Veszprémi László

Digitálisan aláírta: Veszprémi László
Dátum: 2026.09.02 08:11:07 +02'00'

# METRÓ, MILLFAV VASÚTI PÁLYÁK

## *Metró Nemzeti Előírás*

## 1. 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**

# Tartalomjegyzék

1. Metró, Millfav vasúti pályák ..... 5
1.1 Tervek, tervezés, mérethatárok ..... 5
1.1.1 Vágányok építésénél és fenntartásánál megengedett mérethatárok ..... 5
1.1.2 Jelölések, szabványok és tervek ..... 6
1.2 Vonal, sebesség, űrszelvény, tengelytáv ..... 6
1.2.1.1 Tervezési sebesség ..... 6
1.2.1.2 Tengelyterhelés ..... 6
1.2.1.3 Űrszelvény ..... 6
1.2.1.4 Vágánytengely-távolság ..... 7
1.3 Vízszintes és magassági vonalvezetés ..... 7
1.3.1 Vízszintes vonalvezetés ..... 7
1.3.1.1 Kinematikai alapok ..... 7
1.3.1.2 Egyenesek ..... 8
1.3.1.3 Ívek ..... 9
1.3.1.4 Túlemelés ..... 10
1.3.1.5 Átmenetiívek ..... 10
1.3.1.6 Túlemelésátmenet ..... 11
1.3.1.7 Tiszta átmenetiíves geometriák ..... 13
1.3.1.8 Kitérőkre vonatkozó geometriai előírások ..... 13
1.3.1.9 Vágánykapcsolások ..... 14
1.3.1.10 Szelvényezés ..... 14
1.3.2 Magassági vonalvezetés ..... 15
1.3.2.1 Legnagyobb emelkedők, esések ..... 15
1.3.2.2 Lejttörések kialakítása ..... 15
1.4 Alépítmény, támszerkezetek, vágányvég lezárások, ütközőbakok ..... 16
1.4.1 A vasúti pálya alépítményének tervezése ..... 16
1.4.1.1 Általános tervezési elvárások ..... 16
1.4.1.2 Tervezés során vizsgálandó adottságok ..... 17
1.4.1.3 Feltárások, helyszíni vizsgálatok ..... 18
1.4.1.4 Geotechnikai dokumentumok általános tartalmi követelményei ..... 19
1.4.1.5 Hatások és ellenállások ..... 21
1.4.1.6 Geotechnikai szerkezetek tervezésének alapjai ..... 21
1.4.1.7 A vasúti pálya alépítményének létesítése ..... 21
1.4.1.8 Az alépítményi földmű kialakítása ..... 23

1.4.1.9 Kiegészítő rétegszerkezet ..... 23
1.4.1.10 Földmű stabilizálása kötőanyaggal ..... 24
1.4.1.11 A geoműanyaggal erősített kiegészítő réteg méretezése ..... 24
1.4.1.12 A kiegészítő réteg anyagtulajdonságai ..... 24
1.4.1.13 A geotechnikai szerkezetek minőségi átvételi követelményei ..... 25
1.4.1.14 Az alépítmény létesítésének dokumentálása ..... 28
1.4.1.15 Meglévő földművek felújítása, átépítése ..... 30
1.4.1.16 Támszerkezetek ..... 30
1.4.1.17 Vágányvég lezárások, ütközőbakok ..... 30
1.5 Felépítmény ..... 30
1.5.1 Felépítmény, felépítményi alapfogalmak, adatok ..... 30
1.5.1.1 Sínkoronaszint (SK) ..... 30
1.5.1.2 Vágánytengely, pályatengely, alagúttengely ..... 31
1.5.1.3 Nyomtávolság bővítés ..... 31
1.5.1.4 Síndőlés ..... 32
1.5.1.5 Sínrendszer ..... 32
1.5.1.6 Sínkopás ..... 32
1.5.1.7 Sínhibák ..... 33
1.5.1.8 Sínköszörülés ..... 33
1.5.1.9 Harmadiksín ..... 33
1.5.1.10 A sínvándorlást gátló szerkezet a harmadiksín esetében ..... 34
1.5.1.11 Szigetelt sínillesztések ..... 34
1.5.1.12 Hézagtáblázatok ..... 34
1.5.1.13 Sínleerősítések ..... 35
1.5.1.14 Aljak ..... 35
1.5.1.15 Zúzottkő ágyazat ..... 35
1.5.1.16 Zúzottkő ágyazat ragasztása ..... 36
1.5.1.17 Betonágyazat ..... 36
1.5.1.18 Vezetősín, terelősín ..... 36
1.5.1.19 Kitérőszerkezetek ..... 37
1.5.1.20 Átmeneti szakaszok kialakítása ..... 37
1.5.1.21 Hézagnélküli vágányok létesítésének feltételei ..... 37
1.5.1.22 Hézagnélküli vágányok kialakítása ..... 38
1.6 Keresztszelvények ..... 38
1.6.1 Keresztmetszeti elrendezés, mintakeresztszelvény ..... 38
1.6.1.1 A földmű keresztmetszeti kialakítása ..... 38
1.6.1.2 Nyíltvonali keresztszelvény ..... 40

1.6.1.3 Pályakarbantartó gépek részére biztosítandó keresztmetszet ..... 41
1.7 Építmények, berendezések, vasút keresztezése, pályatartozékok, rakodó és kiszolgáló berendezések ..... 41
1.7.1 A pályát megközelítő és keresztező építmények ..... 41
1.7.1.1 Távolságok a vágánytól ..... 41
1.7.1.2 A vasút keresztezése és megközelítése nyomvonalas létesítményekkel ..... 42
1.7.1.3 Útátjárók és burkolt vágányok a járműtelepeken ..... 46
1.7.1.4 Építmények belső határvonala ..... 47
1.7.1.5 Biztosítóberendezés és vonatvezérlő berendezések elhelyezése a pályán ..... 47
1.7.1.6 Felsővezeték-tartó oszlopok elhelyezése ..... 47
1.7.1.7 Vasúti rakodók ..... 47
1.7.1.8 Helyhez kötött vasúti járműmozgató berendezések ..... 48
1.8 Állomások, peronok, víztelenítés, életmentő árok ..... 48
1.8.1.1 Végállomásokra vonatkozó követelmények ..... 48
1.8.1.2 A vasúti pálya víztelenítése a felszínen ..... 48
1.9 Vonatkozó szabványok ..... 53
1.9.1 Nemzeti szabályozás ..... 53
1.9.2 Vonatkozó szabványok és előírások: ..... 54

# 1. Metró, Millfav vasúti pályák

Jelen fejezet előírásai tartalmazzák a metró, Millfav vasúti pálya létesítési előírásait. A fejezetbe foglalt előírások együtt értelmezendők az egyes fejezetekben hivatkozott, a vasúti társaság METRÓ P.1. Pályaépítési és Fenntartási Műszaki Utasítással (a továbbiakban METRÓ P.1.) és a MILLFAV P.1. Pályaépítési és Fenntartási Műszaki Utasítással (a továbbiakban Millfav P.1.).

## 1.1 Tervek, tervezés, mérethatárok

### *1.1.1 Vágányok építésénél és fenntartásánál megengedett mérethatárok*

Mérethatárok:
A metró, Millfav vágányainak geometriai állapotát az elvégzett mérések eredményei alapján kell értékelni.

Lokális minősítés:
A lokális minősítés során a mért jellemzőt a megadott hibahatár értékkel kell összehasonlítani, amelynek nagysága - a pályára engedélyezett sebesség mellett - az ún. hibahatár kategória besorolástól is függ.

A kategóriák értelmezése:

1) Az „A” új mérethatár-kategória: Az a mérethatár kategória, amelynek mérethatárait az új anyagból létesült vágány geometriai méretei nem haladhatják meg.
2) Az „A” használt mérethatár-kategória: Az a mérethatár kategória, amelynek mérethatárait a használt (visszanyereményi) anyagból létesült vágány geometriai méretei nem haladhatják meg.
3) „B” mérethatár-kategória: Az a mérethatár kategória, amelynek mérethatárait a karbantartással elért értékek nem haladhatják meg.
4) „C” mérethatár-kategória: Az a mérethatár kategória, amelynek, ha mérethatárait a mért geometriai jellemző értéke meghaladja, akkor soron kívüli intézkedésre, a hiba jellegétől függően felülvizsgálatra, vagy beavatkozásra van szükség. A felülvizsgálat eredményétől függően a Pályafenntartási Szakterület sebességkorlátozást is elrendelhet. A „C” mérethatár meghaladása önmagában a forgalombiztonságot még nem veszélyezteti, de további romlás és a körülmények kedvezőtlen alakulása esetén veszélyessé válhat!
5) „D” mérethatár-kategória: Az a sebesség osztálytól független mérethatár kategória, amelynek túllépése esetén a vágányt le kell zárni. (Ez a mérethatár csak a nyomtávolság és a síktorzulás vágánygeometriai jellemzőkre létezik).

Mérési rendszer:
Az üzemelő metró vonalak gépi vágánymérését lehetőleg olyan mérőkocsival kell végrehajtani, amely a mérés során legalább 40 km/h sebességgel képes haladni és a vágányt ún. terhelt állapotban tudja mérni. Ilyen mérőkocsi hiányában a vágánymérés engedélyezett (tanúsított) kézzel tolt digitális készülékkel is elvégezhető. Ebben az esetben a mérőkészülék által mért adatokat a METRÓ P.1. és a MILLFAV P.1. utasítások táblázataiban megadott bázishosszakra kell átszámolni és ennek alapján kiértékelni.

Az ilyen jellegű mérőkészülékek általában közvetlenül mérik:

- a nyomtáv,

- a nyomtávváltozás és
- a túlemelés,

értékeket, így azok átszámítására nincs szükség. Ezek az értékek közvetlenül összevethetők a táblázatokban megadott értékekkel.

A vágányok bizonyos paraméterei geodéziai módszerekkel és műszerekkel, továbbá hagyományos kézi mérőeszközökkel (pl. vágánymérő, húrmérő stb.) is bemérhetők.
A vágánydiagnosztikai rendszerbe sorolandó mérethatárok a fentiek figyelembevételével kerültek kialakításra.

Geometriai mérethatárok:
A metrónál alkalmazott mérethatárok táblázatba foglalt értékei a METRÓ P.1. és a MILLFAV P.1. utasításokban találhatóak.

### *1.1.2 Jelölések, szabványok és tervek*

A metrónál, Millfavnál alkalmazandó szabványos jelölések megjelenítését a vasúti társaságok szabályzataikban állapítják meg (METRÓ P.1. és a MILLFAV P.1. utasítások).

## 1.2 Vonal, sebesség, űrszelvény, tengelytáv

### *1.2.1.1 Tervezési sebesség*

A tervezési sebesség a vasútvonal, vagy egyéb vasúti létesítmény tervezésekor figyelembe vett legnagyobb sebesség, amellyel a létesítmény biztonságosan, hosszú távon üzemeltethető. A tervezési sebesség a létesítmény típusa és a pálya adottságai alapján változik. Metró vonalak esetében a tervezési sebesség 80 km/h, Millfav esetén a jelenlegi -a Bajcsy-Zsilinszky út és Mexikói út- vonalszakaszon 50 km/h. A Millfav hosszabbítása vagy átépítése esetén ezen ajánlott érték 80 km/h.

### *1.2.1.2 Tengelyterhelés*

A pályákat az alább felsorolt statikus tengelyterhelésekre (tengelyteher) kell tervezni:

- csak metrójárművek által használt vágányoknál 180 kN;
- országos közforgalmú vasutak által is használt vágányoknál 225 kN;

### *1.2.1.3 Űrszelvény*

Űrszelvény: A vasúti pálya mentén és felett, a vágány hossztengelyre keresztirányban merőlegesen szabadon tartandó meghatározott tér.

- Metró pályák esetében az űrszelvényen belül helyezkedik el a jármű alsó része, valamint a harmadiksín. A metróvonalak alapűrszelvényétől különbözik a Millfav alapűrszelvénye.
- Metró pályák tervezése esetében a METRÓ P.1., valamint a MILLFAV P.1. utasításokban meghatározott űrszelvényeket kell alkalmazni.

Az űrszelvénybővítést (ívpótlékot) az átmenetiívben, annak hiányában a tiszta körívhez csatlakozó egyenesben kell kifuttatni.

#### *1.2.1.4 Vágánytengely-távolság*

1) Metró pályák esetében a keretalagutakban és a felszíni vágányoknál a vágánytengely távolságot részleteiben az űrszelvény vonatkozó adatai szerint kell megtervezni.
2) Egy-egy felszínen, illetve keretalagútban vezetett vonalszakaszon egységes vágánytengely távolságok tervezésére kell törekedni, értelemszerűen kezelve a beépítettségre vonatkozó kötöttségeket.
3) Felszíni pályaszakaszon egyenesben, 500 m vagy annál nagyobb sugarú ívben és vágánykapcsolatok helyén a vágánytengely-távolság min. 4,00 m, illetve 3,87 m. Új építéskor a tervezhető minimális vágánytengely-távolság 5,00 m. 500 m-nél kisebb sugarú ívben a vágánytengely-távolságot az űrszelvény bővítés mértékével növelni kell.
4) Keretszerkezetű alagutak íveiben az alagútfal távolságát a vágánytengelytől az űrszelvénybővítés mértékével növelni kell. Kétvágányú pályán - közbenső pillérek, oszlopok nélküli alagútszakaszon - a vágányok tengelytávolsága egyenesben és 500 m vagy annál nagyobb sugarú ívben legalább 3,40 m. Kétvágányú pályán közbenső pillérekkel, oszlopokkal épült alagút esetére - mint két független alagútra - a fentieket értelemszerűen alkalmazni kell.
5) Meglévő metró pályák, valamint a Millfav esetében az előírt és attól eltérő vágánytengely-távolságokat a METRÓ P.1., valamint a MILLFAV P.1. utasítások alapján kell kezelni.
6) Amennyiben a metró arra kijelölt felszíni vágányát üzemi okból az országos közforgalmú vasút járművei is használják, akkor a vágánytengely távolságot az országos közforgalmú vasút űrszelvénye és a közúti vasúti jármű körvonala figyelembevételével kell megállapítani.
7) Összetartó vágányoknál biztonsági határjelzőt kell elhelyezni, a metró vonalakon érvényes METRÓ F.1 Jelzési utasítás (a továbbiakban METRÓ F.1.) és MILLFAV F.1. Jelzési utasítás (továbbiakban MILLFAV F.1.) utasítások szerinti formában és méretben. A jelzőt az összefutó vágányok között azon a helyen kell elhelyezni, ahol a két vágányra érvényes űrszelvény érintkezik.

## 1.3 Vízszintes és magassági vonalvezetés

### *1.3.1 Vízszintes vonalvezetés*

A vasúti pálya vízszintes helyszínrajzi vonalvezetésénél a nyíltvonali és állomási vágányokat azonos követelmények szerint kell kialakítani az alábbiaknak megfelelően.

#### *1.3.1.1 Kinematikai alapok*

1) A szabad oldalgyorsulás tiszta ívben [m/s²]:

$$a_0 = \frac{V^2}{3{,}6^2 R} - \frac{m}{153}$$

Ahol:
V sebesség [km/h]
m túlemelés [mm]

R körívsugár [m]

A pozitív szabad oldalgyorsulás megengedett legnagyobb értékei forgalmi vágányokon:

| **Hely** | **Oldalgyorsulás (m/s²)** | **Túlemelés típusa** |
|---|---|---|
| Új építés esetén | 0 | elméleti |
| Új építés esetén kivételesen | 0,33 | szabványos |
| Meglévő vonalon kivételesen | 0,65 | csökkentett |

A negatív szabad oldalgyorsulás a forgalmi vágányon 0,1 m/s²-nél nagyobb nem lehet. Ezek az értékek nem vonatkoznak a forgalmi okból megálló és a tehervonatokra.
Az íveket olyan vonalvezetéssel kell kialakítani, hogy a szerelvény súlypontjában szabad oldalgyorsulás ne keletkezzen. Ha ez nem biztosítható, külön engedély alapján max. 0,33 m/s² szabad oldalgyorsulás tervezhető.

2) A szabad oldalgyorsulás időbeli változása [m/s³]:

$$h_0 = \frac{V}{3{,}6^3 \cdot R \cdot d} = \frac{V}{590 \cdot R}$$

amennyiben a körív közvetlenül az egyeneshez csatlakozik, ahol:
V sebesség [km/h]
m túlemelés [mm]
R körívsugár [m]
d a mértékadó görbületátmenet érzékelő hossz [m]

3) A túlemelés értéke az alábbi képlettel számítható:

$$m = \frac{11{,}8V^2}{R} - 153a_0$$

Az elméleti túlemelés értéke az alábbi képlettel számítható:

$$m = 11{,}8\,\frac{V^2}{R}\ \text{(mm)}$$

A szabványos túlemelés értéke az alábbi képlettel számítható:

$$m_{sz} = 11{,}8\,\frac{V^2}{R} - 50\ \text{(mm)}\quad a_0 = 0{,}33\ \text{m/s}^2$$

A csökkentett túlemelés értéke az alábbi képlettel számítható:

$$m_{cs} = 11{,}8\,\frac{V^2}{R} - 100\ \text{(mm)}\quad a_0 = 0{,}6545\ \text{m/s}^2$$

### *1.3.1.2 Egyenesek*

A vasúti pálya tervezésénél minél hosszabb egyenesek kialakítására kell törekedni. Két, egymáshoz egyenessel kapcsolódó ív vagy átmeneti ív közötti egyenes minimális hossza ($e_{min}$):

1) új építésű metróvonal esetén $e_{min} = \frac{V_f}{2}$, ha $V_f/2$, hely szűke esetén $V_f/3$, $e_{min}$>20 m,
2) kivéve a Millfav vágányain, ahol a MILLFAV P.1. szerint kell eljárni.

Millfav vonalon az egymást követő ívek között 0,5*v (m) hosszúságú egyenes kialakítása szükséges, de nem lehet rövidebb, mint a mértékadó jármű forgócsaptávolsága.

Vf: a pálya fejlesztési sebessége [km/h]
v: megengedett sebesség km/h]

### *1.3.1.3 Ívek*

Az alkalmazható legkisebb körívsugarak nagyságát a sebesség függvényében a túlemelési táblázat tartalmazza:

- új építés esetén forgalmi vágányokban 500 m;
- forgalmi vágányokon 300 m;
- üzemi és fordítóvágányokon 200 m;
- járműtelepi vágányokon 150 m.

Millfav vonalon:

- minimális ívsugár jelenleg 37 m;
- a tervezhető legkisebb ívsugár új építés esetén 200 m.

Millfav járműtelepi vágányokban:

- minimális ívsugár jelenleg 25 m;
- tervezhető legkisebb ívsugár új építés esetén 100 m;
- helyben történő átépítés esetén a meglévő ívsugarat kell minimumként figyelembe venni.

A körívek minimális hossza, vagy az átmenetiívek közötti minimális tiszta ívhossz:

- új építésű metróvonal esetén Vf/2, ha Vf > 40 km/h;
- meglévő vonal korszerűsítése (átépítése) vagy felújítása esetén Vf/3, ha Vf > 40 km/h; illetve Vf/4, ha Vf ≤ 40 km/h.

Két tiszta (átmenetiív nélküli) ellenív közbenső egyenes nélkül is csatlakoztatható, amennyiben a két körív görbületváltozásának reciprokából számított szabad oldalgyorsulás-változás kielégíti az erre vonatkozó előírásokat.

A körívek csatlakoztatásánál az alábbi szabályokat kell figyelembe venni:

- Amennyiben közbenső átmeneti ív nem szükséges, úgy az ellenív két köríve között a közbenső egyenes hossza legalább 0,5* Vf, helyszűke esetén 0,33 * Vf (m) legyen- ahol Vf (km/h) a pálya fejlesztési sebessége Azonban a hossz semmilyen körülmények között nem lehet kisebb, mint 20 m.
- Járműtelepi vágányokban átmeneti íves elleníveknél a közbenső egyenest el lehet hagyni, és az egymás után következő ívek szomszédos átmeneti íveit egymással közvetlenül (inflexiósan) is lehet csatlakoztatni.

Az átmeneti ív nélküli ívek inflexiós csatlakoztatásának feltételei

a) Forgalmi vágányok esetén:

A csatlakozó ívek sugarának harmonikus átlaga feleljen meg az alábbi táblázat értékeinek.

$$R_{átl} = 2 \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Ahol az $R_1$ az első az $R_2$ pedig a második ív sugara. A hozzá kapcsolódó táblázatok a METRÓ P.1. utasításban találhatók.

b) Fordítóvágányok esetén a kőrívek inflexiósan csatlakoztathatók, ha:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 200 \text{ m}$$

c) Járműtelepi és iparvágány esetén a körívek inflexiósan csatlakoztathatók, ha:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100 \text{ m}$$

ahol $R_1$, $R_2$ a körívsugarakat jelentik, m-ben megadva.

d) Millfav vonal esetén a körívek inflexiósan csatlakoztathatók, ha:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq \frac{v^2}{2}$$

ahol R1, R2 a körívsugarakat jelentik, m-ben megadva.

