

# MAGYAR SZABVÁNY

# MSZ EN 1997-1

## Eurocode 7: Geotechnikai tervezés

### 1. rész: Általános szabályok

Az MSZ EN 1997-1:2005 helyett.

Eurocode 7: Geotechnical design.  
Part 1: General rules

E nemzeti szabványt a Magyar Szabványügyi Testület a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény alapján teszi közzé. A szabvány alkalmazása e törvény 6. §-ának (1) bekezdése alapján önkéntes. A törvény 6. §-ának (2) bekezdése értelmében műszaki tartalmú jogszabály hivatkozhat olyan nemzeti szabványra, amelynek alkalmazását úgy kell tekinteni, hogy azzal az adott jogszabály vonatkozó követelményei is teljesülnek. A szabvány alkalmazása előtt győződjön meg arról, hogy jelent-e meg módosítása, helyesbítése, nincs-e visszavonva, vagy műszaki tartalmú jogszabály hivatkozik-e rá.

Ez a szabvány az EN 1997-1:2004 európai szabvány magyar nyelvű változata. A fordítást a Magyar Szabványügyi Testület készítette. Jogállása a hivatalos változatokkal megegyező.

This standard is the Hungarian version of the European Standard EN 1997-1:2004. It was translated by the Hungarian Standards Institution. It has the same status as the official versions.

#### Nemzeti előszó

A szabvány forrása az európai szabvány angol nyelvű szövege, melyet nemzeti melléklet egészít ki.

ICS 91.010.30; 93.020

Hivatkozási szám: MSZ EN 1997-1:2006

#### © MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

Minden jog fenntartva, ideértve a címjogot, a sokszorosítás (nyomtatás, fénymásolás, elektronikai vagy más eljárás), a terjesztés, valamint a fordítás jogát is.

A szabvány szerzői jogi védelem alatt áll, részeiben vagy egészében felhatalmazás nélkül másolni, sokszorosítani, forgalmazni, árusítani vagy bármilyen egyéb módon terjesztetni, közreadni tilos; ezek végzése jogszabálysértő magatartás, amelynek összes következményét a jogsértésért felelősnek kell viselnie.

(146 oldal)

Árkatagória: XB

Magyar fordítás

**Eurocode 7: Geotechnikai tervezés.  
1. rész: Általános szabályok**

Eurocode 7: Geotechnical design.  
Part 1: General rules

Eurocode 7: Calcul géotechnique.  
Partie 1: Règles générales

Eurocode 7: Entwurf, Berechnung  
und Bemessung in der Geotechnik.  
Teil 1: Allgemeine Regeln

Ezt az európai szabványt a CEN 2004. április 23-án hagyta jóvá.

A CEN-tagtestületek kötelesek betartani a CEN/CENELEC belső szabályzatában előírt feltételeket, amelyek szerint kell ezt az európai szabványt minden változtatás nélkül nemzeti szabványként bevezetni. Ezeknek a nemzeti szabványoknak a naprakész jegyzékei és bibliográfiai adatai kérésre az Igazgatási Központtól vagy bármelyik CEN-tagtestülettől beszerezhetők.

Ennek az európai szabványnak három hivatalos változata van (angol, francia, német). Bármely más nyelvű változat, amelyet egy CEN-tagtestület saját nyelvén és felelősségére fordítással készít és az Igazgatási Központnak bejelent, ugyanolyan jogállású, mint a hivatalos változatok.

A CEN tagtestületei: Ausztria, Belgium, Ciprus, a Cseh Köztársaság, Dánia, az Egyesült Királyság, Észtország, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Izland, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Magyarország, Málta, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svájc, Svédország, Szlovákia és Szlovénia nemzeti szabványügyi testületei.

**CEN**

EURÓPAI SZABVÁNYÜGYI BIZOTTSÁG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels**

## Tartalomjegyzék

	Oldal
<b>Előszó .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Általános elvek .....</b>	<b>9</b>
1.1. Alkalmazási terület .....	9
1.2. Rendelkező hivatkozások.....	10
1.3. Feltételezések .....	10
1.4. Különbség az alapelvek és az alkalmazási szabályok között.....	11
1.5. Fogalommeghatározások.....	11
1.6. Jelölések .....	12
<b>2. A geotechnikai tervezés alapjai .....</b>	<b>16</b>
2.1. Tervezési követelmények.....	16
2.2. Tervezési állapotok.....	18
2.3. Tartósság .....	19
2.4. Számításon alapuló geotechnikai tervezés .....	19
2.5. Tervezés szokáson alapuló intézkedésekkel .....	29
2.6. Próbaterhelések és vizsgálatok kísérleti modelleken.....	29
2.7. Megfigyeléses módszer.....	29
2.8. Geotechnikai tervezési beszámoló.....	30
<b>3. Geotechnikai adatok .....</b>	<b>31</b>
3.1. Általános elvek .....	31
3.2. Geotechnikai vizsgálatok.....	31
3.3. A geotechnikai paraméterek értékelése.....	32
3.4. Talajvizsgálati jelentés.....	38
<b>4. Műszaki felügyelet, megfigyelés és fenntartás .....</b>	<b>39</b>
4.1. Általános elvek .....	39
4.2. Műszaki felügyelet.....	40
4.3. A talajviszonyok ellenőrzése.....	41
4.4. Az építés ellenőrzése .....	42
4.5. Megfigyelés .....	42
4.6. Fenntartás .....	43
<b>5. Földművek, víztelenítés, talajjavítás és talajerősítés .....</b>	<b>43</b>
5.1. Általános elvek .....	43
5.2. Alapkövetelmények .....	44
5.3. Földműépítés.....	44
5.4. Víztelenítés.....	46
5.5. Talajjavítás és talajerősítés .....	47
<b>6. Síkalapok.....</b>	<b>47</b>
6.1. Általános elvek .....	47
6.2. Határállapotok .....	47

6.3.	Hatások és tervezési állapotok .....	48
6.4.	Tervezési és kivitelezési szempontok.....	48
6.5.	Tervezés teherbírasi határállapotra .....	49
6.6.	Tervezés használhatósági határállapotra .....	51
6.7.	Alapozás szilárd közeten; kiegészítő tervezési szempontok .....	53
6.8.	Síkalapok tartószerkezeti tervezése .....	53
6.9.	Az altalaj előkészítése .....	53
<b>7.</b>	<b>Cölöpalapok .....</b>	<b>54</b>
7.1.	Általános elvek .....	54
7.2.	Határállapotok.....	54
7.3.	Hatások és tervezési állapotok .....	54
7.4.	Tervezési módszerek és tervezési szempontok.....	56
7.5.	Cölöpök próbaterhelése.....	57
7.6.	Tengelyirányban terhelt cölöpök .....	59
7.7.	Keresztirányban terhelt cölöpök.....	67
7.8.	Cölöpök tartószerkezeti tervezése.....	68
7.9.	Az építés műszaki felügyelete .....	68
<b>8.</b>	<b>Horgonyzások .....</b>	<b>70</b>
8.1.	Általános elvek .....	70
8.2.	Határállapotok.....	71
8.3.	Hatások és tervezési állapotok .....	71
8.4.	Tervezési és kivitelezési szempontok.....	71
8.5.	Tervezés teherbírasi határállapotra .....	72
8.6.	Tervezés használhatósági határállapotra .....	73
8.7.	Megfelelőségi vizsgálatok .....	74
8.8.	Elfogadási vizsgálatok .....	74
8.9.	Műszaki felügyelet és megfigyelés .....	74
<b>9.</b>	<b>Támszerkezetek .....</b>	<b>74</b>
9.1.	Általános elvek .....	74
9.2.	Határállapotok.....	75
9.3.	Hatások, geometriai adatok és tervezési állapotok .....	75
9.4.	Tervezési és kivitelezési szempontok.....	78
9.5.	Földnyomások meghatározása.....	79
9.6.	Víznyomások .....	81
9.7.	Tervezés teherbírasi határállapotra .....	81
9.8.	Tervezés használhatósági határállapotra .....	85
<b>10.</b>	<b>Hidraulikus talajtörés .....</b>	<b>85</b>
10.1.	Általános elvek .....	85
10.2.	Felúszás miatti tönkremenetel .....	86
10.3.	Felszakadás miatti tönkremenetel .....	88
10.4.	Belső erózió .....	89
10.5.	Buzgárosodás miatti tönkremenetel .....	90

<b>11. Általános állékonyság</b> .....	<b>91</b>
11.1. Általános elvek .....	91
11.2. Határállapotok .....	91
11.3. Hatások és tervezési állapotok.....	91
11.4. Tervezési és kivitelezési szempontok .....	92
11.5. Tervezés teherbírasi határállapotra.....	92
11.6. Tervezés használhatósági határállapotra.....	94
11.7. Megfigyelés .....	95
<b>12. Töltések</b> .....	<b>95</b>
12.1. Általános elvek .....	95
12.2. Határállapotok .....	95
12.3. Hatások és tervezési állapotok.....	95
12.4. Tervezési és kivitelezési szempontok .....	96
12.5. Tervezés teherbírasi határállapotra.....	97
12.6. Tervezés használhatósági határállapotra.....	97
12.7. Műszaki felügyelet és megfigyelés .....	97
<b>A melléklet (előírás):</b> <b>Parciális és korrelációs tényezők a teherbírasi határállapotokhoz és ajánlott értékeik</b> .....	<b>99</b>
<b>B melléklet (tájékoztató):</b> <b>Kiegészítő tájékoztató a parciális tényezőkről az 1., 2. és 3. tervezési módszerhez</b> .....	<b>107</b>
<b>C melléklet (tájékoztató):</b> <b>Eljárások a földnyomások meghatározására</b> .....	<b>110</b>
<b>D melléklet (tájékoztató):</b> <b>Számítási módszer síkalapok talajtörési ellenállásának meghatározására</b> .....	<b>123</b>
<b>E melléklet (tájékoztató):</b> <b>Féltapasztalati módszer síkalapok talajtörési ellenállásának becslésére</b> .....	<b>126</b>
<b>F melléklet (tájékoztató):</b> <b>Módszerek a süllyedések számítására</b> .....	<b>127</b>
<b>G melléklet (tájékoztató):</b> <b>Módszer szilárd közeten álló síkalap valószínűsített talajtörési ellenállásának származtatására</b> .....	<b>129</b>
<b>H melléklet (tájékoztató):</b> <b>Határértékek a tartószerkezetek alakváltozásaira és az alapmozgásokra</b> .....	<b>131</b>
<b>J melléklet (tájékoztató):</b> <b>Tételjegyzék az építés műszaki felügyeletéhez és a teljesítőképesség megfigyeléséhez</b> .....	<b>133</b>

## Előszó

Ezt a dokumentumot (EN 1997-1) a CEN/TC 250 „Tartószerkezeti Eurocode-ok” műszaki bizottság dolgozta ki, amelynek titkárságát a BSI látja el. Az összes tartószerkezeti Eurocode kidolgozása a CEN/TC 250 feladata.

Ezt az európai szabványt szöveghűen vagy jóváhagyó közleménnyel legkésőbb 2005 májusáig kell nemzeti szabványként bevezetni, és az ellentmondó nemzeti szabványokat legkésőbb 2010 márciusáig vissza kell vonni.

Ez a dokumentum az ENV 1997-1:1994 helyére lép.

A CEN/CENELEC belső szabályzatának megfelelően a következő országok nemzeti szabványügyi szervezete köteles ezt az európai szabványt bevezetni: Ausztria, Belgium, Ciprus, a Cseh Köztársaság, Dánia, az Egyesült Királyság, Észtország, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Izland, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Magyarország, Málta, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svájc, Svédország, Szlovákia és Szlovénia nemzeti szabványügyi testületei.

## Az Eurocode-program háttere

1975-ben az Európai Közösség Bizottsága a Szerződés 95. cikkének értelmében egy cselekvési program indítását határozta el az építőipar területén. A program célja a kereskedelmet korlátozó műszaki akadályok megszüntetése és a műszaki előírások harmonizálása volt.

E cselekvési program keretében a Bizottság építmények tervezésével foglalkozó, harmonizált műszaki szabályok kidolgozását kezdeményezte, melyek első lépésben a tagállamokban érvényben lévő nemzeti szabványok alternatívájaként működnek, majd végül felváltják azokat.

Az Európai Közösség Bizottsága a tagállamok képviselőiből álló operatív bizottság közreműködésével 15 éven keresztül irányította az Eurocode-programot, melynek eredménye az 1980-as években megjelent európai szabványok első generációja volt.

1989-ben az Európai Közösség Bizottsága, valamint az Európai Unió és az EFTA tagállamai egy – a Közösség és a CEN között létrejött – megállapodás<sup>1)</sup> alapján úgy döntöttek, hogy az Eurocode-ok előkészítését és kiadását – megbízások sorozatán keresztül – a CEN-nek továbbítják azzal a céllal, hogy ezekből a jövőben európai szabvány (EN) készüljön. Ezzel lényegében kapcsolat alakult ki az Eurocode-ok és az európai szabványokkal foglalkozó összes tanácsi irányelv és/vagy bizottsági határozat (pl. az építési termékekről szóló 89/106/EGK irányelv (CPD), a beruházásokról és a szolgáltatásokról szóló 93/37/EGK, 92/50/EGK és 89/440/EGK irányelvek, valamint a nemzetközi piac megteremtését célzó egyenértékű EFTA-irányelvek) között.

A tartószerkezeti Eurocode-program a következő – általában több részből álló – szabványokat tartalmazza:

- EN 1990 Eurocode: A tartószerkezeti tervezés alapjai
- EN 1991 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
- EN 1992 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
- EN 1993 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
- EN 1994 Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
- EN 1995 Eurocode 5: Faszervezetek tervezése
- EN 1996 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
- EN 1998 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre
- EN 1999 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése

A tagállamok szabályozó hatóságainak felelősségét tiszteletben tartva, az Eurocode szabványokban lehetőség van arra, hogy a biztonsági szinttel kapcsolatos értékeket a tagállamok nemzeti szinten, saját maguk határozzák meg.

<sup>1)</sup> Az épületek és más építőmérnöki szerkezetek tervezésére vonatkozó Eurocode-ok kidolgozásáról szóló megállapodás (BC/CEN/03/89) az Európai Közösség Bizottsága és az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) között.

### Az Eurocode-ok jogállása és alkalmazási területe

Az EU és az EFTA tagállamainak egyetértésével hivatkozási dokumentumként a következő célokra alkalmazták az Eurocode-okat:

- épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EGK irányelv szerinti alapvető követelmények – különösen az 1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a 2. számú alapvető követelmény: Tűzbiztonság – teljesülésének igazolására;
- építményekről, és azokkal kapcsolatos építőmérnöki szolgáltatásokról szóló megállapodások alapjául;
- az építési termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) kidolgozásának keretdokumentumaként.

Az Eurocode-ok, és részben a tartószerkezetek is, közvetlen kapcsolatban vannak a CPD 12. cikke szerinti értelmező dokumentumokkal<sup>2)</sup>, bár ezek jellegükben különböznek a harmonizált termékszabványoktól<sup>3)</sup>. Ezért az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük azért, hogy ezek a műszaki előírások teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.

Az Eurocode-szabványok mind a hagyományos, mind az újszerű tartószerkezetek, vagy azok szerkezeti elemeinek tervezése során alkalmazandó általános szabályokat tartalmazzák. A szokásostól eltérő tartószerkezetekre vagy a szokásostól eltérő tervezési körülményekre vonatkozó előírásokat nem tartalmazzák, ilyen esetekben a tervezés során elméleti alapokra és tapasztalatokra épülő megfontolásokra van szükség.

### Az Eurocode-okat bevezető nemzeti szabványok

Az Eurocode-okat bevezető nemzeti szabványok tartalmazzák az adott Eurocode CEN által kiadott teljes szövegét (a mellékletekkel együtt), melyet nemzeti címloldal és nemzeti előszó előzhet meg, valamint nemzeti melléklet követhet.

A nemzeti melléklet csak az Eurocode-ban nemzetileg szabadon megválaszthatónak feltüntetett, ún. nemzetileg meghatározott paraméterekkel kapcsolatban tartalmazhat információkat, melyeket az adott országban létesülő épületek és egyéb építőmérnöki szerkezetek tervezéséhez kell használni, pl.:

- számszerű értékek és/vagy osztályba sorolás ott, ahol az Eurocode alternatívákat tartalmaz;
- számszerű érték ott, ahol az Eurocode-ban csak jelölés szerepel;
- az adott országra jellemző (geográfiai, éghajlati stb.) adatok, mint pl. hótérkép;
- alkalmazandó eljárás ott, ahol az Eurocode alternatív eljárásokat enged meg.

Ezenkívül tartalmazhat:

- a tájékoztató mellékletek alkalmazásával kapcsolatos állásfoglalást;
- az Eurocode alkalmazását elősegítő, és azzal nem ellentétes, kiegészítő információkra való hivatkozást.

<sup>2)</sup> A CPD 3. cikkének (3) bekezdése szerint, az alapvető követelmények (ER-ek) és a harmonizált EN-ek, ETAG-ok és ETA-k kidolgozására vonatkozó megbízások közötti, szükségszerű kapcsolat megteremtése végett, egyértelmű rendszerben, értelmező dokumentumok formájában kell megadni az alapvető követelményeket.

<sup>3)</sup> A CPD 12. cikke a szerinti értelmező dokumentumok

- a) tartalmazzák egyértelmű rendszerben az alapvető követelményeket a szakkifejezések és a műszaki alapok összehangolásával, valamint – ha szükséges – a követelmények osztályba sorolásának vagy szintjének megjelölésével;
- b) adják meg azokat a módszereket, melyek alkalmazásával a műszaki előírások megfelelnek a vonatkozó követelményeknek, pl. az igénybevételek számításának vagy az igazolás módszerének megadása, a tervezés során alkalmazandó szabályok megadása stb.;
- c) szolgáljanak hivatkozási dokumentumként a harmonizált szabványok készítésekor, valamint adjanak útmutatást az európai műszaki engedélyek elkészítéséhez.

Az Eurocode-oknak lényegében hasonló szerepük van az 1. számú, és részben a 2. számú alapvető követelmény tekintetében.

## Az Eurocode-ok és a termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) közötti kapcsolat

Szükséges, hogy az építési termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások és az építményekre vonatkozó műszaki előírások összhangban legyenek<sup>4)</sup>. Ezenkívül, az építési termékek CE-jelölésével kapcsolatos, az Eurocode-ra hivatkozó összes információnak egyértelműen tartalmaznia kell, hogy milyen nemzetileg meghatározott paramétereket vettek figyelembe.

### Kiegészítő információk az Eurocode 7-hez

Az EN 1997-1 épületek és általános mérnöki létesítmények esetére ír elő hatásokat és ad tervezési útmutatást.

Az EN 1997-1 a megbízók, a tervezők, a kivitelezők és a hatóságok számára készült.

Az EN 1997-1 az EN 1990-nel és az EN 1991 – EN 1999 szabványsorozattal együtt használandó.

Az EN 1997-1 gyakorlati alkalmazása során ajánlatos különös figyelmet fordítani az 1.3. szakaszban leírt alapvető feltételezésekre és körülményekre.

Az EN 1997-1-ben levő 12 fejezetet 1 előíró és 8 tájékoztató jellegű melléklet egészíti ki.

### Nemzeti melléklet az EN 1997-1-hez

Ez a szabvány megjegyzések formájában közöl alternatív eljárásokat és ajánlott értékeket arra utalva, hogy megengedhetők az adott nemzetnek megfelelő eltérések. Ezért célszerű az EN 1997-1 teljesítéseként bevezetett nemzeti szabványhoz egy nemzeti mellékletet csatolni, amelyben össze van foglalva mindaz a nemzeti szinten meghatározott jellemző mennyiség, amelyeket az adott országban építendő épületek és egyéb építőmérnöki szerkezetek tervezéséhez kell használni.

Az EN 1997-1 következő bekezdéseihez adhatók meg nemzeti előírások:

- a 2.1. szakasz (8)P bekezdése, 2.4.6.1. szakasz (4)P bekezdése, 2.4.6.2. szakasz (2)P bekezdése, 2.4.7.1. szakasz (2)P bekezdése, 2.4.7.1. szakasz (3) bekezdése, 2.4.7.1. szakasz (4) bekezdése, 2.4.7.1. szakasz (5) bekezdése, 2.4.7.1. szakasz (6) bekezdése, 2.4.7.2. szakasz (2)P bekezdése, 2.4.7.3.2. szakasz (3)P bekezdése, 2.4.7.3.3. szakasz (2)P bekezdése, 2.4.7.3.4.1. szakasz (1)P bekezdése, 2.4.7.4. szakasz (3)P bekezdése, 2.4.7.5. szakasz (2)P bekezdése, 2.4.8. szakasz (2) bekezdése, 2.4.9. szakasz (1)P bekezdése, 2.5. szakasz (1) bekezdése, 7.6.2.2. szakasz (8)P bekezdése, 7.6.2.2. szakasz (14)P bekezdése, 7.6.2.3. szakasz (4)P bekezdése, 7.6.2.3. szakasz (5)P bekezdése, 7.6.2.3. szakasz (8) bekezdése, 7.6.2.4. szakasz (4)P bekezdése, 7.6.3.2. szakasz (2)P bekezdése, 7.6.3.2. szakasz (5)P bekezdése, 7.6.3.3. szakasz (3)P bekezdése, 7.6.3.3. szakasz (4)P bekezdése, 7.6.3.3. szakasz (6) bekezdése, 8.5.2. szakasz (2)P bekezdése, 8.5.2. szakasz (3) bekezdése, 8.6. szakasz (4) bekezdése, 10.2. szakasz (3) bekezdése, 11.5.1. szakasz (1)P bekezdése,

továbbá az A melléklet következő részeihez:

- A2. fejezet,
- A3.1., A3.2., A3.3.1., A3.3.2., A3.3.3., A3.3.4., A3.3.5., A3.3.6. szakasz,
- A4. fejezet,
- A5. fejezet.

<sup>4)</sup> Lásd a CPD 3. cikkének (3) bekezdését és a 12. cikkét, valamint az 1. értelmező dokumentum 4.2., 4.3.1., 4.3.2. és 5.2. szakaszát.



## 1. Általános elvek

### 1.1. Alkalmazási terület

#### 1.1.1. Az EN 1997 alkalmazási területe

- (1) Az EN 1997-et az EN 1990:2002-vel való együttes használatra szánták, amely tartalmazza a biztonságra és használhatóságra vonatkozó alapelveket és követelményeket, leírja a tervezés és a megfelelőség igazolásának alapjait, és irányelveket ad a tartószerkezetek megbízhatóságának ezekkel összefüggő szempontjaira.
- (2) Az EN 1997 arra készült, hogy az épületek és az építőmérnöki szerkezetek tervezésének geotechnikai vonatkozásaira alkalmazsák. Több különálló részre van bontva (lásd az 1.1.2. és 1.1.3. szakaszt).
- (3) Az EN 1997 a tartószerkezetek szilárdságára, állékonyságára, használhatóságára és tartósságára vonatkozó követelményekkel foglalkozik. Egyéb, például hő- vagy hangszigetelési követelményeket nem érint.
- (4) A különböző típusú épületek és építőmérnöki szerkezetek tervezése során számításba veendő hatások számszerű értékeit az EN 1991 adja meg. A talajból származó hatásokat, például a földnyomásokat, az EN 1997 szabályainak megfelelően kell kiszámítani.
- (5) Külön európai szabványokat kell használni a kivitelezéssel és a szakszerűséggel kapcsolatos kérdések kezelésére. Ezeket majd a vonatkozó fejezetek nevezik meg.
- (6) Az EN 1997 nem tárgyalja a földrengésre való tervezés különleges követelményeit. Az EN 1998 írja elő a földrengésre való geotechnikai tervezés további szabályait, amelyek kiegészítik, illetve átveszik e szabvány előírásait.

#### 1.1.2. Az EN 1997-1 alkalmazási területe

- (1) Az EN 1997-1 arra készült, hogy az épületek és építőmérnöki szerkezetek tervezésének geotechnikai szempontjaira általános alapelveket adjon.
- (2) Az EN 1997-1 a következőket tárgyalja:
  1. fejezet: Általános elvek
  2. fejezet: A geotechnikai tervezés alapjai
  3. fejezet: Geotechnikai adatok
  4. fejezet: Műszaki felügyelet, megfigyelés és fenntartás
  5. fejezet: Földművek, víztelenítés, talajjavítás és talajerősítés
  6. fejezet: Síkalapok
  7. fejezet: Cölöpalapok
  8. fejezet: Horgonyzások
  9. fejezet: Támszerkezetek
  10. fejezet: Hidraulikus talajtörés
  11. fejezet: Általános állékonyság
  12. fejezet: Töltések
- (3) Az EN 1997-1-hez A – J melléklet tartozik, ezek a következőkről intézkednek:
  - az A melléklet: az ajánlott parciális tényezők számértékei; ezektől eltérő parciális tényezők vezethetők be a nemzeti mellékletben;
  - a B – J melléklet: kiegészítő tájékoztató irányelvek, mint például nemzetközileg elterjedten alkalmazott számítási módszerek.

#### 1.1.3. Az EN 1997 szabványsorozat további részei

- (1) Az EN 1997-1-et az EN 1997-2 egészíti ki, amely laboratóriumi és terepi vizsgálatok végrehajtására és értékelésére vonatkozó követelményeket tartalmaz.

## 1.2. Rendelkező hivatkozások

(1) Ez az európai szabvány évszámmal ellátott vagy évszám nélküli hivatkozással előírásokat tartalmaz más kiadványokból. Ezeket a rendelkező hivatkozásokat a szöveg a megfelelő helyen idézi, a kiadványok pedig a következőkben vannak felsorolva. Évszámmal ellátott hivatkozások esetén ezen kiadványok bármelyikének módosítása vagy átdolgozott kiadása csak akkor vonatkozik erre az európai szabványra, ha ennek módosítása vagy átdolgozott kiadása azt már tartalmazza. Évszám nélküli hivatkozások esetén a hivatkozott kiadvány legutolsó kiadását kell alkalmazni (a módosításokkal együtt).

MEGJEGYZÉS: Az Eurocode-okat korábban európai előszabványként adták ki. A rendelkező bekezdések a következő, már megjelent vagy előkészületben levő európai szabványokra hivatkoznak.

EN 1990:2002	Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
EN 1991	Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
EN 1991-4	Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 4. rész: A silókat és tartályokat érő hatások
EN 1992	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
EN 1993	Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
EN 1994	Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
EN 1995	Eurocode 5: Faszerkezetek tervezése
EN 1996	Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok
EN 1998	Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre
EN 1999	Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése
EN 1536:1999	Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Fúrt cölöpök
EN 1537:1999	Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Talajhorgonyok
EN 12063:1999	Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Szádfalak
EN 12699:2000	Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Talajkiszorításos cölöpök
EN 14199	Speciális geotechnikai munkák kivitelezése. Mikrocsölöpök
EN ISO 13793:2001	Épületek hőtechnikai viselkedése. Alapozások hőtechnikai tervezése a jégencseképződés elkerülésére

## 1.3. Feltételezések

(1) Ügyelni kell az EN 1990:2002 1.3. szakasza szerintiekre.

(2) E szabvány rendelkezései a következőkben felsorolt feltételezések teljesülésén alapulnak:

- megfelelően képzett személyzet gyűjtötte össze, rögzítette és értelmezte a tervezéshez szükséges adatokat;
- kellően képzett és tapasztalt szakemberek tervezték a tartószerkezeteket;
- megfelelő a folyamatosság és a kapcsolattartás az adatgyűjtésben, a tervezésben és a kivitelezésben közreműködő szakemberek között;
- megfelelő a műszaki felügyelet és a minőség-ellenőrzés az üzemekben, a telepeken és a munkahelyen;
- a kivitelezést a vonatkozó szabványokat és előírásokat betartva, kellő jártassággal és tapasztalattal rendelkező személyek végzik;
- az építési anyagokat és termékeket az ezen Eurocode, vagy az anyagra, illetve termékre vonatkozó előírások szerint használják fel;
- a tartószerkezet fenntartása megfelelő lesz, és ezáltal az a tervezett teljes élettartama alatt biztonságos és használható lesz;
- a tartószerkezetet a tervben meghatározott célra használják.

(3) Szükséges, hogy mind a tervező, mind a megbízó vegye figyelembe ezeket a feltételezéseket. A bizonytalanság megelőzése végett célszerű ezek egyetértő elfogadását dokumentálni, pl. a geotechnikai tervezési be-számolóban.

#### 1.4. Különbség az alapelvek és az alkalmazási szabályok között

- (1) Az EN 1997-1 egyes bekezdései – jellegüktől függően – vagy alapelvek, vagy alkalmazási szabályok.
- (2) Az alapelvek közé tartoznak:
  - azok az általános megállapítások és meghatározások, amelyeknek nincs alternatívájuk;
  - azok a követelmények és számítási modellek, amelyeknél nincs megengedve alternatíva, kivéve, ha az külön meg van jelölve.
- (3) Az alapelveket a bekezdés számát követő P betű jelöli.
- (4) Az alkalmazási szabályok olyan általánosan elfogadott szabályok, amelyek igazodnak az alapelvekhez és megfelelnek az alapelvekben megfogalmazott követelményeknek.
- (5) Megengedett az ebben az Eurocode-ban szereplő alkalmazási szabályoktól különböző alternatívák használata, feltéve hogy kimutatták, hogy az alternatív szabályok összhangban vannak a vonatkozó alapelvekkel, és a tartószerkezeti biztonságot, használhatóságot és tartósságot tekintve legalább egyenértékűek az Eurocode használata esetén elvártakkal.

MEGJEGYZÉS: Ha egy alkalmazási szabályt egy alternatív tervezési szabállyal helyettesítenek, akkor nem szabad azt állítani, hogy az e szerint készített terv tökéletes összhangban van az EN 1997-1-gyel, még akkor sem, ha a terv összhangban marad is az EN 1997-1 alapelveivel. Ha valamely termékszabvány Z mellékletében vagy egy ETAG-ban szereplő tulajdonság tekintetében használják az EN 1997-1-et, akkor alternatív tervezési szabály alkalmazását nem szabad a CE-jelölés alapjául elfogadni.

- (6) Az EN 1997-1-ben az alkalmazási szabályokat az előttük álló, zárójelbe tett szám azonosítja, mint pl. ezt a bekezdést is.

#### 1.5. Fogalommeghatározások

##### 1.5.1. Az Eurocode-okban használt közös szakkifejezések

- (1) Az összes Eurocode-ban azonos értelemben használt szakkifejezést az EN 1990:2002 1.5. szakasza tartalmazza.

##### 1.5.2. Az EN 1997-1-ben használt szakkifejezések

###### 1.5.2.1.

**geotechnikai hatás** (geotechnical action)

A termett talaj, feltöltés, nyílt felszíni víz vagy talajvíz által a tartószerkezetre kifejtett hatás.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1990:2002-ből átvett fogalommeghatározás.

###### 1.5.2.2.

**összehasonlítható tapasztalat** (comparable experience)

Dokumentált vagy más módon egyértelműen megállapított információ, amely a tervezés során figyelembe veendővel azonos típusú talajra vagy szilárd kőzetre vonatkozik, és amelytől hasonló tartószerkezetek esetén hasonló geotechnikai viselkedés várható. Kiemelt jelentőségűnek kell tekinteni az építési helyszínre vonatkozó információkat.

###### 1.5.2.3.

**talaj** (ground)

Az az eredeti talaj, szilárd kőzet vagy töltésanyag, amely már az építmény kivitelezésének megkezdése előtt az építés helyszínén volt.

## 1.5.2.4.

### **tartószerkezet** (structure)

Összekapcsolt elemek együttese, melyet teherviselésre és megfelelően merevre terveztek, ide értve az építmény kivitelezése során készülő feltöltést is.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1990:2002-ből származó fogalom meghatározás.

## 1.5.2.5.

### **származtatott érték** (derived value)

Egy geotechnikai paraméternek elméleti, korrelációs vagy tapasztalati összefüggés révén, vizsgálati eredményekből nyert számértéke.

## 1.5.2.6.

### **merevség** (stiffness)

Valamely anyag deformációval szembeni ellenállása.

## 1.5.2.7.

### **ellenállás** (resistance)

Tartószerkezeti elem vagy egy tartószerkezeti elem keresztmetszetének az a képessége, hogy mechanikai tönkremenetel nélkül viseli a hatásokat, mint például: talajellenállás, hajlítási ellenállás, kihajlási ellenállás, húzási ellenállás.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1990:2002-ből származó fogalom meghatározás.

## 1.6. Jelölések

Az EN 1997-1-ben a következő jelölések érvényesek:

### **Latin betűk**

$A'$	hatékony alapfelület ( $A' = B' \times L'$ )
$A_b$	a cölöp talpfelülete
$A_c$	a teljes nyomott alapfelület
$A_{s,i}$	a cölöp palástfelülete az $i$ -edik rétegben
$a_d$	a geometriai adat tervezési értéke
$a_{nom}$	a geometriai adat névleges értéke
$\Delta a$	a geometriai adat névleges értékének módosítása egy bizonyos tervezési célból
$B$	alapszélesség
$B'$	hatékony alapszélesség
$C_d$	az érvényes használhatósági kritérium
$c$	kohézió
$c'$	hatékony kohézió
$c_u$	drénezetlen nyírószilárdság
$c_{u,d}$	a drénezetlen nyírószilárdság tervezési értéke
$d$	takarási mélység
$E_d$	az igénybevétel tervezési értéke
$E_{stb,d}$	az állékonyságnövelő igénybevételek tervezési értéke
$E_{dst,d}$	az állékonyságcsökkentő igénybevételek tervezési értéke

$F_{c;d}$	a cölöpre vagy cölöp csoportra ható tengelyirányú nyomóerő tervezési értéke
$F_d$	a hatás tervezési értéke
$F_k$	a hatás karakterisztikus értéke
$F_{rep}$	a hatás reprezentatív értéke
$F_{t;d}$	a cölöpre vagy cölöp csoportra ható tengelyirányú húzóerő tervezési értéke
$F_{tr;d}$	a cölöpre vagy a cölöp csoportra ható keresztirányú erő tervezési értéke
$G_{dst;d}$	az állékonyságcsökkentő állandó hatások tervezési értéke felúszás ellenőrzése esetén
$G_{stb;d}$	az állékonyságnövelő állandó függőleges hatások tervezési értéke felúszás ellenőrzése esetén
$G'_{stb;d}$	az állékonyságnövelő, állandó függőleges hatások tervezési értéke a felszakadás ellenőrzésekor (víz alatti súly)
$H$	vízszintes erő, vagy egy összegzett hatásnak az alapfelülettel párhuzamos összetevője
$H_d$	a $H$ tervezési értéke
$h$	falmagasság
$h$	a felhajtóerőt meghatározó vízoszlopmagasság
$h'$	a talajtömb magassága a hidraulikus felszakadás ellenőrzése esetén
$h_{w;k}$	a hidrosztatikus vízoszlopmagasság karakterisztikus értéke a talajtömb talpán
$K_0$	a nyugalmi földnyomás szorzója
$K_{0;\beta}$	a nyugalmi földnyomás szorzója a vízszintessel $\beta$ szöveget bezáró megtámasztott földfelület esetén
$k$	a $\delta_d/\varphi_{cv;d}$ arány
$L$	alaphossz
$L'$	hatékony alaphossz
$n$	darabszám, például cölöpöké vagy vizsgált talajszelvényeké
$P$	horgonyerő
$P_d$	a horgonyerő tervezési értéke
$P_p$	az injektált horgony vizsgálati terhe alkalmazási vizsgálat esetén
$Q_{dst;d}$	az állékonyságcsökkentő esetleges függőleges hatások tervezési értéke a felúszás ellenőrzése esetén
$q_{b;k}$	a cölöpök fajlagos talpellenállásának karakterisztikus értéke
$q_{s;i;k}$	a cölöpök fajlagos palástellenállásának karakterisztikus értéke az $i$ -edik rétegben
$q_u$	egyirányú nyomószilárdság
$R_a$	a horgony kihúzóerő ellenállása
$R_{a;d}$	$R_a$ tervezési értéke
$R_{a;k}$	$R_a$ karakterisztikus értéke
$R_{b;cal}$	a cölöp talpellenállása talajvizsgálati eredményekből számítva
$R_{b;d}$	a cölöp talpellenállásának tervezési értéke
$R_{b;k}$	a cölöp talpellenállásának karakterisztikus értéke
$R_c$	a cölöp talajkörnyezetének nyomási ellenállása
$R_{c;cal}$	$R_c$ számított értéke
$R_{c;d}$	$R_c$ tervezési értéke
$R_{c;k}$	$R_c$ karakterisztikus értéke
$R_{c;m}$	$R_c$ egy vagy több cölöp-próbaterheléssel meghatározott értéke
$R_d$	az ellenállás tervezési értéke valamely hatással szemben
$R_{p;d}$	az alaptest oldalfelületén működő földnyomásból származó ellenállás tervezési értéke
$R_{s;d}$	a cölöp palástellenállásának tervezési értéke
$R_{s;cal}$	a cölöp palástellenállása talajvizsgálati eredményekből számítva

$R_{s;k}$	a cölöp palástellenállásának karakterisztikus értéke
$R_t$	az egyedi cölöp húzási ellenállása
$R_{t;d}$	az egyedi cölöp vagy a cölöpcsoport húzási ellenállásának, illetve a horgonyszerkezet anyagi ellenállásának tervezési értéke
$R_{t;k}$	az egyedi cölöp vagy a cölöpcsoport húzási ellenállásának karakterisztikus értéke
$R_{t;m}$	az egyedi cölöp egy vagy több cölöp-próbaterheléssel megállapított húzási ellenállása
$R_{tr}$	a cölöp keresztirányú ellenállása
$R_{tr;d}$	a cölöp keresztirányú ellenállásának tervezési értéke
$S_{dst;d}$	a talajban működő, állékonyságcsökkentő szivárgási erő tervezési értéke
$S_{dst;k}$	a talajban működő, állékonyságcsökkentő szivárgási erő karakterisztikus értéke
$s$	süllyedés
$s_0$	azonnali süllyedés
$s_1$	konzolidációs süllyedés
$s_2$	a kúszás okozta (másodlagos) süllyedés
$T_d$	a teljes nyírási ellenállás tervezési értéke, amely a cölöpcsoportot befogadó talajtömb peremén, avagy a tartószerkezet talajjal érintkező részén működik
$u$	pórusvíznyomás
$u_{dst;d}$	az állékonyságcsökkentő teljes pórusvíznyomás tervezési értéke
$V$	függőleges erő, vagy egy összegzett hatásnak az alapfelületre merőleges összetevője
$V_d$	$V$ tervezési értéke
$V'_d$	a hatékony függőleges hatásnak vagy a teljes hatás alapfelületre merőleges összetevőjének a tervezési értéke
$V_{dst;d}$	a tartószerkezetre átadódó, állékonyságcsökkentő függőleges hatás tervezési értéke
$V_{dst;k}$	a tartószerkezetre átadódó, állékonyságcsökkentő függőleges hatás karakterisztikus értéke
$X_d$	az anyagjellemző tervezési értéke
$X_k$	az anyagjellemző karakterisztikus értéke
$z$	függőleges távolság

## Görög betűk

$\alpha$	az alapfelület vízszintessel bezárt szöge
$\beta$	a fal mögötti térszín hajlásszöge (emelkedés esetén pozitív)
$\delta$	a tartószerkezet és a talaj közötti súrlódási szög
$\delta_d$	$\delta$ tervezési értéke
$\gamma$	térfogatsúly
$\gamma'$	hatékony térfogatsúly
$\gamma_a$	a horgonyok kihúzóerő ellenállásának parciális tényezője
$\gamma_{a;p}$	a tartós horgonyok kihúzóerő ellenállásának parciális tényezője
$\gamma_{a;t}$	az ideiglenes horgonyok kihúzóerő ellenállásának parciális tényezője
$\gamma_b$	a cölöpök talpellenállásának parciális tényezője
$\gamma_c$	a hatékony kohézió parciális tényezője
$\gamma_{cu}$	a drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője
$\gamma_E$	az igénybevétel parciális tényezője
$\gamma$	a hatások parciális tényezője, mely számításba veszi, hogy a hatás a reprezentatív értékétől kedvezőtlenül eltérhet

$\gamma_F$	a hatás parciális tényezője
$\gamma_G$	az állandó hatás parciális tényezője
$\gamma_{G,dst}$	az állékonyságcsökkentő állandó hatás parciális tényezője
$\gamma_{G,stb}$	az állékonyságnövelő állandó hatás parciális tényezője
$\gamma_m$	a talajparaméter (anyagjellemző) parciális tényezője
$\gamma_{m,i}$	az i-edik réteg talajjellemzőjének parciális tényezője
$\gamma_M$	a talajparaméter (anyagjellemző) parciális tényezője, mely figyelembe veszi a modellbizonytalanságot is
$\gamma_Q$	az esetleges hatás parciális tényezője
$\gamma_{qu}$	az egyirányú nyomószilárdság parciális tényezője
$\gamma_R$	az ellenállás parciális tényezője
$\gamma_{R,d}$	az ellenállás modellbizonytalanságának parciális tényezője
$\gamma_{R,e}$	a passzív földellenállás parciális tényezője
$\gamma_{R,h}$	az elcsúszási ellenállás parciális tényezője
$\gamma_{R,v}$	a talajtörési ellenállás parciális tényezője
$\gamma_S$	a cölöp palástellenállásának parciális tényezője
$\gamma_{S,d}$	az igénybevétel modellbizonytalanságának parciális tényezője
$\gamma_{Q,dst}$	az állékonyságcsökkentő esetleges hatás parciális tényezője
$\gamma_{Q,stb}$	az állékonyságnövelő esetleges hatás parciális tényezője
$\gamma_{s,t}$	a cölöp húzási ellenállásának parciális tényezője
$\chi$	a cölöp teljes/kombinált ellenállásának parciális tényezője
$\gamma_w$	a víz térfogatsúlya
$\gamma_{\varphi'}$	a hatékony súrlódási szög ( $\tan \varphi'$ ) parciális tényezője
$\gamma_\gamma$	a térfogatsúly parciális tényezője
$\theta$	a $H$ erő irányának szöge
$\xi$	a vizsgált cölöpök számától vagy a vizsgált talajszelvények számától függő korrelációs tényező
$\xi_a$	a horgony kihúzóerő ellenállásának korrelációs tényezője
$\xi_1; \xi_2$	a statikus próbaterhelésekkel meghatározott cölöpellenállás korrelációs tényezője
$\xi_3; \xi_4$	a talajvizsgálatok alapján meghatározott cölöpellenállás korrelációs tényezője, ha nem végeznek próbaterhelést
$\xi_5; \xi_6$	a dinamikus próbaterhelésekkel meghatározott cölöpellenállás korrelációs tényezője
$\psi$	kombinációs tényező, mellyel a karakterisztikus értékből a reprezentatív érték képezhető
$\sigma_{stb,d}$	az állékonyságnövelő teljes függőleges feszültség tervezési értéke
$\sigma_{h,0}$	a hatékony nyugalmi földnyomás vízszintes összetevője
$\sigma(z)$	a $z$ mélységben a falra merőlegesen ható feszültség
$\tau(z)$	a $z$ mélységben a fallal párhuzamosan ható feszültség
$\varphi'$	hatékony súrlódási szög
$\varphi_{cv}$	a kritikus állapothoz tartozó súrlódási szög
$\varphi_{cv;d}$	$\varphi_{cv}$ tervezési értéke
$\varphi'_d$	$\varphi'$ tervezési értéke

## Rövidítések

CFA folytonos spirállal fúrt cölöp

OCR túlkonzolidáltsági viszonzszám

1. MEGJEGYZÉS: Az összes Eurocode-ban egyöntetűen használt jelöléseket az EN 1990:2002-ben definiálták.

2. MEGJEGYZÉS: Az itt használt jelölések az ISO 3898:1997-en alapulnak.

(2) Geotechnikai számításokhoz a következő mértékegységek vagy többszöröseik ajánlatosak:

– erő	kN
– tömeg	kg
– nyomaték	kNm
– sűrűség	kg/m <sup>3</sup>
– térfogatsúly	kN/m <sup>3</sup>
– feszültség, nyomás, szilárdság és merevség	kPa
– áteresztőképességi együttható	m/s
– konszolidációs tényező	m <sup>2</sup> /s

## 2. A geotechnikai tervezés alapjai

### 2.1. Tervezési követelmények

(1)P Valamennyi geotechnikai tervezési állapotra vonatkozóan igazolni kell, hogy egyetlen, az EN 1990:2002-ben értelmezett és veszélyesnek vélelmezhető határállapot túllépése sem következik be.

(2) A geotechnikai tervezési állapotok és a határállapotok meghatározásához a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- helyszíni adottságok, tekintettel az általános állékonyságra és a talajmozgásokra;
- a tartószerkezet és elemeinek jellege és mérete, beleértve bármely sajátos követelményt, mint például az élettartamot;
- környezeti viszonyok (szomszédos építmények, közlekedés, közművek, növényzet, veszélyes vegyszerek stb.);
- talajviszonyok;
- talajvízviszonyok;
- regionális földrengésveszély;
- a környezet hatásai (hidrológiai viszonyok, felszíni vizek, felszínsüllyedések, szezonális hőmérséklet- és víztartalom-változás)

(3) Határállapotok bekövetkezhetnek a talajban vagy a tartószerkezetben, vagy a tartószerkezet és a talaj együttes törésével.

(4) A határállapotok vizsgálatára a következő eljárások valamelyike vagy kombinációjuk alkalmazható:

- számítások alkalmazása a 2.4. szakasz szerint;
- szokáson alapuló intézkedések a 2.5. szakasz szerint;
- modellkísérletek és próbaterhelések a 2.6. szakasz szerint;
- megfigyeléses módszer a 2.7. szakasz szerint.

(5) A gyakorlatban a tapasztalat rendszerint megmutatja, hogy melyik határállapot a meghatározó a tervezésben, míg a többi határállapot elkerülését ellenőrző számításal szabad igazolni.

(6) Az épületeket általában indokolt megvédeni attól, hogy a talajvíz, a vízpára és a talajból szivárgó gázok a belsejükbe jussanak.

(7) Ahol lehetséges, ajánlatos összehasonlítható tapasztalatok alapján ellenőrizni a tervezés eredményeit.



(8)P Meg kell ítélni minden geotechnikai tervfeladat bonyolultságát a kapcsolódó kockázatokkal együtt, hogy megállapíthatók legyenek a geotechnikai vizsgálatok, számítások és építés-ellenőrző vizsgálatok terjedelmének és tartalmának minimális követelményei. Főként a következők között kell különbséget tenni:

- a könnyű és egyszerű szerkezetek, valamint kisebb földművek, melyek esetében a tapasztalat és a minősítő jellegű geotechnikai vizsgálatok alapján elhanyagolható kockázattal biztosítható a minimális követelmények teljesítése;
- az egyéb geotechnikai szerkezetek.

MEGJEGYZÉS: A nemzeti mellékletben megadható, hogy milyen módon elégíthetők ki a minimális követelmények.

(9) Az előbbieken értelmezett, geotechnikailag kevésbé bonyolult és kisebb kockázatú tartószerkezetek és földművek esetében egyszerűsített tervezési eljárások is alkalmazhatók.

(10) A geotechnikai tervezési követelmények meghatározásához három, 1., 2. és 3. geotechnikai kategória vezethető be.

(11) Helyes, ha a tartószerkezetet még a geotechnikai vizsgálatok megkezdése előtt besorolják valamelyik geotechnikai kategóriába. A besorolás később, a tervezési és az építési folyamat bármely fázisában felülvizsgálható és szükség esetén megváltoztatható.

(12) Magasabb kategóriákhoz tartozó eljárások alkalmazhatók a gazdaságosabb terv igazolása céljából, vagy ha a tervező megítélése szerint azok helyénvalók.

(13) A különböző tervezési szempontok indokolhatják, hogy egy projekt egyes részei különböző geotechnikai kategóriákba kerüljenek. Nem szükséges az egész projektet a megállapított legmagasabb kategória szerint kezelni.

(14) 1. geotechnikai kategóriába csak a kicsi és viszonylag egyszerű tartószerkezetek tartoznak, amelyek esetében:

- az alapvető követelmények a tapasztalat és a minősítő jellegű geotechnikai vizsgálatok alapján is teljesíthetők;
- elhanyagolható a kockázat.

(15) Csak akkor indokolt az 1. geotechnikai kategóriához illeszkedő eljárásokat alkalmazni, ha elhanyagolható a kockázat az általános állékonyság vagy a talajmozgások tekintetében, továbbá olyanok a talajviszonyok, melyekről összehasonlítható helyi tapasztalat alapján tudható, hogy kellően kedvezőek. Ilyen esetekben az alapozások tervezéséhez és kivitelezéséhez rutinszerű módszereket szabad alkalmazni.

(16) Csak akkor ajánlatos az 1. geotechnikai kategóriához illeszkedő eljárásokat alkalmazni, ha nem lesz talajvíz alatti földkiemelés, vagy ha a helyi tapasztalat arra utal, hogy a javasolt víz alatti földkiemelés zavartalanul végrehajtható.

(17) 2. geotechnikai kategóriába indokolt sorolni azokat a hagyományos tartószerkezeteket és alapozásokat, amelyek esetén nem merül fel kivételes kockázat, vagy nem kedvezőtlenek a talaj- vagy terhelési viszonyok.

(18) A 2. geotechnikai kategóriába tartozó tartószerkezetek esetében az alapvető követelmények teljesüléséhez a tervezést általában helyénvaló számszerűsített geotechnikai adatokra és erőtani vizsgálatokra alapozni.

(19) A 2. geotechnikai kategóriájú terv keretében rutinszerű eljárásokat szabad használni a terepi és laboratóriumi vizsgálatokra, valamint a tervezésre és kivitelezésre.

MEGJEGYZÉS: A következő felsorolás mutat példákat a 2. geotechnikai kategóriába sorolható tartószerkezetekre vagy tartószerkezeti elemekre:

- síkalapok;
- lemezalapok;
- cölöpalapok;
- talajt vagy vizet megtámasztó falak és más tartószerkezetek;
- földkiemelések;
- hídpillérek és hídfők;
- töltések és más földművek;
- talajhorgonyok és más horgonyszerkezetek;
- alagutak kemény, nem repedezett kőzetben, ha nincsenek különleges vízzárósági vagy egyéb követelmények.

(20) 3. geotechnikai kategóriába tartoznak azok a tartószerkezetek vagy tartószerkezeti elemek, amelyek nem sorolhatók sem az 1., sem a 2. geotechnikai kategóriába.

(21) A 3. geotechnikai kategóriába való besorolás azzal jár, hogy az e szabványban foglaltakon túlmenő, alternatív óvintézkedéseket és szabályokat kell általában alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: A 3. geotechnikai kategóriába tartoznak a következő példák:

- a nagyon nagy vagy szokatlan szerkezetek;
- a rendkívül nagy kockázatú, illetve a szokatlan vagy rendkívül kedvezőtlen talajadottságú vagy terhelésű tartószerkezetek;
- az erősen földrengésveszélyes térségbe kerülő tartószerkezetek;
- a várhatóan nem állékony vagy ismétlődő talajmozgásokkal fenyegető területeken épülő tartószerkezetek, amelyek ezért további vizsgálatokat vagy speciális megoldásokat igényelnek.

## 2.2. Tervezési állapotok

(1)P Mind az ideiglenes, mind a tartós tervezési állapotokat vizsgálni kell.

(2) A geotechnikai tervezés során a tervezési állapotok részletes leírása értelemszerűen foglalja magába a következőket

- a hatások, kombinációik és a terhelési esetek;
- a tartószerkezet általános alkalmassága, figyelemmel az általános állékonyságra és a talajmozgásokra;
- mindazon talaj- és kőzetzónák, illetve szerkezeti elemek helyzete és megnevezése, amelyek szerepelnek a számítási modellben;
- ferde réteglapok;
- bányaművelés, barlangok vagy egyéb föld alatti szerkezetek;
- sziklán támaszkodó, vagy annak közelében létesülő szerkezet esetében:
  - egymásba ágyazódó kemény és puha rétegek;
  - vetődések, elválások és repedések;
  - a köztömbök lehetséges instabilitása;
  - kioldódott üregek, mint például víznyelők, puha anyaggal kitöltött repedések, illetve aktív kioldódási folyamatok;
- a tervezendő tartószerkezet környezetének jellemzői, beleértve a következőket:
  - a talajfelszín helyzetének és alakjának megváltozásához vezető alámosás, erózió és földkiemelés hatásai;
  - a kémiai korrózió hatásai;
  - a mállás hatásai;
  - a fagyhatás;
  - a tartós szárazság hatásai;
  - a talajvízszint-változások, beleértve pl. a víztelenítés, az esetleges elárasztás, a víztelenítő rendszer meghibásodása, a vízkivétel hatásait;
  - a talajból szivárgó gázok;
  - az időnek és a környezetnek az anyagok szilárdságára és egyéb tulajdonságaira gyakorolt hatásai, például az állatok által kivált járatok;
- földrengések,
- a bányaművelés vagy más tevékenységek miatti felszínsüllyedések okozta talajmozgások,
- a tartószerkezet érzékenysége az alakváltozásokra,
- az új tartószerkezet várható hatásai a meglévő tartószerkezetekre, közművekre és a helyi környezetre.

### 2.3. Tartósság

(1)P A geotechnikai tervezés során fel kell mérni, hogy a környezeti feltételek miként befolyásolják a tartósságot, azért hogy gondoskodni lehessen az anyagok védelméről vagy megfelelő ellenállásáról.

(2) A talajba kerülő anyagok tartósságának tervezésekor indokolt a következőket vizsgálni:

a) beton esetén

- agresszív anyagok, például savak vagy szulfátok előfordulása a talajvízben, a talajban vagy a feltöltésben;

b) acél esetén

- a kémiai korrózió, ahol az alaptesteket olyan talaj veszi körül, amelynek áteresztőképessége lehetővé teszi a talajvíz és az oxigén bejutását;
- a nyílt víznek kitett acél szádfalak felületének korróziója, különösen az átlagos vízszint zónájában;
- a repedezett vagy porózus betonba ágyazott acél pontkorróziója, főként a hengerelt acélok esetében, ahol a reveréteg katódként működve elősegíti az elektrolitikus hatást az anódként működő revementes felületen;

c) faanyagok esetén

- a gombák és aerob baktériumok oxigén jelenlétében kifejtett káros hatása,

d) szintetikus anyagok esetén

- az UV-sugárzás vagy az ózondegradáció öregítő hatása, továbbá a hőmérséklet és a feszültség együttes hatása, valamint a kémiai bomlás másodlagos hatásai.

(3) Ajánlatos a szerkezeti anyagok szabványainak a tartósságot illető rendelkezéseire hivatkozni.

### 2.4. Számításon alapuló geotechnikai tervezés

#### 2.4.1. Általános elvek

(1)P A számításon alapuló tervezés legyen összhangban az EN 1990:2002 alapkövetelményeivel, továbbá e szabvány rendelkezéseivel. A számításon alapuló tervezés figyelembe veszi a következőket:

- hatások, amelyek lehetnek terhek vagy kényszerelmozdulások, pl. talajmozgásokból;
- a talajok, szilárd kőzetek és egyéb anyagok jellemzői;
- geometriai adatok;
- az alakváltozások, repedéstágasságok, rezgések stb. határértékei;
- számítási modellek.

(2) Figyelembe kell venni, hogy a talajviszonyok ismerete függ az elvégzett geotechnikai vizsgálatok mennyiségétől és minőségétől. Ezen ismeretek megszerzése és a kivitelezés szakszerű irányítása általában sokkal fontosabb az alapvető követelmények teljesítéséhez, mint a számítási modellek és a parciális tényezők pontossága.

(3)P A számítási modell írja le híven a talajnak a vizsgált határállapotban várható viselkedését.

(4)P Ha egy határállapotra nincs megbízható számítási modell, akkor egy másik határállapotot kell vizsgálni megfelelő tényezők bevonásával, így biztosítva azt, hogy e határállapot elkerülése megnyugtatóan valószínűtlen. Alternatívaként szokáson alapuló intézkedéseket, modellkísérleteket és próbaterheléseket vagy a megfigyeléses módszert kell alkalmazni.

(5) A számítási modell a következők bármelyike lehet:

- elméleti modell;
- féltapasztalati modell;
- numerikus modell.

(6)P Minden számítási modell vagy kellően pontos legyen, vagy olyan, mely csak a biztonság javára téved.

(7) A számítási modellben szabad egyszerűsítéseket bevezetni.

(8) A modell alapján kapott eredményeket szabad módosítani, ha ez szükséges ahhoz, hogy a számítás vagy pontos legyen, vagy olyan, mely csak a biztonság javára téved.

(9) Ha az eredményeket modelltenyezővel módosítják, akkor a következők számításba vétele kívánatos:

- az elméleti módszerrel nyert eredmények bizonytalanságainak mértéke;
- minden szabályos hiba, melyről köztudott, hogy az alkalmazott elméleti módszer velejárója.

(10)P Ha az elméleti vizsgálat tapasztalati összefüggést is felhasznál, akkor egyértelműen meg kell állapítani, hogy ez érvényes a vizsgált talajviszonyokra.

(11) A talajban kialakuló törési mechanizmussal bekövetkező határállapotokat bevált számítási modellel indokolt ellenőrizni. Az alakváltozási megfontolásokon alapuló határállapotok esetében az alakváltozások nagyságát célszerű a 2.4.8. szakasz szerinti számítással vagy más módon meghatározni.

MEGJEGYZÉS: Sok számítási modell alapul azon a feltételezésen, hogy a talaj-szerkezet rendszer bizonyos mértékig deformálódhat. Ennek ellenkezője viszont hirtelen összeomlásként bekövetkező teherbírási határállapothoz vezethet.

(12) A numerikus módszerek akkor lehetnek megfelelők, ha figyelemmel vannak az alakváltozások összeférhetőségére, illetve a szerkezet és a talaj között a határállapotban működő kölcsönhatásokra.

(13) Ajánlatos figyelemmel lenni a teherbírási határállapothoz tartozó alakváltozások összeférhetőségére. Részletes, a szerkezet és a talaj relatív merevségét is figyelembe vevő erőtan vizsgálat lehet szükséges az olyan esetekben, amelyekben bekövetkezhet valamelyik szerkezeti elem és a talaj együttes törése. Ilyenek lehetnek például a lemezalapok, az oldalirányban terhelt cölöpök és a hajlékony megtámasztó falak. Különös figyelmet érdemel az alakváltozások összeférhetősége az olyan anyagok esetében, amelyek ridegek vagy alakváltozásra lágyulók.

(14) Egyes feladatok, például a kihorgonyozott vagy megtámasztott hajlékony falakkal határolt földkiemelések esetében a földnyomás nagysága és eloszlása, a belső szerkezeti erők és nyomatékok nagymértékben függenek a szerkezet merevségétől, a talaj merevségétől és a szilárdságtól, valamint a talaj feszültségállapotától.

(15) A talaj és szerkezet közötti kölcsönhatások ilyen eseteiben a biztonságos végeredmény elérése végett olyan erőtan vizsgálat kívánatos, mely a talaj és a szerkezeti anyagok feszültség-alakváltozás összefüggéseit, valamint a talaj feszültségállapotait a vizsgált határállapotnak megfelelő pontossággal követi.

## 2.4.2. Hatások

(1)P A hatások fogalm meghatározásait az EN 1990:2002-ből kell venni. A hatások számértékeit az EN 1991-ből kell venni, ahol az érvényes.

(2)P A számításba veendő geotechnikai hatások értékeit ki kell választani, hiszen ezek már a számítások elvégzése előtt ismertek, a számítások során azonban változhatnak.

MEGJEGYZÉS: A geotechnikai hatások számértékei változhatnak a számítások folyamán. Ilyen esetekben első közelítésként mint előzetesen felvett ismert értékkel indítják velük a számításokat.

(3)P Figyelembe kell venni a szerkezet és a talaj közötti minden kölcsönhatást, amikor meghatározzák a számításba veendő hatásokat.

