezések fenntartó bázisai,
- szociális építmények,
- egyéb létesítmények.

A metró személyszállító járművei - a forgalomba állítástól a selejtezésig - tárolást és folyamatos fenntartást, valamint a feladatok elvégzéséhez alkalmas építményeket igényelnek. A fenntartási munka (mely értelemszerűen a helyhez kötött műszaki berendezésekre is vonatkozik) két fő részre, karbantartásra és javításra osztható.
A karbantartás és javítás célja, a járművek üzem-, illetve forgalombiztos állapotban tartása a gazdaságosság határain belül. A karbantartás keretein belül végzik a járművek:

- napi- és időszakos takarítását,
- ciklusrend szerinti napi és időszakos vizsgálatait, karbantartásait és kisebb javításait.

Az elvégzendő munka mennyisége és jellege a jármű szerkezeti kialakításától és a futásteljesítménytől függ. A jármű karbantartás ciklusrendjét és terjedelmét a gyártó vállalatnak kell meghatározni.

A járművek tárolására olyan építményt és vágányhálózatot kell létesíteni, amelyből (amelyről) az utasszállításra előkészített járművek menetrendszerűen forgalomba állíthatók. Járműtárolót - lehetőleg - a jármű karbantartóval egybeépítve kell kialakítani. A tárolótér befogadóképessége akkora legyen, hogy ott a kiszolgálandó vonal (vonalszakasz) legnagyobb forgalmához szükséges járműmennyiség elférjen. A járművek karbantartására, kiszolgálóműhelyekkel, kézi raktárakkal ellátott épületet (csarnokot) kell létesíteni. A karbantartó épület méreteit - a járművek gyári karbantartási előírásaira és az üzemeltetési tapasztalatokra alapozva - úgy kell meghatározni, hogy az építményekben, a telepen állomásoztatott járművek, karbantartási ciklusrendbe sorolt fenntartási munkái elvégezhetők legyenek. A járműkarbantartó épület hossza olyan legyen, hogy abban a vonalon közlekedtetett leghosszabb járműegység, szerelőállásra állítva, kellő biztonsággal elférjen, a belmagasságot a legmagasabb szükséges épületen belüli daru működtethető magasság igényéhez kell megválasztani. A járműkarbantartó épület alapterülete akkora legyen, ami biztosítja a karbantartási műveleteket kiszolgáló anyagmozgató gépek mozgásterét és közlekedési útvonalát is.

2.7.9. A helyhez kötött műszaki berendezések fenntartó bázisai

A helyhez kötött műszaki berendezések fenntartási munkái, célszerűen épített és felszerelt fenntartó bázisokat (főműhelyeket) igényelnek. Ezek legkedvezőbb telepítési helye a jármű és fenntartási telep, melyen a következő szakterületek számára kell fenntartó bázist létesíteni.

- áramellátás (vontatás, erőátvitel, világítás, automatika, akkumulátorok, gépműhely),
- vasúti biztosítóberendezés, vonatvezérlés,
- hírközlő berendezés,
- mozgólépcső, személyfelvonó
- épületgépészet (szellőztetés és klimatizálás, vízellátás, vízkiemelés, fűtés, szennyvízkezelés),

- pályafenntartás
- alagútfenntartás,
- építményfenntartás.

A fenntartó bázisok építményeinek és felszereléseinek tervezésekor a gyártóművek karbantartási utasításait, és az üzemeltetési tapasztalatokat kell figyelembe venni. A fenntartó kapacitások meghatározásához (előre becsléséhez) figyelembe kell venni továbbá a működtetett berendezések jellemzőit és mennyiségét, az egyes műveletek hely-, idő- és eszközigényét, a rendelkezésre álló munkaidő alapot és az ehhez rendelt dolgozói létszámokat. A fenntartás anyagigényének biztosítására megfelelő központi és szakági raktárakat kell létesíteni. Meg kell határozni a fürdők, öltözők, irodák és tartózkodók kialakítására alkalmas épület méretét és milyenségét is.
Ezen felül a jármű- és fenntartási telep belső karbantartási munkáinak (épületgépészet, világítás stb.) elvégzésére minden telepen megfelelő méretű műhelyt kell kialakítani.

