Tervszám: 52.522; PST: K331.02

Azonosító: H1\_1.1\_E\_B02

**A tervdokumentáció megnevezése:**

**Talajvizsgálati jelentés**

**Nyíregyháza, Nagykörút hiányzó szakaszának négysávosítása**

**Engedélyezési terv**

Szakág:

**H1 - Geotechnika, Útépítés**

**ALÁÍRÓLAP**

|  |
| --- |
| Készítette: |
| Felelős tervező: |
| Sándor Csaba  GT, SZÉS8 13-13413 |
| Dátum: 2019.06.3 |
| Aláírás: |

Tervszám: 52.522; PST: K331.02

Azonosító: H1\_1.1\_E\_B02

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TERVJEGYZÉK** | | |
| **Tervszám** | **Verzió** | **Terv címe** |
| 52.522 | E\_B01: 2019.05.15. | bírálati engedélyezési terv |
| 52.522 | E\_B02: 2019.06.3. | a NIF bírálata alapján javított engedélyezési terv |
|  |  |  |
|  |  |  |

Tervszám: 52.522; PST: K331.02

Azonosító: H1\_1.1\_E\_B02

**Talajvizsgálati jelentés**

**Nyíregyháza, Nagykörút hiányzó szakaszának négysávosítása**

**Engedélyezési terv**

Tartalomjegyzék

[1. Előzmények, a megbízás tárgya, tervezői adatszolgáltatás 4](#_Toc10238868)

[2. Geológiai adottságok, helyszíni viszonyok 5](#_Toc10238869)

[3. A nyomvonal ismertetése 6](#_Toc10238870)

[4. Geotechnikai kategória 8](#_Toc10238871)

[5. Talajfeltárások 11](#_Toc10238872)

[6. Talajrétegződés, talajállapot 15](#_Toc10238873)

[7. Talajvízviszonyok 24](#_Toc10238874)

[8. A feltárt talajok minősítése 28](#_Toc10238875)

[9. Földrengésviszonyok 29](#_Toc10238876)

Mellékletek jegyzéke

H1\_1.2\_E\_B02: Fúrásszelvények (M=1: 100) és padkafeltárások dokumentációja

H1\_1.3\_E\_B02: Nyomószonda és dinamikus szondavizsgálatok jegyzőkönyve

H1\_1.4\_E\_B02: Fúrásnaplók és padkafeltárások helyszíni naplói

H1\_1.5\_E\_B02: Laborvizsgálatok jegyzőkönyvei

H1\_1.6\_E\_B02: A feltárások során készített fotódokumentáció

H1\_1.7\_E\_B02: A burkolatfúrások dokumentációja

Tervszám: 52.522; PST: K331.02

Azonosító: H1\_1.1\_E\_B02

**Talajvizsgálati jelentés**

**Nyíregyháza, Nagykörút hiányzó szakaszának négysávosítása**

**Engedélyezési terv**

**Építtető:** NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (1134 Budapest, Váci út 45.)

**Megbízás tárgya:** a címbéli útszakasz engedélyezési szintű geotechnikai tervezési munkarészének elkészítése.

# Előzmények, a megbízás tárgya, tervezői adatszolgáltatás

A komplex tervezési feladat tárgya Nyíregyháza, Nagykörút DNy-i szektorában a hiányzó szakasz négysávosításához kapcsolódó útépítés geotechnikai szakági tervezése. A feladatban lehatárolt tervezési terület: a tervezési beavatkozás kezdőszelvénye a 4. sz. főút Budapest - Debrecen - Záhony elsőrendű főút 273+445 km szelvénye. A nyomvonal a Móricz Zs. út mentén keresztezi az Érpataki-főfolyást új műtárgy építésével, majd a Huszársor - Simai utak kereszteződésében csomópont korszerűsítésen keresztül a Huszársor mentén halad az Állomás tér - Arany János utcák kereszteződéséig. A beavatkozás végszelvénye a 3317 j. Hajdúnánás - Nyíregyháza összekötő út 56+219 km szelvénye (Huszársor utca - Arany János utca csomópontja). Az aktuális tervfázis: engedélyezési terv.