(4) Geotechnikai számításokban a következőket ajánlatos hatásként figyelembe venni:

- a talaj, a szilárd kőzet és a víz súlya,
- az altalajban működő feszültségek,
- a földnyomások;
- a nyílt felszínű vizek nyomása, beleértve a hullámozás hatását;
- talajvíznyomás;
- szivárgási erők;
- a szerkezetek önsúlya és a róluk átadódó terhek;
- térszíni terhek;
- kikötési erők partfalak esetében;
- eltávolított térszíni terhek vagy földkiemelés;
- forgalmi terhek;
- alábányászás vagy más üregfejtés, illetve alagútépítés miatt bekövetkező elmozdulások;

- a növényzet, a klíma- vagy nedvességtartalom-változás miatt bekövetkező duzzadás vagy zsugorodás;
- a talajtömegek kúszása vagy csúszása, vagy süllyedése által okozott elmozdulások;
- a lepusztulás, mállás, diszperzió, öntömörödés vagy kioldódás által okozott elmozdulások;
- a földrengések, robbanások, rezgések vagy dinamikus terhelések okozta gyorsulások vagy elmozdulások;
- hőmérsékleti hatások, beleértve a fagyhatást;
- jégteher;
- a horgonyok vagy megtámasztóelemek előfeszítéséből származó erők;
- negatív köpenysúrlódás.

(5)P Figyelemmel kell lenni arra a lehetőségre, hogy a hatások mind együttesen, mind külön-külön is változhatnak.

(6)P A hatások időtartamát a talaj anyagjellemzőinek időbeli változásával összefüggésben kell vizsgálni, különös tekintettel a finom szemcséjű talajok vízvezető képességére és összennyomhatóságára.

(7)P Az ismétlődő vagy változó intenzitású hatásokat olyan sajátos szempontok szerint is vizsgálni kell, mint az elhúzó elmozdulások, a megfolyósodás vagy a talaj merevségének és szilárdságának változása.

(8)P Különös figyelemmel kell meghatározni azokat a hatásokat, amelyek dinamikus válaszokat keltenek a szerkezetben és a talajban.

(9)P Különös figyelemmel kell meghatározni azokat a hatásokat, amelyekben túlsúlyban vannak a talajvízből és nyílt felszíni vízből származó erők, tekintettel az alakváltozásokra, repedésre, a változó áteresztőképességre és az erózióra.

MEGJEGYZÉS: A kedvezőtlen (vagyis az állékonyságcsökkentő) és a kedvező (vagyis az állékonyságnövelő) állandó hatások bizonyos esetekben úgy tekinthetők, mint amelyek egy és ugyanazon forrásból erednek. Ha így veszik számításba őket, akkor szabad egyetlen parciális tényezőt alkalmazni az ilyen hatások vagy igénybevételek összegére.

### 2.4.3. Talajjellemzők

(1)P A talaj és közettömegek tulajdonságait, geotechnikai paraméterekként számszerűsítve azokat, a tervezési számítások céljára vizsgálati eredményekből vagy közvetlenül, vagy korrelációs, elméleti avagy tapasztalati összefüggések segítségével, illetve más megfelelő adatokból kell meghatározni.

(2)P A vizsgálati eredményekből és más adatokból nyert értékeket a vizsgált határállapotnak megfelelően kell értelmezni.

(3)P Figyelemmel kell lenni azokra a lehetséges különbségekre, amelyek a talajjellemzők és a vizsgálatokból nyert geotechnikai paraméterek, valamint a geotechnikai szerkezet viselkedését alapvetően meghatározó jellemzők között mutatkozhatnak.

(4) A 2.4.3. szakasz (3)P bekezdésében említett különbségek a következő körülményekből adódhatnak:

- sok geotechnikai paraméter nem valódi állandó, hanem a feszültség szint és az alakváltozás módjának függvénye;
- a talaj, illetve a szilárd kőzet szerkezete (pl. repedések, rétegzettség vagy nagyméretű alkotórészek), mely más szerepet játszhat a vizsgálatban, és mást a geotechnikai szerkezetben;
- időhatások;
- a talaj vagy szilárd kőzet szilárdságának csökkenése a szivárgó víz hatására;
- a dinamikus hatások gyengítő következményei;
- a vizsgált talaj, illetve szilárd kőzet ridegsége vagy deformálhatósága;
- a geotechnikai szerkezet megvalósításának módszere;
- a munka szakszerűségének hatása feltöltött vagy javított talaj esetén;
- a kivitelezésnek a talajtulajdonságokra gyakorolt hatása.

(5) A geotechnikai jellemzők számértékeinek megállapításakor indokolt ügyelni a következőkre:

- közzétett és elfogadott információk az adott talajviszonyok között használható vizsgálatípusokról;
- minden egyes geotechnikai paraméter számértékének egybevetése az odaillő közzétett adatokkal, illetve a helyi és általános tapasztalattal;

- a tervezés szempontjából lényeges geotechnikai paraméterek változékonysága;
- nagy léptékű terepi kísérletek és a környezetben levő szerkezeteken végzett mérések eredményei;
- a különféle vizsgálatok eredményei közötti korreláció;
- a talaj anyagjellemzőinek bármely számottevő romlása, amely a tartószerkezet élettartama alatt előfordulhat.

(6)P Kalibrációs tényezőket kell alkalmazni, ha a vizsgált határállapothoz a laboratóriumi vagy terepi vizsgálatok EN 1997-2 szerinti eredményeit át kell számítani a terület talajainak és szilárd kőzeteinek viselkedését jellemző adatokká, vagy ha olyan korrelációs összefüggéseket kell számításba venni, amelyekkel a vizsgálati eredményekből a származtatott értékek meghatározhatók.

#### 2.4.4. Geometriai adatok

(1)P Geometriai adatnak kell tekinteni a terepmagasságot és a térszín hajlását, a vízszinteket, a réteghatárok magassági helyzetét, a földkiemelési szinteket, valamint a geotechnikai szerkezet méreteit.

#### 2.4.5. Karakterisztikus értékek

##### 2.4.5.1. A hatások karakterisztikus és reprezentatív értékei

(1)P A hatások karakterisztikus és reprezentatív értékeit az EN 1990:2002 és az EN 1991 különböző részeivel összhangban kell leszámaztatni.

##### 2.4.5.2. A geotechnikai paraméterek karakterisztikus értékei

(1)P A geotechnikai paraméterek karakterisztikus értékeinek megválasztását laboratóriumi és terepi vizsgálatok eredményeire, illetve az ezekből származtatott értékekre kell alapozni, kiegészítve ezeket a széles körben elfogadott tapasztalatokkal.

(2)P A geotechnikai paraméterek karakterisztikus értékét a határállapot bekövetkeztére kiható érték óvatos becslésével kell megválasztani.

(3)P A karakterisztikus értékek meghatározásakor a  $c'$  esetében annak nagyobb relatív szórását a  $\tan\phi'$ -éhez képest figyelembe kell venni.

(4)P A geotechnikai paraméterek karakterisztikus értékeinek megválasztásakor a következőkre kell figyelemmel lenni:

- a geológiai és más háttér-információk, mint például a korábbi építkezésekből származó adatok;
- a mért jellemző értékeinek változékonysága és más lényeges információk, pl. a már meglévő ismeretek alapján;
- a terepi és laboratóriumi vizsgálatok részletessége;
- a minták típusa és darabszáma,
- a geotechnikai szerkezet viselkedését a vizsgált határállapotban befolyásoló talajzóna kiterjedése;
- a geotechnikai szerkezet azon képessége, hogy a terheket a gyengérből az erős talajzónákra áthárítja.

(5) A karakterisztikus értékek lehetnek alsó értékek, melyek a legvalószínűbb értékeknél kisebbek, és lehetnek felső értékek, amelyek a legvalószínűbbnél nagyobbak.

(6)P Mindegyik számítást a független paraméterek alsó és felső értékeinek legkedvezőtlenebb kombinációjával kell elvégezni.

(7) A geotechnikai szerkezet viselkedését valamely határállapotban meghatározó talajzóna kiterjedése általában sokkal nagyobb, mint egy talajminta mérete, vagy mint az in situ vizsgálat által érintett zónáé. Következésképpen a meghatározó paraméter értéke gyakran a talaj valamely felületére vagy térfogatára vonatkozó értékek átlaga. Ajánlatos a karakterisztikus értéket ezen átlag óvatos becslésével fölvenni.

(8) Ha a geotechnikai szerkezet viselkedését a vizsgált határállapotban a talajjellemző legkisebb vagy legnagyobb értéke határozza meg, akkor a karakterisztikus értéket ajánlatos a viselkedést meghatározó zóna lehetséges legkisebb vagy legnagyobb értékének óvatos becslésével fölvenni.

(9) A geotechnikai szerkezet viselkedését valamely határállapotban meghatározó talajzóna megállapításakor ajánlatos figyelemmel lenni arra, hogy a határállapot is függhet az alátámasztott szerkezet viselkedésétől. Így például egy több alaptesten nyugvó épület talajtöréssel szembeni ellenállását a teherbírás határállapotban vizsgálva, a meghatározó paraméter az egyedi alapok alatti talajzónára vonatkozó átlagos szilárdság legyen, ha az épület nem képes ellenállni a helyi töréssel szemben. Ezzel szemben, ha az épület elég merev és szilárd, akkor a meghatározó paraméter ezen átlagértékeknek az épület alatti teljes talajzónára vagy e talajzóna egy részére vonatkoztatott átlaga legyen.

(10) Ha statisztikai módszereket alkalmaznak egy talajjellemző karakterisztikus értékének megválasztásához, akkor az alkalmazott módszerek különböztessék meg a helyi és a térségi mintákat, és engedjék meg az összehasonlítható talajjellemzők korábbi ismeretének felhasználását.

(11) Statisztikai módszerek alkalmazása esetén a karakterisztikus értéket célszerű úgy származtatni, hogy a vizsgált határállapotot meghatározó kedvezőtlen érték számított valószínűsége ne legyen nagyobb 5%-nál.

MEGJEGYZÉS: Ebben a vonatkozásban az átlagérték óvatos becslését az jelenti, hogy a geotechnikai paraméterek korlátozott halmazának átlagát választjuk 95%-os konfidenciaszinten; helyi törés vizsgálata esetén az 5%-os kvantilis jelenti az alsó érték óvatos becslését.

(12)P Ha talajvizsgálati eredményeken alapuló közismert táblázatokat használnak a karakterisztikus értékek felvételére, akkor azokat különösen óvatosan kell kiválasztani.

### 2.4.5.3. A geometriai adatok karakterisztikus értékei

(1)P A térszín és a talajvízszint vagy nyílt vízszint karakterisztikus értéke mért, névleges vagy becsült, az alsó és felső szintek valamelyike legyen.

(2) A talajszintek és a geotechnikai szerkezetek vagy elemek méreteinek karakterisztikus értéke általában azok névleges értéke legyen.

### 2.4.6. Tervezési értékek

#### 2.4.6.1. A hatások tervezési értékei

(1)P Valamely hatás tervezési értékét az EN 1990:2002-vel összhangban kell meghatározni.

(2)P Valamely hatás tervezési értékét ( $F_d$ ) vagy közvetlenül kell becsülni, vagy a reprezentatív értékből kell a következő képlettel származtatni:

$$F_d = \gamma_f \cdot F_{rep} \quad (2.1.a)$$

ahol

$$F_{rep} = \psi \cdot F_k \quad (2.1.b)$$

(3)P  $\psi$  megfelelő értékeit az EN 1990:2002-ből kell venni.

(4)P A (2.1.a) képletben a tartós és az ideiglenes állapotokra az A melléklet szerint meghatározott  $\gamma_f$  parciális tényezőt kell használni.

1. MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

2. MEGJEGYZÉS: Az A mellékletben ajánlott értékek a szokványos tervezési feladatokban megfelelő biztonsági szintet jelzik.

(5) Ha a geotechnikai hatások tervezési értékeit közvetlenül veszik fel, akkor a megkövetelt biztonsági szint szempontjából célszerű az A mellékletben ajánlott parciális tényezők értékeit irányadónak tekinteni.

(6)P A talajvíznyomásból adódó, súlyos következményekkel járó határállapotok vizsgálatokor (általában teherbírás határállapotok esetében) tervezési értékeként a szerkezet tervezett élettartama alatt lehetséges legkedvezőtlenebb értékeket kell fölvenni. Kevésbé súlyos következményekkel járó határállapotok esetében (általában a használhatósági határállapotokban) tervezési értékeként a szokásos körülmények között lehetséges legkedvezőtlenebb értékeket kell fölvenni.

(7) Bizonyos esetekben szabad az EN 1990:2002 1.5.3.5. szakasza szerinti szélsőséges víznyomásokat rendkívüli hatásoknak tekinteni.

(8) A talajvízből származó nyomások tervezési értéke számítható vagy a víznyomások karakterisztikus értékéből a parciális tényezőket alkalmazva, vagy a 2.4.4. szakasz (1)P és 2.4.5.3. szakasz (1)P bekezdésével összhangban a vízszint karakterisztikus értékének a biztonsági tartalékkal megnövelt szintjéből.

(9) A víznyomást befolyásoló következő adottságokat ajánlatos számításba venni:

- a nyílt víz vagy talajvíz felszínének magassági helyzete,
- a természetes és a mesterséges víztelenítés kedvező vagy kedvezőtlen hatásai, figyelemmel a későbbi fenntartásra is,
- az esőből, áradásból, vízcsőtörésből vagy máshonnan származó vízutánpótlás,
- a növényzet növekedése vagy eltávolítása miatt bekövetkező víznyomásváltozások.

(10) Célszerű figyelembe venni azokat a kedvezőtlen vízszinteket, amelyek a vízgyűjtőn lehetséges változások, illetve eltömődés, fagyás vagy más ok miatt korlátozó vízfeltöltés következtében alakulhatnak ki.

(11) Hacsak nem lehet a víztelenítő rendszer alkalmasságát igazolni, és a fenntartását biztosítani, a talajvíz-szint tervezési értékeként indokolt lehet a lehetséges legmagasabb szintet fölvenni, mely lehet a térszín is.

## 2.4.6.2. A geotechnikai paraméterek tervezési értékei

(1)P A geotechnikai paraméterek ( $X_d$ ) tervezési értékeit vagy a karakterisztikus értékekből kell meghatározni a következő képlettel:

$$X_d = X_k / \gamma_M \quad (2.2.)$$

vagy közvetlenül kell becsülni.

(2)P A (2.2.) képletben a tartós és az ideiglenes állapotokra az A melléklet szerint meghatározott  $\gamma_M$  parciális tényezőt kell használni.

1. MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

2. MEGJEGYZÉS: Az A mellékletben ajánlott értékek a szokványos tervezési feladatokban megfelelő minimális biztonsági szintet jelzik.

(3) Ha a geotechnikai paraméterek értékeit közvetlen becsléssel állapítják meg, akkor a megkövetelt biztonsági szint szempontjából a parciális tényezők A mellékletben ajánlott értékeit célszerű irányadónak tekinteni.

## 2.4.6.3. A geometriai adatok tervezési értékei

(1) A hatások, illetve az anyagjellemzők parciális tényezői ( $\gamma_F$  és  $\gamma_M$ ) már számolnak a geometriai adatok kis-mértékű változásaival, ilyen esetekben a geometriai adatokra vonatkozó további biztonsági ráhagyás nem szükséges.

(2)P Ha a geometriai adatok eltérései jelentősen befolyásolják a szerkezet megbízhatóságát, akkor a geometriai adatok tervezési értékeit ( $a_d$ ) vagy közvetlenül kell becsülni, vagy a következő képlet szerint kell a névleges értékből származtatni (lásd az EN 1990:2002 6.3.4. szakaszát):

$$a_d = a_{\text{nom}} \pm \Delta a \quad (2.3.)$$

amihez  $\Delta a$  értékeit a 6.5.4. szakasz (2) bekezdése és a 9.3.2.2. szakasz adja meg.

## 2.4.6.4. A szerkezeti jellemzők tervezési értékei

(1)P A tartószerkezeti anyagok szilárdságának tervezési értékét, valamint a tartószerkezeti elemek ellenállásának tervezési értékét az EN 1992 – EN 1996 és az EN 1999 szabványsorozatokkal összhangban kell számítani.

## 2.4.7. Teherbírási határállapotok

### 2.4.7.1. Általános elvek

(1)P Ahol szükségesnek látszik, igazolni kell, hogy a következő határállapotok túllépése nem következik be:

- az egyetlen merev testnek tekintett tartószerkezet vagy talajtömb állékonyágvesztése, melynek bekövetkezésekor az ellenállást a szerkezeti anyagok és a talaj szilárdsága nem befolyásolja jelentősen (EQU);
- a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elemek, például a síkalapok, a cölöpök vagy az alapfalak belső törése vagy túlzott mértékű alakváltozása, melynek bekövetkezésekor az ellenállást a szerkezeti anyagok szilárdsága jelentősen befolyásolja (STR);



- a talaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása, melynek bekövetkezésekor az ellenállást a talaj vagy a szilárd közet szilárdsága jelentősen befolyásolja (GEO);
- a tartószerkezet vagy a talaj egyensúlyvesztése a víznyomás (felhajtóerő) vagy más függőleges hatás miatti felúszás folytán (UPL);
- hidraulikus gradiens által a talajban okozott hidraulikus felszakadás, belső erózió vagy buzgárosodás (HYD).

MEGJEGYZÉS: A GEO határállapot gyakran meghatározó az alapok vagy a támszerkezetek elemeinek méretei és néha a tartószerkezeti elemek szilárdsága tekintetében is.

(2)P A tartós és az ideiglenes tervezési állapotok esetében az A mellékletben közölt parciális tényezőket kell használni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A melléklet táblázatai az ajánlott értékeket mutatják.

(3) A rendkívüli tervezési állapotok esetében helyes valamennyi hatáshoz vagy igénybevételhez 1,0-re venni a parciális tényezők értékét. Ilyen esetekben ajánlatos az ellenállásokhoz tartozó összes parciális tényezőt a rendkívüli állapot sajátos körülményeivel összhangban kiválasztani.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(4) Indokolt az A mellékletben ajánlottaknál szigorúbb tényezőket alkalmazni a szokásosnál nagyobb kockázatú esetekben, illetve a szokatlan vagy kivételesen bonyolult talaj- vagy terhelési viszonyok estén.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(5) Szabad az A mellékletben ajánlottaknál kevésbé szigorú tényezőket alkalmazni az ideiglenes szerkezetekre vagy ideiglenes állapotokra, ha a várható következmények alapján az igazolható.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(6) Az ellenállás ( $R_d$ ) vagy az igénybevételek ( $E_d$ ) tervezési értékeinek számítása során megengedhető modell-tényezők ( $\gamma_{R;d}$  illetve  $\gamma_{S;d}$ ) bevezetése annak elérése végett, hogy a tervezési számítások eredményei pontosak legyenek, vagy olyanok, melyek a biztonság javára tévednek.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

#### 2.4.7.2. A helyzeti állékonyság vizsgálata

(1)P A helyzeti állékonyságot, illetve a tartószerkezet vagy a talaj általános elmozdulásának határállapotát (EQU) vizsgálva igazolni kell, hogy

$$E_{dst;d} \leq E_{stb;d} + T_d \quad (2.4.)$$

ahol

$$E_{dst;d} = E\{\gamma F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}_{dst} \quad (2.4.a)$$

és

$$E_{stb;d} = E\{\gamma F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}_{stb} \quad (2.4.b)$$

(2)P A tartós és az ideiglenes állapotokra az A2. fejezet (1)P és (2)P bekezdésében meghatározott parciális tényezőket kell alkalmazni.

1. MEGJEGYZÉS: Az EQU helyzeti állékonyság főként a tartószerkezet tervezésében lényeges. A geotechnikai tervezés esetében az EQU vizsgálata olyan ritka esetekre korlátozódik, mint például egy szilárd közeten álló merev alap teherbírása, és elviekben is különbözik az általános állékonyság vagy a felúszás jellegű problémáktól. Ha figyelembe vesszünk is egy  $T_d$  nyírási ellenállást, ne az legyen a meghatározó.

2. MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A1. és az A2. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

#### 2.4.7.3. A tartószerkezet és a talaj teherbírás határállapotának vizsgálata tartós és ideiglenes állapotokra

##### 2.4.7.3.1. Általános elvek

(1)P Ha valamely szerkezeti elem vagy talajzóna törési határállapotát vagy nagymértékű alakváltozását kell vizsgálni (STR és GEO), akkor azt kell igazolni, hogy

$$E_d \leq R_d \quad (2.5.)$$

## 2.4.7.3.2. Az igénybevételek tervezési értéke

(1) A hatások parciális tényezőit vagy magukhoz az ( $F_{rep}$ ) hatásokhoz, vagy a belőlük származó ( $E$ ) igénybevételekhez szabad alkalmazni:

$$E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\} \quad (2.6.a)$$

vagy

$$E_d = \gamma_E E\{F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\} \quad (2.6.b)$$

(2) Bizonyos tervezési állapotokban, a talajból vagy az azon keresztül fellépő hatásokra (például a föld- vagy víznyomásokra) alkalmazva a parciális tényezőket, ésszerűtlen vagy akár fizikailag lehetetlen tervezési értékek adódhatnak. Ilyen esetekben szabad a tényezőket közvetlenül a hatások reprezentatív értékeiből származtatott igénybevételekre alkalmazni.

(3)P A (2.6.a) és (2.6.b) képletekben az A3.1. szakasz (1)P és az A3.2. szakasz (1)P bekezdésében előírt parciális tényezőket kell használni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A3. és az A4. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

## 2.4.7.3.3. Az ellenállások tervezési értéke

(1) A parciális tényezőket vagy az ( $X$ ) talajjellemzőkhöz, vagy az ( $R$ ) ellenállásokhoz, vagy egyidejűleg mindkettőhöz szabad alkalmazni a következők szerint:

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\} \quad (2.7.a)$$

vagy

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\}/\gamma_R \quad (2.7.b)$$

avagy

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}/\gamma_R \quad (2.7.c)$$

MEGJEGYZÉS: Az olyan tervezési eljárásokban, amelyekben az igénybevételek felszorozott értékkel szerepelnek, a hatások parciális tényezője  $\gamma_F = 1,0$  (lásd a B3. fejezet (6) bekezdését is).

(2)P Az A3.3.1. szakasz (1)P, az A3.3.2. szakasz (1)P, az A3.3.4. szakasz (1)P, az A3.3.5. szakasz (1)P és az A3.3.6. szakasz (1)P bekezdésében meghatározott parciális tényezőket kell a (2.7.a, b és c) képletben alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A5., A6., A7., A8., A12., A13. és A14. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

## 2.4.7.3.4. Tervezési módszerek

### 2.4.7.3.4.1. Általános elvek

(1)P A (2.6.) és (2.7.) képlet alkalmazásának módját az határozza meg, hogy a háromféle tervezési módszer melyikét választjuk.

1. MEGJEGYZÉS: A (2.6.) és (2.7.) képlet használatának módját és az alkalmazandó tervezési módszert a nemzeti melléklet határozhatja meg.

2. MEGJEGYZÉS: A tervezési módszerek további magyarázata a B mellékletben található.

3. MEGJEGYZÉS: A (2.6.) és (2.7.) képlethez használandó parciális tényezőket az A melléklet csoportokba fogja össze, melyek jelzése: A (a hatásokhoz vagy az igénybevételekhez), M (a talajjellemzőkhöz) és R (az ellenállásokhoz). Ezeket a használandó tervezési módszerhez igazodóan válogatták össze.

### 2.4.7.3.4.2. 1. tervezési módszer

(1)P A tengelyirányban terhelt cölöpök és horgonyok tervezésének kivételével azt kell igazolni, hogy sem törés, sem túlzott mértékű alakváltozás miatti határállapot nem következhet be a parciális tényezőcsoportok következő kombinációinak egyikével sem:

1. kombináció:  $A1 „+” M1 „+” R1$

2. kombináció:  $A2 „+” M2 „+” R1$

ahol a „+” azt jelenti, hogy „kombinálni kell vele”.

MEGJEGYZÉS: Az 1. és 2. kombináció esetében a parciális tényezőket a hatásokhoz, illetve a talaj szilárdsági paramétereikhez rendelik.

(2)P A tengelyirányban terhelt cölöpök és horgonyok tervezésekor azt kell igazolni, hogy nem következhet be sem törés, sem túlzott mértékű alakváltozás miatti határállapot a parciális tényezőcsoportok következő kombinációinak egyikével sem:

1. kombináció:  $A1 „+” M1 „+” R1$

2. kombináció:  $A2 „+” (M1 \text{ vagy } M2) „+” R4$

1. MEGJEGYZÉS: Az 1. kombináció esetében a parciális tényezőket a hatásokhoz, illetve a talaj szilárdsági paramétereikhez rendelik. A 2. kombinációban a parciális tényezőket a hatásokhoz, a talajellenállásokhoz, illetve néha a talaj szilárdsági paramétereikhez alkalmazzák.

2. MEGJEGYZÉS: A 2. kombináció esetében az  $M1$  csoportot használják a cölöpök és horgonyok ellenállásának számításához, az  $M2$  csoportot pedig a cölöpökre kedvezőtlen, például a negatív köpenysúrlódásból vagy keresztirányú terhelésből adódó hatások számításba vételekor.

(3) Ha nyilvánvaló, hogy a két kombináció közül melyik a meghatározó a tervezés szempontjából, akkor a másik kombináció szerinti számításokat nem szükséges elvégezni. Mindamelllett lehetséges, hogy ugyanazon tervezési feladatban különböző szempontokból különböző kombinációk bizonyulnak mértékadónak.

#### 2.4.7.3.4.3. 2. tervezési módszer

(1)P Igazolni kell, hogy sem törés, sem túlzott mértékű alakváltozás miatti határállapot nem következik be a parciális tényezőcsoportok következő kombinációja esetén:

kombináció:  $A1 „+” M1 „+” R2$

1. MEGJEGYZÉS: E tervezési módszer esetében a parciális tényezőket a hatásokhoz vagy az igénybevételekhez, illetve a talajellenállásokhoz rendelik.

2. MEGJEGYZÉS: Ha ezt a tervezési módszert a rézsúállékonyság vagy az általános állékonyság vizsgálatára használják, akkor a csúszólapon keletkező igénybevételek eredője  $\gamma_E$ -vel szorzandó, a csúszólapon érvényesülő nyírási ellenállás pedig  $\gamma_{R,e}$ -vel osztandó.

#### 2.4.7.3.4.4. 3. tervezési módszer

(1)P Igazolni kell, hogy sem törés, sem túlzott mértékű alakváltozás miatti határállapot nem következik be a parciális tényezőcsoportok következő kombinációja esetén:

kombináció:  $(A1^* \text{ vagy } A2^*) „+” M2 „+” R3$

\* szerkezeti hatások,

+ geotechnikai hatások.

1. MEGJEGYZÉS: E tervezési módszer esetében a parciális tényezőket a szerkezetről átadódó hatásokhoz vagy az igénybevételekhez, illetve a talaj szilárdsági paramétereikhez rendelik.

2. MEGJEGYZÉS: A rézsúállékonyság vagy az általános állékonyság vizsgálatokor a talajra átadódó hatásokat (pl. szerkezeti hatásokat, közlekedési terheket) geotechnikai hatásoknak tekintik, s ezekhez az  $A2$  tényezőcsoportot használják.

#### 2.4.7.4. A felúszás vizsgálata és parciális tényezői

(1)P A felúszás (UPL) vizsgálatokor azt kell igazolni, hogy az állékonyságcsökkentő, állandó és esetleges, függőleges hatások kombinációjának tervezési értéke ( $V_{dst;d}$ ) kisebb vagy egyenlő, mint az állékonyságnövelő, állandó, függőleges hatások tervezési értékének ( $G_{stb;d}$ ) és a felhajtóerővel szemben működő bármely járulékos ellenállás tervezési értékének ( $R_d$ ) összege.

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d \quad (2.8.)$$

ahol

$$V_{dst;d} = G_{dst;d} + Q_{dst;d}$$

(2) A felúszással szembeni járulékos ellenállásokat is a ( $G_{stb;d}$ ) állékonyságnövelő, állandó függőleges hatásban szabad számításba venni.

(3)P A (2.8.) képletben az A4. fejezet (1)P és (2)P bekezdésében a tartós és ideiglenes állapotokra előírt parciális tényezőket kell a  $G_{dst;d}$ ,  $Q_{dst;d}$ ,  $G_{stb;d}$  és  $R_d$  mennyiségekhez használni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A15. és az A16. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

## 2.4.7.5. A talajban szivárgó víz által okozott felszakadás vizsgálata

(1)P A talajban szivárgó víz által okozott felszakadást teherbírási határállapotként (HYD, lásd a 10.3. szakaszt) vizsgálva azt kell igazolni minden veszélyeztetettnek vélelmezhető talajoszlopra vonatkozóan, hogy az oszlop alján működő, állékonyságcsökkentő ( $u_{dst;d}$ ) teljes pórusvíznyomás tervezési értéke, vagy az oszlopban működő áramlási erők tervezési értéke ( $S_{dst;d}$ ) kisebb vagy egyenlő, mint az oszlop alján működő, állékonyságnövelő ( $\sigma_{stb;d}$ ) teljes függőleges feszültség, vagy a vizsgált oszlop víz alatti súlya ( $G'_{stb;d}$ ):

$$u_{dst;d} \leq \sigma_{stb;d} \quad (2.9.a)$$

$$S_{dst;d} \leq G'_{stb;d} \quad (2.9.b)$$

(2)P A (2.9.a) és (2.9.b) képletben az A5. fejezet (1)P bekezdésében, a tartós és ideiglenes állapotokra előírt parciális tényezőket kell az  $u_{dst;d}$ ,  $\sigma_{stb;d}$ ,  $S_{dst;d}$ ,  $G'_{stb;d}$  mennyiségekhez használni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A17. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

## 2.4.8. Használhatósági határállapotok

(1)P A talaj vagy a tartószerkezet valamely keresztmetszete, szerkezeti eleme vagy kapcsolata használhatósági határállapotának igazolásaként meg kell követelni, hogy:

$$E_d \leq C_d, \quad (2.10.)$$

vagy a 2.4.8. szakasz (4) bekezdésében ismertetett ellenőrzést kell elvégezni.

(2) A használhatósági határállapothoz tartozó parciális tényezők értékeit szokásos körülmények között indokolt 1,0-re venni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(3) Ha a szerkezet élettartamán belül változhatnak a talaj tulajdonságai, pl. a talajvíz szintjének süllyedése vagy a teljes kiszáradás folytán, akkor értelemszerűen meg kell változtatni a karakterisztikus értékeket.

(4) Annak igazolására, hogy az alakváltozások az előírt használhatósági határokon belül maradnak, elfogadható annak kimutatása, hogy a talajszilárdság aránylag kis hányadának mobilizálódása szükséges, feltéve hogy ez az egyszerűsítés azokra a tervezési állapotokra korlátozódik, midőn:

- a használhatósági határállapot ellenőrzéséhez nincs megkövetelve az alakváltozások számszerű ismerete;
- hasonló talajra, szerkezetre és felhasználási módra van elfogadott összehasonlítható tapasztalat.

(5)P Valamely alakváltozás határértéke az az érték, amelyről feltételezhető, hogy az alátámasztott szerkezet használhatósági határállapotát, pl. elfogadhatatlan repedéseket vagy az ajtók megszorulását okozza. Az ilyen határértékeket illetően az alátámasztott szerkezet tervezése során az érintett feleknek meg kell állapodni.

## 2.4.9. Az alapok mozgásainak határértékei

(1)P Az alapok tervezéséhez az alapok mozgásaira vonatkozóan határértékeket kell megállapítani.

MEGJEGYZÉS: Az alapok megengedett mozgásait a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(2)P Az alapok bármely, az alátámasztott szerkezetben alakváltozást okozó mozgáskülönbségét korlátozni kell, hogy biztosan ne okozhassanak határállapotot az alátámasztott szerkezetben.

(3)P A megengedett mozgások és az alakváltozások tervezési értékeinek kiválasztásakor figyelemmel kell lenni a következőkre:

- a megengedett elmozdulások megállapításának megbízhatósága;
- a talajmozgások előfordulása és sebessége;

- a tartószerkezet típusa;
- az építőanyagok fajtája;
- az alap típusa;
- az altalaj típusa;
- az alakváltozás jellege;
- a tartószerkezet rendeltetése;
- az igény, hogy ne legyenek gondok a tartószerkezethez csatlakozó közművezetékkel.

(4)P A süllyedéskülönbségek számításakor figyelembe kell venni a következőket:

- a süllyedések és talajmozgások előfordulása és sebessége;
- a talajjellemzők véletlenszerű és szabályos változásai;
- a terhek eloszlása;
- az építési módszer (ide értve a teherfelhordás sorrendjét is);
- a tartószerkezet merevsége építés közben és után.

MEGJEGYZÉS: Ha az alátámasztott szerkezet tartószerkezeti alakváltozásaira nincsenek előzetesen rögzített határértékek, akkor a H mellékletben a tartószerkezetek alakváltozására és az alapok mozgására megadott értékek használhatók.

## 2.5. Tervezés szokáson alapuló intézkedésekkel

(1) Azokra a tervezési állapotokra, melyekre nincs számítási modell, vagy nincs szükség ilyenek használatára, szokáson alapuló intézkedések alkalmazásával kerülhető el a határállapotok túllépése. Ezek során hagyományos és általában óvatos szabályokat alkalmaznak a tervezésben, és nagy figyelmet fordítanak az anyagok előírására és ellenőrzésére, a kivitelezés szakszerűségére, a megóvási és fenntartási eljárásokra.

MEGJEGYZÉS: Ilyen hagyományos és általában óvatos szabályokra való hivatkozásokat a nemzeti mellékletben meg lehet adni.

(2) Szokáson alapuló intézkedésekkel akkor szabad tervezni, ha az 1.5.2.2. szakasz szerinti összehasonlítható tapasztalat nem teszi szükségessé a tervezési számításokat. Alkalmazható továbbá ez az eljárás a fagyhatással, a vegyi vagy biológiai káros hatásokkal szembeni tartósság biztosítására, melyekre a közvetlen számítási módszerek általában nem megfelelők.

## 2.6. Próbaterhelések és vizsgálatok kísérleti modelleken

(1)P Ha próbaterhelések vagy nagy-, illetve kisléptékű modellek vizsgálatának eredményeit használják a terv igazolására, vagy a 2.1. szakasz (4) bekezdésében említett további alternatívák valamelyikének kiegészítésére, akkor a következő sajátosságokat kell megfontolni, és azokat számításba venni:

- a vizsgálat és a valóságos építmény altalaja közötti különbségek;
- az időhatások, különösen, ha a vizsgálat időtartama lényegesen rövidebb, mint a valóságos építményre ható terhelés;
- a mérethatások, főként a kisméretű modellek esetében: a feszültségszintek hatását kell a szemcseméret hatásaival együtt értékelni.

(2) A vizsgálatok elvégezhetők a valóságos szerkezet mintadarabján vagy azonos méretű, illetve kicsinyített modelleken.

## 2.7. Megfigyeléses módszer

(1) Ha a geotechnikai viselkedést nehéz előre jelezni, indokolt lehet a „megfigyeléses módszer” néven ismert eljárást követni, amelynek során a tervet az építés közben felülvizsgálják.

(2)P Még az építés megkezdése előtt teljesíteni kell a következő követelményeket:

- meg kell határozni a viselkedés elfogadható határait;
- fel kell mérni a viselkedés lehetséges tartományát, és ki kell mutatni, hogy a tényleges viselkedés kellő valószínűséggel az elfogadható határok között marad;

- ki kell dolgozni a megfigyelés tervét, amellyel észlelhető lesz, hogy a tényleges viselkedés az elfogadható határokon belül maradt-e. A megfigyelésnek ezt már elég korán, azután pedig kellően rövid időszakonként ki kell mutatnia, hogy sikerrel végre lehessen hajtani az esetleg szükségessé váló beavatkozásokat;
- a megfigyelendő folyamat kifejlődéséhez viszonyítva kellően gyors észlelőberendezéseket és értékelési eljárásokat kell választani;
- tervet kell készíteni az esetleg szükségessé váló beavatkozásokra, amelyeket akkor kell elvégezni, ha a megfigyelés a megengedett határokat meghaladó viselkedést jelez.

(3)P Építés közben a terv szerinti megfigyelést kell végrehajtani.

(4)P A munkafázisokhoz igazodó időpontokban értékelni kell a megfigyelés eredményeit, és ha azok a viselkedés határait meghaladják, a tervezett beavatkozásokat el kell végezni.

(5)P Pótolni vagy bővíteni kell a megfigyelés eszközeit, ha nem szolgáltatnak megfelelő típusú vagy elegendő mennyiségű megbízható adatot.

### 2.8. Geotechnikai tervezési beszámoló

(1)P A biztonság és a használhatóság igazolása során alkalmazott feltételezéseket, adatokat, számítási módszereket és eredményeket geotechnikai tervezési beszámolóban kell rögzíteni.

(2) A geotechnikai tervezési beszámoló részletessége a terv típusától függően nagy mértékben változhat. Egyszerű tervek esetében egyetlen lap is megfelelhet.

(3) A geotechnikai tervezési beszámolónak, kereszt-hivatkozásokkal a talajvizsgálati jelentésre (lásd a 3.4. szakaszt) és további részleteket tartalmazó más dokumentumokra, általában a következőket kell tartalmaznia:

- az építési helyszín és környezetének ismertetése;
- a talajviszonyok leírása;
- a tervezett építmény leírása, beleértve a hatásokat;
- a talaj- és kőzetjellemzők tervezési értékei, beleértve a szükség szerinti indoklásukat is;
- az alkalmazott szabványok és előírások jegyzéke;
- a helyszín alkalmasságára vonatkozó nyilatkozat, tekintettel a tervbe vett építményre és az elfogadható kockázat szintjére;
- a geotechnikai tervezési számítások és rajzok;
- az alapozás tervezésére vonatkozó ajánlások;
- az építés közben ellenőrizendő vagy fenntartást, illetve megfigyelést igénylő tételek jegyzéke.

(4)P A geotechnikai tervezési beszámolónak tartalmaznia kell az adott esethez illő műszaki felügyelet és a megfigyelés tervét. Egyértelműen meg kell neveznie azokat a részleteket, amelyeket az építés közben ellenőrizni kell, illetve amelyek a munka befejezése után karbantartást igényelnek. Ha a megkívánt ellenőrzéseket az építés közben elvégezték, akkor azokat a beszámolóhoz csatolandó jegyzőkönyvben kell rögzíteni.

(5) A geotechnikai tervezési beszámoló a műszaki felügyeletre és a megfigyelésre vonatkozóan általában a következőket állapítsa meg:

- az észlelések vagy mérések minden egyes sorozatának tárgyát;
- a megfigyelésbe bevont tartószerkezeti elemeket és az észlelés helyét;
- a leolvasások gyakoriságát;
- az eredmények értékelési módszereit;
- az eredmények várható értéktartományát;
- az építés befejezése után folytatandó megfigyelés időtartamát;
- a mérések és észlelések végrehajtásáért, a kapott eredmények értékeléséért, valamint a műszerek karbantartásáért felelős közreműködőket.

(6)P A geotechnikai tervezési beszámolónak a kész építmény műszaki felügyeleti, megfigyelési és karbantartási követelményeit tartalmazó kivonatát át kell adni a tulajdonosnak, illetve a megbízónak.

### 3. Geotechnikai adatok

#### 3.1. Általános elvek

(1)P Mindenkor gondosan kell gyűjteni, nyilvántartani és értelmezni a geotechnikai információkat. Ezen információknak ki kell terjedniük a hely geológiai, geomorfológiai, földrengési, hidrológiai és történeti jellemzőire. A talajviszonyok változékonyságára utaló jeleket is figyelembe kell venni.

(2)P A geotechnikai vizsgálatokat a tervezett tartószerkezet építési és teljesítőképességi követelményeinek figyelembevételével kell megtervezni. A geotechnikai vizsgálatok körét folyamatosan felül kell vizsgálni, amint a kivitelezés közben új információra derül fény.

(3)P A rutinszerű terepi és laboratóriumi vizsgálatokat általában a nemzetközileg elfogadott szabványok és ajánlások szerint kell végrehajtani, és azokat követve kell róluk jelentést készíteni. Az ezen szabványoktól való eltéréseket és a kiegészítő vizsgálati követelményeket a jelentésben meg kell adni.

(4) A laboratóriumi és terepi vizsgálatokra vonatkozó követelményeket az EN 1997-2 szerint indokolt megfogalmazni.

#### 3.2. Geotechnikai vizsgálatok

##### 3.2.1. Általános elvek

(1)P A geotechnikai vizsgálatoknak szolgáltatniuk kell az építés helyszínének és környezetének talaj- és talajvízviszonyaira vonatkozó mindazon adatokat, amelyek a lényeges talajtulajdonságok megfelelő jellemzéséhez és a tervezési számításokban felhasználandó talajparaméterek karakterisztikus értékeinek megbízható felvételéhez szükségesek.

(2)P A geotechnikai vizsgálatok összetétele és mennyisége igazodjék a vizsgálati szakaszhoz és a geotechnikai kategóriához (lásd az EN 1997-2 2. fejezetét).

(3) Nagyon nagy vagy szokatlan, vagy rendkívüli kockázatú tartószerkezetek esetében, vagy szokatlan, különösen nehéz talaj- vagy terhelési viszonyok esetén, valamint erősen földrengéses területeken előfordulhat, hogy az EN 1997-ben előírt vizsgálatok terjedelme nem lesz elégséges a tervezési követelmények teljesítéséhez.

(4) Ha a vizsgálatok jellege és terjedelme a tartószerkezet geotechnikai kategóriájától függ, célszerű a vizsgálatok lehetséges legkorábbi szakaszában meghatározni azokat a talajadottságokat, amelyek befolyásolhatják a geotechnikai kategóriába való besorolást.

(5) A vizsgálatoknak általában legyen része a helyszín szemrevételezése, hogy a tervezési feltételezések teljesülését az építés során igazolni lehessen.

##### 3.2.2. Előzetes vizsgálatok

(1)P Előzetes vizsgálatokat kell végezni, hogy

- a hely általános alkalmasságát meg lehessen ítélni;
- az alternatív helyszíneket össze lehessen hasonlítani, ha vannak ilyenek;
- a tervezett munkálatok nyomán várható változásokat meg lehessen becsülni;
- a tervezési és ellenőrző vizsgálatokat meg lehessen tervezni, beleértve a tartószerkezet viselkedését lényegesen befolyásoló talajzóna kiterjedésének azonosítását;
- az anyagnyerő helyeket ki lehessen jelölni, ha szükségesek.

##### 3.2.3. Tervezési vizsgálatok

(1)P Tervezési vizsgálatokat kell végezni, hogy:

- az ideiglenes és végleges létesítmények megfelelő tervezéséhez szükséges információk meglegyenek;
- az építési módszer megtervezéséhez szükséges információk meglegyenek;
- az építés közben lehetséges bármely nehézség azonosítható legyen.

(2)P A tervezési vizsgálatoknak megbízhatóan fel kell deríteni minden, a tervezett építés szempontjából lényeges, vagy az építés által befolyásolt talajzóna felépítését és jellemzőit.

(3)P Még a végső tervezés megkezdése előtt meg kell határozni azokat a paramétereket, amelyek a tartószerkezet teljesítőképességére kihatnak.

(4) Azért, hogy a tervezési vizsgálatok biztosan feltárják az altalaj valamennyi fontos képződményét, különös figyelmet kell fordítani a következő geológiai sajátosságokra:

- a talaj rétegződése;
- természetes vagy mesterséges üregek;
- a szilárd kőzetek, talajok vagy töltésanyagok degradációja;
- hidrogeológiai hatások;
- vetődések, elválások és egyéb tagoló felületek;
- kúszó talaj- és kőzettömegek;
- duzzadó vagy roskadó talajok és szilárd kőzetek;
- hulladékok vagy mesterséges anyagok előfordulása.

(5)P Számításba kell venni a helyszínek és környezetének történetét.

(6)P A vizsgálatok során harántolni kell mindazokat a formációkat, amelyek feltételezhetően hatást gyakorolnak a projektre.

(7)P Meg kell állapítani a vizsgálat idején jellemző talajvízszinteket. A szabad vízfelszín vizsgálat alatti összes észlelését fel kell jegyezni (lásd az EN 1997-2-t).

(8) Helyénvaló kimutatni a talajvíz nyomását esetleg befolyásoló szélsőséges vízszinteket, bárholnan származzanak is.

(9)P Meg kell állapítani a helyszín környezetében levő minden víztelenítő vagy víznyerő kút helyzetét és teljesítőképességét.

### 3.3. A geotechnikai paraméterek értékelése

#### 3.3.1. Általános elvek

(1) A geotechnikai paraméterek értékelésére a következőkben ismertetendő követelmények csak a leginkább szokásos laboratóriumi és terepi vizsgálatokra vonatkoznak. Más vizsgálatok is szóba jöhetnek, feltéve, hogy alkalmasságukat összehasonlítható tapasztalat már igazolta.

#### 3.3.2. A talaj- és a kőzettípus jellemzése

(1)P A talaj vagy a szilárd kőzet típusát és fő összetevőit kell először azonosítani, mielőtt a további vizsgálatok eredményeit értelmeznénk.

(2)P Az anyagot alaposan meg kell vizsgálni, azonosítani kell, és egy elismert rendszer szerint jellemezni kell. A geológiai értékelés is szükséges.

(3) Valamely elfogadott geotechnikai talajosztályozási és leírási rendszer szerint célszerű osztályba sorolni a talajokat, és leírni a talajrétegeket.

(4) A szilárd kőzeteket a szilárd (kő-) anyag minősége és a tagoltság alapján ajánlatos osztályozni. A kőanyag minőségét a mállottságnak, a szemcseszövetnek, az ásványi alkotók meghatározó méretének, valamint a jellemző ásványi alkotó keménységének és ellenálló képességének megadásával helyes leírni. A tagoltságot a tagoló felületek típusával, a réstágassággal, a tagoltságközökkel, valamint a kitöltőanyag minőségével helyes jellemezni.

(5) A talajok és a szilárd kőzetek osztályozásához, azonosításához és mennyiségi jellemzéséhez a szemrevételezésen túl számos vizsgálat használható (lásd az EN 1997-2-t), mint például

talajok esetén:

- szemeloszlás;
- térfogatsúly;
- hézagterfogat;



- természetes víztartalom;
- a szemcsék alakja;
- a szemcsék felületi érdessége;
- relatív tömörség;
- az Atterberg-féle határok;
- duzzadás;
- mésztartalom;
- szervesanyag-tartalom.

szilárd kőzetek esetén:

- ásványi összetétel;
- kőzettani leírás;
- víztartalom;
- térfogatsúly;
- porozitás;
- hangvezető képesség;
- gyors vízfelvétel;
- duzzadás;
- mállási index;
- egyirányú nyomószilárdság.

### 3.3.3. Térfogatsúly

(1)P A térfogatsúlyt kellő pontossággal kell meghatározni, hogy az ebből származó hatások tervezési vagy karakterisztikus értékei meghatározhatók legyenek.

(2) Célszerű a térfogatsúlyt a talaj, illetve szilárd kőzet zavartalan mintáiból kivett próbatesteken meghatározni (lásd az EN 1997-2-t). Másik lehetőségként származtatható jól megalapozott vagy dokumentált korrelációs kapcsolatokból, például penetrációs vizsgálatok alapján.

### 3.3.4. Relatív tömörség

(1)P A relatív tömörség a kohézió nélküli talajoknak a szabványos laboratóriumi eljárással megállapított leglazább és legtömörebb állapotához viszonyított tömörségét fejezi ki.

### 3.3.5. Tömörégi fok

(1)P A tömörégi fokot a termett talaj vagy töltésanyag száraz térfogatsúlyának és valamely szabványosított tömörítési kísérlettel meghatározott legnagyobb száraz térfogatsúlyának hányadosaként kell kifejezni.

### 3.3.6. Nyírószilárdság

(1)P A talajok nyírószilárdságának megállapításakor a következő befolyásoló körülményeket kell mérlegelni:

- a talajra ható feszültség szint;
- a szilárdsági anizotrópia, különösen kis plaszticitású anyagok esetében;
- a repedezettség, különösen merev agyagok esetén;
- az alakváltozási sebesség hatása;
- a nagyon nagy alakváltozások, ha ezek bekövetkezhetnek valamely tervezési állapotban;
- a már korábban kialakult csúszólapok;
- az időhatások;
- a kohéziós talajok érzékenysége;
- a telítettség mértéke.

(2) Amikor a nyírószilárdságot vizsgálati eredmények alapján állapítják meg, célszerű számításba venni a nyírószilárdság számítására használt elmélet megbízhatósági szintjét, továbbá a mintavétel miatt lehetséges zavarást, valamint a minták heterogenitását.

(3) Az időhatásokat illetően ajánlatos figyelemmel lenni arra, hogy a talaj ténylegesen drénezetlen viselkedésének időtartama függ az áteresztőképességétől, a szabad víz hozzájutásának lehetőségétől és a geometriai körülményektől.

(4)P A hatékony feszültségekhez tartozó  $c'$  és  $\tan\phi'$  nyírószilárdsági paraméterekről azt kell feltételezni, hogy csak abban a feszültségtartományban állandó értékűek, amelyben meghatározták őket.

### 3.3.7. A talajok merevsége

(1)P A talajok merevségének megítélésekor a következőket kell figyelembe venni:

- a drénezési körülmények;
- az átlagos hatékony feszültség nagysága;
- a természetes vagy mesterséges előkonszolidáció;
- az előidézett nyírási alakváltozás vagy nyírófeszültség szintje, mely utóbbit gyakran normalizált értéként, a nyírószilárdság százalékában adják meg.

(2) A talajmerevség megbízható mérése akár terepi, akár laboratóriumi vizsgálattal gyakran nagyon nehéz. A mintavételi zavarások vagy más hatások következményeként különösen a laboratóriumi próbatesteken végzett mérések rendszerint alábecsülik a talaj in situ merevségét. Ezért, ahol mód van rá, ajánlatos elemezni a korábban készült építmények viselkedésének észleléseit.

### 3.3.8. Szilárd kőzetek és kőzettömbök minősége és jellemzői

#### 3.3.8.1. Általános értékelés

(1)P Szilárd kőzetek és kőzettömbök minőségének és jellemzőinek megítélésekor különbséget kell tenni a kőzetanyag magmintákon mért viselkedése és a sokszorososan nagyobb kőzettömb viselkedése között, mert az utóbbiban szerkezeti tagoló felületek, például réteglapok, elválások, nyírt zónák, kioldott üregek stb. fordulhatnak elő. Az elválások következő tulajdonságaira kell figyelmet fordítani:

- a tagoltságköz;
- irányítottság;
- tágasság;
- állandóság (folytonosság);
- vízzáróság;
- érdesség, beleértve az elválás mentén korábban bekövetkezett elmozdulások hatásait;
- kitöltőanyag.

(2)P Ezeken túlmenően, ahol indokolt, a szilárd kőzetek vagy kőzettömbök jellemzőinek megítéléséhez még a következőket kell mérlegelni:

- in situ feszültségek;
- víznyomások,
- a különböző rétegek jellemzői közötti markáns különbségek.

(3) A kőzettömbök tulajdonságai, például:

- a szilárdság és merevség;
- a tagoltság, különösen a töredezett zónákban;
- a tagoltsági rendszer vízáteresztő képessége;
- a mállott kőzet alakváltozási jellemzői

az EN 1997-2 szerinti kőzettömb-osztályozási elvek használatával állapíthatók meg.

(4)P Értékelni kell a szilárd kőzetek érzékenységét pl. éghajlati vagy feszültségváltozásokra. Gondolni kell a kémiai bomlásnak a kőből készült alapok teljesítőképességére gyakorolt hatására.

(5) A szilárd kőzetek és kőzettömbök minőségének értékelésekor ajánlatos figyelni a következő sajátosságokra:

- egyes porózus lágy kőzetek gyorsan kis szilárdságú talajokká bomlanak le, különösen, ha mállásnak vannak kitéve;
- egyes kőzetekben gyors a talajvíz által okozott kioldódás, ami kialakíthat járatokat, üregeket és víznyelő töbröket, melyek akár a térszínig is terjedhetnek,
- bizonyos kőzetek terheletlen állapotban és szabad levegővel érintkezve nagyon megduzzadhatnak, amit az agyagásványok vízfelvétele okoz.

### 3.3.8.2. Kőzetanyagok egyirányú nyomószilárdsága és alakváltozási képessége

(1)P A kőzetek egyirányú nyomószilárdságának és alakváltozási képességének megállapításához a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- a terhelés iránya, például a minta anizotrópiájához, a réteglapokhoz és a lemezességhez képest;
- a mintavétel módja, a tárolás időtartama és körülményei;
- a vizsgált próbatestek száma;
- a vizsgált próbatestek geometriai jellemzői;
- a minták víztartalma és telítettségi foka a vizsgálat időpontjában;
- a vizsgálat időtartama és a teherfelhordás sebessége;
- a Young-modulus meghatározásának módszere és a tengelyirányú feszültség szintje vagy szintjei, melyeknél meghatározták.

### 3.3.8.3. Nyírószilárdság az elválási felületeken

(1)P A kőzettömb elválási felületén érvényesülő nyírószilárdság megállapításához a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- az elválási felület irányítottsága a kőzetvizsgálat során a várható hatás irányához képest;
- a nyíróvizsgálat irányítottsága;
- a vizsgált próbatestek száma;
- a nyírt felület méretei;
- a pórusvíznyomási viszonyok;
- a kőzet viselkedését meghatározó progresszív törés lehetősége.

(2) A kőzetek gyenge síkjai rendszerint egybeesnek az elválásokkal, a réteglapokkal, a palásság és hasadások irányával, illetve a talaj és a szilárd kőzet, vagy a beton és a szilárd kőzet érintkezési felületeivel. Az e síkokon érvényes nyírószilárdság mérései általában a kőzettömbök egyensúlyi határállapotának vizsgálatához használandók fel.

### 3.3.9. Talajok és szilárd kőzetek áteresztőképességi és konszolidációs paraméterei

#### 3.3.9.1. A talajok áteresztőképességi és konszolidációs paraméterei

(1)P Az áteresztőképességi és a konszolidációs paraméterek meghatározásakor a következőkre kell figyelni:

- a heterogenitás hatásai;
- az anizotrópia hatásai;
- a repedések vagy vetődések hatásai;
- a tervezett terhelés okozta feszültségváltozások hatásai.

(2) A kisméretű mintákon végzett laboratóriumi vizsgálatokkal meghatározott áteresztőképesség nem feltétlenül jellemző az in situ viszonyokra. Ezért, ahol csak lehet, azokat a terepi vizsgálatokat kell előnyben részesíteni, melyek egy nagyobb talajtérfogat átlagos jellemzőit mérik. Figyelemmel kell lenni viszont a vízáteresztő képességnek azon lehetséges változásaira, melyeket a hatékony feszültségeknek az in situ értékekhez viszonyított növekedése okoz.

(3) Bizonyos esetekben becsülni lehet az áteresztőképességet a szemeloszlás ismerete alapján.

### 3.3.9.2. Kőzetek áteresztőképességi jellemzői

(1)P Mivel a kőzettömegek áteresztőképessége főként az elválások mértékétől és más tagoló felületektől, például törésektől és repedezettségtől függ, ezt a jellemzőt megfelelő terepi vizsgálatokkal kell mérni, vagy a helyszínre vonatkozó tapasztalat alapján kell megállapítani.

(2) Az in situ áteresztőképesség meghatározható az áramlási sebesség mérésével kombinált próbaszivattyúzásokkal, gondosan figyelembe véve a szerkezet körüli térbeli, hidrogeológiai áramlási viszonyokat, és feltérképezve az elválások és más tagoló felületek rendszerét.

(3) Laboratóriumi áteresztőképességi vizsgálatok csak a tagoló rések különböző – például változó tágasságtól függő – hatásának tanulmányozása céljából indokoltak.

### 3.3.10. Geotechnikai paraméterek terepi vizsgálatokból

#### 3.3.10.1. Nyomószondázás

(1)P A nyomószonda behatolásakor fellépő csúcscellenállás, köpenysúrlódás és – ha mérhető – pórusvíznyomás értékelésekor figyelemmel kell lenni a következőkre:

- a szondacsúcs és a súrlódó köpeny kiképzésének részletei. Ezek lényegesen befolyásolhatják a mért eredményeket, ezért tekintettel kell lenni az alkalmazott szonda típusára;
- az eredményeket csak akkor lehet megbízhatóan értelmezni, ha ismert a talajrétegződés, ezért a penetrációs vizsgálatok mellett a legtöbb esetben szükség van fúrásokra is;
- a talajvíz helyzetének és a geosztatikai nyomás nagyságának hatásai;
- heterogén talajviszonyok esetén, ahol a penetrációs eredmények nagyon ingadozóak, az építményre hatást gyakorló talajzónára kapott penetrációs értékeket kell számításba venni;
- elfogadott korrelációs összefüggések más vizsgálati eredményekkel, például a tömörségmérések és más penetrációs vizsgálatok eredményeivel.

#### 3.3.10.2. Standard penetrációs vizsgálat és verőszondázás

(1)P Az ütésszámok értékelésekor a következő sajátosságokra kell figyelmet fordítani:

- a vizsgálat típusa;
- a vizsgálati eljárás részletes ismertetése;
- a talajvízviszonyok;
- a geosztatikai nyomás befolyása;
- a talaj jellege, főleg macskakövek vagy durva kavics előfordulása.

#### 3.3.10.3. Nyírószondázás

1(P) A vizsgálati eredmények értékelésekor a következőkre kell figyelmet fordítani:

- a vizsgálati eljárás részletei;
- szabványos nyírószondát használtak-e;
- végeztek-e mérést több mélységben ahhoz, hogy nyomon követhető legyen a szilárdság rétegenkénti alakulása;
- a rudazaton ébredő súrlódási ellenállás.

(2) A nyírószondázást a kohéziós talajok  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdságának megállapításához szabad alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: A nyírószondázással egyszerűen és olcsón megítélhető, hogy puha talajfelszínen lehet-e nehéz berendezéssel vagy járművekkel közlekedni.

(3) A  $c_u$ -értékek származtatásához célszerű a mért értéket olyan korrekciós tényezővel módosítani, amely a helyi tapasztalatokon alapul és függ például a folyási határtól, a plasztikus indextől és a hatékony függőleges feszültségtől.

#### 3.3.10.4. Fúrósondázás

(1)P A fúrósondázási eredmények értékelésekor a következő sajátosságokat kell számításba venni:

- a vizsgálati eljárás részletes ismertetése;
- talajvízviszonyok;
- a geoztatikai nyomás befolyása;
- a talaj jellege, főleg macskakövek vagy durva kavics előfordulása.

(2) A fúrósondázást a talajok réteghatárainak és a kohézió nélküli talajok tömörségének becslésére szabad használni.

#### 3.3.10.5. Pressziométeres vizsgálat

(1)P A határnyomás és a pressziométeres modulus értékeinek megállapításakor a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- a vizsgálóberendezés típusa,
- a berendezés talajba juttatásának módszere.

(2) Mérsékeltnél nagyobb zavartságot mutató görbéket nem ajánlatos felhasználni. Ahol a vizsgálat folyamán nem érjük el a határnyomás értékét, a görbe ésszerű és biztonságos extrapolálásával szabad rá következtetni. Ha a pressziométeres görbének csak a kezdeti szakaszát határozzák meg, általános érvényű, vagy inkább, az ugyanazon helyről származó adatokból előállított korrelációs összefüggések óvatos használatával szabad a pressziométeres modulusból a határnyomást megbecsülni.

#### 3.3.10.6. Dilatométeres vizsgálat

(1)P A dilatométeres értékek megállapításakor tekintetbe kell venni a behelyezési eljárást.

(2)P A vizsgálat előtt meg kell határozni a talajrétegződést és főleg egyes alapvető talajjellemzőket, mint pl. a szemcseösszetételt vagy a telítettségi fokot.

(3) Ha szilárdsági paraméterek megállapítása a feladat, akkor a behatolási ellenállást indokolt figyelembe venni.

(4) A dilatométeres értékek célszerűen jelzőszámként használhatók arra, hogy az egymást követő talajrétegek merevségi modulusainak származtatott értékeit meghatározzák.

