

## Eurocode 7: Geotechnikai tervezés

### 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok

Az MSZ EN 1997-2:2007 helyett.

---

Eurocode 7: Geotechnical design.  
Part 2: Ground investigation and testing

---

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 1997-2:2007 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 1997-2:2007. It was translated by the Hungarian Standard Institution. It has the same status as the official versions.

---

#### Nemzeti előszó

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

Magyar fordítás

**Eurocode 7: Geotechnikai tervezés.  
2. rész: Geotechnikai vizsgálatok**

Eurocode 7: Geotechnical design.  
Part 2: Ground investigation and  
testing

Eurocode 7: Calcul géotechnique.  
Partie 2: Reconnaissance des  
terrains et essais

Eurocode 7: Entwurf, Berechnung  
und Bemessung in der Geotechnik.  
Teil 2: Erkundung und Untersuchung  
des Baugrunds

Ezt az európai szabványt a CEN 2006. június 12-én 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, Bulgária, 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, Románia, 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

<b>Előszó</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Általános elvek</b> .....	<b>11</b>
1.1. Alkalmazási terület.....	11
1.1.1. Az Eurocode 7 alkalmazási területe.....	11
1.1.2. Az EN 1997-2 alkalmazási területe.....	11
1.2. Rendelkező hivatkozások .....	12
1.3. Feltételezések.....	12
1.4. Különbség az alapelvek és az alkalmazási szabályok között.....	13
1.5. Fogalommeghatározások .....	13
1.5.1. Az Eurocode-okban használt közös szakkifejezések .....	13
1.5.2. Az Eurocode 7-ben használt közös szakkifejezések .....	13
1.5.3. Az EN 1997-2-ben használt sajátos fogalommeghatározások.....	13
1.6. Vizsgálati eredmények és származtatott értékek .....	14
1.7. Az EN 1997-1 és az EN 1997-2 kapcsolata.....	15
1.8. Jelölések és mértékegységek.....	16
<b>2. A talajvizsgálatok megtervezése</b> .....	<b>19</b>
2.1. Tárgykör.....	19
2.1.1. Általános elvek.....	19
2.1.2. Altalaj .....	20
2.1.3. Építési anyagok .....	20
2.1.4. Talajvíz.....	20
2.2. A talajvizsgálatok sorrendje .....	21
2.3. Előzetes vizsgálatok .....	21
2.4. Tervezési vizsgálatok.....	22
2.4.1. Terepi vizsgálatok.....	22
2.4.2. Laboratóriumi vizsgálatok.....	25
2.5. Ellenőrzés és megfigyelés .....	28
<b>3. Mintavétel talajból és szilárd kőzetből, talajvízmérések</b> .....	<b>29</b>
3.1. Általános elvek.....	29
3.2. Mintavétel fúrással.....	29
3.3. Mintavétel nyílt feltárásokból.....	29
3.4. Talajmintavétel.....	29
3.4.1. A mintavételi módszerek kategóriái és a minták laboratóriumi minőségi osztályai .....	29
3.4.2. A talaj azonosítása.....	30
3.4.3. A talajmintavétel megtervezése .....	30
3.4.4. A minták kezelése, szállítása és tárolása .....	31
3.5. Mintavétel szilárd kőzetből.....	31
3.5.1. A mintavételi módszerek kategóriái.....	31
3.5.2. A szilárd kőzet azonosítása .....	31

3.5.3.	A közetmintavétel megtervezése .....	32
3.5.4.	A minták kezelése, szállítása és tárolása .....	32
3.6.	Talajvízmérések talajokban és szilárd kőzetekben .....	32
3.6.1.	Általános elvek .....	32
3.6.2.	A mérések megtervezése és terjedelme .....	32
3.6.3.	A talajvízmérési eredmények értékelése .....	33
<b>4.</b>	<b>Talajok és szilárd kőzetek terepi vizsgálata .....</b>	<b>33</b>
4.1.	Általános elvek .....	33
4.2.	Általános követelmények.....	34
4.2.1.	Az egyedi vizsgálati program megtervezése .....	34
4.2.2.	Kivitelezés .....	34
4.2.3.	Értékelés .....	34
4.3.	Nyomószondázás és pórúsvíznyomás-mérési nyomószondázás (CPT, CPTU) .....	35
4.3.1.	Célok .....	35
4.3.2.	Sajátos követelmények .....	35
4.3.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	35
4.3.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	36
4.4.	Presszióméteres vizsgálat (PMT) .....	37
4.4.1.	Cél .....	37
4.4.2.	Sajátos követelmények .....	37
4.4.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	38
4.4.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	38
4.5.	Flexibilis dilatométeres vizsgálat (FDT) .....	39
4.5.1.	Cél .....	39
4.5.2.	Sajátos követelmények .....	39
4.5.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	40
4.5.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	40
4.6.	Standard penetrációs vizsgálat (SPT).....	40
4.6.1.	Cél .....	40
4.6.2.	Sajátos követelmények .....	40
4.6.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	40
4.6.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	41
4.7.	Verőszondázás (DP) .....	42
4.7.1.	Cél .....	42
4.7.2.	Sajátos követelmények .....	42
4.7.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	42
4.7.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	43
4.8.	Fúrőszondázás (WST) .....	43
4.8.1.	Cél .....	43
4.8.2.	Sajátos követelmények .....	43
4.8.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	44
4.8.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása .....	44
4.9.	Terepi nyírószondázás (FTV).....	44

4.9.1.	Cél.....	44
4.9.2.	Sajátos követelmények.....	45
4.9.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	45
4.9.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása.....	45
4.10.	Lapdilatometriás vizsgálat (DMT).....	45
4.10.1.	Cél.....	45
4.10.2.	Sajátos követelmények.....	45
4.10.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	46
4.10.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása.....	46
4.11.	Terhelőlapos vizsgálat (PLT).....	46
4.11.1.	Cél.....	46
4.11.2.	Sajátos követelmények.....	46
4.11.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	47
4.11.4.	A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása.....	47
<b>5.</b>	<b>Talajok és szilárd kőzetek laboratóriumi vizsgálata.....</b>	<b>47</b>
5.1.	Általános elvek.....	47
5.2.	A laboratóriumi vizsgálatok általános követelményei.....	47
5.2.1.	Általános követelmények.....	47
5.2.2.	Eljárások, berendezés és eredményközlés.....	48
5.2.3.	A vizsgálati eredmények értékelése.....	48
5.3.	Talajpróbatetek készítése a vizsgálatokhoz.....	48
5.3.1.	Cél.....	48
5.3.2.	Követelmények.....	48
5.4.	Kőzetpróbatetek készítése a vizsgálatokhoz.....	49
5.4.1.	Cél.....	49
5.4.2.	Követelmények.....	49
5.5.	A talajok osztályozásához, azonosításához és leírásához használatos vizsgálatok.....	50
5.5.1.	Általános elvek.....	50
5.5.2.	Az összes osztályozóvizsgálatra vonatkozó követelmény.....	50
5.5.3.	A víztartalom meghatározása.....	50
5.5.4.	A térfogatsűrűség meghatározása.....	50
5.5.5.	A szemcsék sűrűségének meghatározása.....	51
5.5.6.	A szemeloszlás vizsgálata.....	51
5.5.7.	A konzisztenciahatárok meghatározása.....	52
5.5.8.	Szemcsés talajok tömörségi indexének meghatározása.....	52
5.5.9.	A talajok diszperzibilitásának meghatározása.....	53
5.5.10.	A fagyérzékenység vizsgálata.....	53
5.6.	A talaj és a talajvíz vegyvizsgálata.....	54
5.6.1.	Az összes vegyvizsgálatra vonatkozó követelmények.....	54
5.6.2.	A szervesanyag-tartalom meghatározása.....	55
5.6.3.	A karbonáttartalom meghatározása.....	55
5.6.4.	A szulfáttartalom meghatározása.....	56
5.6.5.	A pH-érték meghatározása (savasság és lúgosság).....	56

5.6.6.	A kloridtartalom meghatározása .....	57
5.7.	A talajszilárdság indexvizsgálatai .....	57
5.7.1.	Cél .....	57
5.7.2.	Követelmények .....	57
5.7.3.	A vizsgálati eredmények felhasználása .....	57
5.8.	A talajszilárdság vizsgálata .....	58
5.8.1.	Cél és alkalmazási kör .....	58
5.8.2.	Általános követelmények .....	58
5.8.3.	A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása .....	59
5.8.4.	Egyirányú nyomóvizsgálat .....	59
5.8.5.	Konzolidálatlan, drénezetlen triaxiális nyomóvizsgálat .....	59
5.8.6.	Konzolidált triaxiális nyomóvizsgálat .....	60
5.8.7.	Konzolidált közvetlen nyíróvizsgálat .....	61
5.9.	A talajok összenyomhatóságának és alakváltozásának vizsgálata .....	61
5.9.1.	Általános elvek .....	61
5.9.2.	A talaj összenyomhatóságának vizsgálata ödométerrel .....	61
5.9.3.	Az alakváltozás vizsgálata triaxiális készülékkel .....	62
5.10.	A talajok tömörítési vizsgálata .....	63
5.10.1.	Alkalmazási terület .....	63
5.10.2.	Tömörítési vizsgálatok .....	63
5.10.3.	CBR-vizsgálat .....	64
5.11.	A talaj áteresztőképességének vizsgálata .....	64
5.11.1.	Cél .....	64
5.11.2.	Követelmények .....	64
5.11.3.	A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása .....	65
5.12.	Szilárd kőzetek osztályozóvizsgálatai .....	65
5.12.1.	Általános elvek .....	65
5.12.2.	Az összes osztályozóvizsgálatra vonatkozó követelmények .....	66
5.12.3.	A kőzetek azonosítása és leírása .....	66
5.12.4.	A víztartalom meghatározása .....	66
5.12.5.	A térfogatsűrűség és a porozitás meghatározása .....	67
5.13.	A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata .....	68
5.13.1.	Általános elvek .....	68
5.13.2.	Általános követelmények .....	68
5.13.3.	A vizsgálati eredmények értékelése .....	68
5.13.4.	A térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexe .....	69
5.13.5.	A tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatest duzzadási alakváltozásának indexe .....	69
5.13.6.	Kőzetpróbatesszt szabad duzzadási alakváltozása .....	69
5.14.	A szilárd kőzetek szilárdságának vizsgálata .....	70
5.14.1.	Általános elvek .....	70
5.14.2.	Az összes szilárdsági vizsgálatra vonatkozó követelmény .....	70
5.14.3.	A vizsgálati eredmények értékelése .....	70
5.14.4.	Egyirányú nyomó- és alakváltozási vizsgálat .....	70

5.14.5. Pontterheléses vizsgálat .....	71
5.14.6. Közvetlen nyíróvizsgálat .....	72
5.14.7. Brazilvizsgálat .....	72
5.14.8. Triaxiális nyomóvizsgálat .....	73
<b>6. Talajvizsgálati jelentés .....</b>	<b>73</b>
6.1. Általános követelmények .....	73
6.2. A geotechnikai információk bemutatása .....	74
6.3. A geotechnikai információk értékelése .....	74
6.4. A származtatott értékek meghatározása .....	75
<b>A melléklet (tájékoztató): A geotechnikai vizsgálatok eredményeinek jegyzéke .....</b>	<b>76</b>
<b>B melléklet (tájékoztató): A geotechnikai vizsgálatok tervezése.....</b>	<b>79</b>
<b>C melléklet (tájékoztató): A talajvíznyomás meghatározása modell és hosszú idősorú mérések alapján (példa) .....</b>	<b>87</b>
<b>D melléklet (tájékoztató): Nyomószondázás pórusvíznyomás-méréssel vagy anélkül.....</b>	<b>89</b>
<b>E melléklet (tájékoztató): Presszióméteres vizsgálat (PMT).....</b>	<b>98</b>
<b>F melléklet (tájékoztató): Standard penetrációs vizsgálat (SPT).....</b>	<b>102</b>
<b>G melléklet (tájékoztató): Verőszondázás (DP) .....</b>	<b>105</b>
<b>H melléklet (tájékoztató): Fúrószondázás (WST) .....</b>	<b>108</b>
<b>I melléklet (tájékoztató): Terepi nyírószondázás (FVT) .....</b>	<b>109</b>
<b>J melléklet (tájékoztató): Lapdilatométeres vizsgálat (DMT) .....</b>	<b>113</b>
<b>K melléklet (tájékoztató): Terhelőlapos vizsgálat (PLT) .....</b>	<b>114</b>
<b>L melléklet (tájékoztató): Talajpróbatetek készítése. Részletes tájékoztató .....</b>	<b>117</b>
<b>M melléklet (tájékoztató): A talajok osztályozásához, azonosításához és jellemzéséhez szükséges vizsgálatok. Részletes tájékoztató .....</b>	<b>123</b>
<b>N melléklet (tájékoztató): A talaj vegyvizsgálata. Részletes tájékoztató.....</b>	<b>129</b>
<b>O melléklet (tájékoztató): A talajszilárdság indexvizsgálatai. Részletes tájékoztató .....</b>	<b>133</b>
<b>P melléklet (tájékoztató): A talajok szilárdságának vizsgálata. Részletes tájékoztató .....</b>	<b>134</b>
<b>Q melléklet (tájékoztató): A talajok összenyomhatósági vizsgálata. Részletes tájékoztató.....</b>	<b>136</b>
<b>R melléklet (tájékoztató): A talajok tömörítési vizsgálata. Részletes tájékoztató .....</b>	<b>137</b>
<b>S melléklet (tájékoztató): A talajok áteresztőképességének vizsgálata. Részletes tájékoztató.....</b>	<b>138</b>
<b>T melléklet (tájékoztató): Kőzetpróbatet készítése vizsgálatához .....</b>	<b>140</b>
<b>U melléklet (tájékoztató): A szilárd kőzetek osztályozóvizsgálata .....</b>	<b>141</b>
<b>V melléklet (tájékoztató): A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata .....</b>	<b>143</b>
<b>W melléklet (tájékoztató): A kőzetszilárdság vizsgálata.....</b>	<b>145</b>
<b>X melléklet (tájékoztató): Irodalomjegyzék .....</b>	<b>149</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.

Ezt az európai szabványt szöveghűen vagy jóváhagyó közleménnyel legkésőbb 2007 szeptemberéig kell nemzeti szabványként bevezetni, és az ellentmondó nemzeti szabványokat legkésőbb 2010 márciusáig vissza kell vonni.

Ez a dokumentum az ENV 1997-2:1999 és az ENV 1997-3:1999 helyére lép.

A CEN/TC 250 felelős minden szerkezeti Eurocode-ért.

A CEN/CENELEC belső szabályzatának megfelelően a következő országok nemzeti szabványügyi szervezete köteles ezt az európai szabványt bevezetni: Ausztria, Belgium, Bulgária, 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, Románia, 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-tagállamok 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 tanácsai 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/EEC 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 tartószerkezetek tervezésének 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: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése
- EN 1995 Eurocode 5: Faszerkezetek 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

<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.



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.

## 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 címlap 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.

Ezen kívül 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 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 1997-2 az épületek és általános mérnöki létesítmények tervezését megalapozó laboratóriumi és terepi geotechnikai vizsgálatok tervezésére, a vizsgálati eredmények értelmezésére vonatkozóan ad útmutatást.

Az EN 1997-2 a megbízók, a tervezők, a geotechnikai laboratóriumok, a helyszíni vizsgálatokat végzők és a hatóságok számára készült.

Az EN 1997-2 az EN 1997-1-gyel együtt használandó.

Az EN 1997-2 alkalmazása során ajánlatos különös figyelmet fordítani az 1.3. szakaszban leírt alapvető feltételezésekre és körülményekre.

Az EN 1997-2 szabvány 6 fejezetét 24 tájékoztató jellegű melléklet egészíti ki.

### **Az EN 1997-2 nemzeti melléklete**

Az EN 1997-2-t bevezető nemzeti szabványhoz tartozzon olyan nemzeti melléklet, mely tartalmaz minden olyan információt, amely az EN 1997-2 alkalmazásához az adott országban szükséges.

---

<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 Eurocode 7 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 alkalmazzák. Több különálló részre van bontva (lásd az 1.1.2. 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 a kivitelezéssel csak annyiban foglalkozik, amennyiben az a tervezési szabályok feltevésével való összhanghoz szükséges.

(7) 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 1997-2 alkalmazási területe

(1) Az EN 1997-2-t az EN 1997-1-gyel együtt kell használni, ez kiegészítő szabályokat ad az EN 1997-1-hez a következőkre vonatkozóan:

- talajvizsgálatok megtervezése és értékelése;
- általános követelmények számos, általánosan alkalmazott laboratóriumi és terepi vizsgálatra;
- a vizsgálati eredmények értelmezése és értékelése;
- a geotechnikai paraméterek és tényezők értékeinek meghatározása.

Ezeket túlmenően példák vannak arra, hogy miként alkalmazhatók a terepi kísérletek eredményei a tervezésben.

MEGJEGYZÉS: A karakterisztikus értékek meghatározását az EN 1997-1 tartalmazza.

(2) Ez a szabvány nem tartalmaz a környezetvédelmi talajvizsgálatokra vonatkozó különleges előírásokat.

(3) Ez a szabvány csak az általánosan alkalmazott geotechnikai laboratóriumi és terepi vizsgálatokra tér ki. Ezek kiválasztásakor azt mérlegelték, hogy mekkora a vizsgálat jelentősége a geotechnikai gyakorlatban, elvégezhető-e a geotechnikai laboratóriumok többségében, és van-e rá Európában elfogadott vizsgálati eljárás. A laboratóriumi vizsgálatok többnyire telített talajokon végezhetők.

MEGJEGYZÉS: Várható, hogy e szabvány korszerűsített változatai fokozatosan ki fognak terjedni olyan laboratóriumi és terepi vizsgálatokra is, amelyek a talajok és a kőzetek viselkedésének további szempontjaira vonatkoznak.

(4) E szabvány előírásai elsődlegesen az EN 1997-1:2004 2.1. szakasza szerinti 2. geotechnikai kategóriába tartozó projektekre vonatkoznak. Az 1. kategóriájú projektek talajvizsgálati követelményei rendes körülmények között enyhébbek, az igazolás gyakran csak a helyi tapasztalatokra támaszkodik. A 3. geotechnikai kategóriájú projektek esetén a vizsgálatok szükséges mennyisége általában legalább ugyanakkora, mint amit a következő szakaszok a 2. kategóriájú projektekre megadnak. Szükség lehet további és igényesebb vizsgálatokra azokkal a körülményekkel összefüggésben, melyek a projekt 3. geotechnikai kategóriába sorolását indokolják.

(5) A paraméterek megállapításának módja elsősorban cölöp- és sákalapozások terepi vizsgálaton alapuló tervezésére van szánva, amint azt az EN 1997-1:2004 D, E, F és G melléklete részletezi.

## 1.2. Rendelkező hivatkozások

A következő szabványok olyan előírásokat tartalmaznak, amelyeket a szövegben lévő hivatkozások miatt ezen európai szabvány előírásaiként kell alkalmazni. Évszámmal ellátott hivatkozások esetén nem alkalmazható az ezen kiadványok bármelyikének módosított vagy átdolgozott változata. Mindazonáltal az ezen európai szabvány alapján szerződő feleknek célszerű megvizsgálniuk a következő szabványok legújabb kiadásának alkalmazási lehetőségét. Évszám nélküli hivatkozások esetén a hivatkozott szabvány legutolsó kiadását kell alkalmazni.

EN 1990:2002	<i>Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai</i>
EN 1997-1:2004	<i>Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok</i>
EN ISO 14688-1	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Talajok azonosítása és osztályozása. 1. rész: Azonosítás és leírás</i>
EN ISO 14688-2	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Talajok azonosítása és osztályozása. 2. rész: Osztályozási alapelvek</i>
EN ISO 14689-1	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Szilárd kőzetek azonosítása és osztályozása. 1. rész: Azonosítás és leírás</i>
EN ISO 22475-1 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Mintavétel fúrással és gödörből; talajvízmérések. 1. rész: A kivitelezés műszaki alapelvei</i>
EN ISO 22476-1 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 1. rész: Elektromos CPT és CPTU</i>
EN ISO 22476-2	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 2. rész: Dinamikus szondázás</i>
EN ISO 22476-3	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 3. rész: Standard penetrációs vizsgálat</i>
EN ISO 22476-4 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 4. rész: Ménard presszióméteres vizsgálat</i>
EN ISO 22476-5 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 5. rész: Rugalmas dilatométeres vizsgálat</i>
EN ISO 22476-6 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 6. rész: Önbefúró presszióméteres vizsgálat</i>
EN ISO 22476-8 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 8. rész: Teljes talajkiszorításos presszióméteres vizsgálat</i>
EN ISO 22476-9 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 9. rész: Terepi nyírószondázás</i>
EN ISO 22476-12 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 12. rész: Mechanikus nyomószondázás</i>
EN ISO 22476-13 <sup>5)</sup>	<i>Geotechnikai vizsgálatok. Terepi vizsgálatok. 13. rész: Terhelőlapos vizsgálat</i>

MEGJEGYZÉS: Az irodalomjegyzék számos CEN ISO műszaki előírást (CEN ISO/TS-t) sorol fel, tájékoztatást adva egyes terepi és laboratóriumi vizsgálatok eljárásaira, eszközeire, értékelésére és dokumentálására vonatkozóan. Ezek a műszaki előírások idővel EN ISO szabványokká válhatnak. A nemzeti szabványügyi testület dönthet arról, hogy érvényben tartja-e valamely vizsgálatra vonatkozó saját nemzeti szabványát, amíg arra még csak CEN ISO/TS létezik. Az EN 1997-2 nemzeti mellékletei adhatnak tájékoztatást a nemzeti gyakorlatot illetően.

## 1.3. Feltételezések

(1) E szabványra az EN 1990:2002 1.3. és az EN 1997-1:2004 1.3. szakasza érvényes.

(2) E szabvány előírásai a következő feltételezéseken alapulnak:

- a tervezéshez szükséges adatokat megfelelően képzett személyzet gyűjti, rögzíti és értelmezi;
- a szerkezeteket megfelelően képzett és tapasztalt személyzet tervezi;
- megfelelő rendszeresség és kapcsolattartás jellemzi az adatgyűjtést végzők, a tervezők és a kivitelezők közötti együttműködést.

---

<sup>5)</sup> Kiadás alatt

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

(1) Az EN 1997-2 egyes bekezdései jellegüktől függően vagy alapelvek, vagy alkalmazási szabályok.

(2) Az alapelvek:

- azok az általános megállapítások és meghatározások, amelyeknek nincs alternatívájuk;
- azok a követelmények és számítási modellek, amelyeknél nincs megengedve alternatíva, hacsak az nincs külön megjelölve.

(3) Az alapelveket P betű jelöli.

(4) Az alkalmazási szabályok általánosan elfogadott szabályok olyan példái, amelyek igazodnak az alapelvekhez és megfelelnek az alapelvekben megfogalmazott követelményeknek.

(5) Az e szabványban megadott alkalmazási szabályok helyett szabad alternatívákat használni, ha igazolható, hogy az alternatív szabályok összhangban vannak a vonatkozó alapelvekkel, és a szerkezeti biztonságot, használhatóságot és tartósságot tekintve legalább egyenértékűek az Eurocode alkalmazása esetén elvártakkal.

MEGJEGYZÉS: Ha egy alkalmazási szabályt egy alternatív tervezési szabállyal helyettesítenek, akkor nem szabad azt állítani, hogy az e szerint készített terv teljesen összhangban van az EN 1997-2-vel, még akkor sem, ha a terv összhangban is marad az EN 1997-1 alapelveivel. Ha az EN 1997-2-t valamely termékszabvány Z mellékletében vagy egy ETAG-ban szereplő tulajdonság tekintetében használják, akkor alternatív tervezési szabály alkalmazását nem szabad CE-jelölés alapjául elfogadni.

(6) Az EN 1997-2-ben az alkalmazási szabályokat zárójelben levő szám jelzi, mint pl. ezt a bekezdést is.

#### 1.5. Fogalommeghatározások

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

(1)P Az összes Eurocode-ban azonos értelemben használt szakkifejezéseket az EN 1990 határozza meg.

##### 1.5.2. Az Eurocode 7-ben használt közös szakkifejezések

(1)P Az Eurocode 7 sajátos szakkifejezéseit az EN 1997-1:2004 1.5.2. szakasza határozza meg.

##### 1.5.3. Az EN 1997-2-ben használt sajátos fogalommeghatározások

###### 1.5.3.1. származtatott érték (derived value)

Egy geotechnikai paraméternek vizsgálati eredményekből elméleti, korrelációs vagy tapasztalati összefüggés révén nyert számértéke (lásd az 1.6. szakaszt).

###### 1.5.3.2. zavart minta (disturbed sample)

Az a talajminta, amelynek a szerkezete, a víztartalma és/vagy az alkotórészei a mintavétel során megváltoztak.

###### 1.5.3.3. mért érték (measured value)

A vizsgálat során megmért érték.

###### 1.5.3.4. természetes próbatest (natural specimen)

A talajból vett (zavart, zavartalan, átgyúrt) mintából készített próbatest.

###### 1.5.3.5. minőségi osztály (quality class)

Azon osztályozás eredménye, mellyel a laboratóriumban a talajminta minőségét értékelik.

MEGJEGYZÉS: A laboratóriumi vizsgálatok céljára a talajmintákat öt minőségi osztályba sorolják (lásd a 3.4.1. szakaszt).

###### 1.5.3.6. átgyúrt minta (remoulded sample)

Olyan minta, amelynek a talaj- vagy közetszerkezete teljesen zavart.

## 1.5.3.7. átgúrt próbatest (remoulded specimen)

Teljesen zavart, eredeti víztartalmú próbatest.

## 1.5.3.8. újratömörített próbatest (re-compacted specimen)

Az a próbatest, amelyet egy sablonba verőeszközzel vagy megkívánt statikus feszültségi állapotban tömörítettek be.

## 1.5.3.9. rekonstruált próbatest (reconstituted specimen)

Laboratóriumban előállított próbatest; finom szemcsésű talajból azt (a folyási határon vagy efölötti víztartalommal) pépessé keverve, majd konszolidáltatva, durva szemcsésű talajból pedig azt száraz (szárított) vagy nedves állapotban ömlesztve vagy ülepítve, majd tömörítve vagy konszolidáltatva állítják elő.

## 1.5.3.10. újrakonszolidáltatott próbatest (re-consolidated specimen)

Az a próbatest, amelyet statikus nyomással sablonba vagy cellába sajtolnak, miközben lehetővé teszik, hogy a benne levő folyadék távozzon.

## 1.5.3.11. minta (sample)

A talaj vagy a szilárd kőzet egy kisebb mennyisége, amelyet mintavételi eljárással vettek az altalajból.

## 1.5.3.12. próbatest (specimen)

A talaj- vagy kőzetminta azon része, amelyet valamely laboratóriumi vizsgálatnak vetnek alá.

## 1.5.3.13. szilárdsági indexvizsgálat (strength index test)

Olyan jellegű vizsgálat, melyből a nyírószilárdságra lehet következtetni, de nem szükségszerűen szolgáltat arra valóban jellemző értéket.

MEGJEGYZÉS: Az ilyen vizsgálat eredményeit bizonytalanság terheli.

## 1.5.3.14. duzzadás (swelling)

A hatékony feszültség csökkenése miatti térfogat-növekedés, amelyet vagy a teljes feszültség csökkenése, vagy (általában) víz állandó teljes feszültség alatti felvétele okoz.

MEGJEGYZÉS: A duzzadás magában foglalja mind az összenyomódással, mind a konszolidációval ellentétes folyamatot.

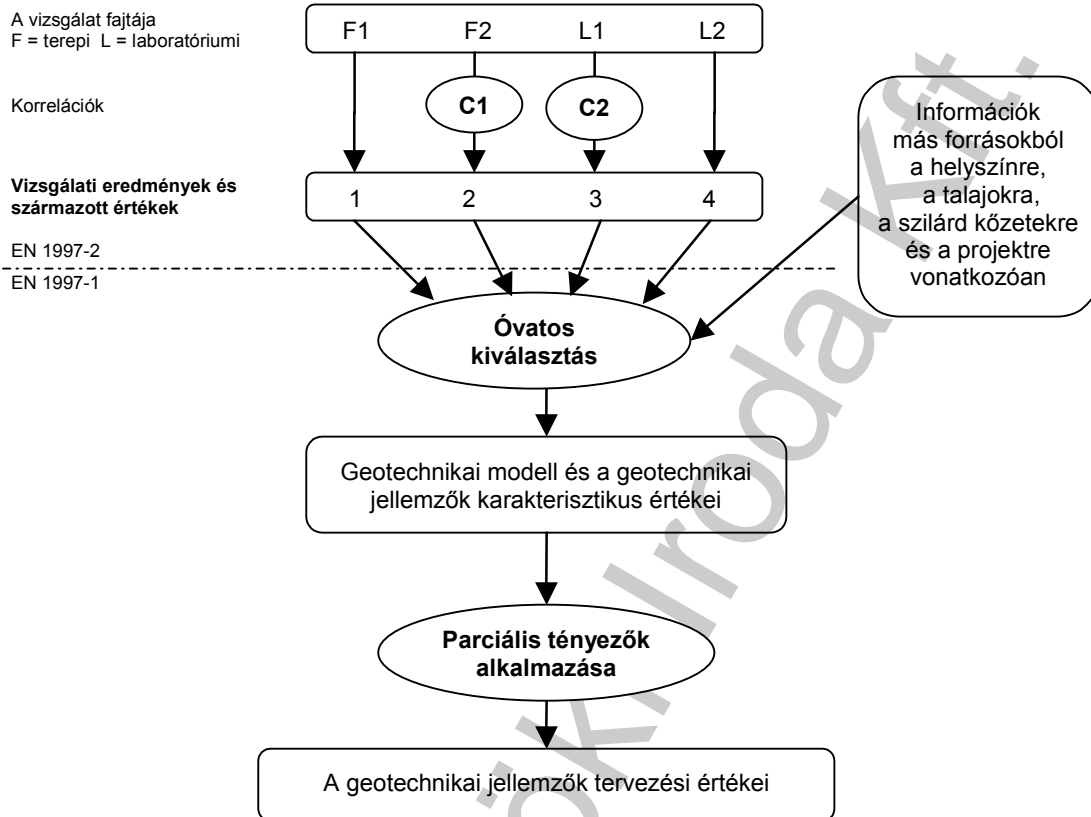
## 1.5.3.15. zavartalan minta (undisturbed sample)

Az a minta, amelyben a gyakorlati jelentőségű talajjellemzők nem változtak meg.

## 1.6. Vizsgálati eredmények és származtatott értékek

(1) A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek szolgálnak alapul a talajjellemzők karakterisztikus értékeinek megválasztásához, melyeket az EN 1997-1:2004 2.4.3. szakasza szerint a geotechnikai szerkezetek tervezése során alkalmaznak.

1. MEGJEGYZÉS: A geotechnikai tervezés folyamata több, egymást követő fázisból tevődik össze (lásd az 1.1. ábrát), ezek közül az első a helyszíni vizsgálata és a talajvizsgálatok, a második a karakterisztikus értékek megválasztása, a harmadik pedig a terv számításokkal való igazolása. Az első fázis szabályait ez a szabvány tartalmazza. A karakterisztikus értékek meghatározását és a szerkezet tervezését az EN 1997-1 tárgyalja.



1.1. ábra: Általános eljárás a geotechnikai jellemzők származtatott értékeinek kiválasztására

(2) A vizsgálati eredmények lehetnek görbék vagy geotechnikai jellemzők számszerű értékei. Az A melléklet ad egy felsorolást a vizsgálati eredményekről, mely egyben utalás is a vizsgálati szabványokra<sup>6)</sup>.

(3) A geotechnikai jellemzők és/vagy tényezők származtatott értékei a vizsgálati eredményekből elmélet, korreláció vagy tapasztalat alapján határozhatók meg.

2. MEGJEGYZÉS: Az e szabvány 4. fejezetéhez tartozó mellékletben megadott származtatott értékek meghatározásához felhasznált korrelációs példák irodalmi eredetűek. Ezek a korrelációk összefüggésbe hozhatnak egy geotechnikai paramétert vagy tényezőt egy vizsgálati eredménnyel, pl. a CPT-vizsgálatból nyert  $q_c$ -értékkel. Kapcsolatot teremthetnek azonban egy vizsgálati eredmény és egy geotechnikai paraméter között elméleti megfontolás alapján is (pl. ha a nyírási ellenállás  $\phi$  szögének értékét a presszióméteres vizsgálat eredményeiből származtatják).

3. MEGJEGYZÉS: Bizonyos esetekben a geotechnikai paraméter korreláció útján való származtatását nem a karakterisztikus érték meghatározása előtt végzik, hanem csak akkor, ha a vizsgálati eredményeket már korrigálták vagy konzervatív értékűvé alakították.

## 1.7. Az EN 1997-1 és az EN 1997-2 kapcsolata

(1) Az 1.2. ábra mutatja azoknak a CEN-szabványoknak az általános felépítését, melyek a geotechnikai problémákra vonatkoznak, és amelyek közvetlenül kapcsolódnak az EN 1997-hez. A tervezési részt az EN 1997-1 tartalmazza. Ez a szabvány pedig a talajvizsgálatokra és azon geotechnikai paraméterek vagy tényezők meghatározására vonatkozó szabályokat tartalmaz, amelyeket a karakterisztikus értékek számításához kell felhasználni (az EN 1997-1 szerint). Tájékoztató példák is ad a sík- és mélyalapozások méretezési módszereire. Az EN 1997 alkalmazása más szabványokon alapuló információkat is igényel, különösen azokén, melyek a talajvizsgálatokra és a geotechnikai munkák kivitelezésre vonatkoznak.

<sup>6)</sup> Az ezen eredményeket adó geotechnikai vizsgálati szabványokat a CEN/TC 341 dolgozza ki.

## EN 1997-1

### Tervezési szabályok

- a geotechnikai tervezés általános rendje
- a talajparaméterek definíciója
- karakterisztikus és tervezési értékek
- a helyszíni vizsgálatának általános szabályai
- a geotechnikai szerkezetek fő típusainak tervezésére vonatkozó szabályok
- bizonyos feltételezések a kivitelezési eljárásokra vonatkozóan

## EN 1997-2

### Geotechnikai vizsgálatok

- a helyszíni vizsgálatának részletes szabályai
- általános vizsgálati előírások
- a talajjellemzők származtatása és a helyszíni geotechnikai modellje
- példák a terepi és laboratóriumi vizsgálatokon alapuló számítási módszerekre

## Vizsgálati szabványok (CEN/TC 341)

### Szabványok a következőkre

- fúrési és mintavételi módszerek és a talajvízmérések
- a talajok és a szilárd kőzetek laboratóriumi és terepi vizsgálatai
- tartószerkezetek vagy egyes részeik vizsgálatai
- talajok és szilárd kőzetek azonosítása és osztályozása

## Geotechnikai munkák kivitelezése (CEN/TC 288)

### Kivitelezési szabványok

- sajátos tervezési szabályok (tájékoztató mellékletek)
- sajátos vizsgálati eljárások.

### 1.2. ábra: Az EN 1997-hez kapcsolódó CEN-szabványok általános felépítése

## 1.8. Jelölések és mértékegységek

(1) Az EN 1997-2 céljaira a következő jelöléseket kell használni.

MEGJEGYZÉS: A jelmagyarázat az ISO 3898:1997-en alapul.

### Latin betűk

- |          |   |
|----------|---|
| $C_c$    | kompressziós index                                    |
| $c'$     | a hatékony feszültséghez tartozó kohézió              |
| $c_{fv}$ | drénezetlen nyírószilárdság a terepi nyírósondázásból |
| $c_u$    | drénezetlen nyírószilárdság                           |
| $C_s$    | duzzadási index                                       |
| $c_v$    | konzolidációs tényező                                 |



$C_\alpha$	kúszási index (a másodlagos összenyomódás indexe)
$D_n$	szemcseméret; a szemcsék $n$ súlyszázaléka kisebb, mint ez a szemcseméret, pl. $D_{10}$ , $D_{15}$ , $D_{60}$ és $D_{85}$
$E$	rugalmissági vagy Young-modulus
$E'$	drénezett rugalmassági vagy Young-modulus (hosszú idejű vizsgálatból)
$E_{FDT}$	flexibilis dilatométeres modulus
$E_M$	Ménard-pesszióméteres modulus
$E_{meas}$	a kalibrálás során mért energia
$E_{oed}$	ödométeres (összenyomódási) modulus
$E_{PLT}$	terhelőlapos vizsgálattal megállapított modulus
$E_r$	energiaarány ( $= E_{meas} / E_{theor}$ )
$E_{theor}$	elméleti energia
$E_u$	drénezetlen rugalmassági vagy Young-modulus
$E_0$	kezdeti rugalmassági vagy Young-modulus
$E_{50}$	a nyírószilárdság 50%-ához tartozó rugalmassági vagy Young-modulus
$I_A$	aktivitási index
$I_C$	konzisztenciaindex
$I_D$	tömörségi index
$I_{DMT}$	anyagindex a lapdilatométeres vizsgálatból
$K_{DMT}$	a vízszintes feszültség indexe a lapdilatométeres vizsgálatból
$I_L$	folyóssági index
$I_P$	plaszticitási index
$k_s$	ágyazási tényező
$m_v$	összenyomódási együttható
$N$	a 300 mm behatoláshoz tartozó ütésszám az SPT-vizsgálatból
$N_k$	a CPT csúcstényezője (lásd a 4.1. képletet)
$N_{kt}$	a CPTU csúcstényezője (lásd a 4.2. képletet)
$N_{10L}$	a 10 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPL-vizsgálatból
$N_{10M}$	a 10 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPM-vizsgálatból
$N_{10H}$	a 10 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPH-vizsgálatból
$N_{10SA}$	a 10 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPSH-A-vizsgálatból
$N_{10SB}$	a 10 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPSH-B-vizsgálatból
$N_{20SA}$	a 20 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPSH-A-vizsgálatból
$N_{20SB}$	a 20 cm behatoláshoz tartozó ütésszám a DPSH-B-vizsgálatból
$N_{60}$	az energiaveszteség alapján korrigált ütésszám az SPT-vizsgálatból
$(N_1)_{60}$	az energiaveszteség és a normalizált hatékony függőleges feszültség szerint korrigált ütésszám az SPT-vizsgálatból
$p_{LM}$	Ménard-féle határnyomás
$q_c$	csúcsellenállás
$q_t$	csúcsellenállás a pórúsvíznyomás hatásával korrigálva
$q_u$	a talaj egyirányú nyomószilárdsága
$w_{opt}$	optimális víztartalom

## Görög betűk

$\alpha$	az $E_{OED}$ és a $q_c$ korrelációs tényezője (lásd a 4.3. képletet)
$\varphi$	a nyírási ellenállás szöge
$\varphi'$	a nyírási ellenállás hatékony feszültségekhez tartozó szöge
$\mu$	korrekciós tényező a $c_u$ -nak a $c_{fv}$ értékéből való átszámítására (lásd a 4.4. képletet)
$\rho_{d,max}$	a maximális száraz térfogatsűrűség
$\sigma_c$	a szilárd közet egyirányú nyomószilárdsága
$\sigma'_p$	(hatékony) előterhelő nyomás
$\sigma_T$	a szilárd közet húzószilárdsága
$\sigma_{v0}$	teljes függőleges feszültség
$\sigma'_{v0}$	hatékony függőleges feszültség
$\nu$	Poisson-tényező

## Rövidítések

CPT	nyomószondázás
CPTU	nyomószondázás pórusvíznyomás-méréssel
DMT	lapdilatométeres vizsgálat
DP	verőszondázás
DPL	könnyű verőszondázás
DPM	közepes verőszondázás
DPH	nehéz verőszondázás
DPSH-A	nagyon nehéz, A típusú verőszondázás
DPSH-B	nagyon nehéz, B típusú verőszondázás
FDP	teljes elmozdulásos presszióméteres vizsgálat
FDT	rugalmas lapdilatométeres vizsgálat
FVT	terepi nyírószondázás
MPM	Ménard-pesszióméter
PBP	fúrólukas presszióméter
PLT	terhelőlapos vizsgálat
PMT	presszióméteres vizsgálat
RDT	lapdilatométeres közetvizsgálat
SBP	önbefúró presszióméter
SDT	lapdilatométeres talajvizsgálat
SPT	SPT-vizsgálat
WST	nehéz szondázás

(2) Geotechnikai számításokban a következő mértékegységek vagy többszöröseik használata ajánlott:

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

## 2. A talajvizsgálatok megtervezése

### 2.1. Tárgykör

#### 2.1.1. Általános elvek

(1) P A geotechnikai vizsgálatokat úgy kell megtervezni, hogy a tervezés különböző fázisaiban a szükséges geotechnikai információk és adatok biztosan rendelkezésre álljanak. A geotechnikai információk legyenek elégségesek ahhoz, hogy a projekt megismert és feltételezhető kockázatait azok alapján kezelni lehessen. Az építés közbeni és végső fázisai szempontjából lényeges információkat és adatokat is meg kell szerezni, hogy a balesetek, a késedelmek és a károsodások kockázata kezelhető legyen.

(2) A geotechnikai vizsgálat célja az, hogy meghatározza a talaj-, a kőzet- és a talajvízviszonyokat, megállapítsa a talaj és a szilárd kőzet tulajdonságait, és kiegészítő adatokat gyűjtsön a helyszínrre vonatkozólag.

(3) P A geotechnikai információkat gondosan kell gyűjteni, rögzíteni és értékelni. Az információk az igénynek megfelelően tájékoztassanak a talajviszonyokról, a geológiai, geomorfológiai, szeizmikus és hidrológiai körülményekről. A talaj változékonyságára utaló jeleket figyelembe kell venni.

(4) Azokat a talajadottságokat, amelyek befolyásolhatják a geotechnikai kategória megválasztását, célszerű a vizsgálat során a lehető leghamarabb meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A geotechnikai vizsgálatok eredményei alapján szükség lehet a projekt geotechnikai kategóriájának megváltoztatására (lásd az 1.1.2. szakasz (4) bekezdését).

(5) Kívánatos, hogy a geotechnikai vizsgálat talajvizsgálatokból és a helyszínr egyéb vizsgálataiból álljon, amilyenek pl.:

- meglévő tartószerkezetek, pl. épületek, hidak, alagutak, töltések és rézsűk állapotfelvétele,
- a helyszínr és környékének története.

(6) A vizsgálati program megtervezése előtt ajánlatos egy irodai tanulmányban értékelni a rendelkezésre álló információkat és dokumentumokat.

(7) A felhasználható információk és dokumentumok pl. a következők lehetnek:

- topográfiai térképek;
- régi várostérképek, melyek a terület korábbi használatát ismertetik;
- geológiai térképek és leírások;
- mérnökgeológiai térképek;
- hidrogeológiai térképek és leírások;
- geotechnikai térképek;
- légifelvételek és korábbi fényképes feldolgozások;
- légi-geofizikai vizsgálatok;
- a területnek és környékének korábbi vizsgálatai;
- a területre vonatkozó korábbi tapasztalatok;
- helyi éghajlati viszonyok.

(8) A talajvizsgálatok lehetőleg terepi és laboratóriumi vizsgálatokból, kiegészítő irodai munkából, továbbá ellenőrzésből és megfigyelésből álljanak.

(9) P Még mielőtt a vizsgálati programot elkészítenék, a helyszínr szemrevételezéssel tanulmányozni, az észrevételeket pedig rögzíteni kell, és ellenőrzésül össze kell vetni azokat az irodai munka keretében szerzett információkkal.

(10) Kívánatos a talajvizsgálati programot felülvizsgálni, amikor az eredmények már olyan mértékben rendelkezésre állnak, hogy a kiindulási feltételezések ellenőrizhetők. Részletesen:

- a vizsgálati pontok számát ajánlatos növelni, ha ez látszik szükségesnek ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk a helyszínr altalajának komplexitásáról és változatosságáról;

- a kapott paramétereket kívánatos ellenőrizni a tekintetben, hogy azok beleillenek-e abba az általános képbe, amelyet a talajok vagy a szilárd kőzetek viselkedéséről ismerünk. Szükség esetén további vizsgálatokat célszerű előírni;
- ajánlatos figyelembe venni az adatok korlátozott felhasználhatóságát, amelyre az EN 1997-1:2004 3.4.3. szakaszának (1) bekezdése szerint derülhet fény.

(11) Különös figyelmet kell szentelni azon helyszínekre, melyeket korábban is használtak, s ahol a természetes talajviszonyokat már megzavarhatták.

(12)P Megfelelő minőségbiztosítási rendszert kell működtetni a laboratóriumban, a terepen és a mérnöki irodában, továbbá szakemberrel történő minőségellenőrzést kell végezni a vizsgálatok és értékelésük minden fázisában.

### 2.1.2. Altalaj

(1)P A talajvizsgálatoknak szolgáltatniuk kell a szóban forgó projekt talajviszonyainak leírását, és alapot kell teremteniük az építés minden egyes szakaszában érvényes geotechnikai paraméterek megítéléséhez.

(2) Ha lehetséges, a szerzett információknak lehetővé kell tenniük a következők megítélését:

- megfelelő-e a terület a tervezett építkezésre, és mekkora az elfogadható kockázat;
- mekkora a talajnak a szerkezet vagy az építési tevékenység hatására bekövetkező alakváltozása, milyen annak térbeli eloszlása és időbeli lefolyása;
- mekkora a biztonság a határállapotok tekintetében (pl. süllyedés, talajemelkedés, felúszás, a kőzet- és talajtömegek elcsúszása, a cölöpök kihajlása stb.);
- mekkora teher hat az altalajból a szerkezetre (pl. oldalnyomás a cölöpökre), és az mennyiben befolyásolja annak tervezését és építését;
- alapozási módszerek (pl. talajjavítás, földkiemelési lehetőség, a cölöpök lehajthatósága, víztelenítés);
- az alapozási munkák sorrendje;
- a szerkezet és használatának hatása a környezetre;
- szükséges egyéb szerkezeti megoldások (pl. a munkagödör dúcolása, horgonyzás, fúrt cölöpök béléscsővezése, akadályok eltávolítása);
- az építési tevékenység hatása a környezetre;
- a talajszennyezettség jellege és mértéke a helyszínen és annak szomszédságában;
- a szennyezés visszatartására vagy megszüntetésére tett intézkedések hatékonysága.

### 2.1.3. Építési anyagok

(1)P Az építési anyagként felhasznált talaj és szilárd kőzet geotechnikai vizsgálatának meg kell adnia a felhasználandó anyagok leírását, és meg kell állapítania a lényeges paramétereiket.

(2) Kívánatos, hogy a nyert információk tegyék lehetővé a következők megítélését:

- a kívánt célra való alkalmasság;
- a felhasználható anyag térbeli kiterjedése;
- kitermelhető- és feldolgozható-e az anyagok, elkülöníthető- és elhelyezhető-e az alkalmatlan anyagok, és miként;
- a talaj és a szilárd kőzet javításának lehetséges módszerei;
- a talaj és a szilárd kőzet megmunkálhatósága az építés során, és a tulajdonságaik lehetséges megváltozása a szállítás, elhelyezés és további kezelések során;
- az építési forgalom és a nagy felszíni terhek hatása;
- a víztelenítés és/vagy a földkiemelés várható módszerei, a csapadék hatása, az időjárás-állóság, hajlam a zsugorodásra, duzzadásra és szétesésre.

### 2.1.4. Talajvíz

(1)P A talajvízvizsgálatoknak meg kell adniuk a talajvízre vonatkozóan minden lényeges információt, ami a geotechnikai tervezéshez és a kivitelezéshez szükséges.

(2) Kívánatos, hogy a talajvízvizsgálatok értelemszerűen adjanak információkat a következőkre vonatkozóan:

- az altalajban lévő vízvezető rétegek mélysége, vastagsága, kiterjedése és áteresztőképessége, valamint a tagoltsági rendszerek a szilárd kőzetben;
- a talajvízszint vagy a vízvezető rétegekben lévő víz piezometrikus szintje, ezek időbeli változása, az aktuális talajvízszintek, valamint a lehetséges szélsőséges helyzetek és ezek ismétlődési periódusai;
- a pórusvíznyomás eloszlása;
- a talajvíz vegyi összetétele és hőmérséklete.

(3) Kívánatos, hogy a nyert információk értelemszerűen elegendőek legyenek a következők megítélésére:

- a talajvízszint-süllyesztési munka célja és módja;
- a talajvíz esetleges káros hatása a munkagödörre vagy a rézsűkre (pl. hidraulikus talajtörés veszélye, túlzott áramlási nyomás vagy erózió);
- minden olyan megoldás, amely a szerkezet védelméhez szükséges (pl. szigetelés, drénezés vagy az agresszív víz elleni védekezés);
- a talajvízszint-süllyesztés, a kiszáradás, a visszaduzzasztás stb. hatása a környezetre;
- a talaj képessége, hogy elnyelje a kivitelezés közben bejuttatott vizet;
- felhasználható-e építési célra az adott vegyi összetételű helyi talajvíz.

## 2.2. A talajvizsgálatok sorrendje

(1) P A talajvizsgálat módszereit és mértékét az építés elképzelt típusa és terve alapján kell megválasztani, pl. az alapozás típusától, a talajjavítás módjától, a megtámasztószerkezettől, az építkezés helyétől és mélységétől függően.

(2) P Az irodai munka és a helyszíni bejárás eredményeit figyelembe kell venni a vizsgálati módszerek és a vizsgálati pontok helyének megválasztásakor. Vizsgálatokat azokon a pontokon kell végezni, amelyek jellemzőek a talaj-, a kőzet- és a talajvízviszonyok változásai szempontjából.

(3) A talajvizsgálatok általában több fázisban valósuljanak meg a koncepcionális és részletes tervezés, valamint az építés során felmerülő kérdésekhez igazodóan. A következő fázisokat tárgyalja elkülönítve a 2. fejezet:

- előzetes vizsgálatok a szerkezet elhelyezéséhez és előtervezéséhez (lásd a 2.3. szakaszt);
- tervezési vizsgálatok (lásd a 2.4. szakaszt);
- ellenőrzés és megfigyelés (lásd a 2.5. szakaszt).

MEGJEGYZÉS: E szabvány rendelkezései azon a feltételezésen alapulnak, hogy az egyik fázisra javasolt vizsgálatok eredményei már rendelkezésre állnak, mielőtt a következő fázis megkezdődik.

(4) Ha minden vizsgálatot ugyanakkor végeznek, akkor a 2.3. és 2.4. szakasz előírásait egyidejűleg kell figyelembe venni.

MEGJEGYZÉS: A talajvizsgálat különböző fázisai, beleértve a terepi munkát, valamint a talaj és a szilárd kőzet jellemzőinek értékelését, követhetik a B1. és B2. fejezet javaslatait.

## 2.3. Előzetes vizsgálatok

(1) Célszerű az előzetes vizsgálatokat úgy megtervezni, hogy azok megfelelő adatokat nyújtsanak értelemszerűen a következőkhöz:

- a helyszín általános állékonyságának és alkalmasságának megítélése;
- a helyszín alkalmasságának megítélése, összehasonlítva az alternatív helyszínekkel;
- a szerkezet megfelelő elhelyezhetőségének megítélése;
- a javasolt munkák lehetséges környezeti hatásainak értékelése, pl. a szomszédos épületek, szerkezetek, helyszínek szempontjából;
- az anyagnyerő helyek kijelölése és megismerése;
- a lehetséges alapozási módok és a talajjavítás mérlegelése;
- a tervezési és ellenőrző vizsgálatok megtervezése, beleértve a szerkezet viselkedését lényegesen befolyásoló talajkörnyezet kiterjedésének meghatározását.

(2) Kívánatos, hogy az előzetes talajvizsgálat szolgáltatson becsléseket értelemszerűen a talajkörnyezet következő adataira:

- a talaj vagy a szilárd közet fajtája és rétegződése;
- a talajvízszint helyzete vagy a pórusvíznyomás mélységbeli változása;
- a talaj vagy a közet szilárdsági és alakváltozási tulajdonságainak előzetes jellemzése;
- a talaj vagy a talajvíz esetleges olyan szennyeződése, mely veszélyes lehet az építőanyagok tartósságára.

### 2.4. Tervezési vizsgálatok

#### 2.4.1. Terepi vizsgálatok

##### 2.4.1.1. Általános elvek

(1) P Ha az előzetes vizsgálatok nem adják meg azokat az információkat, amelyek a 2.3. szakaszban említett szempontok megítéléséhez szükségesek, akkor kiegészítő vizsgálatokat kell végezni még a tervezési fázisban.

(2) A tervezési fázisban a terepi vizsgálatok értelemszerűen általában a következőkből álljanak:

- fúrások és/vagy feltárások (kutatógödrök, beleértve a kutatóárkokat, vágatokat) mintavétel céljából;
- talajvízmérések;
- terepi vizsgálatok.

(3) A terepi tevékenységek típusai pl. a következők:

- terepi vizsgálatok (pl. CPT, SPT, verőszondázás, WST, presszióméteres vizsgálatok, lapdilatométeres vizsgálatok, terhelőlapos vizsgálat, terepi nyírószondázások és áteresztőképességi vizsgálatok);
- mintavétel a talajból és a szilárd közetből a megnevezésük és laboratóriumi vizsgálatuk céljából;
- talajvízmérések a talajvíz szintjének vagy a pórusvíznyomás mélységbeli változásának és ezek ingadozásának a meghatározására;
- geofizikai vizsgálatok (pl. szeizmikus szelvényezés, földradar, ellenállásmérések és furatszelvevényezés);
- nagymodell-vizsgálatok, pl. a teherbírás vagy a mechanikai viselkedés meghatározása prototípus elemeken, mint pl. horgonyokon.

(4) A terepi vizsgálatok tervezési stratégiájának kialakításához felhasználható a 2.1. táblázat, mely tájékoztatást ad a 3. és 4. fejezetben ismertetett terepi vizsgálatok alkalmazhatóságáról.

MEGJEGYZÉS: Lásd a B2. fejezetet is.

(5) P Ha a talajban szennyezettség vagy gáz fordulhat elő, a megfelelő forrásokból információkat kell beszerezni. Ezeket az információkat figyelembe kell venni a talajvizsgálat megtervezéséhez.

2.1. táblázat: A 3. és 4. fejezetben tárgyalt terepi vizsgálatok<sup>a)</sup> alkalmazhatóságának egyszerűsített áttekintése

Terepi vizsgálati módszerek <sup>a)</sup>	A vizsgálatból nyerhető eredmények																			
	Mintavétel						Terepi vizsgálatok												Talajvízmérések	
	Talaj			Szilárd kőzet			CPT és CPTU	Pressziométer <sup>c)</sup>	rugalmas		SPT <sup>d)</sup>	DPL / DPM	DPH / DPH	WST	FVT	DMT	PLT	Nyílt rendszer	Zárt rendszer	
	A kategória	B kategória	C kategória	A kategória	B kategória	C kategória			RDT	Lapdilatométer										
Alapvető információ																				
Talajfajta	C1 F1	C1 F1	C2 F2	-	-	-	C2 F2	C3 F3	-	C3 F3	C2 F1	C3 F3	C3 F3	-	-	C2 F2	-	-	-	
A szilárd kőzet fajtája	-	-	-	R1	R1	R2	R3 <sup>e)</sup>	R3	R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A rétegek kiterjedése <sup>b)</sup>	C1 F1	C1 F1	C3 F3	R1	R1	R2	C1 F1	R3 C3 F3	R3	C3 F3	C2 F2	C1 F2	C1 F2	F2	-	C2 F1	-	-	-	
Talajvízszint	-	-	-	-	-	-	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R2 C1 F2	R1 C1 F1	
Pórusvíznyomás	-	-	-	-	-	-	C2 F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R2 C1 F2	R1 C1 F1	
Geotechnikai tulajdonságok																				
Szemcsenagyság	C1 F1	C1 F1		R1	R1	R2	-	-	-	-	C2 F1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Víztartalom	C1 F1	C2 F1	C3 F3	R1	R1	-	-	-	-	-	C2 F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Atterberg-határok	F1	F1	-	-	-	-	-	-	-	-	F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tömörség	C2 F1	C3 F3	-	R1	R1	-	C2 F2	-	-	-	C2 F2	C2	C2	-	-	C2 F2	-	-	-	
Nyírószilárdság	C2 F1	-	-	R1	-	-	C2 F1	C1 F1	-	-	C2 F3	C2 F3	C2 F3	C2	F1	C2 F1	R2 C1 F1	-	-	
Összenomhatóság	C2 F1	-	-	R1	-	-	C1 F2	C1 F1	R1	F1	C2 F2	C2 F2	C2 F2	C2	-	C2 F1	C1 F1	-	-	
Áteresztőképesség	C2 F1	-	-	R1	-	-	C3 F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C2 F3	C2 F2	
Vegyészeti vizsgálatok	C1 F1	C1 F1	-	R1	R1	-	-	-	-	-	C2 F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
a)	A megnevezésre vonatkozólag lásd a 3. és 4. fejezetet			R1 Nagy a szilárd kőzetben				R2 Közepes a szilárd kőzetben				R3 Kicsi a szilárd kőzetben								
b)	Vízszintesen és függőlegesen			C1 Nagy a durva szemcsésű talajban *)				C2 Közepes a durva szemcsésű talajban				C3 Kicsi a durva szemcsésű talajban								
c)	A pressziométer típusától függ			F1 Nagy a finom szemcsésű talajban *)				F2 Közepes a finom szemcsésű talajban				F3 Kicsi a finom szemcsésű talajban								
d)	Mintavételt is feltételezve			- Nem alkalmazható																
e)	Csak puha kőzet																			
Alkalmazhatóság:				*) A „durva szemcsésű” és „finom szemcsésű” fő talajcsoportok az ISO 14688-1 szerint értelmezendők. MEGJEGYZÉS: A talajviszonyoktól (pl. talajfajta, talajvízviszonyok) és a tervezett projekttől függően a vizsgálati módszerek megválasztása változhat, és eltérhet e táblázattól.																

(6)P Ha a talajvizsgálat során talajszennyezettséget vagy a talajban gázt észleltek, ezt jelenteni kell a megbízónak és a felelős hatóságoknak.

### 2.4.1.2. A terepi vizsgálatok programja

(1)P A terepi vizsgálatok programja foglalja magába a következőket:

- helyszínrajz a vizsgálati pontok helyével és a vizsgálatok típusaival;
- a vizsgálatok mélysége;
- a veendő minták típusai (kategória stb.), előírva azok számát és a mintavételek mélységét;
- előírás a talajvízmérésekre;
- az alkalmazandó eszköz típusai;
- az alkalmazandó szabványok.

### 2.4.1.3. A vizsgálati pontok helye és mélysége

(1)P A vizsgálati pontok helyét és a vizsgálatok mélységét az előzetes vizsgálatok alapján kell megválasztani a geológiai viszonyoktól, a szerkezet méreteitől és az ezekből adódó műszaki problémáktól függően.

(2) A vizsgálati pontok helyének megválasztásakor célszerű figyelembe venni a következőket:

- a vizsgálati pontokat úgy célszerű elrendezni, hogy az egész terület rétegződése átfogóan megítélhető legyen;
- a vizsgálatokat azokra a pontokra célszerű kijelölni, amelyek az épület vagy a szerkezet alakja, szerkezeti viselkedése és várható tehereloszlása szempontjából kritikusak (pl. az alapozási terület sarokpontjaira);
- vonalas létesítmények esetén a vizsgálati pontokat a tengelyvonalra merőlegesen, a szerkezet fő szélességi méretétől (pl. a bevágás szélességétől, a töltés lábtávolságától) függő távolságokra célszerű telepíteni;
- a rézsűkre és tereplépcsőkre (földkiemelést is beleértve) vagy azok közelébe kerülő szerkezetek esetében célszerű vizsgálati pontokat a projekt területén túl is kijelölni, úgy helyezve el azokat, hogy a rézsű vagy a bevágás állékonysága vizsgálható legyen. Horgonyok telepítése esetén ajánlatos gondosan figyelembe venni a teherviselési zónájukban várható feszültségeket is;
- a vizsgálati pontokat úgy célszerű elrendezni, hogy azok ne veszélyeztessék a szerkezetet, az építési munkát vagy a környezetet (pl. azon változások következtében, melyeket a talaj- és talajvízviszonyokban okozhatnak);
- kívánatos, hogy a tervezési vizsgálatok terjedjenek ki a szomszédos területeken is olyan távolságokig, amelyek túl a szomszédos területre káros hatás már nem várható;
- a talajvízmérési pontok kijelölésekor ajánlatos arra is gondolni, hogy a talajvizsgálathoz készített észlelőberendezések használhatók legyenek a folytatólagos észlelésekre a kivitelezés során és azt követően is.

(3) Ha a talajviszonyok viszonylag egységesek, vagy tudható, hogy a talaj szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai kielégítőek, kevesebb vizsgálati pont vagy nagyobb távköz alkalmazható. Bármelyik esetről legyen is szó, a választást ajánlatos helyi tapasztalattal alátámasztani.

(4)P Ha valamely helyen többféle vizsgálatot terveznek (pl. CPT-vizsgálat és dugattyús mintavétel), ajánlatos a vizsgálati pontokat egymástól kellő távolságban kijelölni.

(5) Kombinációk, pl. CPT-vizsgálatok és fúrások esetén a CPT-vizsgálatokat célszerű a fúrások előtt elvégezni. Távolságuk célszerűen legalább akkora legyen, hogy a fúrás ne, vagy valószínűsíthetően ne találkozzon a CPT-vizsgálat helyével. Ha a fúrást végzik el először, ajánlatos a CPT-vizsgálatot attól vízszintes értelemben legalább 2 m távolságra végezni.

(6)P A vizsgálat mélysége terjedjen ki minden olyan rétegre, amely kihat a projektre, vagy amelyre a kivitelezés hatással van. Gátak, duzzasztógátak, talajvíz alatti földkiemelések esetén, és ahol víztelenítést is végeznek, a vizsgálat mélységét a hidrogeológiai viszonyokat is figyelembe véve kell meghatározni. A rézsűket és tereplépcsőket bármely lehetséges csúszólap alatti mélységig fel kell tární.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálati pontok távolságára és a vizsgálati mélységre a B3. fejezetben közölt értékek irányadók.