### *1.3.1.4 Túlemelés*

1) A túlemelés érték maximuma metróvonalon 140 mm, a Millfav esetében ez 130 mm. Ha a túlemelés számítás alapján 1-20 mm közötti értékre adódik, úgy felfelé kerekítve m=20 mm-t kell tervezni. A kitérőket túlemelés nélkül kell megépíteni.

2) A túlemelést alapesetben a pálya kiépítési sebességének figyelembevételével az elméleti túlemelés értékére kell tervezni, kivételt képeznek az állomási és tároló vágányok, valamint a felszíni járműtelepek vágányai.

   Új építés esetén a metró ívben fekvő forgalmi vágányainál a szabványos túlemelés kivételes esetben alkalmazható, amikor az elméleti túlemelés kialakítására nincs lehetőség.

   Csökkentett túlemelés forgalmi vágányban nem alkalmazható.
   Állomási vizsgáló- és tárolóvágányokban túlemelés kialakítását kerülni kell, kivéve, ha a tárolóvágány a vonal továbbépítése során forgalmi vágány lesz.

3) Kosárív esetén, ha a kosárív két körívében (R1 < R2) a túlemelési értékek különbsége:
   $m_{R1} - m_{R2} \leq 30$ mm,
   akkor a két körívben egységesen a kisebb sugarú körívre érvényes, nagyobb értékű, túlemelést kell alkalmazni.

   Amennyiben ez nem lehetséges, a két ív közé átmenetiívet kell tervezni. Túlemelés mindkét sínszál m/2 mértékű emelésével, illetve süllyesztésével kerül kialakításra.

### *1.3.1.5 Átmenetiívek*

Átmenetiív minden esetben szükséges, ha

a) a körívben túlemelés tervezett
b) az oldalgyorsulás-változás értéke a hirtelen görbületváltozási pontban nem tartható.

Az átmenetiív hullámos görbületváltozású (pl. koszinusz) vagy lineáris görbületváltozású (klotoid) lehet.

Az átmenetiív hossza az alábbi három tényező egyidejű teljesülése alapján számítandó:
a) minimális hossza Vf / 3 legyen;
b) hosszát számítással kell meghatározni úgy, hogy a meghatározott szabad oldalgyorsulás-változás követelményei teljesüljenek;
c) a túlemelésátmenet kifuttatásához szükséges hossz rendelkezésre álljon.

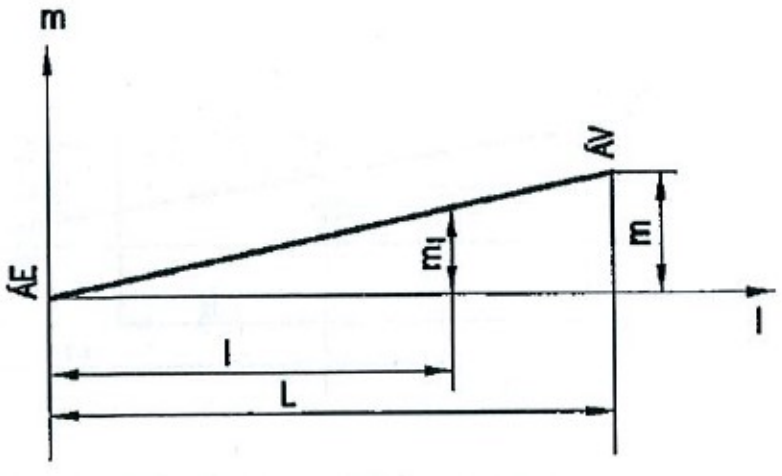
Törekedni kell arra, hogy az egyenes-körív, valamint a körívek egymáshoz történő csatlakozása lehetőleg átmeneti ívvel történjen akkor is, ha a mozgásgeometriai határértékek ezt nem kívánják meg.

### *1.3.1.6 Túlemelésátmenet*

A túlemelésátmenet az átmenetiívvel azonos hosszúságú legyen.
A túlemelésátmenet geometriája az alkalmazott átmenetiív geometriájának feleljen meg:
- klotoid átmenetiívhez lineáris túlemelés-átmenet,
- hullámos geometriájú átmenetiívhez az annak megfelelő hullámos túlemelésátmenet tartozik.

Meglévő állapot részleges átalakításánál, valamint kötöttségek (pl. kitérő, útátjáró) esetén a túlemelésátmenet rövidebb is lehet, mint az átmenetiív.
A túlemelés-átmenet egyes pontjaiban a sínszálak magasságkülönbségei a következő képletek alapján számíthatók:

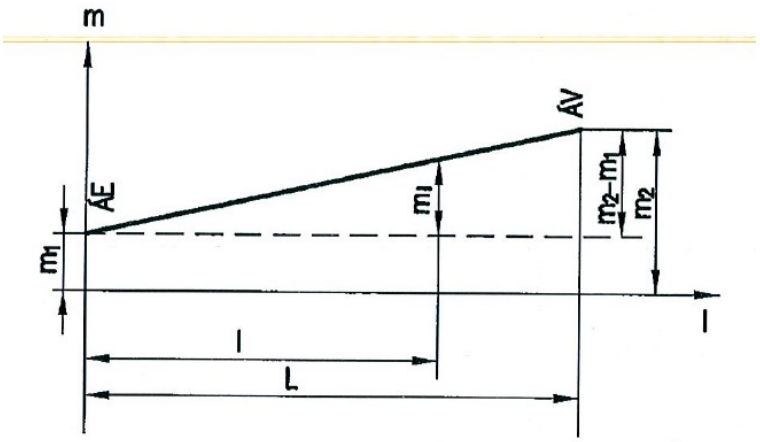
$$m_\ell = \frac{m}{L} \cdot \ell \quad \text{(mm)}$$




Lineáris túlemelés-átmenet

Azonos görbületű körívek között lineáris túlemelés-átmenetnél

$$m_l = m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L} \cdot l \ (mm)$$



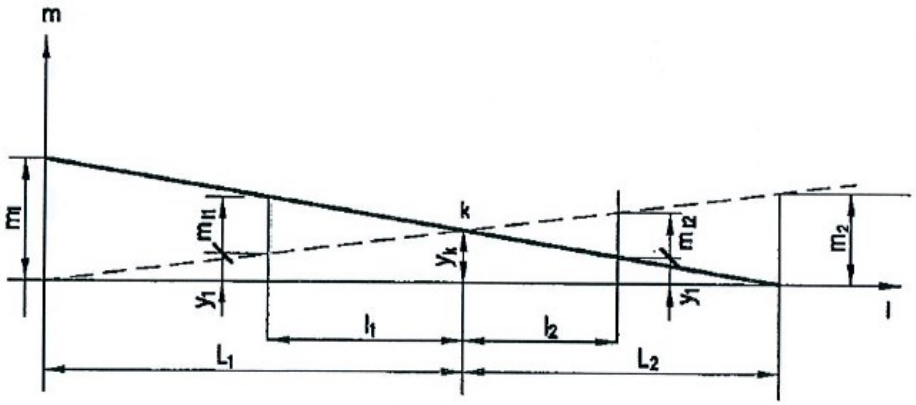

Azonos görbületű ívek túlemelés-átmenete

Ellenkező görbületű körívek között lineáris túlemelés-átmenetnél

$$y_k = \frac{m_1 \cdot L_1}{L_1 + L_2} = \frac{m_2 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \ (mm)$$

$$y_1 = y_k \cdot \frac{L_1 - l_1}{L_1}; \qquad y_2 = y_k \cdot \frac{L_2 - l_2}{L_2} \ (mm)$$

$$m_{l_1} = \frac{m_1}{L_1} \cdot l_1; \qquad m_{l_2} = \frac{m_2}{L_2} \cdot l_2 \ (mm)$$




Ellenkező görbületű ívek túlemelés-átmenete

A túlemelés-átmenet meredeksége:

- általános esetben 1:10V, de legalább 1:8V;
- kivételesen 1:6V (de 1:300-nál meredekebb nem lehet)
- új építésnél forgalmi vágányokban 1:400-nál, illetve 1:8V meredekebb nem lehet.

– A hajláshatárt nem haladhatja meg. Ettől eltérni csak a hatóság előzetes engedélye alapján lehet.

A túlemelésátmenet hajlásának reciproka (n) az alábbi képlettel számítható:

– egyes ív esetén:
$$n = 1000 * \alpha * \frac{L}{m}$$
– azonos görbületű ívek között:
$$n = 1000 * \alpha * \frac{L}{|m_2 - m_1|}$$
– ellenkező görbületű ívek között:
$$n = 1000 * \alpha * \frac{\sum L_i}{m_1} \qquad valamint, \qquad n = 1000 * \alpha * \frac{\sum L_i}{m_2}$$

ahol L az átmenetiív hossza [m], m a túlemelés [mm], α az átmenetiív alakjától függő tényező, értéke lineáris túlemelés-átmenet esetén 1, koszinusz túlemelés átmeneti esetén 2/π=0,637.

Azonos görbületű ívek túlemelés-különbségét – ha van – a körívek közötti átmenetiív teljes hosszán kell kifuttatni.

Ellenkező görbületű ívek túlemelés-különbségét a körívek közötti átmenetiív(ek) teljes (együttes) hosszán kell kifuttatni úgy, hogy az inflexiós pontban ne legyen túlemelés.

Túlemelésátmenet nem kerülhet kitérőbe, útátjáróba, magassági lejttörés lekerekítő ívére és ágyazatátvezetés nélküli hídra.

### *1.3.1.7 Tiszta átmenetiíves geometriák*

Kisszögű iránytörés vagy az állomások, megállóhelyek után alkalmazott vágányugratások tervezése esetén tiszta átmenetiíves geometriákat is lehet alkalmazni. A tiszta átmenetiíves geometriába túlemelés nem tervezhető.

Amennyiben az ilyen helyszínekre az előírásoknak mindenben megfelelő ív sugara R > 15 000 m, úgy tiszta átmenetiíves geometria is kialakítható.

### *1.3.1.8 Kitérőkre vonatkozó geometriai előírások*

1) Kitérő nem eshet:
   a. ágyazatátvezetés nélküli hídra,
   b. túlemelés-átmenetbe,
   c. oldalrakodó mellé. Helyszűke esetén oldalrakodó mellé kitérő váltórésze akkor építhető, ha azt az üzemeltető jóváhagyja és a biztonságot nem érinti,
   d. V > 40km/h sebességű vágányban fekvő lejttörés-lekerekítő ívébe,
   e. útátjáróba. Helyszűke esetén útátjáróba kitérő akkor építhető, ha az- üzemeltető jóváhagyja és a biztonságot nem érinti.

2) V≤40 km/h sebességű vágányban a kitérőbe kerülő lekerekítő ív csak a kitérő közbenső részébe kerülhet.

3) A kitérő eleje, illetve a keresztezési csúcs vége, és a túlemelés-átmenet eleje vagy vége között Vf/4 távolságot kell hagyni.

### *1.3.1.9 Vágánykapcsolások*

1) A vágánykapcsolás megtervezését az áthaladó vonat engedélyezett sebessége alapján kell végrehajtani. A vágánykapcsolás geometriájának ki kell elégítenie az előzőekben részletezett ide vonatkozó pontokban (Kinematikai alapok, Egyenesek, Ívek, Túlemelés, Átmenetiívek) foglaltakat.

2) A vágánykapcsolások tervezésekor előnyben kell részesíteni az egyszerű vágánykapcsolatokat. Kettős vágánykapcsolás csak akkor tervezhető, ha feloldására – két egyszerű vágánykapcsolással – nincs lehetőség a vágánytengely távolságra vonatkozó előírások betartása mellett.
   Új építéskor kitérőket és vágánykapcsolásokat legfeljebb 5‰-es lejtőben szabad elhelyezni.

### *1.3.1.10 Szelvényezés*

A metró, Millfav minden vágányát önállóan kell szelvényezni. A kerek százméteres (hektométer) szelvényszámokat a fővágányoknál és a próbavágányoknál szelvénytáblákkal kell jelölni.
A szelvényezés kezdőpontját és irányát a vonal tervezésekor kell meghatározni.

A budapesti metróvonalak kezdőpontjai:
- Kelet-Nyugati metróvonalon Déli pályaudvar állomás kihúzójában, ahol negatív előjelű szelvény is található
- Észak- Déli metróvonal kezdőpontja a Határ út állomás peron eleje. A Határ út és Kőbánya-Kispest állomások között negatív előjelű szelvény található.
- A Dél-Buda- Rákospalota vonal szelvényezésének kezdőpontja a Kelenföld állomás kihúzó vágányában van. Itt szintén mindkét vágányban vannak negatív előjelű szelvényszámok is.
- Millfav vonal szelvényezésének kezdőpontja a Vörösmarty téri kihúzó alagút végén van, vonalhosszabbítás esetén alkalmazható negatív szelvényezés.

Az alagúti üzemi vágányok és a járműtelepi vágányok szelvényezési kezdőpontja a kiágazó kitérők eleje.

A járműtelepeket a MÁV vágányokkal összekötő iparvágányok szelvényezése a MÁV kiágazó kitérőjének elejétől kezdődik.

A szelvényezés mindig a vágánytengelyre vonatkozik, amely nem azonos az alagút tengelyével. A mindkét alagúttal kapcsolatban álló műtárgyak helyzetét a jobb vágány szelvényével, míg az egyik alagúttal kapcsolatban lévő műtárgyakat a hozzájuk tartozó vágány szelvényével kell jelölni.

Hibaszelvénynek a 100 m-től eltérő hosszúságú szelvényezési szakaszt nevezzük. A hibaszelvény valódi hosszát minden vonal- és alagút-, valamint pályaépítési terven feltűnő módon, bekeretezve kell feltüntetni. A hibaszelvény helyét lehetőleg egyenes pályaszakaszon kell megválasztani.

Az alagutakban egyes hibahelyek könnyebb behatárolása érdekében a fővágányokat 10 m-ként kell szelvényezni, mely részletszelvényeket maradandó módon (táblával, vagy felfestéssel) kell megjelölni.

Fel kell festeni, továbbá az alagút falára – felszíni szakaszon a kerítésre – az ívfőpontok helyét is, mely pontokat a vágánytengelyben (főtérben) meg kell jelölni.

További a fentiekre vonatkozó információk a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításokban találhatóak.

### *1.3.2 Magassági vonalvezetés*

A metró vonalain valamennyi alagútban fekvő vágányt - az állomásokat is beleértve-, lejtésben kell megépíteni a vízelvezetés biztosítása érdekében.

Közvetlenül az állomások előtti és utáni vonalszakaszokon indító és fékező lejtők kialakítására kell törekedni, ha a helyi körülmények között ez gazdaságosan megoldható.

#### *1.3.2.1 Legnagyobb emelkedők, esések*

| Hely megnevezése | Általában | Kivételesen |
|---|---|---|
| Maximális emelkedő | 30‰ | 40 ‰ |
| Burkolat alatti alagutak | 3‰ | 5 ‰ |
| Állomások | 3‰ | 5 ‰ (3 ‰) |
| Alagúti tárolóvágányok | 3‰ | |
| Felszíni tárolóvágányok | 0 ‰ | 2,5 ‰ |
| Kitérők és vágánykapcsolatok, üzemi vágányok | 5 ‰ | 10 ‰ |

Lejtviszonyok a metró vonalain

Zárójelben a Millfav-ra vonatkozó értékek szerepelnek.

#### *1.3.2.2 Lejttörések kialakítása*

A hossz-szelvényben előforduló lejttöréseket, ha a csatlakozó szakaszok esésének különbsége meghaladja a 2‰-et, függőleges síkban fekvő ívvel kell kiegyenlíteni. Az azonos lejtésű szakaszok hossza nem lehet rövidebb 120 m-nél.

| Hely | $R_f$(m) |
|---|---|
| Általában | 5000 (min. 1000) |
| Kivételesen indokolt esetben egyenes szakaszon | min. 3000 (min. 600) |
| Üzemi és tárolóvágányoknál | min. 2000 (min. 400) |

Magassági lekerekítő ívek sugara, zárójelben a Millfav értékei szerepelnek.

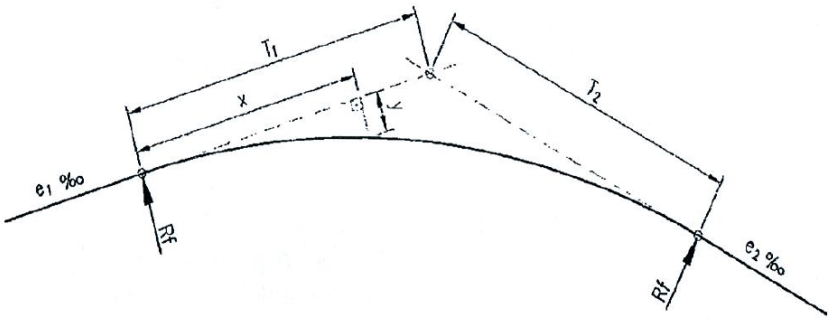
Hossz-szelvény-törést állomásokon csak különlegesen indokolt esetben szabad alkalmazni.
A függőleges lekerekítés nem érhet az állomási peronba (kivétel a Pillangó utca és a Nagyvárad tér állomás).

Átmeneti ívekben különlegesen indokolt esetben (helyhiány, az alagút építészeti kialakítása esetén) engedhető meg függőleges lekerekítő ív használata.

Ellentétes irányú függőleges lekerekítő ívek közé legalább 50 m hosszú egyenes szakaszt kell beiktatni. Kivételes esetekben METRÓ P.1, ill. a vasúthatóság által engedélyezhető a közbenső szakasz csökkentése, 40 m hosszúságig.

Millfav vonalon az egymást követő lejttörések távolsága lehetőleg ne legyen 40 m-nél kisebb. Az azonos lejtésű szakaszok hossza lehetőleg ne legyen 120 m-nél rövidebb, ennél rövidebb szakaszok felmentési kérelem alapján alkalmazhatók.

Függőleges ívek adatainak számítása:




Függőleges lekerekítő ív adatainak számítása a METRÓ P.1. utasítás szerint.

A körív részletpontjai az alábbi egyenletből számíthatók:

$$y = \frac{x^2}{2R_f}$$

ahol:

- y: a függőleges ív részletpontjának ordináta érteke m-ben,
- x: a függőleges ív részletpontjának abszcissza értéke m-ben,
- Rf: függőleges ív sugara m-ben.

## 1.4 Alépítmény, támszerkezetek, vágányvég lezárások, ütközőbakok

### *1.4.1 A vasúti pálya alépítményének tervezése*

#### *1.4.1.1 Általános tervezési elvárások*

A metró és Millfav vonalain a vágányok alagútban vagy felszínen vannak vezetve. Az alagútban vezetett szakaszoknál az alépítmény szerepét az alagút szerkezete tölti be

Hagyományos, felszíni vágányoknál általában az alépítmény részét képezi és az alépítménnyel együtt épül meg a vágányok víztelenítése

A felszíni szakaszon az alépítmény kialakítása lehet:

- töltés
- bevágás
- térszínbe süllyesztett
- térszínen lévő.

Az alépítmény részét képezik a kiegészítő (védő- illetve erősítő-) rétegek is. Az alépítmény és a vízelvezetés metróvágányokon történő kialakítására vonatkozó előírásokat jelen előírás más fejezetei szabályozzák részletesen.

A tervezett műszaki megoldásoknak meg kell felelni az országos és ágazati szabványoknak, műszaki (technológiai) utasításoknak.