#### 3.3.10.7. Tömöríthetőségi vizsgálat

(1)P Valamely töltésanyag tömöríthetőségének megítéléséhez a következő sajátosságokat kell számításba venni:

- a talaj vagy a kőzet fajtája;
- szemeloszlás;
- a szemcsék alakja;
- az anyag heterogenitása;
- telítettségi fok vagy víztartalom;
- az alkalmazandó tömörítőeszköz típusa.

(2) Ha a helyszínen elért tömörség ellenőrzésére terepi méréseket (pl. szondázásokat, dinamikus tömörítési vizsgálatokat, terhelőlapos vizsgálatokat, süllyedésméréseket) alkalmaznak, akkor célszerű a terepi próbatömörítések (lásd az 5.3.3. szakasz (4) bekezdését) eredményeit összehasonlítani a szabványos laboratóriumi tömörítési vizsgálat eredményeivel, hogy így értékelhető legyen a szóban forgó talaj vagy szilárd kőzet tömöríthetősége.

## 3.4. Talajvizsgálati jelentés

### 3.4.1. Követelmények

(1)P A geotechnikai vizsgálatok eredményeit talajvizsgálati jelentésben kell összefoglalni, amelynek a 2.8. szakaszban ismertetett geotechnikai tervezési beszámoló alapját kell képeznie.

(2)P A geotechnikai paraméterek laboratóriumi és terepi vizsgálatairól az EN 1997-2-re hivatkozva kell tájékoztatást adni.

(3) A talajvizsgálati jelentés általában a következő két részből álljon:

- a rendelkezésre álló összes geotechnikai információ bemutatása, beleértve a geológiai jellemzőket és a további idevágó adatokat;
- az információk geotechnikai értékelése, amihez a geotechnikai jellemzők meghatározásakor alkalmazott feltevések ismertetése is hozzá tartozik.

E két részt egyetlen jelentésbe is lehet foglalni, de több részjelentésre osztva is lehet közölni.

### 3.4.2. A geotechnikai információk bemutatása

(1)P A geotechnikai információk ismertetésében közölni kell

- egy tételes kimutatást az összes terepi és laboratóriumi munkáról;
- a terepen és a laboratóriumban végzett vizsgálatok módszereinek dokumentálását.

Ezt a dokumentációt az EN 1997-2 szerinti vizsgálati beszámolók alapján kell összeállítani.

(2) Ezen felül indokolt, hogy a tételes kimutatás értelemszerűen ismertesse a következőket:

- az összes tanácsadó és alvállalkozó neve;
- a geotechnikai vizsgálat célja és tárgya;
- a terepi és laboratóriumi vizsgálatok kezdetének és befejezésének időpontja;
- a tágabb építési terület bejárásakor szerzett ismeretek, különösen
  - a talajvízre utaló jelek;
  - a szomszédos tartószerkezetek viselkedése;
  - a fejtőkben és anyaggyödrökben felszínre került formációk;
  - a csúszásveszélyes területek;
  - a földkiemelés közben várható nehézségek;
- az építési helyszín története;
- a térség geológiai adottságai, beleértve a vetődéseket;
- a geodéziai adatok;
- a meglévő légi fotogrammetriai információk;
- a területen szerzett korábbi tapasztalatok;
- a terület szeizmicitási adatai;
- a mintavétel, a szállítás és tárolás módszerei;
- a terepi vizsgálóberendezések típusai;
- a terepi és laboratóriumi munka adatainak táblázatba foglalása, és a talajfeltárást ellenőrző személyzet terepi észleléseinek bemutatása;
- a talajvízszint időbeli ingadozásának adatai a feltárási munka alatt, a fúrólukokban, valamint a terepi munka befejezése után a talajvízszint-észlelő berendezésekben tett észlelések alapján;
- a fúrásnaplók a magminták fényképeivel együtt, továbbá a felszín alatti képződményeknek a feltárási munka során tett megfigyeléseken és a laboratóriumi vizsgálatok eredményein alapuló jellemzése;
- radon előfordulása vagy ennek lehetősége;
- a talajok fagyérzékenységére vonatkozó adatok;
- a terepi és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek csoportosítása és bemutatása mellékletekben.

### 3.4.3. A geotechnikai információk értékelése

(1)P A geotechnikai információk értékelésének, értelemszerűen, tartalmaznia kell a következőket:

- a terepi és a laboratóriumi munka áttekintése. Ki kell emelni és meg kell magyarázni, ha az adatokat illetően bármely kétség felmerül (pl. hiányos, érdektelen, nem kielégítő, pontatlan). A vizsgálati eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni a mintavételi, szállítási és tárolási eljárásokat. Minden különösen kedvezőtlen vizsgálati eredményt gondosan értékelni kell annak megítéléséhez, hogy vajon téves-e, vagy a tervezéskor figyelembe veendő valós jelenség következményéről van-e szó;
- a származtatott geotechnikai paraméterek áttekintése;
- bármely, a továbbiakban elvégzendő terepi vagy laboratóriumi munkára vonatkozó javaslat a többletmunka szükségességének indoklásával együtt. Az ilyen javaslatok mellé csatolni kell az elvégzendő többletvizsgálatok részletes programját, külön hivatkozással azon kérdésekre, amelyekre ezeknek kell választ adniuk.

(2) Az előzőeken túl a geotechnikai adatok értékelése értelemszerűen terjedjen még ki a következőkre:

- a terepi és laboratóriumi munka eredményeinek táblázatos és grafikus ábrázolása a projekt követelményeihez igazodóan, továbbá ha szükségesnek látszik;
- a legfontosabb adatok értéktartományait és eloszlását bemutató hisztogramok;
- a talajvízszint mélysége és szezonális ingadozásai;
- a különféle képződmények elkülönülését bemutató talajszelvény(ek);
- valamennyi képződmény részletes leírása, beleértve a fizikai tulajdonságokat, valamint az alakváltozási és szilárdsági jellemzőket;
- a szabálytalan képződmények, mint lencsék, üregek ismertetése;
- minden réteg származtatott geotechnikai adatainak értéktartománya és csoportosítása.

## 4. Műszaki felügyelet, megfigyelés és fenntartás

### 4.1. Általános elvek

(1)P A tartószerkezetek biztonságának és minőségének biztosítása céljából – a helyzetnek megfelelően – a következőket kell teljesíteni:

- felügyelni kell az építési folyamatokat és a munka szakszerűségét;
- figyelni kell a tartószerkezet viselkedését mind az építés közben, mind a munka befejezése után;
- gondoskodni kell a szerkezet megfelelő fenntartásáról.

(2)P Az építési folyamatoknak és a munka szakszerűségének műszaki felügyeletét, illetve a tartószerkezet építés közbeni és utáni viselkedésének megfigyelését a geotechnikai tervezési beszámolóban elő kell írni.

(3) Az építési folyamatoknak és a munka szakszerűségének műszaki felügyelete – a helyzetnek megfelelően – a következőkre terjedjen ki:

- a tervben alkalmazott feltevések érvényességének ellenőrzése;
- a tervben feltételezett és a valóságos talajviszonyok közötti esetleges különbségek kimutatása;
- az építés terv szerinti megvalósulásának ellenőrzése.

(4) A tartószerkezet és környezete viselkedésének műszeres vagy más módon való megfigyelése szükséges, és pedig:

- építés közben, hogy pl. felismerhető legyen bármely javító intézkedés vagy az építési sorrend megváltoztatásának szükségessége;
- építés közben és az után, hogy értékelni lehessen a tartószerkezet hosszú távú teljesítőképességét.

(5)P Egyértelműen meg kell jelölni azokat a tervezési döntéseket, amelyeket a műszaki felügyelet és a megfigyelés befolyásolhat.

(6) Célszerű már a tervezéskor kidolgozni az építés műszaki felügyeletének terjedelmét, továbbá a teljesítő-képesség ellenőrzéséhez és megfigyeléséhez szükséges terepi és laboratóriumi vizsgálatok mennyiségét.

(7)P Ha váratlan események következnek be, felül kell vizsgálni a megfigyelések módszereit, terjedelmét és gyakoriságát.

(8)P A műszaki felügyelet és a megfigyelés szintje, illetve minősége legalább a tervezés során feltételezettel azonos legyen, és legyen összhangban a tervezési paraméterek és a parciális tényezők választott értékeivel.

MEGJEGYZÉS: A J melléklet tartalmazza a műszaki felügyelet és a megfigyelés ajánlott tételjegyzékét.

## 4.2. Műszaki felügyelet

### 4.2.1. A műszaki felügyelet terve

(1)P A geotechnikai tervezési beszámoló részét képező műszaki felügyeleti tervben elő kell írni a műszaki felügyelet során vizsgálandó adatok elfogadható határértékeit.

(2) A műszaki felügyelet tervében ajánlatos meghatározni a vizsgálatok típusát, minőségét és gyakoriságát, amelyek álljanak arányban a következőkkel:

- a tervezési feltevések bizonytalanságának mértéke;
- a talaj- és a terhelési viszonyok összetettsége;
- az építés közbeni tönkremenetel lehetséges kockázata;
- az építés közbeni tervmódosítások vagy javító intézkedések megvalósíthatósága.

### 4.2.2. Helyszíni szemlék és ellenőrzések

(1)P A kivitelezési munkák során rendszeresen szemléket kell tartani, és azok eredményeiről feljegyzést kell vezetni.

(2) Az 1. geotechnikai kategória esetén a műszaki felügyeleti program szemlékre, egyszerűsített minőség-ellenőrzésre és a tartószerkezet teljesítőképességének általános megítélésére korlátozódhat.

(3) A 2. geotechnikai kategória esetén gyakran szükség lehet a talaj tulajdonságainak vagy a tartószerkezet viselkedésének mérésére is.

(4) A 3. geotechnikai kategóriában az építés mindegyik lényeges szakaszában kiegészítő mérésekre lehet szükség.

(5)P Szükség szerint a következőkről kell feljegyzést vezetni:

- a talaj és a talajvíz jellemző adatai;
- a munka előrehaladása;
- az anyagok minősége;
- a tervtől való eltérések;
- a megvalósult létesítmény rajzai;
- a mért eredmények és azok értelmezése;
- a környezet állapotára vonatkozó megfigyelések;
- a váratlanul bekövetkezett események.

(6) Az ideiglenes munkákról is indokolt feljegyzéseket vezetni. A munkák félbeszakításának tényét és az újraindításuk körülményeit is helyénvaló rögzíteni.

(7)P A helyszíni szemlék és az ellenőrzések eredményeit még az esetleg szükségesnek ítélt változtatások előtt a tervező tudomására kell hozni.

(8) Általában ajánlatos 10 évig megőrizni a tervdokumentációkat és a kivitelezésről készített jelentéseket, ha csak nem másként állapodtak meg. A legfontosabb dokumentumokat az érintett tartószerkezet teljes élettartamán át célszerű megőrizni.



#### 4.2.3. A terv értékelése

(1)P Felül kell vizsgálni, hogy az építési eljárások és a műveletek sorrendje illeszkednek-e a tapasztalt talajviszonyokhoz, és össze kell vetni a tartószerkezet megfigyelt és előzetesen várt teljesítőképességét. A tervet a helyszíni szemlék és a műszaki felügyelet megállapításai alapján kell értékelni.

(2) A terv értékelése célszerűen terjedjen ki a kivitelezés közben lehetséges legkedvezőtlenebb körülmények gondos felülvizsgálatára, különös tekintettel a következőkre:

- talajviszonyok,
- talajvízviszonyok,
- a tartószerkezetet érő hatások,
- a környezet hatásai és változásai, beleértve a felszínmozgásokat és a kőomlásokat.

### 4.3. A talajviszonyok ellenőrzése

#### 4.3.1. Talaj és szilárd kőzet

(1)P Az építés közben ellenőrizni kell annak a talajnak és szilárd kőzetnek a megnevezését és geotechnikai tulajdonságait, amelyre vagy amelybe a tartószerkezet kerül.

(2) Az 1. geotechnikai kategória esetén a talajok és szilárd kőzetek megnevezését a következőkkel célszerű ellenőrizni:

- a helyszín megszemlélése;
- a tartószerkezet által befolyásolt zónán belüli talajok és szilárd kőzetek típusainak meghatározása;
- a földkiemelések nyomán feltáruló talajok és szilárd kőzetek leírása.

(3) A 2. geotechnikai kategória esetén helyes ellenőrizni annak a talajnak vagy szilárd kőzetnek a geotechnikai tulajdonságait is, amelybe vagy amelyre a szerkezet kerül. Kiegészítő helyszíni vizsgálatokra is szükség lehet. Ajánlatos reprezentatív mintákat venni az azonosító és állapotjellemzők, valamint a szilárdsági és alakváltozási jellemzők meghatározására.

(4) A 3. geotechnikai kategória esetén a járulékos követelmények miatt szükségesek lehetnek kiegészítő vizsgálatok, valamint indokolt lehet a termett talaj vagy a töltésanyag azon sajátosságainak alaposabb megvizsgálása, amelyeknek fontos következményei lehetnek a tervezett megoldásra.

(5) A talaj geotechnikai tulajdonságairól közvetve tanúsító információkat (például a cölöpverési diagramot) indokolt rögzíteni és a talajviszonyok értékeléséhez felhasználni.

(6)P Késedelem nélkül jelenteni kell a tervben feltételezett talajtípushoz vagy talajtulajdonságokhoz képest mutatkozó bármely eltérést.

MEGJEGYZÉS: Általában a tervezőnek kell jelenteni ezeket az eltéréseket.

(7)P Ellenőrizni kell, hogy a tervezésben alkalmazott elvek biztosan összhangban vannak-e a talaj építéskor észlelt geotechnikai jellemzőivel.

#### 4.3.2. Talajvíz

(1)P Ahol van jelentősége, ellenőrizni kell a kivitelezés közben talált talajvízszinteket, pórusvíznyomásokat és a talajvíz kémiai jellemzőit, és össze kell vetni azokat a tervben feltételezettekkel.

(2) Alaposabb ellenőrzés indokolt azokon a helyeken, ahol a talaj típusában és vízáteresztő képességében bizonyosan vagy feltételezhetően jelentősek a változások.

(3) Az 1. geotechnikai kategória esetén az ellenőrzés rendszerint a térségben korábban dokumentált tapasztalatokra vagy közvetett bizonyítékokra támaszkodhat.

(4) A 2. és 3. geotechnikai kategória esetén általában célszerű közvetlen észleléssel megfigyelni a talajvízviszonyokat, ha azok az építés módjára vagy a tartószerkezet teljesítőképességére jelentősen kihatnak.

(5) A talajvízáramlás és a pórusvíznyomás-változások jellemzőit ajánlatos piezométerekkel megállapítani, amelyeket célszerű a kivitelezés megkezdése előtt a talajba beépíteni. Néha szükség lehet a megfigyelőrendszer részeként az építés helyétől nagyobb távolságban beépített piezométerekre is.

(6) Ha kivitelezés közben a pórusvíznyomások oly mértékben változnak, hogy befolyásolhatják a tartószerkezet teljesítőképességét, akkor a pórusvíznyomásokat az építés befejezéséig ajánlatos mérni, vagy addig, amíg értékük biztonságos szintig nem csökken.

(7) Az olyan talajvízszint alá kerülő szerkezetek esetében, melyek felúszásától tartani kell, addig indokolt mérni a pórusvíznyomásokat, amíg a tartószerkezet súlya elégséges nem lesz a felúszás megakadályozáshoz.

(8) A mozgó vizek kémiai vizsgálatát is el kell végezni, ha akár a végleges, akár az ideiglenes tartószerkezetek bármely részét jelentősen károsíthatja a vegyi hatás.

(9)P Ellenőrizni kell az építési műveletek talajvizekre gyakorolt hatásait (beleértve olyan folyamatokét, mint a víztelenítés, az injektálás és az alagútépítés).

(10)P Késedelem nélkül jelenteni kell, ha a tervben feltételezett talajvízviszonyokhoz képest eltérés mutatkozik.

(11)P Ellenőrizni kell, hogy a tervezésben alkalmazott elvek biztosan összhangban vannak-e az építéskor észlelt talajvízviszonyokkal.

### 4.4. Az építés ellenőrzése

(1)P Ellenőrizni kell, hogy a munkahelyen alkalmazott műveletek összhangban vannak-e a tervben feltételezett és a geotechnikai tervezési beszámolóban előírt építési módszerekkel. Késedelem nélkül jelenteni kell, ha a terv szerinti feltételezések és a helyszíni műveletek között különbséget észlelnek.

(2)P A tervben feltételezett és a geotechnikai tervezési beszámolóban előírt építési módszerektől eltérő megoldásokat egyértelműen kell megfogalmazni, és megfontoltan kell megvalósítani.

(3)P Ellenőrizni kell, hogy a tervezésben alkalmazott elvek biztosan összhangban vannak-e az alkalmazott építési sorrenddel.

(4) Az 1. geotechnikai kategória esetében a geotechnikai tervezési beszámolóban általában nem kell tételes kivitelezési ütemtervet tartalmaznia.

MEGJEGYZÉS: Általában a kivitelező határozza meg az építési műveletek sorrendjét.

(5) A 2. és 3. geotechnikai kategória esetében a geotechnikai tervezési beszámoló megadhatja a tervezéskor feltételezett építési sorrendet.

MEGJEGYZÉS: Másik lehetőségként a geotechnikai tervezési beszámolóban kijelenthető, hogy az építési sorrendet a kivitelező dönti el.

### 4.5. Megfigyelés

(1)P Megfigyelés szükséges

- annak ellenőrzésére, hogy a tartószerkezet teljesítőképességére a tervben adott előrejelzés teljesül-e;
- annak biztosítására, hogy a tartószerkezet az építés befejezése után is a kívánalomnak megfelelően viselkedjék.

(2)P A megfigyelés programját a geotechnikai tervezési beszámolóval összhangban kell végrehajtani (lásd a 2.8. szakasz (3) bekezdését).

(3) A tartószerkezetek tényleges teljesítőképességéről készülő feljegyzések azért is célszerűek, hogy az összehasonlítható tapasztalatokhoz adatbázis gyűlhessen össze.

(4) A megfigyelés célszerűen a következők mérésére terjedjen ki:

- a tartószerkezet által befolyásolt talaj alakváltozásai;
- a hatások értékei;
- a talaj és a tartószerkezet érintkezési felületén fellépő nyomások értékei;
- a pórusvíznyomások;
- a szerkezeti elemekben keletkező erők és alakváltozások (függőleges vagy vízszintes elmozdulások, elfordulások vagy torzulások).

(5) A mérési eredmények társíthatók minősítő jellegű megfigyelésekkel, beleértve az építészeti megjelenésre vonatkozókat is.

(6) Az építés befejezése utáni megfigyelés időtartama az építés közbeni észlelések eredményétől függően megváltoztatható. Azon tartószerkezetek esetében, amelyek kedvezőtlen hatást gyakorolhatnak a szomszédos fizikai környezet lényeges elemeire, vagy amelyek tönkremenetele túlzottan kockáztatná az élet-, illetve vagyónbiztonságot, ajánlatos előírni, hogy a megfigyelést az építkezés befejezése után 10 évnél is hosszabban, vagy akár a szerkezet egész élettartamán keresztül folytassák.

(7)P Mindenkor értékelni és értelmezni kell a megfigyelés eredményeit, és ez általában számszerűsített formában valósuljon meg.

(8) Az 1. geotechnikai kategória esetében a teljesítőképesség értékelése egyszerű, minősítő jellegű lehet és szemrevételezésen alapulhat.

(9) A 2. geotechnikai kategória esetén a teljesítőképességet a tartószerkezet kiválasztott pontjainak mozgásmérései alapján lehet értékelni.

(10) A 3. geotechnikai kategória esetén a teljesítőképességet általában a mozgásmérések és az építési műveletek sorrendjét is figyelembe vevő erőtani vizsgálatok alapján kell értékelni.

(11)P Azon tartószerkezetek megfigyelési programjának készítésekor, amelyeknek kedvezőtlen hatása lehet a talaj- vagy talajvízviszonyokra, figyelembe kell venni az átszivárgások vagy a talajvízáramlás áramképe változásainak lehetőségét is, különösen a finom szemcséjű talajok esetében.

(12) Példák az ilyen szerkezettípusokra:

- vízet határoló szerkezetek;
- a talajvíz szivárgásának szabályozására készülő szerkezetek;
- alagutak;
- nagyméretű föld alatti szerkezetek;
- mélypincék, mélygarázsok;
- rézsűk és támszerkezetek,
- talajjavítások.

#### 4.6. Fenntartás

(1)P Elő kell írni, hogy milyen fenntartás szükséges a szerkezet biztonságának és használhatóságának biztosításához.

MEGJEGYZÉS: Ezt rendszerint a megbízó vagy a tulajdonos számára írják elő.

(2) Indokolt, hogy a fenntartásra vonatkozó előírások adjanak tájékoztatást a következőkről:

- a tartószerkezet rendszeres szemrevételezést igénylő kényes elemei;
- azon munkák, melyeket tilos tervezői felülvizsgálat nélkül elkezdni;
- a szemrevételezések elvárt gyakorisága.

### 5. Földművek, víztelenítés, talajjavítás és talajerősítés

#### 5.1. Általános elvek

(1)P E fejezet rendelkezéseit akkor kell alkalmazni, ha a megfelelő talajviszonyokat a következő módszerek valamelyikével hozzák létre:

- természetes talaj, zúzott kő, robbantott kőanyag vagy bizonyos másodlagos anyagok elhelyezése;
- víztelenítés;
- talajkezelés;
- talajerősítés.

1. MEGJEGYZÉS: A talaj vagy szemcsés anyag mérnöki célú elhelyezésének esetei:

- alapok és alaplemezek alatti feltöltések;
- a földkiemelések visszatöltése és támszerkezetek háttöltése;
- terepfeltöltések, beleszámítva a hidromechanizációs feltöltéseket, a mesterséges dombokat és a meddőhányókat;
- kisebb gátak és infrastrukturális építmények töltései.

2. MEGJEGYZÉS: A talaj víztelenítése lehet ideiglenes vagy állandó.

3. MEGJEGYZÉS: A tulajdonságainak javítása céljából kezelt talaj lehet természetes fekvésű réteg vagy feltöltés. A talajjavítás lehet végleges vagy ideiglenes.

(2)P A földanyagból, valamint a víztelenítés, a talajjavítás vagy talajerősítés alkalmazásával létesülő geotechnikai szerkezetek tervezésére ugyanazokat a módszereket kell alkalmazni, mint amelyeket a 6–12. fejezet bemutat.

## 5.2. Alapkövetelmények

(1)P A földmű, illetve a víztelenített, javított vagy erősített talaj legyen képes a rendeltetéséből következő vagy a környezetéből származó hatások viselésére.

(2)P Ezeknek az alapkövetelményeknek arra a természetes talajzónára vonatkozóan is teljesülniük kell, amelyre a földmű kerül.

## 5.3. Földműépítés

### 5.3.1. Alapelvek

(1)P A földmű tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a földmű megfelelése a következőktől függ:

- az anyag beépíthetőségi jellemzői jók;
- a tömörítés után megfelelőek a műszaki jellemzők.

(2) A szállítás és a beépítés körülményeit a tervezés során ajánlatos figyelembe venni.

### 5.3.2. A földmű anyagának kiválasztása

(1)P A földműépítésre alkalmas anyag jellemzőit úgy kell előírni, hogy az a tömörítés után a megkívánt szilárdságú, merevségű, tartósságú és áteresztőképességű legyen. Az elvárások megfogalmazásakor figyelemmel kell lenni a földmű céljára, valamint a ráépítendő bármely tartószerkezet által támasztott követelményekre.

(2) Földmű céljára megfelelő lehet csaknem minden jól osztályozott, természetes szemcsés anyag, továbbá bizonyos másodlagos anyagok, mint például az osztályozott bányameddő és a pernye. Bizonyos körülmények között egyes ipari termékek, mint például a könnyű adalékanyagok, is felhasználhatók. Némelyik kohéziós anyag is megfelelhet, de ezek esetében különös gondossággal kell eljárni.

(3)P A földművek anyagainak előírásakor a következő szempontokra kell gondolni:

- szemeloszlás;
- ellenállás aprózódással szemben;
- tömöríthetőség;
- áteresztőképesség;
- plaszticitás;
- az alatta levő talaj szilárdsága;
- szervesanyag-tartalom;
- vegyi agresszivitás;
- környezetszennyező hatások;
- oldhatóság;
- térfogatváltozási hajlam (duzzadó agyagok és roskadó anyagok);
- érzékenység alacsony hőmérsékletre és fagyásra;
- mállási ellenállás;
- a kitermelés, szállítás és beépítés következményei;
- a beépítés utáni cementálódás lehetősége (pl. kohósalak esetén).

(4) Ha a helyben található anyagok természetes állapotukban nem alkalmasak a beépítésre, akkor a következő eljárások valamelyikét lehet alkalmazni:

- a víztartalom szabályozása;
- cement, mész vagy más anyagok hozzákeverése;
- aprítás, átszítálás vagy átmosás;
- védelem megfelelő anyaggal;
- drénezőrétegek alkalmazása.

(5) Fagyott, duzzadó vagy oldható talajokat általában nem helyes földmű anyagaként használni.

(6)P Ha a kiválasztott anyag esetleg agresszívvá vagy környezetszennyezővé váló vegyi anyagot tartalmaz, akkor megfelelő óvintézkedéseket kell tenni, hogy ezek ne veszélyeztethessék a tartószerkezeteket, a közműveket, és ne szennyezzék a talajvizet. Az ilyen anyagokat nagy mennyiségben csak folyamatos megfigyelés mellett szabad felhasználni.

(7)P Kétséges esetben a töltésanyagoknak az adott célra való alkalmasságát a származási helyen kell vizsgálni. A vizsgálatok számát, típusát és gyakoriságát az anyag típusa, heterogenitása, valamint a projekt jellege szerint kell megválasztani.

(8) Az 1. geotechnikai kategória esetén a legtöbbször elegendő az anyag szemrevételezése.

(9)P Teherbírás, süllyedés vagy állékonyság szempontjából előírt szigorú követelmények esetén a beépítendő anyag ne tartalmazzon számottevő mennyiségben olyan anyagokat, mint hó, jég vagy tőzeg.

(10) Ha a földmű teherbírás, süllyedés vagy állékonyság szempontjából kevéssé igényes, akkor a töltésanyagok tartalmazhatnak csekély mennyiségű havat, jeget vagy tőzeget.

### 5.3.3. A földanyag elterítési és tömörítési módjának megválasztása

(1)P A földmű minden egyes zónájának vagy rétegének tömörségi követelményeit a földmű céljához és teljesítőképességi követelményeihez igazodóan kell megtervezni.

(2)P A földanyag elterítésére és tömörítésére olyan eljárásokat kell választani, amelyek biztosítják a földmű állékonyságát a teljes építési idő alatt, és hogy az eredeti altalaj sem lesz hátrányos hatásoknak kitéve.

(3)P Földművek tömörítési eljárását a tömörségi követelményektől és a következőktől függően kell előírni:

- az anyag eredete és jellege;
- a beépítés módja;
- a beépítési víztartalom és lehetséges változásai;
- a beépítendő réteg kezdeti és végső vastagsága;
- a helyi éghajlati adottságok;
- a tömörítés egyenletessége
- a földmű alatti altalaj jellege.

(4) Célszerű a megfelelő tömörítési eljárás kidolgozásához helyszíni próbatömörítést végrehajtani a beépítésre szánt anyaggal és a tervezett tömörítőeszközzel. Ebből lehet megállapítani a követendő tömörítési eljárás jellemzőit (terítési mód, tömörítőeszköz, rétegvastagság, járatszám, megfelelő szállítási mód, adagolandó vízmennyiség). A próbatömörítés alkalmazható az ellenőrzési követelmények megállapítására is.

(5) Ahol a kohéziós földanyag beépítése idején csapadék várható, ott helyes a földmű felületét minden munkaszakaszban úgy kialakítani, hogy a víz megfelelő módon lefolyhassék róla.

(6) Fagyponthoz alatti hőmérsékletek esetén szükség lehet a földanyag melegítésére, majd az elkészült felszín fagyvédelmére. Az ilyen beavatkozások szükségességét ajánlatos esetenként elbírálni, számításba véve a földanyag minőségét és megkövetelt tömörségét.

(7)P Az alaptestek körüli és padlózatok alatti visszatöltéseket úgy kell tömöríteni, hogy későbbi káros süppedésük ne következhesse be.

(8) A földanyagot ajánlatos rendezett és víztelenített talajfelszínen elteríteni. Célszerű szűrőtextília vagy szűrőréteg használatával megakadályozni a töltésanyag és az altalaj bármilyen keveredését.

(9) Víz alá kerülő töltésanyag bejuttatása előtt ajánlatos kotrással vagy más módon eltávolítani onnan minden puha anyagot.

## 5.3.4. A földmű ellenőrzése

(1)P A földművet szemrevételezéssel vagy mérésekkel kell ellenőrizni, hogy az anyag típusa, beépítési víztartalma és tömörítési eljárása biztosan megfeleljen az előírtaknak.

(2) A töltésanyagok és a tömörítési eljárások bizonyos kombinációja esetén a tömörséget nem szükséges mérésekkel ellenőrizni, ha a tömörítési eljárás a próbatömörítés vagy a korábbi, összehasonlítható tapasztalatok alapján megfelelőnek bizonyult.

(3) A tömörség a következő módszerek valamelyikével ellenőrizhető:

- a száraz térfogatsűrűség mérése és – ha a terv megkívánta – a víztartalom mérése;
- olyan jellemzők mérése, mint pl. a behatolási ellenállás vagy a merevség. Az ilyen mérések azonban nem mindig alkalmasak a kohéziós talajok tömörségének a megítélésére.

(4) Ajánlatos előírni és a helyszínen ellenőrizni a – például Proctor-százalékban meghatározott – szükséges legkisebb tömörséget.

(5) Kőanyag vagy nagy mennyiségű durva szemcsét tartalmazó anyag esetén a terepi módszerekkel végzett ellenőrzés indokolt. Ilyen anyagok esetén a Proctor-vizsgálat alkalmatlan.

(6) A helyszíni ellenőrzés (lásd az EN 1997-2-t) a következők valamelyikével lehetséges:

- annak megállapításával, hogy a tömörítés a próbatömörítés vagy az összehasonlítható tapasztalatok alapján meghatározott eljárás szerint történt;
- annak megállapításával, hogy a tömörítőeszköz egy további járata csak az előzetesen megszabottnál kisebb többletsüllyedést okoz;
- tárcsás teherbírás-vizsgálattal;
- szeizmikus vagy dinamikus módszerekkel.

(7)P Ha túltömörítés nem engedhető meg, elő kell írni a tömörség felső határértékét is.

(8) A túltömörítés a következő kedvezőtlen hatásokat válthatja ki:

- rejtett csúszólapok és túlzott talajmerevség kialakulása rézsűkben;
- túlzottan nagy földnyomás kialakulása földbe ágyazott és földet megtámasztó szerkezeteken;
- az anyag széttöredezése könnyű töltésképző anyagok, pl. gyenge kőzetek, salakok, vulkáni tufák esetében.

## 5.4. Víztelenítés

(1)P A talajvíz eltávolítására vagy a talajvíz nyomásának csökkentésére irányuló bármely megoldásnak geotechnikai vagy hidrogeológiai vizsgálatok eredményein kell alapulnia.

(2) A talajból a víz gravitációs úton, zsompokból, pontkutakból vagy fúrt kutakból való szivattyúzással vagy elektrooszmózissal távolítható el. Az alkalmazandó megoldás a következőktől függ:

- a talaj- és talajvízviszonyok;
- a tervezett munka jellemzői: például a földkiemelés mélysége és a víztelenítés kiterjedése.

(3) A víztelenítési rendszer részeként a kiemelés helyétől megfelelő távolságban visszatápláló kutak is telepíthetők.

(4) A víztelenítés módja értelemszerűen feleljen meg a következőknek:

- földkiemelések esetében a talajvízszint-csökkentést úgy kell végrehajtani, hogy eközben a kiemelés oldalfalai mindenkor állékonyak maradjanak, és ne következzen be a gödör fenekén túlzott emelkedés vagy talajtörés, például egy kevésbé vízáteresztő réteg alatt megnövekvő víznyomás miatt;
- a tevékenység ne vezessen a szomszédos szerkezetek meg nem engedhető süllyedéséhez vagy károsodásához;
- a tevékenység ne okozzon a földkiemelés falán vagy fenekén túlzott szemcsekimosódást;
- megfelelő szűrőzéssel kell ellátni a zsompokat, hogy a kiszivattyúzott vízzel együtt ne távozhassanak túlzott mennyiségben talajszemcsék, kivéve az eléggé elnyújtott szemeloszlású talajokban lévőket, amelyek önmagukban is szűrőréteggé működnek;

- a kiemelt vizet általában a kitermelés helyétől kellő távolságban kell kiereszteni;
- a víztelenítési rendszer terve, elrendezése és működtetése olyan legyen, amely az előírányzott vízszinteket és pórusvíznyomásokat munka közben jelentős ingadozás nélkül képes tartani;
- legyen kellően bőséges a szivattyúzási kapacitás, és meghibásodás esetére legyen tartalék szivattyú;
- amikor a talajvízszintet az eredeti helyzetébe engedik vissza, gondoskodni kell az olyan problémák elkerüléséről, mint az érzékeny szerkezetű talajok, például laza homok roszakadása;
- túlzott mennyiségű szennyezett víz ne áramolhasson a vízkiemelési hely felé;
- ne vonjanak ki túlzott mennyiségű vizet egy ivóvizet adó természetes vízgyűjtőből.

(5)P A víztelenítés hatékonyságát, szükség szerint, a talajvízszint, a pórusvíznyomás és a talajfelszín mozgásának megfigyelésével kell ellenőrizni. Az összegyűjtött adatokat megfelelő gyakorisággal kell áttekinteni és értelmezni, hogy megállapítható legyen a víztelenítésnek a talajviszonyokra és a szomszédos tartószerkezetekre gyakorolt hatása.

(6)P Ha a szivattyúzást hosszú ideig fenn kell tartani, akkor meg kell vizsgálni, hogy vannak-e a talajvízben oldott sók vagy gázok, amelyek korrodálhatják vagy a kicsapódó sóval eltömíthetik a kutak szűrőberendezését.

(7)P Hosszú ideig tartó víztelenítést úgy kell megtervezni, hogy bakteriológiai vagy más eredetű hatások okozta dugulások se következzenek be.

## 5.5. Talajjavítás és talajerősítés

(1)P Bármely talajjavító vagy -erősítő módszer kiválasztása vagy alkalmazása előtt geotechnikai vizsgálatokat kell végezni, hogy megfelelő ismereteket szerezzünk a kiindulási talajviszonyokról.

(2)P A megfelelő talajjavítási módszert az adott helyzetnek megfelelően a következő tényezők figyelembevételével kell megtervezni:

- az eredeti talajréteg vagy töltésanyag vastagsága és jellemzői;
- a különböző rétegekben uralkodó víznyomás nagysága;
- a talaj által alátámasztott tartószerkezet jellege, mérete és helyzete;
- a szomszédos tartószerkezetek vagy közművezetékek károsodásának megelőzése;
- a talajjavítás ideiglenes vagy végleges jellege;
- a talajjavítási módszer és az építési sorrend közötti összefüggés, az előre jelzett alakváltozásokat kezelve kritériumként;
- a talajjavítás hatása a környezetre, beleértve a mérgező anyagok okozta szennyezést vagy a talajvízszint változásait;
- az anyagok tulajdonságainak hosszú távú romlása.

(3)P A talajjavítás hatékonyságát az elfogadási feltételekhez viszonyítva, a megfelelő talajjellemzőkben elért változást meghatározva kell ellenőrizni.

## 6. Síkalapok

### 6.1. Általános elvek

(1)P E fejezet rendelkezései a síkalapokra vonatkoznak, beleértve a pont-, a sáv- és a lemezalapokat.

(2) Egyes rendelkezései a mélyalapokra, például a szekrényalapokra is alkalmazhatók.

### 6.2. Határállapotok

(1)P A következőkben felsorolt határállapotokat kell megfontolni, és ezek alapján egy, a helyzethez illő feladatjegyzéket kell összeállítani:

- az általános állékonyság elvesztése;
- az alap alatti talajtörés, átfúródás, kipréselődés;

- tönkremenetel elcsúszás miatt;
- a tartószerkezet és az altalaj együttes tönkremenetele;
- a tartószerkezet tönkremenetele az alap mozgása miatt;
- túlzottan nagy süllyedések;
- túlzottan nagy megemelkedés duzzadás, fagy vagy más okok miatt;
- elfogadhatatlan mértékű rezgések.

### 6.3. Hatások és tervezési állapotok

(1)P A tervezési állapotokat a 2.2. szakasszal összhangban kell megválasztani.

(2) Általában a 2.4.2. szakasz (4) bekezdésében felsorolt hatásokat kell vizsgálni, amikor a számításokhoz kiválasztják a határállapotokat.

(3) Ha a tartószerkezet merevsége számottevő, a hatások eloszlásának meghatározása céljából szükség lehet a szerkezet és az altalaj kölcsönhatásának vizsgálatára.

### 6.4. Tervezési és kivitelezési szempontok

(1)P Az alapsík mélységét a következők figyelembevételével kell megválasztani:

- a megfelelő teherbírású réteg elérhetősége;
- az a mélység, ameddig az agyagtalajoknak a szezonális időjárás-változások vagy a fák és bokrok miatt bekövetkező duzzadása vagy zsugorodása észlelhető mozgásokat okozhat;
- az a mélység, amely fölött a fagy károsodást okozhat;
- a talajvíz szintje és a felmerülő problémák, ha az alapozáshoz végzendő földkiemelés e szint alá kerül;
- talajmozgások vagy a teherbíró réteg szilárdságcsökkenése vízszivárgás, klimatikus hatások vagy az építési műveletek miatt;
- a földkiemelés hatása a szomszédos alapokra vagy tartószerkezetekre;
- az alapok közelében a későbbiekben várható földkiemelések közművezetékhez;
- az építmény által átadott magas vagy alacsony hőmérséklet;
- az esetleges aláüregelődés;
- száraz éghajlatú területeken a hosszan tartó aszályos, majd az ezt követő csapadékos időszak miatti víztartalom-változások hatásai a térfogatváltozó talajok tulajdonságaira;
- oldódó anyagok, pl. mészkő, agyagkő, gipsz kőso jelenléte.

(2) Nem fordul elő fagykár, ahol:

- a talaj nem fagyérzékeny;
- az alapsík a fagybehatolás mélysége alatt van;
- szigetelés zárja ki a fagyást.

(3) Épületalapok fagyvédelméhez az EN ISO 13793 használható.

(4)P A teljesítőképesség alapvető követelményeinek teljesítése mellett a következő gyakorlati szempontokra is figyelve kell megtervezni az alaptest szélességét: a földkiemelés gazdaságossága, a kitűzési tűrések, a munkavégzés helyigénye és az alátámasztandó falak vagy oszlopok méretei.

(5)P A síkalapok tervezésére a következő tervezési módszerek valamelyikét kell alkalmazni:

- közvetlen módszer, melyben más-más számítási modellt alkalmazva vizsgáljuk az egyes határállapotokat. A teherbírási határállapotok ellenőrzésekor a számításnak a lehető legpontosabban kell modelleznie az elképzelt törési mechanizmust. A használhatósági határállapotokat süllyedésszámítással kell ellenőrizni;
- közvetett módszer, melyben összehasonlítható tapasztalatok, valamint terepen vagy laboratóriumban végzett mérések, illetve észlelések eredményeit alkalmazzuk, és amelyet a használhatósági határállapot terhehez viszonyítva úgy választunk meg, hogy ezáltal az adott esetben értelmezhető összes határállapot követelményei teljesüljenek;



- szokáson alapuló módszer, melyben valószínűsített talajtörési ellenállással számolunk (lásd a 2.5. szakaszt).

(6) A talajon álló síkalapok tervezésére használható teherbírési és használhatósági határállapotok számítási modelljeit a 6.5. és 6.6. szakasz adja meg. A szilárd közeten álló síkalapok esetében a valószínűsített talajtörési ellenállásokat a 6.7. szakasz szerint célszerű felvenni.

## 6.5. Tervezés teherbírési határállapotra

### 6.5.1. Általános állékonyság

(1)P Az általános állékonyságot – az alapokkal együtt vagy azok nélkül – elsősorban akkor kell vizsgálni, ha a sík a következő helyekre kerül:

- természetes vagy mesterséges rézsűkbe vagy azok közelébe;
- földkiemelés vagy támfal közelébe;
- folyópart, csatorna, tó, tározó vagy tengerpart közelébe;
- alábányászott területre vagy föld alatti szerkezetek közelébe.

(2)P Ezekre az esetekre a 11. fejezetben leírt elveket alkalmazva ki kell mutatni, hogy az alaptestet magában foglaló földtömeg állékonyságvesztésének elfogadhatóan kicsi a valószínűsége.

### 6.5.2. Talajtörési ellenállás

#### 6.5.2.1. Általános elvek

(1)P A következő egyenlőtlenség teljesülését kell minden teherbírési határállapotra kimutatni:

$$V_d \leq R_d \quad (6.1.)$$

(2)P  $R_d$  értékét a 2.4. szakasszal összhangban kell számítani.

(3)P  $V_d$  értékében szerepelnie kell az alap önsúlyának, bármely visszatöltés súlyának és minden, akár kedvező, akár kedvezőtlen földnyomásnak is. A nem az alap terhe által keltett víznyomások hatásként kell bevonni a számításba.

#### 6.5.2.2. Számítási módszer

(1) Általánosan elfogadott számítási módszert ajánlatos használni.

MEGJEGYZÉS: A talajtörési ellenállás meghatározására a D mellékletben példaként bemutatott számítási módszert szabad használni.

(2)P Az  $R_d$  tervezési értékének analitikus meghatározásakor mind a rövid, mind a hosszú időtartamra vonatkozó eseteket vizsgálni kell, különösen a finom szemcséjű talajok esetében.

(3)P Ha az alap alatti talaj- vagy köztömegben markáns rétegződés vagy más diszkontinuitás van, akkor az alapul vett törési mechanizmus, valamint a kiválasztott nyírószilárdsági és alakváltozási paraméterek számoljanak az altalaj ezen szerkezeti sajátosságaival.

(4)P Ha olyan többretegű üledékre kerül az alap, amelyen belül a rétegek tulajdonságai egymáshoz képest jelentősen változnak, akkor a talajparaméterek tervezési értékeit minden egyes rétegre meg kell állapítani.

(5) Ahol szilárd réteg fekszik egy gyengébb zóna alatt, ott a talajtörési ellenállás a gyengébb réteg nyírási paraméterei alapján számítható. Fordított elrendezés esetén indokolt ellenőrizni az átfúródást.

(6) Gyakran előfordul, hogy a 6.5.2.2. szakasz (3)P, (4)P és (5) bekezdése szerinti tervezési állapotokra az analitikus módszerek nem alkalmasak. Ilyenkor ajánlatos numerikus eljárásokat alkalmazni a legkedvezőtlenebb törési mechanizmus meghatározására.

(7) Az általános állékonyság számítására vonatkozóan a 11. fejezetben írottakat szabad használni.

#### 6.5.2.3. Féltapasztalati módszer

(1) Általánosan elfogadott féltapasztalati módszert ajánlatos használni.

MEGJEGYZÉS: Az E mellékletben példaként bemutatott, a talajtörési ellenállást a pressiometriás vizsgálat eredményei alapján becsülő, féltapasztalati módszer alkalmazása ajánlható.

#### 6.5.2.4. Szokáson alapuló módszer valószínűsített talajtörési ellenállás alkalmazásával

(1) Általánosan elfogadott, valószínűsített talajtörési ellenállást alkalmazó, szokáson alapuló módszert ajánlatos használni.

MEGJEGYZÉS: A közetten álló síkalapok talajtörési ellenállásának származtatására a G mellékletben példaként bemutatott számítási módszer alkalmazása ajánlható. E módszer használata esetén célszerű összehasonlítható tapasztalattal szembesíteni a tervezés eredményét.

#### 6.5.3. Ellenállás csúszással szemben

(1)P Ha az alaptestre nem merőleges az erő, ellenőrizni kell, nem következhet-e be elcsúszási törés az alapfelületen.

(2)P A következő egyenlőtlenségnek kell teljesülnie:

$$H_d \leq R_d + R_{p,d} \quad (6.2.)$$

(3)P  $H_d$  értékében kell szerepeltetni az alapra átadódó bármely aktív földnyomási erő tervezési értékét is.

(4)P  $R_d$  értékét a 2.4. szakasszal összhangban kell kiszámítani.

(5)  $R_d$  és  $R_{p,d}$  értékei legyenek összhangban a terhelés vizsgált határállapotában várható mozgások mértékével. Nagy elmozdulás esetén indokolt arra számítani, hogy a nyírási ellenállás csúcsértékének meghaladása utáni viselkedés lesz a jellemző. A választott  $R_{p,d}$ -érték lehetőleg igazodjék a szerkezet tervezett élettartamához.

(6)P Az agyagtalajok szezonális mozgásainak zónájában nyugvó alaptestek esetében gondolni kell arra, hogy az alaptestek függőleges fala mellől zsugorodás miatt elválhat az agyag.

(7)P Gondolni kell arra, hogy az alaptest homlokfala mellől akár az erózió, akár valamilyen emberi beavatkozás eltávolíthatja a talajt.

(8)P Drénezett viszonyok esetén a nyírási ellenállás  $R_d$  tervezési értékét vagy a talajjellemzőkre, vagy a talajellenállásra alkalmazott parciális tényezőkkel kell számítani a következők szerint:

$$R_d = V'_d \tan \delta_d \quad (6.3.a)$$

vagy

$$R_d = (V'_d \tan \delta_k) / \gamma_{R,h} \quad (6.3.b)$$

MEGJEGYZÉS: Ha a tervezési eljárásban az igénybevételeket szorozzák, akkor a hatások parciális tényezője ( $\gamma_F$ ) egyenlő 1-gyel és a (6.3.b) képletben  $V'_d = V'_k$ .

(9)P  $V'_d$  meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy  $H_d$  és  $V'_d$  egymással összefüggő vagy független hatások-e.

(10) A  $\delta_d$  súrlódási szög tervezési értéke helyben betonozott alaptestek esetében egyenlőnek vehető a nyírási ellenállás hatékony feszültségekhez és kritikus állapothoz tartozó szögének  $\phi'_{cv,d}$  tervezési értékével, sima, előre gyártott alaptestek esetében pedig  $2/3 \phi'_{cv,d}$  lehet. A hatékony feszültségekhez tartozó  $c'$  kohéziót indokolt figyelmen kívül hagyni.

(11)P Drénezetlen viszonyok esetén a nyírási ellenállás  $R_d$  tervezési értékét vagy a talajjellemzőkre, vagy a talajellenállásra alkalmazott parciális tényezőkkel kell számítani a következők szerint:

$$R_d = A' c_{u,d} \quad (6.4.a)$$

vagy

$$R_d = (A' c_{u,k}) / \gamma_{R,h} \quad (6.4.b)$$

(12)P Ha víz vagy levegő juthat a drénezetlen agyag és az alaptest érintkezési felületéhez, a következő ellenőrzést kell elvégezni:

$$R_d \leq 0,4 V_d \quad (6.5.)$$

(13) A (6.5.) követelményt csak akkor szabad figyelmen kívül hagyni, ha a talaj és az alaptest közötti hézag kialakulását a talaj tapadása ott is megakadályozza, ahol nincs pozitív talpfeszültség.

#### 6.5.4. Nagy külpontosságú terhek

(1)P Külön óvintézkedések szükségesek, ha az alapsíkon átadódó teher külpontossága derékszögű alaprajzú alapok esetében az alaptest szélességének 1/3-át, kör alaprajzú alaptestek esetében a sugár 0,6-szeresét meghaladja.

Ilyen óvintézkedések lehetnek:

- a 2.4.2. szakasszal összhangban újólag megvizsgálni a hatások tervezési értékeit;
- az építési tőrések nagyságát figyelembe véve tervezni meg az alaptest széleinek helyzetét.

(2) Hacsak nem várható különleges pontosságú kivitelezés, indokolt 0,10 m-es többleteltéréssel számolni.

#### 6.5.5. Tartószerkezeti törés az alap mozgása miatt

(1)P Ellenőrizni kell az alapok vízszintes és függőleges mozgáskülönbségeit, hogy ezek ne vezethessenek az alátámasztott tartószerkezet teherbírasi határállapotához.

(2) Szabad a valószínűsített talajtörési ellenállást alapul venni (lásd a 2.5. szakaszt), feltéve, hogy az elmozdulások nem okoznak teherbírasi határállapotot a tartószerkezetben.

(3)P Duzzadásra hajlamos altalaj esetén mérlegelni kell az esetleg különböző mértékű megemelkedéseket, és az alapozást, illetve a tartószerkezetet úgy kell megtervezni, hogy ellenálljanak ennek a hatásnak vagy képesek legyenek alkalmazkodni hozzá.

### 6.6. Tervezés használhatósági határállapotra

#### 6.6.1. Általános elvek

(1)P Számolni kell azokkal az elmozdulásokkal, amelyeket az alapokra jutó olyan hatások okoznak, amilyenekre a 2.4.2. szakasz (4) bekezdése mutat példát.

(2)P Az elmozdulások nagyságának mérlegelésekor figyelembe kell venni az 1.5.2.2. szakasz szerinti összehasonlítható tapasztalatot. Szükség esetén az elmozdulásokat számítani is kell.

(3)P Puha agyagok esetében mindig szükséges a süllyedésszámítás.

(4) Merev és kemény agyagon álló, 2. és 3. geotechnikai kategóriába tartozó síkalapok esetében rendszerint szükséges a függőleges elmozdulás (süllyedés) számítása. Az alapra ható terhek által okozott süllyedések számítására használható módszerek a 6.6.2. szakaszban találhatók.

(5)P Ha az alaptestek elmozdulásait a használhatósági kritériumokkal kell összevetni, akkor a használhatósági határállapotra vonatkozó terhek tervezési értékeivel kell dolgozni.

(6) A süllyedésszámítások eredményei nem tekinthetők pontosaknak. Ezek csak közelítő értékű jelzésnek tekinthetők.

(7)P Az alapok elmozdulását mind a teljes alapozási rendszer mozgását, mind az alapozás különböző részei közötti mozgáskülönbséget illetően vizsgálni kell.

(8)P A szomszédos alapok és feltöltések miatti feszültségnövekményt és ennek befolyását a talaj összenyomódására számításba kell venni.

(9)P Az alapozás relatív elfordulásainak lehetséges mértékét értékelni kell, és össze kell hasonlítani a 2.4.9. szakaszban leírt, az adott helyzethez illő mozgási határértékekkel.

#### 6.6.2. Süllyedés

(1)P Mind az azonnali, mind az időben elhúzódó süllyedéseket számítani kell.

(2) Részben vagy teljesen telített talajok esetében a következő három süllyedési összetevőt ajánlatos vizsgálni:

- az  $s_0$  azonnali süllyedés, mely a teljesen telített talajokban a térfogatállandóság melletti nyírási alakváltozás, a részben telített talajban pedig egyrészt a nyírási alakváltozás, másrészt a térfogatcsökkenés miatt következik be;
- az  $s_1$  konszolidációs süllyedés;
- az  $s_2$  kúszás miatt fellépő süllyedés.

(3) Ajánlatos általánosan elfogadott módszerekkel számítani a süllyedéseket.

MEGJEGYZÉS: Az  $s_0$  és  $s_1$  süllyedés számítására az F mellékletben példaként bemutatott számítási módszert szabad használni.

(4) Különös figyelmet kell fordítani az olyan talajokra, mint például a szerves talajok, puha agyagok, melyekben a kúszás miatti süllyedés gyakorlatilag sohasem fejeződik be.

(5) A süllyedések számításakor összenyomódónak tekintett talajréteg mélysége az alaptest méretétől és alakjától, a talajmerevség mélység szerinti változásától és az alaptestek távolságától függ.

(6) Ez a mélység általában ott vehető fel, ahol az alap terheléséből származó hatékony függőleges feszültség egyenlő az eredeti függőleges hatékony önsúlyfeszültség 20%-ával.

(7) Sok esetben e mélység durva becsléssel az alaptest szélességének 1- vagy 2-szeresére vehető fel, s ez még csökkenthető a kis terhelésű, széles lemezalapok esetében.

MEGJEGYZÉS: Ez a közelítés nem érvényes a nagyon lágy talajokra.

(8)P A talaj öntömörödéséből származó esetleges járulékos süllyedést ugyancsak mérlegelni kell.

(9) A következőket indokolt figyelembe venni:

- feltöltésben és roskadó talajokban az önsúly, az elárasztás és a rezgés lehetséges hatásai;
- törékeny szemcséjű homokokban a feszültségváltozások hatásai.

(10)P A talajmerevség a körülményekhez illeszkedően akár lineáris, akár nemlineáris modellel is számításba vehető.

(11)P A terhek eloszlásának és az altalaj lehetséges változásainak figyelembevételével kell értékelni a süllyedéskülönbségeket és a relatív elfordulásokat azért, hogy biztosan elkerüljük bármely használhatósági határállapot bekövetkeztét.

(12) A tartószerkezet merevségének elhanyagolásával számított süllyedéskülönbségek általában nagyobbak, mint amilyenek ténylegesen bekövetkeznek. A tényleges süllyedéskülönbségek kisebb értékeit az altalaj és a tartószerkezet kölcsönhatásának erőtani vizsgálatával lehet igazolni.

(13) Illő számítani az altalaj változékonysága miatti süllyedéskülönbségekre, hacsak a tartószerkezet merevsége meg nem gátolja létrejöttüket.

(14) Termett talajon álló síkalapok esetében indokolt arra számítani, hogy általában akkor is bekövetkezik valamekkora süllyedéskülönbség, ha a számítások csak egyenletes süllyedést jeleznek.

(15) Külponosan terhelt alaptest dőlését szabad úgy becsülni, hogy lineáris talpfeszültség-eloszlást tételezünk fel és az előzőekben vázolt módszerekkel a sarkok alatti függőleges feszültségeloszlás alapján meghatározzuk az alaptest sarkainak süllyedését.

(16) Agyagokra alapozott szokványos tartószerkezetek esetében ajánlatos kiszámítani a talaj kezdeti drénezetlen nyírószilárdságából adódó teherbíró képesség és a használhatósági állapothoz tartozó terhelés arányát (lásd a 2.4.8. szakasz (4) bekezdését). El kell végezni a süllyedésszámítást, ha ez az arány kisebb, mint 3. Ha pedig kisebb, mint 2, úgy indokolt számításba venni a talaj nemlineáris merevségének következményeit.

### 6.6.3. Megemelkedés

(1)P Meg kell különböztetni a következő eredetű megemelkedéseket:

- a hatékony feszültség csökkenése;
- a részben telített talaj térfogat-növekedése;
- a teljesen telített talaj térfogat-állandóság melletti megemelkedése a szomszédos tartószerkezet süllyedése miatt.

(2)P Az emelkedés számítása terjedjen ki mind a kezdeti, mind az időben elhúzódó megemelkedésre.

### 6.6.4. Rezgések erőtani vizsgálata

(1)P A rezgésnek vagy rezgő tehernek kitett tartószerkezetek alapjait úgy kell megtervezni, hogy a rezgések ne okozzanak túlzottan nagy süllyedéseket.

(2) Ajánlatos gondoskodni arról, hogy ne lépjen fel rezonancia a pulzáló terhelés frekvenciája, valamint az alap és az altalaj alkotta rendszer saját frekvenciája között, továbbá, hogy az altalajban ne következzen be megfolyósodás.

(3)P A földrengés okozta rezgéseket az EN 1998 szerint kell vizsgálni.

## 6.7. Alapozás szilárd kőzeten; kiegészítő tervezési szempontok

(1)P Szilárd kőzetre kerülő síkalapok tervezésekor a következő sajátosságokat kell figyelembe venni:

- a kőzettömb szilárdsága és alakváltozási jellemzői, valamint az alátámasztott szerkezet megengedhető süllyedése;
- az alap alatt esetleg előforduló gyenge rétegek, pl. kioldódásra hajlamos összletek, töréses zónák stb.;
- rétegelválások és más tagoló felületek előfordulása, illetve ezek jellemzői (pl. kitöltőanyag, folytonosság, szélesség, tagoltságköz);
- a szilárd kőzet mállottságának, lebomlottságának és töredezettségének mértéke;
- a szilárd kőzet természetes állapotának zavartsága, melyet az alap közelében végzett építési tevékenység, például felszín alatti munkák, rézsűs földkiemelés, okozhatott.

(2) Szilárd kőzetre kerülő síkalapot általában a valószínűsített talajtörési ellenállás alkalmazásával szabad tervezni. Nagyszilárdságú, ép magmás kőzet, gneisz, mészkő és homokkő esetén a valószínűsített talajtörési ellenállást a beton alaptest nyomószilárdsága határolja be.

MEGJEGYZÉS: A G melléklet mutat egy ajánlott módszert a szilárd kőzeten álló síkalap valószínűsített talajtörési ellenállásának meghatározására.

(3) Az alapok süllyedése összehasonlítható tapasztalatok alapján a kőzettömb osztályozásához kapcsolódóan becsülhető.

## 6.8. Síkalapok tartószerkezeti tervezése

(1)P A síkalapok szerkezeti tönkremenetelét a 2.4.6.4. szakasszal összhangban kell megakadályozni.

(2) Merev alapok esetében szabad lineáris talpfeszültség-eloszlást feltételezni. Az altalaj és a tartószerkezet kölcsönhatásának részletesebb erőtan vizsgálatával egy gazdaságosabb terv is igazolható.

(3) Hajlékony alapok esetében a talpfeszültség-eloszlás meghatározásához az alaptest rugalmas féltéren vagy megfelelő merevségű és szilárdságú rugók sorozatán nyugvó gerendaként vagy lemezként modellezhető.

(4)P Gerenda- és lemezalapok használhatóságát a használhatósági határállapotra vonatkozó terhelés, valamint az alap és a talaj alakváltozásának megfelelő talpfeszültség-eloszlás figyelembevételével kell ellenőrizni.

(5) Koncentrált erővel terhelt gerenda- vagy lemezalapok esetében a szerkezetben fellépő erők és hajlítónyomatékok lineárisan rugalmas ágyazat feltételezésével számíthatók. Az ágyazási tényező értéke süllyedés-számítással állapítható meg, amihez a talpfeszültség-eloszlást megfelelő módon kell megbecsülni. Ha szükséges, az ágyazási tényezőket változtathatók úgy, hogy végül a velük számított talpfeszültségek ne haladják meg azokat az értékeket, amelyekig a lineáris viselkedés feltételezhető.

(6) A tartószerkezet egészének abszolút süllyedéseit és süllyedéskülönbségeit a 6.6.2. szakasz szerint indokolt számítani. Erre a célra az ágyazási tényezős modellek használata többnyire nem megfelelő. Az előzőeknél pontosabb, például véges elemes számítást indokolt alkalmazni, ha az altalaj és a tartószerkezet kölcsönhatásának meghatározó szerepe van.

## 6.9. Az altalaj előkészítése

(1)P Az altalajt nagyon gondosan elő kell készíteni. A gyökereket, akadályokat és gyenge talajzárványokat az altalaj megzavarása nélkül el kell távolítani. Minden visszamaradó üreget úgy kell talajjal (vagy más anyaggal) visszatölteni, hogy helyreálljon a zavartalan altalaj merevsége.

(2) A zavarásra érzékeny talajok, pl. agyag esetében célszerű előírni a síkalaphoz szükséges földkiemelés sorrendjét, hogy minél kisebb legyen a zavarás. Rendszerint kielégítő, ha vízszintes rétegekben fejtenek. Ha a megemelkedést korlátozni kell, célszerű kihagyásokkal kiemelni az alapárkot, s a közbülső szakaszok kiemelésére csak a szomszédos szakaszok bebetonozása után kerülhet sor.

## 7. Cölöpalapok

### 7.1. Általános elvek

(1)P E fejezet rendelkezései a veréssel, sajtolással, csavarással vagy fúrással lehajtott, injektálással vagy anélkül készülő, álló, lebegő, húzott és keresztirányban terhelt cölöpökre vonatkoznak.