#### 2.4.1.4. Mintavétel

(1) P A mintavételi kategória (lásd a 3.4.1. és a 3.5.1. szakaszt), valamint a kiemelendő minták száma a következőkön alapuljon:

- a talajvizsgálat célja;
- a helyszín geológiai adottságai;
- a geotechnikai szerkezet bonyolultsága.

(2) P A talaj azonosítása és osztályozása céljából legyen legalább egy helyen fúrás vagy kutatógödör, és abból mintavétel. Mintákat kell venni mindegyik olyan elkülönülő talajrétegből, amely befolyásolja a szerkezet viselkedését.

(3) A mintavételt terepi vizsgálat is helyettesítheti, ha van elegendő helyi tapasztalat, amelynek alapján a terepi vizsgálatok eredményei és a talajviszonyok között olyan korreláció teremthető, amely az eredmények vitathatatlanságát igazolja.

(4) A mintavétel további részletei a 3. fejezetben találhatóak.

#### 2.4.1.5. Talajvíz

(1) P A talajvízméréseket a 3.6. szakasz szerint kell megtervezni és elvégezni.

### 2.4.2. Laboratóriumi vizsgálatok

#### 2.4.2.1. Általános elvek

(1) A vizsgálati program összeállítása előtt célszerű megállapítani a helyszín várható rétegződését és kiválasztani a tervezés szempontjából lényeges rétegeket, hogy minden egyes rétegre vonatkozóan elő lehessen írni a vizsgálatok típusát és számát. A rétegazonosítást a geotechnikai feladat, annak bonyolultsága, a helyi geológiai viszonyok és a szükséges tervezési paraméterek függvényében célszerű elvégezni.

#### 2.4.2.2. A szemrevételezés és az előzetes talajszelvény

(1) A mintákat és a kutatógödröket célszerű szemrevételezni és összehasonlítani a fúrásnaplókkal, hogy így egy előzetes talajszelvényt lehessen alkotni. Talajminták esetében a szemrevételezést célszerű egyszerű, manuális vizsgálatokkal is megerősíteni a talaj azonosítása, valamint a konzisztencia és a mechanikai viselkedés elsődleges érzékelése céljából.

(2) Ha egy réteg különböző részeinek tulajdonságai között észrevehető és jelentős különbségek adódnak, az előzetes talajszelvényt ajánlatos további részekre tagolni.

(3) Ha megvalósítható, a minták minőségét a laboratóriumi vizsgálatok elvégzése előtt kell megítélni. A talajminták minőségi osztályait a 3.1. táblázat tartalmazza.

#### 2.4.2.3. Vizsgálati program

(1) P A laboratóriumi vizsgálati program összeállításakor az építés jellegét, a talaj típusát, a rétegződést, valamint a tervezési számításokhoz szükséges geotechnikai paramétereket kell figyelembe venni.

(2) A laboratóriumi vizsgálatok programja részben attól is függ, hogy van-e összehasonlítható tapasztalat. Célszerű megállapítani a szóban forgó talajokra és szilárd kőzetekre vonatkozó összehasonlítható tapasztalatok körét és minőségét. Ha vannak a közeli szerkezetek helyszíni megfigyelésére vonatkozó adatok, azokat is ajánlatos felhasználni.

(3) P A vizsgálatokat a szóban forgó réteg reprezentatív próbatestekből kell végezni. Osztályozóvizsgálatokat kell végezni annak ellenőrzésére, hogy a minták és a vizsgálati próbatestek reprezentatívak-e.

MEGJEGYZÉS: Ez iteratív módon ellenőrizhető. Első lépésben osztályozóvizsgálatokat és szilárdsági indexvizsgálatokat végeznek annyi mintán, amennyin csak lehetséges, hogy meghatározzák egy réteg indextulajdonságainak a változatosságát. Az, hogy a szilárdsági és összenyomhatósági vizsgálatokhoz használható minták mennyire reprezentatívak a rétegre, a második lépésben ellenőrizhető oly módon, hogy összehasonlítják e minták osztályozó- és szilárdsági indexvizsgálati eredményeit mindazokkal az eredményekkel, amelyeket a réteg összes osztályozó- és szilárdsági indexvizsgálatából nyertek.

(4) Ajánlatos mérlegelni, hogy a projekt geotechnikai szempontjaitól, a talaj fajtájától és változatosságától, valamint a számítási modelltől függően szükség van-e igényesebb talajvizsgálatokra és a helyszín kiegészítő vizsgálatára.

### 2.4.2.4. A vizsgálatok száma

(1) P A vizsgálandó próbatestek szükséges számát attól függően kell meghatározni, hogy mennyire homogén az altalaj, mennyi és milyen minőségű a talajra vonatkozó összehasonlítható tapasztalat, és milyen a feladat geotechnikai kategóriája.

(2) Gondolva a kritikus talajokra, a próbatestek sérülésére és egyéb tényezőkre, ha csak lehet, célszerű további próbatestekről gondoskodni.

(3) A vizsgálandó próbatestek minimális számát a vizsgálat típusától függően célszerű meghatározni.

MEGJEGYZÉS: Az egyes vizsgálati fajtákra vonatkozóan az ajánlott minimumok az L-W melléklet táblázataiból vehetők (kivéve az O és T mellékletet). E mellékletek annak ellenőrzésére is felhasználhatók, hogy a vizsgálatok terjedelme kielégítő volt-e.

(4) A vizsgálatok minimálisan szükséges száma csökkenthető, ha a geotechnikai tervet nem kell optimalizálni, és ha a tervező a talajjellemzők óvatos értékeit alkalmazza, vagy ha összehasonlítható tapasztalatra és a területre vonatkozó más információkra is támaszkodik.

### 2.4.2.5. Osztályozóvizsgálatok

(1) Talaj- és kőzetosztályozó vizsgálatokat célszerű végezni minden egyes réteg összetételének és indexjellemzőinek meghatározása céljából. Az osztályozóvizsgálathoz úgy ajánlatos a mintákat kiválasztani, hogy azok megközelítőleg egyenletesen oszoljanak el a terv szempontjából lényeges rétegek teljes területén és teljes mélységében. Ily módon az eredmények a lényeges rétegek indexjellemzőinek teljes tartományát adják.

(2) Célszerű az osztályozóvizsgálatok eredményeit felhasználni annak ellenőrzésére, hogy a vizsgálatok terjedelme kielégítő volt-e, vagy szükség van-e egy második vizsgálati szakaszra is.

(3) A különböző zavartságú talajminták esetén alkalmazható osztályozó rutinvizsgálatokat mutatja be a 2.2. táblázat. A rutinvizsgálatokat általában a talajvizsgálat minden fázisában elvégzik [lásd a 2.2. szakasz (3) bekezdését].

### 2.4.2.6. Vizsgálatok a mintákon

(1) P A vizsgálandó mintákat úgy kell kiválasztani, hogy azok öleljék fel minden egyes lényeges réteg indexjellemzőinek teljes tartományát.

(2) Feltöltés, homok- vagy kavicsrétegek esetén rekonstruált próbatestek vizsgálhatók. Kívánatos, hogy a rekonstruált próbatestek összetétele, tömörsége és víztartalma közelítőleg olyan legyen, mint az in situ anyagé.

2.2. táblázat: Talajosztályozó vizsgálatok

Paraméter	Talajfajta							
	Agyagos talaj			Iszapos talaj			Homokos, kavicsos talaj	
	A próbatest típusa			A próbatest típusa			A próbatest típusa	
	zavartalan	zavart	átgyúrt	zavartalan	zavart	átgyúrt	zavart	átgyúrt
Geológiai leírás és talajosztályozás	X	X	X	X	X	X	X	X
Víztartalom	X	(X)	(X)	X	(X)	(X)	(X)	(X)
Nedves térfogatsűrűség	X	(X)	–	X	(X)	–	–	–
Maximális és minimális térfogatsűrűség	–	–	–	(X)	(X)	(X)	X	X
Atterberg- (konzisztencia-) határok	X	X	X	X	X	X	–	–
Szemeloszlás	X	X	X	X	X	X	X	X
Drénezetlen nyírószilárdság	X	–	–	(X)	–	–	–	–
Áteresztőképesség	X	–	–	X	(X)	(X)	(X)	(X)
Érzékenység	X	–	–	–	–	–	–	–

X = meghatározásra alkalmas  
(X) = meghatározható, de nem feltétlenül jellemző  
– = nem alkalmazható

MEGJEGYZÉS: Bizonyos talajfajták esetén további vizsgálatok végzése is megfontolható, pl. a szervesanyag-tartalom, a szemcsék anyagsűrűsége, aktivitás.

(3) A geotechnikai számításokhoz szükséges jellemzők meghatározására szolgáló laboratóriumi vizsgálatokat a 2.3. táblázat tartalmazza.

(4) A kőzetminták alkalmas laboratóriumi rutinvizsgálatai, melyek alapot szolgáltatnak a szilárd kőzet anyagának jellemzéséhez, a következők:

- geológiai osztályozás;
- a sűrűségi jellemzők ( $\rho$ ) meghatározása;
- a víztartalom ( $w$ ) meghatározása;
- a porozitás ( $n$ ) meghatározása;
- az egyirányú nyomószilárdság ( $\sigma_c$ ) meghatározása;
- a Young-modulus ( $E$ ) és a Poisson-tényező ( $\nu$ ) meghatározása;
- pontterheléses szilárdsági indexvizsgálat ( $I_{s,50}$ ).

(5) A szilárd kőzetek magmintáinak osztályozása általában magában foglalja a geológiai leírást, a magkihozatalt, a tagoltsági értéket (RQD), a szilárdulás, a töredezettség, a mállottság és a repedezettség mértékét. A szilárd kőzetekre a 2.4.2.6. szakasz (4) bekezdésében említett rutinvizsgálatokon túlmenően más vizsgálatok is választhatók különféle célokra, pl. a szemcsék sűrűségének vizsgálata, a hullámterjedés sebességének vizsgálata, a brazilvizsgálat, a kőzetek és tagoló felületek nyírószilárdságának vizsgálata, az időállósági vizsgálatok, a duzzadási vizsgálatok és a kopásállósági vizsgálatok.

(6) A kőzettömegek tulajdonságai, beleértve a rétegzettséget, a repedezettséget vagy a tagoltságot, közvetett módon vizsgálhatók kompressziós vizsgálattal vagy a határfelületek mentén végzett nyírószilárdsági vizsgálattal. Gyenge kőzeteken kiegészítésként végezhető terepi vizsgálatok vagy tömbmintákon laboratóriumi nagymodell-kísérletek.

2.3. táblázat: Laboratóriumi vizsgálatok a geotechnikai jellemzők meghatározására

Geotechnikai jellemző	Talajfajta					
	kavics	homok	iszap	normálisan konszolidált agyag	túlkonszolidált agyag	tőzeg, szerves agyag
Ödométeres modulus ( $E_{oed}$ ); Kompressziós index ( $C_c$ ); [egydimenziós összenyomhatóság]	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)
Young-modulus ( $E$ ); Nyírási modulus ( $G$ )	TX	TX	TX	TX	TX	TX
Drénezett (hatékony) nyírószilárdság ( $c'$ ), ( $\varphi'$ )	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB
Reziduális nyírószilárdság ( $c'_R$ ), ( $\varphi'_R$ )	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)
Drénezetlen nyírószilárdság ( $c_u$ )	–	–	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT
Nedves térfogatsűrűség ( $\rho$ )	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD
Konszolidációs tényező ( $c_v$ )			OED TX	OED TX	OED TX	OED TX
Áteresztőképesség ( $k$ )	TXCH PSA	TXCH PSA	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)

– = nem alkalmazható.  
( ) = csak részlegesen alkalmazható; a részletekre nézve lásd az 5. fejezetet.

A laboratóriumi vizsgálatok rövidítése:

BDD a térfogatsűrűség meghatározása  
DSS egyszerű közvetlen nyíróvizsgálat  
OED ödométeres vizsgálat  
PTF áteresztőképességi vizsgálat változó víznyomásos készülékkel  
PTC áteresztőképességi vizsgálat állandó víznyomásos készülékkel  
RS környírás (körgyűrűs nyíróvizsgálat)  
SB dobozos nyíróvizsgálat  
SIT szilárdsági indexvizsgálatok (általában csak az előzetes fázisban használatosak)  
PSA szemeloszlási vizsgálat  
TX triaxiális vizsgálat  
TXCH áteresztőképességi vizsgálat állandó víznyomásos triaxiális cellában (vagy flexibilis falú készülékben)

## 2.5. Ellenőrzés és megfigyelés

(1)P Számos ellenőrzést és kiegészítő vizsgálatot kell végezni a kivitelezés és a projekt megvalósítása során, ha szükséges, annak ellenőrzésére, hogy a talajviszonyok megegyeznek-e a tervezési vizsgálatok során megállapítottakkal, és hogy a helyszínre szállított építési anyagok és a kivitelezési munkák megfelelnek-e a fel-tételezetteknek vagy az előírtaknak.

MEGJEGYZÉS: Lásd az EN 1997-1:2004 4. fejezetét is.

(2)P A következő ellenőrző műveleteket kell elvégezni:

- a talajrétegződés ellenőrzése a földkiemeléskor;
- a munkagödör fenekének szemrevételezése.

(3) A következő általános ellenőrző mérések végezhetőek:

- a talajvíz vagy a pórusvíznyomás szintjének és ingadozásának mérése;
- a szomszédos szerkezetek, közművek vagy mérnöki szerkezetek viselkedésének mérése;
- az épülő szerkezet viselkedésének mérése.

MEGJEGYZÉS: Az ellenőrzés és a megfigyelés akkor különösen fontos, ha a megfigyeléses módszert alkalmazzák (lásd az EN 1997-1:2004 2.7. szakaszát).

(4)P Az ellenőrzések eredményeit össze kell állítani, jelentésbe kell foglalni, és össze kell vetni a terv követelményeivel. Az ezekből levont következtetések alapján kell meghozni a döntéseket.

### 3. Mintavétel talajból és szilárd kőzetből, talajvízmérések

#### 3.1. Általános elvek

(1)P A fúrásokból és a feltárásokból való talaj- és kőzetmintavételt, továbbá a talajvízméréseket körültekintően kell végezni, hogy a geotechnikai tervezéshez szükséges adatok megállapíthatók legyenek.

#### 3.2. Mintavétel fúrással

(1)P A fúróberendezést a következőkhöz igazodva kell megválasztani:

- a megkövetelt mintavételi kategóriák a 3.4.1. és 3.4.5. szakasz szerinti értelmezésben;
- az elérendő mélység és a minták megkövetelt átmérője;
- a fúróberendezés megkövetelt funkciója, pl. a fúrási jellemzők regisztrálása, automatikus vagy kézi vezérlés.

(2)P Be kell tartani az EN ISO 22475-1 követelményeit.

#### 3.3. Mintavétel nyílt feltárásokból

(1)P Ha a mintákat kutatógödörökből, vágatokból vagy tárókból veszik, be kell tartani az EN ISO 22475-1 követelményeit.

#### 3.4. Talajmintavétel

##### 3.4.1. A mintavételi módszerek kategóriái és a minták laboratóriumi minőségi osztályai

(1)P A mintáknak tartalmazniuk kell azon rétegek minden ásványi összetevőjét, amelyekből vették őket. Nem szabad szennyeződniük más réteg anyagával vagy a mintavételi eljáráshoz használt bármilyen anyaggal.

(2)P A minta megkívánt minőségétől függően (lásd a 3.1. táblázatot) a mintavételi módszerek következő három kategóriájának alkalmazását kell megfontolni (EN ISO 22475-1):

- A kategóriájú mintavételi módszerek: 1–5. minőségi osztályú minták nyerhetők;
- B kategóriájú mintavételi módszerek: 3–5. minőségi osztályú minták nyerhetők;
- C kategóriájú mintavételi módszerek: csak 5. minőségi osztályú minták nyerhetők.

(3) 1. és 2. minőségi osztályú minták csak az A kategóriájú mintavételi módszerek alkalmazásával nyerhetők. Ezeket azért választják, hogy valóban 1. és 2. minőségi osztályú mintákat nyerjenek, melyekben a mintavétel vagy a minták kezelése során a talajszerkezet semmilyen, vagy csak nagyon csekély zavarást szenved el. A talaj víztartalma és hézagtelítettség tehát megfelel az in situ állapotnak. Nincs változás a talaj összetevőiben vagy vegyi összetételében sem. Bizonyos előre nem látott körülmények, pl. a földtani rétegzettség változatossága, a kapott minta alacsonyabb minőségi osztályba sorolását eredményezhetik.

(4) A B kategóriájú mintavételi módszerek használata kizárja, hogy a 3.-nál jobb minőségi osztályú mintát nyerjenek. Ezeket azért választják, hogy olyan mintákat nyerjenek, amelyek az in situ talaj összes összetevőjét eredeti arányban tartalmazzák, és megtartják a természetes víztartalmukat. Felismerhető a különböző talajrétegek és összetevőik általános elrendeződése. A mintában a talaj in situ szerkezete zavart lesz. Bizonyos előre nem látott körülmények, pl. a földtani rétegzettség változatossága, a kapott minta alacsonyabb minőségi osztályba sorolását eredményezhetik.

(5) A C kategóriájú mintavételi módszerek használatával az 5. osztályúnál jobb minták nem vehetők. A mintában a talaj szerkezete teljesen zavart. A különböző talajrétegek vagy összetevők eredeti elrendeződése annyira megváltozik, hogy az in situ rétegek pontosan nem azonosíthatók. A minta víztartalma nem felel meg azon réteg víztartalmának, amelyből vették.

(6) P A laboratóriumi vizsgálatok céljára vett talajmintákat öt minőségi osztályba sorolják azon tulajdonságok alapján, melyekről azt feltételezik, hogy változatlanok maradtak a mintavétel, a kezelés, a szállítás és a tárolás során. Az osztályok a 3.1. táblázatban vannak megadva az alkalmazandó mintavételi kategóriákkal együtt.

**3.1. táblázat: A laboratóriumi vizsgálatok céljára vett talajminták minőségi osztályai és az alkalmazandó mintavételi kategóriák**

Talajtulajdonságok / minőségi osztály	1.	2.	3.	4.	5.
Változatlan talajtulajdonságok:					
szemcsenagyság	*	*	*	*	
víztartalom	*	*	*		
tömörség, tömörségi index, áteresztőképesség	*	*			
összenyomhatóság, nyírószilárdság	*				
Mely tulajdonságok határozhatók meg:					
rétegződés	*	*	*	*	*
vastag rétegek határai	*	*	*	*	
vékony rétegek határai	*	*			
Atterberg-határok, anyagsűrűség, szervesanyag-tartalom	*	*	*	*	
víztartalom	*	*	*		
tömörség, tömörségi index, porozitás, áteresztőképesség	*	*			
összenyomhatóság, nyírószilárdság	*				
Mintavételi kategória az EN ISO 22475-1 szerint	A				
	B				
				C	

### 3.4.2. A talaj azonosítása

(1) P A talajoknak a kapott minták vizsgálatán alapuló azonosítása feleljen meg az EN ISO 14688-1-nek.

### 3.4.3. A talajmintavétel megtervezése

(1) P A veendő minták minőségi osztályát és számát a talajvizsgálat céljától, a hely geológiai viszonyaitól, a geotechnikai szerkezet és a kivitelezés bonyolultságától függően kell megtervezni.

(2) A fúrásos mintavétel esetében kétféle stratégia követhető:

- fúrás azzal a céllal, hogy a teljes talajoszlopot feltárják: folyamatos mintavétel a fúróeszközzel fúrás közben, illetve mintavétel meghatározott mélységekben a furat alján különleges mintavevőkkel;
- fúrás csak előre meghatározott mélységekben való mintavétellel, pl. elkülönítetten végrehajtott penetrációs vizsgálatok esetén.

(3) P A mintavételi kategóriák kiválasztásához a megkívánt laboratóriumi minőségi osztályokat a 3.1. táblázatban részletezettek szerint, továbbá a várható talajfajtákat és a talajvízviszonyokat kell figyelembe venni.

(4) P Az EN ISO 22475-1 követelményeit kell betartani, amikor kiválasztják a fúrási vagy feltárási módszert és azt a mintavételi eszközt, amelyik megfelel az előírt talajmintavételi kategóriának.

MEGJEGYZÉS: Tökéletesen zavartalan minták vétele gyakorlatilag lehetetlen, egyebek között a mintavételi eljárás során okozott mechanikai zavarás és a mintavétel közben elkerülhetetlenül bekövetkező feszültségcsökkenés miatt. E tényezőknek a zavarás mértékére kifejtett hatása függ az alkalmazott mintavételi kategóriától és attól a talajtól, amelyből a mintát veszik. A talajfajta döntően befolyásolja az azonos mintavételi módszerrel vett minták zavartságának mértékét. Így az érzékeny talajok könnyebben zavarttá válnak, míg a kevésbé érzékeny talajok, pl. a legtöbb merev agyag esetén nincs szükség túlzottan szigorú módszere ahhoz, hogy eléggé zavartalan mintákat lehessen venni. Más részről viszont minden feladat más-más pontosságot követel meg az alkalmazandó talajjellemzők vonatkozásában. Következésképpen a mintavételi program előkészítése során az előzőekben említett tényezőket ajánlatos figyelembe venni, hogy megállapítsák azt a zavartsági fokot, amely még elfogadható, és azt a mintavételi módszert, amelyre ehhez szükség van.

(5) Bizonyos projektek esetén szükség lehet speciális mintavételi eszközökre és módszerekre azokon a mintavételi kategóriákon belül, amelyeket a 3.4.1. szakasz értelmez. Ilyen pl. az az eset, amikor az összenyomódási modulust (a merevséget) a kis alakváltozások tartományára vonatkozóan kell zavartalan mintákon meghatározni.

(6) P A veendő minták méretei legyenek összhangban a talaj fajtájával, valamint az elvégzendő vizsgálatok számával és típusával.

MEGJEGYZÉS: Lásd az 5. fejezetet, valamint az L, M, N, P, Q, R és S mellékletet.

(7) Célszerű mintát venni minden rétegváltásnál és az előírt mélységközökben, rendszerint 3 m-nél nem ritkábban. Heterogén talajban, vagy ha a talajviszonyok részletes meghatározására van szükség, ajánlatos folyamatos mintavétellel fúrni, vagy nagyon sűrűn venni a mintákat.

### 3.4.4. A minták kezelése, szállítása és tárolása

(1) P A mintákat az EN ISO 22475-1 szerint kell kezelni, szállítani és tárolni.

MEGJEGYZÉS: A laboratóriumi kezelésre és tárolásra vonatkozólag lásd az 5. fejezetet.

## 3.5. Mintavétel szilárd kőzetből

### 3.5.1. A mintavételi módszerek kategóriái

(1) P A mintáknak tartalmazniuk kell azon rétegek minden ásványi összetevőjét, amelyekből azokat vették. Nem szabad szennyeződniük más réteg anyagával vagy a mintavételi eljáráshoz használt bármilyen anyaggal.

(2) P A tagoltság és a kőzettömegben emiatt lévő kitöltőanyagok gyakran meghatározzák az anyag egészének szilárdsági és alakváltozási jellemzőit. A tagoltsági jellemzőket a mintavételi műveletek során a lehető legpontosabban fel kell tárni, ha ezeket a tulajdonságokat meg kell határozni.

(3) P A minta minőségétől függően a mintavételi módszerek következő három kategóriáját kell figyelembe venni (lásd az EN ISO 22475-1-et):

- A kategóriájú mintavételi módszerek;
- B kategóriájú mintavételi módszerek;
- C kategóriájú mintavételi módszerek.

(4) Az A kategóriájú mintavételi módszerek alkalmazásával az a cél, hogy olyan mintákat nyerjenek, melyekben a kőzet szerkezete a minta vétele vagy kezelése során semmilyen vagy csak csekély zavarást szenved el. A kőzetminta szilárdsági és alakváltozási jellemzői, víztartalma, tömörsége, porozitása és áteresztőképessége tehát megfelel az in situ állapotnak. Nincs változás a kőzettömeg összetevőiben vagy vegyi összetételében sem. Bizonyos előre nem látott körülmények, pl. a földtani rétegzettség változatossága a kapott minta alacsonyabb minőségi osztályba sorolását eredményezhetik.

(5) A B kategóriájú mintavételi módszerek alkalmazásával az a cél, hogy olyan mintákat nyerjenek, amelyek az in situ kőzettömeg valamennyi összetevőjét eredeti arányban tartalmazzák, és amelyek darabjaik szilárdsági és alakváltozási tulajdonságait, víztartalmukat, tömörségüket és porozitásukat megőrzik. A B kategóriájú mintavételi módszert alkalmazva azonosítható a kőzettömeg tagoló felületeinek általános elrendeződése. A mintában a kőzettömeg in situ szerkezete zavart lesz, és emiatt zavartak a kőzettömeg egészének in situ szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai, víztartalma, tömörsége, porozitása és áteresztőképessége is. Bizonyos előre nem látott körülmények, pl. a földtani rétegzettség változatossága a kapott minta alacsonyabb minőségi osztályba sorolását eredményezhetik.

(6) A C kategóriájú mintavételi módszer a kőzettömeg szerkezetének és tagoltságának teljes megzavarásához vezet. A kőzetminta anyaga összetöredezhet. A kőzettömeg összetevői és vegyi összetétele megváltozhatnak. A kőzet fajtája, alapanyaga, szövete, szövetszerkezete azonosítható.

### 3.5.2. A szilárd kőzet azonosítása

(1) P A szilárd kőzet szemrevételezéses azonosítása a kőzettömeg és a minták vizsgálatán alapuljon, beleértve a bomlottságra és a tagoló felületekre vonatkozó mindennemű megfigyelést. Az azonosítás feleljen meg az EN ISO 14689-1-nek.

(2) P A mállottság osztályozását a geológiai folyamatokkal kell kapcsolatba hozni, és az terjedjen ki az üde kőzettől a talajjá bomlás fokozatáig. Az osztályozás feleljen meg az EN ISO 14689-1:2003 4.2.4. és 4.3.4. szakasza szerinti előírásoknak.

(3)P A tagoltságot, pl. a réteglapokat, tagoló felületeket, repedéseket, hasadékokat és vetőket, az alakzat, a tagoltságköz és a dőlés tekintetében mennyiségileg kell egyértelmű kifejezéseket alkalmazva jellemezni. A mennyiségi meghatározás feleljen meg az EN ISO 14689-1:2003 4.3.3. szakasza szerinti előírásoknak.

(4)P A tagoltsági értéket (RQD), a teljesmag-kihozatalt (TCR) és az épmag-kihozatalt (SCR) az EN ISO 22475-1 szerint kell meghatározni.

### 3.5.3. A kőzetmintavétel megtervezése

(1)P A veendő minták jellemzőit és számát a terület vizsgálatának céljától, a terület geológiai viszonyaitól, a geotechnikai szerkezet és a tervezett kivitelezés bonyolultságától függően kell meghatározni.

(2)P A mintavételi módszer előírandó kategóriáját a 3.5.1. szakasz szerint megőrzendő kőzetjellemzőktől, valamint a várható kőzet- és talajvízviszonyoktól függően kell megválasztani.

(3)P A fúrási vagy feltérési módszerek és a mintavevő eszköz megválasztásakor az EN ISO 22475-1 követelményeit kell betartani.

(4) Adott projekt esetén szükség lehet speciális mintavételi eszközökre és módszerekre azokon a mintavételi kategóriákon belül, amelyeket a 3.5.1. szakasz értelmez.

### 3.5.4. A minták kezelése, szállítása és tárolása

(1)P A mintákat, a vételük és a szemrevételezésük után, az EN ISO 22475-1 szerint kell megőrizni, kezelni és tárolni.

## 3.6. Talajvízmérések talajokban és szilárd kőzetekben

### 3.6.1. Általános elvek

(1)P A talajvízméréseket a 2.1.4. szakasz szerint kell végezni.

(2)P Talajokban és kőzetekben a talajvíztükör szintjét vagy a pórusvíz nyomását az altalajba telepített nyílt vagy zárt talajvízszint-észlelő rendszerek segítségével kell meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A 3.6. szakasz előírásai vonatkoznak az atmoszférikus nyomáshoz viszonyítva pozitív pórusvíznyomás mérésére is. A negatív pórusvíznyomás mérése e szabványnak nem tárgya.

### 3.6.2. A mérések megtervezése és terjedelme

(1)P A talajvízméréseket és a vízmintavételt értelemszerűen az EN ISO 22475-1 szerint kell végezni.

(2)P A talajvízszint mérésére alkalmazandó eszköz típusát a talaj fajtájától és áteresztőképességétől, a mérés céljától, a megkívánt megfigyelési időtartamtól, a talajvíz várható ingadozásától, valamint a berendezés és a talaj reakcióidejétől függően kell megválasztani.

(3) A talajvíz nyomásának mérésére két fő módszer van: a nyílt és a zárt rendszer. A nyílt rendszer esetén a talajvíz piezometrikus szintjét megfigyelőkútban mérik, melyben rendszerint egy nyitott végű cső van. Zárt rendszer esetén a talajvíz nyomását a meghatározott pontokon nyomásérzékelőkkel közvetlenül mérik.

(4) A nyílt rendszerek leginkább a viszonylag nagy áteresztőképességű (víztartó és vízszállító) talajok és szilárd kőzetek, pl. homok, kavics vagy erősen repedezett kőzet esetében alkalmasak. A kis áteresztőképességű talajok és kőzetek esetében a mérések értelmezése félrevezető lehet a mérőcső lassú feltöltődése, illetve ürülése miatt. Nyílt rendszerek esetében ez a késleltetés csökkenthető egy kis átmérőjű csőhöz csatlakozó szűrőcsúcs használatával.

(5) A zárt rendszerek minden talaj- vagy kőzetfajta esetében alkalmazhatók. Ezek használata a nagyon kis áteresztőképességű (vízzáró) talajokban és kőzetekben, pl. agyagban vagy kevésbé repedezett kőzetben ajánlatos. Zárt rendszer használata javasolható nagyon nagy artézi víznyomás esetén is.

(6)P Ha nagyon rövid időtartamú ingadozásokat vagy a pórusvíznyomás gyors változásait kell megfigyelni, akkor minden talaj- és kőzetfajta esetében vagy folyamatos észlelés szükséges, vagy jeladókat és adatgyűjtőket kell alkalmazni.

(7)P Ha nyílt tükrű víz van a vizsgálati területen belül vagy annak közelében, akkor a talajvízszint-észlelések értelmezésekor ennek vízszintjét is figyelembe kell venni. Meg kell adni továbbá a kutak vízszintjeit, a források előfordulását és az artézi vizet is.



- (8)P A mérőállomások számát, helyét és mélységét a mérés céljától, a topográfiától, a rétegződéstől és a talajviszonyoktól, különösen a talaj vagy az ismert vízadó rétegek áteresztőképességétől függően kell megválasztani.
- (9)P Bizonyos munkák, pl. talajvízszint-süllyesztés, földkiemelés, feltöltés, alagút megfigyelése esetén a mérőállomás helyét a megfigyelendő változások várható tartományát figyelembe véve kell megválasztani.
- (10) Összehasonlításként ajánlatos mérni a talajvíz természetes ingadozását a szóban forgó munka által befolyásolt területen kívül is, ha ez lehetséges.
- (11)P Azért, hogy a talaj- vagy kőzetréteg vizsgálendő pontjában az ottani pórusvíznyomást hűen tükröző adatokat mérhessünk, az EN ISO 22475-1 előírásaival összhangban gondoskodni kell arról, hogy a mérési pont kellően el legyen szigetelve más rétegektől vagy vízszállító zónáktól.
- (12)P Egy adott projekt esetén az észlelések számát és gyakoriságát, valamint a mérési periódus időtartamát a mérések céljától és a stabilizálódási időtartamtól függően kell megtervezni.
- (13) Egy kezdeti időtartam után célszerű az alkalmazott kritériumokat az addigi észlelések tényleges változásainak megfelelően módosítani.
- (14)P Ha a talajvíz ingadozásait kell megállapítani, a méréseket a jellemzendő természetes ingadozásánál rövidebb időközönként, és kellően hosszú ideig kell végezni.
- (15) A fúrás munka során a munkanap végén és a következő munkanap kezdetén (a fúrás újratekercelése előtt) észlelhető vízszintek jól jellemzik a talajvízviszonyokat, ezért ezeket érdemes rögzíteni. Rögzíteni kell továbbá a fúrás közbeni hirtelen vízbetöréseket vagy vízelszökéseket is, mivel ezek további hasznos információkat szolgáltathatnak.
- (16) A helyszín vizsgálatának első fázisaiban egyes furatok elláthatók szűrőzött, perforált, nyitott végű bélés-csővekkel. A következő napok vízszintészlelései előzetes tájékoztatást adnak a talajvízviszonyokra, de a 3.6.2. szakasz (4) bekezdésében említettek miatt csak korlátozott mértékben. Ajánlatos figyelembe venni a különböző vízszállító rétegek összekapcsolódásából adódó veszélyt, valamint minden erre vonatkozatható környezetvédelmi szabályozást.

### 3.6.3. A talajvízmérési eredmények értékelése

- (1)P A talajvízmérések értékelésekor figyelembe kell venni a terület geológiai és geotechnikai viszonyait, az egyes mérések pontosságát, a pórusvíznyomás időbeli ingadozását, a megfigyelés időtartamát, a mérési időszakot, valamint az időjárási viszonyokat a mérési időszak alatt és előtt.
- (2)P A talajvízmérések feldolgozott eredményeinek tartalmazniuk kell a vízszint vagy a pórusvíznyomás észlelt maximumát és minimumát, valamint a megfelelő mérési időszakot.
- (3)P Ha lehetséges, felső és alsó határokat kell származtatni a mért értékekből mind a szélsőséges, mind a szokványos körülményekre vonatkozóan, hozzáadva vagy levonva a várható ingadozást vagy annak egy redukált értékét a szélsőséges vagy a szokványos körülményekhez tartozó értékhez. Az ilyen jellegű mérések esetén – a hosszabb időszakokra vonatkozó megbízható adatok gyakori hiánya miatt – az így leszámaztatott értékeket szükségszerűen csak korlátozott információkon alapuló óvatos becslésnek szabad tekinteni.
- (4) A terepi vizsgálatok során és a talajvizsgálati jelentésben célszerű értékelni annak szükségességét, hogy végezzenek-e további méréseket vagy telepítsenek-e további mérőállomásokat.

MEGJEGYZÉS: A C melléklet mutat egy példát a talajvízviszonyok olyan statisztikai értékelésére, amely akkor alkalmazható, ha rendelkezésre áll egy, a térségben lévő talajvízészlelő kút hosszú időtartamú adatsora, a szóban forgó területen pedig csak rövid idejű méréseket végeztek.

## 4. Talajok és szilárd kőzetek terepi vizsgálata

### 4.1. Általános elvek

- (1)P Ha terepi vizsgálatokat végeznek, akkor még feltárásokból vagy fúrásokból is kell mintákat venni, hogy a talaj rétegződéséről információkat lehessen szerezni, és hogy a tervezési eljárásokhoz geotechnikai paramétereket vagy közvetlen bemenőadatokat lehessen megállapítani (lásd az EN 1997-1:2004 3.3. szakaszát is).
- (2)P A terepi vizsgálatokat a következő általános szempontokat figyelembe véve kell megtervezni:

- geológia / talajrétegződés;
- a szerkezet típusa, a feltételezhető alapozás és a kivitelezés során várható tevékenységek;
- a szükséges geotechnikai paraméterek fajtái;
- az alkalmazandó tervezési mód.

(3) A vizsgálatokat vagy azok kombinációit ajánlatos az EN ISO 22476 egyes részeiben és az e fejezetben ismertetett következő típusok közül megválasztani:

- nyomószondázás;
- presszióméteres és dilatóméteres vizsgálat;
- SPT-vizsgálat;
- verőszondázás;
- fúrószondázás;
- terepi nyírószondázás;
- lapdilatóméteres vizsgálat;
- terhelőlapos vizsgálat.

A 2.1. táblázat széleskörű áttekintést ad e vizsgálatoknak a különböző talajviszonyok esetében lehetséges alkalmazásáról.

(4) Egyéb nemzetközileg elfogadott kiegészítő vizsgálatok, pl. geofizikai módszerek is alkalmazhatók.

## 4.2. Általános követelmények

### 4.2.1. Az egyedi vizsgálati program megtervezése

(1)P A 2.3. szakaszban közölt ajánlásokon, valamint a 2.4. szakaszban és 4.1. szakasz (2) bekezdésében leírt követelményeken felül még a következőket is meg kell adni:

- a várható talajszelvény;
- a vizsgálat szükséges mélysége;
- a térszín magassága és a talajvíz szintje, ha van.

(2)P A talajvizsgálati program megtervezése során a vizsgálóberendezést és a terepi vizsgálatok típusát úgy kell kiválasztani, hogy azok a tervezési célnak műszaki és gazdasági szempontból legjobban megfeleljenek.

MEGJEGYZÉS: Lásd a 2.1. táblázatot és a B2. fejezetet.

### 4.2.2. Kivitelezés

(1)P Az e fejezetben szereplő vizsgálatok eszközei és eljárásai feleljenek meg az EN ISO 22476-1, az EN ISO 22476-8, az EN ISO 22476-9, az EN ISO 22476-12 és az EN ISO 22476-13 előírásainak.

MEGJEGYZÉS: A fúrószondázás és a lapdilatóméteres vizsgálat végrehajtására, bemutatására és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 22476-10, illetve a CEN ISO/TS 22476-11 műszaki előírásban található.

(2)P Ha a folyamatban lévő vizsgálatok eredményei ellentmondanak a vizsgált helyre és/vagy a vizsgálat céljára vonatkozó kezdeti információknak (lásd a 2. fejezetet), kiegészítő intézkedéseket kell megfontolni, melyek lehetnek pl.

- további vizsgálatok;
- áttérés más vizsgálati módszerekre.

(3) Ha a kívánt vizsgálati mélységet nem érték el, a megbízót azonnal tájékoztatni kell.

### 4.2.3. Értékelés

(1)P A terepi vizsgálatok eredményeinek értékelésekor, különösen a geotechnikai jellemzőknek/tényezőknél az eredményekből való leszámaztatása tekintetében, a talajviszonyokra vonatkozó minden további információt figyelembe kell venni.

(2)P A 3. fejezet szerinti fúrásos és feltárásos mintavételek eredményeinek rendelkezésre kell állniuk, és azokat fel is kell használni a vizsgálati eredmények értékeléséhez.

(3)P A vizsgálati eredmények értékelésekor tekintetbe kell venni a mért paramétereket feltehetően befolyásoló geotechnikai és eszközhatásokat. Ha egy talaj- vagy kőzetformáció anizotrop, figyelmet kell fordítani arra, hogy a terhelés iránya miként viszonyul az anizotrópiához.

(4)P Ha a geotechnikai paraméterek/tényezők lezármaztatására korrelációkat használnak, azok alkalmasságát minden egyes projekt esetében meg kell vizsgálni.

(5)P A D–K melléklet használatakor meg kell győződni arról, hogy a vizsgálandó terület talajviszonyai (talajfajta, egyenlőtlenségi mutató, konzisztenciaindex stb.) összeférhetőek-e az adott korreláció peremfeltételeivel. Ha vannak, akkor a helyi tapasztalatokat kell felhasználni ennek igazolására.

1. MEGJEGYZÉS: A D–K melléklet ad példát a származtatott értékek meghatározására szolgáló korrelációkra és a vizsgálati eredményeknek a tervezési eljárásban való felhasználására.

2. MEGJEGYZÉS: Az X3. fejezet példákat mutat olyan korrelációkra, melyekkel vizsgálati eredményekből származtatott értékek nyerhetők, és ismerteti a vizsgálati eredményeknek a tervezésben való közvetlen felhasználását is.

### 4.3. Nyomószondázás és pórusvíznyomás-mérési nyomószondázás (CPT, CPTU)

#### 4.3.1. Célok

(1) A nyomószondázás (CPT) célja annak meghatározása, hogy mekkora a talaj és a gyenge kőzet ellenállása egy kúp behatolásával szemben, és hogy mekkora a helyi palástsűrűlőds.

(2)P A CPT-vizsgálat abból áll, hogy egy toldható elemekből álló nyomórúd segítségével egy kúpos szondát nyomnak függőlegesen a talajba. A kúpos szondát állandó behatolási sebességgel kell a talajba nyomni. A kúpos szonda egy csúcsból, és ahol a mérés megkívánja, egy hengeres szárból vagy sűrűlő palástból áll. Mért kell a csúcs behatolási ellenállását ( $q_c$ ), és ahol helyénvaló, a sűrűlő paláston a helyi sűrűlőds.

(3)P Elektromos CPT-vizsgálat esetén minden jellemzőt a kúpos szondában levő érzékelőkkel kell mérni.

(4) Mechanikus CPT-vizsgálat esetén a méréseket általában a felszínen végzik.

(5) A pórusvíznyomás-mérési CPT-vizsgálat (CPTU) olyan elektromos CPT-vizsgálat, melynek részeként egy külön eszköz méri a behatolás során a szondacsúcs szintjén keletkező pórusvíznyomást.

(6) A CPTU-vizsgálat eredményeit főként a talajszelvény meghatározására használják a fúrásokból és a feltárásokból a 3. fejezet szerint vett mintákból nyert eredményekkel együtt, vagy összevetve más terepi vizsgálatokkal.

(7) Az eredmények felhasználhatók geotechnikai paraméterek, mint pl. talajok és puha kőzetek szilárdsági vagy alakváltozási jellemzőinek meghatározására is, feltéve, hogy a kőzetben a behatolás lehetséges, felhasználhatók továbbá a tervezési eljárások közvetlen bemenőadataiként általában a durva és a finom szemcséjű talajok, de esetlegesen más üledékek esetében is.

(8) Az eredmények felhasználhatók cölöpök hosszának, nyomási és húzási ellenállásának meghatározására, vagy a síkalapok méreteinek megállapítására is.

#### 4.3.2. Sajátos követelmények

(1)P A vizsgálatot olyan módszerrel kell végezni és értékelni, amely összhangban van az elektromos CPT- és CPTU-vizsgálatokra vonatkozó EN ISO 22476-1, vagy a mechanikus CPT-vizsgálatokra vonatkozó EN ISO 22476-12 követelményeivel.

(2)P Egy projekt vizsgálati programjának megtervezésekor a 4.2.1. szakaszban megadott követelményeken túlmenően a következőkről kell még dönteni:

- a nyomószondázás előírt típusa az EN ISO 22476-1 vagy az EN ISO 22476-12 szerint;
- a pórusvíznyomás disszipációs vizsgálatának mélysége és időtartama, ha végeznek ilyet.

(3)P Az EN ISO 22476-1 vagy az EN ISO 22476-12 követelményeitől való bármilyen eltérést indokolni és jelenteni kell. Főként az eredményeket befolyásoló hatásukat kell taglalni.

#### 4.3.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A 4.2. szakasz követelményein túl az EN ISO 22476-1 vagy az EN ISO 22476-12 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

(2)P A vizsgálati eredmények értékelésekor figyelembe kell venni a nyomószondázási ellenállást feltehetően befolyásoló geotechnikai hatásokat, pl. agyagok esetében a pórusvíznyomás hatásával korrigált csúcseellenállást ( $q_t$ ) kell az értékeléshez felhasználni.

#### 4.3.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

##### 4.3.4.1. Síkalapok talajtörési ellenállása és süllyedése

(1)P Ha síkalap talajtörési ellenállását vagy süllyedését CPT-vizsgálat eredményeiből kívánják megállapítani, akkor vagy szemempirikus, vagy analitikus tervezési eljárást kell alkalmazni.

MEGJEGYZÉS: Lásd pl. az EN 1997-1:2004 D vagy F mellékletét.

(2)P Szemempirikus módszerek alkalmazásakor számításba kell venni a módszer valamennyi sajátosságát.

MEGJEGYZÉS: Ha pl. a síkalap süllyedését CPT-eredményeken alapuló szemempirikus módszerrel határozzák meg (lásd a D3. fejezetet), akkor ebben a  $q_c$ -ből csak a példa szerint származtatott Young-modulust használhatják.

(3) Ha a talajtörési ellenállást az EN 1997-1:2004 D mellékletében példaként bemutatott analitikus módszerrel határozzák meg, akkor ahhoz a kötött talajok drénezetlen nyírószilárdsága ( $c_u$ ) a CPT-vizsgálatból a következőképpen származtatható:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k} \quad (4.1.)$$

illetve a CPTU esetében:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} \quad (4.2.)$$

ahol

$q_c$  a szonda csúcsellenállása,

$q_t$  a szondának a pórusvíznyomás hatásával korrigált csúcsellenállása,

$N_k$  és  $N_{kt}$  a helyi tapasztalatból vagy megbízható korrelációkból becsült tényezők,

$\sigma_{v0}$  a vizsgált mélységben működő kezdeti teljes függőleges feszültség.

(4) Ha a talajtörési ellenállást az EN 1997-1:2004 D mellékletében példaként bemutatott analitikus módszerrel számítják, akkor ahhoz a nyírési ellenállás szöge ( $\varphi$ ) meghatározható a szonda csúcsellenállásából ( $q_c$ ) is, helyi tapasztalat alapján, figyelembe véve a mélységi hatást is, ha szükséges.

1. MEGJEGYZÉS: A D1. fejezet mutat példát arra, hogyan becsülhető a  $q_c$  értékéből a kvarc- és földpáthomokok  $\varphi$  értéke a síkalap teherbírási számításához, ha nem szükséges mélységi hatás számításbavétele.

2. MEGJEGYZÉS: Ezen túlmenően a D2. fejezet mutat példát a  $\varphi$  és  $q_c$  korrelációjára közel egyszemcsés homokokra vonatkozóan. A D2. fejezetben adott korrelációt óvatos becslésnek lehet tekinteni.

(5) Alaposabban kimunkált módszerek is alkalmazhatók a  $\varphi$ -nek a  $q_c$ -ből való meghatározására, figyelembe véve a hatékony függőleges feszültséget, az összenyomhatóságot és a túlkonszolidáltsági viszonyszámot is.

(6) Ha explicit rugalmasságtani módszert használnak a síkalapok süllyedésének a CPT eredményeivel való számítására, akkor a szonda csúcsellenállása ( $q_c$ ) és a drénezett (tartós) Young-modulus ( $E'$ ) közötti korreláció függ a módszer jellegétől: attól, hogy az szemempirikus rugalmasságtani vagy elméleti rugalmasságtani módszer-e.

MEGJEGYZÉS: Egy explicit rugalmasságtani módszert ismert az EN 1997-1:2004 F melléklete.

(7) Szemcsés talajok esetén a süllyedések számítására alkalmazhatók szemempirikus módszerek is.

MEGJEGYZÉS: Példát a D3. fejezet mutat.

(8) Elméleti rugalmasságtani módszer alkalmazása esetén a szonda csúcsellenállásából ( $q_c$ ) a drénezett (tartós) Young-modulus ( $E'$ ) a helyi tapasztalatok alapján határozható meg.

MEGJEGYZÉS: A D1. fejezet mutat példát arra, hogyan becsülhető kvarc- és földpáthomokok esetén a  $q_c$ -ből az  $E'$  értéke.

(9) A síkalapok süllyedésének számításához használhatók az ödométeres modulus ( $E_{\text{oed}}$ ) és a szonda csúcsellenállása ( $q_c$ ) közötti korrelációk is. Gyakran használják az  $E_{\text{oed}}$  és a  $q_c$  közötti következő összefüggést:

$$E_{\text{oed}} = \alpha \cdot q_c \quad (4.3.)$$

ahol

$\alpha$  a helyi tapasztalatok alapján becsült korrelációs tényező.

MEGJEGYZÉS: A korrelációra a D4. fejezet mutat példát.

(10) Ha elméleti rugalmasságtani módszert alkalmaznak a síkalapok süllyedésének számítására, akkor a  $q_c$ -n alapuló, feszültségfüggő ödométeres modulus ( $E_{oed}$ ) használható.

1. MEGJEGYZÉS: Az elméleti rugalmasságtani módszerekre vonatkozó példák az EN ISO 1997-1:2004 F mellékletében láthatók.
2. MEGJEGYZÉS: A  $q_c$  és az  $E_{oed}$  közötti korrelációra vonatkozó példák a D5. fejezetben vannak. A D5. fejezetben adott korrelációkat konzervatív becsléseknek szabad tekinteni.

#### 4.3.4.2. Cölöpök talajtörési ellenállása

(1)P Ha a cölöpök húzási vagy nyomási ellenállását az EN 1997-1:2004 7.6.2.3. vagy 7.6.3.3. szakasza szerint CPT-eredményekből számítják, akkor a statikus próbaterhelések és a CPT-vizsgálatok eredményei közötti, helyileg meghatározott korrelációra alapozott számítási szabályok szerint kell eljárni.

1. MEGJEGYZÉS: A D6. fejezetben látható példa ilyen, durva szemcséjű talajok esetén érvényes korrelációra.
2. MEGJEGYZÉS: A D7. fejezet mutat példát arra, hogyan becsülhető egy egyedi cölöp nyomási ellenállása a CPT-vel meghatározott  $q_c$ -értékekből.

### 4.4. Presszióméteres vizsgálat (PMT)

#### 4.4.1. Cél

(1) A presszióméteres vizsgálat célja a talaj vagy puha kőzet azon alakváltozásának in situ mérése, amelyet egy henger alakú, rugalmas membrán nyomás okozta kiterjedése kelt.

(2)P A vizsgálat abból áll, hogy egy henger alakú, rugalmas membránt magába foglaló szondát bejuttatnak a talajba vagy egy előre kialakított furatba, vagy önbefúrással, vagy lenyomva a talaj teljes kiszorításával. Az előre meghatározott mélységet elérve a membránt nyomással kitágítják, és az eszköz maximális kitágulásáig mérik a nyomást és a tágulást.

MEGJEGYZÉS: A tágulást vagy sugárirányú elmozdulásmérővel mérik, vagy a hengeres membrán térfogatváltozásából számítják.

(3) A vizsgálatnál a talaj szilárdsági és/vagy alakváltozási paraméterei, vagy sajátos presszióméteres paraméterek határozhatók meg.

(4) Az eredmények a finom szemcséjű talajok és puha kőzetek feszültség-alakváltozás görbéinek meghatározására használhatók fel.

#### 4.4.2. Sajátos követelmények

(1)P Egy projekt vizsgálati programjának tervezése során elő kell írni az alkalmazandó presszióméter típusát.

(2)P Négy különböző típusú berendezés használatos, melyekhez a megfelelő szabványokat kell alkalmazni:

- furólyukas presszióméterek (PBP), pl. a rugalmas dilatóméteres vizsgálat (FDT): EN ISO 22476-5;
- Ménard-presszióméter (MPM), amely a PBP különleges formája: EN ISO 22476-4;
- önbefúró presszióméter (SBS): EN ISO 22476-6;
- teljes talajkiszorításos presszióméter (FDP): EN ISO 22476-8.

MEGJEGYZÉS: A PBP-t és az MPM-et a presszióméteres vizsgálat céljára speciálisan kialakított vizsgálófuratba eresztik le. Az SBP-t lefúrók a talajba az alsó végén vele egybeépített vágófej segítségével úgy, hogy a szonda kerül a kitermelt anyag helyére, így saját maga alakítja ki a vizsgálati terét. Az FDP-t általában az alsó végén vele egybeépített vágócsúcs segítségével nyomják a talajba, így alakítva ki a vizsgálati terét. Az MPM-et bizonyos esetekben benyomják vagy beverik a talajba. A PBP, SBP és FDP kialakítása az elhelyezés és a mérés típusától függően sokféle lehet.

(3) Két, alapvetően különböző vizsgálati eljárás alkalmazható:

- az egyiknek a célja a presszióméteres modulus ( $E_M$ ) és a határnyomás ( $p_{LM}$ ) meghatározása, melyek a Ménard-presszióméteren alapuló tervezésben használatosak;
- a másiknak a célja más merevségi és szilárdsági paraméterek meghatározása.

(4)P A vizsgálatot az alkalmazott eszköztípus követelményeire vonatkozó vizsgálati módszer előírásai szerint kell végezni és értékelni (lásd a 4.4.2. szakasz (2)P bekezdését).

(5)P A vonatkozó szabvány előírásától való minden eltérést indokolni kell, és főként az eredményeket befolyásoló hatásukat kell taglálni.

## 4.4.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P Az alkalmazott nyomás korrekciója lehet szükséges a membránmerevségek különbözősége miatt, hogy megállapítható legyen a szonda körüli hengeres talajfelületre ható valódi nyomás.

(2)P Ha sugárnövekedést mérő pressziómétert alkalmaznak, az alakváltozásra vonatkozó leolvasásokat át kell számítani az üreg fajlagos tágulására, és gyenge közet esetén ezt korigálni kell a membránok összenyomódásának és vékonyodásának figyelembevételével is.

(3)P Ha térfogat-növekedést mérő pressziómétert (pl. MPM) alkalmaznak, a térfogat-leolvasást korigálni kell a rendszer expanziója miatt is.

(4)P A 4.2. szakasz követelményein túlmenően minden további értékelés alapjául az adott vizsgálatra vonatkozó EN ISO 22476-4, EN ISO 22476-5, EN ISO 22476-6 vagy EN ISO 22476-8 szerinti terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni.

(5) Az egyes berendezések vizsgálati szabványaiban előírt diagramokon túlmenően célszerű megfontolni a 4.1. táblázatban felsorolt további diagramok elkészítését is.

4.1. táblázat: A kiegészítő diagramok jegyzéke

Szonda	Talajfajta	Abszcissza	Ordináta
<b>Sugárnövekedést mérő szonda</b>			
önbefűrő, benyomott	minden	az üreg alakváltozása mindegyik mérőkarnál	alkalmazott nyomás
fúrólukas	minden	az üreg alakváltozása mindegyik mérőkarpárnál	alkalmazott nyomás
önbefűrő	minden	az üreg kezdeti alakváltozása mindegyik mérőkarpárnál	alkalmazott nyomás
minden	minden	az üreg alakváltozása a tehermentesítési és újrateherelési ciklusban mindegyik mérőkarnál	alkalmazott nyomás
minden	agyag	az üreg alakváltozásának logaritmusa mindegyik karnál	alkalmazott nyomás
minden	homokok	az üreg aktuális alakváltozásának természetes logaritmusa mindegyik mérőkarnál	az alkalmazott hatékony nyomás természetes logaritmusa
<b>Térfogat-növekedést mérő szonda (kivéve MPM) <sup>a)</sup></b>			
fúrólukas	minden	térfogatváltozás	alkalmazott nyomás
fúrólukas	minden	a térfogatváltozás sebessége	alkalmazott nyomás
<sup>a)</sup> Az MPM-vizsgálat esetén a nyomás az abszcissza, a térfogatváltozás pedig az ordináta.			

## 4.4.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

### 4.4.4.1. Általános kritériumok

(1)P Közvetett vagy analitikus tervezési módszer esetén a geotechnikai paramétereket: a nyírószilárdságot és a nyírási moduluszt a presszióméteres görbéből kell megállapítani, éspedig olyan módszerekkel, amelyek az alkalmazott vizsgálatra és eszközre érvényesek.

(2)P Közvetlen vagy szemiempirikus tervezési módszer alkalmazása esetén a módszer minden sajátosságát figyelembe kell venni.

MEGJEGYZÉS: A közvetlen alapozástervezési eljárásokban a hagyományos talajjellemzők helyett közvetlenül a terepi mérések eredményeit alkalmazzák.

(3)P Ha pl. egy síkalap süllyedését az MPM-vizsgálat eredményein alapuló szemiempirikus módszerrel határozzák meg, akkor ebben csak a Ménard-presszióméterrel mért eredményekből meghatározott moduluszt ( $E_M$ ) szabad használni.

MEGJEGYZÉS: Süllyedésszámítási példák az E2. fejezetben találhatóak.

#### 4.4.4.2. Síkalapok talajtörési ellenállása

(1)P Szemiempirikus módszer használatakor a módszerre vonatkozó minden részletet követni kell, különösen a módszer kialakításához használt presszióméter-típusra vonatkozó előírásokat. Az EN ISO 22476-4 szerint kell eljárni.

1. MEGJEGYZÉS: A Ménard szerinti szemiempirikus módszer az EN 1997-1:2004 E mellékletében van megadva.

2. MEGJEGYZÉS: A talajtörési ellenállás számítására vonatkozó példa az E1. fejezetben van.

(2) Analitikus módszer használata esetén a talaj szilárdsága empirikus és elméleti módszerekkel is meghatározható, de csak helyi tapasztalatra szabad alapozni.

MEGJEGYZÉS: Az analitikus módszerekre vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 D mellékletében vannak.

(3) A nyírési ellenállás szöge ( $\varphi'$ ) szemcsés talaj esetén meghatározható SBP-vizsgálatból elméleti módszerekkel, FDP- és PBP-vizsgálatból pedig empirikus korrelációkkal, de csak helyi tapasztalat alapján.

#### 4.4.4.3. Síkalapok süllyedése

(1) A síkalapok süllyedése meghatározható MPM-vizsgálatokkal szemiempirikus módszerrel.

MEGJEGYZÉS: Számítási példa az E2. fejezetben van.

(2) Ha analitikus módszert kívánnak alkalmazni, akkor ahhoz a talaj merevsége meghatározható a presszióméteres vizsgálat értelmezésére szolgáló elméleti modellekkel, de csak helyi tapasztalat alapján.

MEGJEGYZÉS: Az analitikus módszerre vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 F mellékletében vannak.

#### 4.4.4.4. Cölöpök talajtörési ellenállása

(1) A cölöpök nyomási ellenállása közvetlenül származtatható a feszültségvezérelt vizsgálatokból.

MEGJEGYZÉS: Egy példa a nyomási ellenállás számítására vonatkozóan az E3. fejezetben található.

(2) Ha egy cölöp nyomási vagy húzási ellenállását a presszióméteres vizsgálat eredményeiből közvetett módon származtatják, akkor analitikus módszer alkalmazható a talpellenállás és a palástellenállás meghatározására, de csak helyi tapasztalatok alapján.

### 4.5. Flexibilis dilatométeres vizsgálat (FDT)

#### 4.5.1. Cél

(1) A flexibilis dilatométeres vizsgálat célja a kőzet (kőztdilatométeres vizsgálat, RDT) vagy talaj (talajdilatométeres vizsgálat, SDT) alakváltozó képességének olyan in situ vizsgálata, melynek során mérik egy furatszakasz sugárirányú tágulását, amelyet egy hengeres dilatométer-szonda ismert, egyenletes, sugárirányú nyomásával keltenek.

(2)P A vizsgálat abból áll, hogy egy olyan hengeres szondát juttatnak a furatba, melynek külső, táguló, rugalmas membránja van, és megválasztott időközönként vagy félig folyamatosan mérik a furattal sugárirányú elmozdulását, midőn a szondát ismert sugárirányú nyomással felfújják.

(3) Az RDT-vizsgálatot főleg (akár puha, akár kemény) kőzetekben, az SDT-vizsgálatot pedig elsődlegesen (akár puha, akár kemény) talajokban célszerű alkalmazni az alakváltozó képességük mélységbeli változásának megállapítására.

(4) A hengeres dilatométeres vizsgálat eredményei – ha ép kőzetet vizsgálnak – az in situ alakváltozási és kúszási jellemzők meghatározására használhatók.

(5) Törékeny vagy agyagos kőzetben és repedezett vagy erősen tagolt formációkban, ahol a magkihozatal szegényes vagy alkalmatlan arra, hogy a laboratóriumi vizsgálatokhoz reprezentatív mintákat szolgáltatson, a hengeres dilatométeres vizsgálat felhasználható a furat gyors indexszelvényezésére, és a különböző kőzetrétegek alakváltozó képességének összehasonlítására.

#### 4.5.2. Sajátos követelmények

(1)P Egy projekt vizsgálati programjának tervezésekor elő kell írni az alkalmazandó eszköz sajátos követelményeit.

(2)P A vizsgálatot olyan vizsgálati módszerrel kell elvégezni, és eredményét oly módon kell közölni, ami megfelel az EN ISO 22476-5 előírásainak.

(3)P Az EN ISO 22476-5 előírásaitól való minden eltérést indokolni kell, és főként azoknak az eredményeket befolyásoló hatását kell taglalni.

### 4.5.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A 4.2. szakaszban közölt követelményeken túlmenően a vizsgálat típusra vonatkozó EN ISO 22476-5 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

(2) A flexibilis dilatométeres vizsgálat értelmezése megköveteli, hogy a talaj vagy a kőzet Poisson-tényezője ismert vagy becsülhető legyen.

### 4.5.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

(1) A dilatométeres vizsgálatok eredményei felhasználhatók talajon vagy kőzeten álló síkalapok használhatósági határállapotának süllyedésanalízissel való vizsgálatára.

(2) A süllyedésanalízisben a Young-modulus ( $E$ ) értéke a dilatométeres modulus ( $E_{FDT}$ ) értékével azonosnak vehető azon feltételezés alapján, hogy a talaj vagy a kőzet lineárisan rugalmas és izotrop.

(3)P Közvetett vagy analitikus tervezési módszer alkalmazásához a nyírási modulus fogalmkörébe tartozó geotechnikai paramétereket a dilatométeres görbéből kell olyan eljárással származtatni, amely a szóban forgó vizsgálati módszerre érvényes.

## 4.6. Standard penetrációs vizsgálat (SPT)

### 4.6.1. Cél

(1) Az SPT-vizsgálat célja egy furat talpa alatt lévő talajban, egy felhasított mintavevő cső (vagy tömör kúp) dinamikus behatolásával szemben fellépő ellenállás meghatározása, továbbá zavart minták vétele azonosítás céljára.

(2)P A mintavevőt egy 63,5 kg tömegű kalapácsot 760 mm magasról egy üllőre vagy verőfejre ejtetve verik be a talajba. A behatolási ellenállást azon ütések száma ( $N$ ) jelenti, melyek a mintavevő 300 mm-es behatolásához szükségesek (az önsúly alatti behatolást és az indítóhelyzetbe való lehajtást követően).