A feladatunk a tervezett útszakasz engedélyezési tervszintű geotechnikai tervezési munkarészének az elkészítése. A H - Geotechnika szakági munkarészen belül jelen H1 tervcsomag az útépítéshez szükséges szakági munkarészt tartalmazza, melynek Talajvizsgálati jelentés részében a tervezési szakaszon készített talajfeltárások adatait dokumentáljuk, valamint Geotechnikai tervezési beszámoló is készül. A H2 tervcsomag az Érpataki - főfolyás feletti műtárgy építéséhez szükséges szakági munkarészt tartalmazza, melynek Talajvizsgálati jelentés részében a műtárgy tervezéséhez készített talajfeltárások adatait dokumentáljuk, valamint Geotechnikai tervezési beszámoló is készül.

A projektben közreműködők adatai:

* Főtervező: UVATERV Zrt. (1117 Budapest, XI., Dombóvári út 17-19.);
* Szaktervezők (útépítés):

UVATERV Zrt. 503. iroda;

Cívis Komplex Mérnök Kft. (4031 Debrecen, Gizella utca 13/D.)

* Geotechnikai tervező: Sándor Geotechnika Kft. (2049 Diósd, Erzsébet utca 11.);
* Geotechnikai feltárások: Vértes Drill Kft. (8066 Pusztavám, Rákóczi út 49.), TPA HU Kft. (1097 Budapest, Illatos út 8.), Számgeo Bt. (1184 Budapest, Lakatos u. 61-63.);

A szakasz geotechnikai tervezéséhez előzménytervek, feltárások nem készültek. Az útszakasz engedélyezési tervezéséhez talajfúrásokat, nyomószonda vizsgálatot, dinamikus szondázásokat, padkafeltárásokat készítettünk, továbbá felhasználtuk a generáltervező által az útszakaszon készíttetett pályaszerkezeti rétegek fúrásos feltárásának adatait is. A feltárások és laborvizsgálatok alapján összegyűjtött adatokat feldolgoztuk, melynek eredményét a jelen engedélyezési tervszintű talajvizsgálati jelentésben adunk meg.

# Geológiai adottságok, helyszíni viszonyok

A tervezési terület földrajzilag a Nyírség területén helyezkedi kel. A homokdombvidék szigetszerűen emelkedik ki az Alföld síkjából, a domborzati képe jelentős mértékben még ma is a futóhomok formákat őrzi.

A dombsorok nagyjából É-D-i irányban helyezkednek el, közöttük vizenyős mélyedések, vápák húzódnak, s ezekben állandó vagy időszakos vízerek. A Nyírség keleti és nyugati fele száraz, míg a közepétől északra, a Rétköz irányába futó vízeret találunk.

A tervezési terület altalaját ~100 m nagyságrendi vastagságú, a negyedidőszaki korban keletkezett szárazföldi és folyóvízi vegyes üledékek, agyag, iszap, homok, kavics jelentik. Az összlet alsó részén folyóvízi homok található, mely felfelé fokozatosan eliszaposodik, és csaknem teljesen összefüggő, gyakran tőzeges, ártéri kőzetlisztes, sok finom homokot tartalmazó öntésiszapba megy át. E fölött 1,0 - 5,0 m vastag homokos löszt és löszös homokot találunk, mely ugyan nem mindenütt fejlődött ki. E lösztalajokon helyenként szikképződés figyelhető meg. Ahol hiányoznak a löszképződmények, ott az ártéri öntéstalajok összefüggően jelentkeznek. Az ártéri öntéstalajok a vízfolyások mentén olykor jelentős, 100 m-t is meghaladó szélességben fellelhetők, melyek jellemzően álló vízből kiülepedett finomszemcsés rétegek, iszap, agyagrétegek.