(2) Nem indokolt e fejezet előírásait közvetlenül alkalmazni olyan cölöpök tervezésére, amelyeket süllyedések mérséklésére készítenek, mint például a cölöpözött lemezalap esetében.

(3)P A cölöpök kivitelezésekor a következő szabványokat kell alkalmazni:

- EN 1536:1999 a fúrt cölöpökhöz,
- EN 12063:2000 a szádfalakhoz,
- EN 12699:2000 a talajkiszorításos cölöpökhöz,
- EN 14199:2005 a mikrocölöpökhöz.

### 7.2. Határállapotok

(1)P A következő határállapotokat kell vizsgálni, és a megfelelő listát össze kell állítani:

- az általános állékonyság elvesztése;
- a cölöpalap talajtörési ellenállásának kimerülése;
- a cölöpalap kihúzódása vagy nem kielégítő húzási ellenállása;
- talajtörés a cölöpalap keresztirányú terhelése következtében;
- a cölöptest tartószerkezeti tönkremenetele nyomás, húzás, hajlítás, kihajlás vagy nyírás miatt;
- a talaj és a cölöpalap együttes tönkremenetele;
- a talaj és a tartószerkezet együttes tönkremenetele;
- túlzottan nagy süllyedés;
- túlzottan nagy megemelkedés;
- túlzottan nagy oldalirányú elmozdulás;
- elfogadhatatlan mértékű rezgés.

### 7.3. Hatások és tervezési állapotok

#### 7.3.1. Általános elvek

(1) A 2.4.2. szakasz (4) bekezdésében felsorolt hatásokat kívánatos vizsgálni, amikor kiválasztják a határállapotokat.

(2) A cölöpök terhelése lehet tengely- és/vagy keresztirányú.

(3)P A tervezési állapotokat a 2.2. szakasszal összhangban kell megállapítani.

(4) Szükséges lehet a tartószerkezet, a cölöpalap és a talaj közötti kölcsönhatás erőtan vizsgálatára annak igazolására, hogy teljesülnek a határállapotokra vonatkozó követelmények.

#### 7.3.2. A talaj elmozdulásából származó hatások

##### 7.3.2.1. Általános elvek

(1)P A cölöpöket körülvevő talaj elmozdulása bekövetkezhet konszolidáció, duzzadás, szomszédos terhek, a talaj kúszása, rézsúmozgások vagy földrengések miatt. Figyelemmel kell lenni e jelenségekre, mivel lefelé húzhatják (negatív köpenysúrlódás), felemelhetik, megfeszíthetik, keresztirányban terhelhetik és elmozdíthatják a cölöpöket.

(2) Ezekre az esetekre az elmozduló talaj szilárdságának és merevségének tervezési értéke általában a felső érték legyen.

(3)P A tervezéshez a következő két megközelítés közül kell valamelyiket kiválasztani:

- a talaj elmozdulása hatásként kerül a számításba. Ezután a kölcsönhatásokat kell elemezni, hogy meghatározzuk a cölöp belső erőit, elmozdulásait és alakváltozásait;
- annak az erőnek a felső értékét kell tervezési hatásként a számításba bevezetni, amelyet a talaj a cölöpre közvetíteni képes. Ezen erő felvételekor figyelemmel kell lenni a talaj szilárdságára és a terhek eredetére, amelyet az elmozduló talaj súlya vagy összenyomódása, illetve a zavaró hatások nagysága jellemez.

### 7.3.2.2. Negatív köpenysúrlódás

(1)P Ha a teherbírási határállapotra vonatkozó tervezési számításokban a negatív köpenysúrlódás szerepel hatásként, akkor ennek nagysága az a legnagyobb érték legyen, amelyet a talajnak a cölöphöz viszonyított lefelé irányuló elmozdulása előidézni képes.

(2) A negatív köpenysúrlódás legnagyobb értékének számításakor figyelembe kell venni a talaj és a cölöppalást közötti nyírási ellenállást, valamint a talaj lefelé irányuló elmozdulását, amelyet a talajnak az önsúlyából származó összenyomódása és a cölöp körüli bármely felszíni teher okoz.

(3) Cölöpcsoportra ható negatív köpenysúrlódás felső értékét a mozgást okozó töltés súlyából szabad számítani, figyelembe véve a talajvízsüllyesztés, a konszolidáció vagy a cölöpverés miatt a pórusvíznyomásokban várható bármely változást.

(4) Ahol a cölöp elkészítése utáni talajsüllyedés várhatóan csekély, gazdaságosabban lehet úgy tervezni, hogy talaj süllyedését hatásnak tekintve elemezzük a kölcsönhatásokat.

(5)P A talaj süllyedésének tervezési értékét az anyag térfogatsúlyának és összenyomhatóságának a 2.4.3. szakasz szerinti figyelembevételével kell megállapítani.

(6) A kölcsönhatás számításakor indokolt figyelembe venni a cölöpnek a környező süllyedő talajhoz képest bekövetkező elmozdulását, a cölöppalást melletti talaj nyírási ellenállását, valamint a cölöpöt körülvevő talaj súlyát és a cölöp körüli, várható felszíni terhelést, melyek a negatív köpenysúrlódást okozzák.

(7) Általában nem szükséges a negatív köpenysúrlódást és az ideiglenes terhelést a teherkombinációkban egyidejűleg figyelembe venni.

### 7.3.2.3. Megemelkedés

(1)P A megemelkedés hatásának, illetve a cölöppalást mentén esetleg keletkező fölfelé irányuló erőknek a vizsgálatakor a talaj mozgását általában hatásként kell kezelni.

1. MEGJEGYZÉS: A talaj duzzadása, illetve megemelkedése eredhet tehermentesülésből, földkiemelésből, fagyhatásból vagy a szomszédos cölöpök veréséből. Származhat azonban a talaj természetes víztartalmának növekedéséből is, melyet a növényzet eltávolítása, a vízvezető rétegek megcsapolásának megszüntetése, a párolgás megakadályozása (új építés következtében) vagy valamilyen nem várt esemény okozhat.

2. MEGJEGYZÉS: Megemelkedés előfordulhat építés közben is, mielőtt még a tartószerkezet terelné a cölöpöket, és az megengedhetetlen mértékű felfelé irányuló mozgást vagy a cölöpök szerkezeti törését okozhatja.

### 7.3.2.4. Keresztirányú terhelés

(1)P Számítani kell a talaj cölöp körüli elmozdulásai miatt keletkező keresztirányú hatásokra.

(2) Ajánlatos figyelemmel lenni a következő tervezési állapotokra, melyek a cölöpökre keresztirányú hatásokat eredményezhetnek:

- különböző mértékű terhelés a cölöppalap különböző oldalain (pl. egy töltésben vagy annak közelében);
- különböző földkiemelési szintek a cölöppalap különböző oldalainál (pl. egy bevágásban vagy annak közelében);
- cölöppalap kúszó rézsűben;
- ferde cölöpök ülepedő talajban;
- cölöpök földrengésveszélyes övezetben.

(3) A cölöppalapok keresztirányú terhelését általában a merev vagy hajlékony gerendaként modellezett cölöpök és a mozgó talajtömeg közötti kölcsönhatás vizsgálatával ajánlatos megállapítani. Ha a gyengébb talajrétegek vízszintes alakváltozása nagymértékű és a cölöpök távolsága is nagy, akkor a cölöpök oldalirányú terhelése főként a gyenge talajrétegek nyírószilárdságától függ.

## 7.4. Tervezési módszerek és tervezési szempontok

### 7.4.1. Tervezési módszerek

(1)P A tervezés a következő megközelítések valamelyikén alapuljon:

- statikus próbaterhelések eredményei, amelyekről számítással vagy más módon kimutatható, hogy összhangban vannak más idevágó tapasztalatokkal;
- tapasztalati vagy elméleti méretezési módszerek, amelyek érvényességét hasonló adottságú cölöpök statikus próbaterhelései bizonyították;
- dinamikus próbaterhelés eredményei, amelyek érvényességét hasonló adottságú cölöpök statikus próbaterhelései bizonyították;
- hasonló adottságú cölöpalapok megfigyelt teljesítőképessége, feltéve, hogy ezt a megközelítést a hely geotechnikai vizsgálatának eredményei alátámasztják.

(2) A számításokban használt paraméterek tervezési értékei általában legyenek összhangban a 3. fejezettel, de próbaterhelések eredményeit is figyelembe szabad venni a paraméterek kiválasztásakor.

(3) Statikus próbaterhelés végezhető olyan próbacölöpökön, amelyeket kifejezetten vizsgálatok céljára, a terv véglegesítése előtt készítettek, vagy az alapozás részét képező, szerkezeti cölöpökön is.

### 7.4.2. Tervezési szempontok

(1)P Vizsgálni kell az egyedi cölöpök és a cölöp csoportok viselkedését, valamint a cölöpösszefogó tartószerkezetek merevségét és szilárdságát.

(2)P A méretezési módszerek és a jellemzők számértékeinek megválasztásakor, továbbá a próbaterhelések eredményeinek felhasználásakor a terhelés időtartamát és időbeli változásait is figyelembe kell venni.

(3)P A térszín jövőben tervezett emelését vagy süllyesztését, továbbá a talajvízjárás lehetséges változásait mind a számításokban, mind a próbaterhelési eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni.

(4)P A cölöptípus kiválasztásakor – beleértve a cölöp anyagminőségét és készítési módját is – a következőket kell figyelembe venni:

- a helyszíni talaj- és talajvízviszonyok, beleértve a talajban előforduló ismert vagy lehetséges akadályokat is;
- a cölöpözéskor keletkező feszültségek;
- a készítendő cölöp épségének megőrzésére és ellenőrzésére szolgáló lehetőségek;
- a cölöpözési módszer és sorrend hatása a már elkészült cölöpökre, a szomszédos tartószerkezetekre és közművezetésekre;
- a cölöpözéskor megbízhatóan betartható túrérszámok;
- a talajban előforduló vegyi anyagok káros hatásai;
- a különböző talajvizek összekapcsolódásának lehetősége;
- a cölöpök kezelése és szállítása;
- a cölöpözés hatásai a környező építményekre.

(5) Az előző szakaszban felsorolt szempontok vizsgálatoknál a következő tényezőkre célszerű gondolni:

- a cölöpök távolsága a cölöp csoportban;
- a cölöpözéssel a szomszédos szerkezetekben okozott elmozdulások vagy rezgések;
- az alkalmazandó verőberendezés vagy vibrátor típusa;
- a cölöpökben a verés által keltett dinamikus feszültségek;
- fúrószappal készülő fúrt cölöpök esetében a folyadéknyomás szinttartásának szükségessége, megakadályozandó a furat falának beomlását és a furat talpának hidraulikus talajtörését;
- a cölöptalp és – egyes esetekben, különösen bentonit alkalmazásakor – a palást megtisztítása a fellazult törmelék eltávolítása végett;
- a furatfal betonozás közbeni helyi beomlása, mely földzárványt okozhat a cölöpszárban;



- talaj vagy talajvíz behatolása a helyben betonozott cölöptestbe és az átáramló víz lehetséges zavaró hatásai a még nedves betonban;
- a cölöpöt körülvevő telítetlen homokrétegeknek a beton vizét elszívó hatása;
- a talajban előforduló vegyi anyagok kötőgátló hatása;
- a talajkiszorító cölöpök talajtömörítő hatása;
- a talajnak a cölöpfúrás által okozott megzavarása.

## 7.5. Cölöpök próbaterhelése

### 7.5.1. Általános elvek

(1)P Cölöp-próbaterhelést kell végezni a következő esetekben:

- ha olyan cölöptípust vagy -készítési módszert alkalmaznak, amelyre nincs összehasonlítható tapasztalat,
- ha a cölöpöket hasonló talaj- és terhelési viszonyok között még nem vizsgálták próbaterheléssel;
- ha a cölöpök olyan terhelést kapnak, amelyre sem az elmélet, sem a tapasztalat nem ad kellően megbízható támpontot a tervezéshez. Ilyenkor a próbaterhelést a várthoz hasonló terheléssel kell végrehajtani;
- ha a cölöp készítése közben végzett megfigyelések azt jelzik, hogy a cölöp viselkedése erősen és kedvezőtlenül tér el a helyszín vizsgálata és a tapasztalat alapján elvárttól, és ha a kiegészítő altalajvizsgálatok sem tisztázzák az eltérés okait.

(2) Cölöp-próbaterhelés végezhető:

- az építési eljárás alkalmasságának megítélésére;
- a tervezett cölöp és a környező talaj terhelés alatti viselkedésének meghatározására, mind a süllyedések, mind a törőerő tekintetében;
- a cölöpalap egészének megítélésére.

(3) Ahol a terhelésváltozások modellezésének nehézsége miatt próbaterhelés nem hajtható végre (pl. ismétlődő terhelések esetében), ott az anyagjellemzők tervezési értékeit indokolt nagyon óvatosan felvenni.

(4)P Ha csak egyetlen cölöp-próbaterhelésre kerül sor, akkor annak helye általában ott legyen, ahol a legkedvezőtlenebbnek vélelmezhetők a talajviszonyok. Ha ez nem lehetséges, akkor ráhagyással kell megállapítani a nyomási ellenállás karakterisztikus értékét.

(5)P Két vagy több cölöp próbaterhelése esetén a cölöpalapozás területének egészére jellemző próbaterhelési helyeket kell választani, az egyik cölöp-próbaterhelést pedig azon a helyen kell elvégezni, ahol a talajviszonyok feltehetőleg a legkedvezőtlenebbek.

(6)P A próbacölöp elkészülte és a próbaterhelés kezdete között kellő időnek kell eltelnie ahhoz, hogy a cölöp anyaga kellően megszilárduljon, és hogy a pórusvíznyomás az eredeti értékére visszaálljon.

(7) Bizonyos esetekben – a terhelés kezdési időpontjának helyes megválasztása céljából – szükséges lehet a próbacölöp készítése miatt keletkező pórusvíznyomások, illetve a készítés utáni csökkenésük mérése.

### 7.5.2. Statikus próbaterhelések

#### 7.5.2.1. A terhelési eljárás

(1)P A cölöp-próbaterhelési eljárás<sup>5)</sup>, főként a terhelési lépcsők száma, ezek időtartama, valamint a terhelési ciklusok beiktatása olyan legyen, hogy a cölöpön mért adatokból következtetni lehessen a cölöpalapozás várható alakváltozási viselkedésére, kúszására és a tehermentesítése utáni visszarugózásra. Próbacölöpök esetében a terhelés olyan legyen, hogy a törőerőre is lehessen következtetni.

(2) Az erők, a feszültségek, az alakváltozások és az elmozdulások mérésére szolgáló eszközöket kívánatos a vizsgálat előtt kalibrálni.

<sup>5)</sup> Lásd: ISSMFE Subcommittee on Field and Laboratory Testing (Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Társaság Terepi és Laboratóriumi Vizsgálatok Albizottsága) Axial Pile Loading Test, Suggested Method (Tengelyirányú cölöp-próbaterhelés, Javasolt módszer) ASTM Geotechnical Testing Journal 1985. júniusi számának 79–90. oldalain.

(3) A nyomó vagy húzó igénybevételre vizsgált cölöpök próbaterhelésekor az alkalmazott erő a cölöp hossz-tengelyébe essék.

(4) A húzott cölöpökből álló alapozás megtervezése céljából végzett cölöp-próbaterheléseket általában a törési állapot eléréséig kell folytatni. Húzási vizsgálatok esetében általában nem engedhető meg az erő-elmozdulás görbe extrapolálása.

## 7.5.2.2. Próbacölöpök

(1)P A terv igazolásához szükséges próbacölöpök számát a következők alapján kell meghatározni:

- a talajviszonyok és változékonyságuk az építés helyén;
- a tartószerkezet geotechnikai kategóriája, ha ez lényeges;
- azonos típusú és hasonló talajadottságú cölöpök teljesítőképességét dokumentáló korábbi adatok;
- az alapozási tervben szereplő összes cölöp száma és típusa.

(2)P A próbacölöpözés helyének talajviszonyait alaposan meg kell vizsgálni. A fúrások vagy a terepi vizsgálatok mélysége legyen elégséges ahhoz, hogy mind a cölöp körüli, mind a csúcs alatti talajok jellemzőit meg lehessen ismerni. Meg kell vizsgálni a cölöp viselkedését jelentősen befolyásoló valamennyi réteget.

(3)P A próbacölöpök készítésére alkalmazott módszer legyen teljes részletességgel dokumentálva, a 7.9. szaksznak megfelelően.

## 7.5.2.3. Szerkezeti cölöpök

(1)P Elő kell írni, hogy a próbaterhelésre kijelölendő szerkezeti cölöpök számát az építés közben jegyzőkönyvezett észlelések alapján kell meghatározni.

(2)P A vizsgálandó szerkezeti cölöpökre adandó teher legalább akkora legyen, mint az alapozásra jutó teher tervezési értéke.

## 7.5.3. Dinamikus cölöp-próbaterhelések

(1) Dinamikus próbaterhelések<sup>6)</sup> eredményeit is fel szabad használni a nyomási ellenállás meghatározására, feltéve hogy a helyszín vizsgálata megfelelő volt, és a módszert hasonló hosszúságú és keresztmetszetű, azonos típusú cölöpön összehasonlítható talajviszonyok mellett végzett statikus próbaterhelésekkel összevetve kalibrálták (lásd a 7.6.2.4–7.6.2.6. szakaszt).

(2)P Ha többféle dinamikus vizsgálatot végeznek, akkor a különböző típusú dinamikus vizsgálatok eredményeit egymással is össze kell hasonlítani.

(3) A dinamikus próbaterhelések a cölöpök egyöntetűségének kimutatására, illetve a gyenge cölöpök felderítésére is használhatók.

## 7.5.4. Próbaterhelési jelentés

(1)P Elő kell írni, hogy mindegyik próbaterhelésről tényszerű jelentést kell készíteni. Az adottságokhoz igazodóan a következők álljanak a jelentésben:

- a helyszín ismertetése;
- a talajviszonyok, hivatkozással a talajvizsgálatokra;
- a cölöp típusa;
- a cölöpkészítés és bármely közben felmerült probléma ismertetése;
- a terhelő- és a mérőberendezés, valamint az ellentartás megoldásának ismertetése;
- a terhelőcellák, a sajtók és az elmozdulásmérő órák kalibrálását igazoló iratok;
- a vizsgált cölöpök készítésekor felvett jegyzőkönyvek;
- a vizsgált cölöp és a vizsgálat helyének fényképes bemutatása;

<sup>6)</sup> Lásd: ASTM Designation D4945 (Amerikai Szabványos Vizsgáló Módszerek, D4945 jelölésű), Standard test Method for High-strain Dynamic Testing of Piles (Szabványos vizsgáló módszer cölöpök nagy fajlagos alakváltozással járó dinamikus vizsgálatára).

- a vizsgálati eredmények számszerű formában;
- az idő-süllyedés diagram mindegyik terhelési lépcsőre, ha lépcsős próbaterhelést végeztek;
- a mért erő-süllyedés görbe;
- az előző követelményektől való bármely eltérés indoklása.

## 7.6. Tengelyirányban terhelt cölöpök

### 7.6.1. Általános elvek

#### 7.6.1.1. Tervezés határállapotra

(1)P A tervben igazolni kell, hogy a következő határállapotok bármelyikének túllépése elfogadható mértékben valószínűtlen:

- az egyedi cölöp nyomási vagy húzási ellenállásának kimerülése miatti teherbírasi határállapotok;
- a cölöpalap mint egész szerkezet nyomási vagy húzási ellenállásának kimerülése miatti teherbírasi határállapotok;
- a cölöpalap nagy elmozdulása vagy elmozdulás-különbségei által okozott, a tartószerkezet összeomlásával vagy súlyos károsodásával járó teherbírasi határállapotok;
- a cölöpök elmozdulása miatt a tartószerkezetben bekövetkező használhatósági határállapotok.

(2) A tervezés során általában a nyomási vagy húzási ellenállás kimerüléséhez viszonyítva kell tartalékot biztosítani, melyek azt az állapotot jelentik, amelyben a cölöpök alig észlelhető ellenállás-növekedés mellett folyamatosan hatolnak be a talajba vagy húzódnak ki belőle (lásd a 7.6.2. és a 7.6.3. szakaszt).

(3) Nyomott cölöpök esetében gyakorta nehéz megállapítani a teherbírasi határállapot elérését, ha az erő-süllyedés összefüggést ábrázoló vonal folyamatosan görbül. Ilyen esetekben a cölöptalp átmérőjének 10%-át kitevő cölöpfej-süllyedést célszerű a törés kritériumaként elfogadni.

(4)P A nagy süllyedést elszenvedő cölöpök esetében a tartószerkezet teherbírasi határállapota a cölöpök teljes ellenállásának mobilizálódása előtt bekövetkezhet. Az ilyen esetekben a süllyedések lehetséges tartományának óvatosan becsült értékét kell a tervezéshez felhasználni

MEGJEGYZÉS: A cölöpök süllyedésével a 7.6.4. szakasz foglalkozik.

#### 7.6.1.2. Általános állékonyság

(1)P A nyomott cölöpöket is magába foglaló alapozás általános állékonyságának elvesztése miatt bekövetkező törési állapot lehetőségét a 11. fejezetben írottakkal összhangban kell vizsgálni.

(2) Ahol állékonyságvesztés bekövetkezhet, ott ajánlatos megvizsgálni mind a cölöpök alatt haladó, mind a cölöpöket átmetsző törési felületeket.

(3)P A cölöpöket magába foglaló talajtömb felúszása miatti tönkremenetelt a 7.6.3.1. szakasz (4)P bekezdésével összhangban kell ellenőrizni.

## 7.6.2. A talajkörnyezetből származó nyomási ellenállás

### 7.6.2.1. Általános elvek

(1)P Annak igazolására, hogy a cölöpalap a teher tervezési értékét a nyomási ellenállásának kimerülésével szemben kellő biztonsággal viseli, a következő egyenlőtlenség teljesülését kell valamennyi teherbírasi határállapot terhelési eseteire és teherkombinációra kimutatni:

$$F_{c,d} \leq R_{c,d} \quad (7.1.)$$

(2) Elvileg az  $F_{c,d}$ -nek tartalmaznia kell a cölöp önsúlyát is, az  $R_{c,d}$ -nek pedig a cölöpöt körülvevő talajoknak a cölöptalp mélységében ható nyomását is. E két tételt azonban el lehet hanyagolni, ha megközelítően azonos nagyságúak. Nem hanyagolhatók el viszont, ha:

- a negatív köpenysúrlódás jelentős nagyságú;
- a talaj nagyon könnyű;
- a cölöpfej a terepszint fölé ér.

(3)P Cölöpcsoportok esetében két törési mechanizmust kell vizsgálni:

- az egyedi cölöpök nyomási ellenállásának kimerülését;
- a cölöpök és a köztük lévő talaj alkotta tömb nyomási ellenállásának kimerülését.

A kettő közül a kisebbet kell az ellenállás tervezési értékének tekinteni.

(4) A tömbként működő cölöpcsoport nyomási ellenállását általában úgy lehet számítani, mintha a tömb egyetlen nagy átmérőjű cölöp lenne.

(5)P Az alap nyomási ellenállásának meghatározásakor figyelembe kell venni a cölöpöket összefogó tartószerkezet merevségét és szilárdságát.

(6) Ha a cölöpök merev tartószerkezetet támasztanak alá, kihasználható a tartószerkezet azon képességéből származó kedvező körülmény, hogy a tartószerkezet a cölöpök között elosztja a terhelést. Határállapot ilyen esetben csak akkor következhet be, ha több cölöp egyszerre kerül törési állapotba, ezért az egyedi cölöp törési állapotát nem kell vizsgálni.

(7) Ha a cölöpök hajlékony szerkezetet támasztanak alá, indokolt azt feltételezni, hogy a leggyengébb cölöp nyomási ellenállásától függ a határállapot bekövetkezése.

(8) Különös gonddal kell vizsgálni a szélső cölöpök törési állapotát, melyet az alátámasztott szerkezetről átadódó ferde vagy külpontos terhelés okozhat.

(9)P Ha a cölöpök által közvetlenül terhelt réteg alatt gyengébb réteg van, akkor a gyenge rétegnek az alapozás nyomási ellenállására kifejtett hatását figyelembe kell venni.

(10)P A cölöp talpellenállásának számításakor figyelembe kell venni a cölöptalp alatti és feletti talajzóna szilárdságát.

MEGJEGYZÉS: E talajzóna cölöpcsúcs alatti és feletti vastagsága a cölöp átmérőjének többszörösére terjedhet ki. Az ebben a zónában előforduló bármely gyenge talajnak viszonylag nagy a befolyása a talpellenállásra.

(11) Ha a cölöptalp alatt a négyszeres cölöpméretnek megfelelő mélységen belül van gyenge talaj, akkor indokolt a cölöptalp alatti talaj átszűrődésének lehetőségével számolni.

(12)P Ha a talp átmérője nagyobb a cölöptörzs átmérőjénél, akkor ennek lehetséges kedvezőtlen hatását vizsgálni kell.

(13) A nyitott végű, bármely irányban 500 mm-nél nagyobb nyílású, cső- vagy zárt szelvényű, vert cölöp esetében, ha a dugó kialakulásának elősegítésére nincs valamilyen speciális eszköz a cölöp belsejébe beépítve, akkor a talpellenállást a következő két érték közül a kisebbre kell felvenni:

- a talajdugó és a cölöp belső oldalfelülete közötti nyírási ellenállás;
- a cölöptalp teljes keresztmetszeti területével számítható talpellenállás.

## 7.6.2.2. A nyomási ellenállás meghatározása statikus próbaterhelésekből

(1)P A próbaterhelés végrehajtásának módja legyen összhangban a 7.5. szakasszal, és legyen megadva a geotechnikai tervezési beszámolóban.

(2)P Az előzetesen vizsgálandó próbacölöpöket ugyanolyan módon kell készíteni és ugyanabba a rétegbe kell lejuttatni, mint az alapozás részeként készülő szerkezeti cölöpöket.

(3) Ha a próbacölöp átmérője különbözik a szerkezeti cölöpökétől, akkor a nyomási ellenállás megállapításakor szükséges számításba venni a különböző átmérőjű cölöpök teljesítőképességének lehetséges eltéréseit.

(4) Nagyon nagy átmérőjű cölöpök esetében általában gyakorlatilag lehetetlen a próbaterhelést az ilyen nagy átmérőjű próbacölöpön végrehajtani. Ilyenkor kisebb átmérőjű próbacölöpön is elvégezhető a próbaterhelés, feltéve hogy:

- a próbacölöp és a szerkezeti cölöp átmérőjének hányadosa legalább 0,5;
- a kisebb átmérőjű próbacölöpöt ugyanolyan módon készítik és juttatják a helyére, mint a szerkezeti cölöpöket;
- a próbacölöp műszerezése lehetővé teszi a talpellenállás és a palástellenállás elkülönített meghatározását.

Nyitott végű vert cölöpök esetében ajánlatos óvatosan kezelni ezt az eljárást, mert az átmérő befolyásolja a cölöpben lévő talajdugó nyomási ellenállásának a mobilizálódását.

(5)P Negatív köpenysúrlódással terhelt cölöpalap esetében a cölöpnek a próbaterhelésből meghatározott ellenállását módosítani kell, azt akár valódi talajtörést okozó erőként, akár valamely teherbírási határállapot igazolására megállapított kritériummal egyező elmozduláshoz tartozó erőként értelmezték. A módosítást úgy kell megvalósítani, hogy a cölöpfejnél mért erőből le kell vonni azt a pozitív palástellenállást, amely az összenyomható rétegben és a fölötte lévő, a negatív köpenysúrlódásban szintén részes többi rétegben a próbaterheléskor keletkezett. Értékét mérésrel lehet megállapítani, vagy a negatív köpenysúrlódás szempontjából legkedvezőtlenebbnek gondolható értékkel lehet kiszámítani.

(6) A negatív köpenysúrlódással is igénybe vett cölöp próbaterhelése során a cölöp teljes hosszában pozitív köpenysúrlódás működik, s ezt a tényt a 7.3.2.2. szakasz (6) bekezdése szerint célszerű figyelembe venni. A szerkezeti cölöpök próbaterhelésekor a legnagyobb teher legyen nagyobb a külső erők tervezési értékének és a negatív köpenysúrlódásból számított erő kétszeresének az összegénél.

(7)P Ha a nyomási ellenállás  $R_{c;k}$  karakterisztikus értékét egy vagy több próbaterhelés mért  $R_{c;m}$  értékeiből határozzuk meg, számolni kell a talajadottságok és a cölöpkészítés hatásainak lehetséges változékonyságával.

(8)P Az olyan szerkezetek esetében, amelyek nem képesek átvinni az „erős” cölöpökre a „gyengékre” jutó terheket, legalább a következő egyenlőségnek kell teljesülnie:

$$R_{c;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;m})_{\text{mean}}}{\xi_1}, \frac{(R_{c;m})_{\text{min}}}{\xi_2} \right\} \quad (7.2.)$$

amelyben  $\xi_1$  és  $\xi_2$  a vizsgált cölöpök számától függő korrelációs tényezők, melyek az  $R_{c;m}$ -értékek  $(R_{c;m})_{\text{mean}}$  átlagos, illetve  $(R_{c;m})_{\text{min}}$  legkisebb értékre vonatkoznak.

MEGJEGYZÉS: A korrelációs tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az A9. táblázat az ajánlott értékeket tartalmazza.

(9) Azon szerkezetek esetében, amelyek merevsége és szilárdsága elég nagy ahhoz, hogy a „gyenge” cölöpökről áthárítsanak terheket az „erősökre”, a  $\xi_1$  és  $\xi_2$  értékeket szabad 1,1-del osztani, de  $\xi_1$  sohasem lehet 1,0-nél kisebb.

(10)P A cölöp-próbaterhelések értékelésekor figyelembe kell venni, hogy melyek a talaj változásának a trendjellegű és melyek a véletlenszerű elemei.

(11)P Ellenőrizni kell a próbacölöp(ök) készítéséről felvett jegyzőkönyveket, és a szokásos kivitelezési körülményektől való bármely eltéréstől számot kell adni.

(12) A nyomási ellenállás  $R_{c;k}$  karakterisztikus értéke származtatható a talpellenállás  $R_{b;k}$  és a palástellenállás  $R_{s;k}$  karakterisztikus értékeinek összegeként:

$$R_{c;k} = R_{b;k} + R_{s;k} \quad (7.3.)$$

(13) Ezek az összetevők származtathatók közvetlenül a statikus próbaterhelési eredményekből, vagy becsülhetők a talajvizsgálatok vagy dinamikus próbaterhelések eredményei alapján is.

(14)P Az ellenállás  $R_{c;d}$  tervezési értékét vagy az

$$R_{c;d} = R_{c;k}/\gamma \quad (7.4.)$$

vagy az

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s \quad (7.5.)$$

összefüggésből kell meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós, illetve ideiglenes helyzetekre ajánlott értékeket az A6., A7. és A8. táblázat tartalmazza.

### 7.6.2.3. A nyomási ellenállás meghatározása talajvizsgálati eredmények alapján

(1)P A cölöpalapok nyomási ellenállásának talajvizsgálati eredmények alapján való meghatározására olyan módszereket kell alkalmazni, melyeket cölöp-próbaterhelések és az 1.5.2.2. szakasz szerinti összehasonlítható tapasztalatok alapján dolgoztak ki.

(2) Használható egy, a 2.4.1. szakasz (9) bekezdésében értelmezett modelltenyező annak biztosítására, hogy az előzetesen számított nyomási ellenállás elegendően biztonságos legyen.

(3)P Egy cölöp nyomási ellenállásának  $R_{c;d}$  tervezési értékét az

$$R_{c;d} = R_{b;d} + R_{s;d} \quad (7.6.)$$

képletből kell meghatározni.

(4)P Minden egyes cölöpre vonatkozóan az  $R_{b;d}$ , illetve  $R_{s;d}$  értékét a következő összefüggésekből kell számítani:

$$R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b \text{ és } R_{s;d} = R_{s;k} / \gamma_s \quad (7.7.)$$

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós és ideiglenes állapotokra ajánlott értékeket az A6., A7. és A8. táblázat tartalmazza.

(5)P Az  $R_{b;k}$  és  $R_{s;k}$  karakterisztikus értékeket vagy az

$$R_{c;k} = (R_{b;k} + R_{s;k}) = \frac{R_{b;cal} + R_{s;cal}}{\xi} = \frac{R_{c;cal}}{\xi} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{\text{mean}}}{\xi_3}, \frac{(R_{c;cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad (7.8.)$$

képlettel kell számítani, amelyben  $\xi_3$  és  $\xi_4$  a vizsgálatok  $n$  számától függő korrelációs tényezők, és ezek rendelőndők az

–  $(R_{c;cal})_{\text{mean}} = (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{\text{mean}} = (R_{b;cal})_{\text{mean}} + (R_{s;cal})_{\text{mean}}$  átlagos értékekhez, illetve

–  $(R_{c;cal})_{\text{min}} = (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{\text{min}}$  legkisebb értékekhez,

vagy a 7.6.2.3. szakasz (8) bekezdésében leírt módon kell őket meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az ajánlott értékeket az A10. táblázat tartalmazza.

(6)P A talajvizsgálati eredmények és a számított ellenállások értékelésekor a talaj változékonyságának trendjellegű és véletlenszerű elemeit figyelembe kell venni.

(7) Azon szerkezetek esetében, amelyek merevsége és szilárdsága elég nagy ahhoz, hogy a „gyenge” cölöpökről áthárítsanak terheket az „erősekre”, a  $\xi_3$  és  $\xi_4$  tényezőket szabad osztani 1,1-del, de  $\xi_3$  soha nem lehet 1,0-nél kisebb.

(8) A karakterisztikus értékek számíthatók a következőképpen:

$$R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} \text{ és } R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} \quad (7.9.)$$

ahol  $q_{b;k}$  és  $q_{s;i;k}$  a talpellenállás és a különböző rétegekre vonatkozó palástellenállás talajparamétereiből számított karakterisztikus értékei.

MEGJEGYZÉS: Ha ezt a változatot alkalmazzák, akkor szükséges lehet a  $\gamma_b$  és  $\gamma_s$  parciális tényezők A mellékletben ajánlott értékeinek módosítása egy 1,0-nél nagyobb modelltenyezővel. E modelltenyező értékét a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(9)P A 3. tervezési módszer alkalmazásakor a talajparaméterek karakterisztikus értékeit a 2.4.5. szakasszal összhangban kell meghatározni. Az így nyert karakterisztikus értékeket kell aztán a parciális tényezőkkel szorozni, hogy megkapjuk a talajparaméterek tervezési értékeit a cölöpellenzés tervezési értékének számításához.

(10) Valamely talajvizsgálati eredményeken alapuló modell érvényességének értékelésekor célszerű figyelembe venni a következő tényezőket:

- a talaj típusa, beleértve a szemeloszlást, az ásványtani jellemzőket, a szemcsék szögletességét, a tömörséget, az előterheltséget, az összenyomhatóságot és az áteresztőképességet;
- a cölöpkészítés módja, beleértve a fúrás vagy a verés módszerét;
- a cölöp hossza, átmérője és anyaga, valamint a cölöptörzs és cölöptalp alakja (pl. szélesített talp);
- a talajvizsgálat módja.

#### 7.6.2.4. A nyomási ellenállás meghatározása dinamikus próbaterhelésekből

(1)P Ha a magában álló cölöp nyomási ellenállásának megítélése végett dinamikus próbaterhelést (kalapács-ütést) alkalmaznak [mérve a fajlagos alakváltozás és az ütés hatására bekövetkező gyorsulás időbeli változását (lásd a 7.5.3. szakasz (1) bekezdését)], akkor az eredmény érvényességét olyan, az elfogadható teljesítőképességet előzetesen tanúsító statikus próbaterhelésekkel kell bizonyítani, amelyeket azonos típusú, hasonló hosszúságú és keresztmetszetű cölöpökön, hasonló talajviszonyok között végeztek.

(2) Dinamikus cölöp-próbaterhelés alkalmazása esetén a cölöp verési ellenállását közvetlenül a kérdéses helyszínen indokolt mérni.

MEGJEGYZÉS: Az ilyen típusú próbaterhelés része lehet a mért hullámalakhoz való jelillesztés. A jelillesztés lehetővé teszi a cölöp pállást- és talpellenállásának közelítő megállapítását és az erő-süllyedés kapcsolat szimulációját is.

(3)P A dinamikus próbaterhelés során bevitt energia legyen elegendő ahhoz, hogy a cölöp kellően nagy alakváltozás melletti teherviselő képességét megfelelően értékelni lehessen.

(4)P A cölöp nyomási ellenállásának  $R_{c;d}$  tervezési értékét az

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \chi \quad (7.10.)$$

képletből kell számítani, ahol

$$R_{c;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;m})_{\text{mean}}}{\xi_5}, \frac{(R_{c;m})_{\text{min}}}{\xi_6} \right\} \quad (7.11.)$$

amelyben  $\xi_5$  és  $\xi_6$  a vizsgált cölöpök  $n$  számától függő korrelációs tényezők, és ezek az  $R_{c;m}$  értékek  $(R_{c;m})_{\text{mean}}$  átlagos, illetve  $(R_{c;m})_{\text{min}}$  legkisebb értékre vonatkoznak.

MEGJEGYZÉS: A parciális és a korrelációs tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az ajánlott értékeket az A11. táblázat tartalmazza.

#### 7.6.2.5. A nyomási ellenállás meghatározása verési képletekkel

(1)P Verési képletek csak ismert talajrétegződés esetén használhatók.

(2)P Ha a magában álló cölöp nyomási ellenállásának megítélése végett verési képleteket alkalmaznak, akkor a képletek érvényességét olyan, az elfogadható teljesítőképességet előzetesen tanúsító statikus próbaterhelésekkel kell bizonyítani, amelyeket azonos típusú, hasonló hosszúságú és keresztmetszetű cölöpökön, hasonló talajviszonyok között végeztek.

(3)P A kohézió nélküli talajba vert álló cölöpök nyomási ellenállásának  $R_{c;d}$  tervezési értékét a 7.6.2.4. szakaszban ismertetett azonos eljárással kell értékelni.

(4) Ha egy cölöp nyomási ellenállásának igazolására cölöpverési képletet alkalmaznak, akkor legalább 5, a cölöpözés területén ésszerűen kiosztott és egymástól elég távol levő cölöpon kellett már próbaverést végezni, hogy hitelesen ellenőrizni lehessen az utolsó ütéssorozatban elégséges ütésszámot.

(5) Célszerű minden egyes cölöp esetében jegyzőkönyvezni a cölöpcsúcsnak az utolsó ütéssorozat hatására bekövetkezett behatolását.

#### 7.6.2.6. A nyomási ellenállás meghatározása hullámegyenletből

(1)P Hullámegyenlet-elemzésen alapuló vizsgálatot csak ott szabad alkalmazni, ahol a talajrétegződés fúrásokból és terepi vizsgálatokból ismert.

(2)P Ha a hullámegyenlet-elemzéssel kívánják az egyedi cölöpök nyomási ellenállását meghatározni, akkor az elemzés érvényességét olyan, az elfogadható teljesítőképességet előzetesen tanúsító statikus próbaterhelésekkel kell bizonyítani, amelyeket azonos típusú, hasonló hosszúságú és keresztmetszetű cölöpökön, hasonló talajviszonyok között végeztek.

(3)P A nyomási ellenállás több jellemző cölöp hullámegyenletének elemzéséből származtatott  $R_{c;d}$  tervezési értékét a 7.6.2.4. szakaszban leírt eljárás szerint, a helyi tapasztalaton alapuló  $\xi$ -értékek felhasználásával kell megállapítani.

MEGJEGYZÉS: A hullámegyenlet-elemzés a talaj, a cölöp és a verőeszköz matematikai modellezésén alapul, helyszíni feszültségmérés nélkül. Ezt az eljárást többnyire az ütőeszköz viselkedésének, a dinamikus talajparamétereknek és a cölöpben a verés közben keletkező feszültségeknek a tanulmányozására használják. A modell arra is lehetőséget nyújt, hogy meghatározzák a szükséges verési ellenállást (ütésszámot), amely rendszerint összefügg a cölöp várt nyomási ellenállásával.

## 7.6.2.7. Utánverés

(1)P A tervben elő kell írni az utánverendő cölöpök számát. Ha az utánverés gyengébb eredményeket ad, akkor ezeket kell a nyomási ellenállás becsléséhez alapul venni. Ha az utánverés jobb eredményeket ad, akkor megengedhető ezek figyelembevétele.

(2) Utánverést általában iszapos talajban ajánlatos végezni, hacsak helyi összehasonlítható tapasztalatok nem teszik azt feleslegessé.

MEGJEGYZÉS: Agyagtalajban lévő lebegő cölöpök utánverése rendszerint csökkenti a nyomási ellenállást.

## 7.6.3. A talajkörnyezetből származó húzási ellenállás

### 7.6.3.1. Általános elvek

(1)P A húzott cölöpök tervezése legyen összhangban a 7.6.2. szakasz szerinti tervezési szabályokkal, ahol ezek értelemszerűen alkalmazhatók. A húzott cölöpöket magukban foglaló alapok sajátos tervezési szabályait ez a szakasz írja elő.

(2)P Annak igazolására, hogy az alap a teher tervezési értékét a húzási ellenállásának kimerülésével szemben kellő biztonsággal viseli, a következő egyenlőtlenség teljesülését kell valamennyi teherbírási határállapot terhelési eseteire és teherkombinációira kimutatni:

$$F_{t,d} \leq R_{t,d} \quad (7.12.)$$

(3)P A húzott cölöpök esetében kétféle törési mechanizmust kell vizsgálni:

- a cölöpök kihúzóását a talajból;
- a cölöpöket magába foglaló talajtömb felúszását.

(4)P A cölöpöket magába foglaló talajtömb (lásd a 7.1 ábrát) felúszásából származó tönkremenetelt a 2.4.7.4. szakasszal összhangban kell megvizsgálni.

(5) Az egyedül álló húzott cölöpök vagy húzott cölöp csoportok esetében a törési mechanizmust egy kúp alakú talajtömb kihúzóással szembeni ellenállása határozhatja meg, főként a kiszélesített talpú vagy szilárd közetbe bekötött cölöpök esetén.

(6) A cölöpöket magába foglaló talajtömb kihúzóásának a vizsgálatkor a tömb oldalfelületein ébredő  $T_d$  nyírási ellenállás hozzáadható a 7.1. ábrán látható ellenálló erőkhöz.

(7) Általában a tömbhatás határozza meg a húzási ellenállás tervezési értékét, ha a cölöpök közötti távolság egyenlő vagy kisebb, mint a cölöpátmérő és a meghatározó teherbíró rétegben levő cölöphossz szorzatának a négyzetgyöke.

(8)P A cölöp csoport húzási ellenállásának becslésekor gondolni kell a csoporthatásra, amely csökkenheti a talajban a hatékony függőleges feszültségeket, és aminek következtében a csoportban lévő egyedi cölöpök palástellenállása kisebb lehet.

(9)P Vizsgálni kell az ismétlődő terheléseknek és a váltakozó irányú terheknek a húzási ellenállásra gyakorolt súlyosan hátrányos hatását.

(10) E hatásokat ajánlatos cölöp-próbaterheléseken alapuló összehasonlítható tapasztalatokra támaszkodva megbecsülni.

### 7.6.3.2. A húzási ellenállás meghatározása próbaterhelésekből

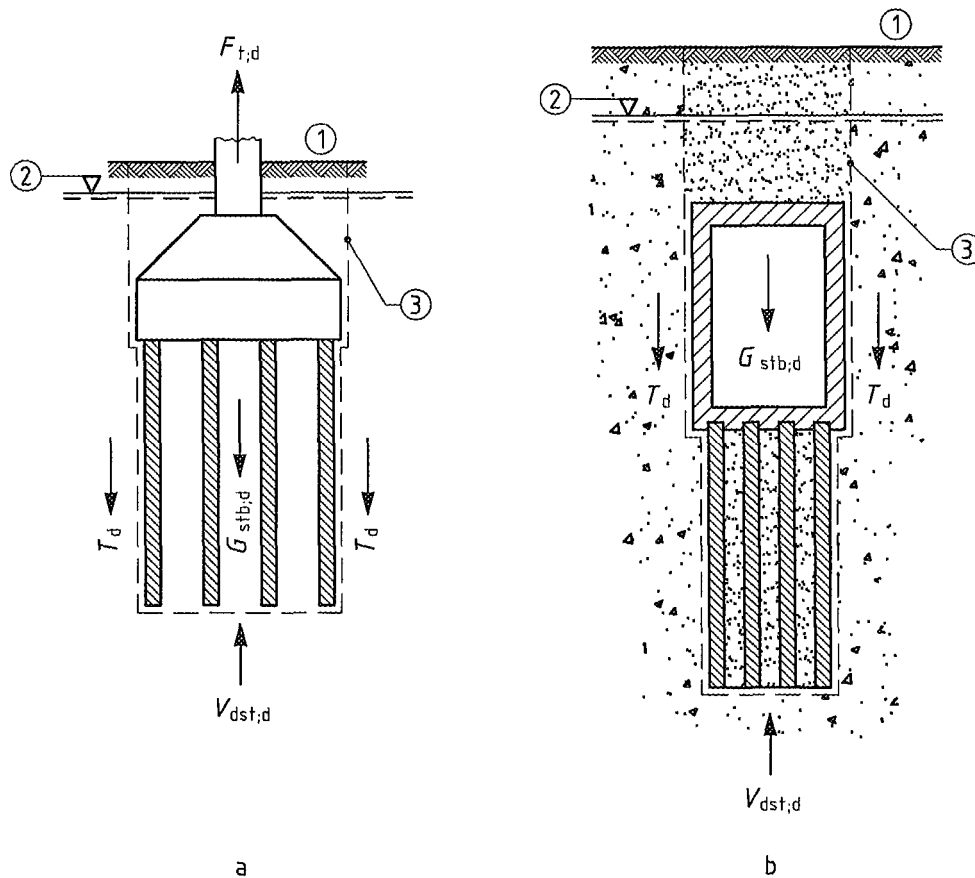
(1)P Az egyedi cölöp  $R_t$  húzási ellenállásának meghatározására szolgáló próbaterhelések során a 7.5.1., 7.5.2. és 7.5.4. szakasszal összhangban és a 7.6.2.2. szakasz előírásait szem előtt tartva kell eljárni.

(2)P A húzási ellenállás  $R_{t,d}$  tervezési értékét a következőképpen kell számítani:

$$R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{s,t} \quad (7.13.)$$

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós és ideiglenes állapotokra ajánlott értékeket az A6., A7. és A8. táblázat tartalmazza.





- 1 Tércsín
- 2 Talajvízszint
- 3 A talajtömb oldala, ahol a  $T_d$  ellenállás létrejön

7.1. ábra: Példák cölöpcsoport felúszására (UPL)

(3) Ha cölöpöket húzóerő terhel, akkor általában egynél több próbaterhelés végzését kell előírni. Ha a húzott cölöpök száma nagy, legalább 2%-ukat kell próbaterhelésnek alávetni.

(4)P Ellenőrizni kell a próbacölöp(ök) készítéséről felvett jegyzőkönyveket, és a próbaterhelési eredmények értelmezésekor a szokásos kivitelezési körülményektől való bármely eltérésről számot kell adni.

(5)P A cölöp húzási ellenállásának karakterisztikus értékét az

$$R_{t;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t;m})_{\text{mean}}}{\xi_1}; \frac{(R_{t;m})_{\text{min}}}{\xi_2} \right\} \quad (7.14.)$$

képlettel kell meghatározni, amelyben  $\xi_1$  és  $\xi_2$  a vizsgált cölöpök  $n$  számától függő korrelációs tényezők, és ezek a mért húzási ellenállások  $(R_{t;m})_{\text{mean}}$  átlagos, illetve  $(R_{t;m})_{\text{min}}$  legkisebb értékre vonatkoznak.

MEGJEGYZÉS: A korrelációs tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az ajánlott értékeket az A9. táblázat tartalmazza.

### 7.6.3.3. A húzási ellenállás meghatározása talajvizsgálati eredmények alapján

(1)P Azok a módszerek, amelyekkel a cölöpalapok húzási ellenállását talajvizsgálati eredmények alapján becsülik meg, cölöp-próbaterheléseken és az 1.5.2.2. szakasz szerinti összehasonlítható tapasztalatokon alapuljanak.

(2) Alkalmazható egy, a 2.4.1. szakasz (9) bekezdésében értelmezett modelltenyező annak biztosítására, hogy az előzetesen számított húzási ellenállás elegendően biztonságos legyen.

(3)P Egy cölöp húzási ellenállásának  $R_{t,d}$  tervezési értékét a következők szerint kell kiszámítani:

$$R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{s,t} \quad (7.15.)$$

ahol

$$R_{t,k} = R_{s,k} \quad (7.16.)$$

MEGJEGYZÉS: A parciális tényező értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós és ideiglenes állapotokra ajánlott értékeket az A6., A7. és A8. táblázat tartalmazza.

(4)P Az  $R_{t,k}$  karakterisztikus értéket vagy az

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{s;cal})_{\text{mean}}}{\xi_3}, \frac{(R_{s;cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad (7.17.)$$

képlettel kell meghatározni, amelyben a  $\xi_3$  és  $\xi_4$  a vizsgált talajszelvények  $n$  számától függő korrelációs tényezők, és ezek az  $R_{s;cal}$  értékek  $(R_{s;cal})_{\text{mean}}$  átlagos, illetve  $(R_{s;cal})_{\text{min}}$  legkisebb értékre vonatkoznak, vagy a 7.6.3.3. szakasz (6) bekezdésében leírt módon kell őket számítani.

MEGJEGYZÉS: A korrelációs tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. Az ajánlott értékeket az A10. táblázat tartalmazza.

(5)P A számított húzási ellenállás értékelésekor a talaj változékonyságának trendjellegű és véletlenszerű elemeit figyelembe kell venni.

(6) A húzási ellenállás karakterisztikus értéke számítható az

$$R_{t,k} = \sum_i A_{s,i} \cdot q_{s,i,k} \quad (7.18.)$$

képlettel, amelyben  $q_{s,i,k}$  az egyes rétegekben ébredő, a talajjellemzők értékeiből számított palástellenállás karakterisztikus értéke.

MEGJEGYZÉS: Ha ezt a változatot alkalmazzák, akkor szükséges lehet a  $\gamma_{s,t}$  parciális tényezők A mellékletben ajánlott értékeinek módosítása egy 1,0-nél nagyobb modelltenyezővel. E modelltenyező értékét a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(7)P A 3. tervezési módszer alkalmazásakor a talajparaméterek karakterisztikus értékeit a 2.4.5. szakasszal összhangban kell meghatározni. Az így nyert karakterisztikus értékeket kell a parciális tényezőkkel szorozni, hogy megkapjuk a talajparaméterek tervezési értékeit a cölöpellenzés tervezési értékének számításához.

(8) Bármely talajvizsgálati eredményeken alapuló modell érvényességének értékelése legyen összhangban a 7.6.2.3. szakasz (10) bekezdésével.

## 7.6.4. A cölöpalapok függőleges elmozdulásai (az alátámasztott szerkezet használhatósága)

### 7.6.4.1. Általános elvek

(1)P A használhatósági határállapotokhoz tartozó függőleges elmozdulásokat meg kell becsülni, és össze kell hasonlítani a 2.4.8. és 2.4.9. szakasz szerinti követelményekkel.

(2) A cölöpalapok függőleges elmozdulásainak számításakor indokolt gondolni azokra a bizonytalanságokra, amelyek a számítási modellekben és az ide tartozó talajjellemzők meghatározásában rejtőznek. Ezért nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy e számítások eredményei többnyire csak közelítő becslései a cölöpalap süllyedéseinek.

MEGJEGYZÉS: A tömör – közepesen tömör talajokban levő, valamint a húzott cölöpök esetében a teherbírasi határállapotra vonatkozó biztonsági követelmények rendszerint elegendők az alátámasztott tartószerkezet használhatósági határállapotának a megelőzésére.

### 7.6.4.2. Nyomott cölöpök

(1)P Ellenőrizni kell, hogy bekövetkezh-e a cölöpök süllyedései miatt az alátámasztott szerkezet használhatósági határállapota, számítva a negatív köpenysúrlódásra is, ahol az valószínűsíthető.

MEGJEGYZÉS: Ha a cölöpcsúcs szilárd kőzet vagy nagyon kemény talaj fölött fekvő, közepesen tömör vagy merev rétegben van, akkor a teherbírasi határállapotra vonatkozó parciális tényezők rendszerint elégségesek a használhatósági határállapot feltételeinek teljesítéséhez.

- (2)P A süllyedésbecslés terjedjen ki az egyedi cölöpök süllyedésére és a csoportthatásból adódó süllyedésre is.
- (3) A süllyedésvizsgálat célszerűen térjen ki a lehetséges süllyedéskülönbségek becslésére is.
- (4) Ha a cölöpalap és a felszerkezet közötti kölcsönhatás erőtani vizsgálatához nem állnak rendelkezésre próbaterhelési eredmények, akkor az egyedi cölöp teher-süllyedés kapcsolatát a tapasztalat szerint biztonságosan bizonyult feltételezések alapján célszerű megbecsülni.

#### 7.6.4.3. Húzott cölöpök

(1)P A fölfelé irányuló elmozdulások becslése legyen összhangban a 7.6.4.2. szakasz szerinti elvekkel.

MEGJEGYZÉS: Külön figyelmet kíván a cölöp anyagának nyúlása.

(2)P Ha nagyon szigorúak a használhatósági határállapokra vonatkozó követelmények, akkor külön ellenőrizni kell a felfelé irányuló elmozdulást.

### 7.7. Keresztirányban terhelt cölöpök

#### 7.7.1. Általános elvek

(1)P A keresztirányban terhelt cölöpök tervezése legyen összhangban, értelemszerűen, a 7.4. és 7.5. szakasz szerinti tervezési szabályokkal. A keresztirányban terhelt cölöpöket magukban foglaló alapozások speciális tervezési szabályait a következők tartalmazzák.

(2)P Annak igazolására, hogy egy cölöp a keresztirányú teher tervezési értékét a tönkremenetellel szemben kellő biztonsággal viseli, a következő egyenlőtlenségnek kell teljesülnie valamennyi teherbírási határállapot terhelési eseteire és teherkombinációira:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d} \quad (7.19.)$$

(3) A következő két törési mechanizmus egyikét kell vizsgálni:

- a rövid cölöpök esetében a merev testként valós elfordulást vagy eltolódást;
- a hosszú, karcsú cölöpök esetében a cölöp hajlítási törését, amelyet a cölöpfej körüli talaj lokális törése és elmozdulása kísér.

(4)P A keresztirányban terhelt cölöpök ellenállásának becslésekor a csoportthatást figyelembe kell venni.

(5) Indokolt figyelembe venni, hogy a cölöp csoportokra ható keresztirányú terhelések az egyedi cölöpökben a nyomó-, húzó- és keresztirányú erők kombinációját eredményezhetik.

#### 7.7.2. A keresztirányú ellenállás meghatározása próbaterhelésből

(1)P A keresztirányú próbaterhelést a 7.5.2. szakasszal összhangban kell végrehajtani.

(2) Ellentétben a 7.5. szakasz szerinti próbaterhelési eljárással, a keresztirányú próbaterhelést általában nem szükséges a tönkremenetelig folytatni. A próbaterheléskor alkalmazandó erő nagysága és iránya legyen hasonló a cölöp tervezett terheléséhez.

(3)P A próbaterhelésre szánt cölöpök számának a kiválasztásakor, illetve a keresztirányú ellenállás tervezési értékének a próbaterhelésből való meghatározásakor figyelembe kell venni a talajadottságok változékonyságát, különösen a cölöp felső néhány méternyi szakaszát illetően.

(4) Ajánlatos ellenőrizni a próbacölöp(ök) készítéséről felvett jegyzőkönyveket, és a próbaterhelés eredményeinek értékelésekor számot kell adni a szokásos kivitelezési viszonyoktól való bármely eltérésről. Ha a cölöp csoportok keresztirányú ellenállását az egyedi cölöpök próbaterhelési eredményeiből származtatják, akkor indokolt figyelembe venni a cölöpök egymásra hatását és a cölöpfejek megfogásából származó hatásokat.

#### 7.7.3. A keresztirányú ellenállás meghatározása talajvizsgálati eredmények és a cölöpök szilárdsági paramétereinek alapján

(1)P Egy cölöp vagy cölöp csoport keresztirányú ellenállását a tartószerkezeti igénybevételek, valamint a talajreakciók és elmozdulások összeférhetősége alapján kell számítani.

(2)P A keresztirányban terhelt cölöp vizsgálatok a 7.8. szakasszal összhangban foglalkozni kell talajban levő cölöp szerkezeti tönkremenetelének lehetőségével.

(3) A hosszú, karcsú cölöpök keresztirányú ellenállását egy, a felső végén terhelt, vízszintes ágyazási tényezővel jellemzett, deformálódó közeg által megtámasztott gerenda modelljével lehet számítani.

(4)P Az alap keresztirányú ellenállásának becslésekor számításba kell venni, hogy mekkora a cölöp elfordulásának szabadságfoka a tartószerkezethez való kapcsolódásnál.

### 7.7.4. Keresztirányú elmozdulás

(1)P A cölöpalap keresztirányú elmozdulásának számításakor a következőket kell figyelembe venni:

- a talaj merevsége és annak az alakváltozás mértékétől függő változása;
- az egyedi cölöpök hajlítási merevsége
- a cölöp befogásának mértéke a felszerkezettel való kapcsolatánál;
- a csoportthatás;
- a terhek irányváltásának vagy ciklikus ismétlődésének a hatása.

(2) A cölöpalap elmozdulásának általános erőteni vizsgálata célszerűen a mozgás elvárt kinematikai szabadságfokán alapuljon.

### 7.8. Cölöpök tartószerkezeti tervezése

(1)P A cölöpök szerkezeti tönkremenetellel szembeni megfelelőségét igazolni kell, összhangban a 2.4.6.4. szakasszal.

(2)P A cölöpök szerkezetét úgy kell megtervezni, hogy megfeleljenek minden olyan állapotban, melyekbe a cölöpök kerülhetnek. Ilyenek:

- a használati körülményeik, pl. a korróziós viszonyok;
- a készítésük körülményei, pl. az olyan kedvezőtlen talajviszonyok, mint a görgetegek, a meredek hajlású kőzetfelszínek;
- a lehajthatóságot befolyásoló más tényezők, ideértve a tagoló felületek tulajdonságait is;
- előre gyártott cölöpök esetében a helyszínrre szállításuk és a beépítésük körülményei.

(3)P A tartószerkezeti tervezéskor figyelembe kell venni a cölöptípusra, a hatások összetevőire és az alap teljesítőképességére előírt építési tűréseket.

(4)P Vízen vagy vastag, rendkívül kis szilárdságú talajrétegen áthatoló karcsú cölöpöket kihajlásra is ellenőrizni kell.

(5) Általában nem szükséges a cölöpök kihajlását ellenőrizni, ha a körülöttük levő talaj  $c_u$  karakterisztikus nyírószilárdsága nagyobb 10 kPa-nál.

### 7.9. Az építés műszaki felügyelete

(1)P A cölöpözési munka alapja egy cölöpkészítési terv legyen.

(2) E tervnek a következő tervezési információkra kell kiterjednie:

- a cölöpök típusa;
- valamennyi cölöp helye és hajlásszöge a tűrés határokkal;
- a cölöpök keresztmetszete;
- helyben betonozott cölöpök esetében a vasalásuk adatai;
- a cölöpök hossza;
- a cölöpök darabszáma;
- a cölöpök megkövetelt teherviselő képessége;
- a cölöptalpak szintje (a helyszínen vagy a közelben levő magassági alapponthez képest) vagy a megkövetelt behatolási ellenállás;

- a cölöpök készítésének sorrendje;
- az ismert akadályok;
- bármi más, ami a cölöpözést korlátozhatja.

(3)P Elő kell írni, hogy valamennyi cölöp készítésének folyamatát meg kell figyelni és egyidejűleg jegyzőkönyvezni kell.