(3) A vizsgálat főként a szemcsés talajok szilárdsági és alakváltozási tulajdonságainak meghatározására használatos.

(4) További értékelhető adatok másfajta talajokban is nyerhetők.

### 4.6.2. Sajátos követelmények

(1)P A vizsgálatokat az EN ISO 22476-3 szerint kell végezni és értékelni.

(2)P Az EN ISO 22476-3 követelményeitől való minden eltérést indokolni kell, és főként az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglalni.

### 4.6.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A 4.2. szakaszban közölt követelményeken túlmenően az EN ISO 22476-3 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

(2)P Az SPT-vizsgálaton alapuló alapozástervezési módszerek tapasztalati jellegűek. Megbízhatóbb eredmények elérése végett az egyes eszközökhöz kidolgozott speciális eljárásokat alkalmaznak. Ezért az eredmények értelmezésekor meg kell fontolni megfelelő korrekciós tényezők alkalmazását (lásd az EN ISO 22476-3-at).

(3)P Az alkalmazott berendezésre vonatkozó energia-viszonszámot ( $E_r$ ) ismerni kell, ha az eredményeket egymással való összehasonlításra vagy alapozások számszerű értékeléséhez kívánják használni. Az  $E_r$  a verőkossal közvetlenül az üllő alatti rudazatba bevitt tényleges munkának ( $E_{meas}$ , a kalibráció során mért energia) és a szabadon eső verőkossal elméleti munkavégző képességének ( $E_{theor}$ ) az aránya. A mért ütésszámot ( $N$ ) ennek megfelelően kell korrigálni (lásd az EN ISO 22476-3-at).



(4) Homokok esetén a rúd hossz és a hatékony geostatikai nyomás hatása miatti energiaveszteséget is célszerű megfelelő módon figyelembe venni (lásd az EN ISO 22476-3:2005 A2. és A4. fejezetét).

(5) Más korrekciókat is célszerű figyelembe venni, pl. bélés cső (lásd az EN ISO 22476-3:2005 A3. fejezetét) vagy tömör csúcs alkalmazásának a hatását.

#### 4.6.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

##### 4.6.4.1. Általános kritériumok

(1) A homokokat illetően e vizsgálatra vonatkozólag széles körű gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre, pl. a tömörségi index az alapok talajtörési ellenállásának és süllyedésének számszerű értékeléséhez, még ha az eredményeket csak durva közelítéseknek tekinthetjük is. A használatos módszerek többsége még korrigálatlan vagy csak részben korrigált eredményeken alapul.

(2) Nincs általános egyetértés az SPT-eredmények használhatóságára vonatkozóan agyagos talajok esetében. Alapjában véve célszerű azokat a talajszelvény egészének vagy a talaj szilárdsági jellemzőinek minősítésére korlátozni.

(3) Az SPT-eredményeket néha agyagos talajok esetében is lehet számszerűleg is hasznosítani, ha nagyon jól ismertek a helyi körülmények, és ha van közvetlen korreláció más alkalmas vizsgálati adatokkal.

##### 4.6.4.2. Síkalapok talajtörési ellenállása homokban

(1) Ha a talajtörési ellenállás számítására analitikus módszert kívánnak alkalmazni, akkor ahhoz a hatékony nyírási ellenállás szöge ( $\varphi$ ) meghatározható az SPT-vizsgálat eredményeiből.

MEGJEGYZÉS: A talajtörési ellenállás analitikus módszerekkel való számítására vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 D mellékletében láthatók.

(2)  $\varphi$  értéke tapasztalati úton meghatározható:

- közvetlen korrelációval az SPT-eredményekből;
- korrelációval a tömörségi indexből, a tömörségi indexet az SPT-eredményekből származtatva.

1. MEGJEGYZÉS: Példák az F1. és F2. fejezetben vannak.

2. MEGJEGYZÉS: Az F1. fejezetben közölt összefüggések felhasználhatók az  $I_D$  tömörségi indexnek az  $N_{60}$  vagy  $(N_1)_{60}$  értékekből való meghatározására (lásd az EN ISO 22476-3-at).

(3) Homokok alakváltozással szembeni ellenállása gyakran annál nagyobb, minél hosszabb volt a konszolidáció a földtörténeti korban. Ez az „öregedési” hatás a nagyobb ütésszámokban mutatkozik meg, s ezt ajánlatos figyelembe venni.

(4) Ajánlatos a túlkonszolidáltságot is figyelembe venni, mert ez – azonos  $I_D$  és  $\sigma'_{v0}$  értékek esetén – megnöveli az ütésszámot.

1. MEGJEGYZÉS: Az F1. fejezetben látható néhány korrelációs példa, melyekkel mind az öregedés, mind a túlkonszolidáltság hatása számításba vehető.

2. MEGJEGYZÉS: Ha a túlkonszolidáltság és az öregedés hatását korrigáltuk, akkor az így nyert értékekből az F2. fejezetben található korreláció segítségével a tömörségi indexből meghatározott  $\varphi$  érték óvatos becslésnek tekinthető.

##### 4.6.4.3. Síkalap süllyedése homokban

(1) Rugalmasságtani tervezési módszer alkalmazásához a drénezett Young-modulus ( $E'$ ) tapasztalati korrelációval származtatható az  $N$  értékéből.

(2) Alternatívaként a tömörségi index származtatható az  $N_{60}$  értékéből. Ezután a tömörségi indexből megfelelő korrelációval kapható meg  $E'$ .

(3) A közvetlen tervezési módszerek azon alapulnak, hogy az  $N$  értékét összehasonlítják terhelőlapos vizsgálatok eredményeivel vagy alapok mért süllyedéseivel. A maximum 25 mm süllyedéshez tartozó megengedett talajterhelés, vagy egy adott nyomáshoz tartozó süllyedés meghatározható egy megfelelő, az alap szélességét, takarási mélységét és a talajvízszintet figyelembe vevő eljárással.

MEGJEGYZÉS: Az F3. fejezetben adott eljárási minta használható a homokon álló síkalap süllyedésének számítására.

## 4.6.4.4. Cölöpök talajtörési ellenállása homokban

(1)P Ha a cölöpök nyomási vagy húzási ellenállását az SPT-eredményekből kívánják megállapítani az EN 1997-1:2004 7.6.2.3. vagy 7.6.3.3. szakasza szerint, akkor olyan számítási szabályokat kell alkalmazni, amelyek a statikus próbaterhelések eredményei és az SPT-eredmények közötti, az adott helyre megállapított korrelációkon alapulnak.

## 4.7. Verőszondázás (DP)

### 4.7.1. Cél

(1) A verőszondázás célja talajok és kis szilárdságú kőzetek egy kúp dinamikus behatolásával szemben kifejtett ellenállásának in situ meghatározása.

(2)P A kúp beveréséhez adott tömegű és ejtőmagasságú verőkost kell használni. A behatolási ellenállást azon ütések száma jelenti, amelyek a szondának egy megszabott hosszún való lehajtásához szükségesek. Ezt a mélység növekedésével folyamatosan rögzíteni kell. Mintavétel nincs.

(3) A vizsgálat eredményei főként talajszelvény meghatározására használatosak, feltüntetve azon a feltárásokból és fúrásokból a 3. fejezet szerint vett minták eredményeit is, vagy használhatók más in situ vizsgálatok eredményeivel való összehasonlításra is.

(4) Az eredmények megfelelő korrelációk révén felhasználhatók a talajok, általában a durva, de esetleg a finom szemcséjű talajok szilárdsági és alakváltozási tulajdonságainak meghatározására is.

(5) Az eredmények felhasználhatók a nagyon tömör talajrétegek mélységének megállapítására is, így adva útmutatást pl. a támaszkodó cölöpök hosszára.

### 4.7.2. Sajátos követelmények

(1)P Egy projekt vizsgálati programjának tervezésekor a 4.2.1. szakasz követelményein túlmenően döntést kell hozni az EN ISO 22476-2 szerinti DP-vizsgálat típusáról.

(2)P A vizsgálatokat az EN ISO 22476-2 szerint kell végezni és értékelni.

MEGJEGYZÉS: Az EN ISO 22476-2 szerint ötféle, az egy ütéssel kifejtett munka széles értéktartományát lefedő eljárás létezik, éspedig DPL, DPM, DPH, DPSH-A és DPSH-B, a következők szerint:

- könnyű verőszondázás (DPL): ez képviseli a verőszondák között a legkisebb tömegűt. Az ütésszám jele:  $N_{10L}$ .
- közepes verőszondázás (DPM): ez képviseli a verőszondák között a közepes tömegűt. Az ütésszám jele:  $N_{10M}$ .
- nehéz verőszondázás (DPH): ez képviseli a verőszondák között a közepes és az igen nehéz verőszondák közé eső tömegű szondát. Az ütésszám jele:  $N_{10H}$ .
- nagyon nehéz verőszondázás (DPSH-A és DPSH-B): ezek képviselik a verőszondák között a legnagyobb tömegű szondát, az SPT-hez közeli méretekkkel. Az ütésszám jele:  $N_{10SA}$  vagy  $N_{20SA}$ ,  $N_{10SB}$  vagy  $N_{20SB}$ .

(3)P Az EN ISO 22476-2 előírásaitól való minden eltérést indokolni kell, és főként az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglalni.

MEGJEGYZÉS: Eltérések a következőkben vannak:

- az ejtési magasság és a verőkos tömege;
- a kúp méretei: pl.  $10\text{ cm}^2$  keresztmetszeti terület a DPM esetén szokásos  $15\text{ cm}^2$  helyett, amint azt az EN ISO 22476-2:2005 4. fejezete előírja.

(4) Nehezen megközelíthető helyeken az EN ISO 22476-2-ben előírtnál könnyebb berendezés és eljárás is használható.

### 4.7.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A 4.2. szakaszban közölt követelményeken túlmenően az EN ISO 22476-2 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

(2)P A vizsgálati eredmények értékelése során figyelembe kell venni, hogy a geotechnikai, valamint az eszközökből adódó lehetséges hatások az EN ISO 22476-2:2005 5.4. szakasza szerint miként befolyásolják a szondázási ellenállást.

#### 4.7.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

(1) Durva szemcsésű talajok esetén lehet korrelációt teremteni egyes geotechnikai paraméterek és a terepi vizsgálatok eredményei között. A korrelációk az alapozástervezésben számszerű értékelésre is felhasználhatók, feltételezve, hogy a szár sűrűdése elhanyagolható, vagy azt kellően korrigálják.

(2) Finom szemcsésű talajok esetén az eredmények számszerű felhasználása csak jól ismert helyi viszonyokra vonatkozóan, és az azokra érvényes korrelációkra támaszkodva ajánlható. Az ilyen típusú talajok esetében a vizsgálat közben a száron fellépő köpenysűrűdés olyan tényező, mely különös figyelmet érdemel, és ajánlatos azt megfelelő módon figyelembe venni.

(3) Számos korrelációt állapítottak meg a különböző verőszondázások eredményeinek egymás közötti, valamint más vizsgálatok eredményeivel vagy bizonyos geotechnikai paraméterekkel való kapcsolatára vonatkozóan. Sok esetben a rudazat menti sűrűdést kiküszöbölték vagy korrigálták, de a szondára ténylegesen átadódó energiát nem mérték. Ezért azok nem tekinthetők általános érvényűnek.

1. MEGJEGYZÉS: Ilyen korrelációra a G mellékletben vannak példák.

2. MEGJEGYZÉS: A G mellékletben adott korrelációkat óvatos becsléseknek szabad tekinteni.

(4) Ha sicalap talajtörési ellenállásának meghatározására analitikus módszert kívánnak használni, akkor ahhoz a durva szemcsésű talajok nyírási ellenállási szöge ( $\varphi$ ) korrelációk segítségével az ütésszámból és a hozzá tartozó tömörségi indexből ( $I_D$ ) határozható meg.

1. MEGJEGYZÉS: Analitikus módszerre vonatkozó példa az EN 1997-1:2004 D4. fejezetében van.

2. MEGJEGYZÉS:  $\varphi$  meghatározására szolgáló ilyen korrelációk példaként a G1. és a G2. fejezetben vannak.

(5) Ha elméleti rugalmasságtani módszert alkalmaznak a sicalap süllyedésének számítására, akkor ahhoz felhasználható az ödométeres modulusnak ( $E_{\text{od}}$ ) az ütésszámból származtatott értéke.

1. MEGJEGYZÉS: Az elméleti rugalmasságtani módszerre vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 F mellékletében vannak.

2. MEGJEGYZÉS: Az ödométeres modulus meghatározására szolgáló korrelációkra vonatkozó példák a G3. fejezetben vannak.

(6) Ha a cölöpök tervezésére a statikus próbaterhelésből kapott nyomási ellenállás (lásd az EN 1997-1:2004 7.6.2.3. szakaszát) és a CPT-vizsgálattal durva szemcsésű talajban mért csúcshellállás ( $q_c$ ) közötti, jól meg-alapozott korrelációt használnak, akkor ehhez  $q_c$  becsülhető az  $N_{10}$  vagy  $N_{20}$  értékekből, felhasználva a viszonyokra megállapított összefüggéseket.

1. MEGJEGYZÉS: A DPH-vizsgálatra vonatkozó korrelációs példák a G4. fejezetben vannak.

2. MEGJEGYZÉS: A különböző verőszondázási eredmények közötti kapcsolatra a G5. fejezetben van példa.

### 4.8. Fúrőszondázás (WST)

#### 4.8.1. Cél

(1) A fúrőszondázás célja a talaj egy spirális csúcsos szonda statikus és/vagy forgatásos behatolásával szembeni ellenállásának in situ meghatározása.

(2) P Puha talajokban, ha a behatolási ellenállás 1 kN-nál kisebb, a fúrőszondázást statikus szondázásként kell végezni. Ha az ellenállás meghaladja az 1 kN-t, akkor a szondát kézzel vagy géppel forgatni kell, rögzítve az adott mélységű behatoláshoz szükséges félfordulatok számát. Az adatokat folyamatosan, a mélység függvényében kell rögzíteni, mintavétel nincs.

MEGJEGYZÉS: A WST-vizsgálat módjára, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozólag a CEN ISO/TS 22476-10-ben található további információk (lásd az X3.5. szakaszt).

(3) A fúrőszondázást elsősorban a folytonos talajszelvény és a rétegződés megállapítására használják. Behatolóképesége akár a merev agyagokban és a tömör homokokban is jó lehet.

(4) A fúrőszondázás durva szemcsésű talajok tömörségi indexének becslésére is használható.

(5) Az eredmények felhasználhatók nagyon tömör talajrétegek mélységének megállapítására is, így adva útmutatást pl. a támaszkodó cölöpök hosszára.

#### 4.8.2. Sajátos követelmények

(1) Ajánlatos a vizsgálatot valamely elfogadott módszer szerint végezni, és az eredményeit is aszerint közölni.

(2) P Az (1) bekezdésben hivatkozott módszer szerinti követelményektől való minden eltérést indokolni kell, és főként az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglálni.

MEGJEGYZÉS: A fúrőszondázás módjára, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozólag a CEN ISO/TS 22476-10-ben található további információk.

## 4.8.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A vizsgálati eredmények értékelése során a 4.2. szakasz követelményei szerint kell eljárni.

(2) Ezen túlmenően a 4.8.2. szakasz (1) bekezdésében hivatkozott módszer szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

MEGJEGYZÉS: A fúrószondázás módjára, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozólag a CEN ISO/TS 22476-10-ben található további információk.

(3) A következő hatások befolyásolhatják az eredmények értékelését.

- Az ellenállás mélységbeli változásai függhetnek a talajrétegződés változásaitól.
- Az agyagok ellenállása – legyen bár konzisztenciájuk nagyon puha vagy kemény – gyakran 1 kN-nál kisebb, vagy megközelítően állandó, és bennük 10-nél kevesebb a félfordulat 0,2 m behatolásonként.
- Minthogy a behatolási ellenállást az agyag érzékenysége is befolyásolja, az agyag szilárdsága a behatolási ellenállásból közvetlenül, az adott helyre vonatkozó kalibráció nélkül nem határozható meg.
- A nagyon laza és laza iszapokban és homokokban meglehetősen kicsi és állandó behatolási ellenállás adódik.
- A közepesen tömör és tömör iszapokban és finom homokokban nagyobb (0,2 m behatoláshoz 10–30 félfordulat) ellenállás adódik, s az a mélység növekedésével megközelítőleg állandó marad.
- A homokban és a kavicsban a behatolási ellenállás változása a szemcseméret növekedésével együtt növekszik.
- Az iszapos homokok és a durva kavics nagyobb behatolási ellenállása nem mindig jelent kedvezőbb tömörséget vagy szilárdsági és alakváltozási jellemzőket.

## 4.8.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

(1)P Ha a síkalap talajtörési ellenállását vagy süllyedését a fúrószondázás eredményeiből kívánják megállapítani, akkor analitikus tervezési módszert kell használni.

(2) Ha a talajtörési ellenállás meghatározására analitikus módszert alkalmaznak, a  $\varphi$  nyírási ellenállási szög a fúrószondázási ellenállással való korrelációkból határozható meg.

MEGJEGYZÉS: Analitikus módszerekre vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 D mellékletében vannak.

(3) Kívánatos, hogy az ilyen korrelációk a tervezési állapotra vonatkoztatható összehasonlítható tapasztalaton alapuljanak.

MEGJEGYZÉS: A H melléklet mutat egy példát egy európai régióban kvarc- és földpáthomokokra vonatkozóan megállapított korrelációra.

(4) Ha a síkalapok süllyedését a fúrószondázás eredményeiből explicit rugalmasságtani eljárással számítják, akkor a fúrószondázási ellenállásból helyi tapasztalat alapján meg szabad határozni a drénezett (tartós) Young-modulust ( $E'$ ). Kvarc- és földpáthomokok esetén pl. a  $\varphi$  nyírási ellenállási szög becsülhető a fúrószondázási ellenállásból.

1. MEGJEGYZÉS: Ilyen explicit rugalmasságtani módszer van az EN 1997-1:2004 F mellékletében.

2. MEGJEGYZÉS: A H melléklet mutat korrelációs példát kvarc- és földpáthomokok nyírási ellenállási szögének ( $\varphi$ ) becsülésére.

(5) A durva szemcséjű talajok esetén a fúrószondázási ellenállás felhasználható síkalapok és cölöpök teherbírásának közvetlen becsülésére is.

(6) A finom szemcséjű talajok esetében a fúrószondázási ellenállás felhasználható a talaj drénezetlen nyírószilárdságának helyi tapasztalaton alapuló becsülésére, figyelembe véve a talaj érzékenységét és a furatbeli vízviszonyokat.

## 4.9. Terepi nyírószondázás (FVT)

### 4.9.1. Cél

(1) A terepi nyírószondázás célja puha, finom szemcséjű talajok egy szondaszárny elforgatásával szemben kifejtett ellenállásának in situ mérése a drénezetlen nyírószilárdság és az érzékenység megállapítása céljából.

(2)P A terepi nyírószondázást úgy kell elvégezni, hogy négy, egymáshoz 90°-os szögben rögzített lemezből álló, négyszög alakú szondaszárnyat nyomnak meghatározott mélységig a talajba, és ott azt elforgatják.

(3) A terepi nyírószondázás használható a merev agyagok, az iszapok és a glaciális agyagok drénezetlen nyírószilárdságának meghatározására is. A vizsgálati eredmények megbízhatósága a talaj típusától függően változik.

(4) A szondaszárny nagymértékű elforgatása után, midőn a nyírt felület mentén teljesen átgyúródik a talaj, az átgyúrt állapotra jellemző nyírószilárdság mérhető, és ebből számítható a talaj érzékenysége.

#### 4.9.2. Sajátos követelmények

(1) Ajánlatos a vizsgálatot az EN ISO 22476-9 követelményei szerint végezni, és az eredményeit aszerint közölni.

(2)P Az EN ISO 22476-9 követelményeitől való minden eltérést indokolni kell, és főleg az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglálni.

#### 4.9.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A 4.2. szakasz követelményein túlmenően az EN ISO 22476-9 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

(2) Ha végeztek más terepi vizsgálatokat is, pl. CPT-, SPT-, WST- vagy DP-vizsgálatot, akkor kívánatos, hogy azok eredményei is rendelkezésre álljanak, és azokat vegyék is figyelembe.

#### 4.9.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

(1)P Ha síkalap talajtörési ellenállását, cölöpök nyomási vagy húzási ellenállását vagy rézsűk állékonyságát nyírószondázási eredmények alapján kívánják meghatározni, akkor analitikus tervezési módszert kell alkalmazni.

(2)P A drénezetlen nyírószilárdság értékét a terepi nyíróvizsgálat eredményéből ( $c_{fv}$ ) a következő korrekcióval kell származtatni:

$$c_u = \mu \cdot c_{fv} \quad (4.4.)$$

A  $\mu$  korrekciós tényezőt helyi tapasztalat alapján kell meghatározni.

(3) A korrekciós tényezők rendszerint a folyási határral, a plaszticitási indexszel, a hatékony függőleges feszültséggel vagy a konszolidáció fokával vannak kapcsolatban.

MEGJEGYZÉS: Ilyen korrekciós tényezőkre az I mellékletben vannak példák.

### 4.10. Lapdilatometres vizsgálat (DMT)

#### 4.10.1. Cél

(1) A lapdilatometres vizsgálat célja a talaj szilárdsági és alakváltozási tulajdonságainak in situ meghatározása egy olyan kör alakú vékony acélmembrán expanziójából, amelyet egy penge alakú acélszonda egyik oldallapjába besimulóan építettek be. A szondalapot függőlegesen juttatják a talajba.

(2)P A vizsgálat során méri az a nyomást, amelynek működésekor a membrán a szondalap síkjába simul, illetve abból éppen kimozdul, valamint azt, amelynek hatására a membrán középpontja 1,10 mm-t nyomódik a talajba. A vizsgálatot kiválasztott mélységekben vagy félig folytonos módon kell végezni.

(3) A DMT-eredményekből információk szerezhetők a talajrétegződésről, az in situ feszültségállapotról, az alakváltozási és a nyírószilárdsági jellemzőkről.

(4) A DMT-vizsgálat alkalmazása főként agyagok, iszapok, valamint olyan homokok esetén célszerű, melyek szemcséi a membrán méretéhez képest kicsik.

MEGJEGYZÉS: A DMT-vizsgálat módjára, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozóan a CEN ISO/TS 22476-11-ben található további információk (lásd az X3.7. szakaszt).

#### 4.10.2. Sajátos követelmények

(1) Ajánlatos a vizsgálatot valamely elfogadott módszer szerint végezni, és az eredményeit aszerint közölni.

(2)P Az (1) bekezdésben hivatkozott módszer szerinti követelményektől való minden eltérést meg kell indokolni, és főként az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglálni.

MEGJEGYZÉS: A DMT-vizsgálat végzésére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozóan a CEN ISO/TS 22476-11-ben található további információk.

## 4.10.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A vizsgálati eredményeket a 4.2. szakasz követelményei szerint kell értékelni.

(2) Ezen túlmenően a 4.10.2. szakasz (1) bekezdésében hivatkozott módszer szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

MEGJEGYZÉS: A DMT-vizsgálat végzésére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozóan a CEN ISO/TS 22476-11-ben található további információk.

## 4.10.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

### 4.10.4.1. Síkalapok talajtörési ellenállása és süllyedése

(1)P Ha síkalap talajtörési ellenállását DMT-eredményekből kívánják származtatni, akkor analitikus tervezési módszert kell alkalmazni.

(2) Ha analitikus módszert alkalmaznak, akkor a nem cementálódott agyagok esetében, amelyekre a DMT-eredmények  $I_{DMT} < 0,8$  anyagindexet mutatnak, a drénezetlen nyírószilárdság ( $c_u$ ) származtatható a következő összefüggésből:

$$c_u = 0,22 \cdot \sigma'_{vo} \cdot (0,5 \cdot K_{DMT})^{1,25} \quad (4.5.)$$

ahol

$K_{DMT}$  a vízszintes feszültség indexe;

illetve  $c_u$  meghatározható valamilyen más, helyi tapasztalatokra alapozott, jól dokumentált összefüggésből is.

MEGJEGYZÉS: Analitikus módszerre vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 D mellékletében vannak.

(3) Az explicit rugalmasságtani módszer használata esetén a síkalapoknak a talaj-alakváltozásból származó süllyedése számítható a DMT-vizsgálatok eredményeiből meghatározott érintőmodulus ( $E_{oed}$ ) használatával. Finom szemcséjű talajokban csak akkor alkalmazható az ilyen eljárás, ha a hatékony geosztatikai feszültség és az alap terhe által ébresztett feszültségnövekmény összege kisebb az előterhelő feszültségnél.

1. MEGJEGYZÉS: Ilyen explicit rugalmasságtani módszer az EN 1997-1:2004 F mellékletében van.

2. MEGJEGYZÉS: A süllyedés így módon való meghatározására a J mellékletben van példa.

### 4.10.4.2. Cölöpök törési ellenállása

(1)P Ha a cölöpök nyomási vagy húzási ellenállását DMT-eredmények alapján kívánják meghatározni, akkor a talp- és a palástellenállást analitikus eljárással kell számítani.

## 4.11. Terhelőlapos vizsgálat (PLT)

### 4.11.1. Cél

(1) A terhelőlapos vizsgálat célja a talaj- és köztömeg függőleges alakváltozási és szilárdsági tulajdonságainak in situ meghatározása oly módon, hogy az altalajt az alapot modellező merev terhelőlappal terhelik, és mérik a terhelőerőt, valamint a hozzá tartozó süllyedést.

(2)P A terhelőlapos vizsgálatot gondosan szintbe hozott, zavartalan felületen kell végezni vagy a felszínen, vagy egy bizonyos mélységű gödör alján, vagy egy nagy átmérőjű furat talpán, vagy kutatótáróban, vagy vágatban.

(3) A vizsgálat elvégezhető bármely talajon, feltöltésen és szilárd kőzeten, de általában nem alkalmazható a nagyon puha finom szemcséjű talajok esetében.

### 4.11.2. Sajátos követelmények

(1)P A vizsgálatot az EN ISO 22476-13 szerint kell elvégezni, és az eredményeit aszerint kell közölni.

(2)P Az EN ISO 22476-13 követelményeitől való minden eltérést indokolni kell, és főként az eredményekre gyakorolt hatásukat kell taglalni.

MEGJEGYZÉS: Eltérések adódnak pl. a terhelőlap méretében és a vizsgálat végrehajtásában (lépcsős terhelés, állandó sebességű alakváltozás).

### 4.11.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) P A 4.2. szakasz követelményein túlmenően az EN ISO 22476-13 szerint készített terepi vizsgálati jelentéseket kell felhasználni az értékeléshez.

### 4.11.4. A vizsgálati eredmények és a származtatott értékek felhasználása

(1) A PLT-vizsgálat eredményei használhatók a síkalapok viselkedésének előrejelzésére.

(2) Ha egy homogén réteg geotechnikai paramétereit kívánják meghatározni (a közvetett tervezési módszer alkalmazásához), akkor ez a vizsgálat csak akkor ad helyes eredményt, ha a réteg terhelőlap alatti vastagsága legalább kétszer akkora, mint a terhelőlap szélessége vagy átmérője.

(3) A PLT-eredmények csak akkor használhatók fel közvetlen tervezési módszerekben, ha:

- a terhelőlap méretét a tervezett síkalap szélességének figyelembevételével választották meg (mely esetben a megfigyeléseket közvetlenül használhatják fel);
- homogén talaj van a tervezett síkalap alatt az alapszélesség kétszeresének megfelelő mélységig (mely esetben – a tervezett alap szélességétől függetlenül választott – kisebb méretű terhelőlappal kapott eredményeket tapasztalati úton számítják át a tényleges alpméretekre).

(4) Ha analitikus tervezési módszerrel kívánják meghatározni a talajtörési ellenállást, akkor ahhoz a drénezetlen nyírószilárdság ( $c_u$ ) származtatható egy állandó behatolási sebességgel végzett PLT-vizsgálatból, feltéve, hogy a behatolás elegendően gyors a drénezés kizárásához.

1. MEGJEGYZÉS: A talajtörési ellenállás analitikus tervezési módszereire vonatkozóan az EN 1997-1:2004 D melléklete ad példákat.

2. MEGJEGYZÉS: A  $c_u$  meghatározására használt összefüggésre vonatkozóan a K1. fejezet mutat példát.

(5) Ha explicit rugalmasságtani módszert használnak a süllyedés számítására, akkor ahhoz a Young-modulus ( $E$ ) értéke megalapozott tapasztalat alapján származtatható a terhelőlapos összenyomódási modulusból ( $E_{PLT}$ ).

1. MEGJEGYZÉS: A süllyedés számítására használható ilyen explicit rugalmasságtani módszert az EN 1997-1:2004 F melléklete tartalmaz.

2. MEGJEGYZÉS:  $E_{PLT}$  meghatározása a K2. fejezetben látható.

(6) Az alakváltozások számítására szolgáló ágyazási tényező ( $k_s$ ) lépcsős terheléses vizsgálat eredményeiből származtatható.

MEGJEGYZÉS: Számítási példa a K3. fejezetben van.

(7) Közvetlen tervezés esetén a PLT eredményei közvetlenül, geotechnikai paraméterek használata nélkül átvihetők az alapozási feladatra.

(8) Homokon álló alapok süllyedése meghatározható a PLT eredményeiből.

MEGJEGYZÉS: Példa a K4. fejezetben van.

## 5. Talajok és szilárd kőzetek laboratóriumi vizsgálata

### 5.1. Általános elvek

(1) P A laboratóriumi vizsgálatok programját a talajvizsgálati program egyéb részeivel összhangban kell összeállítani (további részletek a 2. fejezetben).

(2) Hacsak lehetséges, a vizsgálandó minták kiválasztásához a terepi vizsgálatokból és szondázásokból nyert információkat is fel kell használni (lásd a 2.4.1.3. szakaszt).

### 5.2. A laboratóriumi vizsgálatok általános követelményei

#### 5.2.1. Általános követelmények

(1) Az e fejezetben közölt követelményeket minimumként ajánlatos értelmezni.

(2) További előírások, eredményközlési követelmények és értelmezések is szükségesek lehetnek, ha ezeket a talajviszonyok és a geotechnikai szempontok indokolják.

(3) P A tervezési paraméterek meghatározásához szükséges vizsgálatokat részletesen elő kell írni.

## 5.2.2. Eljárások, berendezés és eredményközlés

(1)P A vizsgálatok elvégzése és az eredmények közzétevése feleljen meg a meglévő EN- és EN ISO dokumentumoknak.

MEGJEGYZÉS: Van CEN ISO/TS előírás számos laboratóriumi vizsgálatra. Egyes EN ISO dokumentumok kidolgozása előkészületben van.

(2) Feltéve, hogy e szabvány követelményei teljesülnek, más vizsgálati módszerek és eljárások is választhatók.

(3)P Ellenőrizni kell, hogy az alkalmazandó laboratóriumi eszköz megfelelő-e, céljára alkalmas-e, kalibrálva van-e, és kielégíti-e a kalibrálási követelményeket.

(4) A berendezés és az eljárások megbízhatóságát célszerű ellenőrizni a vizsgálati eredmények és az összehasonlítható talajokra és kőzetekre kapott adatok összevetésével.

(5)P A vizsgálati eredményekkel együtt közölni kell a vizsgálati módszereket és eljárásokat is. A szabványos vizsgálati eljárástól való minden eltérést közölni és igazolni kell.

(6) Ha helyénvaló, a laboratóriumi talajosztályozó vizsgálatok eredményeit célszerű rajzban, a talajszelvényvel együtt, a talajleírásokat és valamennyi talajosztályozó eredményt összegezve dokumentálni.

(7) Ha lehetséges és megkívánják, a további laboratóriumi vizsgálatok (pl. ödométeres és triaxiális vizsgálat) mintáinak helyét ugyanazon a rajzon célszerű megadni.

## 5.2.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelésének követelményeit a 6.3. szakasz ismerteti.

(2) Az egyes vizsgálatok eredményeit célszerű összehasonlítani más vizsgálatok eredményeivel annak ellenőrzése céljából, hogy nincs-e ellentmondás a rendelkezésre álló adatok között.

(3) Ajánlatos a vizsgálati eredményeket összevetni az irodalmi adatokkal, az indexjellemzőkkel és az összehasonlítható tapasztalatokkal.

## 5.3. Talajpróbatetek készítése a vizsgálatokhoz

### 5.3.1. Cél

(1) A talajok laboratóriumi vizsgálathoz való előkészítésének a célja olyan próbatetek előállítása, amelyek – amennyire csak lehet – jellemzőek arra a talajra, amelyből a mintákat vették.

(2) A készítés módja szerint a próbatetek a következő öt csoportba sorolhatók: zavart, zavartalan, újratömörített, átglyűrt és rekonstruált próbatetek.

### 5.3.2. Követelmények

#### 5.3.2.1. A talaj mennyisége

(1) A vizsgálatokhoz használandó próbatest elegendően nagy legyen ahhoz, hogy megállapíthatók legyenek a következők:

- a benne már számottevő mennyiségben levő legnagyobb szemcseméret;
- a természetes tulajdonságok, mint pl. a szerkezet és a szövet (pl. folytonossági hiány).

MEGJEGYZÉS: A talajosztályozó vizsgálatokhoz és az újratömörített próbatesteken végzendő vizsgálatokhoz szükséges minimális talajtömeget, valamint a szilárdság és összenyomhatóság vizsgálatához szükséges zavartalan próbatetek készítéséhez szükséges talajtömeget az L melléklet tartalmazza.

#### 5.3.2.2. Kezelés és tevékenységek

(1)P Az EN ISO 22475-1 követelményeit be kell tartani.

(2)P Minden mintát címkével világosan és félreérthetetlenül meg kell jelölni.

(3)P A talajmintákat mindvégig meg kell védeni a károsodástól, az állapotromlástól és a szélsőséges hőmérséklet-változásoktól. Különös gondosságot igényelnek a zavartalan minták, hogy a próbatetek készítése során ne következzenek be torzulásuk és a víztartalmuk csökkenése. A mintatárolók anyaga ne lépessen reakcióba a tárolt talajjal.



(4)P A minták vizsgálat előtti száradását nem szabad megengedni, ha a víztartalom csökkenése befolyásolhatja a vizsgálat eredményeit.

(5) Ajánlatos a zavartalan mintákat szabályozott páratartalmú környezetben előkészíteni. Ha az előkészítés megszakad, a próbatestet meg kell védeni a víztartalmának a változásától.

(6)P Ha a szemcsék szétválasztása szükséges, akkor az egyedi szemcsék aprózódását el kell kerülni. Ha cementálódott vagy más kötésű talajok különleges kezelésére van szükség, akkor arra előírást kell adni.

(7)P Ha a mintát osztani kell, akkor azt úgy kell végezni, hogy – elkerülve a nagyobb szemcsék elkülönülését – a részminták is reprezentatívak legyenek.

## 5.4. Kőzetpróbatestek készítése a vizsgálatokhoz

### 5.4.1. Cél

(1) A kőzetpróbatestek készítésének célja olyan próbatestek előállítása, amelyek a kőzetformációra – amennyire csak lehetséges – reprezentatívak.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálatokhoz szükséges kőzetpróbatestek készítésére vonatkozóan a T-W melléklet és az X2. fejezet tartalmaz további részleteket és útmutatást.

### 5.4.2. Követelmények

(1)P A kőzetpróbatestek készítési módjára előírást kell adni. Ha ezek az előírások nem teljesíthetők, akkor a próbatestet az előírásokat legjobban megközelítő módon kell elkészíteni, és jelentésben kell ismertetni, hogy miként készítették a mintát.

(2)P A minta egyenességét, valamint a véglapok sík voltát és merőlegességét meghatározó valamennyi eszközt és szerelvényt szabályos időközönként és olyan pontossággal kell ellenőrizni, mely legalább a vonatkozó kőzetvizsgálat követelményeit kielégíti.

(3)P A következőket kell előírni:

- a kőzetminták tárolási viszonyai (rövid idejű / vagy tartós tárolás);
- a vizsgálandó próbatestek víztartalma a vizsgálat idején;
- a próbatest készítése magmintából;
- a méret- és alakműrések meghatározásának a módszere.

(4) Lehetőleg el kell kerülni a víztartalom bármilyen változását. Ha a természetes víztartalomban változás következne be, annak hatását – ha indokolt – a vizsgálat előkészítésének részeként ellensúlyozni kell.

(5) Ajánlatos a víztartalom bármely megváltozásának okát és hatását a jelentésben közölni.

(6)P Ha előírt méretű próbatestet laboratóriumban fúrással kell előállítani, akkor ennek igényét pontosan meg kell fogalmazni, kitérve a fúrás módszerére, az alkalmazott hűtőközegre és a próbatest újratelítésére vonatkozó igényre.

(7) A szóban forgó vizsgálat adataival és eredményeivel együtt a következőket kell rögzíteni és a jelentésben közölni:

- a próbatest eredete, beleértve a mélységet / szintet és a térbeli orientáltságot;
  - a próbatest készítésének és vizsgálatának időadatai;
  - a vizsgált próbatest(ek) reprezentatív voltára vonatkozó megjegyzések;
  - minden méret- és alakmérési adat, beleértve az előírásokkal való egyezést;
  - a minta / próbatest víztartalma (a beérkezéskor, a készítés alatt és a telítés után);
  - a szárítás körülményei (levegőn vagy szárítószekrényben, nyomás alatt vagy részleges vákuumban).
- (8) A vizsgálati eredmények értelmezéséhez ajánlatos megadni a mintákra vonatkozó következő információkat:
- a próbatest makroszkópos leírása, beleértve a kőzetfajtát (pl. homokkő, mészkő, gránit stb.), az eredeti kőzetszerkezeti sajátosságok és bármely tagoló felület helyét és irányultságát, továbbá a zárványokat vagy a heterogenitást;
  - a próbatestről készített vázlat vagy színes fénykép, ha a próbatest nem egyöntetűen homogén kőzetfajtából van;

- a magkihozatal (CR) és a tagoltsági érték (RQD), ha lehetséges;
- mérési adatok, melyek alapul szolgálnak a túrési ellenőrzésekhez a vizsgált próbatest alakjának a szabályos hengertől való eltérésére, a terhelt véglapok sík voltára, továbbá a véglapoknak a mag tengelyéhez viszonyított merőlegességére vonatkozólag.

## 5.5. A talajok osztályozásához, azonosításához és leírásához használatos vizsgálatok

### 5.5.1. Általános elvek

(1)P A talajt az EN ISO 14688-1 és az EN ISO 14688-2 szerint kell osztályozni, azonosítani és leírni.

MEGJEGYZÉS: Az M melléklet közöl további részleteket az egyes osztályozóvizsgálatokról, értelmezésükről, és ad irányelveket az egy rétegből veendő minták és ezek vizsgálatának minimális számára vonatkozóan.

### 5.5.2. Az összes osztályozóvizsgálatra vonatkozó követelmény

(1) Az összes osztályozóvizsgálat vonatkozásában nagy gondot kell fordítani a szárítószekrény hőmérsékletének beállítására, mivel a túl magas hőmérséklet károsan befolyásolhatja a mérési eredményeket.

### 5.5.3. A víztartalom meghatározása

#### 5.5.3.1. Cél és követelmények

(1) A vizsgálat célja a talaj víztartalmának meghatározása. A víztartalom, definíciója szerint, a szabad víz tömegének és a száraz talaj tömegének aránya.

(2) Indokolt, hogy a víztartalom mérésére használandó próbatestek legalább a 3.4. szakasz szerinti 3. minőségi osztályba tartozzanak.

(3) Ha egy minta több talajfajtát is tartalmaz, akkor indokolt a víztartalmakat a különböző talajfajtákat reprezentáló próbatestekből külön-külön meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A víztartalom meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésre vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-1-ben található (lásd az X4.1.2. szakaszt).

#### 5.5.3.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P Az eredmények értékelésekor figyelembe kell venni, ha jelentős mennyiségű gipsz van a talajban, ha erősen szerves a talaj, ha olyan anyagról van szó, melyben a pórusvíz oldott szilárd anyagokat tartalmaz, valamint ha a talajban vízzel telt zárt pórusok vannak.

(2) Célszerű ellenőrizni, hogy a talajmintának a laboratóriumban mért „beérkezési” víztartalma milyen mértékben reprezentatív az „in situ” értékre. Ennek mérlegelése során indokolt figyelembe venni a mintavételi módszert, a szállítást és a kezelést, valamint a próbatest-készítési módszert és a laboratóriumi környezet hatását.

(3) Az (1)P bekezdésben említett talajok esetében a kb. 50 °C szárítási hőmérséklet megfelelőbb, mint a szokásosan előírt (105 ± 5) °C, de az így kapott eredményeket is célszerű óvatosan értelmezni.

### 5.5.4. A térfogatsűrűség meghatározása

#### 5.5.4.1. Cél és követelmények

(1) A vizsgálatot a folyékony és gázfázisú anyagot is tartalmazó talaj térfogatsűrűségének meghatározása céljából végzik.

(2) Indokolt, hogy a vizsgálandó próbatestek legalább a 3.4. szakasz szerinti 2. minőségi osztályba tartozzanak.

(3)P Előírást kell adni a vizsgálat módjára.

MEGJEGYZÉS: A térfogatsűrűség meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-2-ben található (lásd az X4.1.3. szakaszt).

#### 5.5.4.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

- (1) A vizsgálati eredmények értékelésekor indokolt figyelembe venni a minták esetleges zavartságát.
- (2) A durva szemcséjű talajok térfogatsűrűségének laboratóriumi meghatározása általában csak közelítő jelle-  
gűnek tekinthető, kivéve, ha a mintát különleges eljárással vették.
- (3) A térfogatsűrűség felhasználható a talajból származó hatások tervezési értékeinek meghatározásához és  
más laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek feldolgozásához is.
- (4) A térfogatsűrűség felhasználható más talajjellemzők értékeléséhez is, pl. a víztartalommal együttesen a talaj  
száraz térfogatsűrűségének számítására.

#### 5.5.5. A szemcsék sűrűségének meghatározása

##### 5.5.5.1. Cél és követelmények

- (1) A vizsgálat célja a szilárd talajszemcsék sűrűségének hagyományos módszerekkel való meghatározása.
- (2)P Az alkalmazandó vizsgálati módszer megválasztása során figyelembe kell venni a talaj fajtáját.

MEGJEGYZÉS: A szemcsesűrűség meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további infor-  
mációk a CEN ISO/TS 17892-3-ban találhatóak (lásd az X4.1.4. szakaszt).

##### 5.5.5.2. A vizsgálati eredmények értékelése

- (1)P Ha valamely réteg esetében a mért értékek nem esnek a szokásos 2500–2800 kg/m<sup>3</sup> tartományba, akkor  
ellenőrizni kell a talaj ásványi összetételét, szerves alkotórészeit és geológiai eredetét.

#### 5.5.6. A szemeloszlás vizsgálata

##### 5.5.6.1. Cél és követelmények

- (1) A vizsgálat célja annak meghatározása, hogy a talajban az egyes szemcseméret-tartományok hány tömeg-  
százalékot alkotnak.

MEGJEGYZÉS: A szemeloszlási vizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a  
CEN ISO/TS 17892-4-ben találhatóak (lásd az X4.1.5. szakaszt).

- (2)P A szemeloszlás vizsgálatára, a szemcsék méretétől függően, két módszert kell használni:

- szitálást, ha a szemcsék mérete > 63 µm (illetve az ehhez legközelebbi, rendelkezésre álló szitaméret);
- ülepítést hidrométeres vagy pipettás módszerrel, ha a szemcsék mérete ≤ 63 µm (illetve az ehhez legkö-  
zelebbi, rendelkezésre álló szitaméret).

- (3) Más egyenértékű módszerek is használhatók, ha azokat a (2)P bekezdésben említett két módszerhez kalib-  
rálták.

- (4)P Az ülepítés előtt a finom szemcséjű próbatesteket nem szabad kiszárítani.

- (5) Megfelelő eljárásokkal célszerű eltávolítani a szitálás és az ülepítés előtt a szerves, sós és meszes alkotóré-  
szeket, vagy végrehajtani az ezek előfordulása miatt szükséges korrekciókat, ha előfordulnak ilyenek.

MEGJEGYZÉS: A meszes és szerves anyagoknak cementáló vagy koaguláló hatása lehet, és ez befolyásolhatja a szemeloszlást.

- (6) Célszerű számolni azzal, hogy bizonyos talajok, pl. a mészsizap esetében a mészmentesítő kezelés alkal-  
matlan.

##### 5.5.6.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

- (1)P A következőkről kell a jelentésben beszámolni:

- az alkalmazott szárítási módszer;
- eltávolítottak-e és milyen módon szerves, sós és meszes anyagokat;
- a mész- és/vagy a szervesanyag-tartalom, ha mennyiségük lényeges;
- a frakciók tömegét a teljes tömeg arányában (vagyis a szerves, a sós és a meszes anyagokat is beszá-  
mítva) adták-e meg.

(2)  $D_n$ -nel jelölik azt a szemcseméretet, amelynél a szemcsék  $n$  súlyszázaléka kisebb. A  $D_{10}$ ,  $D_{30}$  és  $D_{60}$  szemcseméretet használhatók fel az egyenlőtlenégi mutató és a görbületi mutató meghatározására.

(3) A  $D_{15}$  és  $D_{85}$  szemcseméretet a talaj szűrőképességi kritériumainak meghatározására használhatók fel.

## 5.5.7. A konzisztenciahatárok meghatározása

### 5.5.7.1. Cél és követelmények

(1) Konzisztenciahatárok (Atterberg-határok) a folyási, a sodrási és a zsugorodási határ. E szabvány csak a folyási és a sodrási határ meghatározására terjed ki.

(2) A konzisztenciahatárok azt jellemzik, hogy miként viselkednek az agyagok és az iszaptalajok, ha a víztartalmuk változik. Az agyagok és az iszaptalajok osztályozása többnyire e konzisztenciahatárokon alapul.

(3) P A folyási határ esetén elő kell írni a vizsgálat módját (ejtőkúppal vagy Casagrande-készülékkel).

(4) A folyási határ meghatározására általában az ejtőkúpos módszert részesítik előnyben a Casagrande-módszerrel szemben. Az ejtőkúpos módszer különösen a kis plaszticitású talajok esetén ad megbízhatóbb eredményeket.

(5) A próbatestek legalább a 3.4. szakasz szerinti 4. minőségi osztályba tartozzanak, ha azt várják el, hogy az eredmények az in situ állapotot jellemezzék.

MEGJEGYZÉS: A konzisztenciahatárok meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-12-ben található (lásd az X4.1.6. szakaszt).

### 5.5.7.2. Az eredmények értékelése és felhasználása

(1) A sodrási vagy a folyási határból korrelációk segítségével különböző geotechnikai jellemzők, pl. az összenyomhatóság vagy az optimális víztartalom határozhatók meg.

(2) A folyási határ és a sodrási határ értékéből számítható az  $I_p$  plaszticitási index. Az  $I_p$  felhasználható a talajosztályozásban és – korrelációk segítségével – egyes geotechnikai talajjellemzők, pl. a szilárdság meghatározására.

(3) Az  $I_c$  konzisztenciaindex (vagy az  $I_L$  folyóssági index) értéke a folyási és sodrási határból, valamint a talaj aktuális víztartalmából számítható. Ez a talaj konzisztenciájának érzékeltetésére és – korrelációk révén – néhány geotechnikai jellemző meghatározására használható fel.

(4) Az  $I_A$  aktivitási index az  $I_p$ -ből és az agyagszemcsék százalékos mennyiségéből számítható. Az  $I_A$  használható a talajosztályozásban és – korrelációk révén – különböző geotechnikai talajjellemzők, pl. a talajszilárdság meghatározására.

## 5.5.8. Szemcsés talajok tömörségi indexének meghatározása

### 5.5.8.1. Cél és követelmények

(1) A tömörségi index kapcsolatot fejez ki a talajminta hézagtenyezője aktuális és szabványosított laboratóriumi vizsgálatokkal meghatározott referenciaértékei között. Jelzést ad a szabadon dréneződő szemcsés talaj tömörségi állapotáról.

(2) P A következőket kell előírni vagy ellenőrizni:

- a minták mennyisége és minősége;
- az alkalmazandó vizsgálati eljárás módszere;
- minden egyes próbatest készítésének módszere.

(3) Kívánatos, hogy a vizsgálandó anyagban 10%-nál kevesebb legyen a finom szemcse (amely átesik a 0,063 mm-es szitán) és 10%-nál kevesebb legyen a kavics (amely fennmarad a 2 mm-es szitán).

(4) P A tömörségi index vizsgálati eredményeivel együtt meg kell adni a szemeloszlási vizsgálat eredményeit, a természetes víztartalmat, a szemcsék sűrűségét és a túlméretes frakció százalékát (az utóbbit csak akkor, ha van ilyen). A (3) bekezdéstől való minden eltérést a jelentésben meg kell adni.

MEGJEGYZÉS: A tömörségi index meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk az X4.1.7. szakaszban találhatóak.

### 5.5.8.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) A tömörségi index értékelése során ajánlatos tekintetbe venni, hogy a laboratóriumban meghatározott maximális és minimális tömörségek nem szükségszerűen jelentik a tömörség határértékeit. Általánosan elfogadott tény, hogy az ezekkel a vizsgálatokkal nyert tömörségi értékeknek nagy a szórása.

(2) A tömörségi index használható a durva szemcséjű talajok nyírószilárdságának és összenyomhatóságának a jellemzéséhez.

### 5.5.9. A talajok diszperzibilitásának meghatározása

#### 5.5.9.1. Cél

(1) A vizsgálat célja az agyagos talajok diszperzibilitásának meghatározása. A mérnöki célú szabványos talajosztályozó vizsgálatok nem mutatják ki a talaj diszperzív tulajdonságait. A diszperzibilitást agyagos talajokon vizsgálják, főként földtöltések, ásványi szigetelések és más, vízzel érintkező geotechnikai szerkezetek építése kapcsán.

(2) Négyféle vizsgálat végezhető (lásd az M7. fejezetet):

- tűszűrős vizsgálat, amely a repedések mentén mozgó víz hatását modellezi;
- kétszeres ülepitési vizsgálat, amellyel a tiszta vízben, mechanikus keverés nélkül, illetve a diszpergálószerezrel, mechanikus keverés után ülepitett agyagszemcsék diszperzióját hasonlítják össze;
- rögvizsgálat, amely azt mutatja meg, hogy miként viselkednek a talajrögök híg nátrium-hidroxid-oldatba helyezve;
- a porusvízben lévő oldható sók meghatározása, mellyel korrelációba hozható a nátrium és a telített oldatban lévő összes só százalékos mennyisége.

#### 5.5.9.2. Követelmények

(1)P A következőket kell előírni:

- a minták olyan tárolása, amely a vizsgálatok előtti száradást meggátolja;
- a követendő vizsgálati eljárás;
- a próbatest készítésének módszere.

(2)P A diszperzibilitási vizsgálat eredményeit össze kell kapcsolni a minta szemeloszlásával és konzisztenciahatáraival.

(3) A tűszűrős vizsgálat esetében ajánlatos előírni a próbatest tömörítésének körülményeit, pl. hogy az optimális víztartalomtól a nedves vagy a száraz oldalra térjünk-e el, illetve a keverővíz típusát (pl. desztillált vagy csapvíz).

(4) A kétszeres ülepitési vizsgálat esetében még egy harmadik hidrometrálás is előírható, ha szükségesnek látszik annak tanulmányozása, hogy milyen hatást gyakorol a szuszpenzióban a csapvíz a talajra.

(5) A rögvizsgálat esetében megkívánható, hogy a nátrium-hidroxid-oldat hígítására desztillált vizet használnak.

### 5.5.10. A fagyérzékenység vizsgálata

#### 5.5.10.1. Cél

(1) A talajok fagyérzékenységének lényeges szerepe van ott, ahol fagyérzékeny talajban fagyhatár fölé kerülő alapot terveznek.

(2) Utak, repülőtéri kifutópályák, vasúti pályák, síkalapozású szerkezetek, földbe ágyazott csővezetékek, gátak és más szerkezetek ki lehetnek téve fagyemelkedésnek, amelyet a fagyérzékeny talaj fagyása vízutánpótlás esetén okozhat. A fagyérzékeny talajok akár természetes állapotukban, akár szerkezetek épített alaprétegeként előfordulhatnak.

(3) A fagyemelkedés veszélye becsülhető korreláció segítségével a talaj osztályozó jellemzőiből (szemeloszlás, kapilláris emelkedési magasság és/vagy finomszemcse-tartalom), illetve természetes állapotú vagy újratömörített és újrakonzolidált vagy rekonstruált próbatestek laboratóriumi vizsgálata alapján.

MEGJEGYZÉS: Példa található az M8. és az X5. fejezetben.

## 5.5.10.2. Követelmények

(1) Ha a fagyérzékenységnek a talaj osztályozó jellemzőin alapuló megítélése nem jelzi egyértelműen a fagyemelkedés kockázatának kizárhatóságát, akkor indokolt laboratóriumi fagyemelkedési vizsgálatokat végezni. Példák azon talajfajtákra, melyek esetében a talajosztályozó jellemzőkkel való korreláció kiegészítésül indokolt lehet laboratóriumi vizsgálatokat végezni: szerves talajok, tőzeg, sótartalmú talajok, mesterséges talajok és a széles szemcsetartományú durva szemcsés talajok.

(2) Egy talaj természetes állapotában mutatkozó fagyérzékenységének megállapítására természetes állapotú próbatesteket ajánlatos vizsgálni. Mesterséges feltöltések fagyérzékenységének megítélésére a fagyemelkedési vizsgálatokat újrátömörített és utána újrakonzolidált próbatesteken vagy rekonstruált próbatesteken kell végezni.

(3) A fagyérzékenység a laboratóriumban a fagyemelkedési vizsgálattal állapítható meg. Ha az olvadás okozta gyengülés veszélyét vizsgálják, célszerű a már felengedett próbatesten CBR-vizsgálatot végezni. Ajánlatos az újrátömörített vagy rekonstruált próbatestet a vizsgálat előtt egy vagy több fagyási-olvadási ciklusnak alávetni.

## 5.5.10.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Az eredményeket az építési munka jellege, a tervezési szabályok és a rendelkezésre álló összehasonlítható tapasztalatok függvényében, a fagyhatások következményeinek figyelembevételével indokolt értelmezni.

## 5.6. A talaj és a talajvíz vegyvizsgálata

### 5.6.1. Az összes vegyvizsgálatra vonatkozó követelmények

#### 5.6.1.1. Alkalmazási terület

(1) Noha a talaj részletes vegyi összetétele építőmérnöki szempontból többnyire kevésbé lényeges, bizonyos kémiai alkotórészek talajbeli előfordulásának nagy lehet a jelentősége, pl. a geotechnikai szerkezet tartóssága szempontjából.

(2) A talajmechanikai laboratóriumban végzett rutinszerű vegyvizsgálat rendszerint a szervesanyag-tartalom (izmitási veszteség, összes szervesanyag-tartalom, a szerves anyag fajtája), a karbonáttartalom, a szulfáttartalom, a pH-érték (savasság vagy lúgosság) és a kloridtartalom meghatározására korlátozódik. E szabvány csak ezzel az öt vegyvizsgálattal foglalkozik.

1. MEGJEGYZÉS: Az N melléklet nyújt további részleteket és bizonyos útmutatásokat e vegyvizsgálatokról és értelmezésükről.

2. MEGJEGYZÉS: Vannak más vegyi összetevők is, amelyek az acél és a beton számára nagyon agresszív környezetet teremthetnek, ilyenek például a szulfid, a magnézium és az ammónium. E szabvány az ezeknek megfelelő vizsgálatokra nem tér ki.

3. MEGJEGYZÉS: A talajjal érintkező acélszerkezeteket fenyegető korrózióveszélyt rendszerint az elektromos ellenállás vizsgálatával, továbbá a redox-potenciál (e szabvány ezt nem tárgyalja), a pH, a kloridok és a szulfátok meghatározásával értékeli.

#### 5.6.1.2. Cél

(1) Az itt tárgyalt vegyvizsgálatok célja az, hogy osztályozzák a talajt, és hogy értékeljék a talajnak és a talajvíznek a betont, az acélt, illetve magát a talajt veszélyeztető hatását. E vizsgálati eljárásokat nem a környezetvédelemmel összefüggő felhasználásra alkották.

#### 5.6.1.3. Követelmények

(1) P A következőket minden vegyvizsgálatra elő kell írni:

- a vizsgálandó minták;
- a vizsgálandó minták száma;
- a követendő vizsgálati eljárás;
- az előkezelések, ideértve a méreten felüli (pl.  $D > 2$  mm) szemcsék kezelését is;
- a rétegenkénti és a párhuzamos vizsgálatok száma;
- az átlagérték meghatározására szolgáló független vizsgálatok száma;
- a jelentés formája;
- a szükséges kapcsolódó osztályozóvizsgálatok minden vizsgálatához vagy vizsgálatosorozathoz.

(2)P A keverés, a felezés és a negyedelés szabályszerű eljárásait szigorúan követni kell az ellentmondásos eredmények elkerülése végett.

(3) Zavart minták felhasználhatók a vegyvizsgálatokhoz, de a szemeloszlásuknak és a víztartalmuknak reprezentatívnak kell lenniük az in situ viszonyokra (1–3. minőségi osztály).

(4) A szervesanyag-tartalom meghatározásához csak a szemeloszlásnak kell reprezentatívnak lennie (4. minőségi osztály).

MEGJEGYZÉS: Az ajánlott vizsgálati eljárások az N mellékletben találhatók.

#### 5.6.1.4. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A vizsgálati eredményeket a geológiai adottságokkal és a jellemző környezettel együtt kell értékelni.

(2)P Mért paramétereken alapuló, elfogadott osztályozást kell alkalmazni, ha van ilyen.

#### 5.6.2. A szervesanyag-tartalom meghatározása

##### 5.6.2.1. Cél

(1) A szervesanyag-tartalom vizsgálata a talaj osztályozására használatos. Az olyan talajok esetében, amelyekben agyagszemcse és mésztartalom nincs (vagy csak nagyon kevés van), a szervesanyag-tartalmat gyakran a szabályozott hőmérsékleten mért izzítási veszteségből határozzák meg. Más megfelelő módszer is használható. Így például meghatározható a szervesanyag-tartalom a hidrogén-peroxiddal ( $H_2O_2$ ) való kezeléskor bekövetkező tömegvesztéséből, ez alkalmasabb is a szerves anyagok mérésére.

(2) A szerves anyagoknak nemkívánatos hatásai lehetnek a talajok műszaki viselkedésére. Így például a szerves anyag miatt csökken a teherbírás, növekszik az összenyomhatóság, továbbá növekszik a duzzadási és a zsugorodási hajlam. A gáztartalom tetemes azonnali süllyedést okozhat, befolyásolhatja a laboratóriumi vizsgálatokból származtatott konszolidációs együtthatókat és a nyírószilárdságot. A szerves anyag gátolhatja a talajnak az útépitési célú stabilizálását, emellett rendszerint kis pH-érték és olykor szulfátok is társulnak hozzá, ami viszont az alapokat károsíthatja.

##### 5.6.2.2. Követelmények

(1)P Minden egyes vizsgálatra vagy vizsgálatssorozatra vonatkozóan elő kell írni az 5.6.1.3. szakaszban már felsoroltakon túl a következőket:

- szárítási hőmérséklet;
- izzítási hőmérséklet;
- a kötött víz, a meszes alkotórészek stb. miatt szükséges korrekciók;
- a széntartalomnak szervesanyag-tartalomra való átszámításához használandó tényező.

(2)P Inhomogén minták esetén nagyobb próbatestek és azokhoz alkalmas eszközök szükségesek. Ennek megfelelően nagyobb izzítótégelyeket kell használni.

(3)P Az izzítási veszteséget az eredeti száraz anyag százalékában kell megadni, közölve a szárítási hőmérsékletet, az izzítási hőmérsékletet, valamint a szárítás és az izzítás időtartamát is.

(4)P A szervesanyag-tartalmat az eredeti száraz anyag százalékában kell megadni, közölve a meghatározás módját is.

##### 5.6.2.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A mérsékelt szervesanyag-tartalmú agyag- és iszaptalajok esetében a kötött víz vagy a meszes alkotórészek miatti korrekció hibája olyan nagy lehet, ami miatt már különleges vizsgálati eljárások válhatnak szükségessé.

#### 5.6.3. A karbonáttartalom meghatározása

##### 5.6.3.1. Cél

(1) A karbonáttartalom indexként használatos a természetes karbonátot tartalmazó talajok és kőzetek osztályozására vagy a cementáltság mértékének jelzésére.

(2) A karbonáttartalom mérése a sósavval (HCl) való reakción alapul, amelynek során szén-dioxid szabadul fel. Általában feltételezzük, hogy karbonát csak kalcium-karbonát ( $\text{CaCO}_3$ ) alakban van jelen. A karbonáttartalmat a talaj sósavas kezelését követően megállapított szén-dioxid-tartalomból számítjuk.

### 5.6.3.2. Követelmények

(1)P A megfelelő előkezelést a talaj szemrevételezése alapján kell kiválasztani.

(2) Nagyobb kezdeti tömegű minták vizsgálata célszerű olyan talajok és kőzetek esetében, melyekben a karbonáttartalom nem egyenletesen oszlik el. Reprezentatív minták széttöréssel és mintaosztó eszközzel nyerhetők.

(3)P A karbonáttartalmat az eredeti száraz anyag százalékában kell megadni.

### 5.6.3.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P Egyes karbonátok, például a dolomit, nem oldódnak a szabványos sósavoldat hatására az előírt idő alatt. Az ilyenfajta karbonátokat tartalmazó talajok vagy kőzetek esetében különleges módszerek szükségesek.

### 5.6.4. A szulfáttartalom meghatározása

#### 5.6.4.1. Cél

(1) E vizsgálat célja a szulfáttartalom meghatározása, mely a talaj acélt és betont károsító hatásának mutatószámaként értelmezhető. A természetes előfordulású szulfátok – ritka kivétellel – oldódnak sósavban. Néhányuk oldódik vízben is.