A löszös képződményekre (löszös alapszint) települ a futóhomokos összlet. A futóhomokos összlet heterogén felépítésű, löszös és finomszemű betelepüléses. A felszínen is megtalálható talajfajták a löszös homok, finomszemű kötött futóhomok, homokos lösz, lösz és típusos futóhomok. E rétegek felső 0,8 - 1,3 m-es része humuszosodott feltalaj.

A Nyírség felszín alatti vizekben gazdag, a rétegek utánpótlódása a homok durva szemcseszerkezete miatt van. A Nyírségben a völgyekben 1-2 m, míg a dombok alatt 4-8 m a talajvíztükör átlagos mélysége a felszín alatt. A Nyírségben nincsenek a felszínen nagy kiterjedésű vízzáró rétegek, melyek alatt a talajvíz nyomás alá kerülne, ezért a nyugalmi szintek nyílttükrű rendszert alkotnak. Nincsenek a felszín fölé szökő, pozitív nyomású kutak. A csapadék a laza, kötetlen futóhomokban könnyen beszivárog és az iszaplencsék felett meggyűlik, és a felszínhez közel áll. Az évi rendszeres talajvízjárás 2,0 m körüli.

A nyomvonal menti geotechnikai viszonyok, az altalaj rétegződése egységes jelleget mutat. Általában jellemző a tervezési területre, hogy a felszínt 1,2-1,9 m vastagságban sötétbarna-barna, változó mértékben salakos-építési törmelékes, kissé iszapos homok rétegek fednek, melyek elszórtan tartalmaznak kavicsot, illetve a szakasz K-i felén a 4. sz. út mentén fő tömegében iszap talajok. A feltöltés rétegek alatt a területet 1782-1785-ben még uraló, meanderező Ér-patak sötétbarna, szürkésbarna, szürke kissé agyagos, iszapos homok rétegei helyezkednek el. Az Állomás tér - Huszár sor mentén e rétegeket 3,5-3,6 m mélységig tártuk fel, az Érpataki főfolyás felé haladva, és attól K-i irányban a tervezési szakaszon e rétegek jelentek meg a 6-16 m mélységű feltárásokban végig. A patak mentén vékony iszap - sovány agyag ártéri üledékek találhatók, melyek általában kissé szervesnek minősülnek. A pataküledékek alatti talajok - az Állomás tér - Huszár sor mentén - a sárgásbarna, szürke foltos, kissé agyagos - kissé iszapos homokrétegek.

# A nyomvonal ismertetése

A nyomvonal környezetének áttekintő helyszínrajzát a tervcsomag **H1\_3.1\_E\_B02** tervlapján adtuk meg, vázlatos áttekintést továbbá az 1. ábrán mutatunk be. A tervezési szakasz átnézeti helyszínrajzát a tervcsomag **H1\_3.2\_E\_B02** tervlapján adtuk meg. A területet szemlélve geotechnikai okokra visszavezethető károsodást nem észleltünk. A terület környezetében alábányászottságról, üreg létezéséről, hulladék lerakásáról nincs tudomásunk.

A nyomvonal környezete külvárosias beépítettséget tükröz. A nyomvonal körbeveszi, Ny-i és D-i oldalról határolja az Érkert nevű városrészt. A Nagykörút - érintve a vasúti pályaudvart - jellemzően jelentős forgalmat bonyolít le, melynek átbocsátó képességét meghatározza a Huszár sor - Móricz Zsigmond út jelenleg 2x1 sávos kialakítása.