(4) Mindegyik cölöp jegyzőkönyve tartalmazza a beépítésnek azokat a részleteit, melyeket a vonatkozó kivitelezési szabványok, az EN 1536:1999, EN 12063:1999, EN 12699:2000, EN 14199:2005 írnak elő, úgymint a következőket:

- a cölöp számjele;
- a cölöpözőberendezés;
- a cölöp keresztmetszete és hossza;
- a cölöp készítésének időpontja és időtartama (beleértve a készítési folyamat megszakítását is);
- a beton összetétele, a bedolgozott beton mennyisége és a helyben betonozott cölöpök esetében a betonozás módja;
- a fúróiszap fajsúlya, pH-ja, Marsh-viszkozitása és finomanyag-tartalma (ha fúróiszappal készül a cölöp);
- a folytonos spirállal készülő vagy más, injektálással készülő cölöpök esetében a habarcs vagy a beton térfogata és besajtolási nyomása, a belső és a külső átmérők, a csavarment emelkedése és a fordulatonkénti behatolás,
- a talajkiszorításos cölöpök esetében a verési ellenállás mérési adatai, mint a verőkalapács tömege és ejtési magassága vagy névleges teljesítménye, a verési frekvencia, az ütések száma legalább az utolsó 0,25 m behatolásra;
- a vibrátorok teljesítményfelvétele (ha azokat alkalmaznak),
- a fúrómotornak leadott forgatónyomaték (ha fúrással dolgoznak);
- a fúrt cölöpök esetében a furatban talált rétegek és a furattalp állapota, ha a cölöptalp teljesítőképessége kritikus;
- a cölöpözés közben észlelt akadályok;
- eltérések a tervezett helyzettől, iránytól, valamint a megvalósult építési szintek.

(5) Ajánlatos a jegyzőkönyveket a munka befejezését követően legalább 5 évig megőrizni. A cölöpözés befejezése után célszerű megvalósulási jelentéseket összeállítani, és ezeket az építkezés dokumentumaival együtt őrizni.

(6)P Ha a helyszíni észlelések vagy a jegyzőkönyvek átvizsgálása az elkészült cölöpök minőségét illetően bizonytalanságokat tárna fel, az állapotuk meghatározására és annak eldöntésére, szükség van-e javító beavatkozásokra, vizsgálatokat kell végezni. Az ilyen vizsgálat legyen vagy egy statikus cölöp-próbaterhelés vagy egy integritásvizsgálat, egy újabb cölöp készítése vagy talajkiszorításos cölöp esetén a cölöp utánverése, mindezeket kombinálva a gyanús cölöp körüli talajvizsgálatokkal.

(7)P Azon cölöpök esetében, amelyeknek minősége érzékeny a készítés módjára, integritásvizsgálatot kell végezni, ha maga a cölöpkészítési eljárás kellő megbízhatósággal nem figyelhető meg.

(8) A kis alakváltozással dolgozó dinamikus integritásvizsgálatok alkalmazhatók azon cölöpök általános értékelésére, amelyek készítésük során súlyosan megsérülhettek vagy építés közben a talaj számottevő szilárdságcsökkenését okozhatták. A dinamikus vizsgálatok gyakran nem képesek feltárni a cölöpök tartós teljesítőképességét befolyásoló olyan hiányosságokat, mint a rossz betonminőség vagy a betonfedés elégtelensége, és ezért a kivitelezés műszaki felügyeletéhez szükség lehet más vizsgálatokra is, mint például akusztikus vizsgálatokra, vibrációs vizsgálatokra vagy magmintavételre.

## 8. Horgonyzások

### 8.1. Általános elvek

#### 8.1.1. Alkalmazási terület

(1)P E fejezetet az olyan ideiglenes és végleges rendeltetésű horgonyzások tervezésére kell alkalmazni, amelyek feladata, hogy

- támszerkezeteket erősítsenek;
- rézsűk, bevágások vagy alagutak állékonyságát biztosítsák;
- ellenálljanak a szerkezetekre ható felhajtóerőknek;

azáltal, hogy húzóerőket teherviselő talajra vagy kőzetre továbbítanak.

(2)P Ez a fejezet a következőkre alkalmazható:

- előfeszített horgonyok, amelyek egy horgonyfejből, egy szabad horgonyszakaszból és egy, a talajba injektálással befogott horgonyszakaszból állnak;
- nem előfeszített horgonyok, amelyek egy horgonyfejből, egy szabad horgonyszakaszból és egy ellentartó elemből állnak, mely utóbbi lehet például egy, a talajba injektálással befogott horgonyszakasz, egy horgonytömb, egy becsavart horgony vagy kőzetcsavar.

(3)P Ez a fejezet talajszegekre nem alkalmazható.

(4)P A húzott cölöpökből álló horgonyzások tervezésekor a 7. fejezet szerint kell eljárni.

#### 8.1.2. Fogalommeghatározások

##### 8.1.2.1.

**tartós horgony** (permanent anchorage)

Két évnél hosszabb élettartamra tervezett horgony.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalommeghatározás.

##### 8.1.2.2.

**ideiglenes horgony** (temporary anchorage)

Két évnél rövidebb élettartamra tervezett horgony.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalommeghatározás.

##### 8.1.2.3.

**elfogadási vizsgálat** (acceptance test)

Helyszíni próbaterhelés annak igazolására, hogy minden egyes horgony eleget tesz a tervezési követelményeknek.

##### 8.1.2.4.

**megfelelőségi vizsgálat** (suitability test)

Helyszíni próbaterhelés annak igazolására, hogy az adott tervezésű horgony az adott talajviszonyok között megfelelő lesz.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalommeghatározás.

##### 8.1.2.5.

**kísérleti vizsgálat** (investigation test)

Próbaterhelés a horgonynak a habarcs/talaj érintkezési felületén kialakuló törési ellenállása megállapítására és a horgony jellemzőinek meghatározására a dolgozó terhelési tartományban.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalommeghatározás.

**8.1.2.6.****befogott horgonyhossz** (anchor bond length)

A horgonyszár azon hossza, amely az injektált habarcszestén keresztül közvetlenül be van kötve a talajba.

**8.1.2.7.****a horgonyszár szabad hossza** (tendon free length)

A horgonyszárnak a horgonyfej és a horgonyszár befogott hosszának közelebbi vége közötti hossza.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalom meghatározás.

**8.1.2.8.****a horgonyszár befogott hossza** (tendon bond length)

A horgonyszár azon hossza, amely közvetlenül a habarcsba van bekötve és alkalmas a működő húzóerő átadására.

MEGJEGYZÉS: Az EN 1537:1999-ből átvett fogalom meghatározás.

**8.2. Határállapotok**

(1)P A horgonyok esetében a következő határállapotokat kell vizsgálni, mind egyenként, mind kombinációikban:

- a horgonyszár vagy horgonyfej szerkezeti törése a működő feszültségek miatt;
- a horgonyfej eltorzulása vagy korróziója;
- injektált horgonyok esetében törés az injektált test és a talaj érintkezési felületén;
- injektált horgonyok esetében a kötés tönkremenetele az acél horgonyszár és a habarcs között;
- horgonytömb esetében törés a lehorgonyzó tömb elégtelen ellenállása miatt;
- a horgonyerő elvesztése a horgonyfej nagymérvű elmozdulása vagy kúszás és ernyedés miatt;
- a szerkezet elemeinek törése vagy nagymérvű elmozdulása az alkalmazott horgonyerő miatt;
- a megtámasztott talaj és a megtámasztószerkezet általános állékonyságának elvesztése;
- horgonycsoport és a talaj, valamint a csatlakozó szerkezetek közötti kölcsönhatás.

**8.3. Hatások és tervezési állapotok**

(1)P A tervezési állapotok megválasztásakor a következőket kell figyelembe venni:

- a tartószerkezet építése közbeni minden körülmény;
- a tartószerkezet tervezett élettartama alatt várható minden körülmény;
- a 8.2. szakaszban felsoroltak közül minden, a vizsgált esettel összefüggő határállapot és kombinációik;
- a várható talajvízszintek és a víztartó rétegekben várható víznyomások;
- bármely horgony tönkremenetelének következményei;
- az a lehetőség, hogy az előfeszítéskor alkalmazott erők (horgonyterhek) meghaladják a tartószerkezet terében megkövetelt erőket.

(2)P A *P* horgonyerőt a horgonyzás tervezése szempontjából kedvezőtlen hatásnak kell tekinteni.

**8.4. Tervezési és kivitelezési szempontok**

(1)P A horgonyzás tervében és a kivitelezésére vonatkozó előírásokban számításba kell venni a horgonyról áthárított húzófeszültségeknek a horgonyzás környezetében lévő talajzónákra gyakorolt bármely kedvezőtlen hatását.

(2)P A helyszíni vizsgálatok terjedjenek ki arra a talajzónára, amelyre át kell hárítani a húzóerőket.

(3)P Az előfeszített horgonyok esetén a horgonyfejek kialakítása tegye lehetővé a horgonyszár vagy rúd megfeszítését, próbaterhelését és zárását, valamint – ha a terv előírja – a kioldását, tehermentesítését majd újrafeszítését.

(4)P Minden horgonytípus esetében olyan horgonyfejet kell tervezni, mely elviseli a horgonyerő irányának szögeltérését, figyelembe véve az EN 1537:1999 6.3. szakaszát, és képes alkalmazkodni azokhoz az alakváltozásokhoz, amelyek a tartószerkezet tervezett élettartama alatt előfordulhatnak.

(5)P Ha különböző anyagok vannak kombinálva egy horgonyban, akkor ezek szilárdságának tervezési értékét az alakváltozási teljesítőképességük összeférhetőségének alapos mérlegelésével kell megállapítani.

(6)P Minthogy a horgonyzási rendszer hatékonysága a horgonyszár szabad hosszától függ, ki kell elégíteni a következő követelményeket:

- a horgonyerőt olyan talajzónára kell átadni, amely elég távol van a megtámasztott talajtömegetől ahhoz, hogy annak stabilitására kedvezőtlenül már ne hasson;
- a horgonyerőt olyan talajzónára kell átadni, amely elég távol van a meglevő alapoktól ahhoz, hogy rájuk semmilyen káros hatást ne gyakorolhasson;
- megfelelő intézkedésekkel kell megakadályozni, hogy az egymáshoz közel beépített horgonyok befogott szakaszai között kedvezőtlen kölcsönhatások lehessenek.

(7) A befogott horgonyszakaszok közötti kedvezőtlen kölcsönhatás elkerülése végett legalább 1,5 m távolság legyen köztük, ha ez lehetséges.

(8)P Csak olyan horgonyzási rendszert szabad alkalmazni, amelyet kísérleti vizsgálattal kipróbáltak (lásd az EN 1537:1999-et), vagy amelynek mind teljesítőképességét, mind tartósságát dokumentált sikeres összehasonlítható tapasztalat igazolja.

(9)P A horgonyszár iránya általában olyan legyen, hogy a lehetséges törési mechanizmusok révén keletkező alakváltozások önbefeszítést eredményezzenek. Ha ez mégsem lenne megoldható, akkor a tervben számolni kell a kedvezőtlen hatásokkal.

(10)P Injektált és becsavart horgonyok esetében az  $R_{a,k}$  kihúzóerő ellenállás karakterisztikus értékét a 8.7. szakasszal összhangban álló megfelelőségi vizsgálat vagy összehasonlítható tapasztalat alapján kell meghatározni. Az ellenállás tervezési értékét a kivitelezés utáni elfogadási vizsgálattal kell igazolni.

(11)P Az előfeszített talajhorgonyok esetében a horgonyszár szabad hosszának a teljesítőképességét az EN 1537:1999-cel összhangban kell ellenőrizni.

(12)P Elegendően nagy záróerőt kell alkalmazni annak biztosítása végett, hogy a horgony ellenállása használatosági határállapotban a horgonyfej elfogadható mértékű elmozdulásával mobilizálódjon.

(13)P Az előfeszített horgonyok korrózióvédelme feleljen meg az EN 1537:1999 6.9. szakaszában előírtaknak.

(14)P Az acél horgonyszárral készülő horgonyok korrózióvédelmének tervezésekor figyelembe kell venni a talajkörnyezet agresszivitását.

(15) Ha szükséges, megfelelő eszközöket, pl. védőhüvelyt vagy elvesztésre szánt többletméretet ajánlatos előírni az acél horgonyszár korrózió elleni védelmére.

## 8.5. Tervezés teherbírási határállapotra

### 8.5.1. A horgony tervezése

(1)P A horgony  $R_a$  kihúzóerő ellenállásának  $R_{a,d}$  tervezési értéke elégítse ki a következő határfeltételt:

$$P_a \leq R_{a,d} \quad (8.1.)$$

(2) A kihúzóerő ellenállás tervezési értéke meghatározható horgonyokkal végzett próbaterhelések eredményeiből vagy számításokkal.

### 8.5.2. A kihúzóerő ellenállás tervezési értékének meghatározása vizsgálati eredményekből

(1)P A kihúzóerő ellenállás tervezési értékét a karakterisztikus értékből a következő képlet szerint kell kiszámítani:



$$R_{a;d} = R_{a;k} / \gamma_a \quad (8.2.)$$

MEGJEGYZÉS: A  $\gamma_a$  parciális tényező a horgony kihúzóási ellenállásának kedvezőtlen eltéréseit veszi számításba.

(2)P A (8.2.) egyenlőséghez az A3.3.4. szakasz (1)P bekezdésében értelmezett  $\gamma_a$  parciális tényezőt kell használni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényező értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós és ideiglenes állapotokra ajánlott értékeket az A12. táblázat tartalmazza.

(3) A karakterisztikus értéket a megfelelőségi vizsgálat eredményeiből egy  $\xi_a$  korrelációs tényezővel célszerű származtatni.

MEGJEGYZÉS: A 8.5.2. szakasz (3) bekezdése az olyan horgonyokra vonatkozik, amelyeket elfogadási vizsgálatokkal egyenként nem ellenőriznek. Ha egy  $\xi_a$  korrelációs tényezőt használnak, akkor az a tapasztalaton vagy a nemzeti melléklet előírásán alapuljon.

### 8.5.3. A kihúzóási ellenállás tervezési értékének meghatározása számítással

(1)P A kihúzóási ellenállás tervezési értékét a 2.4.7. és 2.4.8. szakasz idevágó alapelveivel összhangban kell megállapítani.

### 8.5.4. A horgony szerkezeti ellenállásának tervezési értéke

(1)P A horgony szerkezeti terve elégítse ki a következő egyenlőtlenséget:

$$R_{a;d} \leq R_{t;d} \quad (8.3.)$$

(2)P A horgony anyagának  $R_{t;d}$  ellenállását a helyzetnek megfelelően az EN 1992, EN 1993 és EN 1537:1999 szabvánnyal összhangban kell kiszámítani.

(3)P Ha a horgonyokat alávetik megfelelőségi vizsgálatoknak, akkor az  $R_{t;d}$  értékét a bizonyított teherből kell számítani (lásd az EN 1537:1999 9.5. szakaszát).

### 8.5.5. A horgonyerő tervezési értéke

(1)P A horgonyerő  $P_d$  tervezési értékét a megtámasztott szerkezet tervéből kell származtatni a következő két erő közül a nagyobbikat véve:

- a megtámasztott szerkezet által teherbírási határállapotban keltett erő,
- a megtámasztott szerkezet által használhatósági határállapotban keltett erő, ha van ilyen a tervben.

## 8.6. Tervezés használhatósági határállapotra

(1)P A megtámasztott szerkezet használhatósági határállapotának vizsgálatához a horgonyt rugóként kell számításba venni.

(2)P Az előfeszített (pl. injektált) horgonyok esetében a horgonyt rugalmas, előfeszített rugónak kell tekinteni.

(3) A 8.6. szakasz (2)P bekezdésében említett tervezési állapotot vizsgálva a legkisebb vagy legnagyobb horgonymerevség és a legkisebb vagy legnagyobb előfeszítés legkedvezőtlenebb kombinációját kell kiválasztani.

(4) Ajánlatos egy modelltényezőt alkalmazni az SLS erőre annak biztosítására, hogy a horgony ellenállása elegendően biztonságos legyen.

MEGJEGYZÉS: A modelltényező értékét a nemzeti melléklet állapíthatja meg.

(5) Ha a nem előfeszített horgonyokat (nem előfeszített) rugóknak tekintik, akkor célszerű ezek merevségét úgy megválasztani, hogy a megtámasztott szerkezet számított elmozdulásai, valamint a horgony elmozdulása és megnyúlása összeférhetők lehessenek.

(6) Ajánlatos figyelembe venni az előfeszítési horgonyerő által a szomszédos alapokban keltett bármely alakváltozás hatásait.

## 8.7. Megfelelőségi vizsgálatok

(1)P Megfelelőségi vizsgálatokat kell előírni az injektált és a becsavart horgonyokra, valamint a kőzetcsavarokra. A vizsgálatot az EN 1537:1999 szerint kell elvégezni.

(2) Indokolt minden egyes, a többitől különböző talaj és tartószerkezet esetében legalább három megfeleléségi vizsgálatot végezni a horgonyellenállás karakterisztikus értékének meghatározása végett.

(3)P Az injektált horgonyok megfeleléségi vizsgálatának  $P_p$  bizonyított terhe feleljen meg az EN 1537:1999-nek.

(4) A becsavart horgonyok és a kőzetcsavarok esetében, amíg nem lesz ezekre is saját vizsgálat, célszerű a megfeleléségi vizsgálatot az injektált horgonyokra az EN 1537:1999 szerint végezni.

## 8.8. Elfogadási vizsgálatok

(1)P Minden injektált horgonyt a zárás előtt, illetve mielőtt működni kezdenének, elfogadási vizsgálatnak kell alávetni.

(2)P Az elfogadási vizsgálatok végrehajtásakor be kell tartani az EN 1537:1999-ben az injektált horgonyokra megadott szabályokat.

(3) Ahol horgonycsoportok horgonyszárainak befogott hosszai 1,5 m távolságon belül keresztezik egymást, indokolt véletlenszerűen kijelölt ellenőrző vizsgálatokat végezni a zárási művelet befejezése után.

## 8.9. Műszaki felügyelet és megfigyelés

(1)P A műszaki felügyelet és a megfigyelés kövesse értelemszerűen az e szabvány 4. szakaszában, valamint az EN 1537:1999 9.10. és 9.11. szakaszában megadott szabályokat.

## 9. Támszerkezetek

### 9.1. Általános elvek

#### 9.1.1. Alkalmazási terület

(1)P E fejezet rendelkezéseit olyan tartószerkezetekre kell alkalmazni, melyek földtömeget támasztanak meg, s a megtámasztott közeg anyaga lehet talaj, szilárd kőzet, visszatöltés és víz. Megtámasztás az, ha annál meredekebb rézsűhajlás mellett biztosítjuk a közeg egyensúlyát, mint amilyennél az megtámasztás nélkül képes lenne megállni. A támszerkezetek közé tartoznak mindazok a falak és támrendszerek is, amelyeknek tartószerkezeti elemeiben a megtámasztott közeg erőket ébreszt.

(2)P A silókban tárolt szemcsés anyag nyomását az EN 1991-4 szerint kell számítani.

#### 9.1.2. Fogalommeghatározások

(1) A támszerkezetek tervezését illetően célszerű megkülönböztetni a következő három fő típust:

##### 9.1.2.1.

#### támfalak (gravity walls)

Kő, beton vagy vasbeton anyagú, síkalapon nyugvó, előre vagy hátra nyúló talpszélesítéssel, merevítőbordákkal vagy azok nélkül készülő falak. A megtámasztásban meghatározó szerepe a fal önsúlyának van, amihez egyes típusok esetében a talaj vagy szilárd kőzet stabilizáló tömege is hozzájárul. Az ilyen faltípusok közé tartoznak az állandó vagy változó keresztmetszetű beton súlytámfalak, a síkalapozású vasbeton szögtámfalak, a merevítőbordás falak.

**9.1.2.2.****befogott falak** (embedded walls)

Acélból, vasbetonból vagy fából készült, viszonylag vékony falak, amelyek egyensúlyát horgonyok, dúcok és/vagy a passzív földnyomás biztosítja. Az ilyen falak hajlítási teherviselő képessége főszerepet játszik a megtámasztásban, míg a fal súlyának szerepe jelentéktelen. Példa az ilyen falakra a szabadon álló, a kihorgonyozott vagy dúcokkal megtámasztott acél vagy beton szádfal és résfal.

**9.1.2.3.****összetett támszerkezetek** (composite retaining structures)

Az előző két faltípus elemeiből álló támszerkezetek. Számos változatuk létezik, példaként említhetők a kettős falú zárógáták, a húzott betétekkel, geotextíliákkal vagy injektálással erősített földszerkezetek, valamint a több sorban kihorgonyozott vagy szegezett szerkezetek.

**9.2. Határállapotok**

(1)P Össze kell állítani a vizsgálandó határállapotok listáját. A támszerkezetek valamennyi típusa esetében legalább a következő határállapotokat kell vizsgálni:

- az általános állékonyság elvesztése;
- valamely szerkezeti elem, például fal, horgony, heveder, dúc vagy ezek kapcsolatának tönkremenetele;
- valamely szerkezeti elem és a talaj együttes tönkremenetele;
- felhajtóerő vagy buzgárosodás miatti tönkremenetel;
- a támszerkezet mozgása, mely leomlást okozhat vagy befolyásolhatja az épülő tartószerkezet, illetve a megtámasztott közegen nyugvó közeli tartószerkezetek vagy közművezetékek külső megjelenését vagy használhatóságát;
- elfogadhatatlan mértékű vízszivárgás a falon át vagy a fal alatt;
- a talajszemcsék elfogadhatatlan mértékű kimosódása a falon át vagy a fal alatt;
- a talajvízviszonyok elfogadhatatlan mértékű megváltozása.

(2)P A súlytámfalak, valamint az összetett támszerkezetek esetében még a következő határállapotokat kell vizsgálni:

- talajtörés az alap alatt;
- elcsúszás az alapfelületen;
- a támfal felborulása;

a befogott falak esetében pedig a következőket:

- a fal egészének vagy egy részének elfordulása vagy eltolódása miatt bekövetkező tönkremenetel;
- a fal függőleges egyensúlyának hiánya miatti tönkremenetel.

(3)P Az említett határállapotok kombinációit a támszerkezetek valamennyi típusára értelemszerűen számításba kell venni.

(4) Súlytámfalak tervezésekor gyakran ugyanolyan feladatok megoldása merül fel, mint a síkalapok, a töltések vagy a rézsúk tervezése esetében. Ezért a határállapotok vizsgálatokor helyénvaló a 6. fejezet alapelveinek értelemszerű alkalmazása. Ajánlatos különösen gondosan vizsgálni a nagymértékben külpontos és ferde erővel terhelt támfal alapja alatti talajtörést (lásd a 6.5.4. szakaszt).

**9.3. Hatások, geometriai adatok és tervezési állapotok****9.3.1. Hatások****9.3.1.1. Alapvető hatások**

(1) A 2.4.2. szakasz (4) bekezdésében felsorolt hatásokat ajánlatos figyelembe venni.

## 9.3.1.2. A háttöltés anyagának súlya

(1)P A rendelkezésre álló anyag ismeretében kell a háttöltés térfogatsúlyának tervezési értékét felvenni. A geotechnikai tervezési beszámolóban részletesen meg kell adni, hogy milyen ellenőrző vizsgálatokat kell elvégezni az építés közben annak igazolására, hogy a tényleges terepi értékek nem kedvezőtlenebbek a tervben feltételezetteknél.

## 9.3.1.3. Felszíni terhek

(1)P A felszíni terhek tervezési értékeinek meghatározásakor számításba kell venni a megtámasztott földtömeg felszínén vagy ennek közelében lévő épületeket, parkoló vagy mozgó járműveket, darukat, az ott lerakott anyagokat, árukat és tartályokat.

(2) Ajánlatos gondosan vizsgálni az ismétlődő felszíni terheléseket, mint például a partfalak menti darupályáról átadódó terheket. Az ilyesfajta terhekből keletkező nyomások gyakran jelentősen meghaladják az első terhelésből vagy az azonos nagyságrendű statikus terhekből származó nyomások értékeit.

## 9.3.1.4. A víz súlya

(1)P A víz térfogatsúlyának tervezési értékét annak figyelembevételével kell felvenni, hogy édes- vagy sósvízről, illetve annyi vegyszert vagy szennyező anyagot tartalmazó vízről van-e szó, mely indokolja a szokásos érték módosítását.

## 9.3.1.5. Hullámverésből és jégnyomásból származó erők

(1)P Hullámverésből, illetve jégnyomásból származó erők tervezési értékeit a szerkezet helyén uralkodó éghajlati és hidraulikai viszonyokat jellemző, helyben rendelkezésre álló adatok alapján kell felvenni.

(2)P A jégnyomásból származó statikus erők tervezési értékeinek megállapításához a következőket kell számításba venni:

- a jég kezdeti, a felmelegedés megindulása előtti hőmérséklete;
- a hőmérséklet növekedésének gyorsasága;
- a jéglemez vastagsága.

## 9.3.1.6. Szivárgási erők

(1)P A támszerkezet mögötti és előtti talajvízszintek különbsége miatti szivárgási erőket vizsgálni kell, mert miattuk megváltozhat a fal mögötti aktív földnyomás, és csökkenhet a fal előtti földellenállás.

## 9.3.1.7. Ütközési erők

(1) A hullámszó, jégzajlás vagy vízi járművek által okozott ütközési erők tervezési értékének meghatározásakor számításba lehet venni az ütköző tömeg és a támszerkezet, például az ütköző és/vagy vezető szerkezetek által elnyelt energiát.

(2) A támszerkezetekre oldalirányból ható ütések esetében általában érdemes a megtámasztott földtömeg megnövekedett merevségével számolni.

(3) A befogott falak esetében indokolt vizsgálni az oldalirányú ütés által előidézett megfolyósodás kockázatát.

(4)P A támszerkezetekhez ütköző jégtábla által okozott hatást a jég nyomószilárdsága és a jégtábla vastagsága alapján kell kiszámítani. A jég nyomószilárdságának számításakor a jég sótartalmát és homogenitását figyelembe kell venni.

## 9.3.1.8. Hőmérsékleti hatások

(1)P A támszerkezetek tervezésekor számításba kell venni a rendkívüli hőmérséklet-változások időbeli és térbeli hatásait.

(2) Ezekre a hatásokra különösen a dúc- és támelemekre jutó terhelés számításakor ajánlatos figyelni.

(3) Tűz hatásaival foglalkozva célszerű az anyagra vonatkozó Eurocode „Szerkezetek tűzvédelmi tervezése” című részét tanulmányozni.

(4)P Különleges óvintézkedések, pl. a visszatöltés anyagának megfelelő kiválasztása, víztelenítés vagy szigetelés, kellene annak megakadályozására, hogy a támszerkezet mögötti földtömegben jégkényszer keletkezzenek.

### 9.3.2. Geometriai adatok

#### 9.3.2.1. Kiinduló adatok

(1)P A geometriai adatok tervezési értékeit a 2.4.6.3. szakaszban megadott alapelvekkel összhangban kell meghatározni.

#### 9.3.2.2. Terepszintek

(1)P A támszerkezet által megtámasztott anyag geometriai adatainak tervezési értékeit a terepszint tényleges változásait figyelembe véve kell megállapítani. A tervezési értékek megállapításakor gondolni kell a támfal előtt valószínűsíthető földkiemelés vagy az alámosódás lehetőségére is.

(2) Az olyan teherbírasi határállapotok vizsgálatakor, amelyekben a támfal állékonysága a fal előtti talaj ellenállásától függ, ajánlatos az ellenállást adó földtömeg felszínének névlegesen várható magasságát  $\Delta a$ -val csökkenteni. A  $\Delta a$ -érték megválasztásakor célszerű számításba venni a felszín helyszíni ellenőrzésének megbízhatóságát. Átlagos ellenőrzési körülmények között a következők indokoltak:

- szabadon álló fal esetében a szabad homloklap magasságának 10%-a lehet  $\Delta a$ , de legfeljebb 0,5 m;
- megtámasztott fal esetében  $\Delta a$  célszerűen legyen a legelső támasz és az alatta levő földfelszín közötti távolság 10%-a, de legfeljebb 0,5 m.

(3) Megengedhető ezeknél kisebb  $\Delta a$ -érték, akár 0 is, ha van előírás a talajfelszínnek az idevonatkozó tervezési állapotban megbízhatóan megvalósítható ellenőrzésére.

(4) Nagyobb  $\Delta a$ -érték ajánlatos, ahol a térszín magassága különösen bizonytalan.

#### 9.3.2.3. Vízsintek

(1)P A nyílt víz felszínének és a felszín alatti vizek nyomásszintjének tervezési vagy karakterisztikus értékét a helyszíni hidraulikai és hidrogeológiai viszonyait jellemző adatok alapján kell megállapítani.

(2)P Számításba kell venni az áteresztőképesség változásának a talajvízviszonyokra gyakorolt hatását.

(3)P Számításba kell venni az ártalajvíz vagy artézi víz következtében fellépő kedvezőtlen víznyomások lehetőségét.

### 9.3.3. Tervezési állapotok

(1)P A következő tényezőkre kell gondolni:

- a talajjellemzők, a vízsintek és a pórusvíznyomások térbeli változásai;
- a talajjellemzők, a vízsintek és a pórusvíznyomások feltételezett időbeli változásai;
- a hatások és kombinációs lehetőségeik változása;
- a támszerkezet előtti föld kiemelése, kimosódása vagy eróziója;
- a támszerkezet mögötti visszatöltés tömörítésének hatásai;
- azon szerkezetek és felszíni terhelések vagy tehermentesítések hatásai, amelyek a jövőben a megtámasztott anyagon vagy annak közelében valószínűsíthetőek;
- a várható talajmozgások, pl. alábányászás vagy fagyhatás miatt.

(2) Vízparti szerkezetek esetében nem szükséges egyazon ponton a jégnyomásból és a hullámverésből származó erők egyidejű hatásaival számolni.

## 9.4. Tervezési és kivitelezési szempontok

### 9.4.1. Általános elvek

(1)P A tervezés során mind a teherbírasi, mind a használhatósági határállapotokat vizsgálni kell a 2.4.7. és 2.4.8. szakaszban ismertetett eljárásokat alkalmazva.

(2)P Igazolni kell, hogy a falra feltételezett nyomáseloszlások és hatások esetében elérhető a függőleges egyensúly.

(3) A függőleges egyensúly igazolása a falsúrlódási paraméterek csökkentésével is elérhető.

(4) A támszerkezeteket – amennyire csak lehetséges – úgy kell megtervezni, hogy látható jelek figyelmeztessenek a teherbírasi határállapot közeledésére. Legyen kellő védelem a hirtelen tönkremenetel, például a fel-tűnő előzetes alakváltozások nélkül bekövetkező összeomlás ellen.

(5) Sok támszerkezet esetében kritikus határállapotnak tekintendő az, hogy a fal elmozdulása elég nagy ahhoz, hogy a szomszédos szerkezetek vagy közművek károsodjanak. Ha nem is fenyeget a fal leomlásának veszélye, az ily módon okozott károsodás mértéke jelentősen meghaladhatja a megtámasztott tartószerkezet használhatósági határállapotát.

(6) Az e szabványban ajánlott tervezési módszerek és parciális tényezők általában alkalmasak arra, hogy a szomszédos tartószerkezetek teherbírasi határállapotának bekövetkezését megelőzzék, feltéve, hogy a talaj legalább közepesen tömör vagy merev konzisztenciájú, és az építési eljárás és sorrend megfelelő. Különös gondot kell fordítani azonban bizonyos erősen túlkonzolidált agyagokra, melyek nagy vízszintes nyugalmi nyomásai jelentős mozgásokat idézhetnek elő a földkiemelés tágabb környezetében is.

(7) A támszerkezet és a megtámasztandó földtömeg közötti kölcsönhatások összetett volta olykor megnehezíti, hogy a támszerkezetet az építés tényleges megkezdése előtt részleteiben megtervezzék. Az ilyen esetben helyénvaló, hogy a tervezésre a megfigyeléses módszert (lásd a 2.7. szakaszt) alkalmazzák.

(8)P A támszerkezetek tervezésekor a következőket kell értelemszerűen figyelembe venni:

- a fal építésének hatásai, köztük:
  - a földkiemelés oldalfalainak ideiglenes megtámasztása;
  - az in situ feszültségek változása és az ebből eredő talajmozgások a földkiemelés és a fal építése miatt;
  - a talaj megzavarása verési vagy fúrasi munkák által;
  - a munkatérbe való bejutás biztosítása;
- az elkészült fal vízzáróságának megkívánt mértéke;
- a fal kis vízáteresztő képességű rétegbe való bekötésének megvalósíthatósága a vízkizárás biztosítására. Ekkor értékelni kell a kialakuló talajvízáramlási viszonyokat;
- a szomszédos talajzónákba benyúló horgonyok megvalósíthatósága;
- a támszerkezet dűcelemei közötti földkiemelés megvalósíthatósága;
- a falak képessége a függőleges terhek viselésére;
- a szerkezeti elemek alakváltozási képessége;
- a hozzájutás a falhoz és bármely csatlakozó víztelenítő rendszerhez karbantartási célokból;
- a fal és bármely horgony külső megjelenése és tartóssága;
- szádfalazás esetén kellően merev profil kiválasztása, mely lejuttható a tervezett mélységig a csatlakozók szétnyílása nélkül;
- a nyitott furatok vagy résiszappal megtámasztott résszakaszok állékonysága;
- a visszatöltések esetében a rendelkezésre álló anyag jellege és a fal mellett alkalmazandó tömörítő eljárások, összhangban az 5.3. szakasszal.

### 9.4.2. Víztelenítés

(1)P Amennyiben a tervezett szerkezet biztonsága és használhatósága a víztelenítés teljesítőképességétől függ, figyelmet kell fordítani a víztelenítő rendszer meghibásodásának következményeire mind a biztonság, mind a javítási költség tekintetében. A következők valamelyikét (vagy kombinációjukat) kell teljesíteni:

- el kell készíteni a víztelenítő rendszer karbantartási programját, és a terv olyan legyen, hogy karbantartási célból hozzá is lehessen férni a rendszerhez;
- ki kell mutatni, mind összehasonlítható tapasztalatok segítségével, mind a kilépő vízhozam becslésével, hogy a víztelenítő rendszer karbantartás nélkül is megfelelően fog működni.

(2) A döntéshez ajánlatos számításba venni a kilépő víz mennyiségét, nyomását és a víz kémiai összetételét.

## 9.5. Földnyomások meghatározása

### 9.5.1. Általános elvek

(1)P A földnyomás meghatározásakor számításba kell venni, hogy milyen jellegű és mekkora elmozdulás és alakváltozás fogadható el és jöhet létre a szerkezet vizsgált határállapotában.

(2) A továbbiakban a „földnyomás” kifejezés célszerűen a gyenge és mállott kőzetek nyomását is jelenti, és magában foglalja a talajvíz nyomását is.

(3)P A földnyomások nagyságának, valamint az ezekből adódó eredő erők irányának számításakor figyelembe kell venni a következőket:

- a térszín hajlása és terhelése;
- a fal hajlása a függőlegeshez képest;
- a vízszintek és a szivárgási erők a talajban;
- a falmozgások mértéke és iránya a talajhoz képest;
- a támszerkezet egészének vízszintes és függőleges egyensúlya;
- a talaj nyírószilárdsága és térfogatsúlya;
- a fal és a megtámasztó rendszer merevsége;
- a fal érdessége.

(4) A mobilizálódó falsúrlódás és adhézió mértékét általában a következők függvényének kell tekinteni:

- a talaj szilárdsági paraméterei;
- a súrlódási tulajdonságok a fal és a talaj érintkezési felületén;
- a fal elmozdulásának iránya és nagysága a talajhoz képest;
- a falnak az a képessége, hogy a falsúrlódásból és az adhézióból származó függőleges erőket felvegye.

(5) A fal és a talaj érintkezésének felületén mobilizálható nyírófeszültség mértékét célszerű a  $\delta$  falsúrlódási paraméterrel meghatározni.

(6) Homokot vagy kavicsot megtámasztó beton vagy acél szádfal esetében feltételezhető, hogy a falsúrlódási paraméter tervezési értéke  $\delta_d = k \cdot \varphi_{cv,d}$ . A  $k$  értéke előre gyártott beton vagy acél szádfal esetén célszerűen ne haladja meg a 2/3 értéket.

(7) Közvetlenül a talajhoz betonozott szerkezet esetében szabad  $k = 1$  értéket feltételezni.

(8) Agyag és acél szádfal közti tapadást vagy súrlódási ellenállást közvetlenül a leverés utáni drénezetlen körülmények esetében általában nem helyes feltételezni. Bizonyos idő elteltével azonban ezek értékei növekedhetnek.

(9)P A földnyomások nagyságát és az eredő erők irányát a kiválasztott tervezési módszerrel (lásd a 2.4.7.3. szakaszt) és a vizsgált határállapottal összhangban kell kiszámítani.

(10) Egy földnyomás értéke általában más a teherbírási, mint a használhatósági határállapotban. A két értéket egymástól alapvetően különböző számítási módszerrel kell meghatározni. Következésképpen a földnyomás mint hatás, nem jellemezhető egyetlen karakterisztikus értékkel.

(11)P Szilárd közettömeget megtámasztó támszerkezet esetében a földnyomás kiszámításakor figyelemmel kell lenni a tagoltság hatásaira, különösen azok irányítottságára, tagoltságméreteire, tágasságára, érdességére, és az esetleges kitöltő anyag mechanikai tulajdonságaira.

(12)P A támszerkezetre ható földnyomás számításakor gondolni kell a talajok bármely eredetű duzzadási potenciáljára.

## 9.5.2. A nyugalmi földnyomás értéke

(1)P Ha a fal a talajhoz képest nem mozdul el, a földnyomást a nyugalmi feszültségállapotból kell kiszámítani. A nyugalmi állapot elemzésekor számításba kell venni a talaj feszültségtörténetét.

(2) Normálisan konszolidálódott talaj esetében indokolt azt feltételezni, hogy a támszerkezet mögötti talajban általában akkor marad fenn a nyugalmi állapot, ha a szerkezet elmozdulása kisebb, mint  $5 \cdot 10^{-4} \cdot h$ .

(3) Vízszintes térszín esetében a vízszintes és függőleges hatékony feszültségek hányadosát kifejező  $K_0$  nyugalmi nyomási szorzó a következő képletből számítható:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi') \cdot \sqrt{OCR} \quad (9.1.)$$

Nagyon nagy OCR-érték esetén nem ajánlatos ezt a képletet használni.

(4) Ha a fal mögött a térszín a vízszinteshez képest  $\beta \leq \varphi'$  szögben emelkedik, akkor a hatékony földnyomás  $\sigma'_{h,0}$  vízszintes összetevőjét a következő képlet szerinti  $K_{0,\beta}$  szorzóval lehet viszonyítani a  $q'$  hatékony függőleges feszültségekhez, ahol:

$$K_{0,\beta} = K_0 \cdot (1 + \sin \beta) \quad (9.2.)$$

Ilyenkor feltételezhető, hogy a földnyomási erő iránya a térszínnel párhuzamos.

## 9.5.3. A földnyomás határértékei

(1)P A földnyomások határértékeit a talaj és a fal egymáshoz viszonyított elmozdulását és a csúszólap ennek megfelelő alakját figyelembe véve kell meghatározni.

(2) A sík csúszólap feltételezésével számított földnyomási határértékek nagy belső súrlódási szög és  $\delta$  falsúrlódási paraméter esetén jelentősen különbözhetnek a görbe csúszólap feltételezésével adódó értékektől, és ezért nem biztonságosak.

MEGJEGYZÉS: A C mellékletben található adatok olyan relatív mozgásokra, melyek a földnyomás határértékeinek kialakulását eredményezik.

(3) Ha dűcök, horgonyok vagy hasonló elemek korlátozzák a támszerkezet mozgásait, akkor indokolt figyelembe venni, hogy a földnyomások aktív és passzív határértékei, valamint a földnyomások eloszlása nem szükségszerűen a legkedvezőtlenebb változatot jelentik.

## 9.5.4. A földnyomás közbülső értékei

(1)P A földnyomás közbülső értékei akkor alakulnak ki, ha a fal mozgásai nem elégségesek a határértékek mobilizálódásához. A földnyomás közbülső értékeinek meghatározásakor számításba kell venni a fal elmozdulásának nagyságát és a talajhoz viszonyított irányát.

MEGJEGYZÉS: A C melléklet C3. ábrája tartalmaz egy diagramot, mely használható a mobilizált passzív földnyomás meghatározásához.

(2) A földnyomások közbülső értékeinek számításához szabad használni például különböző tapasztalati szabályokat, rugóállandóra épülő módszereket vagy véges elemes módszereket.

## 9.5.5. Tömörítési hatások

(1)P A falra ható földnyomások meghatározásakor figyelembe kell venni a visszatöltés és a tömörítésére alkalmazott eljárások által okozott járulékos nyomásokat.

MEGJEGYZÉS: Mérések mutatják, hogy a járulékos nyomások függenek az alkalmazott tömörítési energiától, a tömörített rétegek vastagságától és a tömörítőeszköz járatainak helyétől. Egy réteg falra merőleges, vízszintes nyomása csökkenhet, amikor a következő réteget elterítik és tömörítik. Mire a háttöltés elkészül, a járulékos nyomás rendszerint csak a fal felső szakaszán működik.

(2)P Az adott helyzethez illő tömörítési eljárást kell előírni abból a célból, hogy elkerülhető legyenek a túl nagy járulékos földnyomások, amelyek elfogadhatatlan mértékű elmozdulásokhoz vezetnének.



## 9.6. Víznyomások

(1)P A víznyomások karakterisztikus és tervezési értékének megállapításakor számításba kell venni mind a felszíni vizek, mind a talajvíz szintjét.

(2)P A teherbírési és használhatósági határállapotok ellenőrzésekor a víznyomásokat a hatások kombinációjában kell számításba venni, összhangban a 2.4.5.3. és 2.4.6.1. szakasszal és figyelembe véve a 9.4.1. szakasz (5) bekezdésében említett lehetséges kockázatokat.

(3) Közepes vagy kis áteresztőképességű talajokat (iszapot és agyagot) megtámasztó szerkezetek esetében rendszerint célszerű feltételezni, hogy működik a fal mögött víznyomás. Ha nem készül megbízható drénezőrendszer (9.4.2. szakasz (1)P bekezdése) vagy nem akadályozzák meg a víz beszivárgását, akkor a víznyomások célszerűen a megtámasztott közeg felszínével azonos vízszintnek megfelelőek legyenek.

(4)P Ha az élővíz szintje hirtelen megváltozhat, mind az azt azonnal követő nem permanens, mind a permanens áramlást vizsgálni kell.

(5)P Ha nem alkalmaznak külön drénezést vagy az áramlást gátló megoldást, akkor meg kell vizsgálni a vízzel telt húzási vagy zsurorodási repedések lehetséges következményeit.

## 9.7. Tervezés teherbírési határállapotra

### 9.7.1. Általános elvek

(1)P A támszerkezetek tervezésekor ellenőrizni kell a teherbírési határállapotot a 9.3.3. szakasznak megfelelő tervezési állapotokra, figyelembe véve a hatások vagy az igénybevételek, illetve az ellenállások tervezési értékeit.

(2)P Vizsgálni kell minden, az adott esetben értelmezhető tönkremeneteli módot. A leggyakrabban alkalmazott támszerkezetek esetében legalább a 9.1 – 9.6. ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat kell vizsgálni.

(3)P A teherbírési határállapotokra vonatkozó számításoknak igazolniuk kell, hogy az egyensúlyi állapotot biztosítani lehet a 2.4. szakaszban értelmezett hatások vagy igénybevételek, illetve szilárdságok és ellenállások tervezési értékeinek figyelembevételével. A szilárdságok vagy az ellenállások tervezési értékeinek felvételekor mérlegelni kell az anyagok alakváltozásainak összeférhetőségét.

(4)P A talaj szilárdságának vagy ellenállásának az alsó vagy a felső tervezési értékeivel kell számolni attól függően, hogy melyik a kedvezőtlenebb.

(5) Használhatók olyan számítási módszerek, amelyek a talaj és a tartószerkezeti elemek relatív elmozdulásaival és merevségeivel összhangban átrendezik a földnyomások eloszlását.

(6)P Finom szemcséjű talajok esetében vizsgálni kell mind a rövid idejű, mind a tartós viselkedést.

(7)P Víznyomáskülönbségnek kitett falak esetében ellenőrizni kell a hidraulikus talajtöréssel és a buzgárosodással szembeni biztonságot.

### 9.7.2. Általános állékonyság

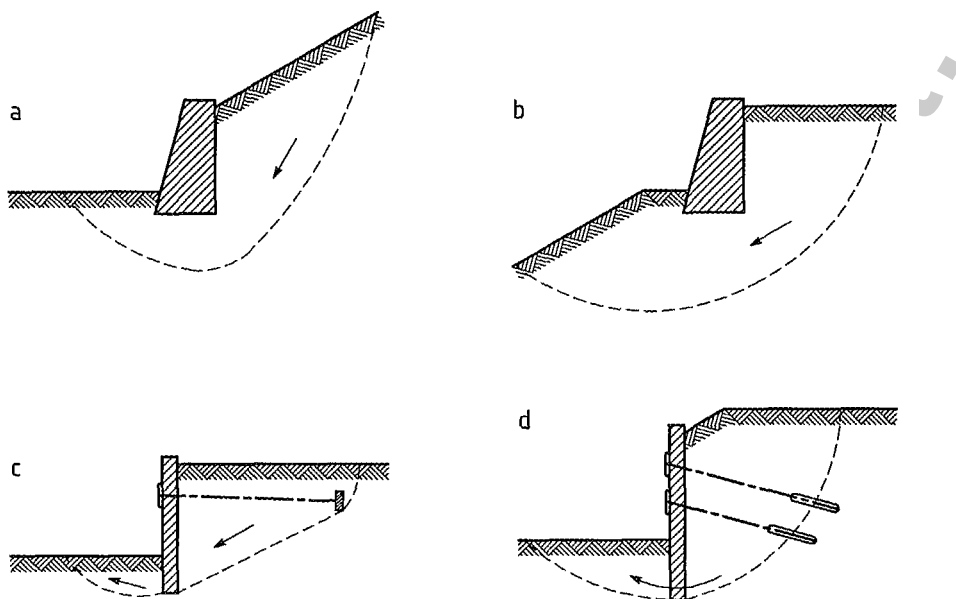
(1)P A 11. fejezet szerinti alapelveket kell értelemszerűen alkalmazni annak igazolására, hogy az általános állékonyság fennmarad, és hogy az ennek megfelelő alakváltozások kellőképpen kicsik maradnak.

(2) Indokolt legalább a 9.1. ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat értelemszerűen megvizsgálni, figyelembe véve a progresszív törés és a megfolyósodás lehetőségét is.

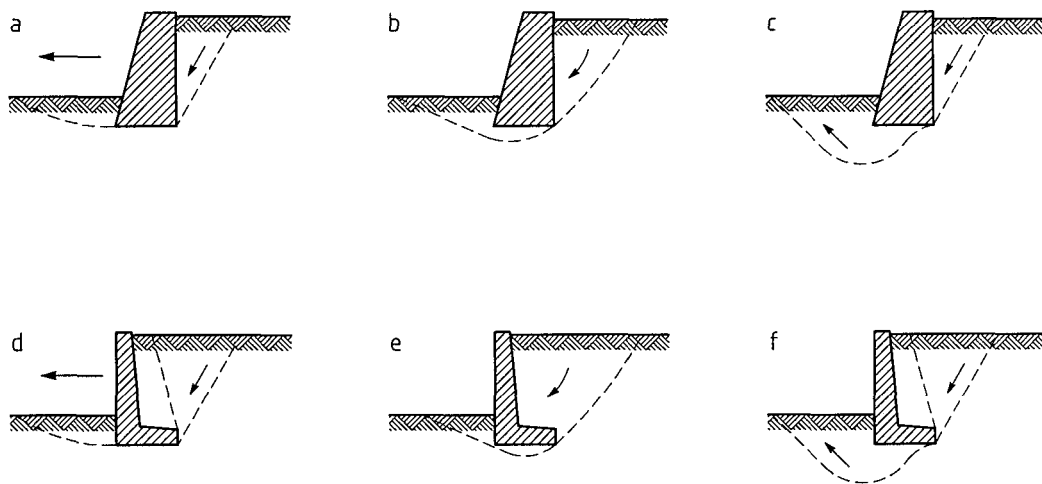
### 9.7.3. Támfalak alapja alatti talajtörés

(1)P A 6. fejezet szerinti alapelveket kell értelemszerűen alkalmazni annak igazolására, hogy az alap alatti talajtörés veszélye kielégítő, és hogy az alakváltozások megengedhetők. Mind a talajtörést, mind az elcsúszást vizsgálni kell.

(2) Indokolt legalább a 9.2. ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat vizsgálni.



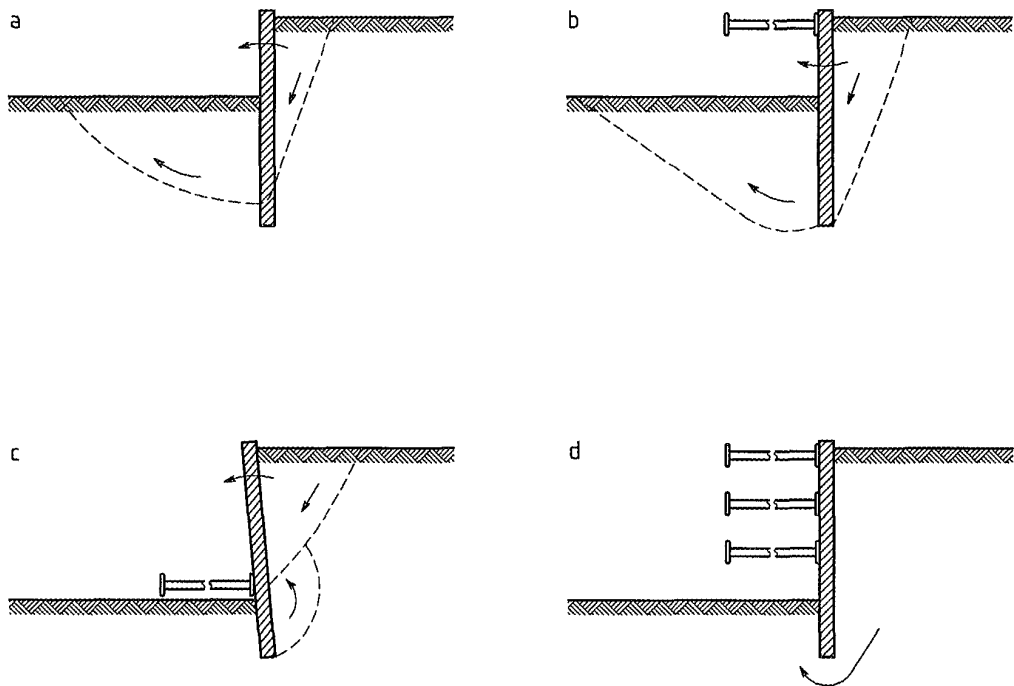
9.1. ábra: Támszerkezetek tönkremenetele az általános állékonyságuk elvesztése miatt (példák)



9.2. ábra: Támfalak tönkremenetele az alapjuk alatti talajtörés miatt (példák)

#### 9.7.4. Befogott falak elfordulásos tönkremenetele

(1)P Az egyensúlyi állapotra vonatkozó számításokkal igazolni kell, hogy a befogott falak befogási mélysége kielégítően nagy az elfordulásos tönkremenetel megakadályozásához.



9.3. ábra: Befogott falak elfordulásos tönkremenetelének módjai (példák)

(2) Indokolt legalább a 9.3. ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat vizsgálni.

(3)P A talaj és a fal közötti nyírófeszültségek nagyságának és irányának tervezési értéke legyen összhangban a vizsgálandó tervezési állapotnak megfelelő relatív függőleges elmozdulással.

#### 9.7.5. Befogott falak függőleges tönkremenetele

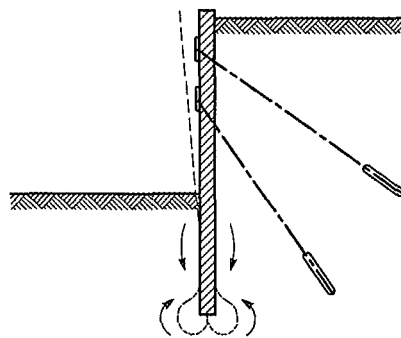
(1)P Ki kell mutatni hogy a függőleges egyensúly elérhető a talaj szilárdságának vagy ellenállásának, illetve a falra ható függőleges erőknek a tervezési értékeivel.

(2) Indokolt legalább a 9.4. ábrán bemutatott tönkremeneteli módot vizsgálni.

(3)P A fal lefelé irányuló mozgásának vizsgálatakor az olyan előfeszítő erők felső tervezési értékét kell számításba venni, melyeknek vannak függőlegesen lefelé irányuló komponenseik, mint például a horgonyok esetében.

(4)P A talaj és a fal közötti nyírófeszültség nagyságának és irányának tervezési értéke legyen összhangban a függőleges és az elfordulásos egyensúly vizsgálatával.

(5)P Ha a fal egyben egy tartószerkezet alapját is képezi, akkor a függőleges egyensúlyt a 7. fejezet alapelvei szerint kell ellenőrizni.

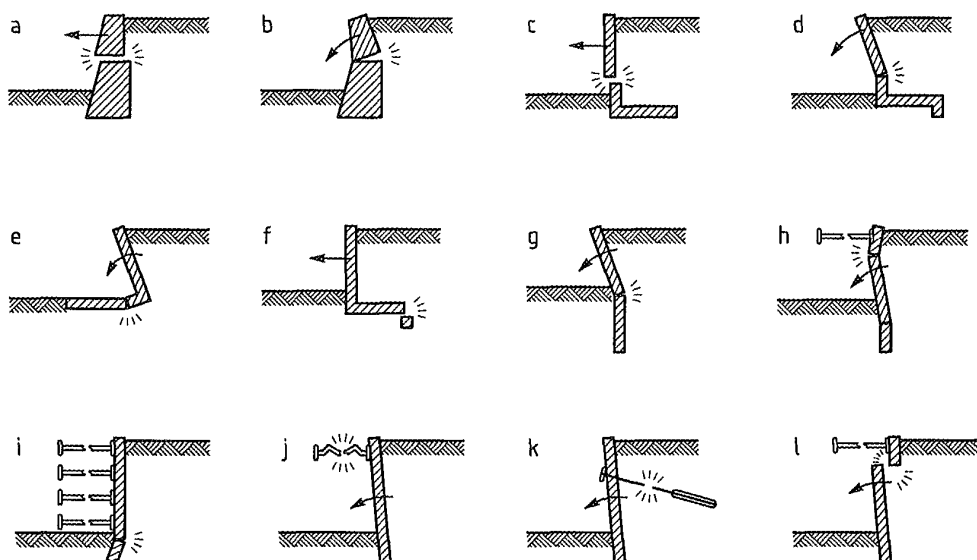


9.4 ábra: Befogott falak függőleges tönkremenetele (példa)

**9.7.6. Támszerkezetek tartószerkezeti tervezése**

(1)P A 2.4. szakasszal, továbbá az EN 1992, EN 1993, EN 1995 és EN 1996 szabványokkal összhangban igazolni kell, hogy a támszerkezetekben, beleértve a támelemeiket, például a horgonyokat és a dúcokat is, nem következnek be szerkezeti tönkremenetek.

(2) Indokolt legalább a 9.5. ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat vizsgálni.



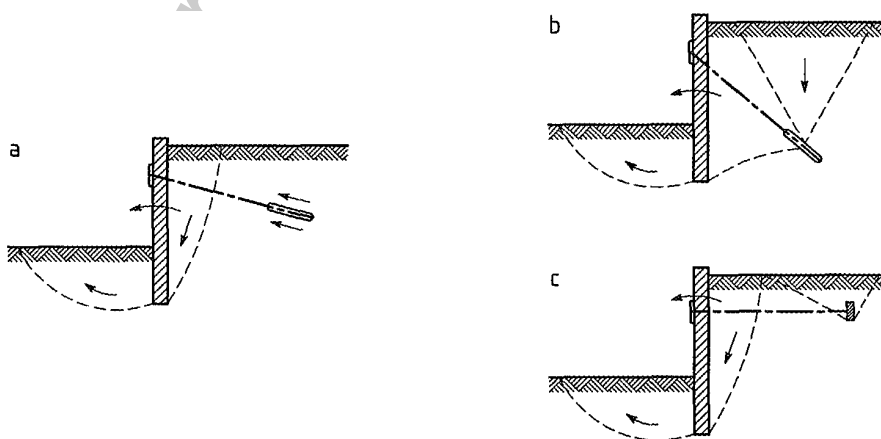
**9.5. ábra: Támszerkezetek szerkezeti tönkremenetelének módjai (példák)**

(3)P Mindegyik teherbírési határállapotra ki kell mutatni, hogy a szükséges szilárdságok, összeférhető alakváltozások mellett képesek a talajban és a szerkezetben mobilizálódni.

(4) Az EN 1992 – EN 1996 és az EN 1999 előírásainak megfelelően ajánlatos ellenőrizni a szerkezeti elemek ellenállásának az alakváltozások okozta szilárdságcsökkenését, melyet például a vasatlan keresztmetszetek berepedése, a képlékeny csuklóknál bekövetkező nagy elfordulások, vagy az acél keresztmetszetek horpadása okozhat.

**9.7.7. Tönkremenetel a horgony kihúzóda miatt**

(1)P Igazolni kell, hogy az egyensúly a talajhorgonyok kihúzóda nélkül elérhető.



**9.6. ábra: Talajhorgonyok tönkremenetele a kihúzóda miatt (példák)**

- (2)P A horgonyokat a 8. fejezettel összhangban kell megtervezni.
- (3) Indokolt legalább a 9.6.(a, b) ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat vizsgálni.
- (4) Horgonytömb esetében ajánlatos a 9.6.(c) ábrán látható tönkremenetelt is figyelembe venni.

## 9.8. Tervezés használhatósági határállapotra

### 9.8.1. Általános elvek

- (1)P A támszerkezetek tervezésekor ellenőrizni kell a használhatósági határállapotot a 9.3.3. szakasz szerinti tervezési állapotokra.
- (2) A földnyomások tervezési értékeinek megállapításakor ajánlatos figyelembe venni a talaj kezdeti feszültségeit, merevségét és szilárdságát, továbbá a szerkezeti elemek merevségét.
- (3) A földnyomások tervezési értékeit a szerkezet használhatósági határállapotára megengedett elmozdulásokat figyelembe véve ajánlatos megállapítani. Ezek a nyomások nem szükségszerűen határértékek.

### 9.8.2. Elmozdulások

- (1)P A támszerkezetek és a környező talaj megengedett elmozdulásaira vonatkozóan határértékeket kell megállapítani, összhangban a 2.4.8. szakasszal és figyelembe véve a megtámasztott tartószerkezet és a közművek által eltűrhető elmozdulásokat.
- (2)P Mindig az összehasonlítható tapasztalatokra támaszkodva kell óvatos becslést adni a támszerkezetek torzulására és elmozdulására, illetve ezeknek a megtámasztott tartószerkezetekre és a közművekre gyakorolt hatására. Beleértendő ebbe az építési munkákból származó hatások elemzése is. A tervezett megoldás megfelelősége igazolható annak kimutatásával, hogy a becsült elmozdulások nem lépik túl a határértékeket.
- (3)P Ha a kezdeti óvatos becsléssel kapott elmozdulások meghaladják a határértékeket, akkor olyan részletesebb vizsgálattal kell igazolni a tervezett megoldást, amely kiterjed az elmozdulások számítására is.
- (4)P Mérlegelni kell, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a támszerkezet elmozdulásához az esetleges hatások, mint például a támszerkezet mögötti járműterhek miatti rázkódások.
- (5)P Részletesebb, az elmozdulások számítására is kiterjedő vizsgálatot kell végezni a következő esetekben:
- ha a közeli tartószerkezetek és közművek rendkívül érzékenyek az elmozdulásokra;
  - ha nincs jól megalapozott összehasonlítható tapasztalat.
- (6) Ajánlatos számítani az elmozdulásokat a következő esetekben is:
- ha a támszerkezet 6 m-nél magasabb kis plaszticitású kohéziós talajt támaszt meg;
  - ha a támszerkezet 3 m-nél magasabb nagy plaszticitású talajt támaszt meg;
  - ha a támszerkezetet puha agyag támasztja meg vagy támasztja alá.
- (7)P Az elmozdulások számítása során figyelembe kell venni a talaj és a szerkezeti elemek merevségét, valamint az építés sorrendjét.
- (8) Az anyagoknak az elmozdulások számítása során feltételezett viselkedését az ugyanazon számítási modellre vonatkozó összehasonlítható tapasztalatokkal célszerű kalibrálni. Lineáris viselkedés feltételezése esetén a talajra és a szerkezeti anyagokra felvett merevségek igazodjanak a számított alakváltozás mértékéhez. Másik lehetőségként a közeg teljes feszültség-alakváltozás modellje használható.
- (9)P A rezgéseknek az elmozdulásokra gyakorolt hatását a 6.6.4. szakasz szerint kell vizsgálni.