2.7.10. Szociális építmények

A jármű- és fenntartási telepen az ott munkát végzők számára az érvényben lévő építési, egészségügyi és munkavédelmi szabályoknak megfelelő öltözőket, mosdókat, zuhanyzókat kell létesíteni. A telepen főző vagy melegítő konyhát, étkezőt, ezek működtetéséhez szükséges helyiségeket (pl. raktár, ruhatár, kézmosó, WC stb.) kell létesíteni, az előzetesen felmért forgalmi igények szerint. Minden telepen üzemorvosi szolgálat ellátására alkalmas orvosi rendelőt kell kialakítani.

2.7.11. Egyéb létesítmények

A metróvonal működéséhez és kiszolgálására a jármű- és fenntartási telepen az előzőekben felsoroltakon kívül a következő létesítményeket kell elhelyezni:

- járműtelepi forgalomirányító és állítóközpont,
- áramátalakító és vezérlőközpontja,
- forgóváz és vasúti kerékpár tároló,
- fordítókorong (csak forgalmi igények esetén),
- folyékony üzemanyag tároló és kimérő,
- fenntartási rendeltetésű járművek tároló- és karbantartói,
- segély gépkocsitároló,
- építőanyag (homok, mész stb.) tároló,
- iparvágánnyal és bakdaruval ellátott szabadtéri tároló a sínek és a pályatartozékok számára,
- targonca tároló és töltő,
- légsűrítő berendezés (kompresszortelep),
- kazánház vagy hőközpont,
- hulladék tárolók (kommunális, fém, veszélyes stb. hulladékok számára)
- szennyvíztisztító,
- akkumulátor töltő,
- alkatrész-mosóhely,
- festőkamra,
- szakterületenként egyidejűleg 3.000 kg tűzveszélyes anyag tárolására alkalmas raktárak
- irodahelyiségek,
- gépjármű parkolók,
- kerékpár tárolók,

- teher és személyporta,
- föld feletti és fali tűzcsap hálózat,
- közműalagút,
- közműhálózat,
- igény és lehetőség szerinti parkosítás

A jármű- és fenntartási telepet megfelelő ipartelepi út- gyalogút hálózattal kell ellátni. Az úthálózat a harmadiksínes vágányokat nem keresztezheti. A vontatási feszültség alá helyezhető 3. sínes vágányhálózatot védőkerítéssel, igény szerint sorompóval kell ellátni.
Az épületek tűzoltáshoz szükséges körüljárhatóságát biztosítani kell.
A jármű- és fenntartási telepet 2,20 m magas kerítéssel kell körül venni.

2.8. Alkalmazandó jogszabályok, szabványok

2.8.1. Alkalmazandó jogszabályok

- 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről [Vtv.]
- 2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyonról [Vagyontv.]
- 280/2024. (IX. 30.) Korm. rendelet a településrendezési és építési követelmények alapszabályzatáról (TÉKA),
- 1998. évi XXVI. törvény a fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról
- 2018. évi CXXXIX. törvény Magyarország és egyes kiemelt térségeinek területrendezési tervéről
- 289/2012. (X. 11.) Korm. rendelet a vasúti építmények építésügyi hatósági engedélyezési eljárásainak részletes szabályairól
- 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről [OTÉK]
- 74/2014. (XII. 23.) BM rendelet a folyók mértékadó árvízszintjeiről
- 18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet a gázelosztó vezetékek biztonsági követelményeiről és a Gázelosztó Vezetékek Biztonsági Szabályzatáról
- 2/2013. (I. 22.) NGM rendelet a villamosművek, valamint a termelői, magán- és közvetlen vezetékek biztonsági övezetéről
- 8/2012. (I. 26.) NMHH rendelet az elektronikus hírközlési építmények egyéb nyomvonalas építményfajtákkal való keresztezéséről, megközelítéséről és védelméről
- 147/2010 (IV. 29.) Korm. Rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról
- 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról
- 123/1997 (VII. 18) Korm. Rendelet „a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről
- 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet az összekötő és felhasználói berendezésekről, valamint a potenciálisan robbanásveszélyes közegben működő villamos berendezésekről és védelmi rendszerekről
- 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről
- 266/2013 (VII.11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről
- 2/1998. (I. 16.) MüM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről
- 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
- 191/2009. (IX. 15.) Kormányrendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről
- 284/2007. (X. 29.) Kormányrendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól

2.8.2. Alkalmazandó szabványok

- MSZ EN 1990 A tartószerkezet és geotechnikai tervezés alapjai
- MSZ EN 1990 Eurocode A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- MSZ EN 1991 Eurocode 1 és 2: A tartószerkezeteket érő hatások. 1. rész 1-7. és 2. rész: Hidak forgalmi terhei”MSZ EN 1991-2 A tartószerkezeteket érő hatások 2. rész: Hidak és egyéb mérnöki létesítmények forgalmi terhei
- MSZ EN 1992 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. és 2. rész
- MSZ EN 1993 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1.;9. és 2. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ EN 1994 Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-1. rész és 2. rész.
- MSZ EN 1997 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész; 2. rész; 5. rész.
- MSZ EN 15273-3+A1 Vasúti alkalmazások. Szelvények. 3. rész: Pályaűrszelvények
- MSZ 8691/1 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Általános előírások
- MSZ 8691/2 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Vágánytengelytávolság
- MSZ 8691/3 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Nem villamosított pálya űrszelvényméretei
- MSZ 8691/4 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Villamosított pálya űrszelvényméretei
- MSZ 11316 Országos közforgalmú vasúti pályák nyíltvonali mintakeresztszelvényei
- MSZ-7487 Közmű és egyéb vezetékek elrendezése közterületen szabványsorozat
- MSZ 4798 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon.
- e-UT 02.01.31 - Közutak távlati forgalmának meghatározása előrevetítő módszerrel
- e-UT 06.03.13 - Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése
- e-UT 06.03.12 - Kisforgalmú utak pályaszerkezetének méretezése
- e-UT 06.03.11 - Kerékpárutak, gyalogutak és járdák pályaszerkezete
- e-UT 03.06.12 - Szintbeni közúti-vasúti átjárók kialakítása. Geometriai kialakítás, pályaszerkezet, víztelenítés, forgalomszabályozás, üzemeltetés
- e-UT 03.01.11 - Közutak tervezése
- e-UT 06.03.43 Kiselemes burkolatok
- MSZ 13018 Rezgések épületre gyakorolt hatása
- MSZ EN 17210 Az épített környezet hozzáférhetősége és használhatósága. Funkcionális követelmények
- MSZ EN 81-70 Felvonók szerkezetének és beépítésének biztonsági előírásai. A személyes személy-teher felvonók különleges alkalmazásai. 70. rész: Fogyatékossággal élők által is igénybe vehető felvonók
- MSZ EN IEC 60268-16 Hangátviteli készülékek. 16. rész: A beszédérthetőség objektív értékelése beszédátviteli indexszel
- MSZ CEN/TR 17621 Egyenlő eséllyel hozzáférhető és használható épített környezet. Műszaki teljesítőképességi kritériumok és előírások
- MSZ CEN/TS 15209 Betonból, égetett agyagból és kőből előállított letapogatható (taktilis) burkolati jelzések
- MSZ ISO 7001 Grafikus szimbólumok. Regisztrált közönségtájékoztató szimbólumok
- MSZ ISO 23599 Segédeszközök vak és látássérült emberek számára. Letapogatható (taktilis) burkolati jelzések