A tervezési beavatkozás kezdőszelvénye a 4. sz. főút Budapest - Debrecen - Záhony elsőrendű főút 273+445 km szelvénye, ami a tervezett 3325. j. összekötő út 0+000 km szelvénye. A szakasz halad végig a Móricz Zs. út - korábban Laktanya sor - nyomvonalán, majd a 0+547 km szelvényben keresztezi az Érpataki-főfolyást. A keresztezés helyén kéttámaszú műtárgy létesül. A Móricz Zs. út mentén a szelvényezés szerinti jobb oldalon adott a lehetőség az út szélesítéséhez. Tovább a Móricz Zsigmond út nyomvonalán a 0+540,76 km szelvényben betorkollik a nyomvonal a Simai út - Huszár sor utak kereszteződésébe, ami a 3317. sz. Hajdúnánás - Nyíregyháza összekötő út 55+385 km szelvényében van. Innen tovább a nyomvonal a Huszársor nyomvonalán halad egészen az Állomás tér - Arany János út kereszteződéséig. A Huszársor mentén az út szélesítésére a szelvényezés szerinti bal oldal adja a lehetőséget. A tervezési szakasz határa a 3317. j. út 56+212 km szelvényben van, itt csatlakozik a Nyíregyháza Intermodális Csomópont projekthez. A tervezési szakasz hossza 1+372,24 km szelvényben van.

. ábra: A tervezési szakasz áttekintő térképe

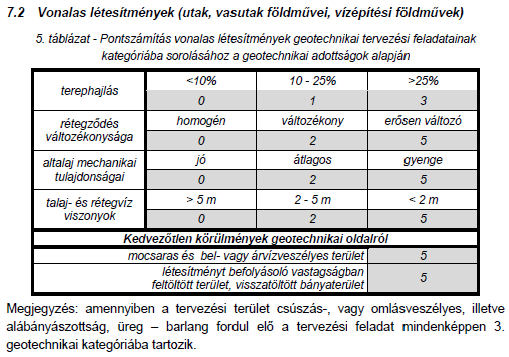


A terepszint és a talajvízszint a nyomvonal mentén kismértékben változó. A terepszint a feltárások adatai alapján a 108,10 - 111,20 mBf szintek között változott, mindkettő adat a Móricz Zs. úti nyomvonalszakaszról származik. A nyomvonal mentén azonos időpontokban készített feltárásokban a talajvízszint nyugalmi szintjét -2,0 - -3,6 m terepszint alatti mélységek között mértük.

A korábbi területhasználatot tekintve - az 1782 - 1785-ös felmérések szerint - lakott településrész a mai 4. sz. főúttól K-re eső és a mai Móricz Zsigmond úttól É-ra eső területeken volt. A 4. sz. út helyén lévő korábbi szekérúttól Ny-ra eső területen - ami az Ér-kert nevet viselte - földművelés, gyümölcstermesztés volt jellemző, a vízfolyás szélesen meanderező területe mindkét oldalán. Az 1820 - 1870 között készített felmérések adatai a terület megváltozott jellegét mutatják: a területen megjelenik a vasút a mai vasúti pályák helyén, az állomás is a jelenlegi vasútállomás helyén épül meg. Ezzel összefüggésben az Érpataki-főfolyást a mai nyomvonalán, szabályozott, épített mederbe terelték. Az akkor lakott település szélén laktanya (Laktanya sor) üzemelt, illetve a Móricz Zs. út D-i oldalán szeszgyár.

# Geotechnikai kategória

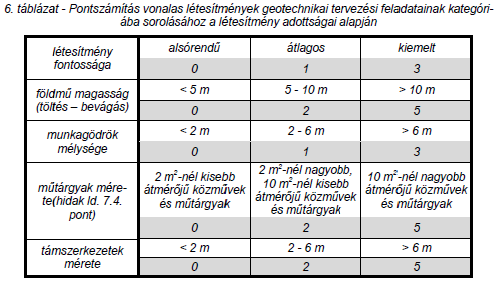
A tervezett létesítmény geotechnikai kategóriába sorolását a MMK Geotechnikai Tagozat által kiadott "Segédlet az új, EC7 alapú geotechnikai dokumentációk tartalmi követelményeit betartó munkarészekhez, a mérnöki és vizsgálati ráfordítások összeállításához tervfázisonként - 2015. július" c. kiadványban foglaltak alapján végeztük el, a következők szerint:



Értékelés a tervezési terület geotechnikai adottságai alapján:

* terephajlás: < 10%, 0 pont
* rétegződés változékonysága: változékony 2 pont
* altalaj mechanikai tulajdonságai: átlagos 2 pont
* talaj- és rétegvíz viszonyok: <2 m, 5 pont
* kedvezőtlen körülmények: nincsenek 0 pont

**Részpontszám a tervezési terület geotechnikai adottságai alapján: 9 pont.**

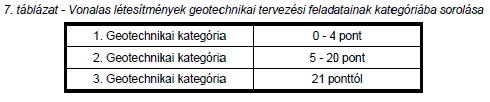


Értékelés a létesítmény adottságai alapján:

* létesítmény fontossága: átlagos, 1 pont
* földmű magasság (töltés-bevágás): <5 m, 0 pont
* munkagödrök mélysége: <2 m, 0 pont
* műtárgyak mérete: 2 pont
* támszerkezetek mérete: nem merül fel 0 pont

**Részpontszám a létesítmény adottságai alapján: 3 pont.**

**Összes pontszám a tervezési terület geotechnikai adottságai és a tervezett létesítmény adottságai alapján: 12 pont, mely alapján a tervezési feladatot a 2-es geotechnikai kategóriába soroltuk.**



A geotechnikai kategóriába sorolást egyeztettük a generáltervezővel és az érintett szakági tervezőkkel, a besorolást minden fél elfogadta.

# Talajfeltárások

A szakasz engedélyezési tervezéséhez készített - az Építtető által jóváhagyott - feltárási tervben:

* 5 db, egyenként 6,0 m mélységű fúrás szerepelt az útépítés tervezéséhez,
* 1 db 16,0 m mélységű fúrás és
* 1 db 16,0 m mélységű nyomószonda a műtárgy tervezéséhez, továbbá
* 7 db pályaszerkezeti rétegeket vizsgáló padkafeltárást irányoztunk elő a meglévő útszakaszok pályaszerkezeti rétegeinek feltárására. A feltárási tervben ugyanakkor jeleztük, hogy a meglévő utak pályaszerkezeti rétegeinek burkolatfúrásos feltárását irányozta elő az útépítési szakági tervező, melynek adatait felhasználjuk a geotechnikai tervezésben.

A megvalósult feltárások a következők szerint tértek el a feltárási tervhez képest:

* A geotechnikai feltárások időpontjára elkészültek a meglévő útszakaszok burkolatfúrásos feltárásai, így az előirányzott 7 db padkafeltárás helyett 3 db-ot készítettünk el, mivel a burkolatfúrásos feltárások reprezentatív, alátámasztott adataival együtt teljesül a meglévő pályaszerkezetek feltárási sűrűségére vonatkozó 300 m-es távolság kritérium. A Huszársor menti tervezési szakaszon folytonos a betonozott szegély, a közútkezelői hozzájárulás szegély bontását nem engedélyezte. A padkafeltárások mélysége nem érte el a feltárási tervben előirányzott mélységeket, mivel azok a megvalósult mélységekkel is elérték a pályaszerkezeti rétegek alsó síkját, továbbmélyítésük nem volt szükséges. A padkafeltárásokban a termett talajok felszínén el tudtuk készíteni a dinamikus teherbírásméréseket.
* A műtárgy tervezéséhez a feltárási tervben szereplő feltárásokon túl, további 2 db, egyenként 8,0 m mélységű kiegészítő talajfúrás is készült.
* A műtárgy tervezéséhez ezen felül, továbbá a feltárási tervben szereplő feltárásokon túl, további 2 db, egyenként 8,0 m mélységű kiegészítő DPH dinamikus talajszondázást is készült, miután szemcsés altalajviszonyok jelentkeztek a műtárgy fúrásokban - az MSZ EN 1997-1:2006 geotechnikai tervezési szabvány szerint pedig közvetlen tervezési adatok nyerhetők e közvetett feltárások adataiból durvaszemcsés talajokban.