## 10. Hidraulikus talajtörés

### 10.1. Általános elvek

- (1)P E fejezet rendelkezései a talajtörés következő négy formájára vonatkoznak, melyeket a pórusvíz nyomása vagy szivárgása idézhet elő, és amelyeket értelemszerűen ellenőrizni kell:
- felúszás (felhajtóerő) miatti tönkremenetel;

- felszakadás miatti tönkremenetel;
- belső erózió miatti tönkremenetel;
- buzgárosodás miatti tönkremenetel.

1. MEGJEGYZÉS: Felúszás akkor következik be, ha egy szerkezet vagy egy kis áteresztőképességű talajréteg alatt nagyobb pórusvíznyomás alakul ki, mint amekkora az ottani átlagos takarási nyomás (amely a szerkezet és/vagy a talajréteg súlyából adódik).

2. MEGJEGYZÉS: Felszakadás miatti tönkremenetel akkor következik be, ha a fölfelé irányuló szivárgási erők a talaj súlya ellen működésük során nullára csökkentik a hatékony függőleges feszültséget. Ekkor a függőleges vízmozgás kiemeli helyzetükből a talajszemcséket és (megfolyósodás jellegű) törés következik be.

3. MEGJEGYZÉS: A belső erózió miatti tönkremenetelt a talajrészecskék elszállítódása okozza, ami bekövetkezhet valamely talajréteg belsejében vagy a réteghatárokon, vagy a talaj és valamely szerkezet érintkezési felületén. A jelenség hátráló erózióvá fajulhat, és ez végül a szerkezet összeomlásához vezethet.

4. MEGJEGYZÉS: A buzgárosodás miatti tönkremenetel egy sajátságos, például egy tározó alatti, belső erózió miatti törési forma, ahol az erózió a térszínen kezdődik, majd befelé hátrál, mígnem egy csőszerű vízvezető járat alakul ki a talajtömegben vagy a talaj és egy alaptest között, vagy egy kohéziós és egy szemcsés réteg határán. A törés akkor áll elő, amikor az így kimosott járat felvízi vége eléri a tározó alját.

5. MEGJEGYZÉS: A hidraulikus talajtörés feltételei leírhatók a teljes feszültség és a pórusvíznyomás, vagy a hatékony feszültség és a hidraulikus gradiens fogalompárjaival. A teljes feszültségen alapuló erőtani vizsgálatot a felúszás esetében alkalmazzák. A felszakadás esetében mind a teljes, mind a hatékony feszültségek vizsgálata használatos. A belső erózió és a buzgárosodás ellenőrzésére a hidraulikus gradiensre vonatkozóan szabnak feltételt.

(2) Elegendő csak a felúszás miatti tönkremenetelt ellenőrizni, ha a pórusvíznyomása hidrosztatikus (vagyis a hidraulikus gradiens elhanyagolhatóan kicsi).

(3)P A hidraulikus gradiens, a pórusvíznyomások vagy a szivárgási erők meghatározásakor tekintettel kell lenni a következőkre:

- a talaj áteresztőképességének időbeli és térbeli változása;
- a vízszintek és pórusvíznyomások időbeli változásai;
- a peremfeltételek bármely módosulása (pl. egy alvízoldali földkiemelés).

(4) Ajánlatos gondolni arra, hogy a különböző tönkremeneteli mechanizmusok szempontjából más és más talajrétegződés lehet lényeges.

(5)P Ha a hidraulikus felszakadás, a buzgárosodás vagy a belső erózió a geotechnikai szerkezet épségét fenyegető veszélyforrás, akkor a hidraulikus gradiens csökkentésére kell intézkedéseket tenni.

(6) Az erózió csökkentésére vagy a hidraulikus talajtörés elhárítására leggyakrabban a következő intézkedéseket alkalmazzák:

- a szivárgási út meghosszabbítása függőfalakkal vagy padkákkal;
- a terv átalakítása a nyomásokkal vagy a gradiensekkel szembeni ellenállás biztosítására;
- a szivárgás szabályozása;
- védőszűrők beépítése;
- a szétesésre hajlamos agyagok megfelelő szűrők nélküli beépítésének elkerülése;
- rézsűk burkolása;
- fordított szűrők;
- nyomáscsökkentő kutak;
- a hidraulikus gradiens csökkentése.

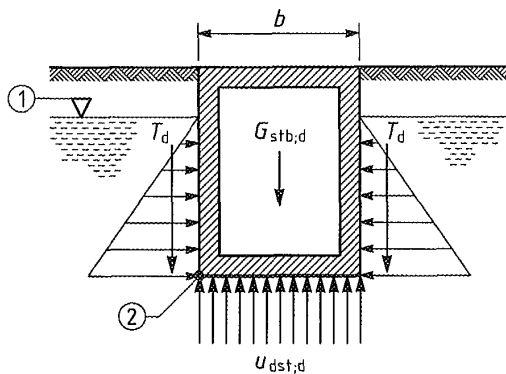
## 10.2. Felúszás miatti tönkremenetel

(1)P Egy szerkezet vagy egy kis áteresztőképességű talajréteg állékonyságát a felúszással szemben az állékonyságnövelő állandó hatások (például a súly és az oldalfelületekben működő súrlódás), illetve a vízből és esetleg más forrásokból származó, állékonyságcsökkentő állandó és esetleges hatások összehasonlításával kell ellenőrizni. A 7.1. és a 10.1. ábra szemléltet példákat olyan helyzetekre, ahol kötelező a felúszási állékonyság ellenőrzése.

(2)P A felúszási elleni biztonságot a 2.4.7.4. szakaszban levő (2.8.) egyenlőtlenség teljesítésével kell ellenőrizni. Ebben az egyenlőtlenségben az állékonyságnövelő állandó hatás függőleges összetevőjének tervezési értéke ( $G_{stb,d}$ ) például a szerkezet és a talajrétegek súlya, az ( $R_d$ ) ellenállás tervezési értéke pedig például bármilyen ( $T_d$ ) súrlódási erő és ( $P$ ) horgonyerő összege. A felúszás ellen ható súrlódási és horgonyerők állékonyságnövelő állandó függőleges hatásként ( $G_{stb,d}$ ) is felfoghatók. Az állékonyságcsökkentő állandó és esetleges hatások függőleges összetevőjének tervezési értéke ( $V_{dst,d}$ ) a szerkezet alatt működő víznyomások (állandó és változó részeinek) és minden további fölfelé irányuló erő összege.

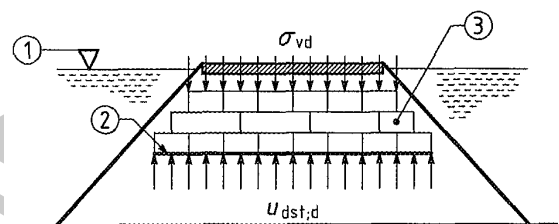
(3) Ha a nemzeti melléklet lehetővé teszi, a felúszás ellen ható súrlódási vagy horgonyerők állékonyságnövelő állandó függőleges hatásnak ( $G_{stb,d}$ ) tekinthetők.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg.



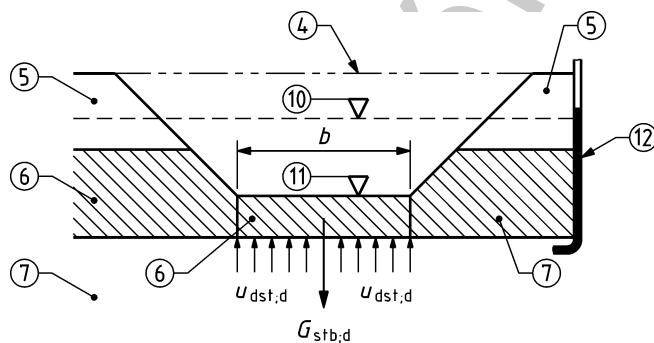
a) Beágyazott üres szerkezet felúszása

- 1 Talajvíztükör
- 2 Vízzáró felület



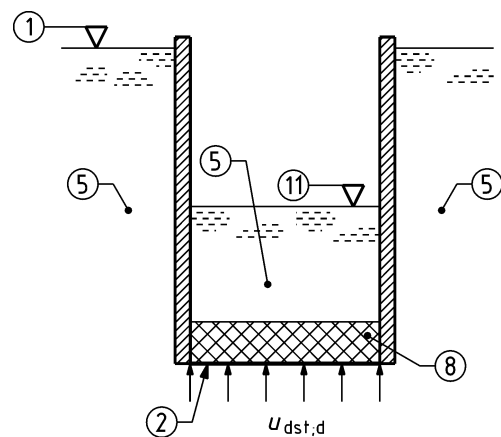
b) Könnyű töltés felúszása árvízkor

- 1 Talajvíztükör
- 2 Vízzáró felület
- 3 Könnyű töltésanyag



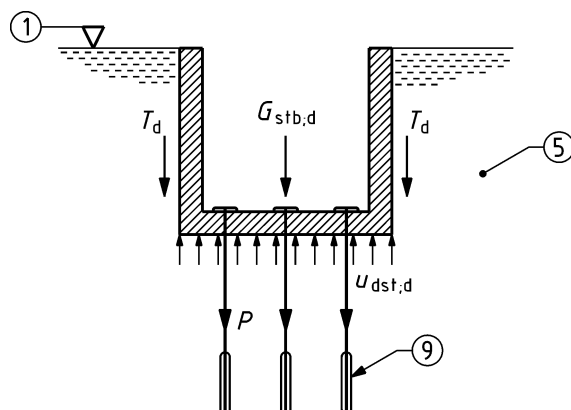
c) Földkiemelés aljának felúszása

- 4 Eredeti térszín
- 5 Homok
- 6 Agyag
- 7 Kavics
- 10 Talajvízszint a kiemelés előtt
- 11 Talajvízszint a kiemelésben
- 12 Piezometrikus szint az agyagréteg alján



d) Lemezalap kivitelezése víz alatt

- 1 Talajvíztükör
- 2 Vízzáró felület
- 5 Homok
- 8 Injektált homok
- 11 Talajvízszint a kiemelésben



e) Felúszás ellen lehorgonyzott szerkezet

- 1 Talajvíztükör
- 5 Homok
- 9 Horgonyok

### 10.1. ábra: Példák a felúszással fenyegető helyzetekre

(4) A felúszás miatti tönkremenetel ellen leggyakrabban alkalmazott intézkedések:

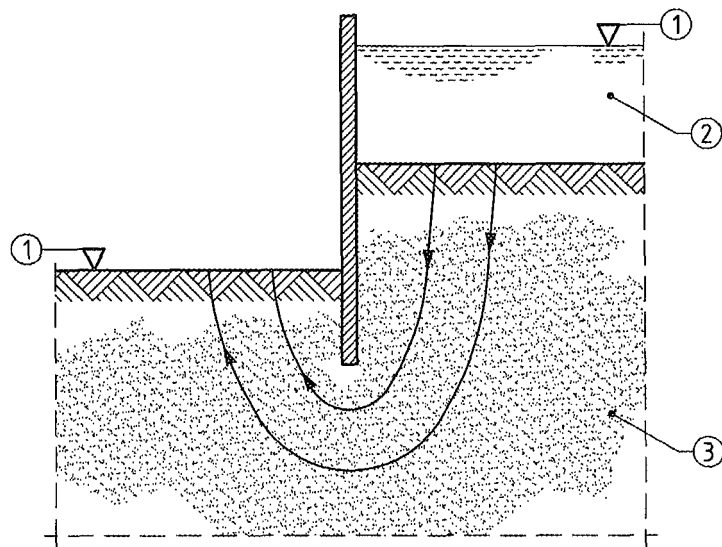
- a szerkezet súlyának növelése;
- a szerkezet alatti víznyomás csökkentése drénezéssel;
- a szerkezet lehorgonyzása az alatta levő rétegekbe.

(5)P Ha cölöpöket vagy horgonyokat használnak a felhajtóerő miatti törés ellen, akkor a helyzetnek megfelelően vagy a 7.6.3., vagy a 8.5. szakasszal összhangban álló módon és a 2.4.7.4. szakaszban megadott parciális tényezőkkel kell a tervet ellenőrizni.

### 10.3. Felszakadás miatti tönkremenetel

(1)P A talaj felszakadás elleni állékonyságát minden veszélyeztetettnek vélelmezhető talajoszlopra vagy a (2.9.a), vagy a (2.9.b) egyenlőség igazolásával kell ellenőrizni. A (2.9.a) egyenlőség a pórusvíznyomások és a teljes feszültségek alapján fejezi ki az állékonyság feltételét. A (2.9.b) egyenlőség ugyanezt a feltételt a szivárgási erőkkel és a víz alatti súlyokkal fejezi ki. A 10.2. ábra mutat egy példát olyan helyzetre, ahol kötelező vizsgálni a felszakadást.





- 1 A földkiemelés szintje (bal oldalon); szabad víztükör (jobb oldalon)
- 2 Víz tömeg
- 3 Homok

**10.2. ábra: Példa a felszakadással fenyegető helyzetre**

(2)P A pórusvíznyomás karakterisztikus értékének meghatározásakor számításba kell venni minden lehetséges kedvezőtlen feltételt, mint például:

- kis áteresztőképességű vékony talajrétegek;
- a térbeliség hatásai, mint például a vízszint alatti keskeny, kör vagy négyszög alaprajzú földkiemelések.

1. MEGJEGYZÉS: Ahol a talajnak jelentős a kohéziós nyírási ellenállása, ott a tönkremenetel módja a felszakadás miatt a felúszás okozta formába vált. Ilyenkor a 10.2. szakasz szerint ellenőrizendő az állékonyság, ahol a súlyhoz járulékos ellenálló erőket szabad társítani.

2. MEGJEGYZÉS: A felszakadással szembeni állékonyság nem szükségszerűen akadályozza meg a belső eróziót, helyes tehát ezt külön ellenőrizni, ha az adott eset indokolja.

(3) A felszakadás miatti tönkremenetel ellen leggyakrabban alkalmazott intézkedések:

- a víznyomás csökkentése a felszakadással veszélyeztetett talajtömeg alatt;
- az ellenálló súly növelése.

#### 10.4. Belső erózió

(1)P Szűrőszabályok alkalmazásával kell korlátozni a belső erózió miatti anyagmozgás veszélyét.

(2)P Ahol a belső erózió teherbírési határállapotot okozhat, ott a talaj szabad felszínén kell beavatkozni, például szűréses védelmet kell alkalmazni.

(3) A szűréses védelem céljára általában olyan természetes szemcsés anyagot célszerű használni, amely eleget tesz a szűrőanyagokra vonatkozó megfelelő tervezési kritériumoknak. Olykor szükség lehet egynél több, lépcsőzetesen változó szemeloszlású rétegre, hogy kielégítő legyen mind a talaj-, mind a szűrőréteg védelme.

(4) Alternatívaként használhatók műanyag szűrőlemezek, például geotextíliák, ha bizonyosra vehető, hogy velük eredményesen megakadályozható a finom szemcsék kimosódása.

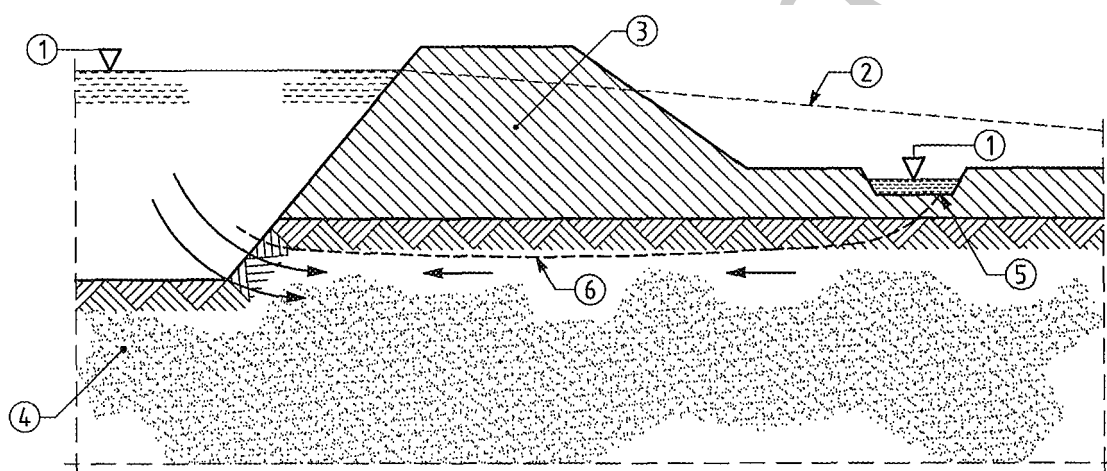
(5)P Ha nem teljesülnek a szűrőszabályok, akkor azt kell bizonyítani, hogy a hidraulikus gradiens tervezési értéke jóval kisebb a gradiens azon kritikus értékénél, amelynél a talajrészecskék megmozdulnának.

(6)P A belső erózió szempontjából kritikus hidraulikus gradienst legalább a következő szempontok mérlegelése alapján kell megállapítani:

- az áramlás iránya;
- a szemeloszlás és a szemcsék alakja;
- a talaj rétegződése.

### 10.5. Buzgárosodás miatti tönkremenetel

(1)P Ahol a meghatározó hidraulikai és talajviszonyok buzgárosodáshoz vezethetnek (lásd a 10.3. ábrát), és ahol a buzgárosodás veszélyezteti a vízi létesítmény állékonyságát vagy használhatóságát, ott szokáson alapuló intézkedésekkel kell megakadályozni a buzgárosodási folyamat elkezdődését vagy szűrők alkalmazásával, vagy a talajvízáramlást szabályozó vagy meggátló szerkezet kialakításával.



- 1 Szabad víztükör
- 2 Piezometrikus szint az áteresztő altalajban
- 3 Kis áteresztőképességű talaj
- 4 Nagy áteresztőképességű altalaj
- 5 Esetleges mélyedés; a buzgár lehetséges kiindulópontja
- 6 Lehetséges buzgárjárat

10.3. ábra: Példa a buzgárosodással fenyegető körülményekre

MEGJEGYZÉS: Megfelelő szerkezeti beavatkozás lehet:

- padka kialakítása a támtöltés mentett oldalán, ezzel távolítva a szerkezettől a buzgár kilépési pontját és csökkentve ott a hidraulikus gradienst;
- a hidraulikai szerkezet talpa alá mélyített vízzáró függőfalak készítése, amellyel vagy elzárva a szivárgás útját, vagy megnövelve ennek hosszát a hidraulikus gradiens biztonságos értékre csökkenthető.

(2)P A különösen kedvezőtlen hidraulikai körülmények, például árvizek idején rendszeresen szemmel kell tartani a buzgárosodásra érzékeny területeket, hogy késlekedés nélkül végre lehessen hajtani a szükséges kár-mérséklő intézkedéseket. Az ezekhez szükséges anyagokat az ilyen helyek közelében kell tárolni.

(3)P A buzgárosodás miatti tönkremenetelt a belső talajerózió elleni kielégítő mértékű ellenállásról gondoskodva kell megelőzni a fakadóvízes területeken.

(4) Az ilyen tönkremenetel elhárítható a következők teljesítésével:

- vízszintes térszín esetén a felszakadás miatti tönkremenetellel szembeni kielégítő biztonság;
- rézsús területen a felszínközeli rétegek kielégítő állékonysága (lokális rézsúállékonyság).

(5)P Amikor meghatározzák az átszivárgási hidraulikai feltételeket a felszakadás miatti tönkremenetel vagy a lokális rézsűállékonyság igazolásához, számolni kell azzal, hogy a szerkezet és a talaj közötti hézagok vagy érintkezési felületek elsődleges kiszivárgási útvonalakká válhatnak.

## 11. Általános állékonyság

### 11.1. Általános elvek

(1)P E fejezet rendelkezéseit az alapok, a támszerkezetek, a természetes lejtők, töltések vagy földkiemelések körüli, természetes vagy feltöltött talajtömegek általános állékonyságára és mozgásaira kell alkalmazni.

(2) Ajánlatos figyelembe venni a 6–10. és a 12. fejezetben, a bennük tárgyalt tartószerkezettel kapcsolatban az általános állékonyságra vonatkozóan adott szakaszokat.

### 11.2. Határállapotok

(1)P Vizsgálni kell az érintett talajzónára vonatkozóan minden lehetséges határállapotot, hogy teljesüljenek az állékonyságra, a korlátozott mértékű alakváltozásokra, a tartósságra, valamint a közeli tartószerkezetek vagy közművezetékek mozgásainak korlátozására vonatkozó alapvető követelmények.

(2) Néhány lehetséges határállapot:

- a talaj és a kapcsolódó tartószerkezetek általános állékonyságának elvesztése;
- nyírási alakváltozások, süllyedés, rezgés vagy felszakadás által okozott nagymértékű talajmozgások;
- a közeli tartószerkezetek, utak vagy közművezetékek károsodása vagy használhatóságának elvesztése a talajmozgások miatt.

### 11.3. Hatások és tervezési állapotok

(1) A határállapotok számításában szerepelő hatások kiválasztásához célszerű alapul venni a 2.4.2. szakasz (4) bekezdésében található felsorolást.

(2)P A következő körülmények következményeit kell értelemszerűen számításba venni:

- a kivitelezés folyamatai;
- új rézsűk vagy szerkezetek a szóban forgó helyszínen vagy ennek közelében;
- különböző eredetű korábbi vagy folytatódó talajmozgások;
- rezgések;
- éghajlati változások, ide értve a hőmérséklet-ingadozást (a fagyást és az olvadást), a szárazságot és a nagy esőket;
- a növényzet vagy eltávolításának hatása;
- emberi vagy állati ténykedés;
- a víztartalom vagy pórusvíznyomás változásai;
- hullámverés.

(3)P A teherbírási határállapotokhoz a szabad víz vagy a talajvíz szintjének tervezési értékét, vagy ezek kombinációját a rendelkezésre álló hidrológiai adatok és a helyszíni észlelések alapján kell megválasztani, hogy megállapíthatók legyenek azok a legkedvezőtlenebb körülmények, amelyek előfordulhatnak a mérlegelendő tervezési állapotban. Számolni kell a drének, a szűrők vagy szigetelések tönkremenetelének lehetőségével is.

(4) Ajánlatos számítani csatornák vagy víztározók karbantartási célú vagy gátszakadás miatti leürítésének lehetőségére is. A használhatósági határállapotok esetében a kevésbé veszélyes, gyakrabban előforduló vízszintekkel vagy pórusvíznyomásokkal szabad számolni.

(5) Part menti rézsűk esetében a legkedvezőtlenebb hidraulikai viszonyokat rendszerint a lehetséges legmagasabb talajvízszintnél kialakuló permanens áramlás, valamint a szabad víztükör hirtelen szintcsökkenése idézi elő.

(6)P A pórusvíznyomás-eloszlás tervezési értékének meghatározásakor számításba kell venni az áteresztőképesség anizotropiájának és a talaj változékonyságának lehetséges értéktartományát.

## 11.4. Tervezési és kivitelezési szempontok

(1)P Egy terület általános állékonyságát és a természetes vagy feltöltött talajok mozgásait az 1.5.2.2. szakaszban írottakkal összhangban, összehasonlítható tapasztalatok figyelembevételével kell ellenőrizni.

(2)P Vizsgálni kell a meglévő épületek, az új tartószerkezetek, a lejtők vagy földkiemelések talajának általános állékonyságát és mozgását.

(3) Azon esetekben, ahol a talaj állékonysága a tervezés előtt nem igazolható egyértelműen, indokolt a 11.7. szakasz rendelkezéseivel összhangban kiegészítő vizsgálatokat, megfigyelést és alaposabb elemzést előírni.

(4) Jellegzetes tartószerkezetek, melyek általános állékonyságának vizsgálatát indokolt elvégezni:

- földet megtámasztó szerkezetek;
- földkiemelések, lejtők vagy töltések;
- rézsűs felszínű talajon, természetes lejtőkön vagy töltéseken álló alapok;
- földkiemelések, bevágások vagy földbe süllyesztett szerkezetek, vagy vízpart közelében levő alapok

MEGJEGYZÉS: Állékonysági problémák vagy kúszás jellegű mozgások elsősorban lejtős felszínű kohéziós talajok esetében fordulnak elő. Veszélyben lehet viszont az állékonyság kohézió nélküli talajok és repedezett kőzetek alkotta lejtőkön is, ha ezek hajlása, amelyet az erózió szabhat meg, a nyírási ellenállás szögének közelében van. Gyakran észlelnek növekvő mozgásokat a pörusvíznyomások megnövekedésekor vagy fagyási-olvadási időszakokban a talajfelszín közelében.

(5)P Ha valamely terület állékonysága nehezen igazolható, vagy a mozgásokat a terület tervezett használata szempontjából elfogadhatatlan mértékűnek találják, akkor a területet alkalmatlannak kell tekinteni, hacsak nem tesznek állékonyságot növelő intézkedéseket.

(6)P A tervben biztosítani kell, hogy a területen esedékes minden építési tevékenység úgy legyen megtervezhető és kivitelezhető, hogy a teherbírasi vagy használhatósági határállapot bekövetkezése kellően valószínűtlen legyen.

(7)P Ha szükséges, az erózió által veszélyeztetett lejtős felületeket védeni kell, hogy ezáltal a biztonsági szint fennmaradjon.

(8) Célszerű a rézsűket burkolni, növényzettel betelepíteni vagy mesterségesen védeni. Padkás rézsűk esetében célszerű mérlegelni, hogy a padkában drénezőrendszert alakítsanak ki.

(9)P Az építési folyamatokat vizsgálni kell a tekintetben, hogy mennyiben befolyásolhatják az általános állékonyságot vagy a mozgások nagyságát.

(10) A csúszásveszélyes rézsűk a következőkkel stabilizálhatók:

- betonlefedés, behorgonyozva vagy anélkül;
- megtámasztás acélhálóból vagy geotextília-kosarakból álló gabionokkal;
- talajszegezés;
- növényzet;
- drénezőrendszer;
- az előbbieket kombinációja.

(11) A terv célszerűen kövesse a 8. és 9. fejezet alapelveit.

## 11.5. Tervezés teherbírasi határállapotra

### 11.5.1. A rézsűállékonyság vizsgálata

(1)P A rézsűk általános állékonyságát, beleértve a meglévő, a befolyásolt vagy a tervezett tartószerkezetekét, igazolni kell a teherbírasi határállapotokra (GEO és STR) a hatások, az ellenállások és a szilárdsági jellemzők tervezési értékeivel, amelyekhez az A3.1. szakasz (1)P, az A3.2. szakasz (1)P és az A3.3.6. szakasz (1)P bekezdésében értelmezett parciális tényezőket kell alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: A parciális tényezők értékeit a nemzeti melléklet állapíthatja meg. A tartós és ideiglenes állapotokra ajánlott értékeket az A3., A4. és A14. táblázat tartalmazza.

(2)P A talaj- vagy közettömegek általános állékonyságának vizsgálatakor az adott helyzetre elképzelhető valamennyi tönkremeneteli formát figyelembe kell venni.

(3) A számítási eljárás megválasztásakor a következőket célszerű mérlegelni:

- a talaj rétegződése;
- a tagoló felületek és hajlásszögek;
- a szivárgás és a pórusvíznyomás eloszlása;
- a rövid idejű és a tartós állékonyság;
- a nyírás miatti kúszási alakváltozások;
- a tönkremenetel típusa (csúszás kör- vagy más felületen; omlás; folyás);
- a numerikus módszerek alkalmazása.

(4) A csúszólappal határolt talaj- vagy közettömeget általában célszerű egyetlen vagy több együtt mozgó merev testként kezelni. A csúszólapok vagy a merev testeket elválasztó felületek alakja sokféle lehet: sík, körhenger vagy bonyolultabb alakzat. Alternatívaként ellenőrizhető az állékonyság határanalízissel vagy a véges elemes módszer alkalmazásával.

(5) Ha a természetes talaj vagy a töltés anyaga viszonylag homogén és izotróp, akkor általában körhengeres csúszólapot indokolt feltételezni.

(6) A markánsan különböző nyírószilárdságú rétegekből álló összetben levő rézsúk esetében ajánlatos különös figyelmet fordítani a kis nyírószilárdságú rétegekre. Ez a körülmény megkövetelheti a nem körhengeres csúszólap vizsgálatát.

(7) Tagolt anyagokban, ideértve a kemény kőzetet, valamint a rétegzett és repedezett talajokat, a csúszólapot részben vagy egészben a tagoló felületek határozhatják meg. Az ilyen esetekben általában a háromdimenziós ékalakzatok vizsgálata helyénvaló.

(8) Indokolt vizsgálni a már megcsúszott lejtőket, amelyek mozgása felújulhat, egyaránt számítva körhengeres és nem körhengeres csúszólapok lehetőségére. Az ilyen esetekben az általános állékonyság vizsgálatához általában használatos parciális tényezők nem szükségszerűen felelnek meg.

(9) Ha nem feltételezhető, hogy a csúszólap kétdimenziós alakzat, akkor ajánlatos háromdimenziós csúszólapot vizsgálni.

(10) A rézsúállékonysági vizsgálatban a lecsúszó földtömeg általános nyomatéki és függőleges vetületi egyensúlyát kell igazolni. Ha a lamellás módszert használják, és a vízszintes egyensúlyt nem ellenőrzik, akkor indokolt azt feltételezni, hogy a lamellák között átadódó erők vízszintesek.

(11)P Azokban az esetekben, amelyekben bekövetkezhet a talaj és a tartószerkezet elemeinek együttes törése, mérlegelni kell a talaj és a tartószerkezet kölcsönhatását, gondolva a merevségeik közötti relatív különbségre. Ide tartoznak az olyan esetek, amelyekben a csúszólap átmetszheti a tartószerkezeti elemeket, például a cölöpöket és a hajlékony falakat.

(12) Mivel a legkedvezőtlenebb csúszólap megítélésekor nem lehet megkülönböztetni a kedvező és kedvezőtlen súlyerőket, a talaj térfogatsúlyának mindenféle bizonytalanságát célszerű úgy figyelembe venni, hogy a térfogatsúlynak mind az alsó, mind a felső karakterisztikus értékével végzünk számítást.

(13)P A tervben ki kell mutatni, hogy a talajnak a tervezési hatásokra bekövetkező kúszása vagy a környezetre kiható süllyedései nem károsítják elfogadhatatlan mértékben a szóban forgó talajon, talajban vagy a közelben levő tartószerkezeteket vagy infrastrukturális építményeket.

### 11.5.2. Rézsúk és bevágások közettömegekben

(1)P A közettömegekben levő lejtők és bevágások állékonyságát az elkülönülő közettömbök vagy a közettömeg nagyobb részeinek eltolódás és elfordulás jellegű törésére, továbbá a kőzetomlásra kell vizsgálni. Különös figyelmet kell fordítani az olyan víznyomásokra, amelyek az elválási felületeken és a repedésekben a szivárgás akadályoztatása miatt fejlődhetnek ki.

(2)P Az állékonysági vizsgálatoknak a közettömegek tagoltságának, valamint az ép kőzetben, illetve a tagoló felületekben érvényes nyírószilárdságnak megbízható ismeretén kell alapulnia.

(3) Ajánlatos számítani arra, hogy a határozott tagoltságú kemény közettömegekben levő lejtők és bevágások törési formája általában

- a közettömbök vagy ékszerű közzettetek csúszása,
- a közettömbök vagy kőzetlemezek omlása,
- a csúszás és az omlás kombinációja

lehet, attól függően, hogy milyen a lejtőfelszín hajlása a tagoló felületekéhez képest.

(4) Ajánlatos gondolni arra, hogy a nagyon repedezett közettömegekben, a puha kőzetekben és a cementálódott talajokban levő lejtők és bevágások csúszása olyan körhengeres vagy csaknem körhengeres csúszólapok mentén következhet be, amelyek áthaladnak az ép kőzet egyes részein is.

(5) Az elkülönülő tömbök és ékszerű közzettetek lecsúszását általában a lejtőhajlás csökkentésével padkák beiktatása révén, továbbá horgonyok, kőzetcsavarok alkalmazásával és belső drénezéssel célszerű megelőzni. Bevágási részsűk esetében a csúszást a részfelület térbeli helyzetének olyan megválasztásával célszerű megelőzni, amely kinematikailag lehetetlenné teszi az elkülönülő tömbök mozgását.

(6) Az omlás jellegű tönkremenetel megelőzésére általában horgonyokat vagy kőzetcsavarokat és a belső drénezést célszerű alkalmazni.

(7) A lejtők és bevágások tartós állékonyságának mérlegelésekor ajánlatos számításba venni a növényzetnek és a környezeti vagy szennyező elemeknek az ép kőzet és a tagoló felületek nyírószilárdságára gyakorolt károsító hatásait.

(8) Nagyon repedezett, meredek lejtővel határolt közettömegek, valamint omlásra, hasadozásra, kipergésre és rogyásra hajlamos lejtők esetében a kőomlás lehetőségét helyénvaló mindig megvizsgálni.

(9) Ahol a kőomlás megbízható elhárításának módszerei nem valósíthatók meg, ott jobb megengedni az omlást, a lezuhanó kődarabokat pedig hálókka, gáttakkal vagy más alkalmas módon célszerű felfogni.

(10) A lejtős közetről lehulló közettömbök és kötörmelék felfogására készülő létesítmények tervezése a lezuhanó anyag lehetséges pályájának gondos vizsgálatán alapuljon.

### 11.5.3. Földkiemelések állékonysága

(1)P Ellenőrizni kell a földkiemeléshez közeli talajzóna általános állékonyságát, ideértve a kiemelt anyag depóniáját, valamint a meglevő tartószerkezeteket, utakat és közművezetéseket (lásd a 9. fejezetet).

(2)P A földkiemelés fenekének állékonyságát a talajban uralkodó pórúsvíznyomás tervezési értékeit figyelembe véve kell ellenőrizni. A hidraulikus talajtörés vizsgálatát lásd a 10. fejezetben.

(3)P Számolni kell a mély földkiemelések aljának a tehermentesítés miatti emelkedésével.

### 11.6. Tervezés használhatósági határállapotra

(1)P A tervben ki kell mutatni, hogy a talaj alakváltozása nem hozza használhatósági határállapotba a kérdéses talajzónán vagy annak közelében levő szerkezeteket és infrastrukturális építményeket.

(2) A következő tényezőket kell mérlegelni a talaj süppedésének okozóiként:

- a talajvízviszonyoknak és a megfelelő pórúsvíznyomásoknak a megváltozása;
- drénezett körülmények között bekövetkező tartós kúszás;
- a mélyen fekvő, kioldódásra hajlamos rétegek térfogatcsökkenése;
- alábányászás vagy ehhez hasonló munkálatok, pl. gázkitermelés.

(3) Minthogy a jelenleg ismert analitikus és numerikus módszerek rendszerint nem nyújtanak megbízható előrejelzéseket a természetes lejtők mozgására vonatkozóan, a használhatósági határállapotok bekövetkezését a következők valamelyikével célszerű elhárítani:

- a mobilizált nyírószilárdság korlátozása;
- a mozgások megfigyelése és a mozgásokat csökkentő vagy megállító beavatkozások előírása, ha ezek szükségesek.

## 11.7. Megfigyelés

(1)P Megfelelő eszközökkel kell megfigyelni a talajt, ha:

- lehetetlen számításokkal vagy szokáson alapuló intézkedésekkel bizonyítani, hogy a 11.2. szakaszban leírt használhatósági határállapotok előfordulása elfogadható mértékben valószínűtlen;
- a számításokban alkalmazott feltételezések nem megbízható adatokon alapulnak.

(2) A megfigyelést úgy helyes megtervezni, hogy ismereteket nyerjünk:

- a talajvízszintekről vagy a talajban uralkodó pórusvíznyomásról, hogy a hatékony feszültségeken alapuló számításokat el lehessen végezni, illetve azokat ellenőrizni lehessen;
- az oldalirányú és függőleges talajmozgásokról, hogy előre jelezhetőek legyenek a további alakváltozások;
- a már kialakult csúszás elmozdulási felületének mélységéről és alakjáról, hogy ebből számíthatók legyenek a helyreállítási műveletek tervezéséhez szükséges talajszilárdsági paraméterek;
- a mozgás sebességéről, hogy idejében jelezni lehessen a közeledő veszélyt; ilyen esetekben jó szolgálatot tehet a mérőműszerek digitális távkijelzése vagy egy távriasztó rendszer.

## 12. Töltések

### 12.1. Általános elvek

(1)P Ezen fejezet rendelkezéseit kisebb gátak és infrastrukturális létesítmények töltéseire kell alkalmazni.

(2) A földanyagok beépítésére és tömörítésére az 5. fejezet rendelkezései irányadók.

### 12.2. Határállapotok

(1)P Össze kell állítani a töltések tervezésekor vizsgálandó határállapotok listáját.

(2) A következő határállapotokat indokolt vizsgálni:

- a hely általános állékonyságának elvesztése;
- a töltés rézsűjének vagy koronájának tönkremenetele;
- belső erózió miatti tönkremenetel;
- felszíni erózió vagy kimosódás miatti tönkremenetel;
- a töltés alakváltozásai, pl. túlzottan nagy süllyedések vagy repedések, melyek a használhatóság elvesztését okozzák;
- a szomszédos tartószerkezetek, illetve a közművek károsodáshoz vagy használhatóságuk elvesztéséhez vezető süllyedések és kúszási elmozdulások;
- túlzottan nagy alakváltozások az átmeneti zónákban, pl. a hídfőkhöz csatlakozó töltésekben;
- a közlekedési pályák használhatóságának elvesztése éghajlati hatások, pl. fagyás és olvadás vagy rendkívüli kiszáradás miatt;
- a rézsűk kúszása a fagyási és olvadási időszakban;
- az útalap anyagának károsodása a nagy járműterhek hatására;
- alakváltozások hidraulikus hatások miatt;
- a környezet állapotának változásai, például a térszín vagy a talajvíz szennyezése, zaj vagy rezgések.

### 12.3. Hatások és tervezési állapotok

(1) Amikor a határállapotok számításához a hatásokat kiválasztják, a 2.4.2. szakasz (4) bekezdése szerinti felsorolást célszerű figyelembe venni.

(2) Amikor a töltéseknek a szomszédos tartószerkezetekre vagy valamely erősített talajzónára gyakorolt hatásait meghatározzák, ajánlatos figyelembe venni a merevségük különbségeit.

(3)P A tervezési állapotokat a 2.2. szakasszal összhangban kell kiválasztani.

(4)P Ezekon felül a következő sajátos tervezési állapotokat kell értelemszerűen számításba venni:

- az építési folyamat hatásai, mint például földkiemelés a feltöltött anyag közelében, robbantás, cölöpverés vagy nehéz gépek által keltett rezgések;
- közvetlenül a töltésen vagy annak közelében építeni tervezett tartószerkezetek hatásai;
- eróziós hatások a rézsúkon és a töltéskoronán a gátkoronán átbukó víz, a jégzajlás, a hullámverés és a csapadék következtében;
- hőmérsékleti hatások, például a zsugorodás.

(5)P A töltésrézsú alvízi oldalán kialakuló szabad vízszintnek, a talajvízszintnek vagy ezek kombinációjának a tervezési értékét úgy kell a rendelkezésre álló hidrológiai adatok alapján felvenni, hogy a vizsgált tervezési állapotban lehetséges legkedvezőtlenebb körülményeket eredményezzék. Gondolni kell a drénezőrendszerek, a szűrők vagy a szigetelések meghibásodásának lehetőségére is.

(6) Vízparti töltések esetében ajánlatos a legkedvezőtlenebb hidraulikai viszonyokat figyelembe venni. Ezek rendszerint a következők: a lehető legmagasabb talajvízszint mellett bekövetkező permanens szivárgás és az élővíz szintjének hirtelen csökkenése.

(7)P A pórusvíznyomás-eloszlás tervezési értékeinek meghatározásakor számításba kell venni a talaj anizotrópiájának és heterogenitásának lehetséges tartományát.

(8)P Ha a tervezés alapja a töltés süllyedése, akkor számításba kell venni az altalajban működő hatékony feszültségek csökkenését, amelyet a töltés kiszáradt kérgének vagy a feltöltött anyagnak a víz alá kerülése okoz.

## 12.4. Tervezési és kivitelezési szempontok

(1)P A töltéseket a hasonló altalajon épített töltésekkel és hasonló töltésanyaggal szerzett tapasztalatokat figyelembe véve kell megtervezni.

(2)P Valamely töltés alapsíkjának kijelölésekor gondolni kell értelemszerűen a következőkre:

- kellően teherbíró réteg elérése, vagy stabilizáló intézkedések, ha ez nem valósítható meg;
- az altalaj teherbíró képességének kielégítő megóvása a kedvezőtlen éghajlati hatásokkal szemben;
- a talajvíz szintje figyelemmel a töltés drénezésére;
- a szomszédos tartószerkezeteket és közműveket károsító hatások elkerülése;
- megfelelően kis áteresztőképességű rétegek elérése.

(3) A töltések tervezésekor gondoskodni kell arról, hogy

- az altalaj teherbírása kielégítő legyen;
- a különböző töltésrétegek drénezése kielégítő legyen;
- a gátakba beépített töltésanyag áteresztőképessége az előírt mértékben kicsi legyen;
- szűrőrétegeket vagy geoműanyagokat írjanak elő, ha a szűrési feltételek kielégítése miatt az szükséges;
- a töltésanyagra vonatkozó követelményeket az 5.3.2. szakasz szerinti követelményekkel összhangban írják elő.

(4)P Kis szilárdságú és nagyon összenyomható altalajra kerülő töltések esetében olyan kivitelezési folyamatot kell előírni, mely biztosítja, hogy a teherbíró képességet nem lépik túl, és a kivitelezés közben nem fordulnak elő túlzottan nagy süllyedések vagy mozgások (lásd az 5.3.3. szakasz (2)P bekezdését).

(5) Ha a töltést összenyomható altalajon lépcsőkben építik, akkor célszerű előirányozni piezométeres méréseket annak biztosítására, hogy a pórusvíznyomások elfogadhatóan kis értékre csökkennek, mielőtt a következő lépcsőt építik.

(6)P Különböző felszínű víztömegek megtámasztására épülő töltések esetében az altalaj áteresztőképességének megfelelően kell megválasztani az alapsík szintjét, vagy megfelelő intézkedésekkel a szerkezetet kell vízzáróvá tenni.

(7) Ha talajjavítást írnak elő, akkor ajánlatos a kezelendő talaj térfogatát kielégítően nagy ráhagyással tervezni, hogy ne alakulhassanak ki káros alakváltozások.



(8) Ha a töltés súlyát a felhasznált anyag térfogatsúlyából (lásd a 3.3.3. szakaszt) határozzák meg, akkor illő gondoskodni arról, hogy a 20 – 60 mm-es méretű szemcsék is maradjanak benn a tömörségvizsgálatokban. Ezeket gyakorta kihagyják, pedig jelentősen befolyásolhatják a térfogatsúlyt.

(9)P Az erózióknak kitett töltésrészük felszínét védeni kell. Ha padkát terveznek, akkor annak a víztelenítését is elő kell írni.

(10) Célszerű már az építés közben letakarni a rézsűket, és ezt követően növényzetet telepíteni rajtuk, ahol az ésszerű.

(11) A közlekedési pályák töltésének esetében a felszín jegesedését indokolt elkerülni. A valamilyen szigetelő-rétegre vagy könnyű töltésanyagra épült burkolat hőkapacitása rendszerint bőven elegendő ennek elkerülésére.

(12) A földgátak koronaszintje alatti fagybehatolás mélységét ajánlatos korlátozni.

(13) A töltésrészű tervezésekor indokolt figyelemmel lenni arra, hogy a fagyás-olvasd időszakában előfordulhat kúszás, függetlenül attól, hogy száraz időszakban milyen a rézsű stabilitása. Különösen fontos ez az átmeneti zónákban, pl. a hídfők környezetében.

## 12.5. Tervezés teherbírási határállapotra

(1)P A töltések egészének vagy egy részének állékonysági vizsgálata a 11. fejezet előírásai szerint terjedjen ki valamennyi tönkremeneteli módra.

(2) Mivel a töltéseket gyakran különböző fázisokban, különböző terhelési állapotok között építik, vizsgálatukat is célszerű fázisról fázisra elvégezni, és a szükséges intézkedéseket ennek megfelelően kell a geotechnikai tervezési beszámolóban előírni.

(3)P Ahol könnyű töltésanyagot, például habosított polisztrént, duzzasztott agyagot vagy habosított betont használnak, figyelni kell a felúszás lehetőségére (lásd a 10. fejezetet).

(4)P A különböző anyagokból készülő töltések bármely állékonyságvizsgálatához olyan szilárdsági értékeket kell alapul venni, amelyek az anyagok összeférhető fajlagos alakváltozásaihoz tartoznak.

(5) Ahol a töltést utak vagy vízfolyások keresztezik, ajánlatos különös figyelmet fordítani a különböző szerkezeti elemek térbeli kölcsönhatásaira.

(6) Ha javított talaj állékonyságát vizsgálják, akkor indokolt mérlegelni a talajjavítási művelet hatását, például az érzékeny szerkezetű puha agyag megzavarását. Mivel a javítás hatása az idő függvénye, nem indokolt addig számításba venni, amíg az az állandósult végső állapotot el nem éri.

(7)P A felszíni és a belső erózió vagy a hidraulikus nyomás által okozott teherbírási határállapotok elkerüléséhez be kell tartani a 10. és 11. fejezet szerinti előírásokat.

## 12.6. Tervezés használhatósági határállapotra

(1)P A tervben ki kell mutatni, hogy a töltések alakváltozásai miatt nem következik be használhatósági határállapot a töltésben, illetve a rajta, benne vagy közelében levő tartószerkezetekben, utakban és közművekben.

(2) Az összenyomódó altalajon épülő töltések süllyedését a 6.6.1. szakasz szerinti alapelvek alkalmazásával indokolt számítani. Helyénvaló külön figyelmet fordítani a süllyedéseknek a konszolidáció és a másodlagos hatások miatti időfüggésére.

(3) Ajánlatos figyelembe venni, hogy lehetnek alakváltozások a talajvízviszonyok változásai miatt is.

(4) Azokban az esetekben, ahol nehéz előre jelezni az alakváltozásokat, célszerű megfontolni az előterhelés alkalmazását vagy próbatöltés építését, különösen ha a használhatósági határállapot bekövetkeztét kell elkerülni.

## 12.7. Műszaki felügyelet és megfigyelés

(1)P A töltések műszaki felügyelete és megfigyelése kövesse a 4. fejezet szerinti előírásokat.

(2) A töltések megfigyelése szükséges, ha a következők állapotok közül egy vagy több teljesül:

- ha a (2.7. szakaszban leírt) megfigyelési módszert alkalmazzák;
- ha a gátként működő töltés állékonysága nagyban függ a töltésbeli és a töltés alatti pórusvíznyomások eloszlásától;

- ha a töltésanyag vagy a közlekedés által okozott szennyeződés dokumentálása a követelmény;
- ha a tartószerkezeteket és a közműveket érő károsító hatások ellenőrzését kívánják meg;
- ha a felszíni erózió jelentős kockázatot jelent.

(3)P Ha követelmény, hogy a műszaki felügyeletre és megfigyelésre program készüljön, akkor ezt a tervezőnek a geotechnikai tervezési beszámoló részeként (lásd a 2.8. szakaszt) kell elkészítenie. Elő kell írni a megfigyelés észleléseinek értékelését és az annak alapján szükséges tennivalókat.

(4) Egy töltés megfigyelési programja általában a következők észlelésére terjedjen ki:

- pórusvíznyomás-mérések a töltésben és alatta;
- a töltés egésze vagy részei és a befolyásolt tartósszerkezetek süllyedésének mérése;
- a vízszintes elmozdulások mérése;
- a töltésanyag szilárdsági paramétereinek ellenőrzése a kivitelezés során;
- kémiai vizsgálatok az építés előtt, közben és után, ha követelmény a szennyeződés ellenőrzése;
- az erózióvédelem szemmel tartása;
- a töltésanyag és a töltés alatti talaj áteresztőképességének ellenőrzése az építés közben;
- a fagybehatolás mélysége a töltés koronáján.

(5) A kis áteresztőképességű, puha altalajon való töltésépítést a puha rétegek pórusvíznyomásának és a földmű süllyedésének mérésével célszerű megfigyelni és szabályozni.

## A melléklet (előírás)

### Parciális és korrelációs tényezők a teherbírási határállapotokhoz és ajánlott értékeik

#### A1. Parciális és korrelációs tényezők

(1)P A tartós és ideiglenes tervezési állapotokban bekövetkező teherbírási határállapotokhoz a  $\gamma$  parciális tényezőket és a cölöpalapok minden tervezési állapotában figyelembe veendő  $\xi$  korrelációs tényezőket e melléklet szerint kell felvenni.

#### A2. Parciális tényezők a helyzeti állékonyság határállapotának (EQU) vizsgálatához

(1)P A helyzeti állékonyság határállapotának (EQU) vizsgálatához a hatások következő  $\gamma_f$  parciális tényezőit kell alkalmazni:

- $\gamma_{G,dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen állandó hatásokra;
- $\gamma_{G,stb}$  az állékonyságnövelő, kedvező állandó hatásokra;
- $\gamma_{Q,dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen esetleges hatásokra;
- $\gamma_{Q,stb}$  az állékonyságnövelő, kedvező esetleges hatásokra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{G,dst}$ ,  $\gamma_{G,stb}$ ,  $\gamma_{Q,dst}$  és  $\gamma_{Q,stb}$  értékek az EN 1990:2002-höz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az épületekre az EN 1990:2002-ban ajánlott értékeket az A1. táblázat tartalmazza.

**A1. táblázat: A hatások parciális tényezői ( $\gamma_f$ )**

Hatás	Jel	Érték
Állandó Kedvezőtlen <sup>a</sup> Kedvező <sup>b</sup>	$\gamma_{G,dst}$ $\gamma_{G,stb}$	1,1 0,9
Esetleges Kedvezőtlen <sup>a</sup> Kedvező <sup>b</sup>	$\gamma_{Q,dst}$ $\gamma_{Q,stb}$	1,5 0
<sup>a</sup> Állékonyságcsökkentő <sup>b</sup> Állékonyságnövelő		

(2)P A helyzeti állékonyság határállapotának (EQU) vizsgálatához a talajparaméterek következő  $\gamma_M$  parciális tényezőit kell alkalmazni, ha kisebb nyírási ellenállásokkal is számolunk:

- $\gamma_\phi$  a hatékony súrlódási szög tangensére;
- $\gamma_c$  a hatékony kohézióra;
- $\gamma_{cu}$  a drénezetlen nyírószilárdságra;
- $\gamma_{qu}$  az egyirányú nyomószilárdságra;
- $\gamma_\gamma$  a térfogatsúlyra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_\phi$ ,  $\gamma_c$ ,  $\gamma_{cu}$ ,  $\gamma_{qu}$  és  $\gamma_\gamma$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az ajánlott értékeket az A2. táblázat tartalmazza.

A2. táblázat: Talajparaméterek parciális tényezői ( $\gamma_M$ )

Talajparaméter	Jel	Érték
Hatékony súrlódási szög <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Hatékony kohézió	$\gamma_c$	1,25
Drénezetlen nyírószilárdság	$\gamma_{cu}$	1,4
Egyirányú nyomószilárdság	$\gamma_{qu}$	1,4
Térfogsúly	$\gamma_\gamma$	1,0
<sup>a</sup> Ez a tényező a $\tan\phi$ -re alkalmazandó.		

### A3. Parciális tényezők a tartószerkezeti (STR) és geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához

#### A3.1. A hatások ( $\gamma_F$ ) és az igénybevételek ( $\gamma_E$ ) parciális tényezője

(1)P A tartószerkezeti (STR) és a geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához a hatások ( $\gamma_F$ ) és az igénybevételek ( $\gamma_E$ ) következő parciális tényezőit az A1 vagy A2 értékcsoporból kell választani:

- $\gamma_G$  az állandó, kedvezőtlen vagy kedvező hatásokra;
- $\gamma_Q$  az esetleges, kedvezőtlen vagy kedvező hatásokra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_G$  és  $\gamma_Q$  értékek az EN 1990:2002-höz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az épületekre az EN 1990:2002-ben ajánlott A1 és A2 értékcsoportot az A3. táblázat tartalmazza.

A3. táblázat: A hatások ( $\gamma_F$ ) vagy az igénybevételek ( $\gamma_E$ ) parciális tényezői

A hatás		Jel	Értékcsoport	
			A1	A2
Állandó	kedvezőtlen	$\gamma_G$	1,35	1,0
	kedvező		1,0	1,0
Esetleges	kedvezőtlen	$\gamma_Q$	1,5	1,3
	kedvező		0	0

#### A3.2. A talajparaméterek ( $\gamma_M$ ) parciális tényezői

(1)P A tartószerkezeti (STR) és a geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához a talajparaméterek ( $\gamma_M$ ) következő parciális tényezőit az M1 vagy M2 értékcsoporból kell választani:

- $\gamma_{\phi'}$  a hatékony súrlódási szög tangensére;
- $\gamma_c$  a hatékony kohézióra;
- $\gamma_{cu}$  a drénezetlen nyírószilárdságra;
- $\gamma_{qu}$  az egyirányú nyomószilárdságra;
- $\gamma_\gamma$  a térfogsúlyra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{\phi'}$ ,  $\gamma_c$ ,  $\gamma_{cu}$ ,  $\gamma_{qu}$ ,  $\gamma_\gamma$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az M1 és M2 értékcsoport ajánlott értékeit az A4. táblázat tartalmazza.

**A4. táblázat: A talajparaméterek ( $\gamma_M$ ) parciális tényezői**

Talajparaméter	Jel	Értékcsoport	
		M1	M2
Hatékony súrlódási szög <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Hatékony kohézió	$\gamma_c$	1,0	1,25
Drénezetlen nyírószilárdság	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Egyirányú nyomószilárdság	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Térfogatsúly	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

<sup>a</sup> Ez a tényező a  $\tan\phi'$ -re alkalmazandó.

**A3.3. Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői****A3.3.1. Az ellenállások parciális tényezői síkalapok esetében**

(1)P A síkalapok esetében a tartószerkezeti (STR) és geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához az ellenállások ( $\gamma_R$ ) következő parciális tényezőit az R1, R2 és R3 értékcsoportból kell választani:

- $\gamma_{R,v}$  a talajtörési ellenállásra;
- $\gamma_{R,h}$  az elcsúszási ellenállásra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{R,v}$  és  $\gamma_{R,h}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben találhatóak. Az R1, R2 és R3 értékcsoport ajánlott értékeit az A5. táblázat tartalmazza.

**A5. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői síkalapok esetében**

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport		
		R1	R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

**A3.3.2. Az ellenállások parciális tényezői cölöpalapok esetében**

(1)P A cölöpalapok esetében a tartószerkezeti (STR) és a geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához az ellenállások ( $\gamma_R$ ) következő parciális tényezőit az R1, R2, R3 és R4 értékcsoportból kell választani:

- $\gamma_b$  a talpell ellenállásra;
- $\gamma_s$  a nyomott cölöpök palástellenállására;
- $\gamma_t$  a nyomott cölöpök teljes/kombinált ellenállására;
- $\gamma_{s,t}$  a húzott cölöpök palástellenállására.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_b$ ,  $\gamma_s$ ,  $\gamma_t$ ,  $\gamma_{s,t}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben találhatóak. Az R1, R2, R3 és R4 értékcsoportok ajánlott értékeit vert cölöpökre az A6., fúrt cölöpökre az A7., folytonos spirállal fúrt (CFA) cölöpökre pedig az A8. táblázat tartalmazza.

**A6. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői vert cölöpök esetében**

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport			
		R1	R2	R3	R4
Talpellenállás	$\gamma_b$	1,0	1,1	1,0	1,3
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,0	1,1	1,0	1,3
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,0	1,1	1,0	1,3
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

**A7. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői fúrt cölöpök esetében**

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport			
		R1	R2	R3	R4
Talpellenállás	$\gamma_b$	1,25	1,1	1,0	1,6
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,0	1,1	1,0	1,3
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,15	1,1	1,0	1,5
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

**A8. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői folytonos spirállal fúrt (CFA) cölöpök esetében**

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport			
		R1	R2	R3	R4
Talpellenállás	$\gamma_b$	1,1	1,1	1,0	1,45
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,0	1,1	1,0	1,3
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,1	1,1	1,0	1,4
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

**A3.3.3. Korrelációs tényezők cölöpalapok esetében**

(1)P A tartószerkezeti (STR) és a geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához a következő  $\xi$  korrelációs tényezőket kell alkalmazni, amikor a tengelyirányban nyomott cölöpök ellenállásának karakterisztikus értékét számítják:

- $\xi_1$  a statikus próbaterhelésekkel mért ellenállások átlagához;
- $\xi_2$  a statikus próbaterhelésekkel mért ellenállások minimumához;
- $\xi_3$  a talajvizsgálati eredményekből számított ellenállások átlagához;
- $\xi_4$  a talajvizsgálati eredményekből számított ellenállások minimumához;
- $\xi_5$  a dinamikus próbaterhelésekkel mért ellenállások átlagához;
- $\xi_6$  a dinamikus próbaterhelésekkel mért ellenállások minimumához.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\xi_1$ ,  $\xi_2$ ,  $\xi_3$ ,  $\xi_4$ ,  $\xi_5$  és  $\xi_6$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az ajánlott értéket az A9., A10. és A11. táblázat tartalmazza.

**A9. táblázat:  $\xi$  korrelációs tényezők a karakterisztikus értékek statikus próbaterhelésből való származtatásához ( $n$  = a próbaterheléssel vizsgált cölöpök száma)**

$\xi$ , ha $n$	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_1$	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
$\xi_2$	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

**A10. táblázat:  $\xi$  korrelációs tényezők a karakterisztikus értékek talajvizsgálati eredményekből való származtatásához ( $n$  = a vizsgált talajszelvények száma)**

$\xi$ , ha $n$	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
$\xi_4$	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08

**A11. táblázat:  $\xi$  korrelációs tényezők a karakterisztikus értékek dinamikus próbaterhelésekből<sup>a, b, c, d, e</sup> való származtatásához ( $n$  = a vizsgált cölöpök száma)**

$\xi$ , ha $n$	$\geq 2$	$\geq 5$	$\geq 10$	$\geq 15$	$\geq 20$
$\xi_5$	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40
$\xi_6$	1,50	1,35	1,30	1,25	1,25

<sup>a</sup> A táblázatbeli  $\xi$  értékek a dinamikus próbaterhelésre vonatkoznak.  
<sup>b</sup> A  $\xi$  értékeket szabad 0,85 modelltényezővel szorozni, ha a dinamikus vizsgálatokat jelillesztéssel értékeli.  
<sup>c</sup> A  $\xi$  értékeket célszerű 1,10 modelltényezővel szorozni, ha olyan cölöpverési képletet használnak, amelyhez mérték a cölöpfejnek az ütés hatására bekövetkezett kváziasztikus elmozdulását.  
<sup>d</sup> A  $\xi$  értéket célszerű 1,20 modelltényezővel szorozni, ha olyan cölöpverési képletet használnak, amelyhez nem mérték a cölöpfejnek az ütés hatására bekövetkezett kváziasztikus elmozdulását.  
<sup>e</sup> Ha egy alapozáson belül különböző cölöpök vannak, akkor a cölöpök  $n$  számának megállapításához célszerű a hasonló cölöpöket külön csoportként venni.