(2) A savban oldódó szulfáttartalmat teljes szulfáttartalomnak nevezik, megkülönböztetésül a vízben oldódó szulfáttartalomtól. Fontos tudni, melyik értékről van szó.

(3) Az oldott szulfátokat, főleg a nátrium- és magnézium-szulfátokat tartalmazó talajvíz megtámadhatja a betont és a talajba vagy az arra kerülő más anyagokat. Ezért szükséges a talaj és a talajvíz szulfáttartalom szerinti osztályozása, hogy a helyes megelőző intézkedéseket megtehessek.

#### 5.6.4.2. Követelmények

(1)P Az 5.6.1.3. szakaszban felsoroltakon felül mindegyik vizsgálatra vagy vizsgálatcsoportra vonatkozóan meg kell adni, hogy savban vagy vízben oldódó szulfátok vizsgálatát kell-e megkövetelni.

(2)P Az olyan inhomogén talajok esetében, melyekben szemmel látható gipszkristályok vannak, nagyméretű mintákra van szükség, melyeket össze kell törni, el kell keverni és mintaosztó eszközzel kell több részre osztani, hogy reprezentatív próbatesteket nyerjünk. A megfelelő próbatest-készítési módszert előzetes szemrevételezés alapján kell megválasztani.

#### 5.6.4.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P Az  $\text{SO}_3^{2-}$  vagy  $\text{SO}_4^{2-}$  tartalmat a száraz anyag százalékában vagy gramm/literben kell megadni, utalva arra, hogy a szulfát savban vagy vízben oldódik-e.

### 5.6.5. A pH-érték meghatározása (savasság és lúgosság)

#### 5.6.5.1. Cél

(1) A talajvíz vagy a vízben oldott talaj pH-értékét annak megítélésére használjuk, hogy azok nem túlságosan savasak- vagy lúgosak-e.

#### 5.6.5.2. Követelmények

(1)P A vegyvizsgálatok általános követelményein felül mindegyik vizsgálat vagy vizsgálatcsoport esetében elő kell írni a következőket:

- kell-e szárítani a talajt vagy sem;
- a talaj / víz aránya.

(2)P A pH-mérő eszközt szabványos típusoldatokkal kell kalibrálni.

(3)P A talajszuszpenzió vagy a talajvíz pH-értékét bele kell foglalni a jelentésbe. Közölni kell a vizsgálat módját is.



### 5.6.5.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Az értékeléskor célszerű figyelembe venni, hogy bizonyos talajok esetében az oxidáció befolyásolhatja a mért értékeket.

### 5.6.6. A kloridtartalom meghatározása

#### 5.6.6.1. Cél

(1) A vizsgálat célja a vízben oldódó vagy savban oldódó kloridok meghatározása, hogy megítélhető legyen a pórusvíz vagy a talaj szalinitása. Az eredmények a talajvíz betonra, acélra és más anyagokra gyakorolt hatásának mutatószámát jelentik.

#### 5.6.6.2. Követelmények

(1)P Az 5.6.1.3. szakaszban felsoroltakon felül mindegyik vizsgálatra vagy vizsgálatcsoportra vonatkozóan elő kell írni a következőket:

- vízben vagy savban oldódó kloridokat kell-e meghatározni;
- kell-e szárítani a talajt, vagy sem.

(2)P Szárítás után alaposan át kell keverni a talajt, hogy az esetleg felszíni kérget képező sók újra szétosztódjanak.

#### 5.6.6.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A kloridtartalmat gramm/literben vagy a talaj száraz tömegének százalékában kell megadni. Az alkalmazott vizsgálati eljárásokról közölni kell, hogy azokkal vízben vagy savban oldódó kloridokat határoztak-e meg.

## 5.7. A talajszilárdság indexvizsgálatai

### 5.7.1. Cél

(1) A szilárdsági indexvizsgálatok célja az agyagos talaj  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdságának gyors és egyszerű meghatározása.

(2) E szabvány a következő szilárdsági indexvizsgálatokat tartalmazza:

- laboratóriumi szárnyas vizsgálat;
- ejtőkúpos vizsgálat.

### 5.7.2. Követelmények

(1)P A vizsgálatokat 1. minőségi osztályú zavartalan próbatesteken kell elvégezni.

1. MEGJEGYZÉS: A szilárdsági indexvizsgálatok menetére, az eredmény közlésére és értékelésére a CEN ISO/TS 17892-6 (lásd az X4.3. szakaszt) tartalmaz további információkat.

2. MEGJEGYZÉS: Az O melléklet nyújt információt a figyelembe vett szilárdsági indexvizsgálatokról és ad ellenőrző listát a vizsgálati eljárásokhoz.

### 5.7.3. A vizsgálati eredmények felhasználása

(1) Ajánlatos tekintetbe venni, hogy a  $c_u$ -értékek a talaj laboratóriumi állapotára jellemző drénezetlen nyírószilárdságát reprezentálják. Ezek nem szükségszerűen egyeznek a talaj in situ drénezetlen nyírószilárdságával.

(2) A talaj tulajdonságaitól és az alkalmazott szilárdsági indexvizsgálatától függően a vizsgálat eredménye csak a  $c_u$  közelítő becslésének tekinthető.

(3) A szilárdsági indexvizsgálat csak akkor használható a tervezésben, ha van hasonló talajra vonatkozó jól dokumentált, összehasonlítható tapasztalat.

(4) Ha van jól dokumentált, összehasonlítható bizonyíték, a szilárdsági indexvizsgálatból megállapított drénezetlen nyírószilárdságot szabad használni az EN 1997-1:2004 D3. fejezete szerinti analitikus módszer alkalmazásához.

(5) A vizsgálati eredmények felhasználhatók a drénezetlen nyírószilárdság egy rétegen belüli változásainak ellenőrzésére.

## 5.8. A talajszilárdság vizsgálata

### 5.8.1. Cél és alkalmazási kör

(1) A vizsgálat célja a drénezett és/vagy drénezetlen nyírószilárdsági jellemzők meghatározása.

(2) E szabvány a következő szilárdsági vizsgálatokra terjed ki:

- egyirányú nyomóvizsgálat;
- konszolidálatlan, drénezetlen triaxiális nyomóvizsgálat;
- konszolidált triaxiális nyomóvizsgálat;
- dobozos nyíróvizsgálat és körgyűrűs (torziós) nyíróvizsgálat.

(3) A dobozos és körgyűrűs nyíróvizsgálatokat drénezetten célszerű végezni.

MEGJEGYZÉS: Ha nagyon kis áteresztőképességű agyagot a kétféle nyíróberendezés bármelyikében nagy alakváltozási sebességgel terhelnek, akkor a terhelés inkább drénezetlennek tekinthető. A vizsgálat ekkor a drénezetlen szilárdságról ad tájékoztatást.

(4) Ez a fejezet csak a teljesen telített vagy a száraz talaj szilárdsági vizsgálataival foglalkozik.

### 5.8.2. Általános követelmények

(1) Az agyag, az iszap és a szerves talajok nyírószilárdságának meghatározásához (1. minőségi osztályú) zavartalan minták használata indokolt. Bizonyos talajok esetében vagy speciális céllal elvégezhetők a vizsgálatok rekonstruált vagy átglyűrt próbatesteken is.

(2) Durva iszapok és homokok esetében használhatók újratömörített vagy rekonstruált próbatestek. Indokolt gondosan kiválasztani azt a készítési módszert, amellyel a talajszerkezet és a tömörség az adott tervezési feladatnak leginkább megfelelő módon rekonstruálható.

(3)P Újratömörített vagy rekonstruált próbatestek esetében elő kell írni, hogy milyen legyen a próbatest összetétele, tömörsége és víztartalma, hogy az megfeleljen az in situ állapotnak, továbbá hogy milyen módon készüljön a próbatest.

(4)P A szilárdsági vizsgálatokat illetően a következőket kell értékelni vagy előírni:

- a szükséges vizsgálatok száma;
- a feltárt minták mely részéből készüljön próbatest;
- a minta megkövetelt minősége;
- a próbatest készítésének módja;
- a próbatest irányultsága;
- a vizsgálat típusa;
- az elvégzendő osztályozóvizsgálatok;
- a konszolidáló feszültségek (ha vannak);
- a konszolidációs lépcsők időtartama (ha vannak);
- a nyírási sebesség;
- a törési kritériumok;
- a vizsgálat befejezésének kritériumai (pl. az a fajlagos alakváltozás, amelyet elérve a vizsgálatot abba kell hagyni);
- az elfogadhatóság feltételei (pl. telítettség, szórás);
- a mérések pontossága;
- az eredmények közlésének formája;
- bármely eljárás, amelyet valamely hivatkozott, elfogadott szabvány rendelkezésein felül alkalmaztak.

(5) Egy minta nyírószilárdságát három vagy több, különböző normálfeszültséggel végzett vizsgálatmal indokolt meghatározni.

(6)P Egy talajréteg nyírószilárdságának meghatározásakor a következőket kell figyelembe venni:

- a nyírási típusa;

- a próbatest készítésének módszere;
- kiegészítő osztályozóvizsgálatok szükségessége.

(7) Ha 2. minőségi osztályú mintákat vizsgálnak, akkor az eredmények értelmezésekor indokolt figyelembe venni a minta zavartságának hatását is.

MEGJEGYZÉS: A P mellékletben található irányelvek az egy rétegből veendő minták és ezek vizsgálatának minimális számára vonatkozóan, továbbá kiegészítő információk a vizsgálatról és annak értékeléséről.

### 5.8.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1)P A vizsgálati eredmények ismertetésének a következőket kell értelemszerűen magában foglalnia:

- a hatékony feszültségek pályája;
- Mohr-körök;
- feszültség-alakváltozás görbék;
- a pórusvíznyomás-alakváltozás görbék;
- a pórusvíznyomási paraméterek.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálati eredmények lineáris extrapolálása a talaj szilárdságának hibás értékeihez vezet, mert a törési burkoló általában és különösen a kis normálfeszültségek tartományában nem egyenes.

(2)P Meg kell adni azt a feszültségtartományt, amelyben a szilárdsági paramétereket meghatározták.

(3) Számos módszer van a talajok feszültség-alakváltozási és szilárdsági paramétereinek laboratóriumi és in situ meghatározására. A vizsgálati eredmények értékelésekor, ha lehet, célszerű összehasonlítani a különböző vizsgálatokkal nyert eredményeket.

(4) Az eredmények értékelésekor indokolt figyelembe venni a vizsgálat során alkalmazott alakváltozási sebességet.

(5) A triaxiális nyomó- és közvetlen nyíróvizsgálatok általánosan elfogadott szilárdsági paramétereket szolgáltatnak, melyek alkalmazhatók a rutin tervezési feladatokhoz, ám nem szükségszerűen alkalmasak más elemzésekre.

(6) Ajánlatos figyelembe venni, hogy az egyirányú nyomóvizsgálat és a konszolidálatlan, drénezetlen triaxiális nyomóvizsgálatok eredményei nem feltétlenül reprezentálják az in situ drénezetlen szilárdságot.

### 5.8.4. Egyirányú nyomóvizsgálat

#### 5.8.4.1. Követelmények

(1) Egyirányú nyomóvizsgálatot az olyan kis áteresztőképességű talajok próbatestein ajánlatos végezni, melyekben a vizsgálat alatt megmaradnak a drénezetlen viszonyok.

(2) A próbatest víztartalom-változásának megelőzése érdekében a kifaragás és a vizsgálat közötti késedelmet kerülni kell.

MEGJEGYZÉS: Az egyirányú nyomóvizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozólag a CEN ISO/TS 17892-7 műszaki előírásban található további információk (lásd az X4.4.1. szakaszt).

#### 5.8.4.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) A vizsgálat eredménye a vizsgált talaj egyirányú nyomószilárdságának közelítő értéke.

(2) A  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdság a mért egyirányú nyomószilárdság felére vehető.

(3) A laboratóriumi próbatesten belüli hatékony feszültségek eltérhetnek az in situ hatékony feszültségektől. Ezen eltérés miatt a vizsgálat eredménye nem feltétlenül reprezentálja a talaj in situ drénezetlen szilárdságát.

### 5.8.5. Konszolidálatlan, drénezetlen triaxiális nyomóvizsgálat

#### 5.8.5.1. Követelmények

(1)P A vizsgálatot úgy kell végezni, hogy a mintából víz ne távozhasson el.

(2)P Az előkészítés és a vizsgálat alatt nem szabad víznek a próbatestekhez jutnia (pl. a vízelvezető csövekből vagy a pórusvíznyomás-mérőből).

(3)P Minden próbatestnek meg kell határozni a térfogatsűrűségét a vizsgálat előtt, a víztartalmát pedig a vizsgálat előtt és után is.

MEGJEGYZÉS: A konszolidálatlan, drénezetlen triaxiális nyomóvizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értelmezésére a CEN ISO/TS 17892-8 műszaki előírás ad további információt (lásd az X4.4.2. szakaszt).

## 5.8.5.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) A vizsgálat eredménye a vizsgált talaj  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdsága.

(2) A laboratóriumi próbatesten belüli hatékony feszültségek eltérhetnek az in situ hatékony feszültségektől. Ezen eltérés miatt a vizsgálati eredmény nem feltétlenül reprezentálja a talaj in situ drénezetlen szilárdságát.

## 5.8.6. Konszolidált triaxiális nyomóvizsgálat

### 5.8.6.1. Követelmények

(1)P A vizsgálatot 1. minőségi osztályú zavartalan próbatesteken kell végezni.

MEGJEGYZÉS: A konszolidált triaxiális nyomóvizsgálat menetére, az eredmény közlésére és értékelésére a CEN ISO/TS 17892-9 műszaki előírásban vannak további információk (lásd az X4.4.3. szakaszt).

(2)P A konszolidált triaxiális vizsgálatához az 5.8.2. szakaszban közöltekén túlmenően a következőket kell értékelni vagy előírni:

- a telítés módja és a telítettség kritériuma;
- a szükséges pórusvíz-ellennyomás;
- bármely tevékenység, amelyet valamely hivatkozott, elfogadott szabvány rendelkezésein felül végeztek (pl. a véglapok síkossá tétele, a fajlagos alakváltozások vagy a pórusvíznyomás lokális mérése).

(3)P Konszolidált, drénezetlen triaxiális vizsgálatok esetében előírást kell adni a pórusvíznyomás-mérésre vonatkozó követelményekre és a teljes feszültségek töréshez vezető pályájára.

(4)P Konszolidált, drénezett vizsgálatok esetében előírást kell adni a térfogatváltozás mérőeszközére vonatkozó követelményekre és a feszültségek töréshez vezető pályájára.

(5)P Minden próbatestnek meg kell határozni a térfogatsűrűségét a vizsgálat előtt, a víztartalmát pedig a vizsgálat előtt és után is.

(6) Valamely rétegre vonatkozó triaxiális vizsgálatához helyénvaló elvégezni a konzisztenciahatárok és a szemeloszlás vizsgálatát.

(7)P Az eredményekből világosan derülni kell a végzett vizsgálat típusa, valamint az, hogy melyik szilárdsági paramétereket adják meg, mekkora volt a nyírási sebesség, és mely törési kritériumok alapján állapították meg a nyírószilárdságot (pl. a deviátorfeszültség csúcserőértéke, a feszültségáram maximuma).

(8)P A jelentésben indokolni kell a szabványos vizsgálati eljárástól való minden eltérést, pl. a próbatestek telítettségét, a vizsgálati eljárást, a próbatest összetételét vagy bármely egyéb szempontot illetően.

(9) A 2.4.2.3. szakasz (4) bekezdésével összhangban célszerű gondolni az igényesebb laboratóriumi vizsgálatok lehetőségére, pl. a triaxiális extenziós vizsgálatokra, az egyszerű nyíróvizsgálatokra, a sík alakváltozási állapot melletti nyomó- és extenziós vizsgálatokra, a valódi triaxiális vizsgálatokra, az irányított nyíróvizsgálatokra, és mindezek esetében az izotrop helyett az anizotrop konszolidáció lehetőségére is.

### 5.8.6.2. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) A vizsgálati eredmények értelmezése során ajánlatos figyelembe venni, hogy a minta zavart volta a drénezetlen nyírószilárdságot, a pórusvíznyomási paramétereket és a feszültség-alakváltozás kapcsolatát erősebben befolyásolja, mint a drénezett szilárdsági paramétereket.

MEGJEGYZÉS: Megbízható feszültség-alakváltozási modulusértékeket, különösen merev talaj esetén, csak igényesebb vizsgálatokkal lehet nyerni, speciális eljárásokkal pontosan mérve a fajlagos alakváltozásokat és a tengelyirányú erőt (lásd az 5.9. szakaszt).

(2) A vizsgálat fajtájától függően a talaj drénezett vagy drénezetlen szilárdsága határozható meg. Ennek megfelelően az eredmények a hatékony súrlódási szög ( $\varphi'$ ) és a hatékony kohézió ( $c'$ ), vagy a drénezetlen nyírószilárdság ( $c_u$ ).

(3) Az értékek mind a drénezett, mind a drénezetlen talajtömegek stabilitásvizsgálatához felhasználhatók.

MEGJEGYZÉS: Lásd az EN 1997-1:2004 D mellékletét.

### 5.8.7. Konszolidált közvetlen nyíróvizsgálat

#### 5.8.7.1. Követelmények

(1)P A vizsgálatokat 1. minőségi osztályú, zavartalan próbatesteken kell végezni.

MEGJEGYZÉS: A konszolidált, közvetlen nyíróvizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-10 műszaki előírásban található (lásd az X4.4.4. szakaszt).

(2)P A próbatest helyzetét és irányultságát nagy gondossággal kell megválasztani úgy, hogy azok, amennyire csak lehet, feleljenek meg az in situ viszonyoknak. A dobozos, illetve a körgyűrűs készülékben az elnyíródás kényszerűen a próbatest közepén levő vízszintes síkon vagy annak közelében következik be.

(3)P A nyírás által keltett negatív vagy pozitív pórusvíznyomásokat a vizsgálat során el kell kerülni, mivel azok nem mérhetők, és az eredmények feldolgozása során nem vehetők számításba. A drénezett állapot biztosítása érdekében a nyírási sebesség legyen olyan kicsi, hogy pórusvíznyomások ne fejlődjenek ki.

#### 5.8.7.2. Az eredmények értékelése és felhasználása

(1) A szabványos közvetlen nyíróvizsgálat eredményei a drénezett szilárdságot adják meg. Az értékek a hatékony súrlódási szög és a hatékony kohézió (lásd az 5.8.1. szakasz (3) bekezdéséhez kapcsolódó megjegyzést).

(2) Az eredmények felhasználhatók a stabilitásvizsgálatokhoz.

MEGJEGYZÉS: Lásd az EN 1997-1:2004 D mellékletét.

### 5.9. A talajok összenyomhatóságának és alakváltozásának vizsgálata

#### 5.9.1. Általános elvek

(1) Ez a szabvány a talajok alakváltozási jellemzőinek a triaxiális készülékben és az ödométerben való meghatározására vonatkozó követelményeket tárgyalja.

#### 5.9.2. A talaj összenyomhatóságának vizsgálata ödométerrel

##### 5.9.2.1. Cél

(1) Az ödométerben a henger alakú minta oldalról meg van támasztva, függőlegesen, tengelyirányban, lépcsőzetesen terhelik vagy tehermentesítik, a víz pedig tengelyirányban távozik belőle. E szabvány tárgyalja az ödométeres összenyomódási és duzzadási vizsgálatot, valamint a talaj roskadási hajlamának értékelését is.

(2) A vizsgálat, alternatívaként, folyamatos terheléssel (állandó fajlagos összenyomódási sebességgel) is végezhető.

(3) Az ödométeres lépcsőzetes összenyomódási és duzzadási vizsgálatok célja a talaj kompressziós, konszolidációs és duzzadási jellemzőinek meghatározása.

(4) A roskadási hajlam vizsgálatának az a célja, hogy megállapítsuk a telítetlen állapotú talaj kompressziós paramétereit, és hogy értékeljük a talajszerkezetnek az elárasztást követő roskadása miatti további összenyomódását.

##### 5.9.2.2. Követelmények

(1)P Az agyag-, iszap- vagy szerves talajokból álló réteg összenyomhatóságának vizsgálatára (1. minőségi osztályú) zavartalan mintákat kell használni.

MEGJEGYZÉS: A talajok kis alakváltozáshoz tartozó modulusa (pl. a puha és közepes konzisztenciájú agyakok modulusa az 1%-nál kisebb fajlagos alakváltozások tartományában) nagyon érzékeny minden mintavételi zavarásra. A 3.4.3. szakasz (3)P bekezdésével összhangban speciális mintavételi eszközök és módszerek használhatók, pl. blokkmintavétel, dugattyús mintavétel, vagy bármely más olyan módszer, melyről tudható, hogy a vizsgálandó talaj esetében a legalkalmasabb.

(2)P Újratömörített próbatestek esetében előírást kell adni a próbatestnek az in situ körülményeknek megfelelő összetételére, térfogatsűrűségére és víztartalmára, valamint a próbatest készítésének módszerére.

(3)P Egy talajréteg összenyomódási jellemzőinek meghatározásakor a következőket kell figyelembe venni:

- a korábbi terepi vizsgálatok eredményei;
- a környező helyeken végzett korábbi süllyedésmérések eredményei;

- a minták száma és minősége;
- a terepi vizsgálatok száma és fajtája;
- az érzékeny és a cementálódott mintákra vonatkozó különleges szempontok;
- a próbatest készítése;
- a próbatest irányultsága;
- igény a kiegészítő osztályozóvizsgálatokra.

(4) A lépcsőzetes terhelésű ödométeres vizsgálaton kívül végezhetők alternatív vizsgálatok, például állandó alakváltozási sebességű vizsgálat is.

(5)P A kezdeti függőleges feszültség ne legyen nagyobb a függőleges hatékony in situ feszültségnél.

MEGJEGYZÉS: Az alakváltozással lágyuló agyagok esetében például a függőleges hatékony in situ feszültség negyedrésze tekinthető ésszerű kezdeti feszültségértéknek.

(6) Indokolt, hogy a kompressziós vizsgálat során működtetett legnagyobb függőleges feszültség jelentős mértékben haladja meg a várható legnagyobb hatékony függőleges in situ feszültséget. Duzzadási vizsgálat esetén az alkalmazandó függőleges feszültség csökkenésének tartománya fogja át a várható in situ feszültségek tartományát.

(7)P A roskadási hajlam vizsgálata esetén az elárasztandó talaj viselkedésére vonatkozó korábbi ismeretek figyelembevételével kell kiválasztani a próbatesteket. A próbatest elárasztásakor működtetendő feszültséget a várható függőleges in situ feszültségek tartományához kell igazítani.

1. MEGJEGYZÉS: Az ödométeres kompressziós vizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-5 műszaki előírásban található (lásd az X4.5. szakaszt).

2. MEGJEGYZÉS: A Q mellékletben található irányelvek az egy rétegből veendő minták és ezek vizsgálatának minimális számára vonatkozóan, továbbá kiegészítő információk a vizsgálatról és annak értékeléséről.

### 5.9.2.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) Az ödométeres vizsgálat eredményei felhasználhatók az agyagok, az iszapok és a szerves talajok előterhelő nyomásának becslésére.

(2) Figyelembe kell venni, hogy az ödométeres vizsgálatnál meghatározott előterhelő nyomást nagy mértékben befolyásolhatja a minta zavartsága.

(3) Az összenyomhatóság leggyakrabban használt jellemzői az ödométeres modulus ( $E_{oed}$ ), az összenyomódási együttható ( $m_v$ ), a kompressziós index ( $C_c$ ) és az előterhelő nyomás ( $\sigma'_p$ ). A tehermentesítést és az újratelést a duzzadási index ( $C_s$ ) jellemzi. Mindezen paraméterek közvetlenül megállapíthatók a kompressziós görbe megfelelő részeiből.

(4) A kúszás miatti süllyedés a kúszási index ( $C_\alpha$ ) segítségével számítható.

(5) A  $c_v$  konszolidációs tényező az egydimenziós konszolidáció elméletével határozható meg.

(6) Az 5.9.2.3. szakasz (3) bekezdésében említett valamennyi paraméter felhasználható síkalapok egyszerűsített süllyedésszámításához.

(7) Süllyedésszámításhoz szabad az ödométeres modulusot használni.

MEGJEGYZÉS: Ilyen számításra vonatkozó példák az EN 1997-1:2004 F1. és F2. fejezetében vannak.

### 5.9.3. Az alakváltozások vizsgálata triaxiális készülékkel

#### 5.9.3.1. Cél

(1) Az alakváltozások triaxiális vizsgálatának célja a talaj alakváltozási modulusainak (merevségi paramétereinek) meghatározása.

(2) A terhelési pályától függően többféle merevségi jellemző mérhető.

(3) A drénezési viszonyoktól függően  $E'$  drénezett vagy  $E_u$  drénezetlen modulusok határozhatók meg.

(4) Mivel a talaj viselkedése nemlineáris, különböző modulusok, például érintő- és/vagy szelőmodulusok értelmezhetők különböző nyomási vagy alakváltozási szintekhez.

### 5.9.3.2. Követelmények

(1)P Egy talajréteg merevségi jellemzőinek meghatározásához (1. minőségi osztályú) zavartalan mintákat kell használni.

MEGJEGYZÉS: A talajok kis alakváltozáshoz (pl. az 1%-nál kisebb alakváltozáshoz) tartozó modulusai nagyon érzékenyek minden mintavételi zavarásra. A 3.4.3. szakasz (3)P bekezdésével összhangban speciális mintavételi eszközök és módszerek használhatók, pl. blokk-mintavétel vagy dugattyús mintavétel, vagy bármely más olyan módszer, melyről tudható, hogy a vizsgálandó talaj esetében a legalkalmasabb.

(2)P A 0,1%-nál kisebb alakváltozásokra érvényes merevségi jellemzők meghatározásához a feszültségek és az alakváltozások mérésére nagy feloldó képességű, különleges műszereket kell használni.

MEGJEGYZÉS: A nagyon kis alakváltozáshoz tartozó modulusok meghatározásához a nyíróhullámok terjedésén alapuló vagy más dinamikai módszerek alkalmazhatók.

(3)P Egy talajréteg merevségi jellemzőinek meghatározásakor a következőkre kell tekintettel lenni:

- a minták minősége;
- a talaj érzékenysége, telítettsége, konszolidáltsági és cementálódási állapota;
- a próbatest készítése;
- a próbatest irányultsága.

### 5.9.3.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) A merevség a teljes feszültség-alakváltozás görbével vagy megállapodáson alapuló számértékekkel jellemezhető, például a kezdeti Young-modulussal ( $E_0$ ) vagy a maximális nyírófeszültség 50%-ához tartozó  $E_{50}$  értékkel stb.

(2) Puha, normálisan konszolidált talajok Young-modulusa és feszültség-alakváltozás görbéje bizonyos esetekben meghatározható a szokásos triaxiális szilárdsági vizsgálatból.

## 5.10. A talajok tömörítési vizsgálata

### 5.10.1. Alkalmazási terület

(1) Ez a szabvány a tömörítési (Proctor-) vizsgálatra és a CBR- (kaliforniai teherbírási tényező) vizsgálatra terjed ki.

MEGJEGYZÉS: Az R mellékletben találhatók irányelvek az egy rétegből veendő minták és ezek vizsgálatainak minimális számára vonatkozóan, továbbá kiegészítő információk a vizsgálatról és annak értékeléséről.

### 5.10.2. Tömörítési vizsgálatok

#### 5.10.2.1. Cél

(1) A talajtömörítési (Proctor-) vizsgálatot annak meghatározására végzik, hogy adott tömörítőmunka esetében milyen összefüggés van a száraz térfogatsűrűség és a víztartalom között.

#### 5.10.2.2. Követelmények

(1)P A következőket kell előírni vagy ellenőrizni:

- a méreten felüli szemcséket tartalmazó talajok kezelése;
- a merev kohéziós talajok kezelése;
- a próbatest készítése és érlelése;
- a vizsgálati eljárás és az alkalmazandó tömörítőmunka;
- a használt berendezés (edények és döngölők) szabványos volta.

(2) Különleges talajtípusok esetén ajánlatos megfontolni, hogy a laboratóriumi vizsgálat helyett ne legyen-e inkább terepi vizsgálat.

### 5.10.2.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) P A talajok tömörítési jellemzőit a szemeloszlási görbékkel és a méreten felüli anyagnak – ha van ilyen – a korrigált száraz tömeghez viszonyított részarányával együtt kell megadni.

(2) Az alkalmazott tömörítők munkával kapott optimális víztartalom ( $w_{opt}$ ) és legnagyobb száraz térfogatsűrűség ( $\rho_{d,max}$ ) a tömörített töltések minőségének értékeléséhez használható fel.

### 5.10.3. CBR-vizsgálat

#### 5.10.3.1. Cél

(1) A vizsgálat célja egy tömörített vagy zavartalan minta CBR-értékének meghatározása.

(2) A CBR-érték szabványos keresztmetszetű henger talajba való szabványos behatolásához szükséges erőnek egy szabványos erő százalékában kifejezett értéke.

#### 5.10.3.2. Követelmények

(1) P A következőket kell előírni vagy ellenőrizni:

- minden egyes próbatest készítésének módja;
- egy próbatest-sorozatban hány vizsgálat készüljön;
- a méreten felüli szemcséket ( $D > 16$  mm) tartalmazó talaj kezelése;
- a próbatestek érlelése;
- kell-e áztatni a próbatesteket vagy sem;
- áztatás esetén kell-e mérni a duzzadást;
- az áztatás és a vizsgálat során alkalmazandó felszíni terhelés;
- a tömörített próbatestek bedolgozási víztartalma;
- a próbatest száraz térfogatsűrűsége vagy a tömörítőmunka;
- a használt felszerelés (edények és döngölők) szabványos volta;
- kell-e vizsgálatot végezni a próbatest mindkét véglapján, vagy csak az egyikben.

#### 5.10.3.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) P A CBR-vizsgálat eredményeit a szemeloszlással és – ha van ilyen – a méreten felüli anyag száraz tömeg szerinti részarányával együtt kell megadni.

(2) A CBR-érték a hajlékony burkolatok méretezésének alapvető paramétereként használható. Ezzel értékelhető az utak, a vasutak és a repülőtéri burkolatok esetében a földmű, a javító- és a védőréteg anyagának várható szilárdsága (beleértve az újrahasznosított anyagokét is).

## 5.11. A talaj áteresztőképességének vizsgálata

### 5.11.1. Cél

(1) A vizsgálat célja a vízzel telített talajban bekövetkező vízáramlásra vonatkozó áteresztőképességi együttható (hidraulikus vezetőképesség) meghatározása.

### 5.11.2. Követelmények

(1) P Egy talajréteg áteresztőképességi együtthatójának meghatározásakor a következők figyelembevételére van szükség:

- az áteresztőképességi vizsgálat ajánlott típusa;
- a próbatest irányultsága;
- igény kiegészítő osztályozóvizsgálatokra.

MEGJEGYZÉS: Az áteresztőképességi vizsgálat menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-11 műszaki előírásban találhatók (lásd az X4.7. szakaszt).



(2)P A vizsgálat eredményeinek felhasználási körülményeitől függően a következőket kell előírni:

a) agyag, iszap és szerves talaj esetében:

- a próbatest vizsgálat alatti feszültségi állapota;
- a permanens áramlási körülmények elérésének és fenntartásának kritériumai;
- a próbatesten való átfolyás iránya;
- a próbatest vizsgálat során alkalmazandó hidraulikus gradiens;
- a pórusvíz-ellennyomás szükségessége és a telítettség megkövetelt mértéke;
- az átszivárgó folyadék vegyi jellemzői;

b) homok és kavics esetében:

- a próbatest elérendő tömörségi indexe;
- a próbatest vizsgálat során alkalmazandó hidraulikus gradiens;
- a pórusvíz-ellennyomás szükségessége és a telítettség megkövetelt mértéke.

(3) Indokolt, hogy a laboratóriumi hidraulikus gradiens értéke közel legyen az in situ értékhez, hacsak az adott feladat mást nem igényel.

(4)P A hidraulikus gradiens kiválasztásakor ellenőrizni kell, hogy a laboratóriumi gradiens és az in situ gradiens a Darcy-törvény érvényességi tartományába esik-e.

(5) A vizsgálati jelentésben indokolt jelezni a szabványos vizsgálati eljárástól való bármilyen eltérést a vizsgált próbatestek telítettségét, az alkalmazott vizsgálati eljárást, a próbatest összetételét és bármely egyéb szempontot illetően.

(6) Az agyag-, iszap- vagy szerves talajok áteresztőképességének vizsgálatához csak 1. vagy 2. minőségi osztályú próbatesteket szabad használni.

(7) Homok és kavics esetében szabad 3. minőségi osztályú átglyúrt vagy újratömörített talajmintákat használni.

(8) Célszerű ellenőrizni, hogy a mért áteresztőképességet a próbatest konszolidáltatás miatti térfogatváltozásai valóban csak elhanyagolható mértékben befolyásolják-e.

MEGJEGYZÉS: Az S mellékletben található irányelvek az egy rétegből veendő minták és ezek vizsgálatainak minimális számára vonatkozóan, továbbá kiegészítő információk a vizsgálatról és annak értékeléséről.

### 5.11.3. A vizsgálati eredmények értékelése és felhasználása

(1) Az értékeléskor fel kell becsülni, hogy:

- a körülmények (a telítettség mértéke, az áramlás iránya, a hidraulikus gradiens, a feszültségi állapot, a tömörség és a rétegzettség, az oldalfalak menti vízmozgás, valamint a szűrőkben és csövekben bekövetkező nyomásvesztés) milyen mértékben befolyásolták a vizsgálat eredményeit;
- ezek a körülmények mennyire egyeznek a helyszíni adottságokkal.

(2) A telítetlen talajokra sokkal kisebb értékek lehetnek jellemzőek, mint amekkorák a telített talajokon mért értékek.

(3) Tanácsos alaposan megfontolni, hogy indokolt-e hőmérsékleti korrekciót alkalmazni.

(4) Az áteresztőképességi együttható a vizsgálati eredményekből annak feltételezésével számítható, hogy a Darcy-törvény érvényes.

(5) Az áteresztőképességi együttható felhasználható a földkiemelések és földgátak tervezése során a szivárgás vízhozamának becslésére, a talajvízszint-szabályozás (süllyesztés) megvalósíthatóságának megítélésére, a szádfalak tervezésére, a szivárgási nyomások becslésére stb.

## 5.12. Szilárd kőzetek osztályozóvizsgálatai

### 5.12.1. Általános elvek

(1) E szabvány a következő vizsgálatokat tárgyalja:

- a kőzet azonosítása és leírása;
- víztartalom;
- sűrűség és porozitás.

(2) Az osztályozás az azonosított kőzet építőmérnöki szempontokból megállapított csoportokba való besorolását jelenti. Az osztályozás az ásványi összetevők, a kőzetszövet, a keletkezési körülmények, a kőzetsűrűség, a víztartalom, a porozitás és a kőzetszilárdság jellemzésén alapul.

MEGJEGYZÉS: Az U mellékletben található további részletek és irányelvek az osztályozóvizsgálatokról.

## 5.12.2. Az összes osztályozóvizsgálatra vonatkozó követelmények

(1)P Az osztályozóvizsgálatokról szóló jelentés az eredményeket együttesen, a fúrásnaplókkal, a vonatkozó geofizikai szelvényekkel, a magminták fényképeivel és az összehasonlítható tapasztalatokkal egybevetve mutassa be.

(2) A talaj- és a kőzetosztályozást a mérnökgeológiai modell megalkotásához ajánlatos egybevetni a rendelkezésre álló geológiai háttér-információkkal.

(3) A kőzetek és kőzettömegek osztályozásához iránymutatóként mindenkor ajánlatos használni a geológiai térképeket, ha vannak ilyenek.

(4) Egy kőzet következetes leírásához szükség lehet más vélemények értékelésére és a kőzet jellegzetes példáival való összehasonlításra.

## 5.12.3. A kőzetek azonosítása és leírása

### 5.12.3.1. Cél és követelmények

(1) A kőzetanyag és a kőzettömeg azonosítása és leírása az ásványi összetétel, az uralkodó szemcseméret, az eredet, a kőzetszövet, a mállottság és egyéb tulajdonságok jellemzésén alapul. A leírás a természetes kőzetből vett magok és egyéb minták, valamint a szálban álló kőzettömegek szemrevételezése alapján adható meg.

(2)P A laboratóriumi eljárás az EN ISO 14689-1 szerinti legyen.

(3) A kőzetek részletesebb leírása is szükséges lehet. Ez esetben a következőket célszerű előírni:

- az alkalmazandó kőzetosztályozási rendszer;
- a bővebb geológiai elemzésre vonatkozó igény;
- a jelentés formája.

(4) A kőzet azonosítása és leírása terjedjen ki a laboratóriumba érkezett összes mintára, tekintet nélkül a kőzet homogenitására, minthogy az azonosítás és a leírás minden vizsgálat és értékelés alapja.

### 5.12.3.2. Az eredmények értékelése

(1) Indokolt, hogy a kőzettömeg magminták alapján való osztályozása a lehető legnagyobb magkihozatalra támaszkodjon, hogy megállapítható legyen a tagoltság és az esetleges üregek.

(2) Ajánlatos értékelni a magmintáknak a fúrásból adódó zavartságát, minthogy a kőzettömeg minőségi megítélése legtöbbször a magmintákon észlelt töréseken és a magminták minőségén alapul.

## 5.12.4. A víztartalom meghatározása

### 5.12.4.1. Cél és követelmények

(1)P A kőzet víztartalmát szárítószekrényben,  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$  hőmérsékletű szárítással határozzuk meg, az 5.12.4.2. szakasz (2) bekezdésében említett kőzetek kivételével.

(2)P Ha indokolt, rendszabályokat kell előírni, hogy a víztartalom a mintavétel és a minta tárolása közben megmaradjon.

(3)P A következőket kell előírni:

- a vizsgálandó minták kiválasztása;
- a vizsgálat előtti laboratóriumi tárolás;
- a kiszáradt minták esetleges újratelítése vákuumtelítéssel eljárással;
- a rétegenkénti vizsgálatok száma;
- az ugyanazon képződményből más módszerekkel egyidejűleg végzendő vizsgálatok száma;
- az elvégzendő pontosság-ellenőrzések száma.

(4) Kívánatos, hogy a felhasznált minta tömege legalább 50 g legyen, vagy a vizsgált magrész mérete legalább tízszer nagyobb legyen, mint a legnagyobb ásványi szemcse.

(5)P A jelentésben nyilatkozni kell arról, hogy a mért víztartalom megfelel-e az in situ víztartalomnak.

MEGJEGYZÉS: Minthogy ez idő szerint nincs ISO/CEN szabvány a kőzet vizsgálatára, az U3. fejezetben az X4.9.2. szakaszra való hivatkozással megadott laboratóriumi módszerek alkalmazhatók.

#### 5.12.4.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Ajánlatos a kapott víztartalmat összehasonlítani a teljes telítettséghez tartozó víztartalommal, amely a próbatest térfogatsűrűségének (vagy porozitásának) függvénye. A rendellenes eredményeket a vizsgálat megismétlésével kell értelmezni.

(2) A számottevő mennyiségű gipszet tartalmazó kőzetfajtákat 50 °C hőmérsékleten célszerű vizsgálni, mert a kötött víz egy része 105 °C-on eltávozik.

(3) Az olyan kőzetfajták esetében, melyekben a víz oldott sókat is tartalmaz, vagy zárt pórusok is vannak, a megállapított víztartalmat ennek figyelembevételével is értékelni kell.

(4) Ajánlatos a víztartalmat a kőzettípusoknak a furatban és a vizsgálohelyen mért szilárdsági és alakváltozási jellemzőinek korrelációjához felhasználni.

(5) Ajánlatos az eredményeket összehasonlítani a víztartalom és a kőzetfajta ismert korrelációival.

#### 5.12.5. A térfogatsűrűség és a porozitás meghatározása

##### 5.12.5.1. Cél és követelmények

(1) A vizsgálattal a természetes és a száraz térfogatsűrűséget mérjük, hogy megkapjuk a kőzetminta porozitását és a kapcsolódó jellemzőket. A természetes és a száraz térfogatsűrűség súlyméréseken alapul, feltéve, hogy a minta térfogatát megbízhatóan határoztuk meg.

(2) A porozitás számítható a talajokéval azonos módon meghatározott térfogatsűrűség és anyagsűrűség alapján, feltéve, hogy a kőzetpróbatessben nincsenek zárt pórusok. A porozitás a pórusok térfogatának és a teljes térfogatnak az arányszáma.

(3)P A következőket kell előírni:

- a vizsgálandó minták kiválasztása;
- a vizsgálat előtti tárolás körülményei;
- a kiszáradt mintákat újra kell-e telíteni és milyen módon;
- az egyes képződményenként végzendő vizsgálatok száma;
- kellene-e párhuzamos vizsgálatok ugyanazon képződményből.

(4) Kívánatos, hogy a vizsgálandó próbatest tömege legalább 50 g legyen, legkisebb mérete pedig legalább tízszer akkora legyen, mint a legnagyobb ásványi szemcse.

MEGJEGYZÉS: Minthogy ez idő szerint nincs ISO/CEN szabvány a kőzet vizsgálatára, az U4. fejezetben az X4.9.3. szakasz szerinti irodalomjegyzékre való hivatkozással megadott laboratóriumi módszerek alkalmazhatók.

##### 5.12.5.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A térfogatsűrűség és a porozitás értékét ajánlatos belefoglalni abba a jelentésbe, amely leírja a kőzetet és megadja a kőzettípusoknak a furatban és a vizsgálohelyen megállapított szilárdsági és alakváltozási jellemzőit.

(2) A térfogatsűrűség és a porozitás felhasználható a kőzet szilárdsági és alakváltozási jellemzőinek összehasonlításához és a különböző kőzettípusok közötti korrelációk megállapításához.

(3) A zárt pórusok előfordulása befolyásolhatja a porozitást. A teljes pórustérfogatot célszerű a porrá tört minta szilárd alkotórészeinek sűrűsége alapján megállapítani.

MEGJEGYZÉS: Az térfogatsűrűség és a porozitás meghatározásának menetére, az eredmények közlésére és értékelésére vonatkozó további információk a CEN ISO/TS 17892-3 műszaki előírásban található (lásd az X4.9.3. szakaszt).

## 5.13. A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata

### 5.13.1. Általános elvek

(1) Ez a szabvány az átnedvesedésnek és száradásnak kitett, vagy vizes környezetben tehermentesülő kőzetek duzzadási képességének meghatározására használatos következő vizsgálatokkal foglalkozik:

- a térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexének meghatározása;
- a tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatesten mért duzzadási alakváltozás indexének meghatározása;
- a kőzetpróbatetest szabad duzzadási alakváltozásának meghatározása.

MEGJEGYZÉS: Bizonyos kőzetanyagok, nevezetesen a nagy agyagtartalmúak, hajlamosak a duzzadásra, a felpuhulásra és a szétesésre, ha átnedvesedésnek és száradásnak vannak kitéve, vagy vizes környezetben tehermentesülnek. Az indexvizsgálatok lehetőséget adnak a jól szabályozott körülmények között bekövetkező duzzadás jellemzőinek megítélésére. A vizsgálatokat általában puhább kőzeteken, például agyagkővön és agyagpalán végzik. Használhatók a vizsgálatok a mállásnak kitett keményebb kőzetek jellemzésére is.

(2) A vizsgálat során szétesőnek bizonyuló kőzeteket ajánlatos tovább osztályozni olyan talajosztályozó vizsgálatokkal, mint a zsugorodási, a folyási és a sodrási határ, a szemeloszlás, valamint az agyagásványok fajtájának és mennyiségének vizsgálata.

MEGJEGYZÉS: A V melléklet mutat be több részletet az egyes duzzadási vizsgálatokra és értelmezésükre vonatkozóan, valamint néhány irányelvet is ad.

### 5.13.2. Általános követelmények

(1) A próbatestek lehetőleg olyanok legyenek, mint amilyeneket a gyakorlatban az egyenes körhengerekre vagy az egyenes hasábokra vonatkozóan általában ajánlanak. A próbatetest készítésére felhasznált minta mérete tegye lehetővé a rétegzettségre vagy az elválási felületekre merőleges irányú duzzadás mérésére alkalmas próbatestek kifűrésát és/vagy kivágását.

MEGJEGYZÉS: Az egyenes körhengerek és az egyenes hasábok vizsgálatára vonatkozó ajánlások az X4.8. szakaszban vannak.

(2)P A következőket kell előírni:

- a vizsgálandó minták kiválasztása;
- a próbatetest készítése, irányultsága és mérete;
- a vizsgálatok képződményenként megkívánt száma;
- a vizsgálat módszere, a felszerelés és kalibráció;
- a használandó víz (természetes vagy desztillált víz, a víz kémiai tulajdonságai);
- a megfigyelés időtartama;
- a duzzadási nyomást vagy elmozdulást az elárasztás után eltelt idő függvényében bemutatató görbék megadásának igénye;
- a megkövetelt kapcsolódó paraméterek kiválasztása;
- a beszámolóra vonatkozó követelmények.

### 5.13.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P A vizsgálati eredményeket a kőzeteleírás figyelembevételével kell ismertetni, és meg kell állapítani az osztályozóparamétereket is.

(2) A laboratóriumi vizsgálatokból származtatott tervezési értékeket ajánlatos egybevetni az összehasonlítható kőzETFajtákra vonatkozó, hasonló éghajlati, terhelési és nedvesedési körülmények között szerzett terepi tapasztalatokkal.

(3) A nedvesedés és a száradás okozta duzzadás, lágyulás vagy szétesés jellegű – rövid idejű, illetve főleg a hosszan tartó – mállási folyamatokat a laboratóriumi vizsgálatok csak részben tükrözhetik vissza, egyebek között a természetes repedezettség, feszültség, vízelvezetés és a póruszvíz kémiai jellemzőinek hatása miatt, még ha a terhelési körülmények és a víztartalom hasonlóak is.

#### **5.13.4. A térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexe**

##### **5.13.4.1. Cél és követelmények**

(1) A vizsgálat célja a víz alá helyezett, zavartalan kőzetpróbatest térfogat-állandóságának fenntartásához szükséges nyomás megmérése.

(2) A vizsgálat felhasználható az in situ duzzadási nyomás becslésére az adott kőzetretegre vonatkozó dokumentált tapasztalatokkal való összehasonlítás révén.

(3) P A próbatestet A kategóriájú magfúrási módszerrel kell venni.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálat a V2. fejezetben közölt ajánlások szerint végezhető.

##### **5.13.4.2. A vizsgálati eredmények értékelése**

(1) P A térfogat-állandóság fenntartásához kifejtett nyomóerőt korigálni kell a mérőrendszer saját deformációival (a terhelőgolyók és a szűrőkövek benyomódása a véglapokon).

(2) A térfogat-állandóság mellett kialakuló maximális duzzadási nyomást az előírt laboratóriumi körülmények között keletkező duzzadási nyomás felső határának lehet tekinteni.

(3) Mielőtt a laboratóriumban meghatározott maximális duzzadási nyomást a tervezéshez felhasználnák, ajánlatos figyelembe venni a terepi adottságokat a nedvesedés és száradás okozta duzzadás, lágyulás vagy szétesés jellegű – rövid idejű, illetve főleg a hosszan tartó – mállási folyamatokat illetően, továbbá a terhelési viszonyok, a víztartalom és a póruszvíz vegyi jellemzőit illetően is.

#### **5.13.5. A tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatest duzzadási alakváltozásának indexe**

##### **5.13.5.1. Cél és követelmények**

(1) A vizsgálat célja a víz alá helyezett, sugárirányú alakváltozásában gátolt, zavartalan kőzetpróbatest állandó tengelyirányú terhelés ellenében bekövetkező duzzadási alakváltozásának a mérése.

(2) P A próbatestet A kategóriájú magfúrási módszerrel kell venni.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálat a V3. fejezet ajánlásai szerint végezhető el.

##### **5.13.5.2. A vizsgálati eredmények értékelése**

(1) P A terhelés során alkalmazott erők által okozott alakváltozások mért értékét korigálni kell a mérőrendszer saját deformációival (a terhelőgolyók és a szűrőkövek benyomódása a véglapokon).

(2) A tengelyirányú állandó terhelés alatti tengelyirányú duzzadási alakváltozást a kőzetretegre vonatkozó dokumentált tapasztalatokat figyelembe véve lehet az in situ duzzadási képesség becslésének tekinteni.

(3) A működtetett függőleges feszültségtől függően a vizsgálat alapot nyújt a kőzet és a szerkezet közötti érintkezési felület emelkedésének vagy oldalirányú deformálódásának értékeléséhez.

#### **5.13.6. Kőzetpróbatest szabad duzzadási alakváltozása**

##### **5.13.6.1. Cél és követelmények**

(1) A vizsgálat célja a víz alá merített, zavartalan kőzetpróbatest szabad duzzadási alakváltozásának a mérése.

(2) P Ezt a vizsgálatot csak a legalább B kategóriájú mintavételi módszerrel vett mintából készített próbatesten szabad végezni, amelynek alakja a vizsgálat során jelentősen nem változik.

(3) Az oldódó, kevésbé ellenálló kőzetek duzzadását inkább gátolt alakváltozás mellett célszerű vizsgálni.

MEGJEGYZÉS: A vizsgálat a V4. fejezet ajánlásai szerint végezhető.

(4) P A vizsgálati jelentésben egyértelműen jelezni kell, hogy a próbatest sugárirányú alakváltozása a vizsgálat közben nem volt gátolva.

## 5.13.6.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A vizsgálat használható az in situ duzzadási képesség becslésére az adott közetrétegre vonatkozó dokumentált tapasztalatokkal összehasonlítva.

(2) A szabad duzzadási alakváltozásokat és azoknak a rétegzettséghez vagy az elválási felületekhez viszonyított irányultságát csak az in situ duzzadási képesség becslésének szabad tekinteni.

## 5.14. A szilárd kőzetek szilárdságának vizsgálata

### 5.14.1. Általános elvek

(1) Ez a szabvány a kőzetek szilárdságának meghatározására szolgáló ötféle laboratóriumi módszerre terjed ki:

- egyirányú nyomó- és alakváltozási vizsgálat;
- pontterheléses vizsgálat;
- közvetlen nyíróvizsgálat;
- brazilvizsgálat;
- triaxiális nyomóvizsgálat.

MEGJEGYZÉS: A W melléklet közöl további részleteket e vizsgálatokról és értékelésükről.

### 5.14.2. Az összes szilárdsági vizsgálatra vonatkozó követelmény

(1)P A következőket kell előírni:

- a vizsgálandó minták;
- a próbatest készítése;
- a végzendő vizsgálatok száma kőzetképződményenként;
- bármely megkívánt kiegészítő paraméter;
- a vizsgálati módszerek.

MEGJEGYZÉS: A W melléklet ad útmutatást a 2. geotechnikai kategóriájú projektek keretében végzendő egyirányú nyomóvizsgálatokhoz, brazilvizsgálatokhoz és triaxiális vizsgálatokhoz az egy kőzetképződményből szükséges próbatestek minimális számára vonatkozóan, tekintetbe véve a mért szilárdságok szórását és az összehasonlítható tapasztalatokat.

### 5.14.3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A vizsgálati eredmények értékelése általában foglalja magába az elismert adatbázisokkal való összehasonlítást, hogy ezek segítségével kiszűrhetők legyenek a rendellenes adatok, figyelemmel a kőzetek nyomószilárdságának és alakváltozási jellemzőinek természetes értéktartományára, valamint az osztályozóvizsgálatok eredményeivel fennálló kapcsolatokra is.

(2) Minden vizsgálati eredményt célszerű a geológiai leírást és az osztályozó jellemzőket tekintetbe véve csoportosítani és elemezni, ahol lehet, statisztikai módszereket alkalmazva.

(3) Az eredmények felhasználhatók az in situ szilárdsági és alakváltozási jellemzők értékelésére, továbbá a kőzettestek és kőzettömegek tulajdonságainak minősítésére.

### 5.14.4. Egyirányú nyomó- és alakváltozási vizsgálat

#### 5.14.4.1. Cél és követelmények

(1) Az egyirányú nyomóvizsgálattal henger alakú kőzetpróbatest nyomószilárdsága, Young-modulusa és Poisson-tényezője mérhető.

(2) A vizsgálat kőzettömbök minősítésére és jellemzésére való.

(3)P Az 5.14.2. szakasz követelményein felül a következőket kell előírni:

- a próbatest irányultsága és méretei;
- a vizsgálat módszere;
- az alakváltozási (érintő-, átlagos vagy szelő-) modulus és a Poisson-tényező értelmezése a feszültség vagy a fajlagos alakváltozás függvényeként, ha szükséges.

(4)P A vizsgálandó próbatesteket A kategóriájú mintavétellel vett magmintákból kell készíteni.

(5) Célszerű az egyirányú nyomó- és alakváltozási vizsgálatra vonatkozó ajánlásokat követni.

MEGJEGYZÉS: Az ilyen vizsgálatokra vonatkozó ajánlások a W mellékletben találhatók.

#### 5.14.4.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Egyirányú nyomószilárdságként célszerű a vizsgálat során elért legnagyobb függőleges feszültséget elfogadni.

(2) A tengelyirányú feszültségváltozás és az általa okozott fajlagos alakváltozás hányadosaként definiált Young-modulust a következő három értelmezés valamelyike szerint célszerű meghatározni:

- az érintő Young-modulust a törőfeszültség egy meghatározott százalékánál (pl. 50%-nál);
- az átlagos Young-modulust a tengelyirányú feszültség/fajlagos alakváltozási görbe lineáris szakaszából;
- a szelő Young-modulust, a zero feszültségtől a törőfeszültség egy meghatározott százalékáig (pl. 50%-ig) terjedő szakaszából.

(3) A Poisson-tényezőt a sugárirányú és a tengelyirányú fajlagos alakváltozások hányadosaként, a kapcsolatokat ábrázoló görbe hajlásából kell meghatározni.

(4) A Young-modulust és a Poisson-tényezőt a függőleges feszültség azonos tartományára vonatkozóan helyes számítani.

(5) Ajánlatos az eredményeket a kőzetosztályozó jellemzőket és a vizsgált kőzetpróbatest törésképének rajzát figyelembe véve értékelni.

(6) Az egyirányú nyomószilárdság ( $\sigma_c$ ) a kőzettömb minőségét illetően osztályozó paraméterként használható, valamint a triaxiális vizsgálat eredményével együtt felhasználható a Mohr-féle ábrázolásban a Mohr-Coulomb-féle törési paraméterek: a nyírási ellenállás szöge ( $\varphi$ ) és a kohézió ( $c$ ) meghatározásához.

MEGJEGYZÉS: Az  $E$  Young-modulus és a  $\nu$  Poisson-tényező felhasználható a süllyedések számítására az EN 1997-1:2004 F melléklete szerint.

#### 5.14.5. Pontterheléses vizsgálat

##### 5.14.5.1. Cél és követelmények

(1) A pontterheléses vizsgálat a kőzetek osztályozására szánt indexvizsgálat. A vizsgálati eredmények felhasználhatók egy azonos teherbírási körbe tartozó kőzetcsoporthoz szilárdságának becslésére is.

(2) A pontterheléses vizsgálat nem közvetlen módszer a kőzetszilárdság mérésére, csupán indexvizsgálat. A pontterheléses vizsgálat eredménye és a szilárdság közötti korrelációt ajánlatos minden egyes esetben dokumentálni.

(3)P Az 5.14.2. szakasz (1)P bekezdésének követelményein túlmenően előírást kell adni a magok, a blokkok és a szabálytalan tömbök vizsgálati módszerére vonatkozóan.

(4)P A vizsgálandó próbatesteket A kategóriájú mintavétellel nyert magmintákból kell készíteni.

(5) A feltárogódrökből vett blokkok és szabálytalan tömbök is felhasználhatók próbatestként, feltételezve, hogy ezeket B kategóriájú módszerrel vették, és mindezeket a jelentésben megfelelő módon közlik.

(6) Célszerű a pontterheléses vizsgálatra vonatkozó ajánlásokat követni.

MEGJEGYZÉS: Ilyen ajánlások a W2. fejezetben vannak.

##### 5.14.5.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1)P Tekintettel a nagymértékű változékonyságra, a kőzetminőség értékelését és az egyéb szilárdsági paraméterekre vonatkozó előrejelzéseket statisztikai elemzéssel kell alátámasztani. A legalább 10 egyedi vizsgálati eredményt tartalmazó adatsorból ki kell hagyni a két legnagyobb és a két legkisebb értéket, s ezután kell számítani a megmaradtak átlagát.

(2) Legalább öt vizsgálat kell ahhoz, hogy mintákat vagy egy réteget a pontterheléses szilárdsági index átlaga alapján lehessen osztályozni.

(3) E vizsgálat alapján határozzák meg a kőzetpróbatestek pontterheléses szilárdsági indexét és a szilárdsági anizotropia indexét, mely a különböző irányú terhelésekkel végzett vizsgálatokkal megállapított legnagyobb és legkisebb pontterheléses szilárdság hányadosa.

## 5.14.6. Közvetlen nyíróvizsgálat

### 5.14.6.1. Cél és követelmények

(1) A közvetlen nyíróvizsgálat az elnyíródás síkjára ható normálfeszültség függvényében adja meg a közvetlen nyírószilárdság csúcs- és reziduális értékét.

(2) E szabvány az alapvető nyírószilárdsági paramétereknek és a nyírószilárdságot befolyásoló tagoltság felületi jellemzőinek laboratóriumi vizsgálatokkal való meghatározásával foglalkozik.

(3) Ha a nyírószilárdságot befolyásoló tagoltság felületi jellemzőinek meghatározása a cél, helyénvaló pontos jellemzést adni a tagoló felület jellegéről és érdességéről, a kitöltőanyag típusáról és vastagságáról, valamint a víznek a tagoltsági résben való megjelenéséről.

(4)P Az 5.14.2. szakasz (1)P bekezdésének követelményein felül a következőket kell előírni:

- a próbatest irányultsága és méretei;
- a vizsgálóberendezésre vonatkozó előírások;
- a nyírási elmozdulás sebessége;
- az egy-egy nyírás közben működtetendő normálfeszültség.

(5)P A vizsgálandó próbatesteket A kategóriájú módszerrel vett magmintákból, vagy feltárógödörben legalább B kategóriájú módszerrel vett blokkmintából kell készíteni.

(6) Célszerű a közvetlen nyíróvizsgálatra vonatkozó ajánlásokat követni.

MEGJEGYZÉS: Ilyen ajánlásokat tartalmaz a W3. fejezet.

### 5.14.6.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Indokolt, hogy az elnyíródás síkjára ható normálfeszültség függvényeként megállapított nyírószilárdság vizsgálati eredményeinek értékelése tartalmazza az elnyírt felület bemutatását is, hogy figyelembe lehessen venni a kőzetpróbatetest rétegződését és paláságát, elválásait, repedéseit, továbbá a kőzet és a beton – vagy a vizsgált másféle anyag – közötti érintkezési felület tulajdonságait.

(2) A nyírószilárdsági paraméterek: a nyírási ellenállás szöge ( $\varphi$ ) és a kohézió ( $c$ ) több, a kőzetrétegből vett különböző próbatesten végzett nyíróvizsgálattal, a Mohr–Coulomb-féle törési feltétel alapján határozhatók meg. Alternatívaként a reziduális paraméterek meghatározhatók úgy is, hogy egy kialakult törési síkon, különböző normálfeszültségek mellett többször elvégezzük a vizsgálatot.

(3) A vizsgálat egy kijelölt törési felületnek bizonyos normálfeszültséghez tartozó nyírószilárdságát adja. Megállapítható a nyírószilárdság csúcserőke, valamint a további nyírási alakváltozás után kialakult reziduális értéke. Törési felületnek rendszerint tudatosan egy tagoló felületet választanak.

(4) A vizsgálat a kőzettömb szilárdsági osztályozására és minősítésére ajánlható, de nem helyes az eredményeket a terepi viszonyokra alkalmazni geológiai korrelációk és kőzetosztályozás nélkül.

## 5.14.7. Brazilvizsgálat

### 5.14.7.1. Cél és követelmények

(1) A brazilvizsgálat célja egy hengeres kőzetpróbatetest egyirányú húzószilárdságának közvetett módon való meghatározása.

(2)P Az 5.14.2. szakasz (1)P bekezdésének követelményein felül a következőket kell előírni:

- a vizsgálandó próbatest irányultsága és méretei;
- a vizsgálat módszere.

(3)P A vizsgálat eredményeinek változékonysága miatt két, párhuzamosan kivett próbatestet kell vizsgálni.

(4) Agyagpalák és egyéb anizotrop kőzetek esetén ajánlatos próbatesteket venni a rétegződéssel párhuzamosan és arra merőlegesen is. A rétegződéssel párhuzamosan vett próbatestek esetében elő kell írni a terhelésnek a rétegződéshez viszonyított irányát.

(5)P A vizsgálandó próbatesteket A kategóriájú magmintavétellel nyert magokból kell előkészíteni.

(6) Célszerű a brazilvizsgálatra vonatkozó ajánlásokat követni.

MEGJEGYZÉS: Ilyen ajánlások a W4. fejezetben vannak.



### 5.14.7.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A húzóvizsgálat értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a vizsgált próbatestben a rejtett gyenge síkok előfordulása megzavarhatja az eredményt, ezért a törési síkot a vizsgálat után ábrázolni és értékelni kell.

(2) A vizsgálatnál egy kijelölt törési síkra jellemző  $\sigma_T$  húzószilárdság határozható meg közvetett módon.

(3) A ( $\sigma_T$ ) húzószilárdság használható a közettömb minőségének osztályozó paramétereként, és a hozzá tartozó legnagyobb  $\sigma_1$  feszültséggel együtt felhasználható a Mohr-diagramban – az egyirányú és a triaxiális nyomóvizsgálatok Mohr-köreivel együtt – a Mohr–Coulomb-féle szilárdsági paraméterek: a nyírási ellenállás szöge ( $\varphi$ ) és a kohézió ( $c$ ) meghatározására.

(4) A vizsgálat a közettömb szilárdsági osztályozására és minősítésére ajánlható, de nem helyes az eredményeket a terepi viszonyokra alkalmazni geológiai korrelációk és kőzetosztályozás nélkül.