Metróvonalak felszíni szakaszainál az alépítmény tervezésére, átvételére és felújítására vonatkozó munkáknál az alábbi szabályokat és előírásokat kell betartani:
Az alépítményi földművet úgy kell megtervezni és megépíteni, hogy:

a. feladatát az elvárt 50 éves üzemi (tervezési) élettartam alatt biztonsággal ellássa a megfelelő karbantartás mellett,
b. állékony legyen, feleljen meg az igénybevételeknek (az építés közben és a végső állapotában),
c. az alkalmazási cél(ok)ra gazdaságosan legyen használható,
d. a felszínén az üzem során nem alakulhatnak ki a rendeltetésszerű használhatóságot akadályozó deformációk, legyen ellenálló az időjárás és a felszíni/felszín alatti vizek kedvezőtlen hatásaival szemben,
e. a vasúti pálya alépítményét a klímaváltozás várható hatásainak figyelembevételével kell megtervezni.
f. a vasúti pálya vonalvezetése olyan legyen mind magassági mind vízszintes értelemben, hogy a hóakadályok a vasútüzemet a legkevésbé zavarják.
g. műszakilag (víztelenítés, ütemezés) alkalmas legyen a vasúti pálya tartozékainak, beépített és kiegészítő létesítményeinek (pl. kábelcsatorna, felsővezeték-tartó oszlopok, korlátok) fogadására, legyen műszakilag összhangban a vasúti pálya szomszédos létesítményeivel,
h. az eltérő merevségű alépítményi szakaszok csatlakozásainál legyen megoldott a rugalmas átmenet
i. az üzembehelyezés után a lehető legkevesebb földmű-fenntartási és - javítási tevékenységre legyen szükség, hidak, támfalak háttöltése, a háttöltés állékonysága folyamatosan biztosított legyen,
j. feleljen meg a környezetvédelmi, tűzvédelmi és az esztétikai követelményeknek,
k. a vasúti rendszer üzemeltetése átlagos karbantartási állapot esetén nem okozhat megengedhetetlen mértékű talajrezgést a pálya közelében elhelyezkedő területeken.
l. új építésű vasúti pálya illeszkedjen a környező tájba.

### *1.4.1.2 Tervezés során vizsgálandó adottságok*

A geotechnikai tervezőnek a következő adottságok építés előtti és jövőben várható jellemzőit kell gondosan vizsgálnia és figyelembe vennie:

a. a tervezendő vasúti pálya jellemzői, tengelyterhelése, tervezési sebessége és a tervezett átgördülő elegytonna becsült nagysága,
b. az élő környezet általános jellemzői,
c. az épített környezet általános jellemzői,

d. terepadottságok,
e. a terület meteorológiai adottságai, figyelembe véve a klímaváltozás hatásait,
f. hidrológiai adottságok, lefolyási viszonyok, valós csapadékadatok alapján numerikus modellezés alkalmazása
g. geológiai és talajadottságok,
h. hidrogeológiai viszonyok,
i. a felszínmozgások és a földrengés veszélye,
j. az alépítmény zaj- és rezgéscsökkentésben betöltött szerepe, a szükséges rezgéscsökkentési megoldások beépíthetőségének a lehetősége,
k. az alépítménybe épülő terhet viselő szerkezetek, ha azok hatást gyakorolnak az alépítmény teherbírására, rugalmassági együtthatójára, állékonyságára.

### *1.4.1.3 Feltárások, helyszíni vizsgálatok*

1) A talajfeltárások tervezésekor figyelembe kell venni a terület geológiai és geotechnikai sajátosságai mellett a meglévő metró, Millfav vonalak felújítása, korszerűsítése, átépítése esetén az üzemeltető által gyűjtött információkat (vágánymérési grafikonok, beavatkozások sűrűsége, szemrevételezéses tapasztalatok, korábbi talajfeltárások eredményei, egyéb vizsgálatok). A feltárások kijelölésekor a jellemző helyeket kell figyelembe venni, ennek megfelelően kell azokat meghatározni.
2) A terepi feltárásokat úgy kell tervezni, hogy az a rétegképződés, talajazonosítás, állapotjellemzők meghatározására alkalmas legyen.
3) A terepi vizsgálatok közül legalább egy közvetlen fúrásos, vagy nyílt feltárásos mintavétel legyen. Ezenkívül az Eurocode szabványokban szereplő – egyéb közvetett – vizsgálati típusokat kell alkalmazni, a rétegződés és a tervezési feladat függvényében.
4) Amennyiben az előzetes információk vagy feltárások eredményei alapján kiegészítő vizsgálat indokolt, azt lehet CPT szondázással is végezni, ha annak eredménye beilleszthető az előkészítő helyszíni munkák rendszerébe. Amennyiben a CPT szondázással megállapított rétegszerkezet, a szondázásból származtatott teherbírás és más vizsgálati eredmények jelentősen eltérnek a környezetben lévő fúrási eredményektől, úgy a CPT szondázás eredménye nem fogadható el, vissza kell térni a közvetlen feltárásokhoz.
5) Meglévő metróvonalakon keresztvágat készítésekor geometriailag fel kell mérni a zúzottkő ágyazat alsó síkját, az esetleges kiegészítő réteg felső és alsó síkját, a keveredett zónákat és a földmű felső 0,50 m vastag rétegét.
6) Az alépítménykoronán végzett közvetlen feltárásokat szükség esetén közvetett vizsgálatokkal (pl. geofizikai vizsgálatok) és/vagy georadaros vizsgálattal kell kiegészíteni.
7) A meglévő zúzottköves felépítményű vágányszakaszok felújítási munkálatai során az alépítmény javításáról szóló döntéshez legalább a földműkoronaszint alatti 0,50 m-t fel kell tárni.
8) Durva szemcséjű talajok esetében a földműkorona teherbírását statikus vagy dinamikus tárcsás teherbírásméréssel kell megállapítani.
9) A védőművek építése és jelentős mértékű szélesítés esetén azok tervezett helyén feltétlenül feltárásokat kell elvégezni, melyeknek ki kell terjednie a földnyomást meghatározó és a földmű állékonyságát befolyásoló tartományra.
10) A 6 m-nél mélyebb bevágások, földmegtámasztó szerkezetek igénye és rézsűállékonysági probléma esetén a hossz szelvény menti terepi vizsgálatokon kívül keresztszelvények felvétele is szükséges legalább 400 m-enként.
11) A meglévő földművön szükségessé váló tömörség és/vagy teherbírásmérést az 1. sz mellékletben található szabványok szerint kell végrehajtani.

### *1.4.1.4 Geotechnikai dokumentumok általános tartalmi követelményei*

Talajvizsgálati jelentés

1) A geotechnikai feladatok megoldásának alapja a talajkörnyezet olyan mértékű megismerése, hogy az építmény és a környezet geotechnikai jellegű kölcsönhatásai megítélhetők legyenek. A szükséges talajvizsgálatok mennyiségét és minőségét az építmény kiterjedése és a talajadottságok előzetes ismerete alapján a geotechnikai szolgáltatásra vállalkozó geotechnikus mérnöknek kell megállapítania.
2) A vállalkozó geotechnikai szakembernek a további felhasználásra alkalmas, információt nyújtó dokumentációk átadásával kell teljesítenie feladatát. Ha a menetközben szerzett ismeretek indokolják, akkor a talajvizsgálati tevékenységet bővítenie kell.
3) A projekt résztvevőinek tisztában kell lenniük azzal, hogy még a szokásosnál jóval sűrűbb feltárás sem teszi lehetővé a talajadottságok teljeskörű megismerését, valamekkora bizonytalanság mindig fennmarad.
4) A talajvizsgálati jelentés keretében végzett talajvizsgálatok és értékelés szem előtt kell tartsa a tervezett építmény jellemzőit, oly módon, hogy annak alapján a geotechnikai terv készítője a talajkörnyezet modelljeit könnyen felvehesse.
5) A talajvizsgálati jelentésből ki kell tűnnie, hogy az elvégzett talajvizsgálatok minősége az eszköz, az eljárás és a feldolgozás tekintetében megfelel a hatályban lévő vizsgálati szabványoknak.
6) A talajvizsgálati jelentés egyértelmű és könnyen értelmezhető módon rendszerezett (táblázatos, statisztikai jellegű stb.) adatközlést jelent, grafikus ábrázolás és szöveges ismertetés formájában. A talajvizsgálati jelentés elvárt tartalma az alábbi:
    a. A vizsgálatok tárgya és célja
    b. A hely, a létesítmény (méretek szerkezetek, hatások) ismertetése, geodéziai adatai
    c. A feltételezett (egyeztetett) geotechnikai kategória
    d. A terepi és laboratóriumi vizsgálatok ideje, módja, helye és eszközei, a vizsgálat körülményei (hőmérséklet, páratartalom, stb)
    e. A közreműködők adatai
    f. A helyszín bejárásakor szerzett adatok (talajvíz, szomszédos építmények, növényzet)
    g. A helyszín története, korábbi építési tapasztalatok
    h. Geológiai adottságok, szeizmicitás
    i. A terepi és laboratóriumi mérések eredményei
    j. Talajvíz, belvíz és élővíz adatok
    k. Fúrásnaplók, a fúrás közbeni megfigyelésekkel együtt
    l. Az eredmények közlése táblázatokban, jegyzőkönyvekben, grafikusan
    m. A terepi és labormunka, valamint egyéb információgyűjtés értékelése
    n. A hibásnak vélt vagy hiányos adatok ismertetése
    o. Javaslat további (kiegészítő) vizsgálatokra indoklással, programmal
    p. A geológiai adottságok és a szeizmicitás értékelése
    q. Az eredmények célszerű grafikus és táblázatos ábrázolása
    r. A változó adatok statisztikai értékelése a geotechnikai kategóriához igazodóan
    s. Talajszelvények bemutatása a különböző formációk megkülönböztetésével
    t. A talajrétegek szöveges ismertetése (osztályozó, mechanikai és hidraulikai jellemzőik)
    u. A talajvízviszonyok bemutatása (mélység, ingadozás, áramlások, nyomások, kémiai jellemzők)
    v. A tervezési paraméterek felvételére alkalmas adatbemutatás

Geotechnikai terv

1) A geotechnikai tervben a tervező mindenkor egyértelműen ismertesse:

   a. az építés helyéről, a tervezett építményről kapott és felhasznált kiindulási adatokat és forrásukat,
   b. a többi szerkezethez való kapcsolódást, s az ezekről folytatott egyeztetéseket,
   c. a felhasznált geotechnikai dokumentációkat és az ezekkel kapcsolatos állásfoglalását,
   d. az alkalmazott geotechnikai megoldásokkal kapcsolatban lefolytatott egyeztetéseket.
2) A geotechnikai szerkezetek és tevékenységek tervezése közben figyelembe kell venni minden körülményt és követelményt. Ki kell térni minden előre látható geotechnikai feladatra, beleértve az építés közbeni állapotok, a segédszerkezetek, a környező építmények, a természetes formációk, a hidrogeológiai viszonyok stb. vonatkozásában vélelmezhető kérdésekre is.
3) A geotechnikai tervezőnek ki kell térnie azon feladatokra is, melyek megtervezésére nem szól a megbízása, amelyekre nem kell megoldást adnia, de
   a. jeleznie kell ezek megtervezésének szükségességét,
   b. a tervezett saját megoldásokban ezek legmegfelelőbb kialakítását kell feltételeznie,
   c. közölnie kell azokat a követelményeket, amelyeket ezek tervezésénél az általa tervezett megoldások védelme érdekében teljesíteni kell.
4) Nem készíthető a geotechnikai tervezési részfeladat, míg nem készült
   a. megfelelő talajvizsgálati jelentés, vagy
   b. legalább geotechnikai tanulmányterv, illetve megvalósíthatósági tanulmány az építmény vagy az érintett terület alapvető geotechnikai feladatainak megoldására.
5) A geotechnikai terv tartalmában – a geotechnikai alapszabványok (MSZ EN 1997-1:2025 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok MSZ EN 1997-2:2025 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 2. rész: Talajjellemzők MSZ EN 1997-2:2008 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok) alapján – a következőknek kell szerepelniük:
   a. a feladat vázolása, a terv céljának, funkciójának ismertetése,
   b. kapcsolódás a korábbi és további tervekhez,
   c. a szaktervező(k) és a feltárásokban közreműködők megnevezése,
   d. az építési helyszín és környezetének bemutatása,
   e. geodéziai adatok,
   f. a talajkörnyezet és a felszín alatti vizek összefoglaló jellemzése a korábbi geotechnikai szolgáltatások felhasználásával,
   g. a tervezett építmény leírása, beleértve a méreteket és a terhelő hatásokat,
   h. az építmény geotechnikai kategóriája, a körülményekkel, a kockázattal és nehézségekkel indokolva,
   i. a tervezés talajkörnyezeti modellje, beleértve a talajjellemzők és a vízadatok tervezési értékeit,
   j. a tervezési követelmények, az elkerülendő határállapotok és az elfogadható kockázatok ismertetése,
   k. a tervezés módszereinek bemutatása és a számítások részletei,
   l. geotechnikai szerkezetek rajzai a méretekkel és az anyagminőségekkel,
   m. talajmechanikai szempontból szükséges technológiai, organizációs és ütemezési követelmények, utasítások, előírások és javaslatok, speciális szerkezetek esetében
   n. a geotechnikai műszaki felügyeletre vonatkozó tervek (előírások),
   o. a geotechnikai megfigyelés terve,
   p. az üzemeltetésre és a szükséges fenntartásra vonatkozó előírások,
   q. az alkalmazott szabványok, előírások, illetve szakirodalom és szakmai szoftverek jegyzéke.

### 1.4.1.5 Hatások és ellenállások

A geotechnikai szerkezetek teherbírásának igazolásához és a deformációk számításához a vállalkozónak meg kell határozni a

- jellemző állandó, változó és rendkívüli hatásokat,
- a talajjellemzőket objektum- és szerkezetspecifikusan, a projektfázisnak megfelelően.

A teherbírási és a használhatósági határállapotok igazolását a parciális tényezős eljárás elve szerint, az igénybevételek és az ellenállások tervezési értékeinek összehasonlításával kell elvégezni. A tervezési értékek megállapításához szükséges parciális tényezőket a vonatkozó európai szabványok, illetve azok nemzeti mellékletei, valamint a megfelelő szerkezeti elemekre vonatkozó szabályozásokból kell átvenni. A vasúti forgalomból keletkező hatásokra a $\gamma_Q$ parciális tényező az érvényes. (A $\gamma_Q$ parciális tényező az Eurocode szerint az esetleges jellegű, kedvezőtlen vagy kedvező hatásokra vonatkozó parciális tényező.)
A fenti pont vonatkozásában a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. előírásait és az abban szerepeltetett szabványokat szükséges figyelembe venni.

### 1.4.1.6 Geotechnikai szerkezetek tervezésének alapjai

1) A geotechnikai szerkezetek tervezésénél az MSZ EN 1997-1 szabvány szerint kell eljárni.
2) A földrézsűk állékonyságát üzemi terhelésre ellenőrizni kell amennyiben azok magassága, vagy bevágások esetén mélysége eléri a 8 m-t, vagy a rézsűhajlása 1:1,5-nél meredekebb.
3) A sziklarézsűk állékonysága 4 m-nél magasabb vagy mélyebb töltés és bevágás esetén ellenőrizendő, amennyiben azok hajlásszöge 1:1,5-nél meredekebb.
4) A földművek biológiai védelmét 1:2 hajlásnál meredekebb, talajból vagy nem időjárásálló kőzetből készült felületek esetén kell tervezni.
5) A töltésalapozást úgy kell megoldani, hogy teherbírási és használhatósági határállapot ne következzék be.
6) A töltések tervezésekor az altalajt kedvezőtlennek kell nyilvánítani, ha a határállapotok bekövetkeztének veszélyével a talajadottságok és a töltés mérete miatt számolni kell.
7) Támszerkezetek céljára tervezhetők súly- és szögtámfalak, befogott támszerkezetek, horgonyzott támszerkezetek, vagy ezek kombinációi. Ha a támszerkezet élővizet is határol, akkor a partfalakra vonatkozó vízépítési szabályzatok követelményeit is be kell tartani, különben a vasútépítésben nem alkalmazhatók.

### 1.4.1.7 A vasúti pálya alépítményének létesítése

Alapelvek

1) A felépítményről érkező mechanikai feszültségek hatására az alépítményi földműnek a rugalmas alakváltozási tartományon belül kell maradnia.
2) A védőréteg tetejére előírt teherbírási érték teljesítéséhez a szükséges vastagság mellett természetesen az is kell, hogy a védőréteg megfelelő anyagból, megfelelő technológiával és a szükséges mértékben tömörítve készüljön el. A földmű zárórétegének teherbírási követelményeit kielégítő megoldásokat– főleg bevágások esetében – gyakran csak a kivitelezés fázisában lehet véglegesíteni. Ha laboratóriumi vizsgálatokkal a talajra CBR %-ot állapítottak meg, akkor ebből az $E_2=(10*CBR)^{2/3}$ kifejezéssel számítható az E2 (MN/m2) teherbírási modulus. A fentiek esetében a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. vonatkozó táblázata a figyelembe veendő.
3) Amennyiben az alépítménykorona a fenti modulus értékek kielégítésére alkalmatlan, a teherbírás növelése (erősítése) és az alépítménykorona víztől való védelmének érdekében

kiegészítő rétegszerkezet tervezésére van szükség, amelyben természetes és mesterséges anyagok: szemcsés anyagok, georácsok és talajstabilizációk, illetve ezek kombinációi használhatók fel.

4) A földműnek környezetvédelmi szempontoknak is meg kell felelnie. A környezetre káros anyagok (lásd a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet alapján szennyezett talaj) felhasználása nem megengedett.

Hidrológiai esetek, tervezési alapértékek meghatározása

1) A földmű kiindulási $E_2$, földmű teherbírási értékének meghatározása statikus teherbírásméréssel, majd a talajmechanikai és a hidrológiai adatok segítségével történik. A tervezési alapértékeket mérésekből az évszakonkénti változások figyelembevételével kell megállapítani. Ha kellő számú és megbízhatóságú mérési adat nem áll rendelkezésre, akkor a tervezési alapértékek az alábbi táblázat adatainak felhasználásával határozhatók meg.

| **Alépítmény anyaga** | **Szemcseátmérő D<0,1 mm** | **Javasolt $E_{2\ földmű}$ (N/mm2) méretezési érték az alépítmény tetején, ha a hidrológiai eset** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **1/2** | **2** | **2/3** | **3** |
| Iszapos vagy agyagos kavics | 10…20 % | 60 | 45 | 30 | 25 | 20 |
| Iszapos vagy agyagos homok | 10…20 % | 50 | 35 | 25 | 22,5 | 20 |
| Erősen iszapos vagy agyagos kavics, illetve homok | 20…30 % | 40 | 30 | 20 | 17,5 | 15 |
| | >30% | 30 | 20 | 15 | 10 | 10 |
| Iszap és agyag | könnyen sodorható | 25 | 20 | 15 | 10 | 10 |
| | puha | 25 | 20 | 15 | 12,5 | 10 |
| | nagyon puha | 20 | 17,5 | 15 | 12,5 | 10 |

$E_{2\ földmű}$ Statikus teherbírási modulus tervezési értékei

2) A táblázatban található hidrológiai esetek az alábbiak (az esetek között átmenetek lehetségesek):
   a. 1-es hidrológiai eset:
      – az ép alépítménykoronáról a víz lefolyik, nincsenek időszakos átnedvesedések,
      – az sk-1,50 m mélység feletti tartományban még időszakosan (pl. tavasszal) sincsen átnedvesedés (az Ic konzisztencia index mindig 1,00 érték felett van).
   b. 2-es hidrológiai eset:
      – időszakos átnedvesedés bekövetkezhet,
      – rossz a vízelvezetés,
      – az sk-1,50 m mélység feletti tartományban időszakosan (pl. tavasszal) jellemző az átnedvesedés (az Ic konzisztencia index 0,75 – 1,00 értékek között van).
   c. 3-as hidrológiai eset:

- állandó az átnedvesedés,
- nincs megoldva a vízelvezetés,
- az sk-1,50 m mélység feletti tartományban állandóan jellemző az átnedvesedés (az Ic konzisztencia index kisebb, mint 0,75).