#### A3.3.4. Az ellenállások parciális tényezői előfeszített horgonyok esetében

(1)P Az előfeszített horgonyok esetében a tartószerkezeti (STR) és a geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához az ellenállások ( $\gamma_R$ ) következő parciális tényezőit az  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  és  $R4$  értékcsoporthoz kell választani:

- $\gamma_{a,t}$  az ideiglenes horgonyokra;
- $\gamma_{a,p}$  a tartós horgonyokra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{a,t}$  és  $\gamma_{a,p}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  és  $R4$  értékcsoporthoz ajánlott értékeit az A12. táblázat tartalmazza.

**A12. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői előfeszített horgonyok esetében**

Az ellenállási igény	Jel	Értékcsoport			
		R1	R2	R3	R4
Ideiglenes	$\gamma_{a,t}$	1,1	1,1	1,0	1,1
Tartós	$\gamma_{a,p}$	1,1	1,1	1,0	1,1

**A3.3.5. Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői támszerkezetek esetében**

(1)P Támszerkezetek esetében a tartószerkezeti (STR) és geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához az ellenállások ( $\gamma_R$ ) következő parciális tényezőit az R1, R2 és R3 értékcsoportból kell választani:

- $\gamma_{R,v}$  a talajtörési ellenállásra;
- $\gamma_{R,h}$  az elcsúszási ellenállásra;
- $\gamma_{R,e}$  a földellenállásra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használt  $\gamma_{R,v}$ ,  $\gamma_{R,h}$  és  $\gamma_{R,e}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az R1, R2 és R3 értékcsoport ajánlott értékeit az A13. táblázat tartalmazza.

**A13. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői támszerkezetek esetében**

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport		
		R1	R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0
Földellenállás	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,4	1,0

**A3.3.6. Az ellenállás ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői rézsűk és az általános állékonyság esetében**

(1)P A rézsűk és az általános állékonyság esetében a tartószerkezeti (STR) és geotechnikai (GEO) határállapotok vizsgálatához a földellenállás ( $\gamma_{R,e}$ ) parciális tényezőjét kell alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{R,e}$  érték az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Az R1, R2, illetve R3 értékcsoport ajánlott értékeit az A14. táblázat tartalmazza.

**A14. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői rézsűk és az általános állékonyság esetében**

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport		
		R1	R2	R3
Földellenállás	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,1	1,0



#### A4. Parciális tényezők a felúszás (UPL) miatti határállapot vizsgálatához

(1)P A felúszás (UPL) miatti határállapot vizsgálatához a hatások ( $\gamma_f$ ) következő parciális tényezőit kell alkalmazni:

- $\gamma_{G;dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen állandó hatásokra;
- $\gamma_{G;stb}$  az állékonyságnövelő, kedvező állandó hatásokra;
- $\gamma_{Q;dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen esetleges hatásokra;

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használt  $\gamma_{G;dst}$ ,  $\gamma_{G;stb}$  és  $\gamma_{Q;dst}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Ajánlott értékeiket az A15. táblázat tartalmazza.

**A15. táblázat: A hatások ( $\gamma_f$ ) parciális tényezői**

A hatás	Jel	Érték
Állandó Kedvezőtlen <sup>a</sup> Kedvező <sup>b</sup>	$\gamma_{G;dst}$ $\gamma_{G;stb}$	1,0 0,9
Esetleges Kedvezőtlen <sup>a</sup>	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
<sup>a</sup> Állékonyságcsökkentő		
<sup>b</sup> Állékonyságnövelő		

(2)P A felúszás (UPL) miatti határállapot vizsgálatához az ellenállások parciális tényezőit a következő értékekkel kell alkalmazni, ha ellenállásokkal is számolunk:

- $\gamma_{\phi'}$  a hatékony súrlódási szög tangensére;
- $\gamma_c$  a hatékony kohézióra;
- $\gamma_{cu}$  a drénezetlen nyírószilárdságra;
- $\gamma_{s;t}$  a húzott cölöpök ellenállására;
- $\gamma_a$  a horgonyellenállásra.

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{\phi'}$ ,  $\gamma_c$ ,  $\gamma_{cu}$ ,  $\gamma_{s;t}$  és  $\gamma_a$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletükben található. Ajánlott értékeiket az A16. táblázat tartalmazza.

**A16. táblázat: A talajparaméterek és az ellenállások parciális tényezői**

Talajparaméter	Jel	Érték
Hatékony súrlódási szög <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Hatékony kohézió	$\gamma_c$	1,25
Drénezetlen nyírószilárdság	$\gamma_{cu}$	1,40
Húzott cölöp ellenállása	$\gamma_{s;t}$	1,40
Horgonyellenállás	$\gamma_a$	1,40
<sup>a</sup> Ezt a tényezőt a $\tan \phi'$ -re kell alkalmazni.		

**A5. Parciális tényezők a hidraulikus felszakadás (HYD) határállapotának vizsgálatához**

(1)P A hidraulikus felszakadás (HYD) miatti határállapot vizsgálatához a hatások következő ( $\gamma_f$ ) parciális tényezőit kell alkalmazni:

- $\gamma_{G,dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen állandó hatásokra;
- $\gamma_{G,stab}$  az állékonyságnövelő, kedvező állandó hatásokra;
- $\gamma_{Q,dst}$  az állékonyságcsökkentő, kedvezőtlen esetleges hatásokra;

MEGJEGYZÉS: Az egyes országokban használható  $\gamma_{G,dst}$ ,  $\gamma_{G,stab}$  és  $\gamma_{Q,dst}$  értékek az e szabványhoz tartozó nemzeti mellékletben találhatók. Az ajánlott értékeket az A17. táblázat tartalmazza.

**A17. táblázat: A hatások ( $\gamma_f$ ) parciális tényezői**

A hatás	Jel	Érték
Állandó		
Kedvezőtlen <sup>a</sup>	$\gamma_{G,dst}$	1,35
Kedvező <sup>b</sup>	$\gamma_{G,stab}$	0,90
Esetleges		
Kedvezőtlen <sup>a</sup>	$\gamma_{Q,dst}$	1,50
<sup>a</sup> Állékonyságcsökkentő		
<sup>b</sup> Állékonyságnövelő		

## B melléklet (tájékoztató)

### Kiegészítő tájékoztató a parciális tényezőkről az 1., 2. és 3. tervezési módszerhez

#### B1. Általános elvek

(1) A tartós és ideiglenes állapotokban bekövetkező STR és GEO jellegű határállapotok vizsgálatára a 2.4.7.3.4. szakasz három tervezési módszert vázolt. Ezek abban különböznek, hogy miként rendelik a hatásokhoz, az igénybevételekhez, az anyagjellemzőkhöz és az ellenállásokhoz a parciális tényezőket. Ez részben abból a különböző megközelítésből adódik, hogy miként vesszük figyelembe a hatások, az igénybevételek és az ellenállások modellezésének bizonytalanságát.

(2) Az 1. tervezési módszer alkalmazásakor az ellenőrzéseket bármely tervre vonatkozóan elvileg két tényezőcsoporttal két külön számításban kell elvégezni. Ha eleve nyilvánvaló, hogy az eredmény szempontjából az egyik csoport lesz a meghatározó, akkor szükségtelen a másikkal is végrehajtani a számításokat. A 2.4.7.3.2. szakasz (2) bekezdésében említett egyetlen kivételtől eltekintve, a tényezőket általában inkább a hatásokhoz rendelik, mintsem az igénybevételekhez. Sok esetben a talajparaméterekhez rendelik a tényezőket, a cölöpök és a horgonyok tervezésekor viszont inkább az ellenállásokhoz.

(3) A 2. és 3. tervezési módszer alkalmazásakor a terv mindegyik részére egyetlen számítást kell elvégezni, és a választott számítási módtól függően változik az, hogy mihez rendelik a tényezőket.

(4) A 2. tervezési módszer alkalmazásakor a tényezőket az ellenállásokhoz, illetve vagy a hatásokhoz, vagy az igénybevételekhez rendelik.

(5) A 3. tervezési módszer alkalmazásakor a tényezőket a talaj szilárdsági (anyagi) paramétereire, illetve vagy a tartószerkezet keltette hatásokhoz, vagy az onnan származó igénybevételekhez rendelik.

#### B2. A hatások és az igénybevételek parciális tényezői

(1) Az EN 1990:2002 kimondja, hogy a  $\gamma_f$  parciális tényező hatáshoz tartozik, és a hatás értékének a karakterisztikus értékétől való kedvezőtlen eltéréseinek lehetőségét veszi figyelembe. Ehhez hasonlóan a  $\gamma_{S;d}$  tényező a hatások és az igénybevételek modellezésében rejlő bizonytalanságokat veszi figyelembe.

(2) Az EN 1990:2002 megengedi, hogy a  $\gamma_{S;d}$  és  $\gamma_f$  tényezőket egyetlen szorzatba vonjuk össze, és azt alkalmazzuk az  $F_k$  parciális tényezőjeként.

$$\gamma_F = \gamma_{S;d} \cdot \gamma_f \quad (\text{B1.})$$

(3) Az EN 1997-1 szerinti különböző tervezési módszerek azt követelik meg, hogy vagy a hatásokhoz, vagy az igénybevételekhez alkalmazzanak parciális tényezőket. Minthogy kivételes az, hogy a talajból származó hatások  $\gamma_{S;d}$  modelltényezőjét használják, és ennek eldöntése nemzeti hatáskörbe tartozik, a geotechnikai számításokban egyszerűsítésként általában a  $\gamma_f$  használatos a hatásokhoz és  $\gamma_E$  az igénybevételekhez (lásd az A melléklet A1. és A3. táblázatát).

Következésképpen nemzeti hatáskörben a  $\gamma_{S;d} \cdot \gamma_f$  szorzatra választhatók alternatív értékek.

(4) A (2.6.a) és (2.6.b) egyenlőség bevezeti az  $X_k/\gamma_M$  mennyiséget a hatások számításába, mivel egyes esetekben a talaj anyagjellemzői befolyásolhatják a geotechnikai hatások értékeit.

(5) Az 1. tervezési módszer alkalmazásakor az ellenőrzéseket a tényezőcsoportok két kombinációjával két külön számításban kell elvégezni.

Az 1. kombináció esetében a nem 1-gyel egyenlő tényezőket általában a hatásokhoz alkalmazzák, az 1-gyel egyenlőket pedig az igénybevételekhez. Ezért a (2.6.a) és (2.6.b) egyenlőségben  $\gamma_f \neq 1$  és  $\gamma_E = 1$  használatos.

Ez alóli kivételt említ a 2.4.7.3.2. szakasz (2) bekezdése; az olyan esetekben, ahol fizikailag értelmetlen lenne  $\gamma_f \neq 1$ -et alkalmazni (például: egy tartály rögzített folyadékszinttel), akkor  $\gamma_f = 1$  és  $\gamma_E \neq 1$  használatos.

A 2. kombináció esetében mindig  $\gamma_E = 1$  a használatos,  $\gamma_F \neq 1$  pedig csak az esetleges hatásokhoz.

Ennek következtében, kivéve a 2.4.7.3.2. szakasz (2) bekezdésében említetteket, az 1. tervezési módszer esetében a (2.6.a) egyenlőség alkalmazandó:

$$E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} \quad (B2.)$$

(6) A 2. tervezési módszer esetében a terv mindegyik részére egyetlen számítást kell elvégezni, és a választott számítási módtól függően változik, és a nemzeti szabályozás szerint kell eldönteni, hogy a hatásokhoz vagy az igénybevételekhez rendelik-e a tényezőket.

Akár a  $\gamma_E \neq 1$  és  $\gamma_F = 1$ , akár a  $\gamma_F \neq 1$  és  $\gamma_E = 1$  használható. Ha  $\gamma_M = 1$ -gyel számolnak, akkor a (2.6.a) és (2.6.b) egyenlőség a következőkre egyszerűsödik:

$$E_d = \gamma_E \cdot E\{F_{rep}; X_k; a_d\}, \text{ vagy} \quad (B3.1.)$$

$$E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\} \quad (B3.2.)$$

(7) A 3. tervezési módszer alkalmazásakor egyetlen számítást kell elvégezni. E tervezési módszer alkalmazásakor azonban különbséget tesznek a tartószerkezetből származó  $F_{rep}$  és a talajból, illetve annak közvetítésével érkező, az  $X_k$ -val számított hatások között. Akár a  $\gamma_E \neq 1$  és  $\gamma_F = 1$ , akár a  $\gamma_F \neq 1$  és  $\gamma_E = 1$  is alkalmazható. Így a (2.6.a) és (2.6.b) egyenlőség a következő marad:

$$E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\}, \text{ vagy} \quad (B4.1.)$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E\{F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} \quad (B4.2.)$$

## B3. Az anyagszilárdságok és az ellenállások tényezői

(1) Az EN 1990:2002-ben levő (6.6.) és az EN 1997-1-ben levő (2.7.c) képlet egyenértékű:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{R,d}} R\{X_{i,d}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{R,d}} R\left\{\eta_i \frac{X_{i,k}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\} \quad [\text{EN 1990:2002 (6.6.)}] \quad (B5.1.)$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \left\{ \gamma_F F_{rep}; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right\} \quad [\text{EN 1997-1 (2.7.c)}] \quad (B5.2.)$$

(2) Megjegyzendő, hogy az EN 1997-1-ben levő (2.7.a), (2.7.b) és (2.7.c) képlet az ellenállások tervezési értékének számításába bevonja a  $\gamma_F F_{rep}$  mennyiséget, mivel bizonyos esetekben a hatások nagysága befolyásolhatja a geotechnikai ellenállásokat, például egy síkalap talajtörési ellenállását.

(3) Az EN 1997-1 szerint az  $\eta$  átszámítási tényező értéke 1-nek veendő, mivel az anyagszilárdságok karakterisztikus értékeit azonosnak tekinti a terepi állapotra érvényesekkel, tehát a karakterisztikus érték már tartalmazza az  $\eta$  tényezőt.

(4) Az e szabvány szerinti különböző tervezési módszerek megkövetelik, hogy vagy az (X) anyagszilárdságokhoz vagy az (R) ellenállásokhoz alkalmazzanak parciális tényezőket. Ezek a tényezők változatos módon foglalják magukba az anyagjellemzők  $\gamma_m$  tényezőinek és az ellenállás ( $\gamma_{R,d}$ ) modellbizonytalansági tényezőinek tartalmát. Egyszerűsítésként az (X) anyagszilárdságokhoz tartozó parciális tényezőket  $\gamma_M$ -mel, az (R) ellenállásokhoz tartozókat pedig  $\gamma_R$ -rel jelölik.

(5) Az 1. tervezési módszer alkalmazásakor az ellenőrzéseket a tényezőcsoportok kombinációival két külön számításban kell elvégezni.

Az 1. kombináció esetében az anyagszilárdságokhoz és az ellenállásokhoz használandó szorzó 1. Ezért a (2.7.c) képletben  $\gamma_M = \gamma_R = 1$ .

A 2. kombináció esetében, a cölöpök és a horgonyok kivételével,  $\gamma_M > 1$ ,  $\gamma_R = 1$ .

Így az 1. tervezési módszer alkalmazásakor a legtöbb esetben a (2.7.a) képlet alakja:

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} \quad (B6.1.1.)$$

A 2. kombinációban azonban a cölöpök és horgonyok esetében  $\gamma_M = 1$  és  $\gamma_R > 1$  írandó a (2.7.b) képletbe, vagyis:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\} \quad (B6.1.2.)$$

(6) A 2. tervezési módszer alkalmazásakor általában 1-es szorzó tartozik az anyagszilárdságokhoz és 1-nél nagyobb az ellenállásokhoz. Így a (2.7.b) képletbe  $\gamma_M = 1$  és  $\gamma_R > 1$  írandó:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\} \quad (B6.2.1.)$$

Ha  $\gamma_F$  szintén 1, akkor a (2.7.b) alakja:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R\{F_{rep}; X_k; a_d\} \quad (B6.2.2.)$$

(7) A 3. tervezési módszer alkalmazásakor általában  $\gamma_M > 1$  és  $\gamma_R = 1$  használatos. Így a (2.7.a) képlet:

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} \quad (B6.3.1.)$$

Megjegyzendő azonban, hogy olykor (például a húzott cölöpök esetében) a  $\gamma_R > 1$  érték is szükséges lehet, a (2.7.a) képlet ilyenkor használatos alakja:

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} / \gamma_R \quad (B6.3.2.)$$

**C melléklet**  
(tájékoztató)

**Eljárások a földnyomások meghatározására**

**C1. A földnyomás határértékei**

(1) A függőleges falakra ható földnyomásnak a  $\gamma$  térfogatsúlytól, az egyenletesen megoszló  $q$  függőleges felszíni teherrel, a talaj  $\varphi$  súrlódási szögétől és  $c$  kohéziójától függő határértékei célszerűen a következőképpen számíthatók:

– aktív határállapotban:

$$\sigma_a(z) = K_a \left[ \int \gamma dz + q - u \right] + u - c K_{ac} \quad (C1.)$$

ahol a talajfelszíntől a  $z$  mélységig kell integrálni

$$K_{ac} = 2 \sqrt{[K_a(1+a/c)]}, \text{ de legfeljebb } 2,56 \sqrt{K_a}$$

– passzív határállapotban:

$$\sigma_p(z) = K_p \left[ \int \gamma dz + q - u \right] + u + c K_{pc} \quad (C2.)$$

ahol a talajfelszíntől a  $z$  mélységig kell integrálni

$$K_{pc} = 2 \sqrt{[K_p(1+a/c)]}, \text{ de legfeljebb } 2,56 \sqrt{K_p}$$

ahol

$a$  adhézió (a talaj és a fal között)

$c$  kohézió

$K_a$  a hatékony aktív földnyomás vízszintes komponensének szorzója

$K_p$  a hatékony passzív földnyomás vízszintes komponensének szorzója

$q$  a függőleges irányú térszíni teher

$z$  a fal hátlapja mentén lefelé mért függőleges távolság

$\beta$  a fal mögötti térszín hajlásszöge (emelkedés esetén pozitív)

$\delta$  a talaj és a fal közötti súrlódási szög

$\gamma$  a megtámasztott talaj teljes térfogatsúlya

$\sigma_a(z)$  a falra merőlegesen ható teljes feszültség  $z$  mélységben (aktív határállapotban)

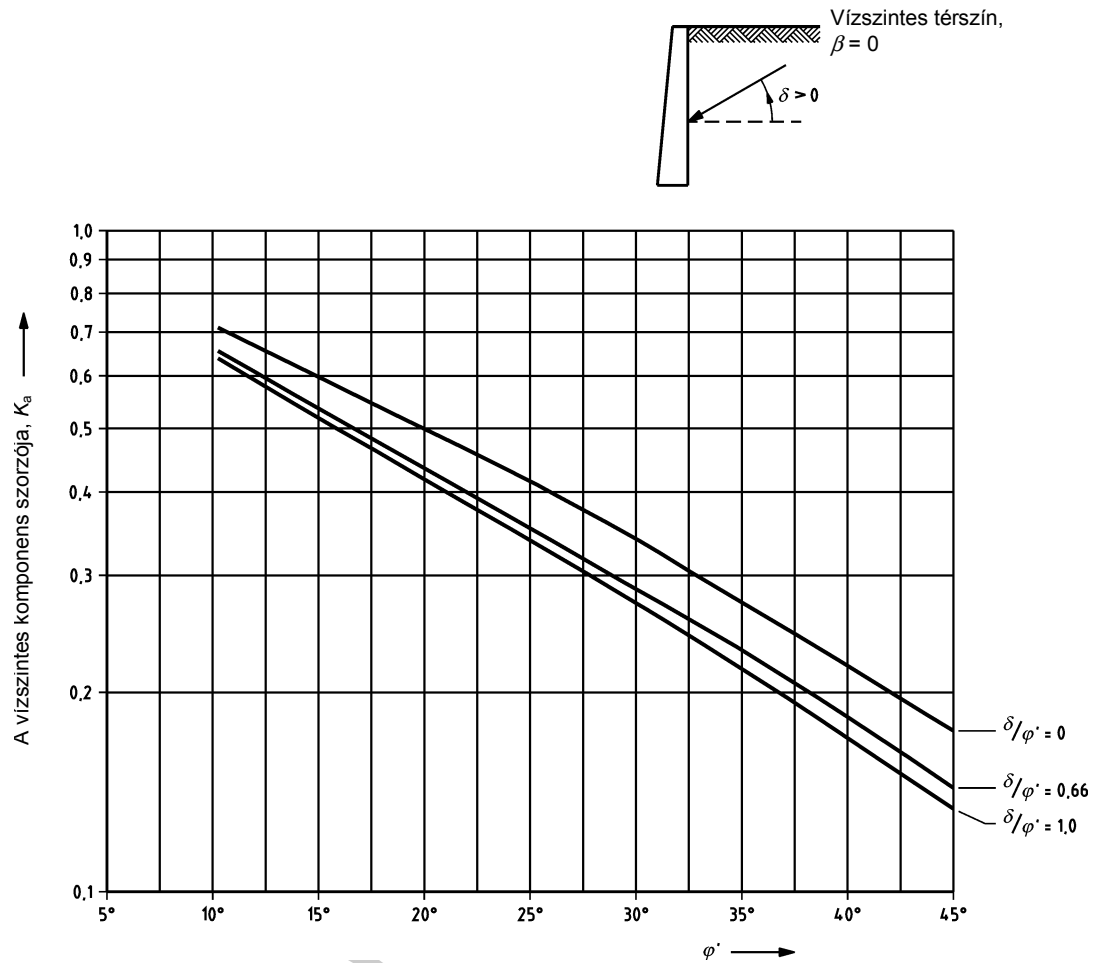
$\sigma_p(z)$  a falra merőlegesen ható teljes feszültség  $z$  mélységben (passzív határállapotban)

(2) Drénezett talajok esetében  $K_a$  és  $K_p$  a ( $\varphi$ ) hatékony súrlódási szögtől és a  $c = c'$  hatékony kohéziótól függ. Drénezetlen talajok esetében  $K_a = K_p = 1$  és  $c = c_u$ , a drénezetlen állapotnak megfelelő kohézió.

(3) A hatékony földnyomási szorzók értékei  $K_a$  esetében a C1.1–C1.4. ábráról,  $K_p$  esetében pedig a C2.1–C2.4. ábráról olvashatók le.

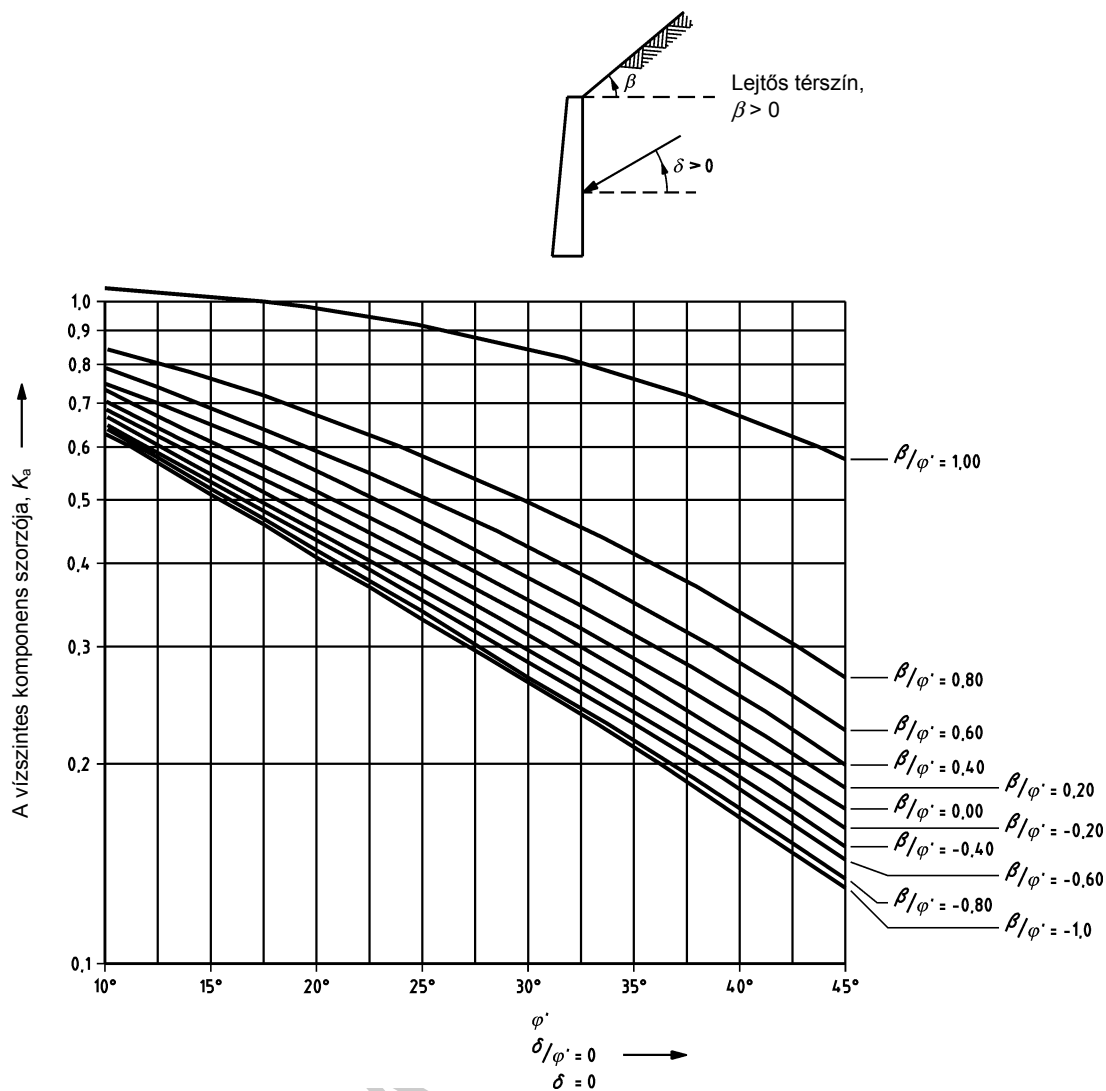
(4) Alternatívaként a C2. fejezetben ismertetett numerikus eljárás is alkalmazható.

(5) Rétegzett talajok esetében a  $K$  szorzókat általában célszerű kizárólag csak a vizsgált  $z$  mélységben érvényes nyírósziárdsági paraméterekből meghatározni függetlenül a más mélységekre vonatkozó értékektől.



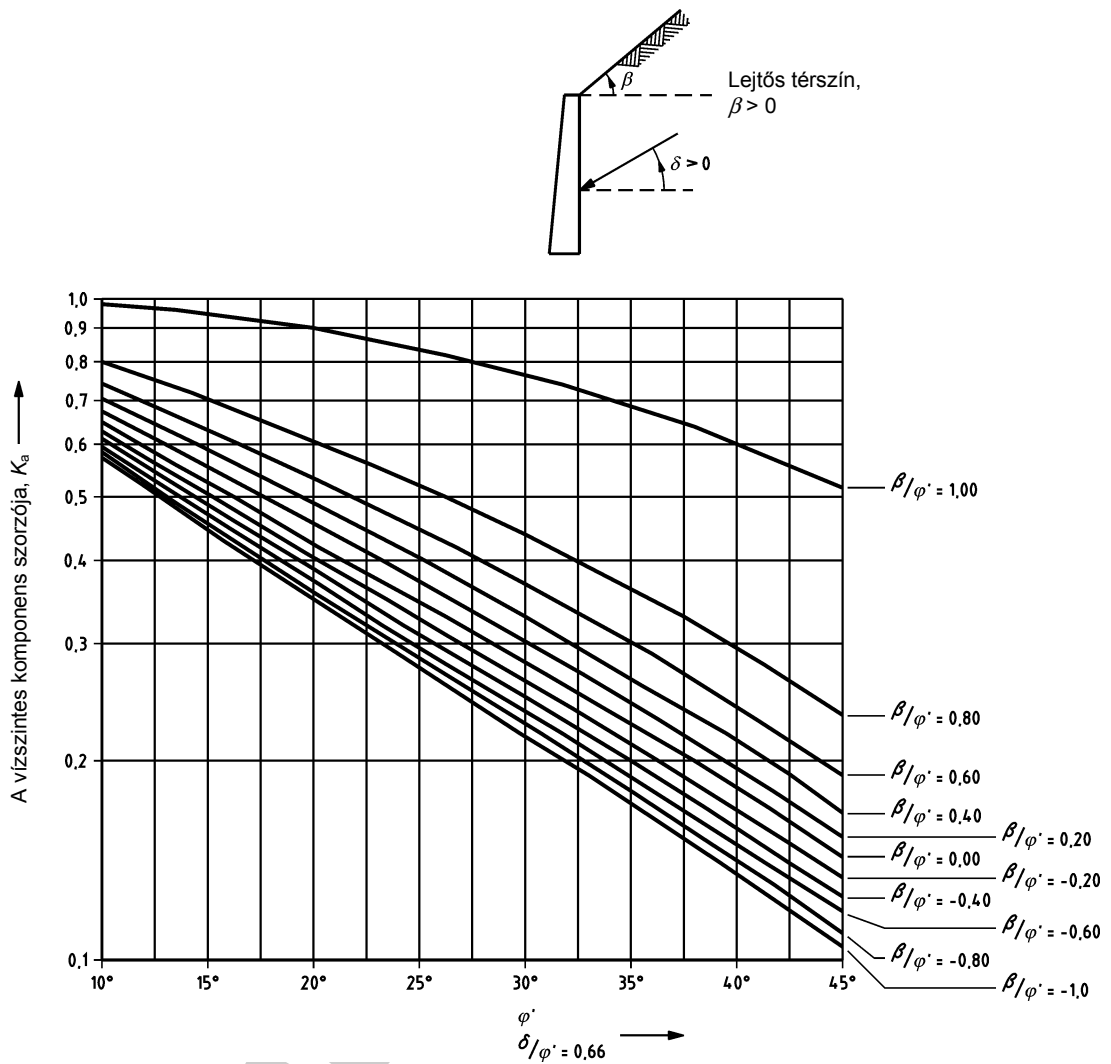
C1.1. ábra: A hatékony aktív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_a$  szorzója vízszintes térszín esetén ( $\beta = 0$ )

Müller M&E



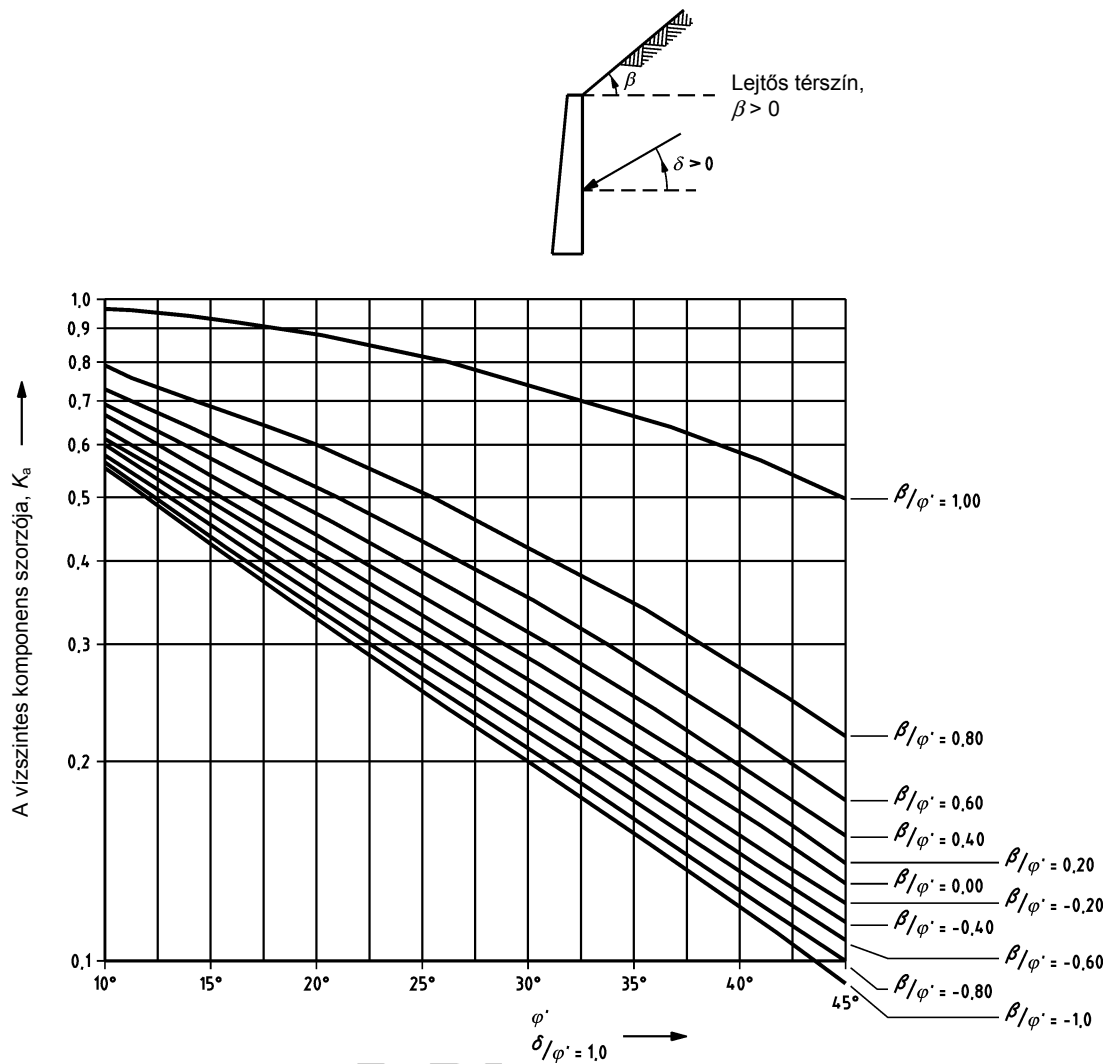
C1.2. ábra: A hatékony aktív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_a$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\phi' = 0$  és  $\delta = 0$ )



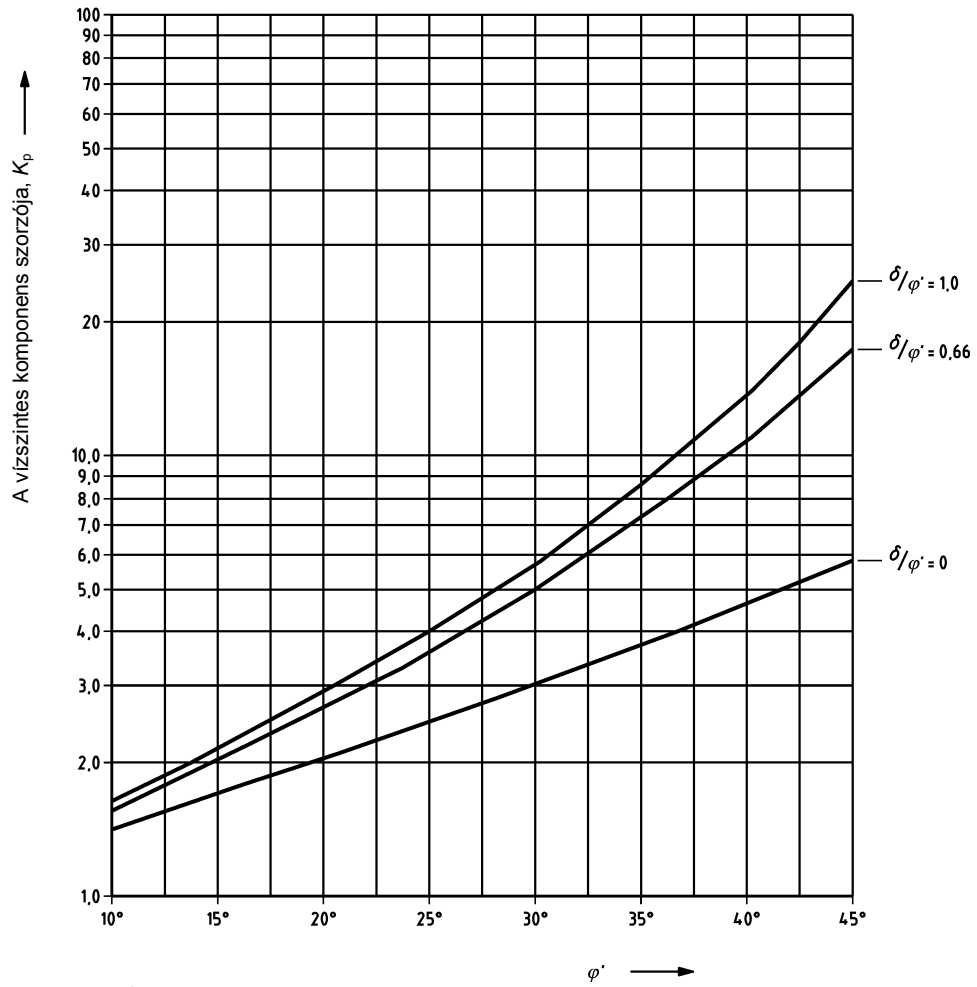
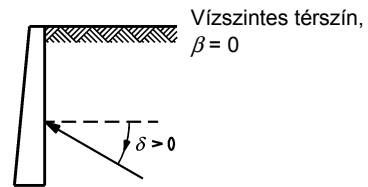


C1.3. ábra: A hatékony aktív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_a$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\varphi' = 0,66$ )

Müller M

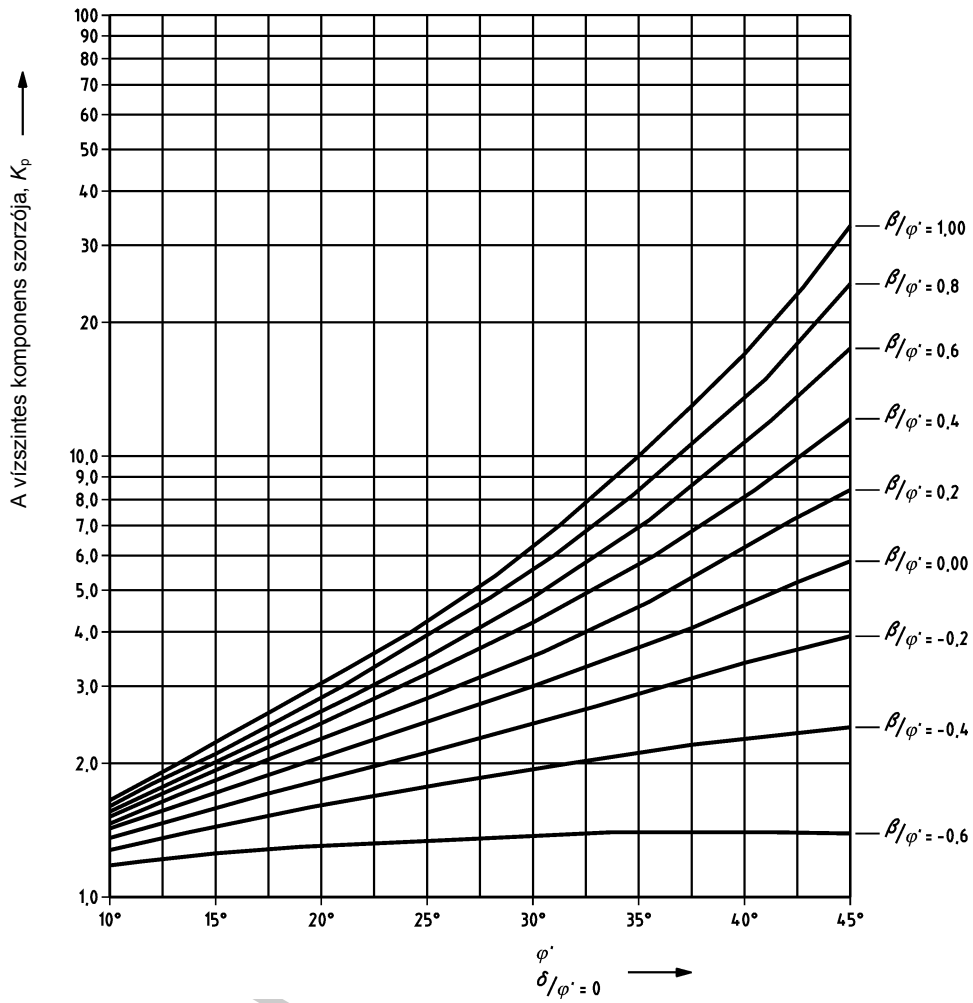
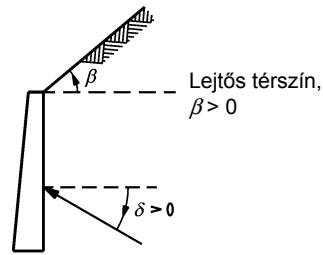


C1.4. ábra: A hatékony aktív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_a$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\varphi' = 1$ )

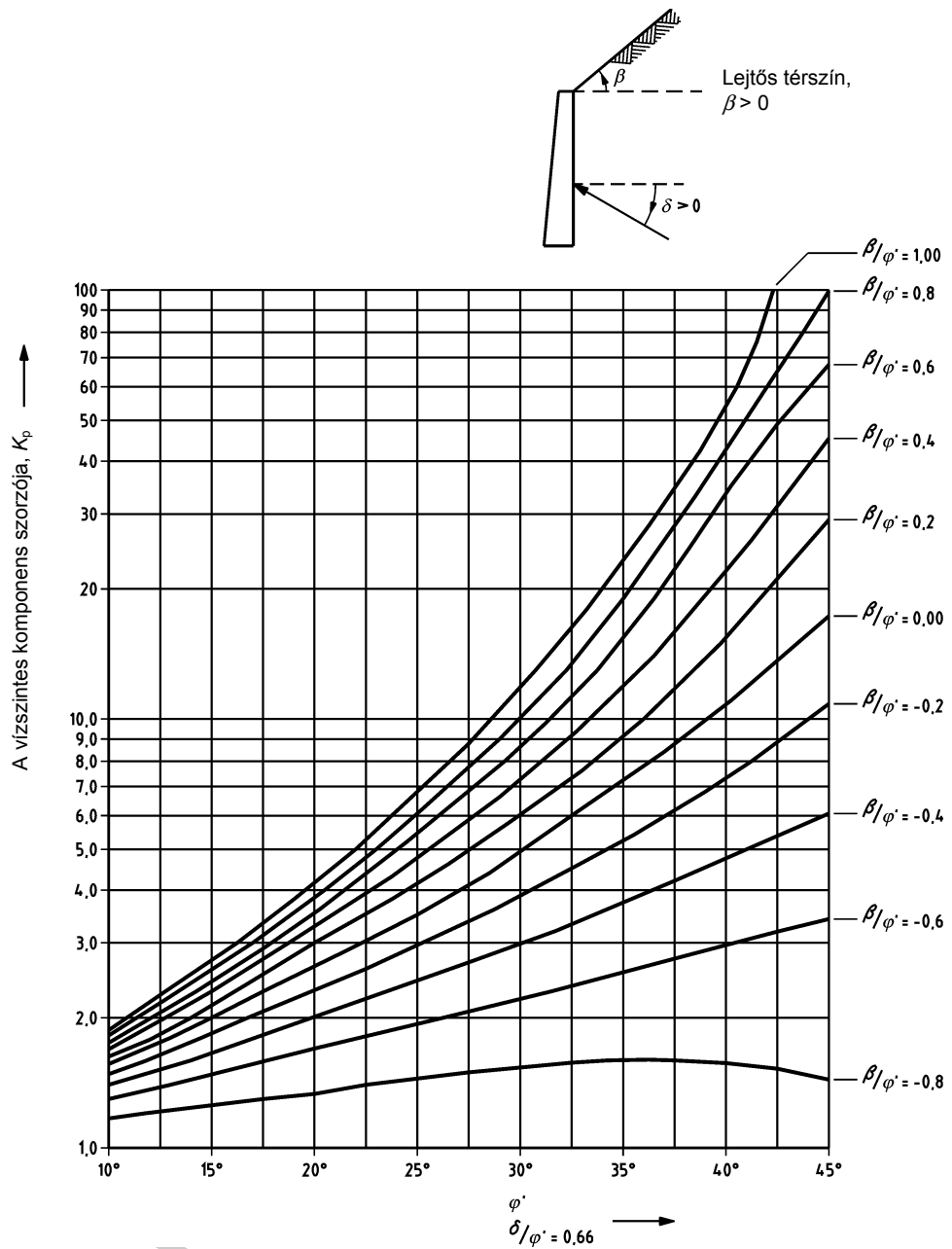


C2.1. ábra: A hatékony passzív földnyomás (vízszintes térszín esetén)  $K_p$  szorzója vízszintes térszín esetén ( $\beta = 0$ )

Müller

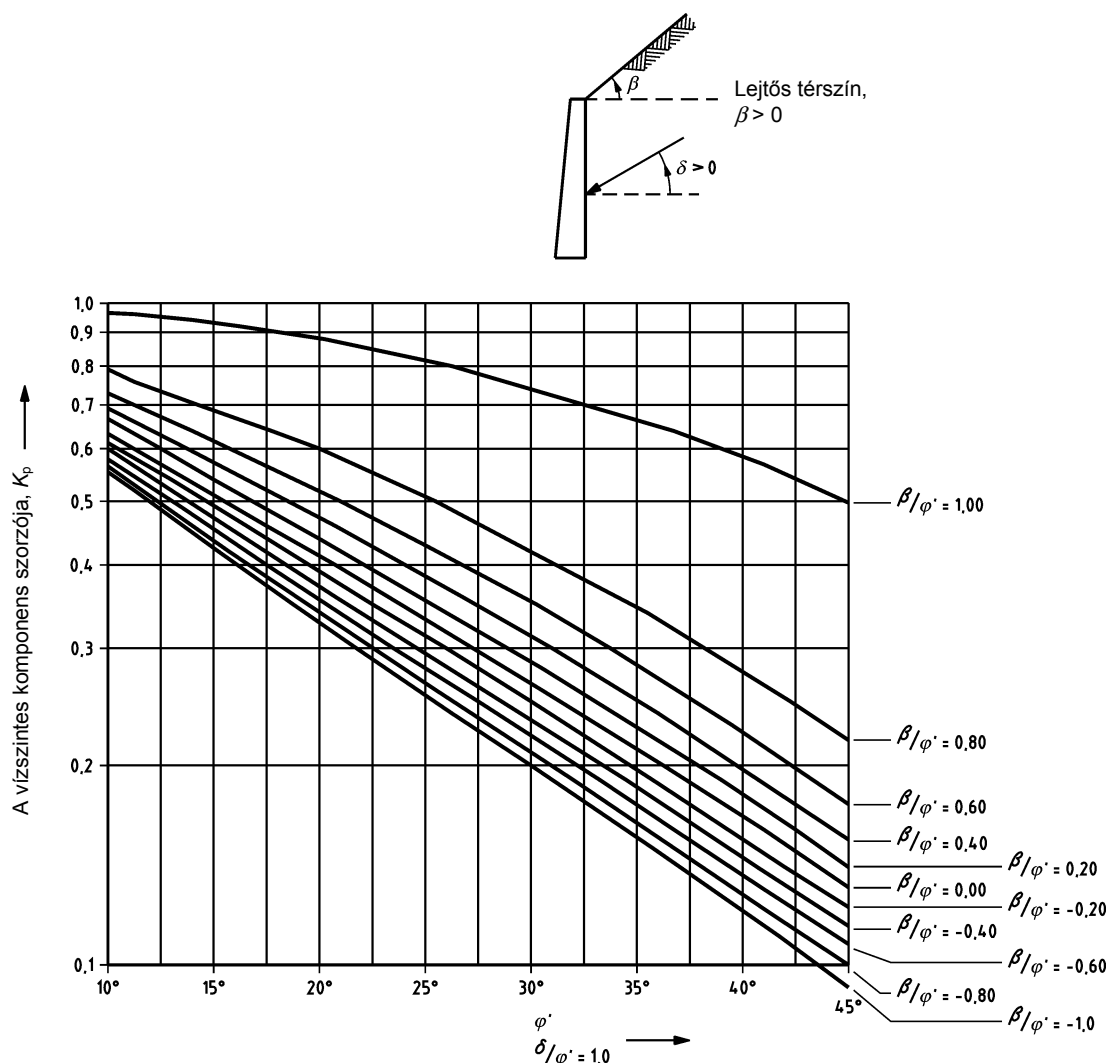


C2.2. ábra: A hatékony passzív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_p$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\varphi' = 0$  és  $\delta = 0$ )



**C2.3. ábra: A hatékony passzív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_p$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\varphi' = 0,66$ )**

Műlt



C2.4. ábra: A hatékony passzív földnyomás (vízszintes komponensének)  $K_p$  szorzója lejtős térszín esetén ( $\delta/\varphi' = 1$ )

## C2. Analitikus eljárás az aktív és passzív földnyomások határértékeinek meghatározására

- (1) A következő eljárás, amely tartalmaz bizonyos közelítéseket, minden esetben alkalmazható.
- (2) Az eljárás a passzív földnyomás meghatározására szolgál, melybe a (követzőkben  $\varphi$ ,  $c$ ,  $\delta$ , a betűkkel jelölt) szilárdsági paramétereket pozitív értékekkel kell behelyettesíteni, lásd a C3. ábrát.
- (3) Az aktív földnyomás meghatározásához azonos algoritmus használható a következő módosításokkal:
  - a  $\varphi$ ,  $c$ ,  $\delta$  és a szilárdsági paramétert negatív értéként kell behelyettesíteni;
  - az egyenértékű térszíni teher  $\beta_0$  irányzögének értéke  $\beta$ , főként a  $K_y$  közelítéssel való meghatározása miatt.
- (4) A következő jelölések használatosak (közülük néhány az 1.6. szakaszban is szerepel):
  - a adhézió a talaj és a fal között
  - c kohézió
  - $K_c$  a kohézióhoz rendelt szorzó

$K_n$  a felszínre merőleges teherhez tartozó szorzó

$K_q$  a függőleges teherhez tartozó szorzó

$K_\gamma$  a talaj súlyához tartozó szorzó

$m_t$  a mozgó földtömeget határoló és a térszín metsző csúszólap érintője, valamint a faltól távolodó térszín által bezárt szög

$m_w$  a legkülső csúszólapnak a falnál értelmezett érintője és a fal normálisa által bezárt szög; pozitív, ha az érintő a fal mögött fölfelé tér el a normáltól

$\beta$  a térszín, valamint a vízszintes által bezárt szög; pozitív, ha a térszín a faltól távolodva emelkedik

$\delta$  falsúrlódási szög, a C3. ábra szerinti előjelszabállyal passzív ellenállás számítása esetén

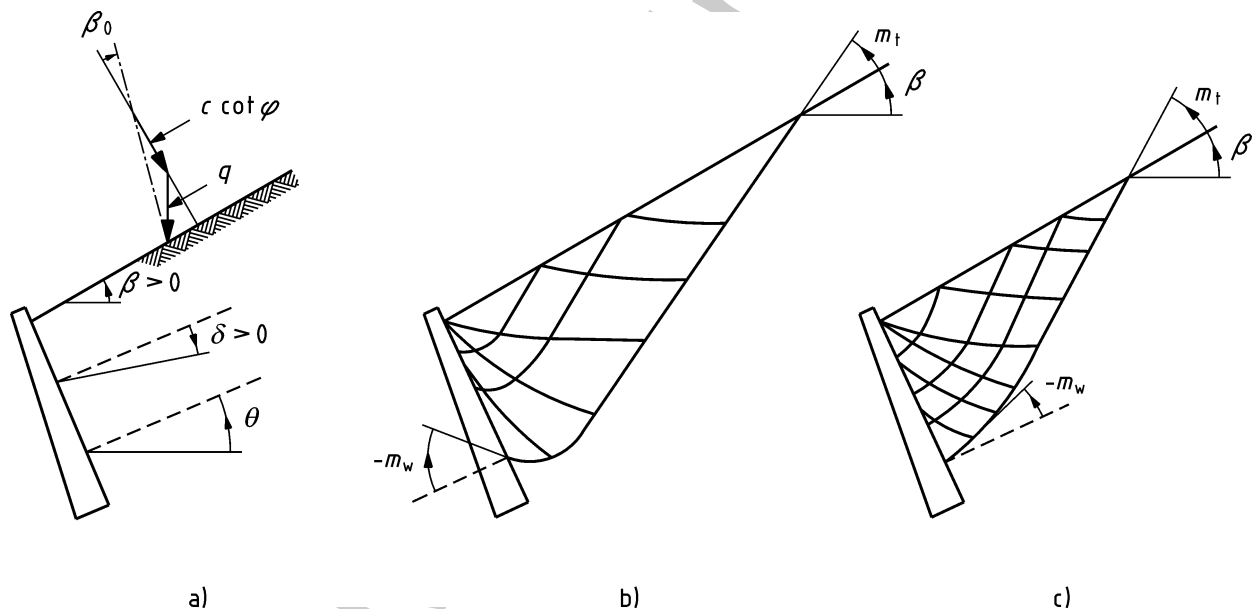
$\varphi$  súrlódási szög

$\theta$  a fal iránya, valamint a függőleges által bezárt szög; pozitív, ha a talaj a fal fölött van

$\nu$  a legalsó csúszólap érintőjének szögelfordulása; pozitív, ha a csúszólap fölötti talajtömeg alulról domború

$q$  az egyenletesen megoszló térszíni teher az adott térszín területegységére vonatkoztatva

$p$  függőleges irányú egyenletesen megoszló térszíni teher a vízszintes vetület területegységére vonatkoztatva



**C3. ábra: A fal és a háttöltés hajlására, valamint a térszíni terhek és a csúszólap alakjára vonatkozó meghatározások**

(5) Az érintkezési felületre vonatkozó  $\delta$  és a paramétereket úgy kell megválasztani, hogy legyen

$$\frac{a}{c} = \frac{\tan \delta}{\tan \varphi}$$

(6) A térszínre vonatkozó peremfeltételek része a  $\beta_0$  szög is, amely egy egyenértékű térszíni teher irányszöge. Ebben az értelmezésben ezt a szöveget a következő két összetevő vektoriális összege határozza meg:

- a térszíni, annak felületegységére vonatkoztatott, egyenletesen megoszló  $q$  teher, amely nem szükségszerűen függőleges, és
- a térszínre merőleges teherként értelmezhető  $c \cdot \text{ctg} \varphi$  mennyiség.

A  $\beta_0$  szög akkor pozitív, ha a  $q$  teher felszínnel párhuzamos tangenciális összetevője a fal felé, míg a normális irányú komponens a talajtömeg felé irányul. Ha  $c = 0$ , és egyidejűleg a térszíni teher függőleges vagy zérus, továbbá aktív földnyomások esetében általában  $\beta_0 = \beta$ .

(7) Az  $m_t$  szöget a térszint jellemző következő peremfeltételek határozzák meg:

$$\cos(2m_t + \varphi + \beta_0) = -\frac{\sin \beta_0}{\sin \varphi} \quad (\text{C3.})$$

(8) Az  $m_w$  szöget a falat jellemző következő peremfeltételek határozzák meg:

$$\cos(2m_w + \varphi + \delta) = \frac{\sin \delta}{\sin \varphi} \quad (\text{C4.})$$

Az  $m_w$  szög negatív a passzív földnyomások esetében ( $\varphi > 0$ ), ha elég nagy a  $\sin \delta / \sin \varphi$  hányados.

(9) A  $\nu$  szög, amely a mozgó talajtömeget határoló legkülső csúszólap érintőjének teljes szögelfordulása a csúszólap mentén, a következő képletből számítható ki:

$$\nu = m_t + \beta - m_w - \theta \quad (\text{C5.})$$

(10) A  $K_n$  szorzó, amely a térszínre merőleges teherre vonatkozik (azaz a térszínre merőleges egységnyi nyomásból a falra merőlegesen ható földnyomást számítja), a következő képletből határozható meg, melybe  $\nu$  értékét radiánban kell behelyettesíteni:

$$K_n = \frac{1 + \sin \varphi \sin(2m_w + \varphi)}{1 - \sin \varphi \sin(2m_t + \varphi)} \exp(2\nu \operatorname{tg} \varphi) \quad (\text{C6.})$$

(11) A függőleges irányú (és a vízszintes vetület területességére vonatkoztatott) térszíni teher szorzója:

$$K_q = K_n \cos^2 \beta \quad (\text{C7.})$$

míg a kohéziós tag szorzója:

$$K_c = (K_n - 1) \operatorname{ctg} \varphi \quad (\text{C8.})$$

(12) A talaj önsúlyára vonatkozó szorzó közelítő értéke:

$$K_\gamma = K_n \cos \beta \cos(\beta - \theta) \quad (\text{C9.})$$

Ez a képlet a biztonság javára közelít. Míg az aktív földnyomások esetében a hiba jelentéktelen, a passzív nyomások esetében viszont, ha  $\beta$  értéke pozitív, jelentős lehet.

A  $\varphi = 0$  esetre a következő határértékek érvényesek:

$$\cos 2m_t = -\frac{p}{c} \sin \beta \cos \beta$$

$$\cos 2m_w = \frac{a}{c}$$

$$K_q = \cos^2 \beta$$

$$K_c = 2\nu + \sin 2m_t + \sin 2m_w$$

( $\nu$  radiánban), míg a  $\varphi = 0$  esetben a  $K_\gamma$ -ra jobb a következő közelítés:

$$K_\gamma = \cos \theta + \frac{\sin \beta \cos m_w}{\sin m_t} \quad (\text{C10.})$$

(13) Az eljárás szerinti feltételezés mind a passzív, mind az aktív földnyomásokra vonatkozóan az, hogy a konvexitás szöge pozitív,  $\nu \geq 0$ .

(14) Ha ez a feltétel nem teljesül (még megközelítően sem), például sima fal és elegendően lejtős térszín esetén, amikor  $\beta$  és  $\theta$  ellenkező előjelűek, meg kell fontolni más eljárás alkalmazását. Ugyanez lehet indokolt akkor is, ha a felszíni terhelés szabálytalan.



### C3. A földnyomások mobilizálódásához szükséges elmozdulások

(1) Célszerű figyelembe venni a földnyomások és a falmozgás összefüggését az aktív állapotokra vonatkozóan. E mozgás nagysága függ a falmozgás jellegétől, a kezdeti földnyomásoktól és a talaj tömörségétől. A C1. táblázat tartalmazza a  $v_a/h$  viszonyszám azon értékeit, amelyeket függőleges fal, drénezett, kohézió nélküli talaj és vízszintes térszín, valamint  $K_0 < 1$  jellemzőjű kezdeti feszültségállapot esetén a hatékony aktív földnyomás teljes mobilizálódásához szükségesnek tarthatunk.

(2) Célszerű figyelembe venni a földnyomások és a falmozgás összefüggését a passzív állapotokra vonatkozóan is. E mozgás nagysága függ a falmozgás jellegétől, a kezdeti földnyomásoktól és a talaj tömörségétől. A C2. táblázat tartalmazza a  $v_p/h$  viszonyszám azon értékeit, melyeket függőleges fal, drénezett, kohézió nélküli talaj és vízszintes térszín, valamint  $K_0 < 1$  jellemzőjű kezdeti feszültségállapot esetén a hatékony passzív földnyomás teljes mobilizálódásához szükségesnek tarthatunk. Zárójelben a hatékony passzív földnyomás határértékének feléhez szükséges  $v/h$  viszonyszám értékei szerepelnek.

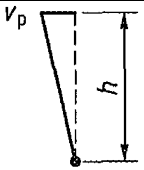
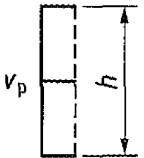
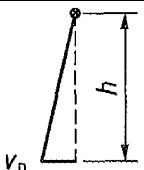
(3) A hatékony aktív földnyomás nyugalmi és határállapota közötti közbenső értékek lineáris interpolálással határozhatók meg.