### 5.14.8. Triaxiális nyomóvizsgálat

#### 5.14.8.1. Cél és követelmények

(1) A triaxiális nyomóvizsgálat célja a háromirányú nyomással terhelt hengeres kőzetpróbatessz szilárdságának mérése. Több vizsgálat szolgáltat annyi adatot, amennyi a Mohr–Coulomb-féle diagramban a szilárdsági burkolóvonal meghatározásához szükséges. E burkolóvonal alapján határozható meg a nyírási ellenállás szöge és a kohézió.

MEGJEGYZÉS: Rendszerint sem a pórusvíz elvezetésére, sem a pórusvíznyomás mérésére nem rendezkednek be. Bizonyos közettípusokban (pl. palák, porózus mészkő és kréta), illetve bizonyos körülmények között azonban a pórusvíznyomás befolyásolhatja az eredményeket. Az ilyenek esetében szükségesek a fejlettebb triaxiális vizsgáloberendezések, amelyek lehetővé teszik a pórusvíznyomás és a fajlagos térfogatváltozás mérését. Az ilyen vizsgálat részei lehetnek a W1. fejezet szerinti egyirányú nyomóvizsgálatban alkalmazotthoz hasonló mérési eljárások.

(2)P Az 5.14.2. szakasz (1)P bekezdésének követelményein felül elő kell írni a vizsgálandó próbatest irányultságát és méreteit, valamint a vizsgálat módszerét.

(3)P A vizsgálandó próbatesteket A kategóriájú mintavételi módszerrel nyert magmintákból kell készíteni.

(4) Célszerű a triaxiális nyomóvizsgálatra vonatkozó ajánlásokat követni.

MEGJEGYZÉS: Ilyen vizsgálati ajánlások a W5. fejezetben találhatók.

#### 5.14.8.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A triaxiális vizsgálat a triaxiális cellában, különböző cellanyomások mellett végrehajtott nyomóvizsgálatok sorozata. A töréskor működő cellanyomáshoz és tengelyirányú feszültséghez tartozó feszültségi burkolóvonal használható fel a Mohr–Coulomb-féle szilárdsági paraméterek: a nyírási ellenállás szöge ( $\varphi$ ) és a kohézió ( $c$ ) meghatározására.

(2) A vizsgálati paraméterek meghatározására használt próbatestsorozatok homogenitását a geológiai leírás és a kőzetosztályozó paraméterek alapján kell értékelni.

(3) A meghatározott szilárdsági paraméterek a közettömbre vonatkoznak. Az in situ jellemzők csak úgy állapíthatók meg, hogy figyelembe vesszük a közettömb elemeinek vizsgálati eredményei és az in situ közettömb jellemzői közötti arányokat.

## 6. Talajvizsgálati jelentés

### 6.1. Általános követelmények

(1)P A geotechnikai vizsgálatok eredményeit a talajvizsgálati jelentésben kell összefoglalni, amely viszont legyen része a geotechnikai tervezési beszámolónak.

(2)P A talajvizsgálati jelentésnek a következőket kell tartalmaznia:

- minden, a feladat szempontjából lényeges geotechnikai információ ismertetése, beleértve a geológiai jellegzetességeket és adatokat;
- az információk geotechnikai értékelése, megadva a vizsgálati eredmények értelmezéséhez alkalmazott feltételezéseket.

(3) Az információk megadhatók egyetlen jelentésben vagy különálló részekben is.

(4) A talajvizsgálati jelentés származtatott értékeket is tartalmazhat.

(5) P A talajvizsgálati jelentésben kell megadni az eredmények ismertté vált korlátait, ha az szükséges.

(6) A talajvizsgálati jelentésben ajánlatos javaslatot adni a szükséges további terepi és laboratóriumi vizsgálatokra, megjegyzésekkel indokolva e további munkák szükségességét. Kívánatos, hogy az ilyen javaslatához csatolják az elvégzendő további vizsgálatok részletes programját is.

## 6.2. A geotechnikai információk bemutatása

(1) P A geotechnikai információk bemutatása tartalmazza minden terepi és laboratóriumi vizsgálat tényszerű ismertetését.

(2) A tényszerű ismertetés foglalja magába értelemszerűen a következőket:

- a geotechnikai vizsgálat célja és tárgyköre, beleértve a helyszínt, a topográfia, a tervezett szerkezet, valamint azon tervezési fázis ismertetését, melyhez a vizsgálat készül;
- a szerkezet geotechnikai kategóriába sorolása;
- valamennyi tanácsadó és alvállalkozó megnevezése;
- a terepi és a laboratóriumi vizsgálatok kezdetének és befejezésének időpontja;
- a projekt és környezetének helyszíni bejárása során észlelték, különösen a következők:
  - a) a talajvízre utaló jelek;
  - b) a szomszédos tartószerkezetek viselkedése;
  - c) a fejtőkben és anyagödörökben felszínre került formációk;
  - d) csúszásveszélyes területek;
  - e) a helyszínen és szomszédságban végzett bányászati tevékenység során felszínre került formációk;
  - f) földkiemelés közben várható nehézségek;
  - g) az építési helyszín története;
  - h) a térség geológiai adatai, beleértve a vetődéseket;
  - i) geodéziai adatok, a szerkezet és minden vizsgálati pont helyét feltüntető helyszínrajzokkal;
  - j) légi fotogrammetriából származó információk;
  - k) a területen szerzett korábbi tapasztalatok;
  - l) a terület szeizmicitási adatai.

(3) P A geotechnikai információk bemutatásának tartalmaznia kell a módszerek, eljárások és eredmények dokumentációját, beleértve minden jelentést a következőkről:

- irodai tanulmányok;
- helyszíni vizsgálatok, úgymint a mintavételek, a terepi vizsgálatok és a talajvízmérések;
- laboratóriumi vizsgálatok.

(4) P A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit a vizsgálatokra vonatkozó EN- és/vagy ISO-szabványok előírásainak megfelelően kell közölni.

## 6.3. A geotechnikai információk értékelése

(1) P A geotechnikai információk értékelése legyen dokumentálva és értelemszerűen terjedjen ki a következőkre:

- a terepi és laboratóriumi vizsgálatok eredményei, melyeket e szabvány 3–5. fejezete szerint dolgoztak fel;
- a terepi és laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek, valamint a 6.2. szakaszban felsorolt valamennyi egyéb információnak az áttekintése;
- a rétegek helyzetének és kiterjedésének leírása;

- minden réteg részletes leírása, beleértve a fizikai tulajdonságait, az alakváltozási és szilárdsági jellemzőket, utalva a vizsgálati eredményekre;
  - szabálytalan képződmények, mint az üregek és a tagolt zónák, ismertetése.
- (2)P Ha szükséges, dokumentálni kell, hogy:
- az eredmények értékelésekor figyelembe vették a talajvíz szintjét, a talaj fajtáját, a fúrési módszert, a mintavételi módszert, a szállítást, a kezelést és a próbatestek készítését;
  - a kapott eredmények ismeretében ismételtlen fontolóra vették az irodai tanulmányok és a helyszíni bejárás nyomán feltételezett rétegződés finomítását.
- (3) A geotechnikai információk értékelésének dokumentációja értelemszerűen tartalmazza a következőket:
- a terepi és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek táblázatos és grafikus megadását az altalaj metszeteiben, a projekt követelményeinek megfelelően ábrázolva a lényeges rétegeket és határaikat, beleértve a talajvíz szintjét is;
  - minden egyes réteg geotechnikai paramétereinek értékeit;
  - a geotechnikai paraméterek származtatott értékeinek áttekintését (lásd a 6.4. szakaszt).
- (4) Az átlagolás elfedheti a meglévő gyengébb zónákat, ezért ajánlatos azt óvatosan alkalmazni. Fontos a gyenge zónák felismerése és azonosítása. A geotechnikai paraméterek és/vagy együtthatók változékonysága a helyszíni viszonyok nagyfokú változatosságára utalhat.
- (5) Indokolt, hogy a dokumentációban hasonlítsák össze a részletes eredményeket az egyes geotechnikai paraméterekre vonatkozó tapasztalatokkal, különös figyelmet fordítva egy-egy réteg azon eredményeire, melyek az ugyanezen geotechnikai paraméter mérésére alkalmas más laboratóriumi és terepi vizsgálatok eredményeivel való összehasonlításban rendellenesnek bizonyulnak.
- (6) Kívánatos, hogy az értékelés dokumentációja igazolja, hogy azok a rétegek, melyekben a talajparaméterek csak kismértékben különböznek, egyetlen rétegnek tekinthetők.
- (7) A nagyon eltérő összetételű és/vagy eltérő mechanikai jellemzőjű vékony rétegek sorozata egyetlen rétegnek is tekinthető, ha egyöntetű viselkedése feltételezhető, és ez a viselkedés a réteg megválasztott talajparamétereivel kielégítően reprezentálható.
- (8) A különböző talajrétegek határainak és a talajvízszintnek a meghatározásakor a vizsgálati pontok között szabad lineárisan interpolálni, feltéve, hogy a távolság kellően kicsi és a geológiai viszonyok is kielégítően homogének. Az ilyen lineáris interpoláció alkalmazását és indoklását ajánlatos közölni a jelentésben.

#### **6.4. A származtatott értékek meghatározása**

- (1)P Ha a geotechnikai paraméterek származtatására korrelációkat használnak, akkor dokumentálni kell e korrelációkat és alkalmazhatóságukat.

**A melléklet**  
(tájékoztató)

**A geotechnikai vizsgálatok eredményeinek jegyzéke**

(1) Az A1. táblázat tartalmazza a terepi és laboratóriumi vizsgálatokat a velük meghatározható vizsgálati eredményekkel együtt, amelyeket a talajvizsgálati jelentésben meg kell adni (ha a vizsgálatra sor került).

**A1. táblázat: A geotechnikai vizsgálatok eredményeinek jegyzéke**

Terepi vizsgálatok <sup>a</sup>	Vizsgálati eredmények
CPT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– csúcscellenállás (<math>q_c</math>)</li> <li>– fajlagos köpenysúrlódás (<math>f_s</math>)</li> <li>– súrlódási viszonzszám (<math>R_f</math>)</li> </ul>
CPTU	<ul style="list-style-type: none"> <li>– korrigált csúcscellenállás (<math>q_t</math>)</li> <li>– fajlagos köpenysúrlódás (<math>f_s</math>)</li> <li>– pórusvíznyomás (<math>u</math>)</li> </ul>
Verőszondázás	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>N_{10}</math> ütésszám a DPL, DPM és DPH vizsgálatok esetében</li> <li>– <math>N_{10}</math> vagy <math>N_{20}</math> ütésszám a DPSH vizsgálat esetében</li> </ul>
SPT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>N</math> ütésszám</li> <li>– <math>E_r</math> energiakorrekció</li> <li>– talajleírás</li> </ul>
Ménard-presszióméteres vizsgálat	<ul style="list-style-type: none"> <li>– presszióméteres modulus (<math>E_M</math>)</li> <li>– kúszási nyomás (<math>p_f</math>)</li> <li>– határnyomás (<math>p_{LM}</math>)</li> <li>– tágulási görbe</li> </ul>
Flexibilis dilatóméteres vizsgálat	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dilatóméteres modulus (<math>E_{FDT}</math>)</li> <li>– alakváltozási görbe</li> </ul>
Minden egyéb presszióméteres vizsgálat	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tágulási görbe</li> </ul>
Terepi nyírőszondázás	<ul style="list-style-type: none"> <li>– (korrigálatlan) drénezetlen nyírőszilárdság (<math>c_{TV}</math>)</li> <li>– reziduális drénezetlen nyírőszilárdság (<math>c_{TV}</math>)</li> <li>– nyomaték-szőgforgás görbe</li> </ul>
Fúrőszondázás	<ul style="list-style-type: none"> <li>– fúrőszondázási ellenállás folyamatos adatsora</li> <li>– fúrőszondázási ellenállás (vagylagosan): <ul style="list-style-type: none"> <li>– a behatolási mélység szabványos terhek hatására;</li> <li>– a 0,2 m behatoláshoz szükséges félfordulatok száma 1 kN szabványos teher esetén</li> </ul> </li> </ul>
Terhelőlapos vizsgálat	<ul style="list-style-type: none"> <li>– a talpnyomás határértéke (<math>p_u</math>)</li> </ul>
Lapdilatóméteres vizsgálat	<ul style="list-style-type: none"> <li>– korrigált kiemelési nyomás (<math>p_0</math>)</li> <li>– korrigált tágulási nyomás (<math>p_1</math>) 1,1 mm elmozdulás esetén</li> <li>– dilatóméteres modulus (<math>E_{DMT}</math>), anyagindex (<math>I_{DMT}</math>) és a vízszintes feszültség indexe (<math>K_{DMT}</math>)</li> </ul>

(A táblázat folytatódik)

A1. táblázat: (folytatás)

Laboratóriumi vizsgálatok <sup>b</sup>	Vizsgálati eredmények
Víztartalom (talaj)	– ( $w$ ) értéke
Térfogatsűrűség (talaj)	– ( $\rho$ ) értéke
Szemcsesűrűség (talaj)	– ( $\rho_s$ ) értéke
Szemeloszlás (talaj)	– szemeloszlási görbe
Konzisztenciahatárok (talaj)	– sodrási és folyási határ ( $w_P$ ), ( $w_L$ ) értéke
Tömörégi index (talaj)	– $e_{max}$ , $e_{min}$ és $I_D$ értéke
Szervesanyag-tartalom (talaj)	– a szervesanyag-tartalom értéke ( $C_{OM}$ )
Mész tartalom (talaj)	– a mésztartalom értéke ( $C_{CaCO_3}$ )
Szulfáttartalom (talaj)	– a szulfáttartalom értéke ( $C_{SO_4^{2-}}$ ) vagy ( $C_{SO_3^{2-}}$ )
Klorid tartalom (talaj)	– a klorid tartalom értéke ( $C_{Cl}$ )
pH (talaj)	– pH-érték
Összenyomhatóság (ödómeterben) (talaj)	– kompressziós görbe (különbféle változatokban) – konszolidációs görbék (különbféle változatokban) – másodlagos összenyomódás görbéje (kúszási görbe) – $E_{oed}$ (a feszültségtartománnyal) és $\sigma'_p$ vagy $C_s$ , $C_c$ , és $\sigma'_p$ értéke – $C_\alpha$ értéke
Laboratóriumi szárnycsúszási vizsgálat (talaj)	– a szilárdsági index értéke ( $c_u$ )
Ejtőkúpos vizsgálat (talaj)	– a szilárdsági index értéke ( $c_u$ )
Egyirányú nyomóvizsgálat (talaj)	– a szilárdsági index értéke $q_u = 2c_u$
Drénezetlen, konszolidálatlan nyomóvizsgálat (talaj)	– a drénezetlen nyírószilárdság értéke ( $c_u$ )
Konszolidált triaxiális nyomóvizsgálat (talaj)	– feszültség-alakváltozás görbék és a pórusvíznyomás görbéje – feszültségpályák – Mohr-körök – $c'$ , $\phi'$ vagy $c_u$ – $c_u$ változása $\sigma'_c$ függvényében – alakváltozási paraméter(ek) ( $E'$ ) vagy ( $E_u$ )
Konszolidált közvetlen nyíróvizsgálat (talaj)	– feszültség-alakváltozás görbe – $\tau - \sigma$ diagram – $c'$ , $\phi'$ – reziduális paraméterek
CBR (talaj)	– a CBR-index értéke ( $I_{CBR}$ )
Áteresztőképesség (talaj)	– az áteresztőképességi együttható értéke ( $k$ ) – laboratóriumi áteresztőképességi vizsgálatból – terepi áteresztőképességi vizsgálatból – ödómeteres vizsgálatból
Víz tartalom (kőzet)	– $w$ értéke
Térfogatsűrűség és hézagterfogat (kőzet)	– $\rho$ és $n$ értéke
Duzzadás (kőzet)	– a duzzadási alakváltozás indexe – duzzadási nyomás – szabad duzzadás – duzzadás állandó nyomás alatt

(A táblázat folytatódik)

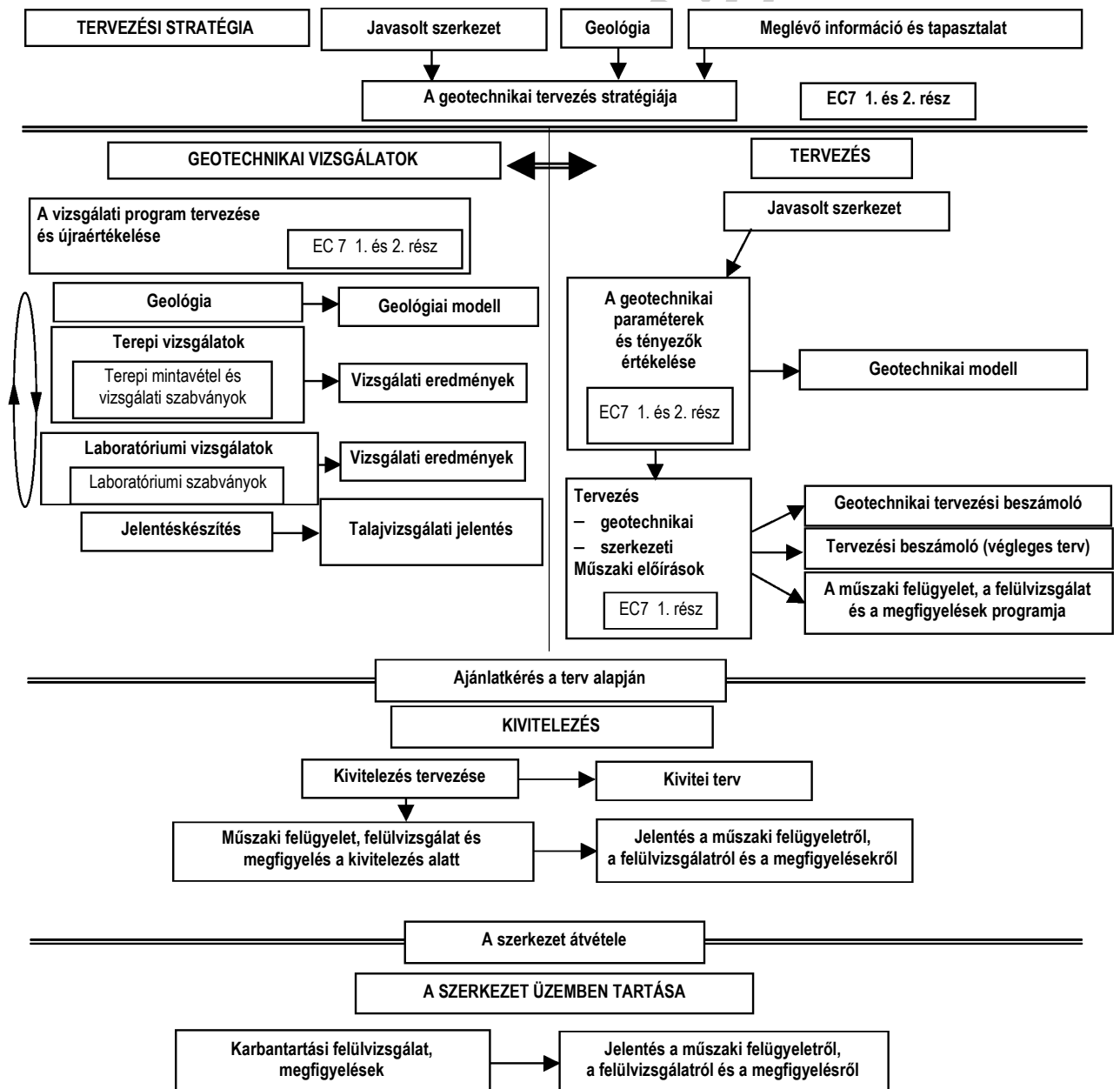
A1. táblázat: (befejezés)

Laboratóriumi vizsgálatok <sup>b</sup>	Vizsgálati eredmények
Egyirányú nyomás és összenyomhatóság (kőzet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>\sigma_c</math> értéke</li> <li>– a Young-modulus értéke (<math>E</math>)</li> <li>– a Poisson-tényező értéke (<math>\nu</math>)</li> </ul>
Pontterheléses vizsgálat (kőzet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– (<math>I_{s50}</math>) szilárdsági index</li> </ul>
Közvetlen nyíróvizsgálat (kőzet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– feszültség-alakváltozás görbe</li> <li>– Mohr-diagram</li> <li>– <math>c'</math>, <math>\phi'</math></li> <li>– reziduális paraméterek</li> </ul>
Brazilvizsgálat (kőzet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– (<math>\sigma_T</math>) húzószilárdság</li> </ul>
Triaxiális nyomóvizsgálat (kőzet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– feszültség-alakváltozási görbé(k)</li> <li>– feszültségpályák</li> <li>– Mohr-körök</li> <li>– <math>c'</math>, <math>\phi'</math></li> <li>– a Young-modulus (<math>E</math>) és a Poisson-tényező (<math>\nu</math>) értéke</li> </ul>
<sup>a</sup> Lásd a 4. fejezetet.	
<sup>b</sup> Lásd az 5. fejezetet.	

## B melléklet (tájékoztató)

### A geotechnikai vizsgálatok tervezése

#### B1. A talajvizsgálat fázisai a geotechnikai tervezés, a munka kivitelezése és a létesítmény üzemeltetése folyamán



## B2. A talajvizsgálati módszerek megválasztása a különböző fázisokban

B1. táblázat: A talajvizsgálati módszerek megválasztása a különböző fázisokban (példa)

Előzetes vizsgálatok		Tervezési vizsgálatok		Ellenőrző vizsgálatok	
Kezdés	Finom szemcsésű talaj CPT, SS, DP vagy SPT Mintavétel (PS, TP, CS, OS) PMT, GW	Az alapozási módszer előzetes megválasztása	Cölöpalapozás: SS, CPT, DP, SPT vagy SR Mintavétel (PS, OS, CS), FVT, PMT, GWC (PIL)	Az alapozási módszer végleges megválasztása. Tervezés	Cölöpalapozás: PIL, cölöpverési vizsgálatok Feszültség hullám-vizsgálatok GWC, süllyedések Inklinométerek
			Síkalapozás: SS vagy CPT, DP, Mintavétel (PS, OS, CS, TP), FVT, DMT vagy PMT, BJT, GW		Síkalapozás: A talajfajta ellenőrzése A merevség ellenőrzése (CPT) Süllyedések
A topográfiai, geológiai és hidrogeológiai térképek irodai tanulmányozása. Légifelvételek értékelése. Archív adatok elemzése. Helyszíni szemle.	Durva szemcsésű talaj SS, CPT, DP vagy SPT, SR Mintavétel (AS, OS, SPT, TP) PMT, DMT, GW	Az alapozási módszer előzetes megválasztása	Cölöpalapozás: CPT, DP vagy SPT Mintavétel (PS, OS, AS), FVT, DMT, GWO (PIL)	Az alapozási módszer végleges megválasztása. Tervezés	Cölöpalapozás: PIL, cölöpverési vizsgálatok Feszültség hullám-vizsgálatok GWC, süllyedések inklinométerek
			Síkalapozás: CPT + DP, SPT Mintavétel (PS, OS, AS, TP), esetleg PMT, BJT vagy DMT (PLT), GWO		Síkalapozás: A talajfajta ellenőrzése A merevség ellenőrzése (CPT) Süllyedések
			Cölöp- vagy síkalapozás: SR + MWD, repedések térképezése TP, CS, RDT esetén (PMT, BJT mállott kőzet esetén), GWO		Cölöpalapozás: A cölöptalp és a kőzetfelszín közötti érintkezés ellenőrzése A kőzetfelszín repedezettségének ellenőrzése. Vízszivárgás
					Síkalapozás: A kőzetfelszín hajlásának és repedezettségének ellenőrzése

(A táblázat folytatódik)



**B1. táblázat: (folytatás)**

<b>Rövidítések</b>	
<b>Terepi vizsgálatok</b>	
BJT	sajtolásos vizsgálat furatban
DP	verőszondázás
SR	talaj-/közetszondázás
SS	statikus szondázás (pl. fúrszondázás, WST)
CPT(U)	nyomószondázás (pórusvíznyomás-mérések)
SPT	standard penetrációs vizsgálat
PMT	presszióméteres vizsgálat
DMT	lapdilatométeres vizsgálat
FVT	terepi nyírőszondázás
PLT	terhelőlapos vizsgálat
MWD	mérés fúrás közben
SE	szeizmikus mérések
PIL	cölöp-próbaterhelés
RDT	közetdilatométeres vizsgálat
<b>Mintavétel</b>	
PS	dugattyús mintavevő
CS	magmintavevő
AS	spirálfúró
OS	nyitott mintavevő
TS	mintavétel gödörből
<b>Talajvízre vonatkozó mérések</b>	
GW	talajvízmérések
GWO	talajvízmérések nyitott rendszerrel
GWC	talajvízmérések zárt rendszerrel
MEGJEGYZÉS: A felmérés és az adatrögzítés nem szerepel a táblázatban. A laboratóriumi vizsgálatok nem szerepelnek a folyamatábrában.	

### B3. Ajánlások a vizsgálatok kiosztására és mélységére (minták)

(1) A vizsgálati helyek kiosztására a következők szolgálnak útmutatásul:

- magas építmények és ipari szerkezetek esetén 15–40 m-es hálózat;
- nagy alapterületű szerkezetek esetén legfeljebb 60 m-es hálózat;
- vonalas létesítmények (utak, vasutak, csatornák, csővezetékek, földgátak, alagutak, támfalak) esetén 20–200 m;
- speciális szerkezetek (pl. hidak, kémények, gépalapok) esetén 2–6 vizsgálat alaptestenként;
- gátak és duzzasztóművek esetén 25–75 m a fontos szelvényekben.

(2) A vizsgálat  $z_a$  mélységére a következő értékek irányadók. ( $z_a$  a szerkezet vagy a szerkezeti elem alapjának legmélyebb pontjától vagy a munkagödör fenékszintjétől értendő.) Ha  $z_a$  értékére több alternatíva adódik, akkor a legnagyobbat kell figyelembe venni.

MEGJEGYZÉS: Nagyon nagy vagy nagyon komplex projektek esetén néhány vizsgálati helyen általában a B3. fejezet (5)–(13) bekezdésében előírtaknál nagyobb mélységű vizsgálat lehet indokolt.

(3) Mindig nagyobb vizsgálati mélységet kell választani, ha kedvezőtlenek a geológiai viszonyok, például ha gyanítható, hogy a jobb teherbírású rétegek alatt gyenge vagy összennyomódó rétegek vannak.

(4) Ha a B3. fejezet (5)–(8) és (13) bekezdésében tárgyalt szerkezeteket bizonyosan teherbíró rétegekre alapozzák, akkor a vizsgálati mélység  $z_a = 2$  m-ig csökkenthető, kivéve ha a geológiai viszonyok bizonytalanok, mert ez esetben legalább egy fúrást legalább  $z_a = 5$  m-ig le kell mélyíteni. Ha a szerkezet tervezett alapsíkján egy alapkőzet jellegű formáció van, akkor ettől kell a  $z_a$  értékét értelmezni. Egyébként  $z_a$  az alapkőzet felszínétől értendő.

(5) Magas szerkezetek és mérnöki építmények esetén a következő értékek közül a nagyobbik az irányadó [lásd a B1. a) ábrát]:

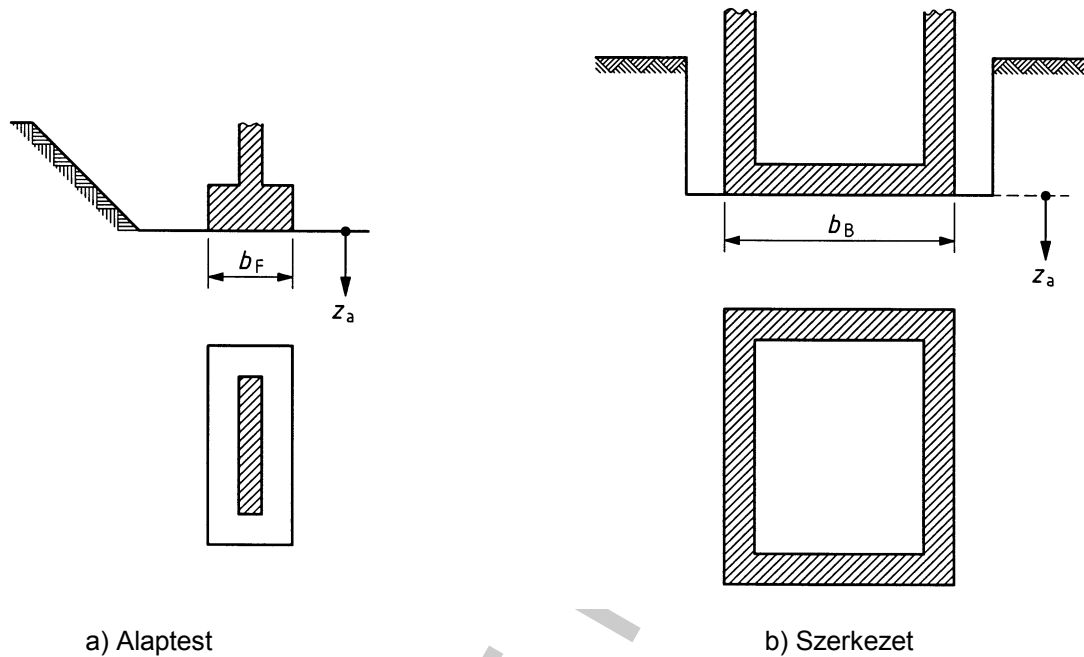
- $z_a \geq 6$  m
- $z_a \geq 3,0 \cdot b_F$

ahol  $b_F$  az alap kisebbik oldalmérete.

(6) Lemezalapok és olyan szerkezetek esetén, melyek több alaptestre épülnek, és ezek hatása a mélyebb rétegekben szuperponálódik:

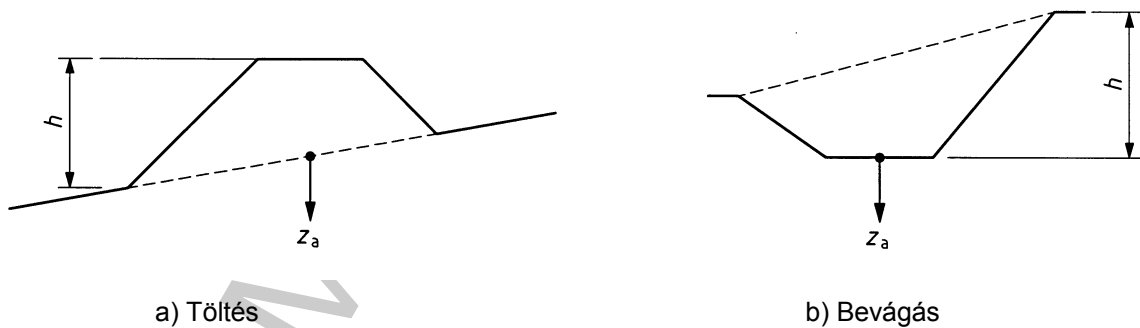
$$z_a \geq 1,5 \cdot b_B$$

ahol  $b_B$  a szerkezet kisebbik oldalmérete [lásd a B1. b) ábrát].



B1. ábra: Magas szerkezetek, mérnöki építmények

(7) Töltések és bevágások esetén a következő értékek közül a nagyobbik az irányadó (lásd a B2. ábrát):



B2. ábra: Töltések és bevágások

a) töltések esetén:

- $0,8 \cdot h < z_a < 1,2 \cdot h$
- $z_a \geq 6 \text{ m}$

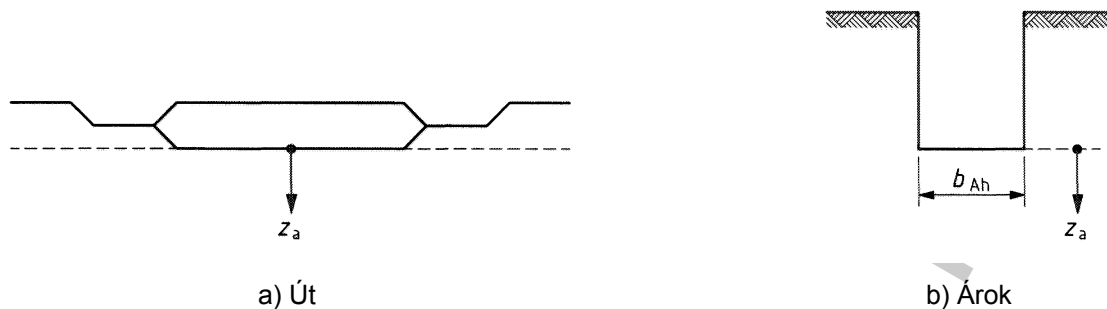
ahol  $h$  a töltés magassága;

b) bevágások esetén:

- $z_a \geq 2 \text{ m}$
- $z_a \geq 0,4 \cdot h$

ahol  $h$  a bevágás mélysége.

(8) Vonalas létesítmények esetén a következő értékek közül a nagyobbik az irányadó (lásd a B3. ábrát):



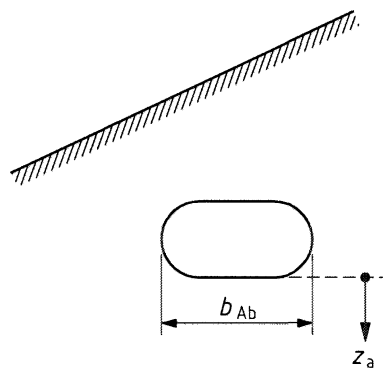
B3. ábra: Vonalas létesítmények

- a) utak és repülőterek esetén:  
 $z_a \geq 2$  m a javasolt tükörszint alatt;
- b) árok és csővezetékek esetén a következők közül a nagyobbik érték:  
 –  $z_a \geq 2$  m a fenékszinttől;  
 –  $z_a \geq 1,5 \cdot b_{Ah}$   
 ahol  $b_{Ah}$  a munkagödör szélessége;
- c) a töltésekre és a bevágásokra vonatkozó ajánlásokat is be kell tartani.
- (9) Kisebb alagutak és föld alatti terek esetén (lásd a B4. ábrát):

$$b_{Ab} < z_a < 2,0 \cdot b_{Ab}$$

ahol  $b_{Ab}$  a földkiemelés szélessége.

Figyelembe kell venni a (10) bekezdés b) pontjában a talajvízviszonyokat illetően leírtakat is.



B4. ábra: Alagutak és föld alatti terek

(10) Földkiemelések (lásd a B5. ábrát).

- a) Ha a talajvíz és annak piezometrikus szintje a földkiemelés fenékszintje alatt van, akkor a következő értékek közül a nagyobbik az irányadó:
- $z_a \geq 0,4 \cdot h$
  - $z_a \geq (t + 2,0)$  m
- ahol
- $t$  a megtámasztás befogási hossza;
  - $h$  a földkiemelés mélysége.

b) Ha a talajvíz és annak piezometrikus szintje a földkiemelés fenékszintje fölött van, akkor a következő értékek közül a nagyobbik az irányadó:

- $z_a \geq (H + 2,0)$  m
- $z_a \geq (t + 2,0)$  m

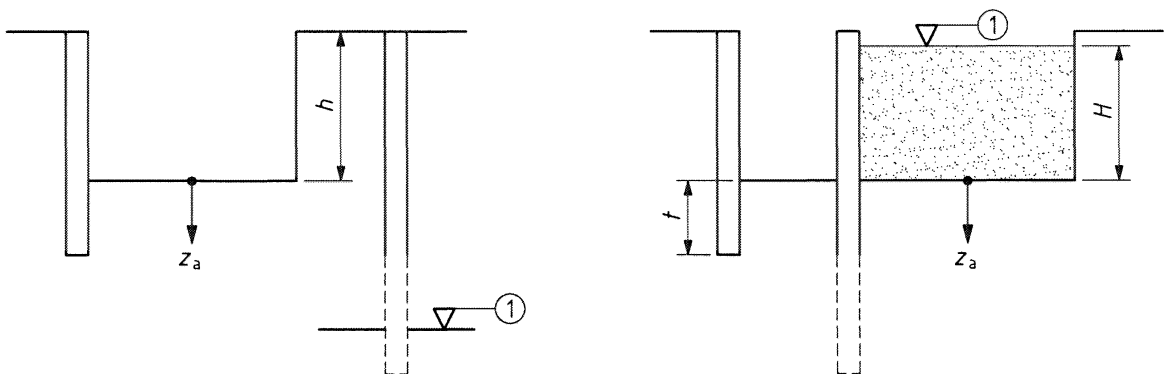
ahol

$H$  a talajvízszint magassága a földkiemelés fenékszintje fölött;

$t$  a megtámasztás befogási hossza.

Ha e mélységig nincs kevésbé vízáteresztő réteg, akkor:

$$z_a \geq (t + 5,0) \text{ m}$$



#### Jelmagyarázat:

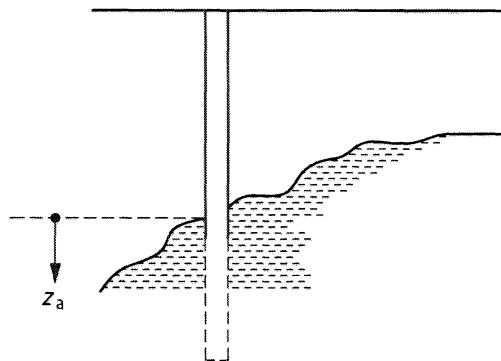
1 Talajvíz

**B5. ábra: Földkiemelések**

(11) Vízet megtámasztó szerkezetek esetében  $z_a$  értékét a javasolt vízfelszíntől, a hidrológiai viszonyoktól és az építési módtól függően kell előírni.

(12) Vízáró falak esetén (lásd a B6. ábrát):

- $z_a \geq 2$  m a vízáró réteg felszíne alatt.



**B6. ábra: Vízáró fal**

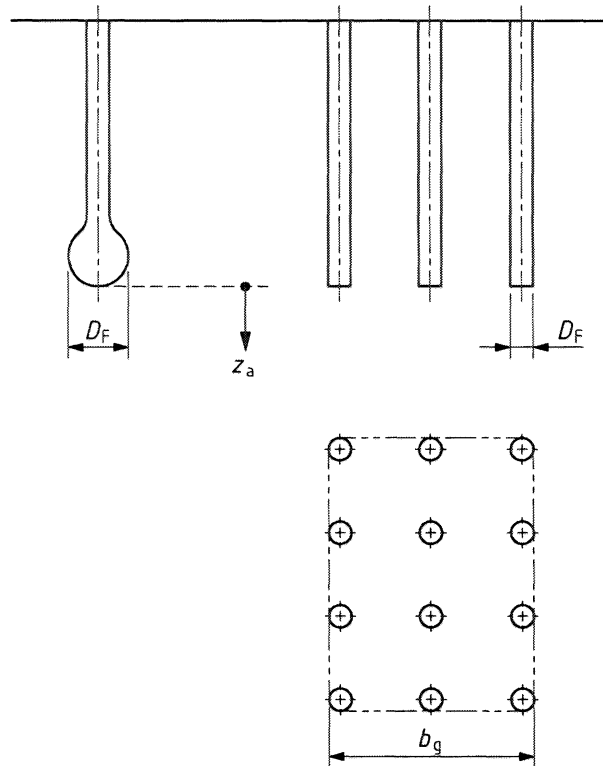
(13) Cölöpök esetében (lásd a B7. ábrát) a következő három feltételt kell betartani:

- $z_a \geq 1,0 \cdot b_g$
- $z_a \geq 5,0 \text{ m}$
- $z_a \geq 3 \cdot D_F$

ahol

$D_F$  a cölöptalp átmérője;

$b_g$  az alapot alkotó cölöpcsoportot határoló négyzög kisebbik oldalmérete a cölöpök talpszintjén.



B7. ábra: Cölöpcsoportok

**C melléklet**  
(tájékoztató)

**A talajvíznyomás meghatározása modell és hosszú idősorú mérések alapján (példa)**

(1) A talajvíz természetes nyomása a hidrológiai ciklus része, amelyet a csapadék, a párolgás, a hóolvadás, a felszíni lefolyás stb. befolyásol.

(2) Egy épület vagy egy mérnöki projekt helyének és környékének talajvízviszonyait jellemző modell felállítása céljából össze kell gyűjteni a rendelkezésre álló hidrológiai információkat, és össze kell azokat hasonlítani a tényleges talajvízmérési eredményekkel. Ilyen információk lehetnek:

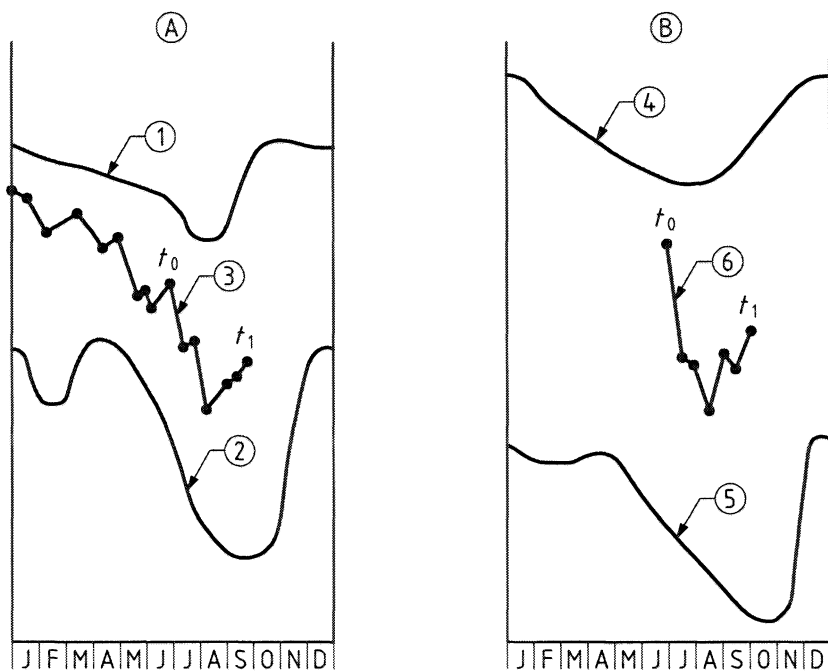
- a vízszint ingadozása;
- hidrogeológiai térképek;
- a környéken végzett korábbi mérések;
- élővizek vagy kutak jellegzetes vízszintjei;
- hasonló víztartó rétegekre vonatkozó hosszú idősorú mérések.

(3) Egy projekt céljára végzett talajvízmérések általában csak rövid idejű adatsorokat szolgáltatnak. Ilyen esetekben nagyon fontos, hogy készüljön előrejelzés az aktuális tervezési állapotra és helyre a talajvíz várható nyomására vonatkozóan. Ilyen előrejelzés alapulhat az említett modellen, valamint a projekt térségének hasonló vízáadó rétegére vonatkozó, hosszabb idősorú talajvízmérések és a helyszíni rövid idejű mérések eredményeinek együttes értelmezésén.

(4) Statisztikai módszerekkel lehetséges a talajvíznyomás néhány kPa pontosságú előrejelzése egy referenciarendszer 15 éves megfigyelései, valamint a tényleges helyszínen 3 hónapos periódusban végzett mérések alapján (lásd a C1. ábrát).

(5) Elméleti modellel is szimulálható a talajvízszint ingadozása. E modell bemenőadatai a csapadék és a lég-hőmérséklet lehetnek. Az eredményül kapott talajvízszint-változást a térségben hosszabb időn át megfigyelt talajvízszint-ingadozáshoz kalibrálják.

MEGJEGYZÉS: További információk és példák az X2. fejezetben vannak.



A) Referenciakút

B) Az előrejelzéshez használt észlelőkút

**Jelmagyarázat:**

- 1 A referenciakútban 15 éven át észlelt maximális talajvízszintek
- 2 A referenciakútban 15 éven át észlelt minimális talajvízszintek
- 3 A referenciakútban az aktuális helyszín észlelőkútjának megfigyelésével megegyező évben mért talajvízszintek
- 4 Az aktuális helyszín észlelőkútjának előre jelzett maximális talajvízszintje
- 5 Az aktuális helyszín észlelőkútjának előre jelzett minimális talajvízszintje
- 6 Az aktuális helyszín észlelőkútjában a  $t_0$  és  $t_1$  közötti időben mért talajvízszintek

MEGJEGYZÉS: A bal oldali ábra egy referenciakút maximális és minimális talajvízszintjét mutatja. A jobb oldali ténylegesen mért eredményeket és előre jelzett maximális/minimális talajvízszinteket mutat.

**C1. ábra: Mért és előre jelzett talajvízszintek**



**D melléklet**  
(tájékoztató)

**Nyomószondázás pórúsvíznyomás-méréssel vagy anélkül**

**D1. A hatékony súrlódási szög és a drénezett Young-modulus értékeinek származtatása (példa)**

(1) A D1. táblázat példa, melynek segítségével  $q_c$  értékéből származtatható a hatékony súrlódási szög ( $\varphi$ ) és a drénezett (tartós) Young-modulus ( $E'$ ) értéke kvarc- és földpáthomokokra a síkalapok teherbírásának és süllyedésének számításához.

(2) Ez a példa egy-egy réteg  $q_c$  átlagértékének, valamint  $\varphi$  és  $E'$  átlagértékeinek korrelációjából adódott.

**D1. táblázat: A kvarc- és földpáthomokok hatékony súrlódási szögének ( $\varphi$ ) és drénezett Young-modulusának ( $E'$ ) származtatása a nyomószondázás csúcscellenállásából ( $q_c$ ) (példa)**

Tömörégi index	Csúcscellenállás (CPT-ből) ( $q_c$ ) MPa	Hatékony súrlódási szög <sup>a</sup> ( $\varphi$ ) °	Drénezett Young-modulus <sup>b</sup> ( $E'$ ) MPa
Nagyon laza	0,0 – 2,5	29 – 32	< 10
Laza	2,5 – 5,0	32 – 35	10 – 20
Közepesen tömör	5,0 – 10,0	35 – 37	20 – 30
Tömör	10,0 – 20,0	37 – 40	30 – 60
Nagyon tömör	> 20,0	40 – 42	60 – 90

<sup>a</sup> Az értékek homokra érvényesek, iszapos talajok esetén 3° csökkentés, kavics esetén 2° növelés indokolt.

<sup>b</sup>  $E'$  a feszültségtől és az időtől függő szelőmodulus közelítő értéke. A drénezett modulus megadott értékeit a 10 év alatt lezajlott süllyedésekből számították vissza. Az értékeket annak feltételezésével nyerték, hogy a függőleges feszültségek szétterjedése 2:1 arányú. Ezekon túlmenően egyes vizsgálatok arra utalnak, hogy ezek az értékek iszapos talajban 50%-kal kisebbek, kavicsos talajban pedig 50%-kal nagyobbak lehetnek. Túlkonsolidált durva szemcséjű talajokban a modulus lényegesen nagyobb is lehet. Ha a törőfeszültség tervezési értékének 2/3-ánál nagyobb talpnyomásból számítjuk a süllyedéseket, akkor a táblázatbeli értékek felét célszerű venni.

MEGJEGYZÉS: Ezt a példát Bergdahl és társai (1993) publikálták. További információk és példákat tartalmazó dokumentációk az X3.1. szakaszban vannak.

**D2. Korreláció a nyomószondázás csúcscellenállása és a hatékony súrlódási szög között (példa)**

(1) A következő példa a hatékony súrlódási szögnek ( $\varphi$ ) a nyomószondázás (CPT) csúcscellenállásából ( $q_c$ ) való származtatását mutatja homokokra vonatkozóan.

(2) A korrelációs összefüggés a következő:

$$\varphi = 13,5 \cdot \lg q_c + 23$$

ahol

$\varphi$  a hatékony súrlódási szög °-ban;

$q_c$  a csúcscellenállás MPa-ban.

Ez az összefüggés talajvíz feletti, rosszul graduált ( $C_U < 3$ ) homokok és  $5 \text{ MPa} \leq q_c \leq 28 \text{ MPa}$  csúcsellenállás esetében érvényes.

1. MEGJEGYZÉS: A példa elektromos nyomószondázás és laboratóriumi triaxiális vizsgálatok eredményein alapul.
2. MEGJEGYZÉS: A példát Stenzel és társai (1978), valamint a DIN 4094-1 (2002) tette közzé. További információk és példák az X3.1. szakaszban vannak.

### D3. Síkalapok süllyedésszámítási módszere (példa)

(1) A következők durva szemcséjű talajon álló síkalapok süllyedésének számítására alkalmazható szemiempírikus módszerre mutatnak példát. Az e módszerben használandó, a nyomószondázás  $q_c$  csúcsellenállásából származtatott Young-modulus a következő:

- $E' = 2,5 q_c$  tengelyszimmetrikus (kör és négyzet alakú) alaptestekre;
- $E' = 3,5 q_c$  sík alakváltozási állapotú (sávyszerű) alaptestekre.

(2) A ( $q$ ) terhelésű alaptest ( $s$ ) süllyedése:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot (q - \sigma'_{v0}) \cdot \int_0^{z_1} \frac{I_z}{C_3 \cdot E'} dz$$

ahol

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot [\sigma'_{v0} / (q - \sigma'_{v0})];$$

$$C_2 = 1,2 + 0,2 \cdot \lg t;$$

$C_3$  a síkalap alakú tényezője:

- 1,25 négyzetes alaptest esetén;
- 1,75 sávyszerű ( $L > 10B$ ) alaptest esetén;

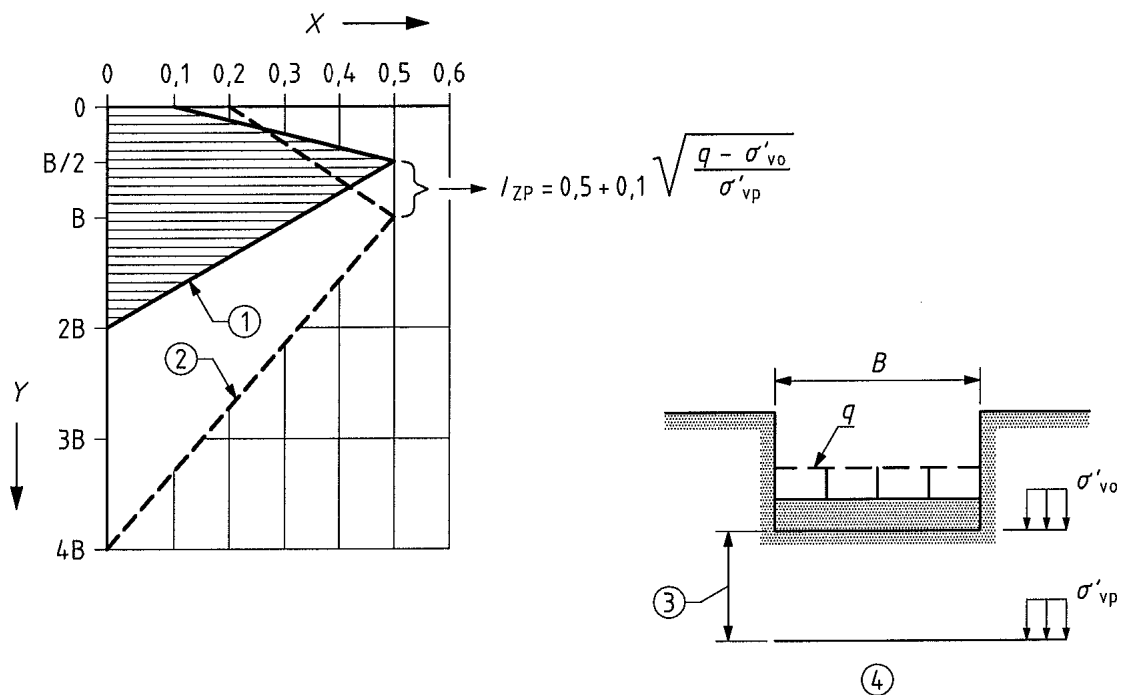
$\sigma'_{v0}$  a kezdeti hatékony függőleges feszültség az alapozás síkján;

$t$  az idő években;

$I_z$  az alakváltozási hatástényező (lásd a következőkben).

(3) A D1. ábra adja meg a tengelyszimmetrikus (kör és négyzet alakú), valamint sík alakváltozási állapotú (sávyszerű) síkalapokra vonatkozóan a függőleges alakváltozási hatástényező ( $I_z$ ) változását.

1. MEGJEGYZÉS: E példában a ( $q_c$ ) csúcsellenállás elektromos nyomószonda méréseiből származik.
2. MEGJEGYZÉS: A példát Schmertmann (1970), valamint Schmertmann és társai (1978) publikálták. További információk és példák az X3.1. szakaszban találhatóak.



#### Jelmagyarázat:

- x Merev alaptest függőleges alakváltozási hatástényezője ( $I_z$ )
- y Az alptest alatti relatív mélység
- 1 Tengelyszimmetrikus állapot ( $L/B = 1$ )
- 2 Sík alakváltozási állapot ( $L/B > 10$ )
- 3  $B/2$  (tengelyszimmetrikus állapot esetén);  $B$  (sík alakváltozási állapot esetén)
- 4 Mélység az  $I_{zp}$  számításához

D1. ábra: Az alakváltozási hatástényező diagramja

#### D4. Korreláció az ödométeres modulus és a csúcsellenállás között (példa)

(1) A D2. táblázat mutat példát az  $\alpha$  értékeire (lásd a 4.3.4.1. szakasz (9) bekezdésében a 4.3. képletet) a nyomószondázás csúcsellenállásától függően különböző talajfajtákra vonatkozóan.

MEGJEGYZÉS: A példát Sanglerat (1972) publikálta. További információk és példák az X3.1. szakaszban találhatóak.

D2. táblázat:  $\alpha$  értékei (példa)

Talaj	$q_c$	$\alpha$
Kis plaszticitású agyag	$q_c \leq 0,7$ MPa	$3 < \alpha < 8$
	$0,7 < q_c < 2$ MPa	$2 < \alpha < 5$
	$q_c \geq 2$ MPa	$1 < \alpha < 2,5$
Kis plaszticitású iszap	$q_c < 2$ MPa	$3 < \alpha < 6$
	$q_c \geq 2$ MPa	$1 < \alpha < 2$
Nagy plaszticitású agyag	$q_c < 2$ MPa	$2 < \alpha < 6$
Nagy plaszticitású iszap	$q_c > 2$ MPa	$1 < \alpha < 2$
Nagyon szerves iszap	$q_c < 1,2$ MPa	$2 < \alpha < 8$
Tőzeg és nagyon szerves agyag	$q_c < 0,7$ MPa	$1,5 < \alpha < 4$
	$50 < w \leq 100$	$1 < \alpha < 1,5$
	$100 < w \leq 200$ $w > 300$	$\alpha < 0,4$
Kréta	$2 < q_c \leq 3$ MPa	$2 < \alpha < 4$
	$q_c > 3$ MPa	$1,5 < \alpha < 3$
Homok	$2 < q_c \leq 3$ MPa	$2 < \alpha < 4$
	$q_c > 3$ MPa	$1,5 < \alpha < 3$

## D5. A feszültségfüggő ödométeres modulus származtatása CPT-eredményekből (példa)

(1) A síkalapok süllyedésszámításához gyakran ajánlott, a függőleges feszültségtől függő ödométeres modult ( $E_{\text{oed}}$ ) ezen példa szerint a következő összefüggéssel lehet származtatni:

$$E_{\text{oed}} = w_1 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{v0} + 0,5 \cdot \Delta\sigma'_v}{p_a} \right)^{w_2}$$

ahol

$w_1$  merevségi tényező;

$w_2$  merevségi hatványkitevő;

$w_2 = 0,5$  homokok esetében, ha az egyenlőtlenségi mutatójuk  $C_U \leq 3$ ;

$w_2 = 0,6$  kis plaszticitású agyagokra ( $I_p \leq 10\%$ ;  $w_L \leq 35\%$ );

$\sigma'_{v0}$  a hatékony függőleges önsúlyfeszültség az alapsíkon vagy alatta bármely mélységben;

$\Delta\sigma'_v$  a szerkezetből adódó hatékony függőleges feszültség az alapsíkon vagy alatta bármely mélységben;

$p_a$  atmoszférikus nyomás;

$I_p$  plaszticitási index;

$w_L$  folyási határ.

(2) A  $w_1$  merevségi tényező értéke származtatható a CPT-eredményekből, a talajtípustól függően, például a következő képletekkel:

talajvíz fölötti, rosszul graduált homokok ( $C_U \leq 3$ ) esetén:

$$w_1 = 167 \cdot \lg q_c + 113 \quad (\text{ha } 5 \leq q_c \leq 30);$$

talajvíz fölötti, jól graduált homok ( $C_u > 6$ ) esetén:

$$w_1 = 463 \cdot \lg q_c - 13 \quad (\text{ha } 5 \leq q_c \leq 30);$$

talajvíz fölötti, kis plaszticitású agyagok esetén, ha a konzisztenciájuk legalább merev ( $0,75 \leq I_c \leq 1,30$  konzisztenciaindex esetén):

$$w_1 = 15,2 \cdot q_c + 50 \quad (\text{ha } 0,6 \leq q_c \leq 3,5).$$

1. MEGJEGYZÉS: A példa elektromos nyomószondázás és laboratóriumi ödométeres vizsgálatok eredményei alapján készült.

2. MEGJEGYZÉS: A példákat Stenzel és társai (1978), Biedermann (1984) és a DIN 4094-1:2002 tették közzé. További információk és példák az X3.1. szakaszban találhatóak.

## D6. Korreláció az egyedi cölöp nyomási ellenállása és a nyomószonda csúcselellállása között (példa)

(1) A D3. és D4. táblázatban példák láthatók a statikus próbaterhelések eredményei és a CPT-eredmények közötti, finom szemcséktől mentes vagy csak kevés finom szemcsét tartalmazó durva szemcséjű talajokra vonatkozóan megállapított korrelációkra. A helyben készült cölöpökre vonatkozóan a  $p_b$  fajlagos talpellenállás és a  $p_s$  fajlagos palástellenállás a nyomószonda (CPT) csúcselellállásának ( $q_c$ ) és a cölöpfej relatív süllyedésének függvényében van megadva.

**D3. táblázat: A helyben készült cölöpök  $p_b$  fajlagos talpellenállása finom szemcséktől mentes vagy csak kevés finom szemcsét tartalmazó durva szemcséjű talaj esetén**

Relatív süllyedés $s/D_s$ ; $s/D_b$	A $p_b$ fajlagos talpellenállás (MPa) a nyomószonda (CPT) $q_c$ átlagos csúcselellállása esetén (MPa)			
	$q_c = 10$	$q_c = 15$	$q_c = 20$	$q_c = 25$
0,02	0,70	1,05	1,40	1,75
0,03	0,90	1,35	1,80	2,25
0,10 (= $s_g$ )	2,00	3,00	3,50	4,00

MEGJEGYZÉS: A közbelső értékek lineárisan interpolálhatók.  
Helyben készült, szélesített talpú cölöpök esetén az értékeket 0,75-dal meg kell szorozni.

$s$  a cölöpfej süllyedése  
 $D_s$  a cölöpszár átmérője  
 $D_b$  a cölöptalp átmérője  
 $s_g$  a cölöpfej végső süllyedése

**D4. táblázat: A helyben készült cölöpök  $p_s$  fajlagos palástsúrlódása finom szemcséktől mentes vagy csak kevés finom szemcsét tartalmazó durva szemcséjű talaj esetén**

A nyomószondázás (CPT) $q_c$ átlagos csúcselellállása (MPa)	$p_s$ fajlagos palástellenállás (MPa)
0	0
5	0,040
15	0,080
$\geq 15$	0,120

MEGJEGYZÉS: A közbelső értékek lineárisan interpolálhatók.

1. MEGJEGYZÉS: A példa elektromos nyomószondázások eredményein alapul.

2. MEGJEGYZÉS: A példákat a DIN 1054 (2003-01) tette közzé. További információk és példák az X3.1. szakaszban találhatóak.

**D7. Egyedi cölöp nyomási ellenállásának meghatározása (példa)**

(1) A következő példa az egyedi cölöp maximális nyomási ellenállásának az elektromos CPT-vizsgálat  $q_c$ -értékeiből való meghatározását mutatja be. Túlkonzolidáltság vagy a CPT-vizsgálat utáni földkiemelés esetén a  $q_c$ -értékeket csökkenteni kell.

(2) A cölöp maximális nyomási ellenállása:

$$F_{\max} = F_{\max;\text{base}} + F_{\max;\text{shaft}}$$

ahol

$$F_{\max;\text{base}} = A_{\text{base}} \cdot \rho_{\max;\text{base}}$$

és

$$F_{\max;\text{shaft}} = c_p \cdot \int_0^{\Delta L} \rho_{\max;\text{shaft};z} dz$$

ahol

- $A_{\text{base}}$  a talp keresztmetszeti területe ( $\text{m}^2$ );  
 $C_p$  a cölöpszár kerülete abban a rétegben, amelyben a cölöptalp van (m);  
 $F_{\max}$  a cölöp maximális nyomási ellenállása (MN);  
 $F_{\max;\text{base}}$  a maximális talpellenállás (MN);  
 $F_{\max;\text{shaft}}$  a maximális palástellenállás (MN);  
 $\rho_{\max;\text{shaft};z}$  a maximális fajlagos palástellenállás  $z$  mélységben (MPa);  
 $\rho_{\max;\text{base}}$  a maximális fajlagos talpellenállás (MPa);  
 $\Delta L$  a cölöptalptól felfelé, az első  $q_c < 2$  MPa jellemzőjű réteg aljáig terjedő távolság (m); de (ha van talpbővítés)  $\Delta L$  nem lehet nagyobb a cölöptalp kibővített részének a magasságánál;  
 $z$  a mélység vagy a függőleges irány (lefelé pozitív);  
 $D_{\text{eq}}$  egyenértékű talpátmérő (m);

$$D_{\text{eq}} = 1,13 \cdot a \cdot \sqrt{\frac{b}{a}}$$

ahol

- $a$  a talp kisebbik oldalhossza (m);  
 $b$  a talp nagyobbik oldalhossza (m), ha  $b \leq 1,5 \cdot a$ .