### *1.4.1.8 Az alépítményi földmű kialakítása*

1) A legalább 20 MN/m2 teherbírású altalaj esetén a töltéstest rétegeit közvetlenül a terv szerint előkészített felszínre szabad felhordani.
2) A 20 MN/m$^2$-t el nem érő teherbírású altalajt meg kell erősíteni, hogy a rá építendő rétegek tömörítése megfelelő lehessen, továbbá az önsúlyfeszültségek hatására ne következzen be a töltés szétcsúszása.
3) Belvízveszélyes területen található töltések, valamint finomszemcséjű talajból készült, illetve magas talajvízszint mellett finomszemcséjű altalajra alapozott töltések építése esetén a kapilláris átnedvesedés megakadályozására egy 30-50 cm vastagságú kapilláris megszakító réteget kell beépíteni jó vízvezető képességű talajból (e-UT 06.02.11 szerinti besorolás alapján).
4) Az újonnan épülő töltéstest anyaga feleljen meg az e-UT 06.02.11 műszaki előírásnak.
5) A földmű keresztmetszeti kialakításával mindazon alak- és méretkövetelményeket biztosítani kell, amelyek annak állékonyságához, a vasúti üzem biztonságos lebonyolításához, a felépítmény megépítéséhez szükségesek.
6) Az alépítménykorona szimmetrikus kialakítású, vagy egyoldali esésű, oldalesése általában 4% (5%). Ahol egyéb körülmény (pl. víztelenítés) nem igényli, ott az alépítményi korona vízszintesen is kialakítható.
7) Túlemeléssel kialakított egyvágányú pályán az egyoldali esésű alépítményi korona oldalesésének iránya lehetőleg egyezzék meg a túlemelés irányával. Ennek megfelelően az oldalesés irányát esetenként változtatni kell. Két vagy több vágányú vágány esetében alapesetben szimmetrikus földmű korona kialakítása alkalmazandó, egyoldali esés kialakítása csak indokolt, kivételes helyzet esetén alakítható ki.
8) Az ágyazati vállpontok távolságát a beépítendő aljak hosszának figyelembevételével kell meghatározni, de az ágyazat túlérésének értékeit, és lehetőleg a koronaszélességet is állandónak kell tekinteni. Folyópályában 2,60 m-nél hosszabb keresztaljak nem alkalmazhatók, kivéve a harmadiksín alátámasztására szolgáló aljakat.
9) Hézagnélküli vágányban az alépítményi koronát a következőkben felsorolt értékekkel is szélesíteni kell:

| | | |
|---|---|---|
| – a belső oldalon | R < 3000 m | sugarú ívekben +0,05 m; |
| – a külső oldalon: | 3000 m > R ~ 600 m | sugarú ívekben +0,05 m, |
| | 600 m > R ~ 500 m | sugarú ívekben +0,15 m, |
| | 500 m > R ~ 300 m | sugarú ívekben +0,25 m. |

### *1.4.1.9 Kiegészítő rétegszerkezet*

1) A kiegészítő réteg két vagy több rétegben is épülhet, ekkor a rétegszerkezet zárórétege csak kvázi vízzáró keverékből készülhet. A kiegészítő rétegszerkezet minimális összvastagsága 0,20 m.
2) a kiegészítő réteg anyagában, méreteiben és beépítési minőségében úgy legyen kialakítva, hogy a csapadékvíz legalább 80%-a a réteg felszínén oldalirányban (a hosszanti víztelenítő berendezésekhez) lefolyjon.

3) Megfelelő alépítményi anyag és helyszíni hidrológiai viszonyok esetén a kiegészítő réteg vízáteresztő anyagú lehet.
4) A kiegészítő réteg vastagságát a felhasznált kiegészítő réteg sajátmodulusa és a földmű tervezési alapértékének ismeretében lehet tervezni.
5) A tervezési eljárás esetén mind a nomogramok segítségével történő számítás (pl. Burmister módszer), mind a végeselemes módszer elfogadható.
6) A rétegszerkezetben felhasznált anyagok saját modulusát laboratóriumban végzett CBR vizsgálatokkal (MSZ 2509-2) kell meghatározni.
7) A szemcsés kiegészítő réteget geotextíliával kell a földműkoronától elválasztani, kivételt képez ez alól a stabilizált földműkorona

### *1.4.1.10 Földmű stabilizálása kötőanyaggal*

Meglévő földműkoronát kötőanyagos (cement, őrölt égetett mész vagy ezek kombinációi) stabilizálással lehet javítani, amivel növelhető a nyírószilárdsága, a teherbírása, javítható a tömöríthetősége és a földmű felső zónájának vízzárósága. A földmű stabilizálásánál figyelembe kell venni az e-UT 06.02.13 jelű és az e-ÚT 06.02.11 ÚME-k előírásait új pályaszerkezet esetén. Egyéb esetekben a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás alapján kell eljárni. A teherbírásmérések során figyelembe kell venni a talajstabilizálás szilárdulásának több napos időigényét.
A stabilizálást csak helyi körülményekre adaptált, részletes technológiai utasítás alapján szabad kivitelezni.
Stabilizálás esetén meg kell oldani a felszíni vizek maradéktalan elvezetését és a kapilláris vízszintemelkedés megszakítását.

### *1.4.1.11 A geoműanyaggal erősített kiegészítő réteg méretezése*

A tervezőnek méretezéssel kell igazolnia, hogy a betervezett erősítő hatású geoműanyagból és a rákerülő kiegészítő rétegből álló szerkezet tetején elérhető lesz a megkövetelt teherbírás ($E_2$ érték). A geoműanyaggal erősített kiegészítő réteg vastagsága meghatározható a gyártók által megadott, saját termékeikre vonatkozó, hiteles méretezési diagramok segítségével, továbbá végeselemes számítással, amelyben a geoműanyag erősítő szerepe laboratóriumi vizsgálatokkal van alátámasztva.

### *1.4.1.12 A kiegészítő réteg anyagtulajdonságai*

1) A szemcsés kiegészítő réteget keverékként kell megtervezni, egyenletes és folyamatos szemeloszlással, azt bányában vagy megfelelő keverőhelyen úgy kell előállítani, hogy a keverék tulajdonságai homogén módon érvényesüljenek. A szétosztályozódást a szállítás és a tárolás során meg kell gátolni.
2) A szemcsés kiegészítő rétegeknek alapvető típusai közé tartoznak a lehető legkisebb vízáteresztő képességű (kvázi-vízzáró) és a vízáteresztő kiegészítő rétegek.
3) Amennyiben cél a felszíni vizek beszivárgásának és az alépítmény elnedvesedésének a megakadályozása, akkor kvázi vízzáró kiegészítő réteget kell tervezni, amelynek anyaga megfelelő saját modulusú folyamatos szemeloszlású, min 30%-ban tört szemcsét tartalmazó szemcsés keverék legyen. A réteget a földműtől átmeneti vagy finomszemcsés talajok esetén geotextíliával elválasztva beépíteni.
4) Gyenge teherbírású alépítmény megerősítésének és vízzáró réteg kialakításának együttes igénye esetén bitumenes kötőanyagú aszfaltkeverék is építhető. Az aszfalt kiegészítő réteget a

koronaélekig ki kell vezetni, és a csatlakozó rézsűt az intenzívebb vízáramlás eróziós hatása ellen megfelelő védelemmel kell ellátni.

5) A megfelelő tömörség biztosítása érdekében az anyag beépítéskori víztartalmát folyamatosan ellenőrizni kell. A víztartalom mérését az EN ISO 17892, vagy az ASTM D4643-17 szabványsorozat alapján kell elvégezni.
6) Beton vagy vasbeton szerkezetek (lemezes felépítmény, bordás- vagy úszólemez) alkalmazása esetén a vasbeton lemez alá, vízáteresztő keveréket kell zárórétegként beépíteni.

### *1.4.1.13 A geotechnikai szerkezetek minőségi átvételi követelményei*

A tömörség vizsgálata:

1) Minden töltés építése során vizsgálni kell a tömörséget. A közvetlen vizsgálati módszereket előnyben kell részesíteni az indirekt módszerekkel szemben. Az ellenőrzés során csak azonos vizsgálati módszert szabad alkalmazni. Ettől a követelménytől el lehet térni, ha a különböző vizsgálati módszerek közötti korreláció bizonyítható.
2) A felhasználható tömörségmérési módszerek a következők (a- vizsgálati jegyzőkönyvben fel kell tüntetni a vizsgálat módját):
   a. a tömörített anyagból vett minta tömeg- és térfogatméréseivel (EN ISO 17892-2, ASTM D2167-08)
   b. izotópos (radiometriás) tömörségméréssel (MSZ 15320, e-UT 09.02.11)
   c. könnyű ejtősúlyos berendezéssel (e-UT 09.02.36)
   d. penetrométeres vizsgálattal dinamikus vagy statikus szondával (EN ISO 22476)
   e. statikus tárcsás terheléssel (MSZ 2509-3)
   f. a tömörítő eszközre szerelt gyorsulásmérővel
   g. a tömörítési technológia betartásának ellenőrzésével.
3) A tömörséget minden esetben Mintavételi és Megfelelőségigazolási Terv (MMT) alapján kell ellenőrizni. A mintavételi tervet a kivitelező készíti el, és a beruházó vagy annak képviselője hagyja jóvá. A földmű zárórétege és a kiegészítő réteg felszínén 25 m-enként jelölendő ki vizsgálati hely. Tömörség ellenőrzésére a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás szerint kell a pontokat kijelölni.
4) Az üzemeltető képviseletében szúrópróbaszerű ellenőrzéseket kell végezni az alábbiak szerint:
   a. a földmű fő tömegében legalább 1500 $m^3$-enként,
   b. a földmű zárórétegén és a kiegészítő rétegen 100 m-enként legalább négy helyen.
5) Kiegészítésképpen vagy a geotechnikai szakértővel egyetértésben a közvetlen vizsgálati módszer helyettesítésére az alábbi indirekt vizsgálati módszerek alkalmazása lehetséges a tömörségi állapot meghatározásánál:
   a. E2/E1 viszonyszámok a statikus tárcsás terhelési módszerből,
   b. verő- és/vagy nyomószondázás,
   c. süllyedésmérés az egyes tömörítési műveletek között.
6) Előírt tömörségi érték (METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás szerint):
   a. a kiegészítő rétegben Trp = 95%,
   b. a földmű felső 50 cm vastag rétegében Trp = 95%,
   c. a földmű felső 50 cm vastag rétege alatti 50 cm-ében Trp = 95%,
   d. a műtárgyak háttöltésében, teljes mélységben Trp = 98%,
   e. minden egyéb helyen Trp = 92%.

A teherbírás vizsgálata:

1) A teherbírást statikustárcsás vizsgálattal, a kiegészítő réteg felszínén vágányonként és 100 m-enként legalább négy helyen, valamint a Geotechnikai terv alapján készült Mintavételi és

Megfelelőségigazolási Tervben (MMT-ben) előírt rétegeken kell megmérni egyenletes eloszlásban.

2) A teherbírás értéke penetrométeres kiegészítő vizsgálattal (dinamikus vagy statikus szondával) is meghatározható, a statikus vagy dinamikus teherbírásméréssel történő kalibráció megléte után.
3) A teherbírásmérést az MSZ 2509-3, e-UT 09.02.36 előírás alapján lehet elvégezni.
4) Dinamikus tárcsás teherbírásmérés minősítési céllal csak akkor alkalmazható, ha egyszerre teljesül, hogy
   a. durva vagy vegyes szemcséjű a minősítendő talaj,
   b. ugyanazon a talajon statikus terheléssel kalibrálták a dinamikus mérést,
   c. a tömörség meghaladja az előírt értéket.
5) A dinamikus tárcsás teherbírásmérés eredményei szabadon felhasználhatók a teherbírás egyenletességének jellemzésére.
6) A geoműanyagok feletti teherbírási vizsgálatoknál tudni kell, hogy a geoműanyagok rugalmas összenyomódása ronthatja a teherbírásmérés eredményét.
7) A teherbírás ellenőrzésére tervet kell készíteni, melynek tartalmaznia kell
   d. a teherbírás-ellenőrzés szempontjából egyben kezelt szakaszokat, illetve felületeket,
   e. a teherbírás-ellenőrzések számát (legalább 25 m-ként),
   f. a teherbírás mérésének módszerét, különösen, ha nem statikus tárcsás terhelésről van szó,
   g. a teherbírás értékelésének módját.
8) A szakaszolás általában ugyanaz legyen, mint a tömörségellenőrzés esetében.
9) A gyakoriságra vonatkozóan irányadónak tekinthető, hogy a záróréteg alsó síkja felett a tömörségméréssel együtt kerüljön rá sor.
10) A teherbírás minősítését csak a kiegészítő réteg tetején kell elvégezni. Azonban a tervezőnek a töltéstest jellemző réteghatáraira (pl. földmű zárórétege alatti síkra, a zárórétegre) is meg kell adnia az elérni kívánt teherbírási értékeket, s azokat a kivitelezés során ellenőrizni kell. A METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. előírásai és az alábbi táblázat alapján.

| **Modulus** | **Sebesség (km/h)** | | |
|---|---|---|---|
| | **v < 40** | **40-80** | **80-100** |
| $E_{2\ stat}$ (MPa) | 50 | 70 | 80 |
| $E_{din}$ (Mpa) | 35 | 37 | 40 |

Az $E_{2stat,}$ illetve $E_{din}$ modolus megkövetelt értékei a kiegészítő réteg tetején.

11) Valamennyi mérési helyre vonatkozóan a mért E2 értéket, a felső zóna rétegződését, a lejjebb mért teherbírást, a zóna talajtípusait, tömörségeit és víztartalmait együtt értékelve meg kell állapítani, hogy a tervben előírt teherbírási modulus feltételezhetően megvan-e.
12) Egy egyedi E2 értéket külön elemzés nélkül akkor szabad megfelelőnek tekinteni, ha egyszerre teljesül, hogy
   h. az legalább 10 MN/m$^2$ értékkel nagyobb az előírt méretezési teherbírási modulusnál,
   i. a vizsgált helyen a földmű felső 0,5 m-ének anyaga maradéktalanul teljesíti az előírt követelményeket,
   j. a tömörség eléri az előzőekben leírt vonatkozó értéket.
13) A földműnek mindenütt biztosítania kell a méretezési teherbírási modulust. Ha az előbbiek szerint végzett ellenőrzés során mindegyik mérési helyen megfelelőnek bizonyul az eredmény,

akkor teherbírási szempontból megfelelőnek tekinthető az egész földmű. Ha azonban homogénnek tekinthető talajokból, azonos módon felépülő felső földműzónára azonos körülmények mellett is jelentős szórást mutatnak az adatok, és viszonylag sok adat van kevéssel a méretezési teherbírási modulus felett, akkor statisztikai értékelés is szükséges.

14) A teherbírás értéke penetrométeres kiegészítő vizsgálattal (dinamikus vagy statikus szondával) is meghatározható, feltéve, hogy
    k. a mért ellenállások és teherbírás közötti összefüggés előzetesen megállapításra került,
    l. a vizsgálat eredménye beilleszthető az ellenőrző mérések rendszerébe.
15) Amennyiben a szondázásból származtatott teherbírási értékek jelentősen eltérnek a környezetben lévő statikus vagy dinamikus teherbírás mérési eredményektől, úgy a szondázás eredménye nem fogadható el, vissza kell térni a hagyományos mérési technológiákhoz.

Egyéb vizsgálatok:

1) A kiegészítő réteg anyagának talajfizikai jellemzőire vonatkozó szabványos vizsgálatokat recepturánként (keverékenként), de legalább 500 $m^3$-enként kell elvégezni és a beépítésre való megfelelőséget igazolni, dokumentálni kell.
2) A szabványos vizsgálatok keretében legalább 1-1 db határgörbékkel együtt ábrázolt szemeloszlási görbét, aprózódási és kopásvizsgálati, továbbá saját modulust igazoló jegyzőkönyvet kell készíteni és a beruházó vagy annak képviselője részére átadni (lokális beavatkozások esetén helyszínenként végzendők el és dokumentálandók a vizsgálatok).
3) A földmű és a záróréteg profilhelyességét, azaz a koronaszélességet, a keresztesést és a magassági helyzetet geodéziai méréssel kell ellenőrizni.
4) Az alépítmény minősítéséhez az alakhűséget, a tömörséget és a teherbírást kell mérni. A kijelölt minősítési szakaszon az elvégzett vizsgálatok mennyisége tegye lehetővé a megbízható értékelést.
   Az alakhűség jellemzői közül a koronaszélesség negatív eltérései vagy egyéb alépítményi mérethiányosságok egyedi mérlegelés tárgyát képezhetik, ha a helyreállítás nem jár forgalom-, illetve sebességkorlátozással.
5) Az alakhűséget legfeljebb 50 méterenkénti keresztszelvények alapján kell minősíteni. A záróréteg (az alépítmény felső 50 cm vastag, kiegészítő réteg nélküli rétege) koronasíkjának szintmagassága, a rézsűk kialakítása az egy keresztmetszetben felvett legalább három pont adatai ismeretében, a tervtől való eltérés értékeivel a következők szerint minősíthető

| **Vizsgált méret** | **Minőségi osztály** | | |
|---|---|---|---|
| | **I.** | **II.** | **III.** |
| Záróréteg korona síkja | $\pm 3\ cm$ | $\pm 4\ cm$ | $\pm 5\ cm$ |
| Korona szélesség | +15 cm<br>-5 cm | +20cm<br>-5 cm | +25 cm<br>-5 cm |
| Rézsűfelület szintje | $\pm 10\ cm$ | $\pm 15\ cm$ | $\pm 20\ cm$ |
| Töltések lábpontjainak és bevágások körömpontjainak távolságeltérései | +30 cm<br>-10 cm | +40cm<br>-15 cm | +50 cm<br>-20 cm |

Az alakhűség minősítése

I. osztályú a minősítési szakaszon belül a vizsgált méret, ha az adatok legalább 90 %-a I. osztályú, és csak 10 %-a II. vagy III. minőségi osztályú. Osztályon kívül eső méret nem fogadható el. A fentiekkel kapcsolatosan további információk a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. előírásaiban találhatóak.

6) A földmű zárórétege mindaddig nem takarható el, amíg a minőségi átvétel meg nem történt, és az engedélyt a beruházó vagy képviselője építési naplóbejegyzéssel meg nem adta.
7) A földmű kiegészítő rétegét az alábbi táblázat szerint a vállalkozónak minőségi osztályba kell sorolni, amelynek alapját a keresztmetszeti méreteltérések képezik. A keresztmetszeti méréseket 20 m-enként, a megelőző Egyéb vizsgálatok (2) pontjában megadott helyeken végrehajtott keresztmetszeti mérésekkel pontosan megegyező helyen kell elvégezni, így a kiegészítő réteg vastagsága a két méret különbségeként egyértelműen meghatározható. A mérés adatait a végrehajtott mérés után elkészített M 1:100 méretarányú keresztszelvényen kell feltüntetni, a méret eltérésekkel együtt.

| **Mért jellemző** | **Minőségi osztály** | | |
|---|---|---|---|
| | **I.** | **II.** | **III.** |
| A kiegészítő réteg vastagságának eltérése a tervezettől | $\pm 3\ cm$ | $\pm 4\ cm$ | $\pm 5\ cm$ |
| A kiegészítő réteg koronaszélességének eltérése a tervezettől | +15 cm<br>-5 cm | +20cm<br>-5 cm | +25 cm<br>-5 cm |

Megengedett méreteltérések a földmű és a kiegészítő réteg koronasíkjának minőségi osztályba sorolásához

8) A földművek minőségi osztályba sorolása a fenti táblázatok adatai alapján megállapított méreteltérések szerint:
   a. I. osztályú a földmű a minősítési szakaszon, ha a 2. és 3. pontban vizsgált méretek legalább 90%-a az I. osztályú intervallumba esik és csak 10%-a II. osztályú, III. osztályú adat pedig nincs,
   b. II. osztályú a földmű a minősítési szakaszon, ha a 2. és 3. pontban vizsgált méretek kevesebb, mint 90%-a az I. és II. osztályú intervallumba esik és legfeljebb 10%-a III. osztályú,
   c. III. osztályú a földmű a minősítési szakaszon, ha a 2. és 3. pontban vizsgált méretek kevesebb, mint 90%-a a II. és III. osztályú intervallumba esik azzal a kikötéssel, hogy osztályon kívül eső méret nem fogadható el.
9) A földmű és az alépítményi rétegszerkezet építésének végeztével az alépítmény réteghatárainak, deformációinak megismerése céljából – a roncsolásmentesség érdekében – georadaros felmérést kell végezni.
10) Fentieken túli vizsgálatokat az üzemeltető által szabályozott utasítás szerint kell végezni.

### *1.4.1.14 Az alépítmény létesítésének dokumentálása*

1) A létesítéssel, munkálatokkal kapcsolatos tervek és engedélyek a következők:
   – hatósági engedélyek, jegyzőkönyvek, üzemeltetői engedélyek
   – geotechnikai tervek,

- kiviteli tervek,
- részletes Technológiai Utasítás (TU) a kivitelezés teljes folyamatára kiterjedően,
- Mintavételi és Megfelelőségigazolási Terv (MMT),
- kisajátítási tervek,
- szakvélemények,
- pályahálózat üzemeltetői hozzájárulások, területfelhasználási engedélyek.

2) Minden földépítmény és egyéb geotechnikai építmény építésének és felújításának megkezdése előtt Építési aktát kell összeállítani (papíralapon vagy szoftverrel [BIM] Building Information Modeling), melyet a kivitelezés során – újabb és újabb dokumentumokkal kiegészítve – naprakészen vezetni kell.
3) Az Építési akta tartalomjegyzéke megegyezik az építési és felújítási munkák dokumentálási kötelezettségeivel.

   Az Építési aktának tartalmaznia kell:
   - a létesítéssel, a munkálatokkal kapcsolatos terveket és engedélyeket,
   - az építés, illetve felújítás megkezdése előtti dokumentumokat,
   - az építés, illetve felújítás során született dokumentumokat,
   - az átadás – átvétel dokumentumait.