(4) Passzív állapotokhoz az értékek a C2. táblázatban megadottakból a C4. ábrán látható általános függvény alkalmazásával interpolálhatók.

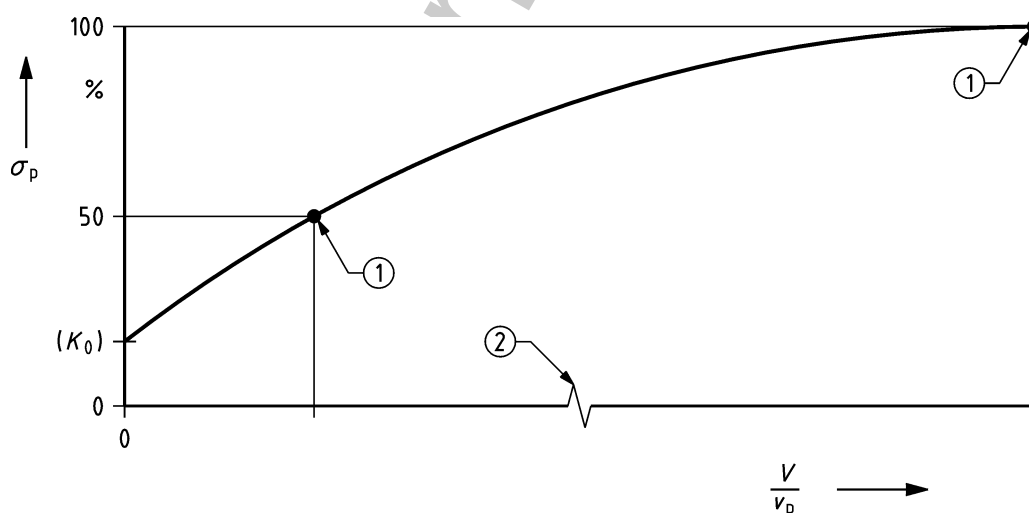
C1. táblázat: A  $v_a/h$  viszonyszám kohézió nélküli talajok esetén

A falmozgás jellege		laza talaj $v_a/h, \%$	tömör talaj $v_a/h, \%$
a)		0,4 – 0,5	0,1 – 0,2
b)		0,2	0,05 – 0,1
c)		0,8 – 1,0	0,2 – 0,5
d)		0,4 – 0,5	0,1 – 0,2
ahol: $v_a$ az aktív földnyomás mobilizálódásához szükséges falmozgás $h$ a fal magassága			

**C2. táblázat: A  $v_p/h$  viszonyszámok és a  $0,5\sigma_p$ -hez tartozó  $v/h$  értékek kohézió nélküli talajok esetén**

A falmozgás jellege		$v_p/h$ ( $v/h$ $0,5\sigma_p$ -hez) %	$v_p/h$ ( $v/h$ $0,5\sigma_p$ -hez) %
		laza talaj	tömör talaj
a)		7 (1,5) – 25 (4,0)	5 (1,1) – 10 (2,0)
b)		5 (0,9) – 10 (1,5)	3 (0,5) – 6 (1,0)
c)		6 (1,0) – 15 (1,5)	5 (0,5) – 6 (1,3)

ahol:  
 $v$  a fal elmozdulása  
 $v_p$  a passzív földnyomás mobilizálásához szükséges falmozgás  
 $h$  a fal magassága  
 $\sigma_p$  a teljesen mobilizált passzív földnyomás



**Jelmagyarázat:**

- 1 A C2. táblázat szerinti értékek
- 2 Nem mérhető

**C4. ábra: A hatékony passzív földnyomás mobilizálódása a  $v/v_p$  relatív falmozgás függvényeként kohézió nélküli talaj esetén ( $v$ : elmozdulás;  $v_p$ : a passzív földnyomás teljes mobilizálásához szükséges elmozdulás)**

## D melléklet (tájékoztató)

### Számításos módszer síkalapok talajtörési ellenállásának meghatározására

#### D1. A D mellékletben használt jelölések

(1) A D melléklet a következő jelöléseket használja:

$A' = B' \cdot L'$	a hatékony alapfelület tervezési értéke
$b$	az alapsík hajlására vonatkozó tényezők tervezési értékei $c$ , $q$ és $\gamma$ lábindexekkel
$B$	alapszélesség
$B'$	hatékony alapszélesség
$D$	takarási mélység
$e$	az eredő hatás külpontossága $B$ és $L$ lábindexekkel
$i$	a teher ferdeségi tényezője a $c$ kohézióra, a $q$ takarásra és a $\gamma$ térfogatsúlyra utaló lábindexekkel
$L$	alaphosszúság
$L'$	hatékony alaphosszúság
$m$	az $i$ ferdeségi tényező képleteiben szereplő hatványkitevő
$N$	teherbírasi tényezők $c$ , $q$ és $\gamma$ lábindexekkel
$q$	takarási nyomás az alapsík szintjén
$q'$	a hatékony takarási nyomás tervezési értéke az alapsík szintjén
$s$	az alapfelület alakjára vonatkozó tényezők $c$ , $q$ és $\gamma$ lábindexekkel
$V$	függőleges teher
$\alpha$	az alapfelület vízszintessel bezárt szöge
$\gamma$	az alapsík alatti talaj hatékony térfogatsúlyának tervezési értéke
$\theta$	a $H$ erő irányának szöge

(2) Az itt használt jelöléseket a D1. ábra szemlélteti.

#### D2. Általános elvek

(1) A függőleges talajtörési ellenállás tervezési értékének számítására képlékenységtani elméletek és kísérleti eredmények alapján levezetett közelítő képletek használhatók. A következők hatásait indokolt számításba venni:

- az általaj szilárdsága általában  $c_u$ ,  $c'$  és  $\varphi'$  tervezési értékével kifejezve;
- a teher külpontosságának és ferdeségének tervezési értéke;
- az alapfelület alakja, mélysége és hajlása;
- a térszín hajlása;
- a talajvíz nyomásai és hidraulikai gradiensei;
- az általaj változékonysága, különösen a rétegzettsége.

**D3. Drénezetlen viszonyok**

(1) A talajtörési ellenállás tervezési értéke a következő képlettel számítható:

$$R/A' = (\pi + 2) c_u b_c s_c i_c + q \quad (D1.)$$

ahol a dimenzió nélküli tényezők tervezési értékei:

– az alap hajlásának tényezője:

$$b_c = 1 - 2\alpha/(\pi + 2)$$

– az alap alakjának tényezője:

$$s_c = 1 + 0,2 (B'/L') \quad \text{téglalap alakú alaptestek esetén;}$$

$$s_c = 1,2 \quad \text{négyzet vagy kör alakú alaptestek esetén.}$$

– a teher ferdeségének tényezője  $H$  nagyságú vízszintes terhelőerő esetében:

$$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A' c_u}} \right)$$

ahol  $H \leq A' c_u$

**D4. Drénezett viszonyok**

(1) A talajtörési ellenállás tervezési értéke a következő képletből számítható:

$$R/A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma \quad (D2.)$$

ahol a dimenzió nélküli tényezők tervezési értékei:

– a talajtörési ellenállás tényezői:

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \varphi'} \operatorname{tg}^2(45 + \varphi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 (N_q - 1) \operatorname{tg} \varphi', \quad \text{ha az alapsík érdes } \delta \geq \varphi'/2$$

– az alapfelület hajlásának tényezői:

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/(N_c \operatorname{tg} \varphi')$$

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \operatorname{tg} \varphi')^2$$

– az alap alakjának tényezői:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \varphi' \quad \text{téglalap alakú alaptestek esetén;}$$

$$s_q = 1 + \sin \varphi' \quad \text{négyzet vagy kör alakú alaptestek esetén;}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B'/L') \quad \text{téglalap alakú alaptestek esetén;}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{négyzet vagy kör alakú alaptestek esetén;}$$

$$s_c = (s_q N_q - 1)/(N_q - 1) \quad \text{téglalap, négyzet vagy kör alakú alaptestek esetén.}$$

- a teher ferdeségének tényezői  $H$  vízszintes erő esetén:

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c \operatorname{tg} \varphi')$$

$$i_q = [1 - H/(V + A'c' \operatorname{ctg} \varphi')]^m$$

$$i_\gamma = [1 - H/(V + A'c' \operatorname{ctg} \varphi')]^{m+1}$$

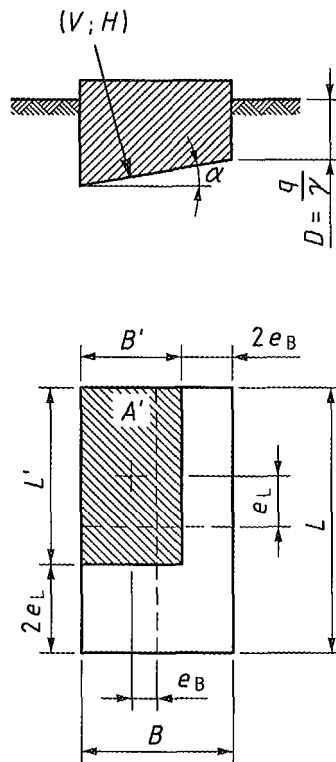
ahol

$$m = m_B = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')] \quad \text{ha } H \text{ a } B' \text{-vel párhuzamos;}$$

$$m = m_L = [2 + (L'/B')]/[1 + (L'/B')] \quad \text{ha } H \text{ az } L' \text{-vel párhuzamos.}$$

Ha az erő vízszintes összetevője  $\theta$  szöget zár be az  $L'$  irányával, akkor  $m$  a következőképpen számítható:

$$m = m_\theta = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$



D1. ábra: Jelölések

**E melléklet**  
(tájékoztató)

**Féltapasztalati módszer síkalapok talajtörési ellenállásának becslésére**

(1) Talajon nyugvó alapok talajtörési ellenállásának tervezési értéke terepi vizsgálatokkal, például presszióméteres vizsgálattal becsülhető.

(2) A presszióméter alkalmazásakor a függőleges erővel terhelt alap talajtörési ellenállásának tervezési értéke a talaj határnyomásából a következő lineáris függvénnyel számítható:

$$R_d/A' = \sigma_{v,0} + k p_{1e}^* \quad (E1.)$$

ahol

$k$  a teherbírési tényező

$\sigma_{v,0}$  a teljes függőleges feszültség az alapsík szintjén

$p_{1e}^*$  az eredő egyenértékű határnyomás tervezési értéke a presszióméteres vizsgálatból

a többi jelölés pedig az 1.6. szakasz szerinti.

(3) A  $k$  teherbírési tényező számértéke a talaj fajtájától, a takarási mélységtől és az alaptest alakjától függően 0,8 és 3,0 között van.

(4) A  $p_{1e}^*$  eredő egyenértékű határnyomás tervezési értéke a ( $p_{1e}$ ) eredő határnyomásból származtatható, melyet a presszióméteres vizsgálat feldolgozásakor a  $p_1$  határnyomás és a vizsgálat szintjén működő  $p_0$  vízszintes nyugalmi földnyomás ( $p_1 - p_0$ ) különbségeként kell számítani;  $p_0$  a nyugalmi földnyomás  $K_0$  szorzójának becsült értékéből, a  $q'$  függőleges hatékony feszültségből és az  $u$  pórusvíznyomásból a következőképpen számítható:  
 $p_0 = K_0 q' + u$ .

## F melléklet (tájékoztató)

### Módszerek a süllyedések számítására

#### F1. Feszültség-alakváltozás módszer

(1) A kohéziós vagy kohézió nélküli talajon álló alapok teljes süllyedése a feszültség-alakváltozás módszerrel a következők szerint számítható:

- kiszámítjuk az alap terhéből az altalajban keletkező feszültségek eloszlását; ez alapulhat a rugalmasságtan elméletén, általában homogén, izotrop talaj, valamint lineáris talpfeszültség-eloszlás feltételezésével;
- kiszámítjuk a feszültségek hatására a talajban keletkező alakváltozásokat merevségi modulusok vagy más feszültség-alakváltozás összefüggések alkalmazásával, amelyeket (lehetőleg terepi vizsgálatokkal kalibrált) laboratóriumi vizsgálatokból vagy terepi vizsgálatokból határozzuk meg;
- a süllyedéseket a függőleges alakváltozások összegzésével kapjuk; a feszültség-alakváltozás módszer alkalmazásakor az altalaj elég nagyszámú alap alatti pontját kell kiválasztani, és e pontokban kell számítani a feszültségeket, illetve alakváltozásokat.

#### F2. Explicit rugalmasságtani módszer

(1) A kohéziós vagy kohézió nélküli talajon álló alap teljes süllyedése a rugalmasságtan elmélete alapján a következő képlettel számítható:

$$s = p \cdot B \cdot f / E_m \quad (F1.)$$

ahol

$E_m$  a rugalmassági modulus tervezési értéke

$f$  a süllyedési tényező

$p$  az alapsíkon lineárisan eloszló talpfeszültség

a többi jelölés pedig az 1.6. szakasz szerinti.

(2) Az  $f$  süllyedési tényező értéke függ az alapfelület alakjától és méreteitől, az altalaj merevségének mélység szerinti változásától, az összenyomódó rétegek vastagságától, a Poisson-tényezőtől, a talpfeszültség eloszlásától és annak a pontnak a helyétől, amelynek a süllyedését számítjuk.

(3) Ha nem állnak rendelkezésre hasonló szomszédos épületeken hasonló körülmények között mért süllyedési eredmények, akkor az összenyomódó réteg drénezett terhelésre vonatkozó  $E_m$  modulusának tervezési értéke laboratóriumi vagy terepi vizsgálatok eredményeiből becsülhető.

(4) Az explicit rugalmasságtani módszert csak akkor indokolt használni, ha a talajban keletkező feszültségek sehol sem haladják meg számottevő mértékben a rugalmas viselkedés határának megfelelő értéket, és ha a talaj feszültség-alakváltozás kapcsolata lineárisnak tekinthető. Különös óvatosság szükséges, ha a rugalmasságtani módszert inhomogén altalajra alkalmazzák.

#### F3. Süllyedések drénezés nélkül

(1) Az alap azonnali süllyedése, amely drénezés nélkül következik be, mind a feszültség-alakváltozási módszerrel, mind a rugalmasságtani módszerrel számítható. Ilyenkor a merevség paraméterei (mint az  $E_m$  és a Poisson-tényező) a drénezetlen viselkedésnek feleljenek meg.

#### **F4. Konszolidációs süllyedés**

(1) A talajok konszolidációs süllyedésének számításához a talaj egydimenziós alakváltozását lehet feltételezni, és ehhez a konszolidációs vizsgálat eredménye használható. A drénezés nélküli esetre számított és a konszolidációs süllyedések összegzése gyakran a teljes süllyedés túlbecsléséhez vezet, ezért tapasztalati korrekciós tényezők alkalmazhatók.

#### **F5. A süllyedés időbeli alakulása**

(1) Kohéziós talajok esetében az elsődleges konszolidáció befejeződése előtti konszolidációs süllyedés sebessége közelítőleg a kompressziós vizsgálatból nyert konszolidációs paraméterekkel becsülhető. A konszolidációs süllyedés sebességét ezért ajánlatosabb terepi vizsgálatokból megállapított áteresztőképességi értékekkel meghatározni.

Müller Mérnöki Iroda Kft.



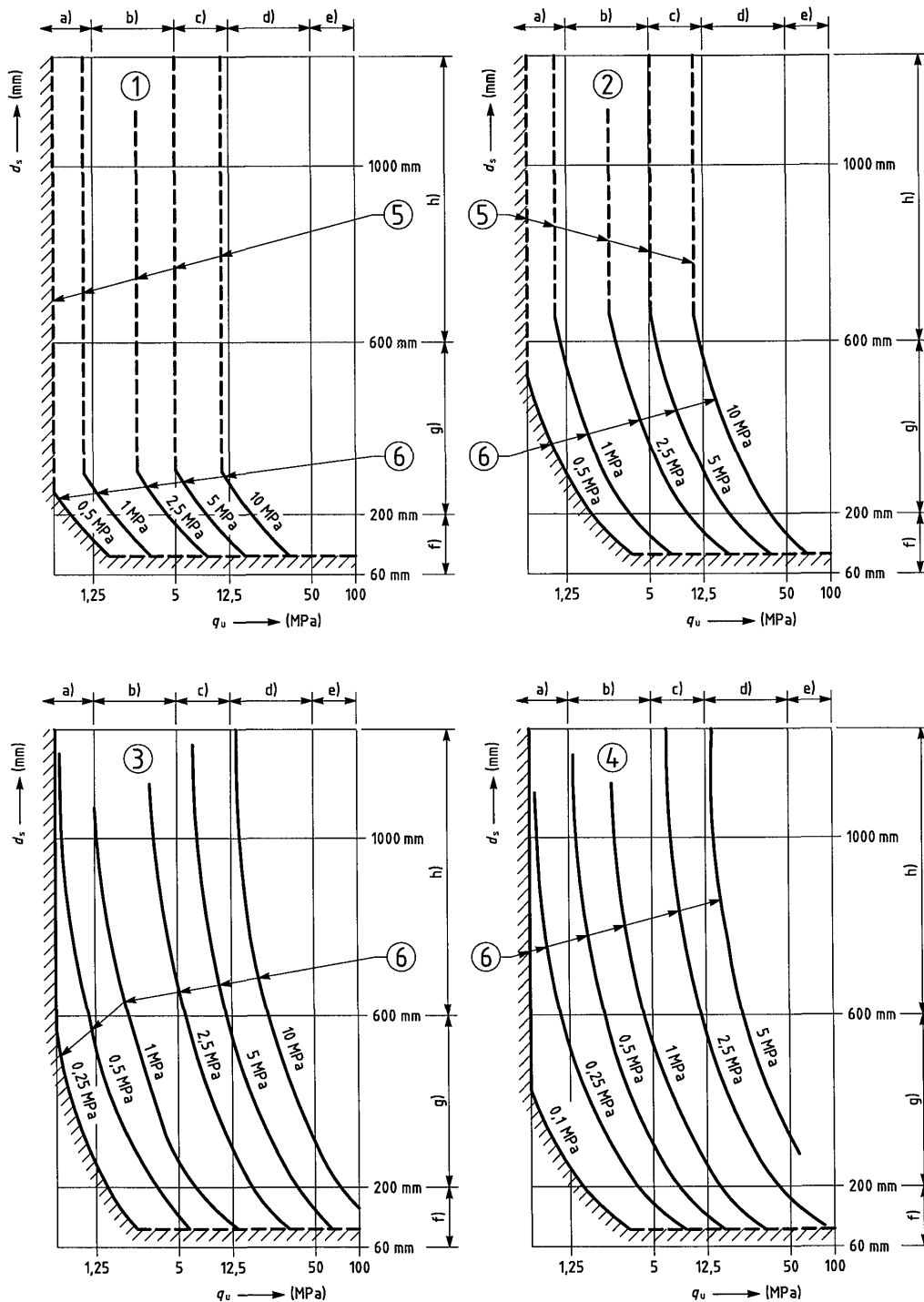
**G melléklet**  
(tájékoztató)

**Módszer szilárd kőzeten álló síkalap valószínűsített talajtörési ellenállásának származtatására**

(1) Zárt repedésekkel átszőtt, gyenge és töredezett kőzetek esetében, beleértve a 35%-nál kisebb porozitású mészköveket is, a valószínűsített talajtörési ellenállást a G1. ábra segítségével lehet meghatározni. Ez a G1. táblázatban megadott csoportosításon alapul, s azt feltételezi, hogy az épülő tartószerkezet még képes elviselni az alapszélességének 0,5%-ával azonos süllyedéseket. A valószínűsített talajtörési ellenállás más süllyedésekhez tartozó értékeit közvetlen arányosítással lehet meghatározni. Nyílt vagy kitöltött repedésekkel átszőtt, gyenge és töredezett kőzet esetében a valószínűsített talajtörési ellenállás csökkentett értékeivel indokolt számolni.

**G1. táblázat: Gyenge és töredezett kőzetek csoportosítása**

Csoport	A kőzet fajtája
1.	Homogén mészkő és dolomit Kis porozitású meszes homokkő
2.	Magmás kőzetek Oolitos és márgás mészkövek Erősen cementálódott homokkő Megkeményedett meszes palás agyag Metamorf kőzetek, beleértve az agyag- és csillámpalákat (lapos hajlású hasadásokkal/lemezességgel)
3.	Nagyon márgás mészkövek Gyengén cementálódott homokkővek Agyag- és csillámpalák (meredek hajlású hasadásokkal/lemezességgel)
4.	Nem cementálódott palás agyag és agyagpala



Abszcisszák:  $q_u$  (MPa) egyirányú nyomószilárdság

Ordináták:  $d_s$  (mm) tagoltságköz

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. 1. csoportbeli kőzetek | 5. A megengedett talpfeszültség nem haladhatja meg a kőzet egyirányú nyomószilárdságát, ha a repedések zártak, illetve a nyomószilárdság 50%-át, ha a repedések nyitottak. |
| 2. 2. csoportbeli kőzetek |  |
| 3. 3. csoportbeli kőzetek | 6. A megengedett talpfeszültség: a) nagyon gyenge kőzet, b) gyenge kőzet, c) közepesen gyenge kőzet, d) közepesen erős kőzet, e) erős kőzet                                |
| 4. 4. csoportbeli kőzetek |  |

Tagoltságköz: f) sűrű tagolófelületek, g) közepes távolságú tagolófelületek, h) ritka tagolófelületek.

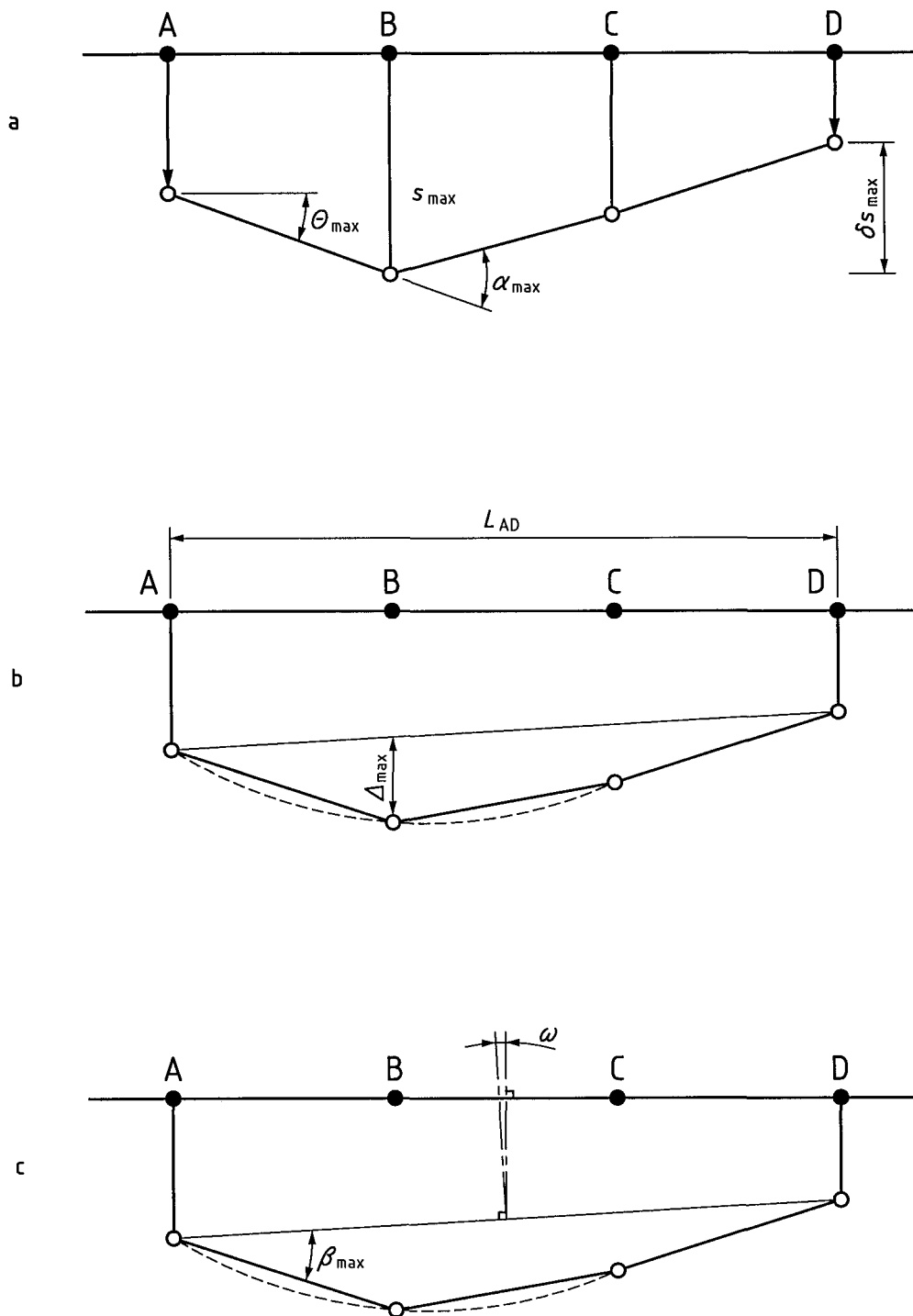
A négy kőzetcsoportba tartozó kőzetek típusait lásd a G1. táblázatban. A vonalkázott területekre eső valószínűsített talajtörési ellenállásokat a kőzet megszámítása és/vagy a rajta végzett vizsgálatok után kell megbecsülni (a BS 8004 alapján).

**G1. ábra: Négyzög alaprajzú tömbalap valószínűsített talajtörési ellenállása szilárd kőzeten (az alapszélesség 0,5%-át meg nem haladó süllyedéssel)**

## H melléklet (tájékoztató)

### Határértékek a tartószerkezetek alakváltozásaira és az alapmozgásokra

- (1) A mérlegelendő alapmozgások összetevői: süllyedés, süllyedéskülönbség (vagy relatív süllyedés), elfordulás, dőlés, relatív lehajlás, relatív elfordulás, vízszintes eltolódás és rezgésamplitúdó. Az egyes alapmozgások és alakváltozások fogalmait a H1. ábra szemlélteti.
- (2) Nem valószínű ugyan, hogy a nyitott keretszerkezetek, a kitöltött keretek és a teherhordó vagy folytonos téglafalak legnagyobb megengedhető relatív elfordulásai ugyanakkorák lennének, ám valószínűleg az 1/2000 és 1/300 értékek közötti tartományban kell lenniük, hogy elkerülhető legyen a tartószerkezet használhatósági határállapota. Az 1/500 maximális relatív elfordulást a legtöbb szerkezet eltűri. Az a relatív elfordulás, amely már nagy valószínűséggel teherbírési határállapotot okoz, kb. 1/150 nagyságú.
- (3) A (2) bekezdésben említett arányok a H1. ábra szerinti, teknőszerű mozgásokra vonatkoznak. Az ellenkező, nyeregyszerű mozgások esetében (vagyis ha a peremek nagyobb mértékben süllyednek, mint a köztük levő részek) ajánlatos az említett értékek felét megengedni.
- (4) Különálló alapokon nyugvó szokványos tartószerkezetek esetében többnyire eltűrhetők az 50 mm-t meg nem haladó teljes süllyedések. Az ennél nagyobb süllyedések akkor engedhetők meg, ha a relatív elfordulások az eltűrhető határokon belül maradnak, és ha a teljes süllyedés nem okoz gondokat a tartószerkezetbe vezető közműveknél, vagy nem jár dőléssel stb.
- (5) A süllyedések korlátozására adott ezen irányelvek a szokványos, rutinszerű tartószerkezetekre vonatkoznak. Nem helyes olyan épületek vagy tartószerkezetek esetében alkalmazni őket, amelyek a szokásostól eltérnek, vagy amelyek terhelése markánsan egyenetlen.



- a) az  $s$  süllyedés, a  $\delta_s$  süllyedéskülönbség, a  $\theta$  elfordulás és az  $\alpha$  szögforgás értelmezése
- b) a  $\Delta$  relatív lehajlás és a  $\Delta/L$  lehajlási viszonyszám értelmezése
- c) az  $\omega$  dőlés és a  $\beta$  relatív elfordulás (szögtorzulás) értelmezése

H1. ábra: Az alapmozgások fogalmai

## J melléklet (tájékoztató)

### Tételjegyzék az építés műszaki felügyeletéhez és a teljesítőképesség megfigyeléséhez

#### J1. Általános elvek

A következő jegyzék tartalmazza azokat a legfontosabb tételeket, melyeket az építés műszaki felügyelete, illetve az elkészült tartószerkezetek teljesítőképességének megfigyelése során vizsgálni kell. E tételek fontossága esetről esetre változik. A jegyzék nem teljes. A geotechnikai tevékenység sajátos szempontjaira vagy a sajátos munkálatokra vonatkozó tételeket e szabvány megfelelő fejezetei tárgyalják.

#### J2. Az építés műszaki felügyelete

##### J2.1. Az ellenőrizendő általános tételek

- (1) A talajviszonyok és a tartószerkezet helyének és általános elrendezésének igazolása.
- (2) A talajvízáramlás és a pórusvíznyomások jellemzői; a víztelenítési tevékenységek hatása a talajvízszintre; a beszivárgás szabályozására tett intézkedések hatékonysága; a belső erózió és a buzgárosodás; a talajvíz vegyi összetétele; korróziós veszély.
- (3) Földkiemelések oldalfalának és aljának mozgásai, képlékeny alakváltozása és állékonysága; az ideiglenes megtámasztószerkezetek; a szomszédos építményekre és közművekre gyakorolt hatások; a támszerkezetekre ható földnyomások mérése; a földkiemelés vagy a terhelés okozta pórusvíznyomás-változások mérése.
- (4) A dolgozók biztonsága a geotechnikai határállapotok bekövetkezésének figyelembevételével.

##### J2.2. Talajvízáramlás és pórusvíznyomások

- (1) Mindazon vízvezető rétegek pórusvíznyomásainak szabályozására beépített rendszerek megfelelőségének ellenőrzése, amelyek pórusvíznyomásának növekménye veszélyeztetheti a lejtők vagy a földkiemelések aljának állékonyságát, beleértve a földkiemelés alatti vízvezető réteg artézi nyomását is; a víztelenítő rendszerekben összegyűjtött vizek elvezetése; a talajvízszín depressziójának alakulása a teljes földkiemelés alatt az elvizesedő vagy érzékeny állapotok, a buzgárosodás vagy munkagépek okozta szétgyűrás megelőzése céljából; esővíz vagy más felszíni vizek elterelése vagy eltávolítása.
- (2) A víztelenítő rendszer gazdaságos és hatékony működésének ellenőrzése az építés teljes időtartama alatt, beleértve a kutak szűrőinek eltömődését, a kutak vagy zompok feliszapolódását, a szivattyúk kopását, a szivattyúk eltömődését.
- (3) A víztelenítés ellenőrzése a szomszédos tartószerkezetekben vagy területeken okozott zavarok elkerülésére; a piezometrikus szintek észlelései; a víz-visszaszivárogtató berendezések hatékonyságának, működőképességének és karbantartásának ellenőrzése, ha van ilyen.
- (4) A csatlakozó tartószerkezetek vagy területek süllyedése.
- (5) A ferde drénezőfuratok hatékonysága.

#### J3. A teljesítőképesség megfigyelése

- (1) Az épületek és más tartószerkezetek süllyedése előzetesen megállapított időpontokban, beleértve azokat a süllyedéseket is, amelyek bizonytalan teherviselő képességű talajon rezgés hatására következhetnek be.
- (2) Oldalirányú elmozdulások és torzulások, különösen a földművek és a depóniák által kiváltottak; a föld által megtámasztott tartószerkezetek, például az épületek vagy nagy tartályok; mély csatornák.

(3) Piezometrikus szintek az épületek és a környező területek alatt, különösen ott, ahol mély szivárgók vagy tartósan működő víztelenítő berendezések épültek, vagy ahol mélyen fekvő alapok készültek.

(4) Támszerkezetek alakváltozása vagy elmozdulása, figyelemmel a visszatöltött talaj nyomására, a depóniák hatásaira, a feltöltésekre vagy más térszíni terhekre, a víznyomásokra.

(5) A szivárgók vízhozamának mérése.

(6) Különleges körülmények:

- Magas hőmérsékletű szerkezetek, mint kazánok, hővezetékek: agyag- vagy iszaptalajok kiszáradása; hőmérsékletmérések; mozgásmérések.
- Alacsony hőmérsékletű szerkezetek, mint hűtőberendezések vagy megfagyott területek: hőmérsékletmérések; talajfagyás; fagyemelkedések; a felolvadás hatása.

(7) Vízáróság.

(8) Rezgésmérések.

**A magyar fordítás vége**

Müller Mérnöki Iroda Kft.

**NA nemzeti melléklet**  
(előírás)**Előírások a szabvány magyarországi alkalmazásához**

Az MSZ EN 1997-1:2006 nemzeti mellékletre vonatkozó hivatkozásait illetően Magyarországon a következő előírások érvényesek.

**NA1.** A 2.1. szakasz (8)P bekezdéséhez:

A minimális követelmények e szabvány és a kapcsolódó nemzeti melléklet betartásával teljesíthetők, figyelembe véve a speciális geotechnikai munkák kivitelezésére vonatkozó előírásokat is.

**NA2.** A 2.4.6.1. szakasz (4)P bekezdéséhez:

A  $\gamma_f$  parciális tényezőt Magyarországon az A melléklet A1. táblázata szerinti értékekkel kell számításba venni.

**NA3.** A 2.4.6.2. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (2.2.) képletben szereplő  $\gamma_M$  parciális tényezőt Magyarországon e nemzeti melléklet NA2. táblázata szerinti értékekkel kell számításba venni.

**NA4.** A 2.4.7.1. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A Magyarországon alkalmazandó parciális tényezőket az A melléklet A1., A3., A4. és A15–17. táblázata, valamint e nemzeti melléklet NA2–NA9. táblázata tartalmazza.

**NA5.** A 2.4.7.1. szakasz további bekezdéséhez

**NA5.1.** A (3) bekezdéshez:

A rendkívüli tervezési állapotokra vonatkozóan Magyarországon valamennyi parciális tényezőt 1,0 értékkel kell számításba venni.

**NA5.2.** A (4) bekezdéshez:

A szokásosnál nagyobb kockázatú esetekben, illetve a szokatlan vagy kivételesen bonyolult talaj- vagy terhelési viszonyok esetén egyedi mérlegelés alapján szabad a nemzeti mellékletben ajánlottaknál szigorúbb tényezőket alkalmazni. Ez általában csak a 3. geotechnikai kategóriába sorolt projektek esetében indokolt, és a parciális tényezők növelő szorzója általában ne haladja meg az 1,1 értéket. Helyesebb azonban, ha e növelés helyett a geotechnikai információk bővítésével és pontosításával, a tervezés javításával és ellenőrzésével, valamint a műszaki felügyelet és a megfigyelés kiterjesztésével és minőségük javításával csökkentik a kockázatokat és tisztázzák a talaj- vagy terhelési viszonyokat.

**NA5.3.** Az (5) bekezdéshez:

Ideiglenes szerkezetek és tervezési állapotok esetében egyedi mérlegelés alapján szabad a nemzeti mellékletben ajánlottaknál kevésbé szigorú tényezőket alkalmazni. Ez általában az 1. és a 2. geotechnikai kategóriába sorolt projektek esetében indokolt, ha a várható következmények elfogadhatóak. A parciális tényezők csökkentő szorzója általában ne legyen 0,9-nél kisebb. Ilyen csökkentés esetén fokozott figyelmet kell fordítani a műszaki felügyeletre és a megfigyelésre.

## **NA5.4.** A (6) bekezdéshez:

Az ellenállás ( $R_d$ ) vagy az igénybevételek ( $E_d$ ) tervezési értékeinek meghatározásakor egyedi mérlegelés alapján szabad a számításba modell tényezőket ( $\gamma_{R;d}$  illetve  $\gamma_{S;d}$ ) bevezetni. Ez általában csak az 1., esetleg a 2. geotechnikai kategóriába sorolt projektek esetében indokolt, ha ismert standard hibájú tervezési módszert alkalmaznak. A modell tényező legfeljebb 1,5 lehet. Ilyen tényezők használata esetén fokozott figyelmet kell fordítani a műszaki felügyeletre és a megfigyelésre.

## **NA6.** A 2.4.7.2. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (2.4.), (2.4.a) és (2.4.b) képletben szereplő parciális tényezőket Magyarországon az A melléklet A1. táblázata, valamint e nemzeti melléklet NA2. táblázata szerint kell számításba venni.

## **NA7.** A 2.4.7.3.2. szakasz (3)P bekezdéséhez:

A (2.6.a) és (2.6.b) képletben szereplő parciális tényezőket Magyarországon az A melléklet A3. és A4. táblázata szerint kell számításba venni.

## **NA8.** A 2.4.7.3.3. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (2.7.a), (2.7.b) és (2.7.c) képletben szereplő parciális tényezőket Magyarországon e nemzeti melléklet NA3–NA9. táblázata szerint kell számításba venni.

## **NA9.** A 2.4.7.3.4.1. szakasz (1)P bekezdéséhez:

A (2.6.) és (2.7.) képletet a következők szerint kell használni.

**NA9.1.** A síkalapok, a cölöpök, a támszerkezetek, a talajhorgonyok és bármely más geotechnikai szerkezet tervezésére a 2. tervezési módszert, a parciális tényezőcsoportok A1 „+” M1 „+” R2 kombinációját kell alkalmazni. A hatások  $F_k$  karakterisztikus értékeiből meg kell határozni az igénybevételek  $E_k$  karakterisztikus értékeit, és azokat a  $\gamma_E$  parciális tényezővel szorozva kell az igénybevételek  $E_d$  tervezési értékeit számítani. Ha az igénybevételek karakterisztikus értékeinek számítása után az állandó és az esetleges hatásokból származó rész nem választható szét, akkor az állandó és az esetleges hatások arányának mérlegelésével kell a  $\gamma_G$  és a  $\gamma_Q$  értékek alapján felvenni a  $\gamma_E$  összevont parciális tényezőt. Ha valamely hatást illetően nem állapítható meg egyértelműen, hogy az a vizsgált tervezési állapotban kedvező vagy kedvezőtlen-e, akkor a megfelelő parciális tényezők számításba vételével mindkét lehetőséget vizsgálni kell.

**NA9.2.** A rézsűk és bármely geotechnikai szerkezet általános állékonyságának vizsgálatára a 3. tervezési módszert, a parciális tényezőcsoportok A2 „+” M2 „+” R kombinációját kell alkalmazni. A hatásokhoz tartozó parciális tényezőket az A2 értékcsoporthoz kell kiválasztani. Az általános állékonyság teljesülése igazolható úgy, hogy a nyírószilárdsági paramétereket az M2 értékcsoporthoz szerinti parciális tényezőket alkalmazva, tervezési értékekkel veszik számításba, s azt mutatják ki, hogy az ellenállások belőlük számítható tervezési értékei nem kisebbek, mint az igénybevételek tervezési értékei, melyeket a hatásoknak az A2 értékcsoporthoz szerinti parciális tényezővel számított tervezési értékeiből kell meghatározni. A mozgást előidéző igénybevételek, illetve a mozgást akadályozó ellenállások lehetnek erők vagy nyomatok. Alkalmazhatók azok a hagyományos állékonyságvizsgálati módszerek is, melyek a rézsű csúszással szembeni biztonságát a csúszólapon meglévő és az egyensúlyhoz ott szükséges nyírószilárdsági paraméterek hányadosaként mutatják ki. Ez esetben – mivel a nyírószilárdság már tartalmazta az előírt biztonságot – elegendő azt igazolni, hogy ez a biztonsági tényező nem kisebb 1,0-nél. Úgy is szabad eljárni, hogy a nyírószilárdsági paraméterek tervezési értékeként a karakterisztikus értékeiket veszik számításba, s igazolják, hogy a rézsű szokásos, a nyírószilárdsági paraméterekben az előbbiek szerint értelmezett biztonsága nagyobb annál, mint amit az M2 értékcsoporthoz tartalmaz. (A hatások esetében ez esetben is az A2 értékcsoporthoz szerinti parciális tényezőket kell alkalmazni.) Ha az általános állékonyság vizsgálatokor valamely esetleges hatást illetően nem állapítható meg egyértelműen, hogy az a vizsgált tervezési állapotban kedvező vagy kedvezőtlen-e, akkor mindkét lehetőséget vizsgálni kell a megfelelő parciális tényezők számításba vételével.



**NA10.** A 2.4.7.4. szakasz (3)P bekezdéséhez:

A (2.8.) képletben szereplő mennyiségekhez a parciális tényezőket Magyarországon az A melléklet A15. és A16. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA11.** A 2.4.7.5. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (2.9.a) és (2.9.b) képletben szereplő mennyiségekhez a parciális tényezőket Magyarországon az A melléklet A17. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA12.** A 2.4.8. szakasz (2) bekezdéséhez:

A használhatósági határállapotok vizsgálatakor Magyarországon valamennyi parciális tényezőt 1,0 értékkel kell számításba venni.

**NA13.** A 2.4.9. szakasz (1)P bekezdéséhez:

**NA13.1.** Az alapok megengedhető süllyedését, süllyedéskülönbségeit Magyarországon általában a szerkezet egészéért felelős tervezőnek kell az alapozott szerkezet statikai számításai alapján megállapítania.

**NA13.2.** Ilyen követelmény híján alkalmazni kell az e szabvány H mellékletében szereplő előírásokat, vagy a magyarországi gyakorlatban elfogadott, az NA1. táblázatban, illetve az azt követően megadott értékeket. Ha ezekből különböző követelmények állapíthatók meg, akkor a szigorúbbat kell alkalmazni.

**NA13.3.** Az NA1. táblázat összes határértékét az építmény szerkezeti lényeges pontjai között kialakuló süllyedéskülönbség és e pontok távolságának hányadosaként kell értelmezni a következők szerint:

- a relatív elfordulás két, tetszőleges pont süllyedéskülönbségéből számítandó;
- a billenés egy merev épület két szélső pontjának süllyedéskülönbségéből számítandó;
- a relatív lehajlás valamely belső pontnak a szélső pontokat összekötő egyeneshez viszonyított többlet-süllyedéséből a szélső pontok távolságának arányában számítandó;
- a relatív áthajlás a relatív lehajláshoz hasonlóan értelmezendő, ha a belső pont a süllyedés után a szélső pontokat összekötő egyenes felett marad.

NA1. táblázat: Az építmények szerkezetét nem károsító alakváltozások határértékei

Az építmény szerkezeti és alapozási jellemzői		Az alakváltozás jelege	Az alakváltozás határértéke	
			ha a konszolidáció	
			gyors	lassú
Építmények teherhordó vázszerkezettel	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acélvázak	Relatív elfordulás	0,0020	
	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acél-vázak téglával kitöltött szélső pillérsorokkal	Relatív elfordulás	0,0007	0,0010
	Statikailag határozott vázszerkezetek	Relatív elfordulás	0,0050	
Építmények teherhordó vázszerkezet nélkül	Váz nélküli nagyblokk vagy vasalatlan téglafal	Relatív lehajlás	0,0007	0,0010
		Relatív áthajlás	0,00035	0,0005
	Vasbeton, illetve acélbetétes nagyblokk vagy téglafal	Relatív lehajlás	0,0010	0,0013
		Relatív áthajlás	0,0005	0,0006
Egyszintes ipari vagy hasonló szerkezetű épületek		Relatív lehajlás	0,0010	
		Relatív áthajlás	0,0005	
Magas súlypontú merev vagy merev alapozású épületek		Billenés	0,01·L/H	
Darupályák (sínje)	Hosszirányban	Relatív elfordulás	0,0040	
	Keresztirányban	Relatív elfordulás	0,0030	

**NA13.4.** A magyarországi gyakorlat szerint a szokványos épületek esetében az egyenlőtlen süllyedések miatt kialakuló görbület  $R$  sugara az épület  $L$  hosszának és  $H$  magasságának szorzatához viszonyított  $R/(L \cdot H)$  aránya a következők szerint értékelhető:

- részleges védelem nélkül sem várható repedés, ha  $R/(L \cdot H) > 0,25$ ;
- részleges védelem (pl. alsó koszorú) meggátolja a repedést, ha  $R/(L \cdot H) > 0,06$ ;
- részleges védelem nélkül sem okoz életveszélyt a repedés, ha  $R/(L \cdot H) > 0,04$ ;
- részleges védelem esetén nem okoz életveszélyt a repedés, ha  $R/(L \cdot H) > 0,01$ .

A görbületi sugarat az építmény három szerkezetileg lényeges pontjára rajzolható kör sugaraként kell megállapítani.

**NA14.** A 2.5. szakasz (1) bekezdéséhez:

Olyan határállapotok elkerülésére, amelyekre nincs számítási modell, vagy azok használatára nincs szükség, Magyarországon általában olyan szokáson alapuló intézkedések alkalmazhatók, melyek alkalmasságát nemzeti szabvány, jogszabállyal kiadott műszaki előírás, elfogadottnak tekinthető szakkönyvek vagy dokumentált összehasonlítható tapasztalat igazolnak.

**NA15.** A 7.6.2.2. szakasz (8)P bekezdéséhez:

A (7.2.) képletben szereplő  $\xi_1$  és  $\xi_2$  korrelációs tényezőket Magyarországon az A melléklet A9. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA16.** A 7.6.2.2. szakasz (14)P bekezdéséhez:

A (7.4.) és (7.5.) képletben szereplő  $\chi$ , illetve  $\gamma_b$  és  $\gamma_s$  parciális tényezőket Magyarországon e nemzeti melléklet NA4–NA6. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA17.** A 7.6.2.3. szakasz (4)P bekezdéséhez:

A (7.7.) képletben szereplő  $\gamma_b$  és  $\gamma_s$  parciális tényezőket Magyarországon e nemzeti melléklet NA4–NA6. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA18.** A 7.6.2.3. szakasz (5)P bekezdéséhez:

A (7.8.) képletben szereplő  $\xi_3$  és  $\xi_4$  korrelációs tényezőket Magyarországon az A melléklet A10. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA19.** A 7.6.2.3. szakasz (8) bekezdéséhez:

Ha a cölöpök nyomási ellenállását talajvizsgálati eredmények alapján állapítják meg, akkor Magyarországon a következők szerint kell modelltényezőket alkalmazni.

**NA19.1.** Nem kell modelltényezőket alkalmazni (1,0 modelltényezővel szabad számolni), ha egyidejűleg teljesül, hogy

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan olyan értékekkel vették figyelembe, melyek karakterisztikus értékeknek tekinthetők;
- a tervező a talajjellemzők karakterisztikus értékeivel alkalmazza az eljárást.

**NA19.2.** A következőkben megadott modelltényezőket kell alkalmazni, ha egyidejűleg igaz, hogy

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan átlagértékekkel vették figyelembe;
- a tervező is a talajjellemzők átlagértékeivel alkalmazza az eljárást.

Az alkalmazandó modelltényezők:

- statikus szondázás (CPT) csúcscellenállásából származtatott fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,1;
- laboratóriumi vizsgálatokkal megállapított nyírószilárdságból származtatott fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,2;
- tapasztalati alapon felvett nyírószilárdsági paraméterek vagy azonosító és állapotjellemzők alapján megállapított fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,3.

Ha az alkalmazás körülményei az előbbi két változat között vannak, akkor a tervező az előbbieken javasolt értékek és 1,0 közötti modelltényezőket vehet számításba.

**NA20.** A 7.6.2.4. szakasz (4)P bekezdéséhez:

A (7.10.) képletben szereplő  $\chi$  parciális tényezőt Magyarországon e nemzeti melléklet NA4–NA6. táblázata szerint kell számításba venni.

A (7.11.) képletben szereplő  $\xi_5$  és  $\xi_6$  korrelációs tényezőt Magyarországon az A melléklet A11. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA21.** A 7.6.3.2. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (7.13.) képletben szereplő  $\gamma_{s,t}$  parciális tényezőt Magyarországon e nemzeti melléklet NA4–NA6. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA22.** A 7.6.3.2. szakasz (5)P bekezdéséhez:

A (7.14.) képletben szereplő  $\xi_1$  és  $\xi_2$  korrelációs tényezőt Magyarországon az A melléklet A9. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA23.** A 7.6.3.3. szakasz (3)P bekezdéséhez:

A (7.15.) képletben szereplő  $\gamma_{s,t}$  parciális tényezőt Magyarországon e nemzeti melléklet NA4–NA6. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA24.** A 7.6.3.3. szakasz (4)P bekezdéséhez:

A (7.17.) képletben szereplő  $\xi_3$  és  $\xi_4$  korrelációs tényezőt Magyarországon az A melléklet A10. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA25.** A 7.6.3.3. szakasz (6) bekezdéséhez:

Ha a cölöpök húzási ellenállását talajvizsgálati eredmények alapján állapítják meg, akkor Magyarországon a következők szerint kell modelltényezőket alkalmazni.

**NA25.1.** Nem kell modelltényezőket alkalmazni (1,0 modelltényezővel szabad számolni), ha egyidejűleg teljesül, hogy

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan olyan értékekkel vették figyelembe, melyek karakterisztikus értékeknek tekinthetők;
- a tervező a talajjellemzők karakterisztikus értékeivel alkalmazza az eljárást.

**NA25.2.** A következőkben megadott modelltényezőket kell alkalmazni, ha egyidejűleg igaz, hogy

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan átlagértékekkel vették figyelembe;
- a tervező is a talajjellemzők átlagértékeivel alkalmazza az eljárást.

Az alkalmazandó modelltényezők:

- statikus szondázás (CPT) csúcscellenállásából származtatott fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,05;
- laboratóriumi vizsgálatokkal megállapított nyírószilárdságból származtatott fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,1;
- tapasztalati alapon felvett nyírószilárdsági paraméterek vagy azonosító és állapotjellemzők alapján megállapított fajlagos cölöpcellenállások esetében 1,2.

Ha az alkalmazás feltételei az előbbi két eset között vannak, akkor a tervező az előbbieken javasolt értékek és 1,0 közötti modelltényezőket vehet számításba.

**NA26.** A 8.5.2. szakasz (2)P bekezdéséhez:

A (8.2.) képletben szereplő  $\gamma_a$  parciális tényezőt Magyarországon e nemzeti melléklet NA7. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA27.** A 8.5.2. szakasz (3) bekezdéséhez:

Ha a horgonyok kihúzási ellenállásának karakterisztikus értékét a megfelelőségi vizsgálatok eredményeiből számítják, és elfogadási vizsgálattal nem ellenőriznek minden horgonyt, akkor a  $\xi_a$  korrelációs tényezőt az A melléklet A9. táblázata alapján kell Magyarországon számításba venni,  $\xi_a = \xi_1$  tényezővel a próbaterheléssel megállapított kihúzási ellenállások átlagát,  $\xi_a = \xi_2$  tényezővel pedig a próbaterheléssel megállapított kihúzási ellenállások minimumát kell osztani, és a kisebbet kell karakterisztikus értéknek tekinteni.

**NA28.** A 8.6. szakasz (4) bekezdéséhez:

A horgonyok használhatósági határállapotának vizsgálatához Magyarországon a modelltenyező értékét 1,25-ra kell felvenni.

**NA29.** A 10. és a 11. fejezethez

**NA29.1.** A 10.2. szakasz (3) bekezdéséhez:

A felúszás ellen ható súrlódási és adhéziós erőket szabad állékonyságnövelő állandó függőleges hatásként ( $G_{\text{stb,d}}$ ) számításba venni, és hozzájuk az A melléklet A15. táblázata szerint  $\gamma_{\text{G;stb}} = 0,90$  parciális tényezőt kell rendelni. E nyírási ellenállások karakterisztikus értékét (különösen a drénezetlen állapotokra vonatkozóan) a mobilizálódásuk lehetőségét óvatosan mérlegelve kell megállapítani. Szükség esetén modelltenyező ( $\gamma_{\text{S;d}}$ ) bevezetésével kell a kívánatos globális biztonságot teljesíteni.

A felúszás ellen ható cölöp- vagy horgonyerőket nem szabad állékonyságnövelő állandó függőleges hatásként ( $G_{\text{stb,d}}$ ) számításba venni, hanem  $R_d$  járulékos ellenállásként külön kell megállapítani őket. Ehhez e nemzeti melléklet NA2.1. táblázata szerint kell a parciális tényezőket felvenni. A cölöpellenállások karakterisztikus értékét a 7. fejezet, a horgonyellenállásokét a 8. fejezet szerint kell megállapítani.

**NA2.1. táblázat: Az  $R_d$  járulékos ellenállások parciális tényezői az UPL határállapot vizsgálatához**  
(A szabvány A16. táblázatának nemzeti változata)

Ellenállás	Jel	Érték
Húzott cölöp ellenállása	$\gamma_{\text{S;t}}$	1,50
Horgonyellenállás	$\gamma_a$	1,50

**NA29.2.** A 11.5.1. szakasz (1)P bekezdéséhez:

A rézsűállékonysági vizsgálatokban a parciális tényezőket Magyarországon az A melléklet A3., A4. táblázata, valamint e nemzeti melléklet NA9. táblázata szerint kell számításba venni.

**NA30.** Az A2. fejezethez:

A szabvány e fejezete a következő változtatással érvényes:

**NA2. táblázat: Talajparaméterek parciális tényezői ( $\gamma_M$ )**  
(A szabvány A2. táblázatának nemzeti változata)

Talajparaméter	Jel	Érték
Hatékony súrlódási szög <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,35
Hatékony kohézió	$\gamma_c$	1,35
Drénezetlen nyírószilárdság	$\gamma_{cu}$	1,5
Egyirányú nyomószilárdság	$\gamma_{qu}$	1,5
Térfogsúly	$\gamma$	1,0
<sup>a</sup> Ez a tényező a $\tan\phi'$ -re érvényes.		

**NA31.** Az A3.1. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza változtatás nélkül érvényes.

**NA32.** Az A3.2. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza változtatás nélkül érvényes.

**NA33.** Az A3.3.1. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza a következő változtatással érvényes:

**NA3. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői síkalapok esetében**  
(A szabvány A5. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1,1	1,0

**NA34.** Az A3.3.2. szakaszhoz:

A szakaszban szereplő táblázatok nemzeti változatai a következők:

**NA4. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői vert cölöpök esetében**  
(A szabvány A6. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talpellennállás	$\gamma_R$	1,1	1,0
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,1	1,0
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,1	1,0
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,1

**NA5. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői fúrt cölöpök esetében**  
(A szabvány A7. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talpellennállás	$\gamma_R$	1,25	1,0
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,1	1,0
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,20	1,0
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,1

**NA6. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői folytonos spirállal fúrt (CFA) cölöpök esetében**  
(A szabvány A8. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talpellénállás	$\gamma_b$	1,2	1,0
Nyomott cölöp palástellenállása	$\gamma_s$	1,1	1,0
Nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	$\gamma$	1,15	1,0
Húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,1

**NA35.** Az A3.3.3. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza változtatás nélkül érvényes.

**NA36.** Az A3.3.4. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza a következő változtatással érvényes:

**NA7. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői előfeszített horgonyok esetében**  
(A szabvány A12. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállási igény	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Ideiglenes	$\gamma_{a,t}$	1,1	1,0
Tartós	$\gamma_{a,p}$	1,1	1,0

**NA37.** Az A3.3.5. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza a következő változtatással érvényes:

**NA8. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői támszerkezetek esetében**  
(A szabvány A13. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1,1	1,0
Földellenállás	$\gamma_{R,e}$	1,4	1,0

**NA38.** Az A3.3.6. szakaszhoz:

A szabvány e szakasza a következő változtatással érvényes:

**NA9. táblázat: Az ellenállások ( $\gamma_R$ ) parciális tényezői  
részük és az általános állékonyság esetében  
(A szabvány A14. táblázatának nemzeti változata)**

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport
		R3
Földellenállás	$\gamma_{R,e}$	1,0

**NA39.** Az A4. fejezethez:

A szabvány e fejezete változtatás nélkül érvényes.

**NA40.** Az A5. fejezethez:

A szabvány e fejezete változtatás nélkül érvényes.



**NB nemzeti melléklet**  
(tájékoztató)

**A szabvány mellékleteinek alkalmazása**

Az MSZ EN 1997-1:2006 mellékleteit Magyarországon a következők szerint kell alkalmazni.

- NB1.** A melléklet: *Parciális és korrelációs tényezők a teherbírási határállapothoz és ajánlott értékek*  
Alkalmazása Magyarországon az NA nemzeti melléklet NA30–NA40. fejezetében megadott számértékekkel kötelező.
- NB2.** B melléklet: *Kiegészítő tájékoztató a parciális tényezőkről az 1., 2. és 3. tervezési módszerhez*  
Tájékoztató jellegű információkat tartalmaz, a szabvány megértését és alkalmazását segíti.
- NB3.** C melléklet: *Eljárások a függőleges falakra ható földnyomások határértékeinek meghatározására*  
Magyarországi alkalmazása ajánlott, de más módszer is használható, ha az a tapasztalat szerint megbízhatóbb eredményt ad, illetve ha a számítás egészét más eljárással, például véges elemes analízissel (FEM) végzik.
- NB4.** D melléklet: *Számításos módszer síkalapok talajtörési ellenállásának meghatározására*  
Magyarországi alkalmazása ajánlott, de más módszer is használható, ha az a tapasztalat szerint megbízhatóbb eredményt ad, illetve ha a számítás egészét más eljárással, például véges elemes analízissel (FEM) végzik.
- NB5.** E melléklet: *Féltapasztalati módszer síkalapok talajtörési ellenállásának becslésére*  
Alkalmazása Magyarországon nem ajánlott.
- NB6.** F melléklet: *Módszerek a süllyedések számítására*  
Tájékoztató jelleggel, irányelvként használható.
- NB7.** G melléklet: *Módszer szilárd közeten álló síkalap valószínűsített talajtörési ellenállásának származtatására*  
Magyarországi alkalmazása ajánlott.
- NB8.** H melléklet: *Határértékek a tartószerkezetek alakváltozásaira és az alapmozgásokra*  
Magyarországon a 2.4.9. szakasz (1)P bekezdéséhez az NA nemzeti melléklet NA13. fejezetében adott utasítás szerint alkalmazható.
- NB9.** J melléklet: *Tételjegyzék az építés műszaki felügyeletéhez és a teljesítőképesség megfigyeléséhez*  
Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**A szövegben hivatkozott európai szabványok**

EN 1536:1999	Execution of special geotechnical work. Bored piles
EN 1537:1999	Execution of special geotechnical work. Ground anchors
EN 1990:2002	Eurocode: Basis of structural design
EN 1991	Eurocode 1: Actions on structures
EN 1991-4	Eurocode 1: Actions on structures. Part 4: Actions in silos and tanks
EN 1992	Eurocode 2: Design of concrete structures
EN 1993	Eurocode 3: Design of steel structures
EN 1994	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
EN 1995	Eurocode 5: Design of timber structures
EN 1996	Eurocode 6: Design of masonry structures
EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing
EN 1998	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
EN 1999	Eurocode 9: Design of aluminium and aluminium alloy structures
EN 12063:1999	Execution of special geotechnical work. Sheet-pile walls
EN 12699:2000	Execution of special geotechnical work. Displacement piles
EN 14199	Execution of special geotechnical work. Mikropiles
EN ISO 13793:2001	Thermal performance of buildings. Thermal design of foundation to avoid frost heave

---

A szabványokkal kapcsolatos minden változást a Magyar Szabványügyi Testület a Szabványügyi Közlönyben hirdeti meg. A Szabványügyi Közlönyt előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága: 1008 Bp. Orczy tér 1. A szabványok megvásárolhatók vagy megrendelhetők az MSZT Szabványboltban (Budapest VIII., Horváth Mihály tér 1. 1082, telefon: 456-6892, telefax: 456-6884, levélcím: Budapest 9., Pf. 24, 1450), illetve elektronikus formában beszerezhetők a [www.mszt.hu/webaruhaz](http://www.mszt.hu/webaruhaz) címen. A helyesbítő, módosító indítványokat és észrevételeket megfelelő indoklással a Magyar Szabványügyi Testülethez (Budapest VIII., Horváth Mihály tér 1., levélcím: Budapest 9., Pf. 24, 1450, telefon: 456-6892, telefax: 456-6884) lehet benyújtani.  
Kiadja: a Magyar Szabványügyi Testület.