(3) A  $\rho_{\max;\text{base}}$  maximális talpellenállás a következő képlettel számítható:

$$\rho_{\max;\text{base}} = 0,5 \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left\{ \frac{q_{cI;\text{mean}} + q_{cII;\text{mean}}}{2} + q_{cIII;\text{mean}} \right\}$$

és

$$\rho_{\max;\text{base}} \leq 15 \text{ MPa}$$

ahol

- $\alpha_p$  a cölöptípus tényezője a D5. táblázat szerint;  
 $\beta$  a cölöptalp alakjától függő tényező a D3. ábra szerint;  $\beta$  a D3. ábrán lévő határvonalak között interpolálással harározható meg;

s a cölöptalp oldalméreteitől függő tényező a következő képlet szerint:

$$s = \left(1 + \frac{\sin \varphi'}{r}\right) / (1 + \sin \varphi')$$

ahol

$$r = L / B$$

L a négyzetes cölöptalp nagyobb oldalmérete;

B a négyzetes cölöptalp kisebb oldalmérete;

$\varphi'$  a hatékony súrlódási szög.

$q_{c,I;mean}$  a  $q_{c,I}$  értékek átlaga a cölöptalptól lefelé addig a mélységig terjedő zónára vonatkoztatva, amely a  $D_{eq}$  egyenértékű talpátmérőnek legalább 0,7-szerese, de legfeljebb 4-szerese (lásd a D2. ábrát);

$$q_{c,I;mean} = \frac{1}{d_{crit}} \cdot \int_0^{d_{crit}} q_{c,I} dz$$

és

$$0,7D_{eq} < d_{crit} < 4D_{eq}$$

A kritikus mélység az, amelyre a számított  $p_{max;base}$  értéke a legkisebb.

$q_{c,II;mean}$  a legkisebb  $q_{c,II}$  értékek átlaga, melyet a kritikus mélységtől felfelé haladón a cölöptalpig tartó hosszra vonatkozóan kell számítani (lásd a D2. ábrát);

$$q_{c,II;mean} = \frac{1}{d_{crit}} \cdot \int_{d_{crit}}^0 q_{c,II} dz$$

$q_{c,III;mean}$  a  $q_{c,III}$  értékek átlaga a cölöptalp szintjétől felfelé haladón a cölöptalp átmérőjének 8-szorosával (vagy ha  $b > 1,5a$ , akkor a cölöptalp felett  $8a$ -val) azonos szintig tartó zónára számítva. Ez az átlagolás a  $q_{c,II;mean}$  számításakor figyelembe vett legkisebb  $q_{c,II}$  értékkel kezdődik (lásd a D2. ábrát);

$$q_{c,III;mean} = \frac{1}{8D_{eq}} \cdot \int_0^{-8D_{eq}} q_{c,III} dz$$

Végtelen spirállal készülő cölöpök esetén  $q_{c,III;mean}$  értéke nem lépheti túl a 2 MPa-t, legfeljebb akkor, ha a cölöp készítése után, a cölöp tengelyétől számított 1 m-en belül végzett nyomószondázás adatait használják fel a cölöp teherbírásának számítására.

(4) A  $p_{max;shaft,z}$  maximális fajlagos palástellenállás a következő képlettel számítható:

$$p_{max;shaft,z} = \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$$

ahol

$\alpha_s$  a D5. és D6. táblázat szerinti tényező;

$q_{c,z;a}$  a z mélységre jellemzőnek választott  $q_c$  érték (MPa).

Ha  $q_{c,z;a} \geq 12$  MPa egy folytonos, legalább 1 m-es mélységtartományban, akkor erre  $q_{c,z;a} \leq 15$  MPa vehető fel.

Ha a  $q_{c,z;a} > 12$  MPa jellemzőjű mélységtartomány mérete 1 m-nél kisebb, akkor erre  $q_{c,z;a} \leq 12$  MPa vehető fel.

D5. táblázat:  $\alpha_p$  és  $\alpha_s$  maximális értékei homokokra és kavicsos homokokra

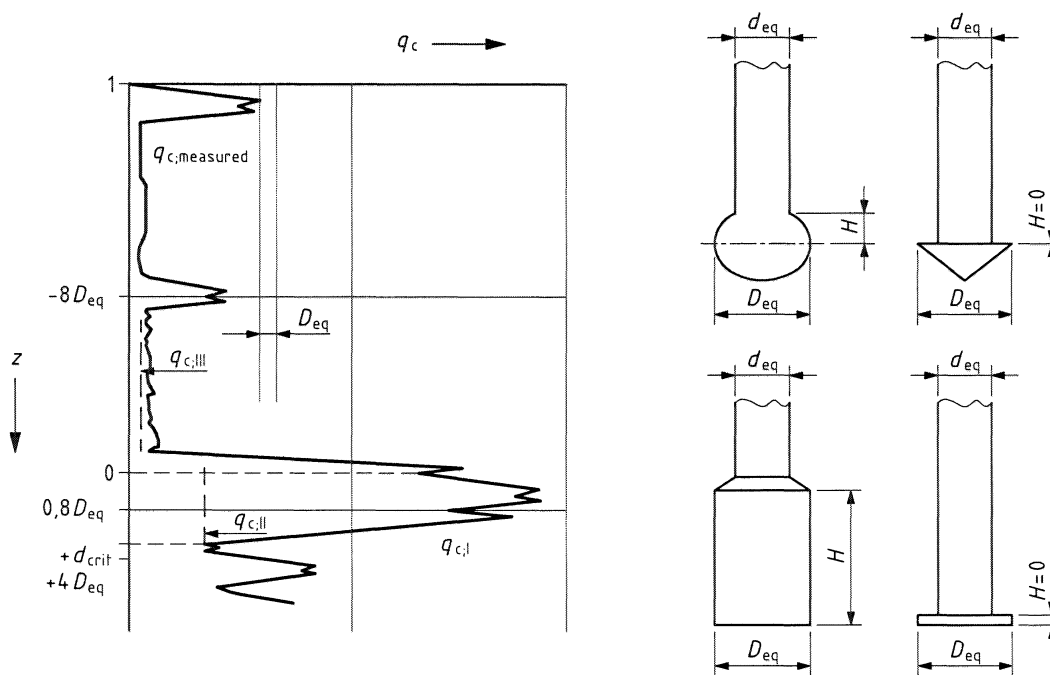
A cölöp osztálya vagy fajtája	$\alpha_p$	$\alpha_s^a$
Talajkiszorításos cölöpök, átmérő > 150 mm		
– vert, előre gyártott cölöpök	1,0	0,010
– zárt végű acélcső leverésével készített, helyben betonozott cölöpök. Betonozás közben az acélcsövet visszahúzzák.	1,0	0,012
Talajhelyettesítéses cölöpök, átmérő > 150 mm		
– folyamatos spirállal fűrt cölöpök	0,8	0,006 <sup>b</sup>
– fűrt cölöpök (fúróiszappal)	0,6	0,005

<sup>a</sup> Az értékek finom – durva homokokra érvényesek. Nagyon durva homok esetén 0,75 csökkentőtényező szükséges, kavics esetén a csökkentőtényező 0,5.

<sup>b</sup> Ez az érték akkor használatos, ha a cölöpkészítés előtti CPT-eredményekre támaszkodnak. Ha olyan CPT eredményeit használják, melyet a folyamatos spirállal fűrt kész cölöpök közelében végeztek, akkor  $\alpha_s$  0,01-re növelhető.

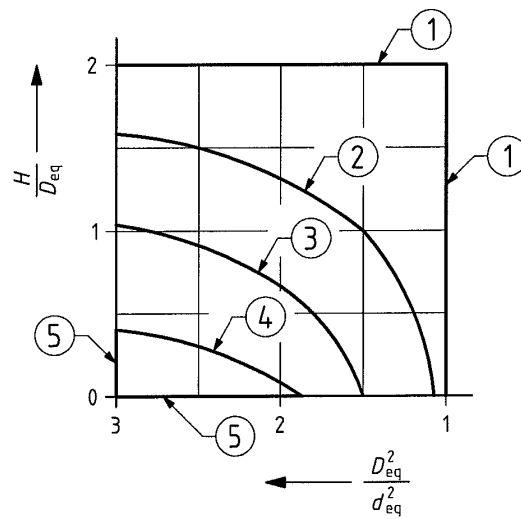
D6. táblázat:  $\alpha_s$  legnagyobb értékei agyag, iszap és tőzeg esetén

Talajfajta	$q_c$ MPa	$\alpha_s$
agyag	> 3	< 0,030
agyag	< 3	< 0,020
iszap		< 0,025
tőzeg		0



D2. ábra:  $q_{c,I}$ ,  $q_{c,II}$  és  $q_{c,III}$  értelmezése



**Jelmagyarázat:**

- 1 1 jelű határvonal;  $\beta = 1,0$ ;
- 2 2 jelű határvonal;  $\beta = 0,9$ ;
- 3 3 jelű határvonal;  $\beta = 0,8$ ;
- 4 4 jelű határvonal;  $\beta = 0,7$ ;
- 5 5 jelű határvonal;  $\beta = 0,6$ ;

$H$ ,  $D_{eq}$  és  $d_{eq}$  értelmezése a D2. ábrában.

**D3. ábra: A cölöptalp ( $\beta$ ) alakjától függő tényező**

MEGJEGYZÉS: A példát a NEN 6743-1 tette közzé. További információk és példák az X3.1. szakaszban találhatóak.

**E melléklet**  
(tájékoztató)

**Presszióméteres vizsgálat (PMT)**

**E1. Módszer a síkalapok talajtörési ellenállásának számítására (példa)**

(1) A következők példát mutatnak síkalapok talajtörési ellenállásának szemiempirikus módszerrel, az MPM-vizsgálat eredményeiből való számítására.

(2) A talajtörési ellenállás képlete:

$$R / A' = \sigma_{v0} + k(\rho_{LM} - \rho_0)$$

ahol

$R$  az alap ellenállása normálterheléssel szemben;

$A'$  a hatékony alapfelület az EN 1997-1 szerint;

$\sigma_{v0}$  a (kezdeti) teljes függőleges feszültség az alapsík szintjén;

$\rho_{LM}$  a Ménard-féle határnyomás jellemző értéke közvetlenül az alap alatt;

$\rho_0$  [ $K_0(\sigma_v - u) + u$ ], melyben  $K_0$  szokásosan 0,5,  $\sigma_v$  a (kezdeti) teljes függőleges feszültség a vizsgált szinten,  $u$  a pórusvíznyomás ugyanott;

$k$  a teherbírési tényező az E1. táblázat szerint;

$B$  az alap szélessége;

$L$  az alap hosszúsága;

$D_e$  az egyenértékű alapmélység.

**E1. táblázat: A  $k$  teherbírési tényező származtatott értékei síkalap esetében**

Talajfajta	$\rho_{LM}$ kategória	$\rho_{LM}$ MPa	$k$
Agyag és iszap	A	< 0,7	0,8 [1 + 0,25 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
	B	1,2 – 2,0	0,8 [1 + 0,35 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
	C	> 2,5	0,8 [1 + 0,50 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
Homok és kavics	A	< 0,5	[1 + 0,35 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
	B	1,0 – 2,0	[1 + 0,50 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
	C	> 2,5	[1 + 0,80 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
Kréta			1,3 [1 + 0,27 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]
Márga és mállott kőzet			[1 + 0,27 (0,6 + 0,4 B/L) · D <sub>e</sub> /B]

MEGJEGYZÉS: A példát a francia Ministère de l'Équipement du Logement et des Transport (1993) tette közzé. További információk és példák az X3.2. szakaszban találhatók.

## E2. Síkalapok süllyedésének számítása (példa)

(1) A következők példát mutatnak síkalapok süllyedésének ( $s$ ) az MPM-vizsgálatra alapozott szemempirikus módszerrel való számítására.

$$s = (q - \sigma_{v0}) \left[ \frac{2B_0}{9E_d} \cdot \left( \frac{\lambda_d \cdot B}{B_0} \right)^\alpha + \frac{\alpha \cdot \lambda_c \cdot B}{9E_c} \right]$$

ahol

$B_0$  a viszonyítási alapszélesség,  $B_0 = 0,6$  m;

$B$  az alap szélessége;

$\lambda_d, \lambda_c$  alak tényező az E2. táblázat szerint;

$\alpha$  reológiai tényező az E3. táblázat szerint;

$E_c$  az alap alatti talajzóna súlyozott  $E_M$  értéke;

$E_d$  az alapsík alatti  $8B$  mélységen belüli összes réteg  $E_M$  értékének harmonikus középértéke;

$\sigma_{v0}$  a (kezdeti) teljes függőleges feszültség az alapsík szintjén;

$q$  az alap tervezett normálfeszültsége.

**E2. táblázat: A  $\lambda_d$  és  $\lambda_c$  alak tényező síkalapok süllyedésszámításához**

$L/B$	Kör	Négyzet	2	3	5	20
$\lambda_d$	1	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65
$\lambda_c$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

**E3. táblázat: Az  $\alpha$  reológiai tényező származtatott értékei síkalap esetére**

Talajfajta	Leírás	$E_M/\rho_{LM}$	$\alpha$
Tőzeg			1
Agyag	túlkonzolidált	> 16	1
	normálisan konszolidált	9 – 16	0,67
	átgyúrt	7 – 9	0,5
Iszap	túlkonzolidált	> 14	0,67
	normálisan konszolidált	5 – 14	0,5
Homok		> 12	0,5
		5 – 12	0,33
Homok és kavics		> 10	0,33
		6 – 10	0,25
Szilárd kőzet	erősen töredezett		0,33
	ép		0,5
	mállott		0,67

MEGJEGYZÉS: A példát a Ministère de l'Équipement du Logement et des Transport tette közzé (1993). További információk és példák az X3.2. szakaszban találhatóak.

**E3. Egyedi cölöp nyomási ellenállásának számítási módja (példa)**

(1) A következők példát mutatnak a cölöpök  $Q$  nyomási ellenállásának az MPM-vizsgálat alapján való számítására:

$$Q = A \cdot k \cdot [p_{LM} - p_o] + P \cdot \sum [q_{si} \cdot z_i]$$

ahol

$A$  a cölöptalp területe, mely zárt végű cölöp esetében ennek tényleges területével egyenlő, nyitott végű cölöp esetében pedig e területnek egy része;

$p_{LM}$  a jellemző határnyomás a cölöptalp szintjén, esetleg az alatta lévő gyengébb rétegek miatt módosítva;

$p_o$   $[K_o (\sigma_v - u) + u]$ , melyben  $K_o$  szokásosan 0,5,  $\sigma_v$  a (kezdeti) teljes függőleges feszültség a vizsgált szinten,  $u$  a pórusvíznyomás ugyanott;

$k$  a nyomási ellenállás tényezője az E4. táblázat szerint;

$P$  a cölöptörzs kerülete;

$q_{si}$  a fajlagos palástellenállás az  $i$ -edik rétegben az E1. ábrából az E5. táblázat segítségével leolvasható;

$z_i$  az  $i$ -edik talajréteg vastagsága.

MEGJEGYZÉS: A példát a Ministère de l'Équipement du Logement et des Transport tette közzé (1993). További információk és példák az X3.2. szakaszban találhatóak.

**E4. táblázat: A nyomási ellenállás  $k$  tényezőjének értékei tengelyirányban terhelt cölöpök tervezéséhez**

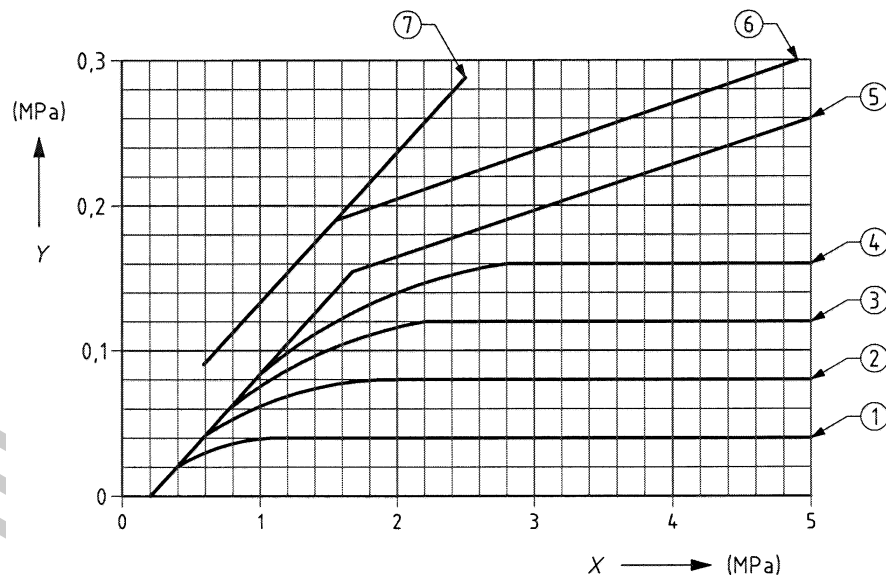
Talaj	$p_{LM}$ kategória	$p_{LM}$ MPa	Fúrt cölöpök és kis-mértékű talajkiszorítással készülő cölöpök	Teljes talajkiszorítással készülő cölöpök
Agyag és iszap	A	< 0,7	1,1	1,4
	B	1,2 – 2,0	1,2	1,5
	C	> 2,5	1,3	1,6
Homok és kavics	A	< 0,5	1,0	4,2
	B	1,0 – 2,0	1,1	3,7
	C	> 2,5	1,2	3,2
Kréta	A	< 0,7	1,1	1,6
	B	1,0 – 2,5	1,4	2,2
	C	> 3,0	1,8	2,6
Márga	A	1,5 – 4,0	1,8	2,6
	B	> 4,5	1,8	2,6
Mállott kőzet	A	2,5 – 4,0	a)	a)
	B	> 4,5		

a) A legjobban hasonlító talajtípus szerint választandó.

E5. táblázat: A fajlagos palástellenállás tervezési görbéjének kiválasztása

Talajtípus		Agyag, iszap			Homok, kavics			Kréta			Márga		Mállott kőzet
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	
$p_{LM}$ kategória													
Cölöptípus													
Fúrt cölöpök és kútalapok	megtámasztás nélkül	1	1/2	2/3	–	–	–	1	3	4/5	3	4/5	6
	fúróiszappal megtámasztva	1	1/2	1/2	1	1/2	2/3	1	3	4/5	3	4/5	6
	visszanyert bélésű csővel	1	1/2	1/2	1	1/2	2/3	1	2	3/4	3	4	–
	bennhagyott bélésű csővel	1	1	1	1	1	2				2	3	–
Kézzel ásott kútalapok		1	2	3	–	–	–	1	2	3	4	5	6
Talajkiszorítós cölöpök	zárt végű acélcső	1	2	2	2	2	3				3	4	4
	előre gyártott vasbeton	1	2	2	3	3	3				3	4	4
	vert, helyszínen betonozott	1	2	2	2	2	3	1	2	3	3	4	–
	vert, merev acélbetétes betonköpenyű <sup>a)</sup>	1	2	2	3	3	4				3	4	–
Injektált cölöpök	kis nyomással	1	2	2	3	3	3	2	3	4	5	5	–
	nagy nyomással	1	4	5	5	5	6	–	5	6	6	6	7

a) Cső- vagy H szelvényű, előre gyártott acélcölöpöt bővített talppal, veréssel hajtanak le, beton (vagy habarcs) egyidejű beszivattyúzásával a kialakult gyűrűs térbe.



#### Jelmagyarázat:

X Határnyomás ( $p_{LM}$ )

Y Fajlagos palástellenállás ( $q_{si}$ )

1 – 7 A fajlagos palástellenállás tervezési görbéi

E1. ábra: Tengelyirányban terhelt cölöpök fajlagos palástellenállása

**F melléklet**  
(tájékoztató)

**Standard penetrációs vizsgálat (SPT)**

**F1. Az ütésszámok és a tömörségi mutatók közötti korreláció (példák)**

(1) A következőkben példák vannak az ütésszámok és a tömörségi mutatók közötti korrelációra.

(2) Az  $N_{60}$  ütésszám, az  $I_D = (e_{\max} - e) / (e_{\max} - e_{\min})$  tömörségi index és a  $\sigma'_{v0}$  ( $10^{-2}$  kPa) (kezdeti) hatékony feszültség közötti összefüggés homok esetén a következő képlettel fejezhető ki:

$$\frac{N_{60}}{I_D^2} = a + b \cdot \sigma'_{v0}$$

Normálisan konszolidált homokok esetén az  $a$  és  $b$  paraméter közel állandó, ha  $I_D$  0,35 és 0,85,  $\sigma'_{v0}$  pedig 0,5 és 2,5 ( $10^{-2}$  kPa) között van (lásd Skempton 1986, 8. táblázat).

(3) Normálisan konszolidált, természetes homokok esetében az  $I_D$  és a normalizált  $(N_1)_{60}$  ütésszám viszonyára az F1. táblázat szerinti korrelációt mutatták ki.

**F1. táblázat: Korreláció az  $I_D$  tömörségi index és az  $(N_1)_{60}$  normalizált ütésszám között**

	Nagyon laza	Laza	Közepes	Tömör	Nagyon tömör
$(N_1)_{60}$	0 – 3	3 – 8	8 – 25	25 – 42	42 – 58
$I_D$ %	0 – 15	15 – 35	35 – 65	65 – 85	85 – 100

$I_D > 0,35$  esetén ez a korreláció megfelel az  $(N_1)_{60} / I_D^2 \cong 60$  összefüggésnek.

(4) Finom homokok esetében célszerű az  $N$ -értékeket 55/60 arányban csökkenteni, durva homokok esetében pedig 65/60 arányban növelni.

(5) A konszolidáció előrehaladtával nő a homok deformációval szembeni ellenállása. Ez az „öregedési” hatás tükröződik a nagyobb ütésszámokban, és úgy tűnik, hogy növeli az  $a$  paramétert.

Normálisan konszolidált homokokra jellemző eredmények vannak az F2. táblázatban.

**F2. táblázat: Az öregedés hatása normálisan konszolidált finom homokokban**

	Kor (években)	$(N_1)_{60} / I_D^2$
Laboratóriumi vizsgálatok	$10^{-2}$	35
Fiatal feltöltés	10	40
Természetes lerakódások	$>10^2$	55

(6) A túlkonszolidáltság a következő szorzóval növeli a  $b$  tényezőt:

$$\frac{1 + 2 \cdot K_0}{1 + 2 \cdot K_{0NC}}$$

ahol

$K_0$  és  $K_{0NC}$  az in situ vízszintes és függőleges hatékony feszültségek hányadosa túlkonszolidált, illetve normálisan konszolidált homok esetében.

(7) Az említett összes korrelációt jórészt kvarcból álló homokokra állapították meg. Törekenyebb vagy összenyomhatóbb homokok esetében, mint például a karbonátos kőzetből keletkezett homokok vagy a nem elhanyagolható mennyiségű finom részt is tartalmazó kvarchomokok esetében, e korrelációk  $I_D$  alulbecslésére vezethetnek.

MEGJEGYZÉS: A példákat Skempton (1986) tette közzé. További információk és példák az X3.3. szakaszban vannak.

## F2. A hatékony súrlódási szög értékének származtatása (példa)

(1) Az F3. táblázatban közölt példa segítségével származtatható kvarchomokok  $\phi'$  hatékony súrlódási szöge az  $I_D$  tömörségi indexből. A  $\phi'$ -értékeket (lásd az F3. táblázatot) befolyásolja a szemcsék szögletessége és a feszültségi szint is.

**F3. táblázat: Korreláció az  $I_D$  tömörségi index és a  $\phi'$  hatékony súrlódási szög között (fokokban) kvarchomokok esetében**

Tömörségi index, $I_D$	Finom homok		Közepes homok		Durva homok	
	egy-szemcsés	jól graduált	egy-szemcsés	jól graduált	egy-szemcsés	jól graduált
40	34	36	36	38	38	41
60	36	38	38	41	41	43
80	39	41	41	43	43	44
100	42	43	43	44	44	46

MEGJEGYZÉS: Ezt a példát az US Army Corps of Engineers (1993) tette közzé. További információk és példák az X3.3. szakaszban találhatóak.

## F3. Síkalapok süllyedésének számítási módszere (példa)

(1) A következők példát mutatnak szemcsés talajon álló síkalap süllyedésének számítására alkalmazható közvetlen empirikus módszerre.

(2) Feltételezhető, hogy az előterhelésnél kisebb feszültségek hatására bekövetkező süllyedés a normálisan konszolidált homok összenyomódásának 1/3-a. Így egy  $B$  (m) szélességű, négyzet alaprajzú alaptest  $s_i$  azonnali süllyedése túlkonszolidált homok esetében, ha  $q' \geq \sigma'_p$ :

$$s_i = \sigma'_p \cdot B^{0,7} \cdot \frac{I_{cc}}{3} + (q' - \sigma'_p) \cdot B^{0,7} \cdot I_{cc}$$

ahol

$\sigma'_p$  a korábbi legnagyobb geosztatikai nyomás (kPa);

$q'$  az átlagos hatékony talpnyomás (kPa);

$I_{cc} = a_f / B^{0,7}$ ;

$a_f$  az alap altalajának összenyomhatósági jellemzője,  $\Delta s_i / \Delta q'$  (mm/kPa);

Ha  $q' \leq \sigma'_p$ , akkor a képlet:

$$s_i = \sigma'_p \cdot B^{0,7} \cdot \frac{I_{cc}}{3}$$

Normálisan konszolidált homokokra pedig:

$$s_i = (q' - \sigma'_p) \cdot B^{0,7} \cdot I_{cc}$$

(3)  $I_{cc}$  értéke a süllyedésmérési eredmények regressziós analízise szerint a következő kifejezéssel határozható meg:

$$I_{cc} = 1,71 / \bar{N}^{1,4}$$

ahol  $\bar{N}$  a határmélységen belüli átlagos SPT-ütésszám.

Az  $a_f$  korrigált szórása kb. 1,5, ha  $\bar{N}$  több, mint 25, és 1,8, ha  $\bar{N}$  kevesebb, mint 10.

(4) E tapasztalati módszer alkalmazásakor nem indokolt az  $N$ -értékek geosztatikai nyomás miatti korrekciója. Nem esik szó az  $N$ -értékeknek megfelelő energia-viszonyszámról ( $E_r$ ) sem. A talajvíz hatása feltételezhetően már tükröződik a mért ütésszámokban, viszont a víz alatti finom vagy iszapos homok esetében, ha  $N > 15$ , ajánlatos az  $N' = 15 + 0,5(N - 15)$  korrekciót alkalmazni. Kavicsok és homokos kavicsok esetén az SPT-vel nyert ütésszámokat ajánlatos 1,25 szorzóval növelni.

(5)  $\bar{N}$  a süllyedések 75%-át adó  $z_1 = B^{0,75}$  határmélységig mért  $N$ -értékek számtani átlaga, ha e tartományban  $N$  a mélységgel növekszik vagy állandó. Ahol az  $N$ -érték a mélység növekedésével folyamatosan csökken, ott a határmélység vagy  $2B$ , vagy a gyenge réteg alsó határa, attól függően, hogy melyik a kisebb.

(6) Indokolt egy, az alap hosszának és szélességének  $L / B$  hányadosától függő  $f_s$  korrekciós tényezőt alkalmazni:

$$f_s = \left[ \frac{1,25 \cdot \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25} \right]^2$$

Az  $f_s$  tart az 1,56-hoz, ha  $L/B$  tart a végtelenhez. A  $D$  mélység miatt korrekciós tényezőt nem kell alkalmazni, ha  $D / B < 3$ .

(7) A homokokon és a kavicsokon álló alapok süllyedése az idő függvénye. Ezért indokolt az azonnali süllyedéshez egy  $f_t$  korrekciós tényezőt rendelni:

$$f_t = (1 + R_3 + R_t \cdot \lg t / 3)$$

ahol

$f_t$  a  $t \geq 3$  év esetére vonatkozó szorzó;

$R_3$  az építést követő első 3 évben bekövetkező süllyedés időtényezője;

$R_t$  a 3 év után bekövetkező süllyedés logaritmikus időciklusra vonatkozó időtényezője.

(8) Statikus terhelés esetén az  $R_3 = 0,3$  és  $R_t = 0,2$  óvatos értékek vehetők figyelembe. Így  $t = 30$  évre vonatkozóan az  $f_t = 1,5$ . Váltakozó terhek (pl. magas kémények, hidak, silók, turbinák stb.) esetén a figyelembe vehető értékek:  $R_3 = 0,7$  és  $R_t = 0,8$ , így  $t = 30$  évre az  $f_s = 2,5$ .

MEGJEGYZÉS: A példát Burland és Burbridge (1985) tette közzé. További információk és példák az X3.3. szakaszban találhatók.



**G melléklet**  
(tájékoztató)

**Verőszondázás (DP)**

**G1. Korrelációk az ütésszám és a tömörségi index között (példa)**

(1) A következők mutatnak példákat arra, hogy miként származtatható az  $I_D$  tömörségi index a verőszondázás (DP) eredményeiből különböző egyenlőtlenégi mutatójú ( $C_U$ ) talajok esetén (az érvényességi tartomány  $3 \leq N_{10} \leq 50$ ):

rosszul graduált homok ( $C_U \leq 3$ ) a talajvíz felett:

$$I_D = 0,15 + 0,260 \cdot \lg N_{10L} \text{ (DPL)}$$

$$I_D = 0,10 + 0,435 \cdot \lg N_{10H} \text{ (DPH)}$$

rosszul graduált homok ( $C_U \leq 3$ ) a talajvíz alatt:

$$I_D = 0,21 + 0,230 \cdot \lg N_{10L} \text{ (DPL)}$$

$$I_D = 0,23 + 0,380 \cdot \lg N_{10H} \text{ (DPH)}$$

jól graduált homok-kavics ( $C_U \geq 6$ ) a talajvíz felett:

$$I_D = -0,14 + 0,550 \cdot \lg N_{10H} \text{ (DPH)}$$

MEGJEGYZÉS: A példákat Stenzel és társai (1978), valamint a DIN 4094-3 tettek közzé. További információk és példák az X3.4. szakaszban találhatóak.

**G2. Korreláció a hatékony súrlódási szög és a tömörségi index között (példa)**

(1) A következő táblázat mutat példát arra, miként származtatható a hatékony súrlódási szög ( $\varphi$ ) a tömörségi indexből ( $I_D$ ) a szemcsés talajok teherbírásának számításához (lásd a G1. táblázatot).

**G1. táblázat: Durva szemcséjű talaj  $\varphi$  hatékony súrlódási szöge az  $I_D$  tömörségi index és a  $C_U$  egyenlőtlenégi mutató függvényében (példa)**

Talaj	Osztályozottság	$I_D$ tartománya (%)		$\varphi$ hatékony súrlódási szög (°)
Kissé finom homok, homok, homok-kavics	rosszul graduált ( $C_U < 6$ )	15 – 35	laza	30
		35 – 65	közepesen tömör	32,5
		> 65	tömör	35
Homok, homok-kavics, kavics	jól graduált ( $6 \leq C_U \leq 15$ )	15 – 35	laza	30
		35 – 65	közepesen tömör	34
		> 65	tömör	38

MEGJEGYZÉS: A példát a DIN 1054-100 tette közzé. További információk és példák az X3.4. szakaszban találhatóak.

### G3. A feszültségtől függő ödométeres modulus származtatása a verőszondázás (DP) eredményeiből (példa)

(1) A következő képlet példát mutat a függőleges feszültségtől függő  $E_{\text{oed}}$  ödométeres modulus származtatására, melyet gyakran ajánlanak a síkalapok süllyedésének számításához:

$$E_{\text{oed}} = w_1 \cdot p_a \left( \frac{\sigma'_v + 0,5 \Delta \sigma'_v}{p_a} \right)^{w_2}$$

ahol

$w_1$  merevségi tényező;

$w_2$  merevségi hatványkitevő;

$C_U \leq 3$  egyenlőtlenégi együtthatójú homokok esetében  $w_2 = 0,5$ ;

kis plaszticitású ( $I_p \leq 10\%$ ,  $w_L \leq 35\%$ ) agyagok esetében  $w_2 = 0,6$ ;

$\sigma'_v$  a hatékony függőleges önsúlyfeszültség az alapsíkon vagy alatta bárhol;

$\Delta \sigma'_v$  a szerkezet által keltett hatékony függőleges feszültség az alapsíkon vagy alatta bárhol;

$p_a$  a légköri nyomás;

$I_p$  plaszticitási index;

$w_L$  folyási határ.

(2) A  $w_1$  merevségi tényező értékeit a verőszondázás (DP) eredményeiből lehet származtatni a talajfajtától függően, pl. a következő képletekkel:

rosszul graduált ( $C_U \leq 3$ ) homokok a talajvíz fölött

$$w_1 = 214 \cdot \lg N_{10L} + 71 \quad (\text{DPL; érvényességi tartomány: } 4 \leq N_{10L} \leq 50)$$

$$w_1 = 249 \cdot \lg N_{10H} + 161 \quad (\text{DPH; érvényességi tartomány: } 3 \leq N_{10H} \leq 10)$$

kis plaszticitású, legalább merev konzisztenciájú ( $0,75 \leq I_c \leq 1,30$ ) agyagok a talajvíz fölött ( $I_c$  a konzisztenciaindex)

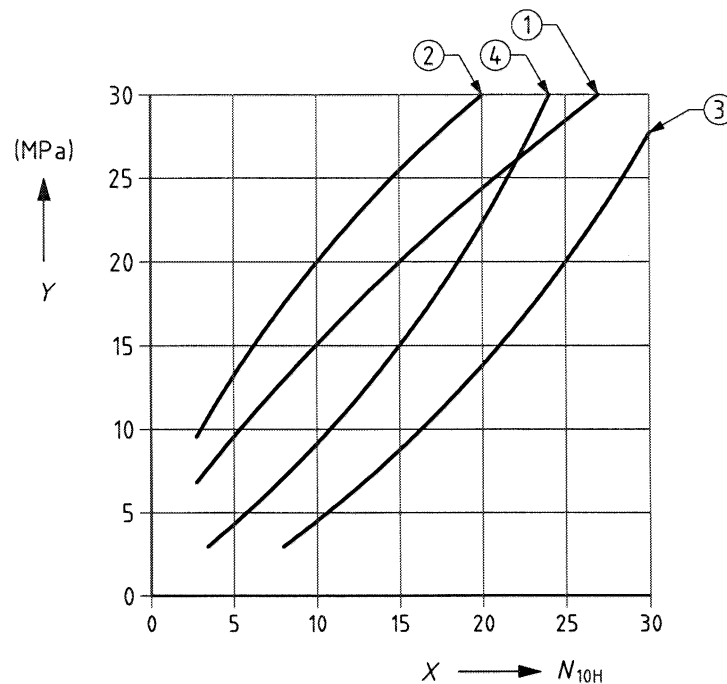
$$w_1 = 4 \cdot N_{10L} + 30 \quad (\text{DPL; érvényességi tartomány: } 6 \leq N_{10L} \leq 19)$$

$$w_1 = 6 \cdot N_{10H} + 50 \quad (\text{DPH; érvényességi tartomány: } 3 \leq N_{10H} \leq 13)$$

MEGJEGYZÉS: A példákat Stenzel és társai (1978), Biedermann (1984) és a DIN 4094-3:2002 tette közzé. További információk és példák az X3.4. szakaszban találhatóak.

### G4. Korreláció a cölöp csúcscellenállása és az ütésszám között (példa)

(1) A következő példa azt mutatja, miként becsülhető homokok, valamint homokok és kavicsok keverékének  $q_c$  CPT-csúcscellenállása a DPH nehéz verőszondázás eredményéből, mellyel azután a cölöpök teherbírását a statikus cölöp-próbatelhelések alapján megállapított korrelációval határozhatják meg (lásd a G1. ábrát, a 4.3.4.2. szakasz (1)P bekezdését és a D6. fejezetet).



#### Jelmagyarázat:

(x) Ütésszám (y)  $q_c$  szonda-csúcsellenállás

- 1 Rosszul graduált homok a talajvíz fölött,
- 2 Rosszul graduált homok a talajvíz alatt,
- 3 Jól graduált homok és kavics a talajvíz fölött,
- 4 Jól graduált homok és kavics a talajvíz alatt,

**G1. ábra: Korreláció az  $N_{10H}$  ütésszám és a  $q_c$  CPT-csúcsellenállás között rosszul graduált homok és jól graduált homokok és kavicsok keveréke esetén (példa)**

MEGJEGYZÉS: A példákat Stenzel és társai (1978), valamint a DIN 4094-3 tette közzé. További információk és példák az X3.4. szakaszban vannak.

#### G5. Korreláció a különböző verőszondák ütésszámait között (példa)

(1) E példa a DPL könnyű verőszondázás  $N_{10L}$  ütésszámait, valamint a DPH nehéz verőszondázás  $N_{10H}$  ütésszámait közötti összefüggéseket mutatja be a talajvíz feletti, rosszul graduált ( $C_U < 3$ ) homokra vonatkozóan:

a) bemenő adat: DPH-eredmény;

$$N_{10L} = 3 \cdot N_{10H}; \text{ érvényességi tartomány: } 3 \leq N_{10H} \leq 20.$$

b) bemenő adat: DPL-eredmény;

$$N_{10H} = 0,34 \cdot N_{10L}; \text{ érvényességi tartomány: } 3 \leq N_{10L} \leq 50.$$

MEGJEGYZÉS: A példákat Stenzel és társai (1978), Biedermann (1984) és a DIN 4094-3:2002 tette közzé. Agyagokra vonatkozóan lásd: Butcher, A.P. McElmeel, K., Powell, J.J.M. (1995). További információk és példák az X3.4. szakaszban vannak.

## H melléklet (tájékoztató)

### Fúrósondázás (WST)

(1) Ez a melléklet svéd tapasztalatok alapján mutat példát arra, miként lehet a súrlódási szöget ( $\phi$ ) és a drénezett Young-modulust ( $E'$ ) a fúrósondázási ellenállásból becsülni. A példa valamely réteg átlagos fúrósondázási ellenállása, valamint  $\phi$  és  $E'$  átlagértékei között ad korrelációt (lásd a H1. táblázatot).

**H1. táblázat: Természetes lerakódású kvarc- és földpáthomokok  $\phi$  súrlódási szögének és  $E_m$  drénezett Young-modulusának fúrósondázási ellenállásból becsült értékei svéd tapasztalatok alapján**

Tömörtség	Fúrósondázási ellenállás <sup>a)</sup> félfordulat / 0,2 m	Hatékony súrlódási szög <sup>b)</sup> $\phi$ [°]	Drénezett Young-modulus <sup>c)</sup> $E'$ [MPa]
nagyon laza	0 – 10	29 – 32	< 10
laza	10 – 30	32 – 35	10 – 20
közepesen tömör	20 – 50	35 – 37	20 – 30
tömör	40 – 90	37 – 40	30 – 60
nagyon tömör	> 80	40 – 42	60 – 90

a) A tömörtség megállapítása előtt az iszapos talajokban mért szondázási ellenállást célszerű 1,3-del osztani.

b) Az értékek homokokra érvényesek. Iszapos talajok esetében indokolt az értékeket 3°-kal csökkenteni, kavicsok esetében pedig 2°-kal szabad növelni őket.

c)  $E'$  a feszültség- és időfüggő szelőmodulus közelítő értéke. A drénezett modulus a 10 év elteltével bekövetkező süllyedést adja. Megállapításukhoz feltételezték, hogy a függőleges feszültségek szétterjedésének határai közelítőleg a 2:1 arányt követik. Ezen túl egyes vizsgálatok azt jelzik, hogy iszapos talajokban ezek az értékek 50%-kal kisebbek, kavicsokban 50%-kal nagyobbak lehetnek. Túlkonszolidált, kohézió nélküli talajokban a modulus jelentősen nagyobb lehet. Ha olyan talpnyomásra számítják a süllyedést, amely nagyobb a teherbírás határállapotot jelentő tervezési nyomás 2/3-ánál, úgy a modulust a táblázatbeli értékek felére célszerű felvenni.

(2) Ha csupán a fúrósondázási eredmények állnak rendelkezésre, akkor indokolt a H1. táblázatból a súrlódási szög és Young-modulus értéktartományainak alsó határát választani.

(3) Ha a H1. táblázat használatához értékelik a fúrósondázási ellenállás diagramjait, számításon kívül kell hagyni azon csúcserkéket, amelyeket pl. kövek, görgetegek okoznak. Ilyen csúcserkékek gyakoriak kavicsban végzett fúrósondázások eredményeiben.

MEGJEGYZÉS: A példát Bergdahl és társai (1993) tették közzé. További információk és példák az X3.5. szakaszban találhatók.

**I melléklet**  
(tájékoztató)

**Terepi nyírószondázás (FVT)**

**I1. A drénezetlen nyírószilárdság korrekciós tényezőinek meghatározása (példák)**

(1) A terepi nyírószondázás mért  $c_{fv}$  értékéből a  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdság számításához szükséges korrekciós tényező meghatározására az I2–I5. szakaszban vannak példák. E korrekciós tényező főként puha agyagon épült töltések alatt bekövetkezett alaptörések vagy ilyen helyen végzett próbaterhelések visszszámításán alapul. Mindegyik eljárás egy  $\mu$  korrekciós tényezőt ad meg a drénezetlen nyírószilárdság becslésére szolgáló következő képlethez:

$$c_u = \mu \cdot c_{fv}$$

ahol

$c_{fv}$  a terepi nyírószondázással mért drénezetlen nyírószilárdság;

$\mu$  a korrekciós tényező.

(2) Olyan eljárást kell alkalmazni, mely a szóban forgó agyagtípusra vonatkozó helyi tapasztalaton alapul. Azt is figyelembe kell venni, hogy a drénezett nyírószilárdság kisebb is lehet, mint a drénezetlen nyírószilárdság.

MEGJEGYZÉS: További információk az X3.6. szakaszban vannak.

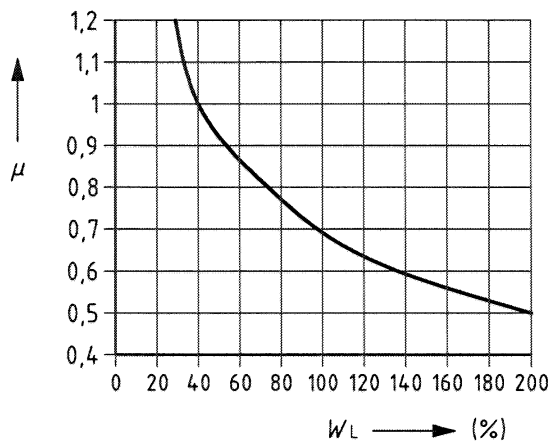
**I2. A  $\mu$  korrekciós tényező meghatározása az Atterberg-határok alapján (példa)**

(1) A puha, normálisan konszolidált agyagok  $\mu$  korrekciós tényezője a folyási határral vagy a plaszticitási indexszel hozható kapcsolatba. Ilyen korrekciós görbére az I1. ábra mutat példát.

(2) 1,2-nél nagyobb tényezőt nem célszerű használni anélkül, hogy azt kiegészítő vizsgálatokkal ne támasztanák alá.

(3) Repedezett agyagok esetén a korrekciós tényező akár 0,3 is lehet. Repedezett agyagok drénezetlen nyírószilárdságát helyesebb nem terepi nyírószondázással, hanem például terhelőlapos vizsgálattal meghatározni.

MEGJEGYZÉS: A Danish Geotechnical Institute (1959) ad példákat a repedezett agyagok korrekciós tényezőire. További információk az X3.6. szakaszban vannak.

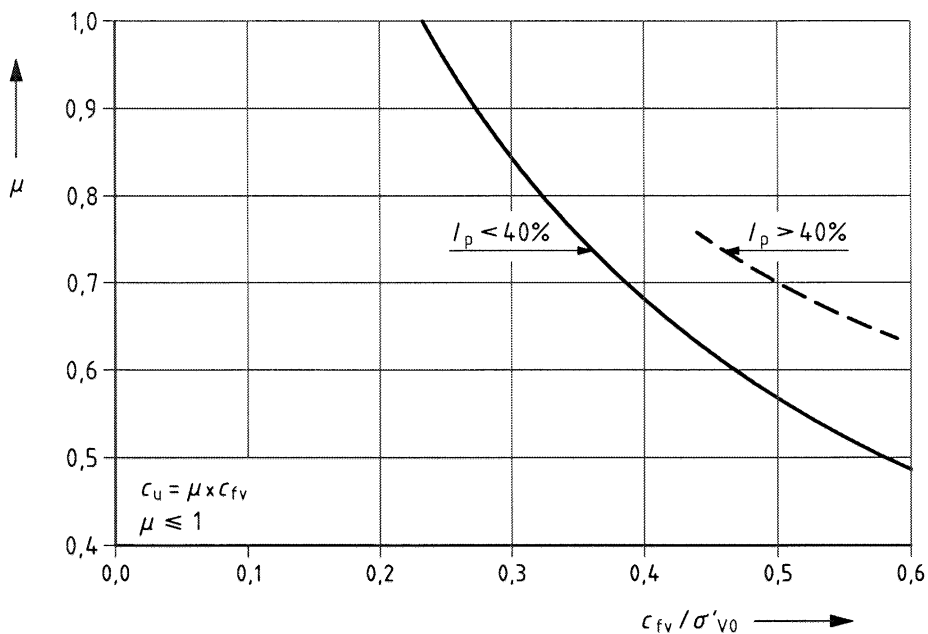


**Jelmagyarázat:**

$w_L$  Folyási határ

**I1. ábra: Példa normálisan konszolidált agyagok  $c_{fv}$  értékének a folyási határ függvényében felvehető korrekciós tényezőjére**

MEGJEGYZÉS: A példát Larsson és társai (1948) tették közzé. További információk az X3.6. szakaszban vannak.



**I2. ábra: Példa a túlkonszolidált agyagok  $c_{fv}$  értékének a plaszticitási index és a  $\sigma'_{v0}$  hatékony függőleges feszültség függvényében felvehető korrekciós tényezőire**

### 13. A $\mu$ korrekciós tényező meghatározása az Atterberg-határok figyelembevételével túlkonzolidáltság esetén (példa)

(1) Ez a korrekció a plaszticitási indexhez ( $I_p$ ) és a talajban működő hatékony függőleges feszültséghez ( $\sigma'_{v0}$ ) kapcsolódik. Az I2. ábra mutat mintagörbéket.

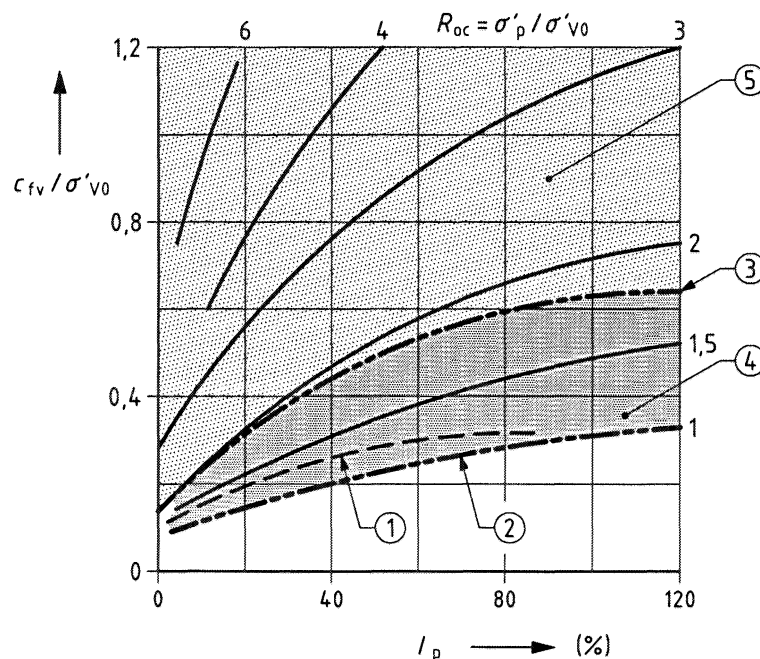
MEGJEGYZÉS: Az I2. ábrát Aas (1979) tette közzé. További információk az X3.6. szakaszban vannak.

### 14. A $\mu$ korrekciós tényező meghatározása az Atterberg-határok és a konszolidáltság függvényében (példa)

(1) Az eljárást a túlkonzolidáltság hatásának figyelembevétele céljából dolgozták ki.

(2) Először az I3. ábrán látható összefüggés (agyagok terepi nyírószondázással mért  $c_{fv}$  nyírószilárdságának és  $\sigma'_{v0}$  hatékony feszültségének hányadosa, valamint az  $I_p$  plaszticitási indexük közötti kapcsolat) segítségével kell megítélni, hogy az agyag túlkonzolidált-e, vagy sem. Ha paramétereik a „fiatal” és az „idős” görbék közé esnek, akkor az agyagok normálisan konszolidáltak (NC) minősülnek, ha pedig az „idős” görbe fölé esnek, akkor túlkonzolidáltak (OC) tekintendők.

(3) Ezután a normálisan konszolidált talajokat az I4. ábra NC jelű görbéje szerint, a túlkonzolidált talajokat pedig az OC jelű görbe szerint kell korrigálni.

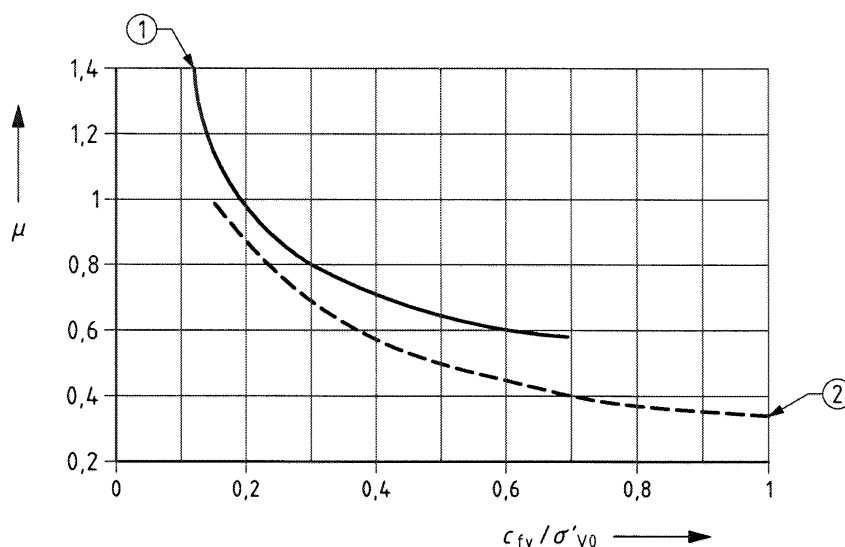


#### Jelmagyarázat:

- 1 Az I2. ábra görbéje
- 2 A „fiatal” agyagok alsó határgörbéje
- 3 A „fiatal” agyagok felső határgörbéje; az „idős” agyagok alsó határgörbéje
- 4 A normálisan konszolidált (NC) agyagok tartománya
- 5 A túlkonzolidált (OC) agyagok tartománya

#### 13. ábra: Diagram a normálisan konszolidált és a túlkonzolidált agyagok elkülönítéséhez

MEGJEGYZÉS: A példát Aas és társai (1986) tették közzé. További információk az X3.6. szakaszban vannak.

**Jelmagyarázat:**

- 1 Normálisan konszolidált (NC)
- 2 Túlkonszolidált (OC)

**I4. ábra: Korrekciós tényezők a normálisan konszolidált és a túlkonszolidált agyagokra**

MEGJEGYZÉS: További információk az X3.6. szakaszban vannak.

**I5. A  $\mu$  korrekciós tényező meghatározása az Atterberg-határok és a konszolidáltság alapján (példa)**

- (1) Ezzel az eljárással is figyelembe lehet venni a túlkonszolidáltság hatását.
- (2) A normálisan konszolidált és a kissé túlkonszolidált agyagok  $\mu$  korrekciós tényezője a

$$\mu = \left( \frac{0,43}{w_L} \right)^{0,45} \geq 0,5$$

összefüggéssel adható meg, ahol  $w_L$  a folyási határ (lásd az I1. ábrát).

- (3) Az 1,3-nél nagyobb túlkonszolidáltsági viszonyzámmal jellemzett agyagok esetén a  $\mu$  korrekciós tényező

$$\mu = \left( \frac{0,43}{w_L} \right)^{0,45} \cdot \left( \frac{R_{OC}}{1,3} \right)^{1,5}$$

ahol

$R_{OC}$  a túlkonszolidáltsági viszonyszám.

MEGJEGYZÉS: Az összefüggés Larssontól és Ahnberg-től származik (2003). További információk az X3.6. szakaszban vannak.

- (4) Ha a túlkonszolidáltsági viszonyszámot nem állapították meg, akkor az becsülhető a  $c_{fv} = 0,45 \cdot w_L \cdot \sigma'_p$  tapasztalati összefüggésből. A  $\mu$  korrekciós tényező ez esetben

$$\mu = \left( \frac{0,43}{w_L} \right)^{0,45} \cdot \left( \frac{c_{fv}}{0,585 \cdot w_L \cdot \sigma'_{v0}} \right)^{0,15}$$

MEGJEGYZÉS: Ez az összefüggés Hansbotól származik (1957). További információk az X3.6. szakaszban vannak.



**J melléklet**  
(tájékoztató)

**Lapdilatométeres vizsgálat (DMT)**

(1) Ez a melléklet példát mutat az  $E_{\text{oed}}$  és a DMT eredményei közötti korrelációra. Ezek a korrelációk az ( $E_{\text{oed}} = d\sigma' / d\varepsilon$ ) egydimenziós érintőmodulusnak a DMT-eredményekből való meghatározására használhatók:

$$E_{\text{oed}} = R_M \cdot E_{\text{DMT}}$$

ahol  $R_M$  vagy helyi tapasztalatok alapján, vagy a következő összefüggésekkel becsülhető:

- ha  $I_{\text{DMT}} \leq 0,6$ , akkor  $R_M = 0,14 + 2,36 \cdot \lg K_{\text{DMT}}$   
 ha  $0,6 < I_{\text{DMT}} < 3,0$ , akkor  $R_M = R_{M0} + (2,5 - R_{M0}) \cdot \lg K_{\text{DMT}}$   
 melyben  $R_{M0} = 0,14 + 0,15 (I_{\text{DMT}} - 0,6)$   
 ha  $3,0 \leq I_{\text{DMT}} < 10$ , akkor  $R_M = 0,5 + 2 \cdot \lg K_{\text{DMT}}$   
 ha  $I_{\text{DMT}} > 10$ , akkor  $R_M = 0,32 + 2,18 \cdot \lg K_{\text{DMT}}$

ha az összefüggésekből  $R_M < 0,85$  adódna, akkor  $R_M = 0,85$  legyen,

ahol

$I_{\text{DMT}}$  a lapdilatométeres vizsgálat anyagindexe;

$K_{\text{DMT}}$  a lapdilatométeres vizsgálat vízszintes feszültségi indexe.

MEGJEGYZÉS: A példát Marchetti tette közzé (2001). További információk és tervezési példák az X3.7. szakaszban vannak.

**K melléklet**  
(tájékoztató)

**Terhelőlapos vizsgálat (PLT)**

**K1. A drénezetlen nyírószilárdság származtatása (példa)**

(1) Ez a példa a  $c_u$  drénezetlen nyírószilárdság származtatását mutatja be, mely a

$$c_u = \frac{\rho_u - \gamma \cdot z}{N_c}$$

képletből számítható, ahol

$\rho_u$  a talpnyomás határértéke a PLT-vizsgálat eredményeiből;

$\gamma \cdot z$  a teljes feszültség (a térfogatsúly és a mélység szorzata) a vizsgálat szintjén, ha a vizsgálatot a terhelőlap átmérőjének vagy szélességének háromszorosánál kisebb átmérőjű furatban végzik;

$N_c$  teherbírás tényező; körlemezre:

$N_c = 6$ , ha a terhelőlapos vizsgálatot a felszínen végzik;

$N_c = 9$ , ha a terhelőlapos vizsgálatot a lap átmérőjének vagy szélességének a négyszeresénél mélyebb furat alján végzik.

MEGJEGYZÉS: A példát Marsland tette közzé (1972). További információk és példák az X3.8. szakaszban vannak.

**K2. A terhelőlapos süllyedési modulus származtatása (példa)**

(1) Ez a példa az  $E_{PLT}$  terhelőlapos süllyedési modulus (szelőmodulus) származtatását mutatja be.

(2) A felszínen vagy a terhelőlap átmérőjénél legalább ötször nagyobb fenékszélességű/átmérőjű gödörben végzett próbaterhelések esetén az  $E_{PLT}$  terhelőlapos süllyedési modulus az

$$E_{PLT} = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot \frac{\pi \cdot b}{4} \cdot (1 - \nu^2)$$

általános képletből számítható, ahol

$\Delta p$  az alkalmazott talpnyomás kiválasztott értéktartománya;

$\Delta s$  a  $\Delta p$  talpnyomásnövekménynek megfelelő teljes süllyedésvélemény, beleértve a kúszási süllyedést is;

$b$  a terhelőlap átmérője;

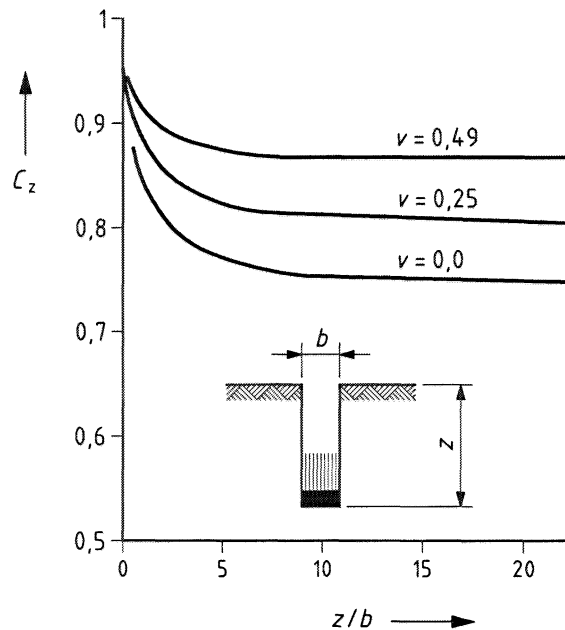
$\nu$  a vizsgált esetnek megfelelő Poisson-tényező.

(3) Ha nincs másként meghatározva, akkor finom szemcsésű talajokra, drénezetlen állapotra vonatkozóan  $\nu = 0,5$ , durva szemcsésű talajok esetén pedig  $\nu = 0,3$ .

(4) Furat alján végzett vizsgálat esetén  $E_{PLT}$  a következő képletből számítható:

$$E_{PLT} = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot \frac{\pi \cdot b}{4} \cdot (1 - \nu^2) \cdot C_z$$

ahol  $C_z$  a mélységi korrekciós tényező; azon süllyedések aránya, melyeket azonos nagyságú mélységi, illetve felszíni teher okoz; javasolt értékeire a K1. ábra mutat példát.



**K1. ábra:  $C_z$  mélységi korrekciós tényező a  $b$  átmérőjű körlemezzel,  $z$  mélységű, béléscső nélküli furat alján végzett PLT eredményeinek feldolgozásához**

MEGJEGYZÉS: A példát Burland tette közzé (1969). További információk és példák az X3.8. szakaszban vannak.

### K3. Az ágyazási tényező származtatása (példa)

(1) A  $k_s$  ágyazási tényező a következő összefüggés szerint számítható:

$$k_s = \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

ahol

$\Delta p$  az alkalmazott talpnyomás kiválasztott értéktartománya;

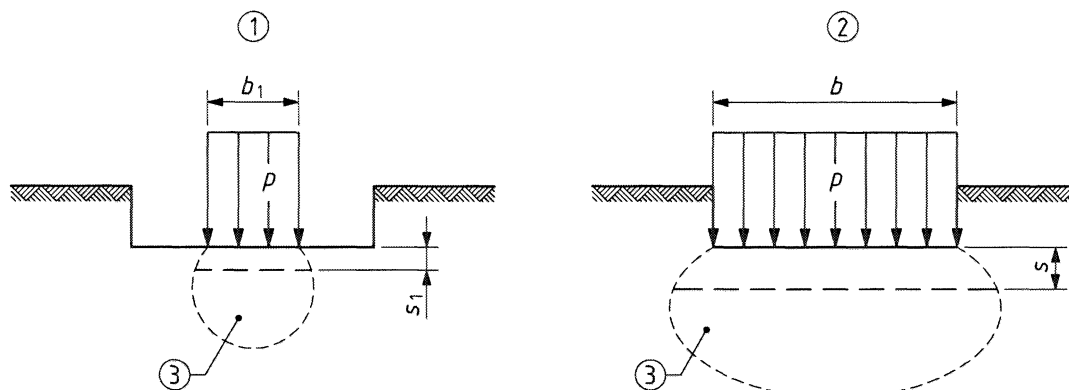
$\Delta s$  az alkalmazott  $\Delta p$  talpnyomásnövekménynek megfelelő süllyedésnövekmény, beleértve a kúszási süllyedést is.

(2) A  $k_s$  számításakor ajánlatos feltüntetni a terhelőlap méreteit.

MEGJEGYZÉS: A példát Bergdahl tette közzé (1993). További információk az X3.8. szakaszban vannak.