   Az Építési akta számára a kivitelezési munkák befejeztével az alábbi átadás – átvételi dokumentumokat kell elkészíteni:
   - a kiviteli tervre rávezetett módosításokat feltüntető megvalósulási terv
     a. helyszínrajz
     b. hossz-szelvény
     c. keresztszelvények
     d. részletrajzok,
     e. műszaki leírás
   - beépített földanyagok alkalmasságát igazoló dokumentumok,
   - beépített kőanyagok, kiegészítő rétegek szemeloszlási görbéi,
   - tömörség és teherbírás mérési vizsgálatok jegyzőkönyvei, a mérési eredmények kiértékelése és táblázatba foglalása,
   - betontermékek megfelelőségét igazoló dokumentumok,
   - geoműanyagok megfelelőségét igazoló dokumentumok,
   - süllyedésmérési eredmények kiértékelése és táblázatba foglalása,
   - egyéb beépített anyagok megfelelőségét igazoló dokumentumok,
   - építés, bontás, felújítás során keletkezett bontási (visszanyeréményi) anyagok elhelyezését és újra felhasználását igazoló dokumentumok,
   - a kivitelezési idő alatt a megvalósulást jelentősen befolyásoló esemény(ek)ről készült jegyzőkönyv(ek),
   - rész-átadási, rész-üzembehelyezési, forgalomba helyezési jegyzőkönyvek,
   - a kivitelezés megkezdése előtti és a kivitelezés során készült fényképek, videók rendezett (munkafázisonként) formában.

4) A műszaki átadás-átvételi eljáráshoz, az építési munkák befejezése után a vállalkozónak átadási dokumentációt kell összeállítani, amelynek tartalmaznia kell az alábbiakat:
   - záradékolt geotechnikai megvalósulási terv, rétegrendekkel, beépített műszaki textíliák kimutatásával,
   - vasúti terhet hordó megtámasztó szerkezetek kimutatása (típusa, alapozási szint, szerkezet hossza, magassága, vastagsága),
   - nem vasúti terhet hordó megtámasztó szerkezetek kimutatása (típusa, alapozási szint, szerkezet hossza, magassága, vastagsága),

- egyéb geotechnikai szerkezetek kimutatása, jellemző adatai e. víztelenítési rendszer létesítményjegyzék,
- építési napló, e-napló,
- technológiai utasítás(ok),
- Mintavételi és Megfelelőségigazolási Terv,
- a Mintavételi és Megfelelőségigazolási Terv alapján összeállított minősítő iratok, megfelelőségi bizonyítványok és vizsgálati jegyzőkönyvek, kiértékelt mérési dokumentumok (pl. georadar, CPT szondázás stb.).

#### *1.4.1.15 Meglévő földművek felújítása, átépítése*

Meglévő földművek felújítása, átépítése esetén a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításban előírtak szerint kell eljárni.

#### *1.4.1.16 Támszerkezetek*

A támszerkezetek feladata a mögöttük levő földtömeg súlyából és a térszíni terhelésekből származó nyomások felvétele. Alkalmazásuk feltételei és a kialakításukra vonatkozó információk a METRÓ P.1. utasításban leírtakat kell felhasználni.

#### *1.4.1.17 Vágányvég lezárások, ütközőbakok*

A vágányvég-lezárások célja, hogy a kis sebességgel haladó járművek figyelmetlenségből, vagy műszaki hibából bekövetkező pályaelhagyását megakadályozzák, vagy nagyobb sebesség esetén a kár nagyságát és a baleset súlyosságát mérsékeljék. A vágányok végét le kell zárni.

A szerkezetek kialakítására vonatkozó előírásokat a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítások szabályozzák.

## 1.5 Felépítmény

### *1.5.1 Felépítmény, felépítményi alapfogalmak, adatok*

#### *1.5.1.1 Sínkoronaszint (SK)*

1) A metróvonalak és Millfav vasútépítési tervein a magassági adatok a sínkoronaszinttel vannak megadva.
2) A sínkoronaszint egyenesben a két, nem kopott sínkorona futófelületének magassága. Ívben felszíni vágányoknál a belső sínszál futófelületének magassága, alagútban a két sínszál futófelületét összekötő egyenesnek a vágánytengellyel való metszéspontja adja a sínkoronaszint magasságát.
3) A vágányok tervezésénél az abszolút magasságok a Balti alapszintre vonatkoznak.

### *1.5.1.2 Vágánytengely, pályatengely, alagúttengely*

1) A vágánytengely egyenesben az az elméleti vonal, amely a két sínszáltól egyenlő távolságban, azok középvonalában fekszik.
2) Ívben a vágánytengely a külső sínszál vezetőélétől sugárirányban a szabványos nyomtávolság felére van (717,5 mm).

| Hely | Felszínen | Alagútban |
|---|---|---|
| Egyenesben és R=500 m vagy ennél nagyobb sugarú ívben | 4,00 m<br>(3,87 m) * | 3,40 m |
| R<500 m sugarú ívben | Növelés az űrszelvény bővítés függvényében | |
| Állomásokon és tarolóvágányoknál | 4,20 m | 4,20 m<br>(4,00 m)* |
| Országos közforgalmú vasutak által is használt vágányoknál | 4,75 m | - |

*Kivételesen indokolt esetben (Pillangó utca állomás térségében).
Az ívekben a vágánytengely-távolságot az űrszelvénybővítés mértékével növelni kell.

3) A pályatengely egyvágányú pályán egybeesik a vágánytengellyel, kétvágányú pályán a vágánytengelyek távolságának felezőjében van.
4) Az alagúttengely az a képzelt függőleges vonal, amely a mindenkori alagútszelvény geometriai középpontján halad át.

### *1.5.1.3 Nyomtávolság bővítés*

1) A metró és Millfav normál nyomtávolságú vasúti pályákat 1435 mm névleges nyomtávolsággal kell tervezni és építeni.
2) Kissugarú ívekben nyombővítés szükséges, amelyet a belső sínszál eltolásával kell kialakítani. A nyombővítés mértéke az ívsugár függvényében:

| A körív (m) | Nyombővítés (mm) |
|---|---|
| R ≥ 200 | 0 |
| 200 > R ≥ 140 | 5 |
| 140 > R ≥ 100 | 10 |
| 100 > R ≥ 25 | 15 |

Nyombővítés olyan vágányokon, amelyeken csak metrójárművek közlekednek

| Nyombővítés jelenleg | | Nyombővítés új építés esetén | |
|---|---|---|---|
| **A körív sugara (m)** | **Nyombővítés (mm)** | **A körív sugara (m)** | **Nyombővítés (mm)** |
| R ≥ 300 | 0 | R ≥ 300 | 0 |
| 300 > R ≥ 250 | 5 | 300 > R ≥ 250 | 5 |
| 250 > R ≥ 150 | 15 | 250 > R ≥ 200 | 10 |
| 150 > R ≥ 125 | 20 | 200 > R ≥ 150 | 15 |
| 125 > R ≥ 100 | 25 | 150 > R ≥ 100 | 20 |

Nyombővítés olyan járműtelepi vágányokon, amelyeken egyéb vasutak járműve is közlekednek

3) Kitérők esetén a nyombővítés értéke gyártmány specifikus.
4) Nyombővítéskor az átmenet a nem bővített nyomtávolságról a bővítettre, vagy pedig a kisebb nyombővítésről a nagyobbra csak fokozatosan történhet.
5) Ha a csatlakozó ív sugara kisebb, mint a kitérő ívének sugara, akkor az ív és a kitérő közé egyenest, vagy legalább a kitérő ívének sugarával egyenlő sugarú ívszakaszt kell közbe iktatni, és a nyomtávolságok különbségét ebben a közbenső egyenesben, illetve ívben kell kifuttatni. A közbenső egyenes vagy ív nem lehet rövidebb a nyombővítés kifuttatásához szükséges hossznál.

### *1.5.1.4 Síndőlés*

1) A sínek a vágánytengely felé 1:20 hajlással dőlnek a kerékprofil kúpos kialakítása miatt.
2) A síndőlést a faalj kapacsolásával, a vasbetonalj, a szintetikus alj és a beton pályalemez felső síkjának ilyen kiképzésével, az alátömedékelés vastagságának változtatásával vagy az alátétlemez ékes kialakításával kell megoldani.
3) Kitérőkben a sínnek nincs dőlése.
4) Két egymást követő kitérő között síndőlést nem kell kialakítani, ha a közbenső vágányszakasz 40 m-nél nem hosszabb.
5) A kitérők és a folyópálya között a síndőlés átmenetet biztosítani kell.

### *1.5.1.5 Sínrendszer*

1) Metró és Millfav vonalakon pályasínnek 48, 54 és 60 sfm tömegű síneket lehet alkalmazni.
2) Az alkalmazható sínfejprofilokat az MSZ EN 13674-1:2011 szabvány (vagy utódszabványai) tartalmazzák.
3) A harmadiksín anyaga általában 58,8 kg/fm vagy 75,17 kg/fm tömegű, legfeljebb 0,16 Ohm/mm$^2$/m fajlagos ellenállású, alacsony karbontartalmú lágyacél.

### *1.5.1.6 Sínkopás*

1) A sínkopás mértékének meghatározását és a kopott sín minősítését a kiegyenlített magassági kopás módszerével kell elvégezni.

2) Az oldalkopott sínek kiegyenlített magassági kopása alatt a magassági és az oldalkopásnak a területkiegyenlítési elv alapján magassági kopásra átszámított értékét értjük.
3) A sínszál legnagyobb oldal- és magassági kopásának meghatározása a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításban foglaltak szerint történik.
4) Metróvonalakra alkalmazhatóságot igazoló dokumentummal rendelkező harmadiksín típus építhető be.

### *1.5.1.7 Sínhibák*

1) A sín szerkezeti minősítésének mérőszáma (R) a sín százalékos elhasználódottságát fejezi ki (1-nél kisebb érték formájában, amikor is az 1 jelenti a 100 %-ot). A mérőszámokat 100 méteres hosszakra kell képezni.
2) A szerkezeti mérőszám négy tagból tevődik össze:
   a. sínkopási tag,
   b. sínfáradási tag,
   c. sínfelület hullámos kopási tag,
   d. UH-sínhiba tag.
3) A sín csereigényét minden tagra ellenőrizni szükséges a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1 utasítás alapján.

### *1.5.1.8 Sínköszörülés*

1) A sínek elhasználódásának formái az oldal- és magassági kopás, valamint hullámos kopás és a sínfejen jelentkező mikrorepedések. Ezek hibahatáron felüli mértékűvé növekedése esetén a hibát ismét tűréshatáron belüli értékre kell hozni, amennyiben ez nem sikerül, akkor a sínt ki kell cserélni.
2) A síncsiszolás (köszörülés) egy olyan módszer, ami segíti a keresztirányú és hosszirányú sínprofil tűréshatáron belül tartását.
3) Síncsiszolás helyett alkalmazható sínmarás vagy síngyalulás is.
4) A sínhelyreállítási munkafolyamatok alkalmazhatóságát és jellemzőit a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás alapján kell végezni.

### *1.5.1.9 Harmadiksín*

1) A metró esetében harmadiksín, a Millfav vonalán munkavezeték található, amelynek a vontatáshoz szükséges villamos energiának a járműhöz való hozzávezetésére szolgál.
2) A harmadiksínt általában menetirány szerinti bal oldalon kell elhelyezni. Kivételt képeznek a kitérők és az olyan vonalszakaszok, amelyeknél a bal oldali elhelyezés valamilyen okból nem oldható meg.
3) Harmadik sínek esetében felső és alsó tapintású szerkezeti kialakítások is alkalmazhatóak, amennyiben az rendelkezik metróvonalakra vonatkozó beépíthetőséget igazoló dokumentummal.
4) Peronokban a harmadiksínt mindig a peron alatt kell elhelyezni.
5) A peron alatti felső tapintású harmadik sínt a rekuperációs üzemmódban is működő metróvonalon az áramütés valószínűségének csökkentése érdekében véletlen érintés elleni védelemmel kell ellátni.

6) A 600 m-nél kisebb sugarú harmadiksíneket és lejtős sínvégeket a beépítés előtt az adott ívsugárra meg kell hajlítani.
7) A harmadik sínt megfelelő gyakoriságú dilatációs kötésekkel kell kialakítani. Ezen dilatációs hosszokat a METRÓ P.1.utasítás tartalmazza.
8) A harmadiksín alátámasztó szerkezeteinek biztosítani kell a harmadiksín beállított sínkoronaszint feletti magasságának és a vágánytengelytől mért távolságainak megtartását, a megfelelő teherbírást, a sínek hőmérsékletváltozás hatására bekövetkezett mozgásait és a megfelelő elektromos szigetelést a METRÓ P.1. utasításban előírtak szerint.
9) A peronok teljes hosszában és a felszíni szakaszokon, valamint üzemi vágányok mentén és kitérő körzetekben, ahol szolgálati célból gyalogos közlekedés előfordulhat, a harmadiksínt védőburkolattal kell ellátni.
10) A harmadiksínt kitérőknél, műtárgyak bejáratánál, az állomási betáplálási szakaszok határainál, valamint külön feszültségmentesíthető vágányszakaszoknál kell megszakítani. A sínmegszakításoknál a sínvégtől 0,8 m távolságon belül nem szabad berendezéseket elhelyezni.
11) A harmadiksín építési és fenntartási mérettűréseit a METRÓ P.1. utasítás tartalmazza.

### *1.5.1.10 A sínvándorlást gátló szerkezet a harmadiksín esetében*

1) A harmadik sínt felszínen és alagútban egyaránt szükséges adott távolságonként síndilatációs szerkezettel ellátni.
2) A harmadiksín dilatációs szakaszainak hossza alagutakban általában 100 m, átmeneti szakaszoknál, szellőzőaknáknál és keretalagutakban 60 m, a felszínen pedig 18 és 40 m közötti.
3) Új építés, vagy teljes felújítás esetén a felszíni szakaszon legalább 20 m-ként dilatációs kötést kell beépíteni.
4) A tágulási szakasz közepén a sínt mereven rögzíteni kell.

### *1.5.1.11 Szigetelt sínillesztések.*

A vasúti felépítményt az alépítménytől elszigetelve kell megépíteni, ezen felül biztosítóberendezési igény esetén a sínszálak villamos megszakítására szigetelt sínillesztések tervezendők. A szigetelt sínillesztéseknek meg kell felelniük a vasúti járműterhelésből, és a hőterhelésből származó igénybevételeknek. A vasúti pályaépítőnek a felépítményt az MSZ EN 50122-2 szabványban foglalt paramétereknek megfelelően kell megépíteni, ezen felül a szabványban foglalt mérésekkel kell igazolni a villamos paraméterek megfelelőségét. Az alkalmazott sínáramkör működéséhez biztosítania kell a szükséges ballasztellenállást, aminek minimális értéke 1 Ω*km.

### *1.5.1.12 Hézagtáblázatok.*

1) Hevederes illesztésű vágányok az alagúti szakaszokon nem alakíthatók ki, kivételt képeznek azon speciális esetek, mint pl. a Polgári Védelmi kapuk környezete.
2) Új vágány csak hézag nélküli kivitelben építhető, kivéve olyan járműtelepi, vagy iparvágányt, ahol a hézagnélküli vágány csak indokolatlanul magas költséggel volna kialakítható.
3) A pályasínek hevederes illesztésénél és a harmadiksínek építésénél alkalmazható hézagtáblázatokat a METRÓ P1. és MILLFAV P.1. utasítás tartalmazza.

### *1.5.1.13 Sínleerősítések*

A sínleerősítési rendszernek laboratóriumi vizsgálati feltételek mellett meg kell felelnie a következő követelményeknek:

a. egy sínleerősítő elemben a sín rugalmatlan elmozdulásához szükséges hosszirányú erőnek legalább 10 kN-nak, függőleges terhelés esetén 180 kN értéknek meg kell felelni,
b. a sínleerősítésnek el kell viselni az kissugarú ívben alkalmazott 3 000 000 ciklus jellemző terhelést úgy, hogy a leerősítés teljesítménye a szorítási erő és a hosszirányú eltolási ellenállás tekintetében legfeljebb 20 %-kal, a függőleges merevség pedig legfeljebb 25 %-kal csökkenhet. A jellemző terhelésnek meg kell felelnie az alábbiaknak:
   - a legnagyobb tengelyterhelés, amelyre a sínleerősítési rendszert tervezték,
   - a sín, a síndőlés, a közbetétlemez tartomány és azon keresztaljtípusok kombinációja, amellyel a leerősítési rendszer használható.

További információ a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás szerint.

### *1.5.1.14 Aljak*

1) Az aljakat úgy kell megtervezni, hogy azok tulajdonságai meghatározott sínek és sínleerősítési rendszer használata esetén megfeleljenek a nyomtávolságnak és a beépítés helyére tervezett terhelésnek.
2) A metró, Millfav vonalakon alkalmazott aljak előfordulása és azok rendszerkompatibilitása a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításban található.
3) Betonaljakat kell beépíteni a kitérők közötti 40 m-nél rövidebb, de 6 m-nél hosszabb síndőlés nélküli vágányrészekbe, vágánykapcsolatokba. Kitérők előtt és után közvetlenül még azokra a helyekre is, ahol síndőlés kifuttatást kell készíteni, betonaljakat kell beépíteni.

### *1.5.1.15 Zúzottkő ágyazat*

1) Új építésnél zúzottkő ágyazatot csak felszíni vágányokban szabad tervezni, alagúti vágányokba zúzottkő ágyazatot tervezni nem szabad.
2) Felszíni vágányoknál az ágyazat méreteit a mintakeresztszelvények alapján kell meghatározni.
3) Az ágyazat vastagsága meghatározható a hasznos ágyazat vastagsággal is, amely a síntalp közepének függőlegesében mérve értendő és a keresztalj alatti vastagságot jelenti.
4) A hasznos ágyazatvastagság forgalmi vágányokban és kitérőkben 35 cm, egyéb vágányokban 25 cm.
5) Az ágyazat túlérése a HLM jelű vasbetonalj harmadiksínes oldalán 0,20 m.
6) Az ágyazat felső síkja között és a sín talpa alatt szigetelt vágányok esetén 0,03 m függőleges távolságot kell biztosítani.
7) Zúzottkő ágyazatként az aktuális MSZ EN 13450 szabvány előírásainak megfelelő, alkalmazási engedéllyel rendelkező bazalt vagy andezit anyagú zúzottkő építhető be.
8) Zúzottkő és betonágyazat találkozásánál a különböző rugalmasságú szerkezetek miatt új építésű, vagy felújított vágányoknál - az ágyazat ragasztásával - átmenetet kell képezni, ahol a rugalmasság folyamatosan változik.

### 1.5.1.16 Zúzottkő ágyazat ragasztása

1) Az ágyazatragasztás olyan stabilizációs eljárás, amellyel biztosítható a zúzottkő ágyazat fellazulás elleni védelme, növelhető az ágyazathossz és a keresztirányú ellenállás, és úgy módosítható a vágány alátámasztási rugalmassága, hogy ezáltal növekszik a vágány geometriai stabilitása.
2) A ragasztás a zúzottkő szemcséket egymáshoz köti, és azok a terhelést egyenletesen megosztva adják át a felépítmény (vagy alépítmény) további részeinek, illetve az alépítménynek.
3) A ragasztás lehet felületi (kéregragasztás) és szerkezeti. A felületi ragasztás vastagsága kb. 4-8 cm, feladata az ágyazat felületén a zúzottkövek elmozdulásának megakadályozása. A szerkezeti ragasztás jelentősen módosítja az ágyazat mechanikai tulajdonságait, ami által az sokkal jelentősebben bevonható a felépítmény szerkezetet érő erőhatások felvételébe. A ragasztás egy vagy több rétegben történik, hossza és keresztmetszeti kialakítása az ellátandó feladattól függ. Egy réteg ragasztási vastagsága 10-25 cm.
4) A szerkezeti ragasztás felhasználási területeit a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítás szabályozza.
5) A ragasztás sikeressége érdekében alapvetően fontos szempontok a következők:
    a. az ágyazatnak tisztának és száraznak kell lennie,
    b. a ragasztás megkezdése előtt a pályát irányra és fekszintre ki kell szabályozni,
    c. a vágányszabályozás után minimum 3 napi üzemi terhelést kell biztosítani az ágyazat megfelelő tömörségének elérése érdekében.
    d. nedves ágyazatban és +5 °C fok alatt ágyazatragasztást végezni tilos

### 1.5.1.17 Betonágyazat

1) Alagútban a kitérők és folyópálya alátámasztására egyaránt beton vagy vasbeton ágyazatot kell építeni.
2) A betonágyazat vastagsága a hossz-szelvény kialakításának függvényében változó. Átlagos értékként a vágánytengelyben 22-34 cm, a sínleerősítések alatt 20-32 cm vehető figyelembe.
3) Az alagút fenékbetonja és az új betonágyazat közé az együttdolgozás biztosítása miatt a kiviteli tervben meghatározott helyekre - a felépítmény kialakításának függvényében - tapadóhidat kell készíteni. A tapadóhíddal, illetve anyagával szemben támasztott műszaki követelmények:
    a. tapadószilárdság: min. 1,5 $N/mm^2$;
    b. húzószilárdság: min. 8 $N/mm^2$;
    c. 28 napos nyomószilárdság: min. 60 $N/mm^2$.
4) Nem kell tapadó hidat készíteni a fokozottan rezgésérzékeny szakaszokon, itt alágyazati szőnyeget kell fektetni a vágánybeton alá, vagy tömegrugó¬rendszert kell kiépíteni.
5) Új pályabeton építésénél min. C20-as betont kell tervezni, ami az adott pályaszerkezet kialakítása és méretezése miatt nagyobb szilárdságú is lehet. A pontos értéket és a beton minőségét a kiviteli tervben kell meghatározni.