### K4. Homokon álló sicalapok süllyedésének számítási módszere (példa)

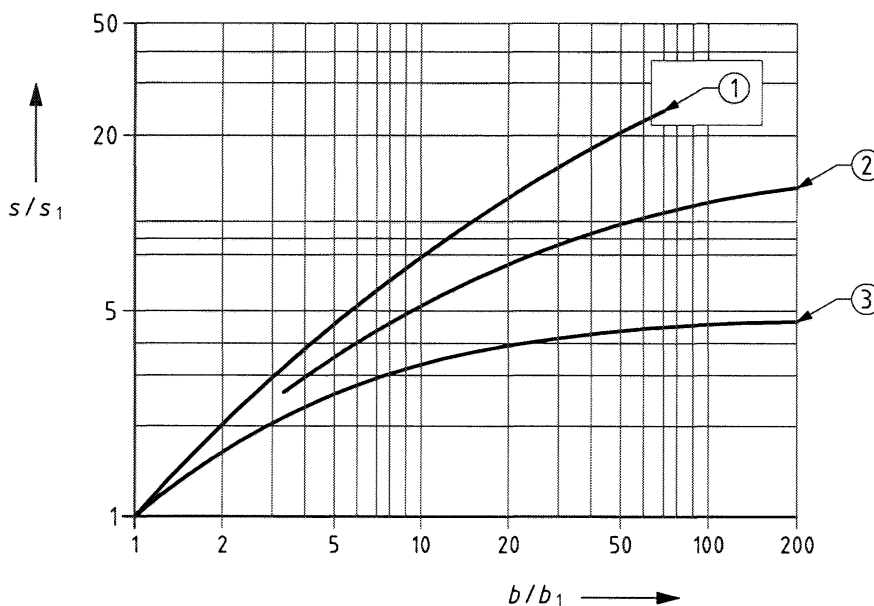
(1) A példa a süllyedés közvetlen meghatározási módszerét mutatja be. A homokon álló alaptestek süllyedése megadható tapasztalati úton a K3. ábrán látható összefüggések alapján, ha az alaptest alatti talaj az alapszélesség kétszeresénél nagyobb mélységig azonos a terhelőlap alatti talajjal (lásd a K2. ábrát).



**Jelmagyarázat:**

- |       |                                |   |                   |
|-------|--------------------------------|---|-------------------|
| $b_1$ | A terhelőlap szélessége        | 1 | Terhelőlap        |
| $b$   | Az alaptest szélessége         | 2 | Alaptest          |
| $p$   | Terhelés                       | 3 | Befolyásolt zónák |
| $s_1$ | A PLT-vel mért süllyedés       |   |                   |
| $s$   | Az alaptest várható süllyedése |   |                   |

**K2. ábra: Befolyásolt zóna a terhelőlap és az alaptest alatt**



**Jelmagyarázat:**

- |           |                      |
|-----------|----------------------|
| $b / b_1$ | A szélességek aránya |
| $s / s_1$ | A süllyedések aránya |
| 1         | Laza                 |
| 2         | Közepesen tömör      |
| 3         | Tömör                |

**K3. ábra: Grafikon a terhelőlapos vizsgálaton alapuló süllyedésszámításhoz**

MEGJEGYZÉS: A példát Bergdahl és társai tették közzé (1993). További információk és példák az X3.8. szakaszban vannak.

## L melléklet (tájékoztató)

### Talajpróbatetek készítése. Részletes tájékoztató

#### L1. Bevezetés

Az eljárások részleteit a CEN/TC 341 dolgozza ki a Nemzetközi Talajmechanikai és Geotechnikai Egyesület (ISSMGE) „Laboratóriumi vizsgálatok” témájával foglalkozó 5. számú Európai Műszaki Bizottsága (ETC 5) által ajánlott vizsgálati eljárásokra alapozva. Ez a melléklet csak a fő követelményeket tartalmazza.

#### L2. Zavart talaj előkészítése a vizsgálatokhoz

##### L2.1. A talaj szárítása

(1) Hacsak nincs másként előírva, általában nem helyes a talajt a vizsgálat előtt szárítani, hanem természetes állapotban célszerű felhasználni. Ha a szárítás mégis szükséges, akkor a következő módszerek valamelyike alkalmazható:

- szárítás tömegállandóságig szellőztetett szárítószekrényben ( $105 \pm 5$ ) °C hőmérsékleten;
- szárítás szellőztetett szárítószekrényben 100 °C-nál kisebb, előírt hőmérsékleten (azaz részleges szárítás, mert alacsonyabb hőmérsékleten a szárítás szükségszerűen nem teljes);
- (részleges) szárítás szobahőmérsékletű levegőn szellőztetéssel vagy anélkül.

##### L2.2. Rögök aprítása

(1) Az alkalmazandó aprítás mértéke, valamint az esetleg visszamaradó cementálódott anyag kezelése illeszkedjen az előírt követelményekhez és készüljön rá előírás. Egyébként az aprítást és a kezelést célszerű a talaj természetes víztartalmú állapotában elvégezni.

(2) Az összeállott szemcsehalmazokat úgy kell szétördelni, hogy az ne vezessen az egyedi szemcsék töréséhez. A beavatkozás ne legyen erőteljesebb, mint amit egy gumifejű mozsártörő használata jelentene. Különös gondossággal kell eljárni, ha a talajszemcsék morzsálódásra hajlamosak. Ha nagy mennyiségű talajt kell előkészíteni, akkor az aprítást célszerű kisebb halmazokban elvégezni.

##### L2.3. Részekre osztás

(1) A felaprított talajt a részekre osztás előtt alaposan át kell keverni. A részekre osztás folyamatát mindaddig ismételni kell, amíg nem nyerünk a vizsgálatokhoz próbatettként felhasználható, előírt tömegű reprezentatív mintákat.

##### L2.4. A vizsgálatokhoz szükséges zavart talaj mennyisége

(1) Az L1. táblázat foglalja össze, hogy az egyes vizsgálatokhoz a zavart talajból legalább mekkora mennyiség szükséges. Ha a szükséges minimális tömeg a már számottevő mennyiségben előforduló legnagyobb szemcsék méretétől is függ, akkor a táblázatban a szitáláshoz szükséges legkisebb tömegtől (MMS) függő mennyiség szerepel, melyet az L2. táblázat ad meg.

(2) Az L1. táblázat szerinti mennyiségek egyetlen próbatetst elkészítését teszik lehetővé, ezek megadásakor számoltak valamekkora veszteséggel, ám az eltávolítandó méreten felüli szemcsék mennyiségével nem. Ha a vizsgálathoz csak a finom frakciók szükségesek, akkor az eredeti talajból készített minta legyen elég nagy ahhoz, hogy belőle a megjelölt frakció előírt mennyiségét elő lehessen állítani.

# MSZ EN 1997-2:2008

(3) Ha a próbatest előkészítéséhez el kell távolítani az eredeti minta nagyméretű szemcséit, akkor kívánatos feljegyezni a méreten felüli anyag mérettartományát és száraz tömegének arányát.

**L1. táblázat: A zavart mintákon végzendő vizsgálatokhoz szükséges talajtömeg**

A vizsgálat	A szükséges kezdeti tömeg	A próbatest legkisebb tömege			
		agyag és iszap	homok	kavicsos talaj	
Víztartalom	A próbatest tömegének legalább kétszerese	30 g	100 g	$D = 2-10$ mm MMS	$D > 10$ mm $0,3 \times$ MMS, min 500 g
Szemcsesűrűség	100 g	10 g (4 mm-nél kisebb szemcsék esetén)			
Szemeloszlás					
szítálás	$2 \times$ MMS	MMS			
ülepítés					
– hidrométerrel	250 g	50 g	100 g		
– pipettával	100 g	12 g	30 g		
Konzisztenciahatárok	500 g	300 g (0,4 mm-nél kisebb szemcsékből)			
Tömörégi index	8 kg	a			
Diszperzibilitás	400 g	a			
Tömörítés	S	NS	a		
– „Proctor”-edénybe	25 kg	10 kg			
– „CBR”-edénybe	80 kg	50 kg			
CBR	6 kg	a			
Áteresztőképesség <sup>b</sup>		a			
Átmérő					
100 mm	4 kg				
75 mm	3 kg				
50 mm	500 g				
38 mm	250 g				
Jelölések:					
$D$	a számottevő mennyiségben (a száraz tömeg legalább 10%-ában) előforduló legnagyobb szemcsék átmérője				
MMS	a szításhoz szükséges legkisebb tömeg, lásd az L2. táblázatban				
NS	a tömörítés okozta töredezésre nem érzékeny szemcsék				
S	a tömörítés okozta töredezésre érzékeny szemcsék				
<sup>a</sup>	a próbatest tömege a talaj vizsgálat közbeni viselkedésétől függ				
<sup>b</sup>	az áteresztőképesség vizsgálatára használt próbatestek magassága az átmérőjük kétszerese				

## L2.5. A talaj előkészítése tömörítéshez

(1) A tömörítéssel kapcsolatos vizsgálatokhoz használandó talaj kiszáradását nem szabad megengedni. Ha a víztartalmának csökkentése mégis szükséges, akkor azt levegőn való szárítással kell elérni.

(2) A szemcseméret megengedhető felső határa a tömörítéshez használt edény méretétől függ. A vizsgálatra való előkészítés előtt célszerű eltávolítani az L3. táblázatban feltüntetettnél nagyobb szemcséket.

### L3. Zavartalan próbatestek készítése

(1) A zavartalan talajmintákból származó próbatestek készítésének módja a minta és a készítendő próbatest típusától függ.

(2) A laboratóriumi vizsgálatok szokásos próbatestjeinek szükséges tömegéről az L4. táblázat tájékoztat. A fel-tüntetett tömegek egy-egy próbatesthez elegendőek, számolva a kialakításkor keletkező hulladékkal.

### L4. Újratömörített próbatestek készítése

#### L4.1. Általános követelmények

(1) Zavart talajból a következők szerint lehet újratömörített próbatestet kialakítani:

- a tömörítést előírt tömörítőmunkával és előírt víztartalommal végzik, vagy
- előírt víztartalom az előírt száraz térfogatsűrűségig tömörítenek.

L2. táblázat: A szitáláshoz szükséges legkisebb tömeg

A legnagyobb szemcsék átmérője <i>D</i> [mm]	A szitáláshoz szükséges legkisebb tömeg (MMS), kg
75	120
63	70
45	25
37,5	15
31,5	10
22,4	4
20	2
16	1,5
A legnagyobb szemcsék átmérője <i>D</i> [mm]	A szitáláshoz szükséges legkisebb tömeg (MMS), g
11,2	600
10	500
8	400
5,6	250
4	200
2,8	150
≤ 2	100

L3. táblázat: A tömörítési vizsgálat esetén megengedhető szemcseméret

A vizsgálat típusa	A legnagyobb szemcseméret
Tömörítés – egyliteres edénybe	20 mm
– CBR-edénybe	37,5 mm
CBR meghatározása	20 mm

L4. táblázat: A zavartalan mintákon végzendő vizsgálatokhoz szükséges talajtömeg

A vizsgálat típusa	A próbatest méretei		A szükséges legkisebb tömeg [g]
	átmérő [mm]	magasság [mm]	
Ödométeres vizsgálat	50	20	90
	75	20	200
	100	20	350
Nyomóvizsgálat <sup>b</sup> – egyirányú – konszolidálatlan, drénezetlen – triaxiális	35	70	150
	38	76	200
	50	100	450
	70	140	1200
	100	200	3500
	150	300	12 000
Nyíródobozos vizsgálat	alaprajzi méret		
	60 × 60	20	150
	100 × 100	20	450
	300 × 300	150	30 000
A térfogatsűrűség vizsgálata	legnagyobb szemcseméret <sup>a</sup>		
	$D = 5,6 \text{ mm}$		125
	$D = 8,0 \text{ mm}$		300
	$D = 10 \text{ mm}$		500
	$D > 10 \text{ mm}$		1,4 (MMS) <sup>c</sup>
<sup>a</sup> $D$ a számottevő mennyiségben (a száraz tömeg legalább 10%-ában) előforduló legnagyobb szemcsék átmérője.			
<sup>b</sup> A próbatest mérete és a megkövetelt minimális tömege mindhárom vizsgálatra vonatkozik.			
<sup>c</sup> MMS a szításhoz szükséges legkisebb mennyiség az L2. táblázat szerint.			

(2) Nem szabad megengedni a próbatest előállításához újratömörítendő agyagtalaj kiszáradását. Ha a víztartalmának csökkentése mégis szükséges, akkor azt levegőn való szárítással kell elérni. Ha a víztartalom növelése végett vizet kell adni a talajhoz, akkor a vízzel jól össze kell keverni a talajt, és a felhasználása előtt legalább 24 órán át zárt tartályban kell tartani.

(3) Az újratömörítés előtt célszerű széttördelni a talajrögöket.

(4) A szemcseméret megengedhető felső határa a kialakítandó próbatest méretének függvénye. Az L5. táblázatban megadottaknál nagyobb méretű szemcséket már az újratömörítéshez való előkészítés előtt el kell távolítani a talajból.

(5) Ajánlatos az újratömörített próbatest anyagának szemeloszlását a tömörítés előtt és az után is ellenőrizni.



**L5. táblázat: A vizsgálandó próbatest méretétől függően megengedhető szemcseméret**

A próbatest rendeltetése	Legnagyobb szemcseméret
Ödométeres konszolidáció	$H/5^a$
Közvetlen nyírás (nyíródoboz)	$H/10$
Nyomószilárdság ( $H/d \approx 2$ méretarányú hengeres minta)	$d/5^b$
Áteresztőképesség	$d/12$
<sup>a</sup> $H$ a próbatest magassága. <sup>b</sup> $d$ a próbatest átmérője.	

#### L4.2. A vizsgálandó próbatestnél nagyobb tömörített minta

(1) Az ödométeres vizsgálathoz, a közvetlen nyíráshoz vagy a nyomóvizsgálatokhoz használandó próbatestek anyagát előírt módon általában olyan edénybe tömörítik be, mely nagyobb méretű, mint az előírányzott vizsgálat próbateste. Ezután a tömörített anyagot kitolják az edényből, és a próbatestet a zavartalan mintákra leírt eljárással állítják elő.

MEGJEGYZÉS: Ez a módszer szemcsés talajokra nem alkalmas.

(2) Az áteresztőképesség vizsgálata esetén szabad a próbatestet közvetlenül abba az edénybe vagy tartályba betömöríteni, amelyet a vizsgálathoz használnak.

(3) Az előírt munkával végzett betömörítés esetében az alkalmazott tömörítőmunka általában legyen azonos a tömörítési vizsgálatokra vonatkozóan előírt (lásd az 5.10. szakaszt és az R mellékletet) kétféle ütőmunka valamelyikével. Kívánatos rétegenként tömöríteni, és az egyes rétegek felszínét célszerű enyhén érdesíteni, mielőtt a következő réteg rákerülne.

(4) Valamely előírt térfogatsűrűség eléréséhez szabad a talajt dinamikusan tömöríteni vagy statikus erővel sajtolni. Minden egyes réteg betöltése után célszerű ellenőrző tömeg- és térfogatméréseket végezni, hogy valóban a kívánt térfogatsűrűséget kaphassuk. Célszerű lehet előzetes próbákat végezni a megfelelő bedolgozási módszer megállapításához.

(5) Ha agyagot is tartalmaz a talaj, akkor érdemes a betömörített mintát lezárni és legalább 24 órán át pihentetni, mielőtt a próbatest készítése végett kitolnák az edényből.

#### L4.3. Próbatest készítése tömörítéssel

(1) A közvetlen nyíráshoz, az ödométeres vagy a nyomóvizsgálathoz szükséges kisméretű próbatestek előállíthatók úgy, hogy a talajt közvetlenül a megfelelő edénybe, gyűrűbe vagy csőbe csömöszölik, gyúrnak vagy tömörítik. Ez megoldható arra alkalmas kézi döngölővel, a Harvard-féle tömörítőkészülékkel vagy gyúrással. Ügyelni kell arra, hogy a próbatesten belül üregek ne alakuljanak ki. A kívánt térfogatsűrűség eléréséhez szükséges eljárást vagy ütőmunkát célszerű előzetesen kikísérletezni. Helyénvaló a részleteket feljegyezni, hogy így az eljárás ismételtető legyen, és nagy számú, azonos tulajdonságú próbatestet lehessen előállítani.

(2) 100 mm vagy ennél nagyobb átmérőjű hengeres próbatestek tömörítéséhez szabad gépi döngölőeszközt használni. Célszerű előírni a rétegek és a rétegenkénti ütések számát.

(3) Ha agyagot is tartalmaz a talaj, akkor érdemes a betömörített mintát lezárni és a felhasználása előtt legalább 24 órán át pihentetni, hogy a többlet-pórusvíznyomás megszűnhessen.

#### L4.4. Telítés

(1) Egy tömörített próbatest elkészültekor általában telítetlen. Rendszerint szükséges a vizsgálat előtti telítés, és ez a nyírósilárdsági vagy az összenyomódási vizsgálatokra vonatkozóan megadott, elfogadott telítési eljárások valamelyikével hajtható végre. Célszerű a teljes telítettségről a  $B$ -érték ellenőrzésével meggyőződni, ha erre mód van.

### L4.5. Átgyúrt próbatest

(1) Az átgyúráshoz vízzáró műanyag zacskóba teszik a talajt, és ebben néhány percig kézzel nyomkodják, gyúrnak. Az átgyúrt próbatest úgy alakítható ki, hogy a talajt bedolgozzák a megfelelő edénybe, például csömöszlőrúddal. Ezt a műveletet olyan gyorsan kell végezni, amennyire csak lehet, hogy elkerüljük a víztartalom változását, de el kell kerülni a levegő bezáródását is. Végül a próbatestet ki kell nyomni, és a megfelelő méretre vágni.

### L5. Rekonstruált próbatestek készítése

#### L5.1. Talajpép készítése

(1) A talajt vízzel alaposan össze kell keverni, hogy a folyási határnál nagyobb víztartalmú pép keletkezzék. Legjobb, ha a pép készítését a talaj kiszáritása nélkül, természetes víztartalommal kezdik. Ha kiszáritják és porrá őrlik a talajt, akkor a tulajdonságai megváltozhatnak. Ha szükséges, a durvább szemcsék megfelelő szitán való átmosással eltávolíthatók. A keverékhez desztillált vagy deionizált, illetve a célnak megfelelő vegyi jellemzőjű vizet lehet használni. A pép önthetően folyékony legyen, ehhez általában elégséges a folyási határ kétszeresének megfelelő víztartalom.

#### L5.2. Konzolidáltatás

(1) A minta konzolidáltatására használt cella legyen elég nagy ahhoz, hogy a konzolidáció után a kívánt méretű próbatestet vagy próbatest kialakítására alkalmas mintát lehessen előállítani. A minta drénezését úgy kell megoldani, hogy szemcsék ne juthassanak ki belőle.

(2) Miután a talajpépet a formázóedénybe öntötték, egy kezdeti konzolidációt kell létrehozni a ráhelyezett fedőlap súlyával, míg a próbatest véglapjai elég merevek nem lesznek ahhoz, hogy a további terhelés hatására szemcse ne kerülhessen ki belőle. A konzolidáltató függőleges feszültség legyen elégséges ahhoz, hogy a konzolidálódott minta kezelhető állapotú legyen, és elég hosszú ideig kell még e feszültségnek működnie, hogy a konzolidáció lényegileg befejeződjék.

#### L5.3. Próbatest készítése

(1) A konzolidált mintát a vizsgálandó próbatest vagy próbatestek előállításához ki kell nyomni a cellából, és a szükséges méretűre kell vágni.

(2) Ha a rekonstruált talajjal egydimenziós konzolidációs vizsgálatokat kell végezni, akkor ez végrehajtható abban a cellában is, amelyben a pépet konzolidáltatták.

**M melléklet**  
(tájékoztató)

**A talajok osztályozásához, azonosításához és jellemzéséhez  
szükséges vizsgálatok. Részletes tájékoztató**

**M1. Ellenőrzési jegyzékek az osztályozóvizsgálatokhoz**

(1) A vizsgálandó próbatestek számának előírásakor figyelembe kell venni a talaj változékonyságát és a rá vonatkozó korábbi tapasztalatokat, valamint az adott geotechnikai feladatot is, bár ez utóbbi kevésbé meghatározó, mint más talajvizsgálatok esetében. Az M1. táblázat ad útmutatást az osztályozóvizsgálatok számának megadásához.

(2) Az M2. táblázat tartalmazza az e dokumentumban szereplő összes osztályozóvizsgálat ellenőrzési jegyzékét.

**M1. táblázat: Osztályozóvizsgálatok.**  
Az egyes rétegek vizsgálatához javasolható minimális mintaszám

Az osztályozóvizsgálat tárgya	Összehasonlítható tapasztalat	
	nincs	van
Szemeloszlás	4 – 6	2 – 4
Víztartalom	az összes 1 – 3. minőségi osztályú minta	
Szilárdsági indexvizsgálat	az összes 1. minőségi osztályú minta	
Konzisztenciahatárok (Atterberg-határok)	3 – 5	1 – 3
Izzítási veszteség (szerves és agyagtalajok)	3 – 5	1 – 3
Térfogatsűrűség	minden alapvizsgálattal együtt	
Tömörégi index	szükség szerint	
Szemcsesűrűség	2	1
Méztartalom	szükség szerint	
Szulfáttartalom	szükség szerint	
pH	szükség szerint	
Kloridtartalom	szükség szerint	
Diszperzibilitás	szükség szerint	
Fagyérzékenység	szükség szerint	

M2. táblázat: Ellenőrzési jegyzék az osztályozóvizsgálatokhoz

Az osztályozó-vizsgálat tárgya	Ellenőrzési jegyzék
Víztartalom	<p>Ellenőrizendő a mintatárolás módja.  Össze kell hangolni a vizsgálati programot a többi osztályozóvizsgálattal.  A szokásos szárítószekrény nem megfelelő gipsz és szerves talajok esetében; óvórendszabályok lehetnek szükségesek.  Jelezni kell a gipsz és a szerves talajok előfordulását.  Durva szemcséjű talajok esetében szükséges lehet a mért víztartalom korrekciója.  Korrekció szükséges a sótartalmú talajok esetében.</p>
Térfogatsűrűség	<p>A vizsgálat módszerét meg kell választani.  Ellenőrizendő az alkalmazott mintavételi és kezelési módszer.  Nagy földművek esetén szükség lehet a módszer ésszerű módosítására vagy terepi vizsgálatra.  Homokok és kavicsok mért térfogatsűrűségének korrekciója szükséges lehet.</p>
Szemcsesűrűség	<p>A minta előkészítése befolyásolhatja az eredményeket (szárítószekrényben szárított vagy nedves próbatest).  Ellenőrizendő, vannak-e az anyagban bezárt hézagok; ilyen anyag esetében különleges eljárás lehet indokolt.  A jelentésben közölni kell, ha vannak az anyagban zárt hézagok.  Ha az eredmények kívül esnek a jellemző értékek tartományán, úgy megfontolandók további vizsgálatok; az ásványi összetétel és a szervesanyag-tartalom befolyásolja az eredményt.</p>
A szemeloszlás vizsgálata	<p>A vizsgálati módszer kiválasztása a szemcsemérettől és a szemeloszlás folytonosságától függ.  A meszeség és a szerves anyagok befolyásolják a vizsgálati eredményeket; az ilyen talajokból – ha véghez vihető – eltávolítandók a meszes vagy szerves alkotórészek, vagy változtatni kell az eljárásán.  Ellenőrizendő a mintaosztás helyessége (szemcseméret és a minta reprezentatív volta).</p>
Konzisztencia-határok (Atterberg-határok)	<p>Meg kell választani a folyási határ vizsgálatának módját; különböző módszerek is elfogadhatók, de az ejtőkúpos eljárás ajánlott.  Ellenőrizendő a mintatárolás módja.  Ellenőrizendő az előkészítés, különösen a homogenizálás és az átkeverés.  Ellenőrizendő, volt-e szárítás.  A szárítás erősen befolyásolhatja az eredményeket, a szárítószekrényes szárítás kerülendő.  Az oxidálódó talajokat gyorsan kell vizsgálni.  Tixotrop anyagok esetében az eredmények nem feltétlenül megbízhatóak.</p>
Szemcsés talajok tömörségi indexe	<p>Ellenőrizendő a mintatárolás módja.  A vizsgálat módját meg kell választani.  Az eredmények nagyban függenek az eljárástól.  Az elkészített próbatestek nagymértékben különbözhetnek.</p>
A talajok diszperzibilitása	<p>Megfontolandó, hogy a próbatestek készítéséhez írjanak-e elő különböző tömörítési feltételeket.  Elkerülendő a próbatestek vizsgálat előtti szárítása.  Az alkalmazandó vizsgálati eljárásokat meg kell választani.  Osztályozóvizsgálatok is szükségesek.</p>
Fagyérzékenység	–

MEGJEGYZÉS: Az X4.1. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a talajok osztályozásához, azonosításához és leírásához végzendő vizsgálatokra.

## M2. A víztartalom meghatározása

### M2.1. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Ha a talajban levő víz sótartalmú, akkor a szárítás után az oldott sók a talajban maradnak és hibás víztartalmat eredményezhetnek. Ilyenkor megfelelőbb mérőszám a „folyadék tartalom”, vagyis a folyadék (víz és sók) tömege a száraz talaj egységnyi tömegére vonatkoztatva.

(2) A durva szemcsés talajok laboratóriumban mért víztartalma eltérhet az in situ értéktől, ha a vizsgált minta legnagyobb szemcseméretét a minta mérete miatt korlátozni kellett. Ilyen esetben a mért víztartalmat célszerű korrigálni a vizsgált minta legnagyobb szemcseátmérőjénél nagyobb szemcsék százalékos arányának függvényében.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.2. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a víztartalom meghatározásának módszereire.

## M3. A térfogatsűrűség meghatározása

### M3.1. A vizsgálat végrehajtása

(1) A közvetlen mérés csak kötött talajokra alkalmazható. A durva szemcsés talajok esetében a térfogatsűrűség kielégítő pontossággal rendszerint csak terepi vizsgálatokkal határozható meg, még pontosabban pedig fagyasztással vett „zavartalan” mintákon végzett mérésekkel.

(2) Az M3. táblázat ad tájékoztatást az agyag- vagy iszaprétegek vizsgálatának minimális számáról. Az egyetlen vizsgálat végzésére vonatkozó ajánlás csak meglévő ismeretek igazolásaként jöhet szóba.

**M3. táblázat: A térfogatsűrűség vizsgálata.  
A vizsgálandó próbatestek minimális száma rétegenként**

A mért térfogatsúlyok változékonysága	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
A mért értékek ingadozása $\geq 0,02 \text{ Mg/m}^3$	4	3	2
A mért értékek ingadozása $\leq 0,02 \text{ Mg/m}^3$	3	2	1

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.3. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a térfogatsűrűség meghatározásának módszereire.

### M3.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Célszerű a vizsgálati eredményeket ellenőrizni a telítettségi fok kiszámításával, mely nem lehet nagyobb 100%-nál.

(2) A durva szemcsés talajok laboratóriumban mért száraz térfogatsűrűsége eltérhet a talaj in situ száraz térfogatsűrűségétől, ha a vizsgált minta legnagyobb szemcseméretét a minta mérete miatt korlátozni kellett. Ilyen esetben a mért száraz térfogatsűrűséget célszerű korrigálni a vizsgált minta legnagyobb szemcseátmérőjénél nagyobb szemcsék százalékos arányának függvényében.

## M4. A szemcsesűrűség meghatározása

(1) A talajszemcsék sűrűségének meghatározásához szükséges anyag mennyisége nagyon csekély (a 4 mm-nél kisebb szemcsék esetében a minimum 10 g). Ezt többnyire valamely más vizsgálatához használt próbatestből különítik el.

(2) Ha a porózus alapanyagban bezáródott hézagok vannak, akkor a szemcsék sűrűsége látszólagos szemcsesűrűségnek tekinthető. A szilárd anyag sűrűsége a próbatest finomra őrlésével határozható meg, a zárt pó-

rusok mennyisége pedig olyan eljárásokkal, melyek során a nyílt pórusok térfogatát vízzel való telítéssel vagy speciális laboratóriumokban gáznyomásos technikával állapítják meg. A szilárd szemcsék valódi sűrűsége ilyen speciális laboratóriumi módszerekkel mérhető meg.

(3) Szerves anyagot tartalmazó talaj esetében speciális laboratóriumi eljárás ajánlatos. Egyébként a mért értékek fenntartással kezelendők.

(4) Használhatók olyan korszerű módszerek, mint például a He-piknométeres mérés. Ezeket az eljárásokat célszerű az általában használt módszerek valamelyikével, például az X4.1.4. szakaszban felsorolt dokumentumokban ismertetett módszerekkel hitelesíteni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.4. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a talaj szemcsesűrűségének meghatározási módszereire.

### **M5. A szemeloszlás vizsgálata**

(1) Durva szemcséjű, kohézió nélküli (túlnyomóan kavics- és/vagy homok-) talajok esetében a szemeloszlást átmosás utáni szitálással határozzák meg, és rendszerint nincs szükség ülepitésre. A finom szemcséjű (túlnyomóan iszap- és/vagy agyag-) talajok esetében ülepitéses eljárást alkalmaznak, kiegészítve a homokméretű szemcsék szitálásával. Keverék- (az összes mérettartományt átfogó) talajok esetében a szitálási és az ülepitési eljárást együttesen használják.

(2) Különös gondossággal kell eljárni az agyagok és a szerves talajok vizsgálatakor. Például az agyagszemcséknek cementálhatóvá válhat, s a cementáltság a 105 °C-os szárítás közben visszafordíthatatlanná válhat, a szerves anyag pedig a 105 °C hőmérsékletű szárítás hatására részben oxidálódik.

(3) Alkalmazhatók azok a korszerű módszerek is, melyek esetén röntgensugarakat, lézersugarakat és sűrűséget észlelő rendszerekkel, valamint szemcseszámlálókkal dolgoznak. Célszerű ezeket az (1) bekezdésben ajánlott módszerekkel kalibrálni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.5. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a szemeloszlási vizsgálat módszereire.

### **M6. Szemcsés talajok tömörségi indexének vizsgálata**

(1) Egy talajréteg maximális tömörségét legalább két, minimális tömörségét pedig legalább három próbatesttel ajánlatos meghatározni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.7. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a szemcsés talajok tömörségi indexének meghatározási módjaira.

### **M7. A talajok diszperzibilitásának meghatározása**

#### **M7.1. Általános elvek**

(1) Egyes természetes agyagos talajok lassan áramló vízben gyorsan szétesnek a repedések vagy más áramlási csatornák mentén kialakuló kolloidális erózió folytán. Az ilyen talajok nagyon érzékenyek az erózióra és a buzgárképződésre. Valamely talaj szétesés miatti erózióra való hajlama az agyag ásványi és kémiai jellemzőitől, továbbá a talaj pórusvizében és az erodáló vízben oldott sóktól függ. A diszperzív agyagoknak rendszerint nagy a nátriumtartalma.

#### **M7.2. A vizsgálatok azonos eljárásai**

(1) A diszperzibilitási eljárások nem alkalmazhatók olyan talajokra, amelyek agyagtartalma kisebb 10%-nál, és amelyek plaszticitási indexe nem nagyobb 4%-nál.

(2) Az egy talajrétegre ajánlott minimális vizsgálatok száma a tűszűrővizsgálat, a kettős hidrometrálás és a pórusvizben lévő oldható sók vizsgálata esetén egyaránt kettő, a rögzítéses vizsgálata esetén pedig három. Az elvégzendő vizsgálatok számát mérnöki mérlegelés alapján kell megszabni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.8. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a talaj diszperzibilitásának vizsgálati módszereire.

### M7.3. Tűszúrásos vizsgálat

(1) Általában ajánlott az X4.1.8. szakaszban felsorolt szakirodalmat követni a következő eltérésekkel:

- a próbatestet a sodrási határhoz közeli víztartalom mellett egy Harvard-féle edénybe ajánlatos tömöríteni;
- az összesen  $(38 \pm 2)$  mm magas próbatestet öt rétegben célszerű előállítani;
- minden egyes rétegre azonos tömörítési munkát kell fordítani úgy, hogy a minta száraz térfogatsűrűsége a szabványos laboratóriumi tömörítési vizsgálattal (vizsgálatokkal) meghatározott legnagyobb száraz térfogatsűrűség 95%-a legyen.

(2) Az eredmények ismertetőjében szerepeljenek a következők:

- az osztályozóvizsgálatok eredményei;
- a vizsgált próbatest térfogatsűrűsége;
- az alkalmazott víznyomások és a vizsgálat időtartama minden egyes nyomás esetében;
- az átfolyási sebességek;
- a folyadék zavarossága a vizsgálat végén;
- a lyuk mérete és alakja a vizsgálat befejeztével;
- a talaj osztályozása valamely hivatkozott szabvány szerint.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.8. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a tűszúrásos vizsgálat módszereire.

### M7.4. Kétszeres ülepitési vizsgálat

(1) Az eredmények ismertetése tartalmazza a diszpergálószerrel és anélkül, illetve mechanikus rázással/keveréssel és anélkül nyert szemeloszlási görbéket, valamint a szétesés százalékos arányát.

### M7.5. Rögvizsgálat

(1) Az eredmények ismertetése tartalmazza, hogy a talaj diszperzívnek minősül-e vagy nem, és térjen ki a használt reagenssel kapcsolatos kérdésekre.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.8. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák ilyen minősítésekre.

### M7.6. Nátrium és oldott sók a telítőfolyadékban

(1) A vizsgálati jelentésben szerepeljen a kicserélhető nátrium megállapított százalékos aránya.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.8. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a pórúsvízben levő oldott sók meghatározására alkalmas vizsgálati eljárásokra.

## M8. A fagyérzékenység vizsgálata

### M8.1. Vizsgálati eljárások

(1) Természetes állapotú minta nyerhető nem fagyott, lágy agyagos és iszapos talajból, vagy megfagyott agyag-, iszap- és (kavicsmentes) homoktalajból. Ha a minta közvetlenül nem megfelelő a vizsgálatához, akkor szabad óvatosan alakítani rajta.

(2) Az olyan minta, amelyet majd újratömörítenek, lehet nagymértékben átgyúrt is, feltéve, hogy bedolgozás közben nem változik meg a szemeloszlása.

(3) A természetes állapotú próbatest átmérője a legnagyobb szemcseméretének legalább ötszöröse legyen, és ne legyen kisebb 75 mm-nél. Rekonstruált próbatest esetében legalább 100 mm legyen az átmérő.

(4) Mind a természetes, mind a rekonstruált próbatestet szabad nyomással telíteni a fagyemelkedési vizsgálat megkezdése előtt.

(5) Ha CBR-vizsgálatra is szükség van, akkor azt olyan próbatesten ajánlatos végezni, amelyet a tömörítési vizsgálattal meghatározott Proctor-görbe szerinti optimális értékhez közeli víztartalom mellett tömörítettek be.

(6) Egy mintával általában egyetlen CBR-vizsgálatot végeznek. Végezhető azonban több vizsgálat is, ha például a víztartalom-változás vagy a tömörítőmunka befolyását kívánják felmérni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.1.9. szakaszban és az X5. fejezetben felsorolt dokumentumokban található példák a talajok fagyérzékenységének meghatározására, valamint az indexvizsgálatokon alapuló értékelésre.

### **M8.2. A vizsgálati eredmények értékelése**

(1) A talaj fagyérzékenynek minősítendő, ha a laboratóriumi fagyemelkedési vizsgálat során rétegesen elváló emelkedést mutat.

(2) A kis átteresztőképességű agyagos talajokban kifejlődő fagyhatás mértékét a téli időszak hossza befolyásolja, azaz figyelembe kell venni a helyszín tengerszint feletti magasságát és földrajzi szélességét is. E talajok esetében minél hosszabb a tél, annál súlyosabb a fagy hatása. Mindezeket különösen az északi és az alpesi országokban indokolt számításba venni.

Müller Mérnöki Irodák Kft.



## N melléklet (tájékoztató)

### A talaj vegyvizsgálata. Részletes tájékoztató

#### N1. Általános elvek

##### N1.1. Vizsgálati eljárások

(1) Az e szabványban említett rutinszerű vegyvizsgálatokhoz hagyományos módszereket alkalmaznak, amelyeket a legtöbb geotechnikai laboratórium képes elvégezni. Az egyéb anyagok jelenlétének kimutatására való vegyvizsgálatokat általában vegyészeti szaklaboratóriumban célszerű végezteni.

(2) A legtöbb vegyvizsgálathoz elegendő 100 gramm száraz talaj. A vizsgálatot célszerű sokkal több kiszárított anyaggal kezdeni, de magához a vizsgálathoz már csak nagyon kevés kiszárított talaj kell. Nagyon fontos, hogy a kezdeti minta összekeverése alapos legyen, majd azt szakszerűen bontsák részekre.

(3) A vizsgálat előtti tárolási hőmérséklet befolyásolhatja a szerves anyag biológiai lebomlását. Hacsak lehetséges, a vegyvizsgálatra szánt minta anyagát célszerű 5–10 °C hőmérsékleten tartani.

(4) A legtöbb vizsgálati eljárásba beletartozik a rutinszerű kalibrálás is, amihez „vak”-mintákat és etalonmintákat használnak. Az elektrokémiai eljárásoknak, mint például a pH-méréseknek, pontosan előírt, számos ismert pH-értékű oldatot felhasználó kalibrálási rendje van.

(5) Különleges követelmények esetében indokolt lehet a szabványos eljárástól való eltérés, ideértve a próbatest előkészítését is. Bármely eljárásbeli eltérésről, beleértve ezek okait is, egyértelműen be kell számolni.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák az ötféle vegyvizsgálathoz alkalmazható vizsgálati eljárásokra. Ezekkel egyenértékű módszerek vannak más nemzeti szabványokban és kézikönyvekben is.

##### N1.2. A vizsgálatok száma

(1) Az előírt vizsgálatok számát illetően célszerű figyelembe venni azt a tényt, hogy a szervesanyag-tartalom, a mésztartalom, a szulfáttartalom, a pH-érték és a kloridtartalom egyazon geológiai eredetű rétegen belül is tág határok között változhat. A lokális változások meghatározásához szükség lehet egymáshoz közeli helyről származó minták vizsgálatára.

#### N2. A szervesanyag-tartalom meghatározása

##### N2.1. Vizsgálati eljárások

(1) Az izzítási veszteséget általában a talaj 2 mm-nél kisebb szemcséjű részének reprezentatív mintáján határozzák meg egy előkészített próbatest előírt hőmérsékleten való hevítése nyomán bekövetkező tömegvesztésként. A szervesanyag-tartalmat annak feltételezésével számítják, hogy a szerves anyag az izzítás során tökéletesen elég, és hogy a tömegvesztéseget csak a szervesanyag-tartalom elége okozza.

(2) Az izzítási veszteség általában azon talajokban adja meg a szervesanyag-tartalmat, melyekben egyáltalán nincs vagy csak kevés az agyag és a meszes alkotórész. A nagyobb mennyiségű agyagot és/vagy meszes alkotórészt tartalmazó talajok esetében a szerves anyagtól független tényezők okozhatják az izzítási veszteség nagyobb arányát.

(3) A szárítási hőmérséklet az egyébként szokásos (105 ± 5) °C-nál kisebb legyen, hogy a szerves anyag egy részének szárítás közbeni oxidálódását elkerüljük. Az X4.2.2. szakaszban említett dokumentumok (50 ± 2,5) °C hőmérsékletű szárítást írnak elő, de nem biztos, hogy ez minden vizet eltávolít. Próbavizsgálatokra lehet szükség az alkalmas szárítási hőmérséklet megállapításához.

(4) Az X4.2.2. szakaszban említett dokumentumok szerint az előírt izzítási hőmérséklet (440 ± 25) °C, de egyéb szabványokban 900 °C-ig terjedő hőmérsékleteket is előírnak. Az izzítási hőmérsékletet ajánlatos óvatosan megszabni, számításba véve a következőket:

- egyes agyagásványok bomlása 550 °C körül megkezdődhet,
- a kémiaailag kötött víz már kisebb hőmérsékleteken eltűnhet; bizonyos agyagásványok esetében például ez már 200 °C-on megkezdődhet, a gipsz bomlása pedig 65 °C körül kezdődik,
- a szulfidok oxidálódhatnak, a karbonátok pedig felbomlanak a 650–900 °C tartományban.

A legtöbb célra megfelel az 500 °C vagy az 520 °C izzítási hőmérséklet.

(5) A szárítás és izzítás időtartama legyen elegendő a tömegállandóság eléréséhez. Ha az izzítás időtartama három óránál rövidebb, akkor a vizsgálati jelentésben dokumentálni kell, hogy az ismételt mérések állandósult tömeget mutattak ki.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2.2. szakaszban felsorolt dokumentumok tartalmaznak példákat a szervesanyag-tartalom meghatározására szolgáló vizsgálatokra.

## N2.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A szerves szén és a szerves anyag mennyisége megadható az izzítási veszteséggel, ha ezt az eltávolított egyéb alkotórészek mennyiségével helyesbítették.

(2) A szervesanyag-tartalom a szerves szén közvetlen mérésével is meghatározható, amivel elkerülhetők az izzítási veszteség módszerében rejlő hibák.

## N3. A karbonáttartalom meghatározása

### N3.1. Vizsgálati eljárások

(1) Az X4.2.3. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a karbonáttartalom meghatározására szolgáló vizsgálatokra. Ezen szabvány szempontjából előnyben részesíthető a gyors titrálós módszer. E módszer a talajokra elegendően pontos eredményeket adhat, feltéve, hogy kivárik a feloldódás befejeződését, továbbá hogy megfelelő eredményű párhuzamos vizsgálatot végeznek.

(2) Az X4.2.3. szakaszban felsorolt dokumentumokban további példák található arra is, hogy miként határozható meg a karbonáttartalom szabályozott hőmérsékleten és légköri nyomáson felszabaduló széndioxidnak (CO<sub>2</sub>) gázométerben való mérésével.

### N3.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) A minta karbonáttartalmának százalékos értékét a CO<sub>2</sub> mennyisége fejezi ki. Ez formálisan helyes ugyan, de a tervezéshez célszerűtlen. Az eredmény a legtöbb talajfajta esetében megadható az egyenértékű kalcium-karbonátnak (CaCO<sub>3</sub>), azaz a legtöbb talajfajta karbonátos összetevőjének a mennyiségével. Az egyenértékű CaCO<sub>3</sub> mennyisége a CO<sub>2</sub> mennyiségéből kapható a

$$\text{CaCO}_3 = 2,273 \cdot \text{CO}_2$$

összefüggéssel, ahol

CaCO<sub>3</sub> a CaCO<sub>3</sub>-tartalom a száraz tömeg százalékában,

CO<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>-tartalom a száraz tömeg százalékában.

## N4. A szulfáttartalom meghatározása

### N4.1. Vizsgálati eljárások

(1) A sav- vagy vízkivonat vagy a talajvíz elemzésére elsősorban az itt tárgyalandó gravimetrikus módszer ajánlható, hacsak párhuzamosan végzett vizsgálattal nem bizonyítható, hogy valamely alternatív eljárás pontossága ezzel azonos vagy ennél jobb.

(2) A kalcium-szulfát kristályos alakját, a gipszet (CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O) 50 °C hőmérsékleten ajánlatos kiszárítani. A gipsztartalmú minta már kb. 65 °C fölötti hőmérsékleten kezdi elveszíteni a kristályvizét, és ez megtévesztően nagy víztartalmi értékek méréséhez vezethet.

(3) Az  $\text{SO}_3^{2-}$  és az  $\text{SO}_4^{2-}$  között az összefüggés  $\text{SO}_4^{2-} = 1,2 \cdot \text{SO}_3^{2-}$ , ahol az  $\text{SO}_3^{2-}$  és az  $\text{SO}_4^{2-}$  tartalmak százalékban értendők.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2.4. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a szulfáttartalom meghatározására szolgáló vizsgálati eljárásokra.

## N4.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Az értelmezéskor célszerű figyelembe venni, hogy bár a kalcium-szulfát vízben csak nehezen oldódik, földtörténeti időben mégis jelentős mennyiségek oldódhattak ki, amire a karsztos formációk mutatnak példát. Különös gondosságra van szükség, ha az eredmények a minősítési kategóriák határainak közelébe esnek.

(2) Bizonyos egyéb anyagok (nevezetesen szulfidok és szulfitok) előfordulása hatással lehet a vegyi folyamatokra, melyek aztán befolyásolják a vizsgálati eredményeket. A talajban levő szulfidok és szulfitok hosszabb idő alatt oxidálódhatnak, ezáltal további szulfátok képződhetnek.

## N5. A pH-érték (savasság és lúgosság) meghatározása

### N5.1. Vizsgálati eljárások

(1) Többféle módszer is létezik a pH-érték meghatározására. Közülük leginkább az elektrometrikus módszer fogadható el, mellyel az előkészített talajszuszpenzió vagy a talajvíz pH-értéke közvetlen leolvasással határozható meg.

### N5.2. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Megtévesztő lehet a vizsgálati eredmény, ha

- elmulasztják vagy rosszul végzik a pH-mérő minden egyes vizsgálatosorozat előtt és után kívánatos kalibrálását,
- nem megfelelő a használaton kívül levő műszer elektródáinak védelme,
- nem várják ki, hogy a pH-mérő állandósult állapotba jusson, mielőtt leolvasnák a pH-értéket,
- a talajvízmintát tartalmazó edény szennyezett, mert nem mosták ki elég alaposan.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2.5. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a pH-érték meghatározására szolgáló eljárásokra.

## N6. Kloridtartalom

### N6.1. Vizsgálati eljárások

(1) A kloridtartalom meghatározására alkalmasak:

- a Mohr-féle módszer a vízben oldódó kloridok esetében,
- a Volhard-féle módszer a savban vagy vízben oldódó kloridok esetében,
- az elektrokémiai eljárások.

(2) Az első két módszer a kloridok és az ezüst-nitrát közötti cserebomlást használja fel, de az alkalmazott analitikai módszer különbözik. Mindkét módszer gondos megfigyelést és tömegmérést kíván. A harmadik módszer a talajminta ismert víztartalmú hígított oldatának vezetőképesség-mérésén alapul.

(3) A kloridok előfordulásáról meg lehet győződni egy gyors minősítő vizsgálatl. Ehhez kb. 5 ml szűrt talajvizet vagy 1:1 arányú talaj/víz kivonatot kell kémcsőbe helyezni. Ha az anyag erősen lúgos (pH = 12–14), akkor néhány csepp salétromsavat kell hozzáadni, hogy savassá tegyék. Adjunk hozzá néhány cseppnyi 1%-os ezüst-nitrát-oldatot. Ha ezután jelentős mértékű zavarosság mutatkozik, akkor az arra utal, hogy kloridok mérhető mennyiségben vannak jelen: Ezt azután az említett vizsgálati eljárások valamelyikével meg lehet határozni.

(4) A Volhard-féle módszeren alapulnak a BS 1377-3:1990 brit szabvány 7.2. szakaszában (a vízben oldódó kloridok) és a 7.3. szakaszában (a savban oldódó kloridok meghatározására) megadott vizsgálatok, továbbá a BS 812-118:1988-ban az ásványi adalékokra vonatkozó módszer. Az eljárás lényege: fölös mennyiségű ezüst-nitrát-oldatot adnak a savasított kloridoldathoz, majd a reakcióba nem lépett hányadot kalcium-tiocianáttal vizsztatitálják, indikátorként vas-aluminátot használva.

(5) A Mohr-féle módszerrel a vizsgálandó oldatot és összehasonlításul egy tiszta oldatot 0,02 N ezüst-nitrát-oldattal titrálják, indikátorként kalcium-kromátot használva. Ez a módszer előnyösebb a talajvízben levő kloridok meghatározására.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2.6. szakaszban felsorolt dokumentumok tartalmazzák példákat az eljárásokra.

### **N6.2. A vizsgálati eredmények értékelése**

(1) Előfordulhat, hogy a nátrium-klorid-tartalommal kifejezett sótartalom és a kloridtartalom közötti elméleti kapcsolat a kloridanion mobil jellege következtében nem szükségképpen érvényes.

Müller Mérnöki Iroda Kft.

**O melléklet**  
(tájékoztató)

**A talajszilárdság indexvizsgálatai. Részletes tájékoztató**

(1) Az e szabványban foglalt szilárdsági indexvizsgálatok módszereire vonatkozóan az O1. táblázat javasol összefoglaló ellenőrzési jegyzéket.

**O1. táblázat: Az agyagos talajok szilárdsági indexvizsgálatainak ellenőrzési jegyzéke**

Szilárdsági indexvizsgálat	Ellenőrzési jegyzék
Valamennyi szilárdsági indexvizsgálat	A vizsgálatok a nyírószilárdság közelítő mutatószámait szolgáltatják. A mérések bizonytalansága nagy. Az eredményeket óvatosan kell használni az inhomogén és a repedezett/harnisos talajok esetében. Az összes eredményt befolyásolja az alkalmazott terhelési sebesség. Szükséges ellenőrizni a vizsgálat megismételhetőségét.
Laboratóriumi szárnyas vizsgálat	A vizsgálat az érzékenység és az átglyúrt állapothoz tartozó nyírószilárdság tájékoztató értékét is megadja. Ellenőrizni kell a forgatás módját (kézi vagy gépi hajtás). A vizsgálat elvégezhető a mintavevő csőben lévő vagy az abból kinyomott mintán is.
Ejtőkúpos vizsgálat	A vizsgálat elvégezhető a mintavevő csőben lévő vagy az abból kinyomott érintetlen mintán is. Kiegészíthető ez átglyúrt mintán végzett vizsgálattal is, hogy meghatározzák az érzékenységet, azaz az érintetlen és az átglyúrt talaj szilárdságának hányadosát. A vizsgálat, átglyúrt állapotú mintán végezve, az érzékenység tájékoztató értékét is megadja. Ellenőrizni kell a kúp csúcsának kopását. Ellenőrizni kell a kúp hajlásszögét.

MEGJEGYZÉS: Az X4.3. szakaszban felsorolt dokumentumok tartalmazznak példákat a laboratóriumi szárnyas vizsgálat és ejtőkúpos vizsgálat eljárásaira.

**P melléklet**  
(tájékoztató)

**A talajok szilárdságának vizsgálata. Részletes tájékoztató**

**P1. Triaxiális nyomóvizsgálat**

**P1.1. A vizsgálatok száma**

(1) A P1. táblázat ad irányelveket a talaj változékonyságától és a talajfajtaéhoz kapcsolódó összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális vizsgálat számra vonatkozóan. Ha csak egyetlen vizsgálat a követelmény, annak célja csak a meglévő ismeretek igazolása lehet. Ha az új vizsgálati eredmények nem egyeznek a korábbi adatokkal, akkor indokolt további vizsgálatokat is végezni.

(2) A vizsgálatok száma csökkenthető, ha rendelkezésre állnak más vizsgálati módszerekkel, például terepi vizsgálatokkal nyert nyírószilárdsági adatok is.

MEGJEGYZÉS: Az X4.4. szakaszban vannak példák a triaxiális nyomóvizsgálatokra.

**P1. táblázat: Triaxiális nyomóvizsgálat.  
Az egy talajrétegre vonatkozóan elvégzendő vizsgálatok minimális száma**

<b>A hatékony súrlódási szög meghatározására szolgáló vizsgálatok ajánlott száma <sup>a</sup></b>			
A szilárdsági burkolóvonal helyzetének változékonysága A regressziós görbe <i>r</i> korrelációs együtthatója	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
$r \leq 0,95$	4	3	2
$0,95 < r \leq 0,98$	3	2	1
$r \geq 0,98$	2	1	1
<b>A drénezetlen nyírószilárdság meghatározására szolgáló vizsgálatok ajánlott száma <sup>a</sup></b>			
A drénezetlen nyírószilárdság változékonysága (ugyanazon konszolidáltató feszültségre vonatkoztatva)	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
a max/min értékek hányadosa > 2	6	4	3
$1,25 < a \text{ max/min értékek hányadosa} \leq 2$	4	3	2
a max/min értékek hányadosa $\leq 1,25$	3	2	1
<sup>a</sup> Egy ajánlott vizsgálat három egyedi próbatest különböző cellanyomásokkal végzett vizsgálatát jelenti.			

**P1.2. A vizsgálati eredmények értékelése**

(1) A tényszerű feldolgozáson túlmenően kívánatos ellenőrizni a mért drénezetlen nyírószilárdságot a talajtípussal, plaszticitási indexszel stb. való korrelációk tükrében is. A drénezetlen nyírószilárdság értékelésekor az alkalmazott vizsgálat típusát is célszerű figyelembe venni.

(2) Célszerű a súrlódási szöget a talaj típusra és a tömörségi indexre vonatkozó korrelációk tükrében is ellenőrizni. Indokolt gondosan egybevetni a laboratóriumi és az in situ feszültségi állapotokat (például, hogy tengelyszimmetrikus vagy síkbeli alakváltozási állapotról van-e szó), és indokolt esetben módosítani kell a súrlódási szöget. Ki kell térni pl. a kúpbehatólási vizsgálatok eredményeivel való összefüggésekre, továbbá a súrlódási szögre vonatkozó meglévő korrelációkra is.

## P2. Konszolidált közvetlen nyíróvizsgálat

### P2.1. A vizsgálat menete

(1) A közvetlen (dobozos vagy körgyűrűs) nyíróvizsgálat elsősorban akkor jön szóba, ha olyanok a talaj- és az állékonysági adottságok, hogy egy határozott csúszólap kialakulása várható, vagy ha egy határfelület szilárdsági jellemzőit kell meghatározni.

(2) Az összehasonlító vizsgálatok azt mutatják, hogy a dobozos (transzlációs) és körgyűrűs közvetlen nyíróvizsgálatok eredményei jól egyeznek. A nyíródobozba könnyebb bekészíteni a próbatestet. A körgyűrűs nyíróeszközben homogénebbek a feszültségek, viszont a fajlagos alakváltozások nem egyenletesek. Ez utóbbiban könnyebb nagy elmozdulásokat létrehozni, s ezáltal a talaj reziduális szilárdságát meghatározni, mint a nyíródobozban.

(3) Célszerű a vizsgálandó rétegből kétszer akkora mennyiséget venni, mint amennyire a vizsgálandó próbatestek száma alapján szükség van.

MEGJEGYZÉS: Az X4.4.4. szakaszban vannak példák a közvetlen nyíróvizsgálati eljárásokra.

### P2.2. A vizsgálatok száma

(1) A P2. táblázat ad irányelveket a talaj változékonyságától és a talajfajtaéhoz kapcsolódó összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális vizsgálatok számra vonatkozóan. Ezek az ajánlások akkor érvényesek, ha egy talajréteg nyírószilárdságát kizárólag közvetlen nyíróvizsgálatokkal határozzuk meg.

**P2. táblázat: Közvetlen nyíróvizsgálat.  
Az egy talajréteg esetében elvégzendő vizsgálatok minimális száma**

A vizsgálatok javasolt száma <sup>a</sup>			
A szilárdsági burkolóvonal helyzetének változékonysága A regressziós görbe korrelációs együtthatója	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
a korrelációs együttható < 0,95	4	3	2
0,95 ≤ a korrelációs együttható < 0,98	3	2	2
a korrelációs együttható ≥ 0,98	2	2	1 <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Egy vizsgálat három egyedi próbatest különböző normálfeszültségekkel végzett vizsgálatát jelenti. <sup>b</sup> Egyetlen nyíróvizsgálat és osztályozóvizsgálatok arra elegendőek, hogy igazolják az összehasonlítható tapasztalatok alkalmazhatóságát. Ha a vizsgálat eredményei nem egyeznek a meglévő adatokkal, akkor kiegészítő vizsgálatok szükségesek.			

**Q melléklet**  
(tájékoztató)

**A talajok összenyomhatósági vizsgálata. Részletes tájékoztató**

**Q1. A vizsgálatok száma**

(1) A Q1. táblázat ad irányelveket a szerkezet süllyedésében jelentős szerepet játszó talajréteg esetében a talaj változékonyságától és a talajfajtaéhoz kapcsolódó összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális vizsgálatok számra vonatkozóan.

(2) Célszerű növelni a vizsgálandó próbatestek számát, ha a szerkezet nagyon süllyedésérzékeny. A Q1. táblázatnak a csupán egyetlen vizsgálatra utaló előírása a meglévő ismeretek igazolására való. Ha viszont az új vizsgálat eredményei nem egyeznek a korábbi adatokkal, akkor indokolt további vizsgálatokat végezni.

**Q1. táblázat: Lépcsős terhelésű ödométeres vizsgálat.**  
**Az egy talajréteg esetében vizsgálandó próbatestek minimális száma**

Az $E_{oed}$ ödométeres modulus változékonysága (az alapul vett feszültségtartományban)	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
az $E_{oed}$ értékek tartománya $\geq 50\%$	4	3	2
$\approx 20\% <$ az $E_{oed}$ értékek tartománya $< \approx 50\%$	3	2	2
az $E_{oed}$ értékek tartománya $< \approx 20\%$	2	2	1 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> Egyetlen ödométeres vizsgálat és osztályozóvizsgálatok arra elegendőek, hogy igazolják az összehasonlítható tapasztalatok alkalmazhatóságát (lásd a Q1. fejezet (2) bekezdését).			

**Q2. Az összenyomhatósági jellemzők értékelése**

(1) Négy elterjedten használt módszer van a talajok összenyomhatóságának meghatározására:

- visszszámítás mért süllyedésekből,
- közvetett terepi vizsgálatok, például szondázások eredményeinek empirikus értékelése,
- terepi vizsgálatok, például a tárcsás terhelés és a presszió méteres vizsgálat közvetlen mérései,
- talajminták kompressziós vizsgálata laboratóriumban.

(2) Valamely talaj összenyomódási jellemzőinek becslésére megbízható módszer a hasonló feszültségek hatására bekövetkezett, mért süllyedésekből való visszszámítás (a rétegzett altalaj, a teher átrendeződése és az idő hatása azonban olykor nehezen vehető figyelembe). Homokon és kavicsos álló alapok esetében gyakran végeznek terepi vizsgálatokat, például szondázásokat; ezeket empirikusan, a leggyakrabban az összehasonlítható tapasztalatokra alapozva értékelik. A terepi és laboratóriumi módszerek kombinálása kívánatos ott, ahol homokok, durvább szemcséjű talajok, valamint iszapok és agyagok együtt fordulnak elő. A laboratóriumi összenyomhatósági vizsgálatok a finom szemcséjű és a szerves talajok esetén a legmegbízhatóbbak, melyekből viszonylag könnyen vehetőek 1. minőségi osztályú minták.

MEGJEGYZÉS: Az X4.5. szakaszban felsorolt dokumentumok mutatnak példákat ezekre az eljárásokra.



## R melléklet (tájékoztató)

### A talajok tömörítési vizsgálata. Részletes tájékoztató

#### R1. Mindkét vizsgálati típusra alkalmazható eljárások

(1) Egy réteg anyagából legalább három mintát kell vizsgálni. A vizsgálatok számát célszerű mérnöki mérlegelés alapján előírni.

(2) Célszerű az elvégzendő vizsgálatok számát a szemeloszlás és a konzisztenciahatárok változatosságának, valamint a tömörítendő anyag mennyiségének figyelembevételével megválasztani. Gátak, útépitések stb. esetében a rájuk vonatkozó szabványokban található ajánlások az elvárt vizsgálati számra.

MEGJEGYZÉS: Az X4.6. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a talajok tömörítési vizsgálatának módszereire.

#### R2. A tömörítési vizsgálatok sajátos követelményei

(1) A leggyakrabban alkalmazott tömörítési vizsgálatok az ún. standard és a módosított tömörítési (Proctor-) vizsgálat.

(2) Némely erősen vízáteresztő talaj, mint például a tiszta kavics, az egyszemcsés és durva tiszta homokok esetében nem állapítható meg egyértelműen a legnagyobb száraz térfogatsűrűség. Ezért aztán az optimális víztartalmat is nehéz megállapítani.

(3) A merev finom szemcséjű talajokat ajánlatos reszelővel úgy felaprítani, hogy áthulljanak az 5 mm-es szitán, vagy olyan kis rögökre tördelni, hogy áthulljanak a 20 mm-es szitán.

(4) A kis rögökre való tördelést vagy aprítást igénylő merev finom szemcséjű talajok esetében a tömörítési vizsgálat eredményei függenek a felaprózással keletkezett darabkák méretétől. A vizsgálatból adódó térfogatsűrűségek nem szükségszerűen egyeznek meg a helyszínen kapott térfogatsűrűségekkel.

(5) Az olyan talajok esetében, melyeknek szemcséi nem törékenyek, a teljes vizsgálatához egyetlen minta használható. E mintát többször egymás után a vízmennyiség fokozatos növelésével lehet felhasználni. A vizsgálati jelentésben ki kell térni a szokásos eljárástól való eltérésre.

(6) A törékeny szemcséket tartalmazó talajok esetében indokolt a különböző víztartalmakhoz külön adagokat előkészíteni.

#### R3. A CBR-vizsgálat sajátos követelményei

(1) Végezhető terepi vizsgálatok is, de a laboratóriumi vizsgálat az elfogadott módszer.

(2) Szabad a vizsgálatokat akár zavartalan, akár újratömörített anyaggal elvégezni.

(3) Ajánlatos a víztartalmat azoknak a tervezési feltételeknek megfelelően megválasztani, amelyekhez a vizsgálati eredmények kellenek.

(4) A CBR-vizsgálatokhoz a 20 mm-es szitán áthullott anyagot célszerű használni. Ha vannak a talajban a 20 mm-es szitán fennmaradt szemcsék is, akkor ezeket még a próbatest készítése előtt el kell távolítani, és mennyiségüket meg kell mérni. Ha a 20 mm-es szitán fennmaradt frakció mennyisége nagyobb, mint az ugyanazon szitán átesett tömeg 25%-a, akkor a CBR-vizsgálat már nem alkalmazható.

(5) Ha egy víztartalom-tartományt kell vizsgálni, akkor a természetes talajhoz a felaprózás után kell a vizet hozzáadni, vagy belőle eltávolítani. Nem szabad hagyni, hogy a minta kiszáradjon.

MEGJEGYZÉS: Az X4.2. szakaszban felsorolt dokumentumokban vannak példák a vizsgálati eljárásokra.

## S melléklet (tájékoztató)

### A talajok áteresztőképességének vizsgálata. Részletes tájékoztató

#### S1. Vizsgálati eljárások

(1) Célszerű a vizsgálandó rétegből kétszer akkora mennyiséget venni, mint amennyire a vizsgálandó próbatestek száma alapján szükség van.

(2) A vizsgálandó próbatesteket úgy kell kiválasztani, hogy hitelesen tükrözzék a lényeges talajjellemzők, vagyis az összetétel, a tömörségi index, a hézagtenyező stb. szélső értékeit.

(3) Irányelvként ajánlható, hogy a hidraulikus gradiens az agyagok és iszapok esetében 30-nál, a homokok esetében pedig 10-nél kisebb legyen.