A további információk a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításban találhatók.

### 1.5.1.18 Vezetősín, terelősín

1) Vezetősínt kell alkalmazni:
    a. kitérőkben és vágányátszelésben a nem mozgatható keresztezéssel szemben lévő sínek mellett,
    b. folyóvágányok esetén belső oldali vezetősínt R= 100 méter alatti, valamint mindkét oldali vezetősínt R= 40 méter alatti ívsugarú ívek esetén

2) Terelősínt kell alkalmazni:
   a. vasúti pálya feletti áthidalások védelmére
3) Nyomcsatorna szélesség:
   a. Metró P.1. és MILLFAV P.1. utasításban lévő adatok szerint.
4) A vezetősín végén a nyomcsatornát terelő szakaszon kell kifuttatni.

### *1.5.1.19 Kitérőszerkezetek*

1) A kitérők tegyék lehetővé egyenes irányban a csatlakozó pályaszakasz kiépítési sebességét, kitérő irányban pedig az üzemi igények szerint meghatározott sebességet. A kitérőkben alkalmazott sínek folyóméter tömege a csatlakozó felépítménnyel legalább azonos legyen.
2) A közlekedő jármű kerekeivel való váltóállítás nem megengedhető.
3) Csúcssín-rögzítő szerkezettel minden váltót el kell látni.
4) Átszelési kitérő és ívesített kitérő csak geometriai kötöttségek esetén tervezhető.
5) Új építés esetén görgős csúcssín-alátámasztó vagy azokkal egyenértékű szerkezeteket kell beépíteni.

### *1.5.1.20 Átmeneti szakaszok kialakítása*

A vágány alátámasztásának eltérő rugalmasságú helyein átmeneti szakaszok kialakítására van szükség, amelyek kialakítása a felépítmény és az alépítmény együttes tervezésével megoldható. Ezzel kapcsolatban a Vasúti hidak, műtárgyak létesítési és üzemeltetési előírás az irányadó.

### *1.5.1.21 Hézagnélküli vágányok létesítésének feltételei*

1) Felszíni szakaszokon, hagyományos alépítményű hézagnélküli pályát csak jól összetömörödött, kellő teherbírású, jó vízelvezetésű, szabványos méretű, csúszásra és süllyedésre nem hajlamos földműveken szabad létesíteni.
2) Az alagutakban a vágányt hézagnélküli kivitellel kell kialakítani, azonban az alagutak előtt a hézagnélküli vágányt meg kell szakítani, vagy speciális szorító hatású lekötést kell alkalmazni az alagutak bejárata előtt, ha az alagúti és a felszíni vágány semleges sínhőmérséklete között 10 °C-nál nagyobb az eltérés.
3) A lehetséges legkisebb ívsugár a felszíni, zúzottkőágyazatos szakaszokon:
   a. 48-rendszerű felépítmény esetén, vasbetonaljas vágányoknál, ágyazatszélesítéssel és felpúpozással 599-400 méter
   b. betonaljas vágányoknál ágyazatszélesítéssel és ágyazatfelpúpozással minden aljon biztonsági sapkával 360 méter
   c. talpfás vágányoknál ágyazatszélesítéssel és ágyazat felpúpolással 599-500 méter
   d. 54-rendszerű vasbetonaljra szorítóhatású sínleerősítés, térszintbe fektetett járműtelepi vágányoknál, 0,6 m-es aljtávolsággal 150 méter
4) A már meglévő, kisebb ívsugarú talpfás vágányoknál ágyazatszélesítést és ágyazatfelpúpozást, a betonaljas vágányoknál ágyazatszélesítést, ágyazat¬felpúpozást és minden aljon biztonsági sapkát kell alkalmazni.
5) Az ágyazati ellenállás ágyazatragasztással is növelhető, azonban ilyenkor az ágyazatfelpúpozást el kell hagyni.

#### *1.5.1.22 Hézagnélküli vágányok kialakítása*

1) Ágyazatként az MSZ EN 13450 szabványnak megfelelő - alkalmazási engedéllyel rendelkező - zúzottkő építhető be.
2) Hézagnélküli vágányban vasbetonaljak akkor építhetők be, ha azok rendelkeznek alkalmazási engedéllyel hézagnélküli vágány építéséhez is.
3) Hézagnélküli vágány építése a felszíni szakaszokon csak szorító hatású leerősítések alkalmazásával lehetséges.
4) Hézagnélküli vágányok csak I. osztályú új (10 évnél nem régebben hengerelt) sínekből építhetők. A beépített síneknek meg kell felelni az EN 13674-1:2003+A1:2008 szabvány előírásainak.
5) Hegesztés tekintetében meg kell felelni a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasításokban foglaltaknak.
6) Minden további részletszabály esetén meg kell felelni a METRÓ P.1. és MILLFAV P.1. utasítások előírásainak.

## 1.6 Keresztszelvények

### *1.6.1 Keresztmetszeti elrendezés, mintakeresztszelvény*

#### *1.6.1.1 A földmű keresztmetszeti kialakítása*

A vasúti felépítmény alátámasztására megfelelő teherbírású alépítményt kell kiépíteni.
Hagyományos felszíni vágányoknál általában az alépítmény részét képezi és az alépítménnyel együtt is épül meg a vágányok víztelenítése is. A további vonatkozó információkat a METRÓ P.1. utasítás és MILLFAV P.1.tartalmaz.

Alagúti vágányoknál az alépítmény szerepét az alagútszerkezet, vagy pályabeton alatti feltöltő beton látja el.

A felszíni szakaszon az alépítmény kialakítása lehet:
- töltés
- bevágás
- térszínbe süllyesztett
- térszínen lévő.

Az alépítmény részét képezik a kiegészítő (védő- illetve erősítő-) rétegek is. A földmű keresztmetszetét meghatározzák: az űrszelvény, a vágányok száma és a vágánytengely-távolság, a pálya vízszintes geometriájának méretei, továbbá a vágányszerkezet legfőbb jellemzői (pl. sínrendszer, keresztalj stb.), az ágyazatvastagság, a kiegészítő réteg kialakítása és a víztelenítési követelmények.

Figyelembe kell venni még a sebességtől függő padkaszélességet, a pályaszemélyzet számára biztosítandó üzemi közlekedési teret, a csatlakozó létesítmények kialakítását (pl. peronok), a fenntartási munkák, anyagdepóniák helyigényét (pl. vasút feletti átvezetések alatt), a pálya melletti építmények és tartozékok (pl. vezetéktartó oszlopok) elhelyezési követelményeit.

A földmű keresztmetszeti kialakításával mindazon alak- és méretkövetelményeket biztosítani kell, amelyek annak állékonyságához, a vasúti üzem biztonságos lebonyolításához, a felépítmény megépítéséhez szükségesek.

A földmű keresztmetszeti méreteit meghatározó tényezők:

- a tervezési sebesség (pl. sebességtől függő padkaszélességi érték),
- az űrszelvény méretei,
- a vágányok száma és a vágánytengely-távolság(ok),
- a pálya vízszintes geometriája (ívsugár),
- a túlemelés nagysága,
- a vágány jellege (hagyományos vagy hézagnélküli),
- a vágányszerkezet meghatározó jellemzői (pl. sínrendszer, keresztalj hossza stb.),
- a megkövetelt hatékony ágyazatvastagság értéke,
- az ágyazatváll szélessége, rézsűjének hajlása,
- a kiegészítő (védő-/erősítő) réteg kialakítási követelményei,
- az alépítménykorona keresztirányú esése,
- a vasúti pálya víztelenítési követelményei,
- a pályaszemélyzet számára biztosítandó üzemi közlekedési tér (pl. tolatási padka),
- csatlakozó létesítmények kialakítása (pl. peronok),
- fenntartási munkák, anyagdepóniák helyigénye (pl. vasút feletti átvezetések alatt),
- pálya melletti építmények és tartozékok (pl. harmadiksín) elhelyezési követelményei.

A töltés magassági, illetve a bevágás mélységi méreteit a terep domborzati adottságai és a vasúti pálya vonalvezetése határozza meg. Amennyiben azt a talajviszonyok, a magassági/mélységi méretek vagy egyéb körülmények indokolják, úgy el kell végezni az állékonysági ellenőrzéseket (rézsűállékonyság, töltéscsúszás, töltés alatti talajtörés vizsgálata, süllyedésbecslés).

A pálya földművének méreteit a vágánytengelyre merőleges mintakeresztszelvényekkel kell meghatározni, anyagát, tömörségét a talajvizsgálati jelentés alapján a kiviteli tervekben kell előírni.

Az alépítménykorona szimmetrikus kialakítású, vagy egyoldali esésű, oldalesése általában 4% (5%). Ahol egyéb körülmény (pl. víztelenítés) nem igényli, ott az alépítményi korona vízszintesen is kialakítható (pl. Fehér úti líra vágányok).

Túlemeléssel kialakított egyvágányú pályán az egyoldali esésű alépítményi korona oldalesésének iránya lehetőleg egyezzék meg a túlemelés irányával. Ennek megfelelően az oldalesés irányát esetenként változtatni kell.

Ha a geotechnikai terv kiegészítő (védő-/erősítő) réteg alkalmazását írja elő, akkor az alépítménykorona felső részét az előírt vastagságban ez a réteg képezi.

A földmű zárórétege, illetve a kiegészítő réteg is anyagában, méreteiben és beépítési minőségében úgy legyen kialakítva, hogy a csapadékvíz legalább 80%-a réteg felszínén oldalirányban (a hosszanti víztelenítő berendezésekhez) lefolyjék. Megfelelő alépítményi anyag és helyszíni hidrológiai viszonyok esetén a kiegészítő réteg vízáteresztő anyagú lehet.

A földrézsűkön alkalmazandó humuszolás vastagsága (a rézsűre merőleges értelemben) 0,10 m. Gépesített füvesítés esetén a rézsűt nem kell humuszolni.

Az ágyazati vállpontok távolságát a beépítendő aljak hosszának figyelembevételével kell meghatározni, de az ágyazat túlérésének értékeit, és lehetőleg a koronaszélességet is állandónak kell tekinteni. Folyópályában 2,60 m-nél hosszabb keresztaljak nem alkalmazhatók, kivéve a harmadiksín alátámasztására szolgáló aljakat.

Hézagnélküli vágányban az ágyazatot és az alépítményi koronát a következőkben felsorolt értékekkel is szélesíteni kell:

- a belső oldalon:
  - R < 3000 m sugarú ívekben +0,05 m;
- a külső oldalon:
  - 3000 m > R ~ 600 m sugarú ívekben +0,05 m,
  - 600 m > R ~ 500 m sugarú ívekben +0,15 m,
  - 500 m > R ~ 300 m sugarú ívekben +0,25 m.

A megnövelés értékével módosítani kell a mintakeresztszelvények megfelelő méreteit.

Az alépítmény és az ágyazat szélesítésétől akkor lehet eltekinteni, ha az ágyazat ellenállását ragasztással növelik. Ebben az esetben a ragasztásra a Tervezőnek végrehajtási utasítást kell készítenie.

Ívekben az ívpótléknak megfelelő többlettel kell figyelembe venni a vágányok tengelytávolságát.

### *1.6.1.2 Nyíltvonali keresztszelvény*

1) Felszíni pályaszakaszokon:
   Felszíni pályaszakaszon egyenesben, 500 m vagy annál nagyobb sugarú ívben és vágánykapcsolatok helyén a vágánytengely-távolság min. 4,00 m, illetve 3,87 m. Új építéskor a tervezhető minimális vágánytengely-távolság 5,00 m. 500 m-nél kisebb sugarú ívben a vágánytengely-távolságot az űrszelvény bővítés mértékével növelni kell.
   A 3,87 m vágánytengely távolság a Pillangó utcai állomás térségében került kialakításra, a helyi sajátosságok miatt.

2) Keretszerkezetű alagútban:
   Alagutak íveiben az alagútfal távolságát a vágánytengelytől az űrszelvénybővítés mértékével növelni kell. Kétvágányú pályán - közbenső pillérek, oszlopok nélküli alagútszakaszon - a vágányok tengelytávolsága egyenesben és 500 m vagy annál nagyobb sugarú ívben legalább 3,40 m. Kétvágányú pályán közbenső pillérekkel, oszlopokkal épült alagút esetére - mint két független alagútra - a fentieket értelemszerűen alkalmazni kell.

3) Körkeresztmetszetű alagútban:
   Ívben az építmények belső határvonalát meghatározó kör középpontja nem esik a vágánytengellyel egy függőlegesbe, hanem a túlemeléstől függően eltolódik.
   Az alagutak és vágányok tervezésénél figyelemmel kell lenni a menekülőjárda elhelyezhetőségére (vágány és gyalogos űrszelvény).

   További információ a METRÓ P.1.és MILLFAV P.1. utasítások szerint.

#### *1.6.1.3 Pályakarbantartó gépek részére biztosítandó keresztmetszet*

1) Ágyazattal kialakított felépítménynél a sínkoronaszinttől 1,00 m mélységig, a vágánytengelytől jobbra és balra 2,25 m szélességű téglalap keresztmetszeten belül, az al- és felépítményen kívül csak a peronszegély, szivárgóakna, kábelszerelvény, kábelszekrény/kábelakna, a telepített járműdiagnosztikai berendezések, jelzőalap, üzemi és érintésvédelmi földelések és rakterület burkolása, illetve annak szegélye helyezhetők el.

2) Kétoldali elhelyezés esetében a gépi ágyazattisztítás lehetőségét külön kell vizsgálni. Ágyazat átvezetéses hídon ez a terület a vágánytengelytől mindkét oldalra 2,20 m széles, a mélységet az alj alatt szükséges hatékony ágyazatvastagság figyelembevételével kell meghatározni. A hídon alkalmazott hatékony ágyazatvastagság azonban nem lehet kevesebb, mint a hídhoz csatlakozó pályán alkalmazott hatékony ágyazatvastagság értéke.

## 1.7 Építmények, berendezések, vasút keresztezése, pályatartozékok, rakodó és kiszolgáló berendezések

### *1.7.1 A pályát megközelítő és keresztező építmények*

#### *1.7.1.1 Távolságok a vágánytól*

1) Közlekedési terek:
   - Az üzemi közlekedési tér a vágányok mellett található sík, botlásmentes felületű terület, amelynek oldalesése legfeljebb 5 % lehet.
   - Az alábbi helyeken, illetve esetekben kell üzemi közlekedési teret biztosítani a vágányok mentén:
     - tolatás, rakodás esetén,
     - a járművek kezelési helyén,
     - kisiklasztó sarunál,
     - vasútüzemi vágányon lévő csarnok kapujánál. Ha egy kapunyílás nem elegendő, külön kiskaput kell létesíteni a személyzet részére.
   - Az üzemi közlekedési tér oldalirányban a vágánytengelytől az elsodrási határ + 1,00 m értékű.

2) Szabadon tartandó tér:
   - Szabadon tartandó tér a vágánymenti létesítmények elhelyezésénél figyelembe veendő szelvény. Ezt kell biztosítani hidak, műtárgyak, felsővezetéki berendezések, peronok, perontetők, rakodók, rakodóberendezések, jelző- és biztosítóberendezések esetében.
   - A szabadon tartandó tér méreteit az MSZ 8691 szabványsorozat szerint, az Av űrszelvényhez tartozóan kell figyelembe venni.
   - Íves vágányoknál az ívben és a csatlakozó részen bővítéssel (ívpótlék, Δ) és ennek átmenetével (kifuttatás) kell számolni. Az ívpótlékot a jobb- és baloldalon külön-külön kell az alapméretekhez hozzáadni. Túlemeléssel kialakított vágányoknál a szelvények dőlését figyelembe kell venni. A külső oldalon a dőlés nélküli szelvényt is biztosítani kell, kivéve, ha az szerkezeti okokból nem lehetséges (pl. ágyazatátvezetés nélküli acélhidakon, peronszegélynél).

- Alagutakban az alagútszelvény érvényes azzal, hogy íves, túlemeléssel kialakított vágánynál ellenőrizni kell a bővített és dőlt villamos űrszelvény elhelyezhetőségét.
- A szabadon tartandó térbe az alábbi létesítmények érhetnek bele:
  - utasperon
  - váltójelző
  - törpe tolatásjelző

3) Védősáv:
   - A vasúti védősáv a vasúti pálya, illetve a vasúti közlekedési terület része. A védősáv kialakítása új vasúti pálya építése vagy a pálya (vágány) új nyomvonalra helyezése – vagy további vágányok építése – esetén, valamint meglévő vasúti pálya korszerűsítése esetén is (akkor is, ha a nyomvonal nem változik) szükséges. A védősáv szélessége a szélső vágány tengelyétől mérve 9,0 m, töltésben lévő vasúti pálya esetén a töltés lábától, bevágásban annak szélétől 5,0 m. Az 5,0 m-es szélességben talpárok vagy övárok létesülhet.
   - Meglévő vágány helyben történő átépítésekor a meglévő védősáv meghagyható, amennyiben a megépült létesítmények (zajárnyékoló fal, támfal, vízelvezető létesítmények, kábelek) a rendelkezésre álló területen elférnek.