(4) A talaptípustól és az áteresztőképességi együttható elvárt pontosságától függően ajánlatos gondolni az áteresztőképességi vizsgálat közbeni telítődés elvárt mértékére.

MEGJEGYZÉS: Az X4.7. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a talajok áteresztőképességének vizsgálatához alkalmazandó eljárásokra.

#### S2. A vizsgálatok száma

(1) Az S1. táblázat ad irányelveket a talaj változékonyságától és a talajfajtaéhoz kapcsolódó összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális vizsgálati számra.

**S1. táblázat: Áteresztőképességi vizsgálatok.  
Az egy talajréteg esetében elvégzendő vizsgálatok minimális száma**

A mért áteresztőképességi együttható $[k]$ változékonysága	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
$k_{\max}/k_{\min} > 100$	5	4	3
$10 < k_{\max}/k_{\min} \leq 100$	5	3	2
$k_{\max}/k_{\min} \leq 10$	3	2	1 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> Egyetlen vizsgálat és osztályozóvizsgálatok arra elegendőek, hogy igazolják az összehasonlítható tapasztalatok alkalmazhatóságát.			

(2) Az S1. táblázat csupán egyetlen vizsgálatra vonatkozó előírása a meglévő ismeretek igazolására való. Ha az új vizsgálat eredményei nincsenek összhangban a korábbi adatokkal, akkor helyénvaló további vizsgálatokat végezni.

#### S3. A vizsgálati eredmények értékelése

(1) Négy, széles körben használatos módszer van az áteresztőképességi együttható (hidraulikus vezetőképesség) meghatározására:

- terepi vizsgálatok, mint a próbaszivattyúzás és a fúrólukban végzett áteresztőképességi vizsgálatok,
- a szemeloszláson alapuló empirikus korrelációk,
- számítás ödométeres vizsgálatból,
- próbatestek laboratóriumi áteresztőképességi vizsgálata.

Az áteresztőképességi együttható meghatározása optimalizálható e módszerek kombinálásával.

(2) Még homogén rétegek esetében is nagy különbségek lehetnek az áteresztőképességben a feszültségek, a hézagtenyező, a talajszerkezet, a szemcsék méretei és a település kis különbségeiből adódóan is. Az áteresztőképességi együttható értékének legmegbízhatóbb meghatározási módszere a terepi vizsgálat.

(3) Még homogén talajrétegek esetében is indokolt az áteresztőképességi együtthatót felső és alsó határértékével megadni.

(4) Iszapok és agyagok esetében a lépcsős terhelésű ödométeres vizsgálat eredményeiből az áteresztőképességi együtthatóra csak jól közelítő becslés kapható. Az állandó alakváltozási sebességű ödométeres vizsgálat az áteresztőképesség közvetlen mérésére ad lehetőséget.

(5) Homogén homok esetében az áteresztőképességi együttható elfogadható pontossággal becsülhető a szemeloszlással való korrelációk alapján.

(6) Agyag, iszap és szerves talajok esetében, melyekből nagyon jó minőségű zavartalan minták vehetők, a laboratóriumi vizsgálatok megbízható eredményeket adhatnak. Ajánlatos gondosan ellenőrizni a vizsgálandó próbatestek reprezentatív voltát.

(7) Egyes talajfajták esetében a telítettség mértéke akár három nagyságrenddel is befolyásolhatja az áteresztőképességi együtthatót.

(8) Az átszivárgó folyadék vegyi összetétele több nagyságrenddel változtathatja meg az áteresztőképességi együtthatót.

Müller Mérnöki Iroda Kft.

**T melléklet**  
(tájékoztató)

**Kőzetpróbatest készítése vizsgálathoz**

(1) Az ISRM „Szilárd kőzet jellemzésének, vizsgálatának és megfigyelésének javasolt módszerei” című dokumentuma nem tartalmaz sajátosan a kőzetpróbatestek készítésére vonatkozó követelményeket. A legtöbb vizsgálati módszer leírásában viszont van a próbatestek készítésével foglalkozó fejezet, amelyben megtalálhatók a próbatest térfogatára, minőségére, készítési módjára, előírt méreteire, valamint a méret- és alaktűrésekre vonatkozó követelmények.

(2) Az X4.8. szakaszban szereplő dokumentumban található példák a kőzetpróbatestek készítésének szokásos gyakorlatára, valamint a méret- és alaktűrések meghatározására. A következőkben e dokumentum előírásai és kivonatai, valamint a dokumentumra vonatkozó megjegyzések szerepelnek.

(3) Nem mindig lehetséges olyan magmintákat venni vagy készíteni, amelyek kielégítik az ISRM-ben javasolt módszerek kritériumait, például a gyengébb, porózusabb és kevésbé cementálódott kőzetanyagok, valamint a sajátos szerkezetű kőzetek esetében.

(4) Minden műszert és berendezést, amelyet a véglapok egyenes, sík és egymásra merőleges kialakításához használnak, előírt, szabályos időközönként ellenőrizni kell, hogy megfelelnek-e az adott kőzetvizsgálathoz előírt tűrési követelményeknek.

(5) Az egy-, két- vagy háromfalú magmintavevőkkel, rotari fúrási technológiával vett ép magok többsége a véglapok kialakítása után újrafúrással vagy e nélkül is használható a vizsgálathoz. Kőzetképződményből közvetlenül vett tömbminta is használható próbatestek készítésére, ha a tömbminta irányultsága világosan fel van tüntetve.

(6) A minta elvárt térfogata a vizsgálati programtól függ. A legtöbbször elegendőek lehetnek az 50 mm-nél nagyobb átmérőjű, 300–1000 mm hosszúságú minták az osztályozó, a szilárdsági és az alakváltozási vizsgálatok együtteséhez szükséges próbatestek előállításához.

(7) A minták megkívánt mennyisége nagyban függ a kőzetanyag természetes vagy a mintavételezés okozott repedezettségétől. A mag kezdeti állapotának leírása térjen ki a homogenitás és a repedezettség mértékének értékelésére. Ezt a leírást ajánlatos használni a magok vizsgálandó szakaszainak kiválasztásakor is.

(8) Ha repedésmentes kőzetből választják ki a magot, előfordulhat, hogy a próbatestek nem lesznek jellemzőek a képződményre. A vizsgálati jelentésben ezt a körülményt figyelembe kell venni.

(9) A gyengébb (üledékes) kőzetek esetében az alakváltozási, szilárdsági és duzzadási vizsgálatok szempontjából rendkívül fontos, hogy miként kezelik a mintákat. Helyes az ilyen vizsgálatokra szánt kőzetmintákat azonnal becsomagolni, amint a magmintavevőből kikerülnek. Ha csak egy rövid ideig maradnak is szabadon, az megváltoztathatja a kőzet víztartalmát és eredeti tulajdonságait.

## U melléklet (tájékoztató)

### A szilárd kőzetek osztályozóvizsgálata

#### U1. Általános elvek

(1) A kőzettömeg magmintákon alapuló osztályozásához a lehető legteljesebb magkihozatal kívánatos, hogy a tagoltság és az esetleges üregek felismerhetők legyenek. Ajánlatos a magoknak a fúrási folyamat által okozott zavartságát a minimumra csökkenteni, minthogy a legtöbb kőzetminősítési rendszer jelentős részben a magban talált töréseken alapul.

(2) A legtöbb osztályozási rendszer a legalább 50 mm átmérőjű magokra és rotari fúrással vett mintákra épül. A legtöbb egyedi vizsgálathoz megfelel az 50–200 mm hosszú repedésmentes magminta.

1. MEGJEGYZÉS: Az X4.9. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a szilárd kőzetek osztályozóvizsgálataira.

2. MEGJEGYZÉS: Különböző célokra készültek nemzeti és nemzetközi szinten elismert osztályozási rendszerek. Vannak szemnumerikus módszereken alapuló, mérnöki célokra kidolgozott kőzetosztályozási rendszerek, melyeket Bieniawski (1989) „Engineering Rock Mass Classification” (Kőzetek Mérnöki Osztályozása) című műve összesítve tartalmaz (lásd az X5. fejezetet).

#### U2. A szilárd kőzet azonosítása és leírása

(1) Az EN ISO 14689-1 tárgyalja a szilárd kőzetek geotechnikai célú leírását. A leírás a természetes kőzet mag- és egyéb mintáinak, illetve a kőzettömegeknek a szemrevételezésén alapul.

(2) Bármely közzétett és helyileg elfogadott osztályozási rendszert szabad használni, feltéve, hogy a vizsgálati jelentés megadja az elérhető hivatkozást.

MEGJEGYZÉS: Az X4.9.1. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák további kőzetleírási eljárásokra.

#### U3. Víztartalom

##### U3.1. Vizsgálati eljárások

(1) Ha előírják a pontosság ellenőrzését, az elvégezhető az ugyanazon képződményből egyidejűleg vett próbatestek vizsgálati eredményeinek összehasonlításával.

MEGJEGYZÉS: Az X4.9.2. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a vizsgálati eljárásokra.

##### U3.2. A vizsgálatok száma

(1) Általában legalább egy víztartalmi vizsgálat kell a mag minden méteréből.

#### U4. Térfogatsűrűség és porozitás

##### U4.1. Vizsgálati eljárások

(1) A porozitás (vagy a hézagtenyező) meghatározásához szükség van a szilárd szemcsék sűrűségének meghatározására (vagy hasonló típusú kőzetre vonatkozó helyi tapasztalaton alapuló becslésére).

(2) A zárt pórusok előfordulása befolyásolhatja a porozitást. A pórusok teljes térfogatának meghatározása alapulhat a minta porrá őrölt szilárd anyagának sűrűségén, de a nyílt és zárt pórusok mennyiségének meghatározásához különleges vizsgálat szükséges.

(3) Célszerű kerülni a higanykiszorításos módszereket.

MEGJEGYZÉS: Az X4.9.3. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a vizsgálati eljárásokra.

#### **U4.2. A vizsgálatok száma**

(1) Célszerű a térfogatsűrűséget és a porozitást mindegyik megkülönböztethető kőzettípus esetében legalább egyszer, illetve legalább kétméterenként meghatározni, még ha homogén is a kőzet. A kőzetek szilárdsági és alakváltozási tulajdonságaival foglalkozó legtöbb értékelésnek szempontja a térfogatsűrűség és a porozitás.

Müller Mérnöki Iroda Kft.

**V melléklet**  
(tájékoztató)

**A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata**

**V1. Általános elvek**

(1) Lehetőség szerint zavartalan kőzetpróbatesten kell a vizsgálatot végezni, mivel a kőzet szövetének lényeges a hatása a duzzadási jellemzőkre. Ha próbatést készítéséhez a minta túlzottan gyenge vagy túlságosan töredezett, ilyen például a repedéseket kitöltő anyag, akkor a duzzadási indexvizsgálatok elvégezhetőek átgyúrt és újratömörített próbatesten is. Az ilyenkor alkalmazott eljárást a vizsgálati jelentésben ismertetni kell.

(2) A V1. táblázat ad irányelveket a duzzadási vizsgálatok kívánatos minimális számáról különböző méretű próbatestek esetére. A javaslat olyan helyszínekre vonatkozik, ahol a duzzadó kőzetek előfordulásának kockázata korlátozott. Ahol duzzadásra hajlamosabb kőzettípusok vannak, ott az elvégzendő vizsgálatok száma legalább a táblázat szerinti érték kétszerese legyen. Más, a táblázatban szereplőknél fejlettebb vizsgálatok még alkalmazhatók az in situ duzzadási jellemzők meghatározására.

MEGJEGYZÉS: Az X4.10. szakaszban felsorolt dokumentumokban található példák a szilárd kőzetek duzzadási vizsgálatára.

**V1. táblázat: Szilárd kőzetek duzzadási vizsgálata.**  
**Ajánlás az egy képződmény esetében vizsgálandó próbatestek minimális számára**

A vizsgálat jellege	A próbatestek minimális vastagsága	A próbatestek minimális átmérője	A próbatestek minimális száma	Megjegyzések
(1) A térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexe	15 mm és/vagy a legnagyobb szemcseméret 10-szerese	a vastagság 2,5-szerese	3	A próbatest illeszkedjen szorosan a gyűrűbe
(2) A tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatest duzzadási alakváltozásának indexe	15 mm és/vagy a legnagyobb szemcseméret 10-szerese	a vastagság 4-szerese	3 + párhuzamos víztartalmi minták	A próbatest illeszkedjen szorosan a gyűrűbe
(3) A kőzetpróbatest szabad duzzadási alakváltozása	15 mm és/vagy a legnagyobb szemcseméret 10-szerese	a vastagság 4-szerese	3 + párhuzamos víztartalmi minták	–

**V2. A térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexe**

(1) A vizsgálóeszköz többnyire a szokványos, a talaj konszolidáltatására használt ödométercella lehet. A berendezés azonban legyen nagyon merev, hogy a cella saját alakváltozásának hatása elhanyagolható legyen.

MEGJEGYZÉS: Az X4.10.1. szakaszban megadott dokumentumban található példák a térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexének vizsgálatára.

### **V3. A tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatest duzzadási alakváltozásának indexe**

(1) A példa olyan terhelőberendezést ír elő, amellyel 5 kPa állandó nyomás tartható a mintán, miközben azt vízzel árasztják el. Szabad más, a helyi adottságokhoz jobban illeszkedő módszert is előírni. A vizsgálati jelentés és értékelés térjen ki minden ilyen eljárásbeli eltérés ismertetésére.

MEGJEGYZÉS: Az X4.10.2. szakaszban megadott dokumentumban található példák a tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásában gátolt próbatesten mért duzzadási alakváltozás indexének vizsgálatára.

### **V4. A kőzetpróbatetest szabad duzzadási alakváltozása**

MEGJEGYZÉS: Az X4.10.3. szakaszban megadott dokumentumban található példák a kőzetpróbatetest szabad duzzadási alakváltozásának vizsgálatára.

Müller Mérnöki Iroda Kft.



## W melléklet (tájékoztató)

### A közet-szilárdság vizsgálata

#### W1. Egyirányú nyomószilárdság és alakváltozás

##### W1.1. Vizsgálati eljárások

(1) Ajánlatos, hogy a vizsgálati eljárás kövesse az egyirányú nyomószilárdság és alakváltozás vizsgálatára vonatkozó ISRM- vagy ASTM-módszereket. Célszerű továbbá alkalmazni az ezen szabvány W1. fejezetében előírt módosításokat is.

MEGJEGYZÉS: Lásd az X4.11.1. szakaszt.

(2) Az ISRM-ben leírt vizsgálati eljárás két szintre terjed ki:

- 1. rész: Módszer kőzetek egyirányú nyomószilárdságának meghatározására
- 2. rész: Módszer a nyomásra igénybevett kőzet alakváltozási jellemzőinek meghatározására

(3) Az első módszer a nyomószilárdságot, a második pedig még a tengelyirányú alakváltozási (Young-) modulus és a Poisson-tényezőt is megadja. Inkább a második módszer ajánlott.

(4) A hivatkozott ISRM-ben javasolt eljárásokat rendkívül nehéz előírásosan végrehajtani, különösen ami a próbatestek készítését és a geometriai tűréseket illeti. Az e tájékoztató mellékletben ajánlott gyakorlat kevésbé szigorú. Jóllehet az ISRM által ajánlott eljárások a kívánatosak, e szakasz tartalmaz egy összeállítást a minimális követelményekről. Általános az a felfogás, hogy fontosabb több vizsgálatot végezni, mint kevesebbet mégoly kiváló próbatestekkel is.

(5) Az ISRM-eljáráshoz a következő módosításokat célszerű bevezetni.

- Kívánatos, hogy a terhelőlapok átmérője  $D$  és  $(D + 10)$  mm között legyen, ahol  $D$  a minta átmérője. Ha a terhelőlap elegendően merev, akkor az átmérője lehet  $(D + 10)$  mm-nél nagyobb is. Speciális eszközökkel kell gondoskodni a próbatest központos beállításáról.
- A két terhelőlap közül legalább az egyik legyen gömbszerű a teherátadó felület.
- A próbatestek célszerű alakja egyenes körhenger, melynek magasság/átmérő viszonya 2–3 és átmérője legalább 50 mm. A próbatest átmérőjének és a kőzet legnagyobb szemcséjének méretaránya puha kőzet esetén legalább 6:1 legyen, de inkább a 10:1 arány a kívánatos.
- A próbatest véglapjai a síktól legfeljebb az átmérő 0,02%-ával, a próbatest tengelyére merőleges iránytól pedig legfeljebb 0,1 fokkal térhetnek el.
- A véglapok felületét csak géppel szabad síkba hozni, és nem engedhető meg a véglapok idegen anyaggal való kiegyenlítése, kivéve a puha kőzeteket, ám az ezek véglapjainak kiegyenlítésére használt anyagok mechanikai tulajdonságai legyenek jobbak, mint a kőzeté.
- A próbatest átmérőjét és magasságát 0,1 mm vagy 0,2% pontossággal célszerű meghatározni, s közülük a szigorúbbik a követelmény.
- A sugárirányú és tengelyirányú alakváltozások nyúlásmérő bélyegekkel való mérését illetően a bélyegek legalább tízszer hosszabbak legyenek, mint a kőzet szemcsék mérete. A próbatest középső harmadán célszerű mérni, hogy elkerülhetőek legyenek a véglapon ébredő sűrűlódásból, valamint a feszültségek inhomogenitásából ugyanott fellépő hatások. A függőleges fajlagos alakváltozást akkor szabad a teljes mintahosszon mérni, ha kimutatható, hogy így ugyanaz az eredmény adódik, mint ha az alakváltozást a próbatest magasságának középső harmadán mérik.
- A próbatest terhelhető állandó feszültségnövekedési sebességgel vagy állandó alakváltozási sebességgel úgy, hogy a törés 5–15 percen belül következzen be. Ha terhelési/tehermentesítési ciklusokat iktatunk be, hogy megbízhatóbb alakváltozási paramétereket határozhassunk meg, akkor az ezekre fordított idő nem számít bele az imént említett időtartamba.

- A próbatestet terhelő tengelyirányú erő kifejtésére és mérésére használt terhelőberendezésnek legyen elegendő kapacitása, és legyen képes állandó sebességű terhelésre. Kívánatos a gép terhelőlapjainak párhuzamos voltát ellenőrizni.

(6) Kezdeti alakváltozások adódhatnak a próbatest véglapjainak a nyomógéphez való illeszkedéséből és/vagy a próbatesten belüli mikrorepedések záródásából. Ha a teljes függőleges alakváltozást csak a terhelőberendezés két acéllapja közötti távolság mérésével határozzuk meg, akkor ebből téves alakváltozási jellemzők származhatnak.

## W1.2. A vizsgálatok száma

(1) A kőzetjellemzők az összetételtől, a keletkezési vagy szilárdulási módtól, a feszültségtörténettől, a mállástól és más természeti folyamatoktól függően még ugyanazon geológiai rétegen belül is nagyban változhatnak. A W1. táblázat ad irányelveket az egyirányú nyomóvizsgálatok elvárt minimális számára a kőzet változékonyságától és a meglévő összehasonlítható tapasztalatoktól függően.

**W1. táblázat: Az egy képződmény esetében végzendő vizsgálatok minimális száma egyirányú nyomó-, brazil- és triaxiális vizsgálat esetén**

A mért szilárdsági adatok [s] szórása az átlag %-ában	Összehasonlítható tapasztalat		
	nincs	átlagos	bőséges
$s > 50$	6	4	2
$20 < s < 50$	3	2	1
$s < 20$	2	1	0 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Csak nagyon homogén kőzetfajták és közeli helyszínekről szerzett bőséges összehasonlítható tapasztalat esetén érvényes.

## W2. Pontterheléses vizsgálat

### W2.1. Vizsgálati eljárások

(1) A pontterheléses vizsgálat esetében ajánlatos az ISRM-módszert követni.

MEGJEGYZÉS: Lásd az X4.11.2. szakaszt.

(2) A vizsgálat elvégezhető hordozható készülékkel vagy laboratóriumi vizsgálóberendezéssel, és végrehajtható terepen vagy laboratóriumban.

(3) A vizsgálatok céljára használt kőzetpróbatetek lehetnek akár magok (átmérő- és tengelyirányú vizsgálatok), akár kivágott blokkok (blokkvizsgálat), akár szabálytalan rögök (rögvizsgálat), feltéve, hogy a hivatkozott (például ISRM-) előírásoknak az alakra és méretekre vonatkozó követelményeit betartják.

### W2.2. A vizsgálatok száma

(1) A pontterheléses szilárdsági index átlagértéke a minták vagy rétegek osztályozásához használatos. Reprezentatív átlagérték megállapításához legalább 5 egyedi vizsgálatot indokolt végezni.

(2) A kőzet jellemzéséhez és más szilárdsági paraméterek előrejelzéséhez több vizsgálat indokolt, mint amennyire a W1.2. szakasz előírása szerint szükség lenne. Általában rétegenként legalább 10 egyedi vizsgálatot célszerű végezni.

### W3. Közvetlen nyíróvizsgálat

#### W3.1. Vizsgálati eljárások

(1) A közvetlen nyíróvizsgálat esetében ajánlatos az ISRM-módszert követni.

MEGJEGYZÉS: Lásd az X4.11.3. szakaszt.

(2) Az ISRM-eljáráshoz a következő módosításokat célszerű bevezetni.

- A vizsgálóberendezés úthossza legyen nagyobb, mint a várt dilatáció vagy összenyomódás mértéke, és a berendezés legyen képes a választott normálterhelést a vizsgálat tartama alatt legfeljebb 2% eltéréssel állandó értéken tartani. A vizsgálat során a dilatációt ugyanolyan pontossággal kell mérni, mint a nyírási elmozdulást.
- A nyírási elmozdulás sebessége a leolvasások előtti 10 perces időszakban legyen kisebb 0,1 mm/percnél. Ha az adatgyűjtés automatikus, akkor nem feltétlenül szükséges a nyírási elmozdulás sebességét 0,1 mm/perc értékre csökkenteni.
- A próbatestet minden egyes új normálfeszültségen konszolidálni kell, majd a nyírás folytatható az ISRM-ben megadott kritériumok szerint. Ha a minta felületeit egy új vizsgálati fázis előtt megtisztítják, vagy ha a mintákat az ismételt visszatolás előtt tehermentesítik, akkor ezt a vizsgálati jelentésben említeni kell. Helyénvaló a tisztítással eltávolított anyag milyenségét leírni.

(3) Közvetlen nyíróvizsgálat végezhető terepen is. Ehhez részletesen fel kell becsülni a tagoltság helyszíni jellemzőit.

(4) Az eredmények felhasználhatók például rézsűk vagy gátalapok, alagutak és munkagödörök állékonyságának a vizsgálatához.

(5) A kőzetpróbatestek lehetnek magok vagy blokkok. Előnyös, ha a nyírt felület legalább 2500 mm<sup>2</sup> nagyságú. Ha vannak kitöltetlen repedések, akkor a próbatest átmérője vagy (négyzetes keresztmetszet esetén) az élhossza legalább tízszerese legyen a kőzetben előforduló legnagyobb szemcse méretének. A repedés hosszának és a nyíródoboz méretének aránya lehetőleg 0,5-nél nagyobb legyen, elhárítandó a nyíróberendezés esetleges stabilitásvesztését.

(6) A próbatest kialakításának eszköze lehet például nagy átmérőjű magfúró vagy kőzetvágó fűrész. Célszerű kerülni az ütve fúrókat, a verőkalapácsokat és a vésőket, minthogy a mintáknak, amennyire csak lehet, zavartalanoknak kell lenniük.

(7) A próbatest irányát a vizsgálóberendezésben rendszerint úgy állítják be, hogy a nyírt felület essen egybe a kőzet egy gyenge felületével, például egy repedéssel, egy réteghatárral, egy palásodási vagy elválási felülettel, avagy a talaj és a kőzet, illetve a beton és a kőzet közötti érintkezési felülettel.

#### W3.2. A vizsgálatok száma

(1) A nyírószilárdság meghatározásához indokolt legalább öt vizsgálatot végezni vagy ugyanazon a vizsgálati felületen, vagy az ugyanazon repedéscsaládból vett 5 próbatesten úgy, hogy az egyes próbatesteket – a jellemző feszültségtartományon belül – különböző nagyságú, de állandó értéken tartott normálfeszültséggel vizsgálják.

### W4. Brazilvizsgálat

#### W4.1. Vizsgálati eljárások

(1) A brazilvizsgálat esetében ajánlatos az ISRM-módszert követni.

MEGJEGYZÉS: Lásd az X4.11.4. szakaszt.

(2) A kialakított próbatestek átmérője ( $D$ ) ne legyen kisebb a magméretnél (kb. 54 mm-nél), vastagságuk körülbelül legyen egyenlő a próbatest sugarával. A hengeres felületen lehetőleg ne legyenek szembetűnő szerszámnyomok. A próbatest vastagságának egyenetlenségei ne haladják meg a 0,025 mm-t. A véglapok legyenek 0,25 mm eltérésen belül síkok és legfeljebb 0,25° eltéréssel párhuzamosak.

(3) Palák és más anizotrop kőzetek esetében ajánlatos a próbatesteket a réteghatárral párhuzamosan, illetve arra merőlegesen kialakítani. A réteghatárral párhuzamosan kialakított próbatestek esetében célszerű a terhelés irányát is előírni.

### **W4.2. A vizsgálatok száma**

(1) A W1. táblázat ad irányelveket a brazilvizsgálatoknak a kőzet változékonyságától és a meglévő összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális számára. A kőzetek osztályozásához és más szilárdsági paraméterek előrejelzéséhez ennél több vizsgálat szükséges.

### **W5. Triaxiális nyomóvizsgálat**

#### **W5.1. Vizsgálati eljárások**

(1) A triaxiális nyomóvizsgálat esetében ajánlatos az ISRM-módszert követni.

MEGJEGYZÉS: Lásd az X4.11.5. szakaszt.

(2) A próbatestek  $D$  átmérője ne legyen kisebb a magméretnél (kb. 54 mm-nél), magasságuk pedig legyen az átmérő 2–3-szorosa, amint azt az 5.4. szakasz előírja, és kialakításuk módja legyen összhangban az X4.8. szakasszal.

#### **W5.2. A vizsgálatok száma**

(1) A W1. táblázat ad irányelveket a triaxiális nyomóvizsgálatoknak a kőzet változékonyságától és a meglévő összehasonlítható tapasztalatoktól függően elvárt minimális számára. A kőzetek osztályozásához és más szilárdsági paraméterek előrejelzéséhez ennél több vizsgálat szükséges.

**X melléklet**  
(tájékoztató)**Irodalomjegyzék****X1. Rövidítések és jelölések**

A mellékletben a következő jelölések használatosak:

ASTM	American Society for Testing and Materials
BS	British Standard
DGF	Dansk Geoteknisk Forening (Danish Geotechnical Society)
DIN	Deutsche Industrienorm (German Industrial Standard)
ETC	European Technical Committee (of ISSMGE)
ISRM	International Society of Rock Mechanics
ISSMGE	International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
NEN	Nederlandse norm (Dutch Standard)
NF	Norme Francaise (French Standard)
SN	Schweizer Norm (Swiss Standard)
SS	Svensk Standard (Swedish Standard)

**X2. A talaj- és kőzetmintavételre, valamint a talajvízmérésekre vonatkozó dokumentumok**

BS 5930:1999

*Code of practice for site investigations*

DIN 4021:1990

*Ground exploration by excavation, boring and sampling*

Hvorslev, M. J.

*Subsurface exploration and sampling of soils for civil engineering purposes*

US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss, USA, 1949

NF XP, P 94-202:1995, *Sols: Reconnaissance et essais. Prélèvement des sols et des roches. Méthodologie et procédures*

Svensson, C.

*Analysis and use of groundwater level observations*

Gothenburg: Diss. Chalmers University of Technology. Dept. Geology. Publ. A 49, 1984, (In Swedish with abstract and summary in English)

### X3. Terepi vizsgálatok<sup>7)</sup>

#### X3.1. Nyomószondázás

Bergdahl, U., Ottosson, E., Malmborg, B.S.  
*Plattgundläggning* (Spread foundations) (in Swedish)  
Stockholm: AB Svensk Byggtjänst, 1993, 282 pages

Müller Mérnöki Iroda Kft.

---

<sup>7)</sup> A következő felsorolások elsődlegesen olyan dokumentumokat tartalmaznak, amelyek a vizsgálati eredményekből származtatott értékek meghatározására és a vizsgálati eredmények tervezésbeli közvetlen felhasználására nyújtanak további tájékoztatást és példákat. A felsorolás a vizsgálatok típusa szerint van csoportosítva.

Biedermann, B.

*Comparative investigations with sounding methods in silt*

Forschungsberichte aus Bodemechanik und Grundbau Nr. 9. (In German).

Aachen: Technische Hochschule, 1984

DIN 1054:2003

*Baugrund. Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau*

(Subsoil. Verification of the safety of earthworks and foundation) (in German)

DIN 4094-1:2002

*Baugrund. Felduntersuchungen. Teil 1: Drucksondierungen*

(Subsoil. Field investigations. Part 1: Cone penetration tests) (in German)

Lunne, T., Robertson, P. K., Powell, J. J. M.

*Cone penetration testing in geotechnical practice*

Originally London: Blackie Academic & Professional,

then New York: Spon Press and E&F Spon, 1997, 312 pages

Melzer, K. J., Bergdahl U.

*Geotechnical field investigations*

Geotechnical Engineering Handbook, Volume 1: Fundamentals. Berlin: Ernst & Sohn, 2002, pp 51–117

NEN 6743-1:2006

*Geotechniek. Berekeningsmethode voor funderingen op palen. Drukpalen*

(Geotechnics. Calculation method for bearing capacity of pile foundations. Compression piles)

Schmertmann, J. H.

*Static cone to compute settlement over sand*

Jnl Soil Mech. Fdns Div., ASCE, 96, SM3, May, 1970, pp 1011–1043

Schmertmann, J. H., Hartmann J. P., Brown, P. R.

*Improved strain influence factor diagrams*

Jnl Geotech. Enging Div., ASCE, 104, GT8, Proc. Paper 7302, August, 1978, pp 1131–1135

Sanglerat, G.

*The penetrometer and soil exploration*

Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1972, 464 pages

Stenzel, G., Melzer, K. J.

*Soil investigations by penetration testing according to DIN 4094* (In German)

Tiefbau 20, S., 1978, pp 155–160, 240–244

### **X3.2. Presszióméteres vizsgálat**

EN ISO 22476-7

*Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 7: Borehole jack test*

Clarke B. G., Gambin M. P.

*Pressuremeter testing in onshore ground investigations*

A report by ISSMGE Committee TC 16.

Atlanta: Proc. 1st Int. Conf. on Site Characterization, 1998, Vol. 2, 1429 – 1468

Clarke, B. G.

*Pressuremeters in Geotechnical design*

Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1995, 364 pages

Ministère de l'Équipement du Logement et des Transports (1993)

*Règles techniques de conception et de calcul des foudntdations des ouvrages de Génie civil*

CCTG, Fascicule no. 62, Titre V.

### **X3.3. Standard penetrációs vizsgálat**

Burland, J. B. and Burbridge, M. C.

*Settlements of foundations on sand and gravel*

UK: Proceedings Inst. Civil Engineers, Part 1, 78, Dec., 1985, pp 1325–1381

*Canadian Foundation Engineering Manual*

Third Edition, Canadian Geotechnical Society, 1992

Technical Committee on Foundations

BiTech Publishers Ltd., 1995, Clayton C.R.I.

*The Standard Penetration Test (SPT): methods and use*

London: Construction Industry Research Information Association (CIRIA), Report, 143 pages

Skempton, S. W.

*Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure relative density, particle size, ageing and over-consolidation*

Geotechnique 36, No. 3, 1986, pp 425 – 447

US Army Corps of Engineers

ASCE, Technical Engineering and design guides as adapted from the US Army Corps of Engineers, No. 7:

*Bearing capacity of soils* (1993), ASCE Press

### **X3.4. Verőszondázás**

Bergdahl, U., Ottosson, E., Malmborg, B. S.

*Plattgrundläggning* (Spread foundations) (in Swedish)

Stockholm: AB Svensk Byggtjänst, 1993, 282 pages

Biedermann, B.

*Comparative investigations with sounding methods in silt*

Forschungsberichte aus Bodenmechanik und Grundbau Nr. 9 (In German)

Aachen: Technische Hochschule, 1984

Butcher, A. P., McElmeel, K., Powell, J. J. M.

*Dynamic probing and its use in clay soils*

Proc Int Conf on Advances in Site Investigation Practice.

London: Inst, Civil Engineers, 1995, pp 383–395

DIN 4094-3:2002

*Baugrund. Felduntersuchungen. Teil 3: Rammsondierungen*

(Subsoil. Field investigations. Part 3: Dynamic probing) (in German)

DIN V 1054-100:1996

*Baugrund. Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten*

(Soil verification of the safety of earthworks and foundation, Part 100: Analysis in accordance with the partial safety factor concept) (in German)

*Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways* (EAU 1996)

Berlin: W. Ernst & Sohn, 2000, 599 pages

Melzer K. J., Bergdahl, U. (2002)

*Geotechnical field investigations*

Geotechnical Engineering Handbook, Volume 1: Fundamentals

Berlin: Ernst & Sohn, 2002, pages 51–117

Stenzel, G., Melzer, K. J.

*Soil investigations by penetration testing according to DIN 4094*

Tiefbau 20, S. 155–160, 240–244 (In German), 1978

### **X3.5. Fúrószondázás**

CEN ISO/TS 22476-10

*Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 10: Weight sounding test*



**X3.6. Terepi nyírószoneázás**

Aas, G.

*Vurdering av korttidsstabilitet i leire på basis av udrenert skjaerfasthet*  
(Evaluation of short term stability in clays based on undrained shear strength) (in Norwegian); NGM – 79  
Helsingfors, 1979; pp 588–596

Aas, G., Lacasse, S., Lunne, T., Höeg, K. (1986)

*Use of in-situ tests for foundation design on clay*  
ASCE Geotechnical Special Publication 6

Danish Geotechnical Institute Bulletin No. 7

Copenhagen: DGI, 1959

Hansbo, S.

*A new approach to the determination of the shear strength of clay by the fall-cone test*  
Stockholm: Royal Swedish Geotechnical Institute, Proc. No 14, 1957

Larsson, R., Bergdahl, U., Erikson, L.

*Evaluation of shear strength in cohesive soils with special references to Swedish practice and experience*  
Linköping: Swedish Geotechnical Institute, Information 3E, 1984

Larsson, R., Åhnberg, H.

*The effect of slope crest excavations on the stability of slopes*  
Linköping: Swedish Geotechnical Institute. Report No 63, 2003

*Veiledning for utførelse av vingeboer*

(Recommendations of vane boring) (in Norwegian)

Melding No. 4, Utgitt 1982, Rev. 1. Norwegian Geotechnical Institute, 1989

*Recommended Standard for Field Vane Test*

SGF Report 2:93E, Swedish Geotechnical Society, 1993

**X3.7. Lapdilatometeres vizsgálat**

CEN ISO/TS 22476-11

*Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 11: Flat dilatometer test*

Marchetti, S.

*In situ test by flat dilatometer*

Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proc. ASCE, Vol. 106, N. GT3, 1980, pp 299–321

Marchetti, S., Monaco, P., Totani, G., Calabrese, M.

*The flat dilatometer test (DMT) in soil investigations*

ISSMGE TC16 Report, Bali: Proc. Insitu, 2001, 41 pages

**X3.8. Terhelőlapos vizsgálat**

BS 1377-9:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 9: In situ vertical settlement and strength test*

Burland, J. B.

Reply to discussion

Proc. conf. on in situ investigations of soils and rock

London: Inst. Civil Engineers, 1969, pp 62

Bergdahl, U., Ottosson E., Malmborg, B. S.

*Plattgrundläggning* (Spread foundations) (in Swedish)

Stockholm: AB Svensk Byggtjänst, 1993, 282 pages

Marsland, A.

*Model studies of deep in-situ loading tests in clay*

Civ. Eng. and Pub. Wks. Review, Vol 67, No 792, July 1972, pp 695, 697, 698

#### **X4. A laboratóriumi vizsgálatokra vonatkozó dokumentumok**

##### **X4.1. A talajok osztályozására, azonosítására és leírására vonatkozó vizsgálatok**

###### **X4.1.1. Helyszíni vizsgálatok**

BS 5930:1999

*Code of practice for site investigations*

###### **X4.1.2. A víztartalom meghatározása**

CEN ISO/TS 17892-1

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 1: Determination of water content*

DIN 18121:1998

*Subsoil; testing procedures and testing equipment, water content, determination by drying in oven*

NF P 94-050:1995

*Soils: Investigation and testing. Determination of moisture content. Oven drying method*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 2: Classification tests*

SN 670 340:1959

*Essais; Teneur en eau/Versuche; Wassergehalt*

ASTM D 2216:1998

*Test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil, rock, and soil-aggregate mixtures*

ASTM D 2974:2000

*Test methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soils*

ASTM D 4542-95(2001)

*Test methods for pore water extraction and determination of the soluble salt content of soils by refractometer*

SS 27116:1989

*Geotechnical tests. Water content and degree of saturation*

###### **X4.1.3. A térfogatsűrűség meghatározása**

CEN ISO/TS 17892-2

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 2: Determination of density of fine soils*

DIN 18125:1997

*Soil, investigation and testing. Determination of density of soil. Part 1: Laboratory tests*

NF P 94-053:1991

*Soils. Investigation and testing. Determination of density of soils. Cutting curb, mould and water immersion methods. Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination de la masse volumique des sols fins en laboratoire. Méthodes de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification tests*

SN 670 335:1960

*Versuche; Raumgewicht; Sandersatz-Methode / Essais; Poids spécifique apparent; Methode du sable*

SS 27114:1989

*Geotechnical tests. Bulk density*

###### **X4.1.4. A szemcsék sűrűségének meghatározása**

CEN ISO/TS 17892-3

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 3: Determination of density of soil particles*

DIN 18124:1997

*Soil, investigation and testing. Determination of density of solid particles. Capillary pycnometer, wide mouth pycnometer*

NF P 94-054:1991

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination de la masse volumique des particules solides des sols. Méthode du pycnomètre à eau*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2 : Classification tests*

SN 670 335:1960

*Versuche; Raumgewicht; Sandersatz-Methode / Essais; Poids spécifique apparent; Methode du sable*

ASTM D 854-02

*Test Method for Specific Gravity of Soils*

ASTM D 4404-84 (1998)

*Determination of pore volume and pore volume distribution of soil and rock by mercury intrusion porosimetry*

SS 27115:1989

*Geotechnical tests. Grain density and specific gravity*

#### **X4.1.5. Szemeloszlási vizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-4

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 4: Determination of particle size distribution*

DIN 18123:1996

*Soil, investigation and testing. Determination of grain-size distribution*

NF P 94-056:1996

*Sols: Reconnaissance et Essais. Analyse granulométrique. Méthode par tamisage à sec après lavage (in French)*

XP P 94-041:1995

*Sols: Reconnaissance et Essais. Identification granulométrique. Méthode de tamisage par voie humide (in French)*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification tests; Subclause 9.2 Wet sieving method*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification tests, Subclause 9.5 Sedimentation by the hydrometer method*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification tests; Subclause 9.4 Sedimentation by pipette method*

SN 670 810c:1986

*Granulats minéraux et sols; Analyse granulométrique par tamisage / Mineralische Baustoffe und Lockergesteine; Siebanalyse*

SN 670 816:1964

*Matériaux pierreux; Sédimentométrie par la méthode de l'aréomètre / Gesteinsmaterialien; Schlammversuch nach der Araeometermethode*

ASTM D 2217-85 (1998)

*Wet preparation of s samples for particle size analysis and determination of soil constants*

ASTM D 422-63 (1998)

*Test method for particle size analysis of soil*

SS 27123:1992

*Geotechnical tests. Particle size distribution. Sieving*

SS 27124:1992

*Geotechnical tests. Particle size distribution. Sedimentation, hydrometer method*

### **X4.1.6. A konzisztencia- (Atterberg-)határok meghatározása**

CEN ISO/TS 17892-12

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 12: Atterberg limits*

DIN 18122:1997

*Soil, investigation and testing. Consistency limits. Part 1: Determination of liquid limit and plastic limit*

NF P 94-051:1993

*Soils. Investigation and testing. Determination of Atterberg's limits. Liquid limit test using Casagrande apparatus. Plastic limit test on rolled thread*

NF P 94-052-1:1995

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination des limites d'Atterberg. Partie 1: Limite de liquidité. Méthode du cône de pénétration*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification test; Clause 4 Determination of the liquid limit*

BS 1377-2:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 2: Classification test; Clause 5 Determination of the plastic limit and plasticity index*

SN 670 345:1959

*Essais; Limites de consistance / Versuche; Konsistenzgrenzen*

SS 27120:1990

*Geotechnical tests. Cone liquid limit*

SS 27121:1990

*Geotechnical tests. Plastic limit*

### **X4.1.7. A szemcsés talajok tömörségi indexének meghatározása**

BS 1377-4:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 4: Compaction related tests; Clause 4 Determination of maximum and minimum dry densities for granular soils*

NF P 94-059:2000

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination des masses volumiques minimale et maximale des sols non cohérents*

### **X4.1.8. A talaj diszperzibilitásának meghatározása**

BS 1377-5:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 5: Compressibility, permeability and durability tests; Clause 6 Determination of dispersibility*

### **X4.1.9. A fagyérzékenység meghatározása**

SN 670 321:1994

*Essais sur les sols. Essai de gonflement au gel et essai CBR après dégel / Versuche an Böden. Frosthebungsversuch und CBR-Versuch nach dem Auftauen*

BS 1377-4:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 5: Compressibility permeability and durability tests; Clause 7 Determination of frost heave*

## **X4.2. A talaj és a talajvíz vegyvizsgálata**

### **X4.2.1. Általános rész**

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical tests*

**X4.2.2. A szervesanyag-tartalom meghatározása**

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical test; Clause 4*  
Determination of the mass loss on ignition or an equivalent method

ASTM D 2974:1987

*Test methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soils*

NF P 94-055:1993

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d'un sol. Méthode chimique*

XP P 94-047:1998

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination de la teneur pondérale en matière organique. Méthode par calcination*

SS 27105:1990

*Geotechnical tests. Organic content. Ignition loss method*

SS 27107:1990

*Geotechnical tests. Organic content. Colorimetric method*

**X4.2.3. A karbonáttartalom meghatározása**

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical tests; Clause 6*  
Determination of the carbonate content

DIN 18129

*Soil, investigation and testing. Determination of lime content*

Head, K. H.

*Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 1: Soil Classification and Compaction Tests, 2nd, ed; Vol 1:1992*

NF P 94-048:1996

*Sols; Reconnaissance et Essais. Détermination de la teneur en carbonate. Méthode du calcimètre*

**X4.2.4. A szulfáttartalom meghatározása**

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical tests; Clause 5*  
Determination of the sulphate content of soil and groundwater

**X4.2.5. A pH-érték meghatározása (savasság és lúgosság)**

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical tests; Clause 9*  
Determination of the pH value

**X4.2.6. A kloridtartalom meghatározása**

BS 812-118:1988

*Testing aggregates. Methods of determination of sulphate content*

BS 1377-3:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 3: Chemical and electrochemical tests; Subclauses 7.2, 7.3*

**X4.3. A talajszilárdság indexvizsgálatai****X4.3.1. Laboratóriumi szárnyas nyíróvizsgálat**

BS 1377-7:1990

*Methods of test for soil for civil engineering purposes. Part 7: Shear strength tests (total stress)*

NF P 94-072:1995

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai scissométrique en laboratoire*

## **X4.3.2. Ejtőkúpos vizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-6

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 6: Fall cone test*

SS 27125:1991

*Geotechnical test methods. Undrained shear strength. Fall cone test. Cohesive soil*

## **X4.4. A talajszilárdság vizsgálata**

### **X4.4.1. Egyirányú nyomóvizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-7

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 7: Unconfined compression test on fine grained soils*

NF P 94-077:1997

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai de compression uniaxiale*

### **X4.4.2. Konzolidálatlan, drénezetlen nyomóvizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-8

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 8: Unconsolidated undrained triaxial test*

NF P 94-070:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai à l'appareil triaxial de révolution. Généralités, définitions*

NF P 94-074:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai à l'appareil triaxial de révolution. Appareillage. Préparation des éprouvettes. Essais (UU) non consolidé non drainé. Essai ( $C_U + u$ ) consolidé non drainé avec mesure de pression interstitielle. Essai (CD) consolidé drainé*

### **X4.4.3. Konzolidált triaxiális nyomóvizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-9

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water saturated soils*

BS 1377-8:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 8: Shear strength tests (effective stress)*

NF P 94-070:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai à l'appareil triaxial de révolution. Généralités, définitions*

NF P 94-074:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai à l'appareil triaxial de révolution. Appareillage. Préparation des éprouvettes. Essais (UU) non consolidé non drainé. Essai ( $C_U + u$ ) consolidé non drainé avec mesure de pression interstitielle. Essai (CD) consolidé drainé*

### **X4.4.4. Konzolidált közvetlen nyíróvizsgálat**

CEN ISO/TS 17892-10

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 10: Direct shear tests*

BS 1377-7:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 7: Shear strength tests (total stress)*

ASTM D 3080-98

*Test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions*

SS 27127

*Geotechnical tests. Shear strength. Direct shear test, CU-and CD-tests. Cohesive soils*

NF P 94-071-1:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai de cisaillement rectiligne à la boîte. Partie 1: Cisaillement direct*

NF P 94-071-2:1994

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai de cisaillement rectiligne à la boîte. Partie 2: Cisaillement alterné*

**X4.5. A talaj összenyomhatóságának vizsgálata**

CEN ISO/TS 17892-5

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 5: Incremental loading oedometer test*

BS 1377-5:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 5: Compressibility, permeability and durability tests*

NS 8017:1991

*Geotechnical testing. Laboratory methods. Determination of one-dimensional consolidation properties by oedometer testing. Method using incremental loading*

ASTM D 2435-96

*Test method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils*

XP P 94-090-1:1997

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai oedométrique. Partie 1: Essai de compressibilité sur matériaux fins quasi saterés avec chargement par paliers*

XP P 94-091:1995

*Sols: Reconnaissance et Essais. Essai de gonflement à l'oedomètre. Détermination des déformations par chargement de plusieurs éprouvettes*

SS 27126:1991

*Geotechnical tests. Compression properties. Oedometer test, CRS-test. Cohesive soil*

SS 27129:1992

*Geotechnical tests. Compression properties. Oedometer test, incremental loading. Cohesive soil***X4.6. A talaj tömörítési vizsgálata**

BS 1377-4:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 4: Compaction related tests; Clause 3 Determination of dry density/moisture content relationship*

BS 1377-4:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 4: Compaction related tests; Clause 7 Determination of California Bearing Ratio (CBR)*

MEGJEGYZÉS: ASTM D-698-78, D-1557-78, AASHTO/99 és T180 használható a tömörítési vizsgálatra, az ASTM D1883-94 és AASHTO T193 használható a CBR-érték meghatározására. A BS 1377:1990 azonban kissé eltér azon US-ajánlások előírásaitól, amelyeket a legtöbb útlaboratórium alkalmaz.

SS 27109

*Geotechnical tests. Compaction properties. Laboratory compaction*

NF P 94-078:1997

*Sols: Reconnaissance et Essais. Indice CBR après immersion. Indice CBR immédiat. Indice Portant Immédiat. Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR*

NF P 94-093:1999

*Sols: Reconnaissance et Essais. Détermination des références de compactage d'un matériau. Essai Proctor normal. Essai Proctor modifié***X4.7. A talaj áteresztőképességének vizsgálata**

CEN ISO/TS 17892-11

*Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 11: Permeability test*

BS 1377-5:1990

*Methods of test for soils for civil engineering purposes. Part 5: Compressibility, permeability and durability tests*

DIN 18130-1:1998

*Soil: Investigation and testing. Determination of the coefficient of water permeability. Part 1: Laboratory tests*

ISO/DIS 17313

*Soils quality. Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials using flexible wall permeameter. ISO/TC 190/SC 5.*

MEGJEGYZÉS: Az ISO/DIS 17313 környezeti vizsgálatra vonatkozik és néhány nagyon szigorú előírást tartalmaz, amelyek betartása nem szükséges az általános geotechnikai gyakorlatban.

## **X4.8. Kőzetpróbatest készítése vizsgálathoz**

ASTM D 4543-01

*Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances*

## **X4.9. Szilárd kőzetek osztályozóvizsgálata**

### **X4.9.1. Általános rész**

BS 5930:1981

*Code of practice for site investigation; Section 8 Description and classification of rock for engineering purposes*

*ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring, Part 1 Site Characterization (1981)*

### **X4.9.2. A víztartalom meghatározása**

ISRM Part 1

*Suggested methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties;*

Section 1 Suggested method for determination of the water content of a rock sample

### **X4.9.3. Térfogatsűrűség és hézagterfogat**

ISRM Part 1

*Suggested methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties;*

Section 2 Suggested method for porosity/density determination using saturation and calliper techniques

ISRM Part 1

*Suggested methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties;*

Section 3 Suggested method for porosity/density determination using saturation and buoyancy techniques

## **X4.10. A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata**

### **X4.10.1. A térfogat-állandóság mellett fellépő duzzadási nyomás indexe**

*ISRM Suggested Methods for Determining Swelling and Slake-Durability Index Properties; Test 1 Suggested Method for Determination of the Swelling Pressure Index of Zero Volume Change*

### **X4.10.2. A tengelyirányban terhelt, sugárirányú alakváltozásban gátolt próbatesten mért duzzadási nyomás indexe**

*ISRM Suggested Methods for Determining Swelling and Slake-Durability Index Properties; Test 2 Suggested Method for Determination of the Swelling Strain Index of a Radially Confined Specimen with Axial Surcharge*

### **X4.10.3. A kőzetpróbatest szabad duzzadási alakváltozása**

*ISRM Suggested Methods for Determining Swelling and Slake-Durability Index Properties; Test 3 Suggested Method for Determination of the Swelling Strain Developed in an Unconfined Rock Specimen*

## **X4.11. A kőzetszilárdság vizsgálata**

### **X4.11.1. Egyirányú nyomószilárdság és alakváltozás**

*ISRM Suggested Methods for Determining Unconfined Compressive Strength and Deformability*

ASTM D 2938:1991

*Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens*

### **X4.11.2. Pontterheléses vizsgálat**

*ISRM Suggested Method for Determining Point Load Strength;*

revised version has been published in International Journal for Rock Mechanics. Min. SCI. & Geomech. Abstr. Vol 22, No. 2, pp. 51–60, 1985



**X4.11.3. Közvetlen nyíróvizsgálat**

*ISRM Suggested Method for Determining Shear Strength, Part 2: Suggested Method for Laboratory Determination of Direct Shear Strength*

**X4.11.4. Brazilvizsgálat**

*ISRM Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials, Part 2: Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test*

**X4.11.5. Triaxiális nyomóvizsgálat**

*ISRM Suggested Method for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression*

**X5. A laboratóriumi vizsgálatra vonatkozó könyvek, cikkek és egyéb kiadványok**

Bieniawski, Z. T. (1989)

*Engineering Rock Mass Classification*

New York: Wiley, 251 p

BRE Paper BR 279 (19--)

*„Sulfate and acid attack on concrete in the ground: recommended procedures for soil analysis”*

Watford, UK: Building Research Establishment

*A guide to engineering geological description*

DGF Bulletin 1, Rev. 1, DGF, May 1995

Head, K. H.

*Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 1: Soil Classification and Compaction Tests*, 2nd ed.

London, Pentech Press, 1992

Head, K. H.

*Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 2: Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests*, 2nd ed.

London, Pentech Press, 1994

Head, K. H.

*Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 3: Effective Stress Tests*

London, Pentech Press, 1986

*Suggested method for determining point load strength*

Min. Sci & Geomech. Abstr. Vol 22, No. 2,

International Journal of Rock Mechanics,

ISRM, 1985, pp 51–60

Sherard, K. L., Decker, R. S. And Ryker, N. L. (1972)

*Piping in Earth Dams of Dispersive Clay Vol. 1, Part 1*

Proc. ASCE Specialty Conf. on Performance of Earth and Earth-Supported Structures

West Lafayette, Indiana, Purdue University, June 1972, pp 589–626

Sherard, K. L., Dunnigan, L. P., Decker, R. S. and Steel, E. F.

*Pinhole test for identifying dispersive soil*

K. Geotechn. Eng. Div., ASCE. Vol. 102, No. GT1 (January), 1976, pp 69–85

Slunga, E. & Saarelainen, S. (1989)

*Determination of frost-susceptibility of soil*, A. A. Balkema

Proc. of 12<sup>th</sup> ICSMFE, Vol. 2. Session 19

Rio de Janeiro, 13–18 August 1989, pp 1465–1468

**A magyar fordítás vége**

**NA nemzeti melléklet**  
(tájékoztató)

**A szabvány mellékleteinek alkalmazása**

Az MSZ EN 1997-2:2008 mellékleteiben foglaltakat Magyarországon a következők szerint kell alkalmazni.

**NA1.** A melléklet: *A geotechnikai vizsgálatok eredményeinek jegyzéke*

Magyarországi alkalmazása ajánlott, figyelembe véve az egyes vizsgálatokra vonatkozóan a nemzeti melléklet további részeiben megfogalmazottakat.

**NA2.** B melléklet: *A geotechnikai vizsgálatok tervezése*

Magyarországi alkalmazása ajánlott, figyelembe véve az egyes vizsgálatokra vonatkozóan a nemzeti melléklet további részeiben megfogalmazottakat.

**NA3.** C melléklet: *A talajvíznyomás meghatározása modell és hosszú idősorú mérések alapján*

Magyarországi alkalmazása ajánlott. Magyarország hidrológiai adottságait pontosabban figyelembe vevő módszereket ajánl Rétháti (lásd az NA24. fejezetben).

**NA4.** D melléklet: *Nyomószondázás pórusvíznyomás-méréssel vagy anélkül*

Magyarországi alkalmazása a következők figyelembevételével ajánlott:

- a D1., D2., D4. és D5. fejezetben szereplő módszerek alkalmazása általában reális eredményekre vezet.
- a D3. fejezetben ajánlott süllyedésszámítási módszerre vonatkozó hazai tapasztalat nincs, ezért alkalmazása csak akkor fogadható el, ha annak jogosságát meggyőzően igazolják.
- a D6. fejezet alapján a fajlagos talpellenállás és a fajlagos palástellenállás karakterisztikus értékét lehet megállapítani. A magyarországi próbaterhelési tapasztalatok szerint CFA-cölöpök esetében ezeknél az értékeknél valamelyest kedvezőbbek is reálisak lehetnek.
- a D7. fejezetben a cölöpök nyomási ellenállásának számítására ajánlott módszer alkalmazása a szemcsés talajok esetében ajánlott, de a számításban szereplő paramétereket (jelesül a D5. táblázat szerinti  $\alpha$ -értékeket) helyénvaló lokális kalibrálással vagy a tapasztalatok átfogó feldolgozásával pontosítani. A kötött talajok esetében a D6. táblázatban ajánlott  $\alpha_s$ -értékek különösképpen pontosítást kívánnak. Magyarország talajadottságait pontosabban figyelembe vevő módszereket ajánl Szepesházi (lásd az NA24. fejezetben).

**NA5.** E melléklet: *Presszióméteres vizsgálat (PMT)*

A mellékletben szereplő módszer alkalmazása Magyarországon – tapasztalatok hiányában – általában nem ajánlott.

**NA6.** F melléklet: *Standard penetrációs vizsgálat (SPT)*

A mellékletben szereplő módszer alkalmazása Magyarországon – tapasztalatok hiányában – általában nem ajánlott.

**NA7.** G melléklet: *Verőszondázás (DP)*

Magyarországi alkalmazása elsősorban a nehéz verőszondázáshoz a hazai tapasztalatokat és korrelációs összefüggéseket is figyelembe véve ajánlott.

**NA8.** H melléklet: *Fúrőszondázás (WST)*

A mellékletben szereplő módszer alkalmazása Magyarországon – tapasztalatok hiányában – általában nem ajánlott.

**NA9.** I melléklet: *Terepi nyírőszondázás (FVT)*

Az I1. fejezet alkalmazása az I2. fejezetben az I1. ábrával grafikusan, illetve az I5. fejezet (2) bekezdésében – az előbbivel lényegében azonos eredményre vezető képlettel – megadott  $\mu$  korrekciós tényezővel ajánlott.

**NA10.** J melléklet: *Lapdilatométeres vizsgálat (DMT)*

A mellékletben szereplő módszer alkalmazása Magyarországon – tapasztalatok hiányában – általában nem ajánlott.

**NA11.** K melléklet: *Terhelőlapos vizsgálat (PLT)*

A mellékletben szereplő módszer magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA12.** L melléklet: *Talajpróbatestek készítése. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA13.** M melléklet: *A talajok osztályozásához, azonosításához és jellemzéséhez szükséges vizsgálatok. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása általában ajánlott, az M8. fejezettel kapcsolatban azonban meg kell jegyezni, hogy a fagy- és olvadási károk veszélye Magyarországon is nagy, és a tapasztalatok szerint inkább az iszapok, mint az agyagok esetén.

Magyarországon a diszperzív talajok azonosítására a tűszűrős vizsgálat terjedt el.

**NA14.** N melléklet: *A talaj vegyvizsgálata. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA15.** O melléklet: *A talajszilárdság indexvizsgálatai. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott. Dokumentált tapasztalatok hiányában azonban a szilárdsági indexvizsgálatok eredményeiből csak aktuálisan felállított korreláció alapján szabad következtetni a nyírőszilárdságra.

**NA16.** P melléklet: *A talajok szilárdságának vizsgálata. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA17.** Q melléklet: *A talajok összenyomhatósági vizsgálata. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott. A Q1. táblázat első oszlopában, az  $E_{\text{oed}}$  változékonyságát minősítő egyenlőtlenségekben a %-os adat a vizsgálat alapján megállapított legnagyobb és legkisebb ödométeres modulus különbségének az átlaghoz viszonyított %-át jelenti.

**NA18.** R melléklet: *A talajok tömörítési vizsgálata. Részletes tájékoztatás*

Magyarországon alkalmazása ajánlott, a hazai tapasztalatok és az előírások a módosított Proctor-vizsgálathoz kapcsolódnak.

**NA19.** S melléklet: *A talajok áteresztőképességének vizsgálata. Részletes tájékoztatás*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA20.** T melléklet: *Kőzetpróbatest készítése vizsgálathoz*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA21.** U melléklet: *A szilárd kőzetek osztályozóvizsgálata*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA22.** V melléklet: *A szilárd kőzetek duzzadásának vizsgálata*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA23.** W melléklet: *A kőzetszilárdság vizsgálata*

Magyarországi alkalmazása ajánlott.

**NA24.** X melléklet: *Irodalomjegyzék*

Az ajánlott irodalom Magyarországra vonatkozóan a következőkkel egészül ki.

MSZ 14043-2:2006

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talajok megnevezése talajmechanikai szempontból*

MSZ 14043-3:1979

*Talajmechanikai vizsgálatok. Szemeloszlás meghatározása*

MSZ 14043-4:1980

*Talajmechanikai vizsgálatok. Konzisztenciahatárok*

MSZ 14043-5:1980

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talaj anyagsűrűsége*

MSZ 14043-6:1980

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talajt alkotó fázisok térfogat- és tömegarányai*

MSZ 14043-7:1981

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talajok tömöríthetőségének és tömörségének vizsgálata*

MSZ 14043-8:1981

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talajok alakváltozásának vizsgálata ödométerrel*

MSZ 14043-9:1982

*Talajmechanikai vizsgálatok. Szervesanyag-tartalom meghatározása*

MSZ 14043-10:1982

*Talajmechanikai vizsgálatok. A talajvíz szulfátion-tartalmának és pH-értékének meghatározása*

MSZ 14043-11:1983

*Talajmechanikai vizsgálatok. Az eredmények összefoglalása*

Kabai I., Varga L.

*Adalékok a folyadéksúly-mérésen alapuló szemeloszlási vizsgálatokhoz*

Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei, Budapest, 1967. XIII. évf. 5. szám, 11–22. oldal

Kézdi Á.

*Talajmechanikai praktikum*

Tankönyvkiadó, Budapest, 1976. 12–15. oldal

Rétháti L.

*Talajvíz a mélyépítésben*

Akadémiai Kiadó, Budapest, 1974.

Szepesházi R.

*A CFA-cölöpök hazai bevezetésének módszerei és tapasztalatai*

Közúti és Mélyépítési Szemle, Budapest, 51. évf. 2001. 5. szám. 171–179. oldal

ÚT 2-1.222:2006

*Utak és autópályák létesítésének geotechnikai szabályai*

Magyar Útügyi Társaság, Budapest, 2006.

Müller Mérnökiroda Kft.

## A szövegben hivatkozott európai szabványok

EN 1990:2002	Eurocode: Basis of structural design
EN 1997-1:2004	Eurocode 7 : Geotechnical design. Part 1: General rules
EN ISO 14688-1	Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of soil. Part 1: Identification and description
EN ISO 14688-2	Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of soil. Part 2: Classification principles
EN ISO 14689-1	Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of rock. Part 1: Identification and description
EN ISO 22475-1*	Geotechnical investigation and testing. Sampling by drilling and excavation and groundwater measurements. Part 1: Technical principles of execution
EN ISO 22476-1*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 1: Electrical CPT and CPTU
EN ISO 22476-2	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 2: Dynamic probing
EN ISO 22476-3	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 3: Standard penetration test
EN ISO 22476-4*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 4: Ménard pressuremeter test
EN ISO 22476-5*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 5: Flexible dilatometer test
EN ISO 22476-6*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 6: Self boring pressuremeter test
EN ISO 22476-8*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 8: Full displacement pressuremeter test
EN ISO 22476-9*	Geotechnical investigation and testing. Field testing Part 9: Field vane test
EN ISO 22476-12*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 12: Mechanical CPT
EN ISO 22476-13*	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 13: Plate loading test

---

\* Kiadás alatt.