### *1.7.1.2 A vasút keresztezése és megközelítése nyomvonalas létesítményekkel*

Felszíni vágányok esetén
Általános előírások:

1) Vasúti pályának vágányok nyomvonalas jellegű más építménnyel való keresztezése vagy megközelítése, illetve ezek részleges vagy teljes felújítása, átalakítása, megszüntetése, a vasút üzemeltetőjének előzetes hozzájárulásával és vonatkozó előírásainak betartásával lehetséges. A hatósági engedélyköteles tevékenység esetén be kell szerezni a hatósági építési, átalakítási, illetve bontási (pl. vízjogi, vezetékjogi) engedélyt is.
2) Nyomvonal jellegű vagy más építmény vasutat vágányt csak úgy keresztezheti, illetve úgy közelítheti meg, hogy a vasúti közlekedés biztonságát ne veszélyeztesse, és működését ne akadályozza, a vasúti pálya és tartozékai állapotát kedvezőtlenül ne változtassa meg. A helyreállítás a vasúti pálya jelentős megbolygatása és a vasúti forgalom jelentős korlátozása nélkül elvégezhető legyen.
3) A közművezetékek és műtárgyak elhelyezése úgy történjék, hogy esetleges hibájuk, szükség szerinti javításuk, cseréjük a vasúti építmények állagát és rendeltetésszerű használatát ne veszélyeztesse.
4) A közműkeresztezések és megközelítések vasúti forgalom zavartatása nélkül nem cserélhető részeit (pl. védőcső, külön védelem nélküli keresztezés haszoncsöve, közműhíd, megszakító/elzáró akna, egyéb védelmi berendezések) úgy kell megtervezni és kialakítani, hogy azok legalább 50 éves élettartama biztosított legyen (ütemezhető karbantartási tevékenységet, pl. a korrózióvédelmi bevonatok időszakos fenntartó munkáit feltételezve – már ahol ez értelmezhető). A védőműtárgyak (és közműalagutak) esetén az elvárt tervezési élettartam 100 év.
5) Keresztezésnél vizsgálni kell a két létesítmény egymásra gyakorolt hatását. A vasúti pálya alatti létesítmény nem eshet (kivéve kényszerítő körülmény esetén, az üzemeltető hozzájárulásával):
   a. kitérő és vágányátszelés alá,
   b. szintbeni (közúti, kerékpáros és gyalogos) vasúti átjáró alá, illetve attól mért 5,00 m-en belül,
   c. vasúti híd, áteresz háttöltésébe,
   d. vasúti terhet viselő műtárgy alá (teherátadási zónába),

6) A tervezés és kivitelezés során figyelembe kell venni a keresztező/keresztezett létesítmények szakági közmű szabályzatok, rendeletek 21/2018. ITM, 79/2005. GKM, 2/2013. NGM, 8/2012. NMHH, 40/2017. NGM előírásain túl a vasút fenntartásának, fejlesztésének és az esetleges katasztrófa elhárításának helyigényét.
7) A keresztezések a vasúti pályára merőlegesek legyenek. 60°-nál kisebb szögű kereszteződés csak különösen indokolt esetben, az üzemeltető előzetes hozzájárulása, és feltételeinek teljesítése esetén engedhető meg.
8) A keresztező vagy keresztezett létesítményeket úgy kell kialakítani, hogy a vasúti pálya víztelenítését, a csapadékvíz elvezetését semmilyen formában ne akadályozza.
9) A nyomvonal jellegű építmények, vasúti pályát terepszint alatt keresztező vagy megközelítő szakaszát – ha az nem látható – a létesítmény hivatkozott szabályzataiban előírt saját jelzései mellett a vasúti vágány mindkét oldalán maradandóan, jól láthatóan meg kell jelölni (vasútüzemi nyomvonal jellegű építmény esetén elfogadható a keresőkészülékkel kereshető marker alkalmazása). A jelölés alapján a vezetékek, kábelek nyomvonala egyértelműen azonosítható legyen.
10) A keresztező/keresztezett létesítményekre ezen túlmenően részletes megvalósulási tervdokumentáció készüljön, mely tartalmazza létesítmények műszaki megfelelőségének igazolását, nyomvonalát, a töréspontokon és ezen túl szükség szerint az x, y, z koordinátákat, a vágány adataihoz igazodó relatív adatokat is.
11) A vasúti pálya alatti közműkeresztezés megszüntetése történhet teljes elbontással vagy tömedékeléssel. Ha a teljes elbontást az érdekeltek nem tartják szükségesnek, célszerűnek, úgy a védőcsövet/védőműtárgyat legalább olyan mértékben kell elbontani, hogy a pályafenntartó, karbantartó gépek működéséhez szükséges tér biztosított legyen.
12) Vasúti pálya alatt (vasúti alépítményi földműben) átvezetni kívánt kábel, (cső)vezeték védelméről védőcsővel vagy védőműtárggyal kell gondoskodni, melynek erőtani megfelelőségét minden esetben igazolni szükséges. Ez alól kivételt képeznek azon keresztezések, melyeknél – teherviselő védőcső/védőműtárgy hiányában – a haszoncső egyben vasúti terhet viselő szerepet is betölt (pl. a szénhidrogén szállítóvezetékek), és így – a haszoncső erőtani megfelelősége igazolandó a vasúti terhelésre.
13) A vasúti terhet viselő keresztező vagy megközelítő létesítmény (pl. védőműtárgy, védőcső, akna) erőtani méretezése során annak erőtani megfelelőségét mind a külső terhekre (vasúti teher, töltés), mind a belső (üzemi- és túl) nyomásra igazolni kell, figyelembe véve az építési állapotokat (pl. daruzás, felúszás, sajtoló erő, nyomáspróba) is. Az erőtani méretezés során az üzemeltető vonatkozó előírásait is be kell tartani.
14) A létesítmények (pl. védőcsövek, védőműtárgyak, akna) erőtani vizsgálatához, az építéstechnológia, valamint a víztelenítés módjának megválasztásához a talaj- és talajvízviszonyokat geotechnikai vizsgálatokkal kell meghatározni.
15) A védőcsőre ható terhelő erőket és hatásokat alapvetően az Eurocode és az Eurocode 1 2. rész szerint kell felvenni és csoportosítani, figyelembe véve az üzemeltető vonatkozó előírásait is.
16) Belső nyomásra történő méretezés során – feltéve, hogy azaz üzemeltető nem ír elő egyebet – az üzemi nyomáshoz képest eggyel magasabb nyomásfokozatot kell figyelembe venni. Ha a védőcső – a haszoncső meghibásodása esetén – túlnyomás alá kerülhet, akkor a védőcső erőtani megfelelését a vezetéknek megfelelő belső nyomásra is igazolni kell!
17) Csővezeték (védőcső, haszoncső) belső nyomásra történő, teherbírási határállapotban végzett erőtani számítása során az ellenállás oldali C biztonsági tényező (megemelt) minimális értéke
    e. vízellátás és szennyvízellátás csővezetékei esetén: 1,6
    f. távhőellátás csővezetéke esetén: 2,0
    g. szénhidrogén szállító- és gázelosztó vezeték esetén: 2,2
    h. bányászati célú vezeték esetén: 2,2

18) A belső túlnyomás és a külső terhek együttes eredőjéből számított terhelés esetén a számított tervezési tényező max. f0 = 1/C legyen.
19) A keresztező létesítmény felső síkjának pályaszint alatti mélysége minimum (takarás) általános esetben nem lehet kisebb, mint a létesítmény (védőcső/védőműtárgy) belső átmérőjének/nyílásának (D) négyszerese (4xD), és 1,50 m közül a nagyobb érték.
20) Abban az esetben, ha a fenti takarás nem biztosított, a takarás csökkenés mértékének megfelelően egyéb, a kivitelezés és üzemeltetés biztonságát garantáló intézkedések bevezetéséről kell gondoskodni (speciális tervezési előírások és kivitelezési technológia, teljes vasúti forgalomkizárás, következménycsökkentő sebességkorlátozás, fokozott felügyelet), összhangban, azaz üzemeltető vonatkozó előírásaival.
21) A vasúti víztelenítő rendszerek (szivárgók, felszíni árkok, csatornák folyásszintje alatt a létesítmény / a létesítmény védőcső felső éle között betartandó távolság minimum 1,0 m. Amennyiben a kis takarás miatt fennáll a létesítmény feletti kimosás veszélye, a keresztezett árok min 2,5-2,5 m hosszon burkolattal látandó el a létesítmény terhére.
22) Védőcső, védőműtárgy anyagválasztása esetén alapértelmezetten törekedni kell a korrózióálló anyagok (pl. ÜPE, KPE) használatára. Korróziónak nem, vagy csak részben ellenálló anyagok speciális feltételek, teljesítése esetén építhetők be (pl. kettős védőcsöves kialakítás, növelt betonfedés, víz elleni szigetelés, passzív és aktív korrózióvédelem).
23) Védőcső belső keresztmetszeti területe legalább kétszerese legyen a benne átvezetett haszoncső belső keresztmetszeti területének.
24) Töltésen haladó vasúti pálya esetén – amennyiben a töltés lábánál nem található talpárok, vagy a keresztezéshez kapcsolódó megszakító/elzáró akna – a védőcsövet a rézsűvonal meghosszabbított vonalának és a védőcső alsó élének metszéspontjától legalább 1,00 m-rel tovább kell vezetni (ha a rézsű esése 1:1,5-nél meredekebb, az 1,00 m-t az 1:1,5 esésű képzett rézsűvonaltól kell mérni). Talpárok esetén a védőcsövet a talpárok külső szélétől (körömpontjától) kell 1,00 m-rel tovább vezetni.
25) Bevágásban vagy térszínen haladó vasúti pálya esetén a védőcsövet legalább a vasúti pálya mentén lévő talp-/szegélyárok külső szélétől (körömpontjától) 1,00 m-rel tovább kell vezetni. Abban az esetben, ha nincs talp-/szegélyárok, a védőcsövet a külső nyomott zóna határvonalának és a védőcső alsó élének metszéspontjától legalább 1,00 m-rel tovább kell vezetni.
26) Nyomás alatti közművezetékek védőcsöveit, illetve a védőcső nélküli haszoncsövek megemelt C biztonsági tényezőjű szakaszait legalább a következő összefüggéssel meghatározható biztonsági távolságig (b) kell vezetni a szélső vágányok tengelyétől vízszintesen mérve:

$$b = p \cdot d \cdot c \cdot f / \gamma^2 + 3\ [m]$$

ahol:
p a csővezeték üzemi nyomása [bar]
d a csővezeték névleges átmérője [m]
c a csővezetékben szállított anyag tényezője:
- „A” és „B” tűzveszélyességi (azaz 54/2014. BM rendelet (a továbbiakban: OTSZ) szerint robbanásveszélyes) osztályba tartozó anyagnál: 2,0
- „C” tűzveszélyességi (azaz OTSZ szerint tűzveszélyes) osztályba tartozó, valamint maró, mérgező, vagy 50 °C-nál melegebb anyagnál: 1,5
- „D” és „E” (azaz OTSZ szerint nem tűzveszélyes) osztályba tartozó anyagnál: 1,0

f vasútforgalmi tényező:
- nyílt hozzáférésű (közforgalmú, üzemi) vágánynál: 1,0
- saját célú és iparvágánynál: 0,8
- csővezeték tulajdonosának, (vagyon)kezelőjének saját iparvágányánál: 0,5

γ a csővezeték biztonsági (megbízhatósági) tényezője:

- „C”, „D” és „E” tűzveszélyességi osztály, belső nyomás < 6 bar és hőmérséklet < 50° együttes teljesülése esetén: 1,0
- „B” tűzveszélyességi osztály vagy belső nyomás 6-10 bar közötti vagy hőmérséklet > 50° esetén: 1,4
- „A” tűzveszélyességi osztály vagy belső nyomás 10-25 bar közötti esetén: 2,0
- „A” tűzveszélyességi osztály és belső nyomás ≥ 25 bar esetén: 2,2

A b értéke nem lehet kisebb, mint:

- nyílt hozzáférésű (közforgalmú, üzemi) vágánynál: 5*c [m]
- saját célú vágánynál és iparvágánynál: 4*c [m]
- csővezeték tulajdonosának, (vagyon)kezelőjének saját iparvágányánál: 3*c [m]
- valamint a közmű szakági előírások (pl. jogszabályok, szabályzatok) szerint elvárt minimális érték.

27) Egymás melletti több közműkeresztezés esetén a védőcsövek/védőműtárgyak szélei között engedélyezett legkisebb vízszintes távolságot határozzák meg, figyelembe véve a geometriai viszonyokat, alkalmazott építéstechnológiát, szállított közegeket, távlati fejlesztési igényeket, valamint a szakági előírásokat.
28) A vasút alatt védőcsövek kötegelt (több cső egy kötegben, vagy egymás mellett kifektetve) elhelyezését kerülni kell.
29) Amennyiben vasútüzemi és/vagy közműüzemi szempontból indokolt (pl. nagyszámú vagy nagy átmérőjű vezetékek, kábelek, védőcsövek átvezetése hozzáférhetőségi igény), esetén védőműtárgy vagy közműalagút tervezendő, összhangban.
30) A vasúti pálya alatti közműkeresztezésekhez kapcsolódóan, a keresztező kábel(ek), (cső)vezeték(ek) jellegéből, illetve azok védelméből adódóan (védőcső, védőműtárgy), továbbá vizsgálati, fenntartási, biztonsági és egyéb okokból a vasúti pálya egyik vagy mindkét oldalán megszakító akna vagy szekrény létesítése szükséges.
31) Akna létesítése esetén a töltésen lévő vasúti pályánál az akna széle és a töltésrézsű lába között legalább 1,00 m vízszintes távolságot kell tartani (ha a rézsű esése 1:1,5-nél meredekebb, az 1,00 m-t az 1:1,5 esésű elméleti rézsű lábától kell mérni), továbbá amennyiben van talpárok, annak külső szélétől (körömpontjától) kell 0,50 m-rel tovább vezetni. Bevágásban és térszínen lévő vasúti pályánál az aknát a bevágás mellett lévő talp-/szegélyárok külső szélétől (körömpontjától) min. 0,50 m-re kell elhelyezni. A védőcsövet az aknáig meg kell hosszabbítani és abba lehetőség szerint be kell kötni.
32) Terepszint alatt vezetett csővezeték a vasúti vágány tengelyét 2,50 (vasútüzemi kábel esetén, indokolt esetben 2,25) m-nél jobban semmilyen körülmények között sem közelítheti meg. Vasútüzemi közművek a terhelési zónán kívül, de legalább a vágánytengelytől 2,25m távolságra elhelyezhetők.
33) A munkagödör, munkaárok a vasúti pálya padkájába nem telepíthető. A munkagödör, munkaárok széle általános esetben a vasúti földmű korona élét (bevágásban), vagy talpvonalát (töltésben) legfeljebb 1,00 m-re közelítheti meg (talp/övárok esetén annak külső szélétől 0,50 m tartandó). A munkagödör, munkaárok széle nem kerülhet 2,50 m-nél – vasútüzemi kábel esetén, indokolt esetben 2,25 m-nél – közelebb a vágánytengelyhez, illetve – vasúti töltés esetén – az alépítményi földműbe. A vasúti pályát megközelítő vasútüzemi kábel munkagödre, munkaárka fentiektől elérően alakítható ki, azaz üzemeltetővel előzetesen egyeztetett módon. A talajviszonyok, terhelési viszonyok és a munkagödör, munkaárok mélysége függvényében a földmű állékonyságát igazolni kell.
34) Törekedni kell arra, hogy a munkagödör, munkaárok teljes egészében a külső nyomott zónán kívülre kerüljön. Amennyiben ez nem teljesíthető, úgy a munkagödör, munkaárok vasúti teherre méretezett munkatér-határolásáról gondoskodni kell, figyelembe véve azaz üzemeltető vonatkozó előírásait.

35) Általános esetben a munkagödör, munkaárok a vasúti műtárgyaktól (pl. vasúti híd, támfal) vízszintesen mért 10,00 m-es távolságon kívül valósuljon meg. vasúti műtárgytól 10,0 m-en belül készülő munkagödör, munkaárok fenékszintje a műtárgy alapozásának alsó síkja alá és a műtárgy teherátadási zónájába nem kerülhet.
36) Amennyiben – azaz üzemeltető előzetes hozzájárulásával és előírásainak betartásával – a munkagödör, munkaárok a vasúti műtárgy teherátadási zónájába ér, akkor a vasúti műtárgy teherbírását és állapotmegőrzését biztosító szerkezeti megoldások alkalmazása válhat szükségessé.
37) A forgalom alatt lévő vasúti pálya melletti munkagödrök, munkaárkok kialakítására, valamint a vasútüzem fenntartása miatt szükséges forgalombiztonsági intézkedésekre vonatkozó irányelveket a munkagödör, munkaárok vágánytengelytől vett távolságának, mélységének és hosszának függvényében kell szabályozni.

Vasút keresztezése vagy megközelítése közművezetékekkel:

1) A vezeték lehet a vasúti teher viselésére önállóan is alkalmas, vagy védelemmel kiegészített kialakítású.
2) A vasúti pálya alatt – védőcső/védőműtárgy nélküli – fésűs kábelalépítmény átvezetése tilos.
3) Belvíz-, öntöző-, tápcsatornát legalább a csatornaszakaszra engedélyezett, illetve a csatorna kezelője által megadott vízhozamra kell méretezni a tisztíthatóság (karbantarthatóság) figyelembevételével.
4) A vízi létesítményeket úgy kell kialakítani, hogy könnyen és biztonságosan üzemeltethetők legyenek.
5) A keresztezések kialakítása során a szakági előírásokon túl a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről szóló előírások is betartandók.
6) A vasúti pálya alatti közműkeresztezés kiépítése történhet nyílt árokban (munkagödörben), valamint kitakarás nélküli építéstechnológiával. Az építéstechnológia megválasztása a talajmechanikai viszonyok figyelembevételével határozandó meg, összhangban az üzemeltető vonatkozó előírásaival (az alkalmazható építéstechnológiákról az üzemeltető rendelkezik).
7) Gyalogos, kerékpáros, valamint közúti aluljáróban gáz-, olaj- és elektromos vezeték nem vezethető át a műtárgy szabad nyílásában, azt térszín alá, a szerkezetbe, vagy pl. szerelt álmennyezet, falburkolat mögé kell helyezni.

### *1.7.1.3 Útátjárók és burkolt vágányok a járműtelepeken*

A metró, Millfav területén útátjárót és burkolt vágányt csak a járműtelepeken lehet kialakítani. Útátjárók és burkolt vágányok épületeken kívül és azokon belül is létesíthetők.

A vágányok felújítása, vagy a vágányok építése esetén kockakő, illetve egyedi vasbeton elemes útátjárók nem építhetők.
Aszfalt burkolatú, vezetővasas útátjárók iparvágányokban pályafelújítás során csak akkor építhetők be, ha:

- az aljak és a lekötések felújítás, vagy cseréje megtörtént,
- a vágány kiszabályozásra került,
- az ágyazatot az útátjáró teljes hosszában ragasztással stabilizálták.

Metró, Millfav szerelvények által járt (líra) vágányokba szilárd burkolatú útátjáró csak vasbeton ágyazatú pályaszakaszon épülhet. A sínekkel közvetlenül csak aszfalt burkolat érintkezhet.

Nyomcsatorna szélesség:

- vezető szögvasas burkolt vágányoknál 60 mm,
- vezetősínes útátjáróknál és burkolt vágányoknál 80 mm,

Nyomcsatorna mélysége:

- a futófelület alatt min. 38 mm – lehetőség szerint 45 mm.

A vasbeton lemezes útátjárókra csatlakozó zúzottkő ágyazatú vágányokban a rugalmas átmenetet ágyazatragasztással kell biztosítani. A ragasztás típusát a helyi körülmények ismeretében kell meghatározni.

### *1.7.1.4 Építmények belső határvonala*

Építménynek azokat az infrastrukturális létesítményeket nevezzük, melyek a vágánytengelytől előre meghatározott távolságra épülnek és térbeli helyzetük üzemi körülmények között állandónak tekinthető. Az építményeknek a pálya felé eső, belső határvonalát az űrszelvény és a biztonsági távolság határozza meg.

A fentiek a METRÓ P.1., MILLFAV P.1. utasításban találhatók.

### *1.7.1.5 Biztosítóberendezés és vonatvezérlő berendezések elhelyezése a pályán*

A metró, Millfav járművek automatikus vezetéséhez, vezérléséhez és megállításához a vasúti pályára és mellé telepítendő berendezéseket az űrszelvényen kívül kell elhelyezni.

A fentiek a METRÓ P.1., MILLFAV P.1. utasításban találhatók.

### *1.7.1.6 Felsővezeték-tartó oszlopok elhelyezése*

A Millfav felsővezeték elhelyezésére az alapűrszelvényt kiegészítő felsővezeték űrszelvény területe használható fel.

A fentiek a MILLFAV P.1. utasításban kerülnek kifejtésre.

### *1.7.1.7 Vasúti rakodók*

Általános telepítési feltételek

1) Rakodó berendezés csak a rakodásra szolgáló vágány mellé, fölé vagy alá létesíthető. Rakodó berendezések íves vágányszakaszra nem telepíthetők.
2) Újonnan épülő, rakodásra szolgáló vágány lehetőleg vízszintes, de legfeljebb 1,5‰ lejtésű lehet. Egyes rakodó berendezések csak vízszintes vágány mellé, alá vagy fölé telepíthetők.
3) Az oldalrakodó elhelyezésénél a rakodóvágányokra érvényes űrszelvény, űrszelvény-bővítési és –kifuttatási előírásokat kell figyelembe venni. Az oldalrakodó magassága sk+1,12m, az oldaltávolságot a választott űrszelvény alapján kell megtervezni.

#### *1.7.1.8 Helyhez kötött vasúti járműmozgató berendezések*

Fordítókorong:
Azokon a metró, Millfav járműtelepeken, ahol a szerelvények önálló - nem egyterű - motorkocsikból állnak, a kocsik fordítására fordítókorongot kell létesíteni. A fordítókorong átmérője minimum 20 m.

Az új építésű vagy felújított korong meghajtásának és reteszelésének elektromos működtetésűnek kell lenni, de biztosítani kell a mechanikus működtetés lehetőségét is. A korong aknájának falazata csak vasbetonból készülhet. Az akna vízelvezetését biztosítani kell.

A korongsín leerősítéséhez - új építés, vagy felújítás esetén - faaljak nem használhatók fel. A korong felépítményének Magyarországon alkalmazási engedéllyel kell rendelkeznie. A korong szerkezetet csúszásmentes, időjárásálló burkolattal kell ellátni. A korong reteszelt helyzetét a járműszemélyzet felé jelzővel kell jelezni.
A korong megvilágítását az előírásoknak megfelelő fényértékkel biztosítani kell.

A fentiek a METRÓ P.1. utasításban kerülnek részletezésre.

## 1.8 Állomások, peronok, víztelenítés, életmentő árok

#### *1.8.1.1 Végállomásokra vonatkozó követelmények*

- A metró, Millfav vonalak végállomásait úgy kell tervezni, hogy a későbbi vonalhosszabbítás lehetősége ne legyen kizárt.
- A végállomásokon fordítóvágány tervezése szükséges, tárolási lehetőség biztosításával. A csonkavágányként végződő fordító vágányokat ütközőbakkal kell ellátni, továbbá a szerelvények megállítását önműködő vonatmegállítóval is szükséges biztosítani. A fordítóvágányok hasznos hossza a kitérő mögötti szigetelt illesztéstől a bak előtti szigetelt sínillesztésig a közlekedő szerelvények hosszától, illetve a vészfékút hosszától függ.
- Amennyiben a teljes vészfékút nem áll rendelkezésre, úgy energiaelnyelő bak telepítése szükséges a végbak előtt, melynek telepítési feltételeit számításokkal kell meghatározni és igazolni.

#### *1.8.1.2 A vasúti pálya víztelenítése a felszínen*

Általános követelmények
A metró, Millfav felszíni vágányait a csapadékvíz és a felszín alatti vizek (talajvíz, rétegvíz, résvizek stb.) hatásai ellen védeni kell. Biztosítani kell, hogy a vizek, illetve azok mozgásai:
- ne akadályozzák a vasúti pálya rendeltetésszerű használatát,
- ne okozzanak a földmű felületén kimosódásokat, eróziót,
- ne veszélyeztessék a földmű állékonyságát,
- ne csökkentsék a vágány alatti földmű teherbírását,
- ne növeljék a támfalak terhelését, ne károsítsák felületüket,
- a lehető legkevésbé módosítsák a terület vízháztartását.

A pálya felszíni vízelvezető rendszerébe háztartási, üzemi, ipari és más idegen víz bevezetése egyaránt tilos.

A vízelvezetés elemei az árkok (talpárkok, övárkok, szabványárkok), a zárt csatornák, felszín alatti folyókák és a szivárgók.
Befogadók a természetes vízfolyások, a közcsatornák, a szikkasztó és párologtató árkok, medencék, a szikkasztóblokkok, szikkasztómezők és a tározók.

1) Felszíni vizek elvezetése

A felszíni víztelenítés célja:

- a terepen a földmű felé folyó felszíni vizek,
- a rézsűkre hulló csapadék,
- a vágányra hulló csapadék,

elfogása, összegyűjtése és befogadóba vezetése.

A víztelenítő berendezésekkel összegyűjtött vizeket befogadóba kell vezetni. A befogadó természetes vízfolyás, mesterséges csatorna, szikkasztó létesítmény vagy tározó lehet. Az összegyűjtött vizek nyílt felszínű elszikkasztása során a párolgás is számításba vehető.

A felszínre hulló csapadékból egy adott helyen elvezetendő vízmennyiség (Q) a következők szerint számítható:

$$Q=Qm+ Qz+Qu$$

ahol

| | |
|---|---|
| Qm | a mértékadó csapadékból odaérkező vízmennyiség (l/s), |
| Qz | a máshonnan odavezetett vízmennyiség (l/s), |
| Qu | a térszín alatti hozzáfolyás (l/s). |

A mértékadó csapadékból származó vízhozam:

$$Q =\alpha \cdot ip \cdot A$$

ahol

| | |
|---|---|
| α | lefolyási tényező, |
| ip | mértékadó intenzitás (l/(s·ha)), |
| A | vízgyűjtő terület nagysága (ha). |

A víz hozzáfolyásokból, a vasút területéről és idegen területekről a vízelvezető rendszerbe érkező további vízmennyiséget (Qz) egyedi elemzések alapján kell meghatározni.

A rétegvizekből és a talajvízből származó felszín alatti víz hozzáfolyásból származó Qu vízmennyiséget hidrológiai vizsgálattal (szakvéleménnyel) kell meghatározni.

Az árkokkal összegyűjtött vizet:

- el lehet szikkasztani,
- a terepre ki lehet vezetni,
- folyó- vagy állóvízbe lehet bevezetni,
- csapadék és/vagy szennyvízcsatornába lehet vezetni.

A felszíni víztelenítő rendszer elemei az alábbiak:

- a lefolyási felületek (illetve azok megfelelő esése és burkolása),
- a vízelvezető árkok, folyókák, csatornák,
- szikkasztó és tározó létesítmények,

- a műtárgyak,
- a befogadók.

Az árkok hidraulikai méretezését nyíltvonali pályán, a líra- és a járműtelepi vágányoknál 10 éves ismétlődési gyakoriságú vízhozamra kell elvégezni.

Csökkentett gyakoriság alkalmazható, ha szakvélemény igazolja, hogy az alépítményi korona alatti 1,0 m mélységig nincs vízre erősen érzékeny vagy olyan talaj, melynek teherbírása víz és dinamikus hatás következtében nagymértékben csökken, illetve, hogy a lefolyó felszíni víz visszatorlódása miatt nem következik be a felépítmény elöntése.

Felépítményi szivárgó hidraulikai méretezése esetén a felszíni lefolyás helyett a zúzottkőben, a kiegészítő rétegen (rétegben) és a szívótestben történő beszivárgás idejét kell figyelembe venni. Ezt az értéket a pályatervezési előírás szerint kialakított keresztszelvény esetében egységesen 6 percben lehet felvenni.

A vasúti árkoknak az ágyazatról, a padkáról és a rézsűkről és a terepről lefolyó felszíni vizeket, illetve az alépítményi földműből, a kiegészítő rétegből és a környező talajokból hozzászivárgó vizeket kell felvenniük és a befogadóig tovább vezetniük.

Az árok burkolásának szükségességéről az árokban várható mértékadó vízsebesség és az árok anyagát megbontó sebesség összehasonlítása alapján kell dönteni. (METRÓ P.1. utasítás szerint).

A vasúti szegélyárok a bevágás koronájára és rézsűjére hullott csapadékvizet vezeti el. Mély befogadóba való bevezetésüknél - a kimosások megelőzésére - megfelelő torkolati művet kell kiépíteni. Vegyes szelvényben vezetett pálya esetében, ha a hosszesés viszonyok következményeként mélypont alakul ki, akkor a szegélyárok vizét aknás csőáteresszel, vagy kerethíddal kell a pálya másik oldalára átvezetni.

Az árkok hidraulikai méretezésével kell igazolni, hogy képesek a mértékadó vízhozam levezetésére. A mértékadó vízhozam hidrológiai szakvélemény alapján veendő figyelembe.

Az árkok minimális méretei: 40 cm fenékszélesség, 40 cm mélység.

A vasúti árkok rézsűinek hajlását a talajtípus függvényében kell kiválasztani, de nem lehet meredekebb 1:1-nél. Ha helyszűke miatt meredekebb hajlás szükséges, akkor erózióvédelemmel kell ellátni.

A vasúti árok feneke ugyanabba az irányba essen, mint a vasúti pálya. Ettől csak kivételes esetben és úgy szabad eltérni, hogy a pályaszakasz víztelenítése mindenütt megoldott legyen, lefolyástalan mélypont ne alakuljon ki.

A vasúti árok hosszesése lehetőleg 3‰ és 3% között legyen. 3‰-nél kisebb esés akkor engedhető meg, ha:

- az árok szikkasztóárokként működik, (a környező talaj szikkasztásra alkalmas, áteresztőképessége k> 10·5 m/s),
- a vasúti árok alatt vízáteresztő altalajig lenyúló szikkasztó rés készül,
- az összegyűjtött víz megengedhetetlen duzzasztás nélkül levezethető.

A szegélyárok legkisebb esése burkolatlanul 2‰, burkoltan 0,5‰.

A felépítményi szivárgó kis mélységben vezetett szivárgó, amelynek feladata a felszínről az alépítményi koronára lejutó, majd az oldalesés révén tovább kerülő víz összegyűjtése és pályatengellyel párhuzamos tovább vezetése a befogadóig (nyílt vízelvezető árok, szikkasztó árok, csatorna).

A felépítményi szivárgó minimális szélességű (általában 0,60 m), szemcsés anyagú testtel készül. Folyókája - szükség esetén egy réteg műszaki szövetbe tekert - perforált, műanyag gégecsőből alakítható ki, min. 0,20 m átmérővel. A folyóka hosszirányú esése min. 1‰. A csapadékvizeknek a felépítményi szivárgóba való közvetlen bejutását meg kell akadályozni. Az irány és magassági töréseknél, valamint egyenesekben 60 m-ként tisztítóaknákat kell kialakítani.

A szikkasztó létesítmények feladata, hogy az összegyűjtött vizeket visszajuttassák a természetes vízháztartásba. Ennek alapfeltétele, hogy legyen az altalajban elérhető mélységben kellő kiterjedésű, szikkasztásra alkalmas vízáteresztő réteg.
A szikkasztó létesítmények lehetnek

- szikkasztórések,
- szikkasztó- és (párologtató)medencék,
- műanyag szikkasztó blokkok.

A szikkasztást úgy kell megtervezni, hogy:

- ne csökkentse a földművek állékonyságát és teherbírását,
- ne szennyezze a talajvizet,
- a szikkasztó felülete és anyaga elegendően gyors elszikkadást biztosítson.

Zárt csatornában kell a felszíni vizeket vezetni, ahol a szükséges méretű árok nem fér el, vagy ahol ezt a terep és a vasúti pálya magassági viszonyai indokolják. A csatornákat a fagyhatár alá kell fektetni, homokos kavics ágyazatba és azokat jól tömörített talajjal kell körülvenni. Szükség esetén (pl. vágányok alatti átvezetéseknél kiadódó kis takarási magasságok miatt) a csöveket a rájuk ható földnyomásra és a járműterhekből keletkező igénybevételekre méretezni kell.

A zárt csatorna legalább 0,25 m átmérőjű csövekből készüljön. A csatornák irányváltásainál, egyenesekben pedig legalább 60 m-ként ellenőrző / tisztítóaknákat kell építeni. A csatornák hosszesése min. 5‰ legyen.

A befogadást úgy kell megtervezni, hogy visszaduzzasztás csak az elfogadott gyakorisággal következzék be, és tartós környezetkárosítás nélküli megoldást adjon.

2) Felszín alatti víztelenítés

Felszín alatti víztelenítés akkor szükséges, ha:

- a földmű teherbírásának és fagyvédelmének növelése céljából csökkenteni kell a talajvíz szintjét a vágány alatt, illetve ki kell vezetni a vágány alá bejutó vizeket,
- a bevágások és töltések állékonyságának növelése érdekében csökkenteni kell a talajvíz szintjét, illetve el kell fogni a feléjük áramló rétegvizeket
- a támszerkezetek terhelésének csökkentése érdekében meg kell gátolni, hogy a vízszint a háttöltésben megemelkedjék.

A felszín alatti víztelenítést geohidraulikai számítások alapján meghatározott vízhozamokra kell méretezni, az előbbiekben megadott gyakoriságok figyelembevételével.

A felszín alatti vízelvezetés elemeinek többsége a vágányokkal lényegileg párhuzamosan, a vasúti árkok alatt épül. Kettőnél több vágány esetén és a felszín alatti vízelvezetés elemeit a vágányok között is el kell elhelyezni. Meglévő szakaszokon helyszűke esetén a szivárgók a vágánytengelytől kisebb távolságra, a padka alá is elhelyezhetők.

A felszín alatti víztelenítés elemei általános esetben a következők:

- szivárgótestek,
- geotextília borítás,
- szivárgó vezetékek,
- aknák,
- gyűjtővezetékek, ha kellenek.

A szivárgókkal szemben követelmény, hogy a szivárgótestük áteresztőképessége minél nagyobb legyen, a víz minél gyorsabban és rövid úton áramoljon bennük a befogadóba, felszíni vizek ne jussanak beléjük, az áramlás ne vigyen be finomabb szemcséket a szivárgótestbe, vagy ha be is jutnak a szemcsék, ne ülepedjenek ki, hanem lebegve továbbáramoljanak.

Nagyobb területek víztelenítéséhez szivárgóhálózatot kell kiépíteni. További részletezés a METRÓ P.1. utasítás szerint.

Szivárgók keresztezésénél, illetve a csapadékvíz hálózatba történő bekötéseknél előregyártott, vagy monolit vasbeton aknák építése szükséges öntöttvas fedlappal. A szivárgók vizét legalább Ø300-as KGPVC csövekkel kell összegyűjteni és a befogadó csapadékvíz csatornahálózatba vezetni.

Felszín alatti víztelenítés céljából szárító tárók, vízszintes furatok és aknakutak is tervezhetők.

## 1.9 Vonatkozó szabványok

### *1.9.1 Nemzeti szabályozás*

- 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről [Vtv.]
- 2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyonról [Vagyon tv.]
- 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
- 194/2016. (VII. 13.) Korm. rendelet az országos vasúti mellékvonalak felsorolásáról
- 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
- 26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek 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
- 30/1988. (IV. 21.) MT rendelet a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény végrehajtásáról
- 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
- 17/2002 (III. 7.) KÖVIM rendelet a hajózásra alkalmas, illetőleg hajózásra alkalmassá tehető természetes és mesterséges felszíni vizek vízi úttá nyilvánításáról
- 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

### *1.9.2 Vonatkozó szabványok és előírások:*

- MSZ EN 1990:2024 A tartószerkezet és geotechnikai tervezés alapjai
- MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai”
- MSZ EN 1991-2:2006 „Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 2. rész: Hidak forgalmi terhei”
- MSZ EN 1991-2:2024 A tartószerkezeteket érő hatások 2. rész: Hidak és egyéb mérnöki létesítmények forgalmi terhei
- MSZ EN 12201 szabványsorozat „Műanyag csővezetékrendszerek vízellátáshoz, valamint nyomás alatti alagcsövezéshez és csatornázáshoz” az alábbiak szerint:
- MSZ EN 12201-1:2024
- MSZ EN 12201-2:2024
- MSZ EN 12201-3:2024
- MSZ EN 12201-4:2024
- MSZ EN 12201-5:2024
- MSZ EN 1555 szabványsorozat „Műanyag csővezetékrendszerek éghető gázok szállítására. Polietilén (PE)” az alábbiak szerint:
- MSZ EN 1555-1:2021
- MSZ EN 1555-2:2021
- MSZ EN 1555-3:2021
- MSZ EN 1555-4:2021
- MSZ EN 1555-5:2021
- MSZE 50341-2:2019 „1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű szabadvezeték”
- MSZ EN 13481 szabványsorozat „Vasúti alkalmazások. Vasúti pálya. A sín rögzítésének követelményei.” az alábbiak szerint:
- MSZ EN 13481-1:2012
- MSZ EN 13481-2:2022
- MSZ EN 13481-3:2022
- MSZ EN 13481-4:2022
- MSZ EN 13481-5:2022
- MSZ EN 13481-7:2022
- ISO 21542:2021 „Building construction — Accessibility and usability of the built environment „
- MSZ EN 13232 szabványsorozat „Vasúti alkalmazások. Vágányfektetés. Váltók és kereszteződések.” az alábbiak szerint:
- MSZ EN 13232-1:2024
- MSZ EN 13232-2:2024
- MSZ EN 13232-3:2024
- MSZ EN 13232-4:2024
- MSZ EN 13232-5:2024
- MSZ EN 13232-6:2024
- MSZ EN 13232-7:2024
- MSZ EN 13232-8:2024
- MSZ EN 13232-9:2024
- MSZ EN 13450:2003 Kőanyaghalmazok vasúti ágyazathoz.”
- MSZ EN 15273-1:2013+A1:2018 „Vasúti alkalmazások. Szelvények. 1. rész: Általános előírások. Az infrastruktúra és a járművek közös előírásai.”
- MSZ EN 15273-3:2013+A1:2018 „Vasúti alkalmazások. Szelvények. 3. rész: Pályaűrszelvények”

- MSZ EN 13803:2017 „Vasúti alkalmazások. Vasúti pálya. Vágány-vonalvezetés tervezési paraméterei. 1435 mm-es és nagyobb nyomtávolságú vágányok”
- MSZ EN 16584-1:2017 Vasúti alkalmazások. PRM használat tervezése. Általános követelmények. 1. rész: Kontraszt
- MSZ EN 16584-2:2017 Vasúti alkalmazások. PRM használat tervezése. Általános követelmények. 2. rész: Információ
- MSZ EN 16587:2018 Vasúti alkalmazások. PRM használat tervezése. Az infrastruktúra akadálymentes útvonalainak követelményei
- MSZ EN 81-70:2021+A1:2022 Felvonók szerkezetének és beépítésének biztonsági előírásai. A személy- és teherfelvonók különleges alkalmazásai. 70. rész: Fogyatékkal élők által is igénybe vehető felvonók
- MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- MSZ EN 1991-1-3:2016 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-3. rész: Általános hatások. Hóteher
- MSZ EN 1991-1-4 Eurocode 1: szabványsorozat A tartószerkezeteket érő hatások. 1-4. rész: Általános hatások. Szélhatás az alábbiak szerint:
- MSZ EN 1991-1-4:2005/A1:2011
- MSZ EN 1991-1-4:2007
- MSZ EN 1991-1-5:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-5. rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások
- MSZ EN 1991-1-6:2007 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-6. rész: Általános hatások. Hatások a megvalósítás során
- MSZ EN 1991-1-7:2015 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-7. rész: Általános hatások. Rendkívüli hatások
- MSZ EN 1992-1-1 + A1 Eurocode 2: szabványsorozat Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok az alábbiak szerint:
- MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016
- MSZ EN 1992-1-1:2010
- MSZ EN 1992-1-1:2024 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Épületekre, hidakra és egyéb mérnöki létesítményekre vonatkozó általános és további szabályok
- MSZ EN 1992-2:2009 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése 2. rész Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok
- MSZ EN 1993-1-1 + A1 Eurocode 3: szabványsorozat Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok az alábbiak szerint:
- MSZ EN 1993-1-1:2005/A1:2015
- MSZ EN 1993-1-1:2009
- MSZ EN 1993-1-1:2024 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános szabályok és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ EN 1993-1-9:2011 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-9. rész: Fáradás
- MSZ EN 1993-2:2009 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 2. rész: Acélhidak
- MSZ EN 1994-1-1:2010 Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- MSZ EN 1994-2:2009 Eurocode 4: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 2. rész: Általános és a hidakra vonatkozó szabályok
- MSZ EN 1997-1:2004/A1:2015 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok
- MSZ EN 1998-2:2015 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése. 2. rész: Hidak

- MSZ EN 1998-5:2009 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 5. rész: Alapozások, megtámasztószerkezetek és geotechnikai szempontok
- MSZ 8691/1:1980 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Általános előírások
- MSZ 8691/2:1980 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Vágánytengelytávolság
- MSZ 8691/3:1981 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Nem villamosított pálya űrszelvényméretei
- MSZ 8691/4:1981 Országos közforgalmú vasutak űrszelvénye. Villamosított pálya űrszelvényméretei
- MSZ 11316:1977 Országos közforgalmú vasúti pályák nyíltvonali mintakeresztszelvényei
- MSZ 4798 szabványsorozat Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon. az alábbiak szerint:
- MSZ 4798:2016/4M:2023
- MSZ 4798:2016/3M:2021
- MSZ 4798:2016/2M:2018
- MSZ 4798:2016/1M:2017
- MSZ 4798:2016
- e-UT 02.01.31: 2005 - Közutak távlati forgalmának meghatározása előrevetítő módszerrel
- e-UT 06.03.13:2005 - Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése
- e-UT 06.03.12:2009 - Kisforgalmú utak pályaszerkezetének méretezése
- e-UT 06.03.11:2010 - Kerékpárutak, gyalogutak és járdák pályaszerkezete
- e-UT 03.06.11:2005 - Szintbeni közúti-vasúti átjárók kialakítása. Geometriai kialakítás, pályaszerkezet, víztelenítés, forgalomszabályozás, üzemeltetés
- e-UT 03.01.11:2008 - Közutak tervezése
- e-UT 06.03.43:2022. - Kiselemes burkolatok
- e-UT 09.02.36:2023 - Dinamikus tömörség- és teherbírásmérés könnyű ejtősúlyos berendezéssel
- MSZ 13018:1991 - Rezgések épületre gyakorolt hatása
- MSZ EN 13230-6:2020 „Vasúti alkalmazások. Vasúti pálya. Sín- és váltóbetonaljak. 6. rész: Tervezés
- MSZ EN 13674-2:2020 „Vasúti alkalmazások. Vasúti pálya. Sín. 2. rész: A 46 kg/m-es és e fölötti folyómétersúlyú Vignole-sínrendszerű pályák kitérőiben és vágányátszeléseiben használt sínek”
- MSZ EN 13674-3:2006+A1:2010 „Vasúti alkalmazások. Vágányfektetés. Sín. 3. rész: Vezetősínek”
- MSZ EN 50122-2