A szakasz engedélyezési tervezéséhez elkészített talajfeltárások távolsága 300 m alatti sűrűségű, mely szükséges és elégséges mértékű feltárási sűrűséget jelent a 2-es geotechnikai kategóriába sorolt létesítmény engedélyezési tervezéséhez. A tervezési szakaszon a meglévő burkolt útpályák szerkezeti rétegeit útburkolat fúrásokkal és padkafeltárásokkal tártuk fel oly módon, hogy e feltárások sűrűsége is 300 m alatti legyen.

A talajvizsgálati jelentésben értékelt feltárások helyét és egyéb adatait az 1. táblázat szerint összesítettük. A tervezési terület részletes helyszínrajzát a tervcsomag **Általános helyszínrajzi melléklet**ében adtuk meg a **H1\_3.3\_E\_B02** és **H1\_3.4\_E\_B02** sz. tervlapokon. A feltárásokat a helyszínen kézi GPS készülékkel tűztük ki, magasságilag pedig ismert magasságú ponthoz szinteztük be azokat.

1. táblázat: Feltárások adatai

| **Feltárások** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jel | Típus | Dátum | Tervezett/megvalósult mélysége [m] | Magasság [mBf] | Helye |
| N1. | fúrás | 2019.03.29 | 6,0/6,0 | 109,30 | 1+276,6 km sz. tj. 21,7 m |
| 1\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 109,83 | 1+162 km sz. tb. 4,3 m |
| N2. | fúrás | 2019.03.29 | 6,0/6,0 | 110,30 | 0+991 km sz. tb. 23,8 m |
| 2\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 109,86 | 0+961 km sz. tj. 6,5 m |
| 3\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 109,45 | 0+863,2 km sz. tj. 10,2 m |
| 4\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 109,34 | 0+755 km sz. tj. 4,7 m |
| N3. | fúrás | 2019.03.29 | 6,0/6,0 | 109,50 | 0+706 km sz. tb. 13,3 m |
| p1. | padkafeltárás | 2019.03.30 | 1,0/0,34 | 108,98 | 0+607 km sz. tj. 12 m |
| 5\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 108,93 | 0+556 km sz. tj. 1 m |
| p5. | padkafeltárás | 2019.03.30 | 1,0/0,3 | 108,02 | 3317 j. út 55+339 km sz. tj.3,6 m |
| NH4. | fúrás | 2019.05.03 | -/8,0 | 108,35 | 0+525 km sz. tb. 15,4 m |
| NH5. | fúrás | 2019.05.03 | -/8,0 | 108,62 | 0+513 km sz. tj. 2,6 m |
| DPH5. | dinamikus szonda | 2019.05.03 | -/8,0 | 108,62 | 0+513 km sz. tj. 2,6 m |
| NH5\_Cpt. | műtárgy nyomószonda | 2019.05.20 | 16,0/16,0 | 108,62 | 0+513 km sz. tj. 2,6 m |
| NH9. | fúrás | 2019.05.03 | -/8,0 | 108,10 | 0+538 km sz. tj. 20,6 m |
| NH9b. | fúrás | 2019.05.30 | 16,0/16,0 | 108,10 | 0+538 km sz. tj. 20,6 m |
| DPH9. | dinamikus szonda | 2019.05.03 | -/8,0 | 108,10 | 0+538 km sz. tj. 20,6 m |
| N6. | fúrás | 2019.03.29 | 6,0/6,0 | 108,70 | 0+306 km sz. tj. 5 m |
| 7\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 108,82 | 0+296 km sz. tb. 7 m |
| p7. | padkafeltárás | 2019.03.30 | 1,0/0,30 | 109,21 | 0+234 km sz. tb. 2 m |
| 6\_bf. | burkolatfúrás | 2019.03.21 | -/0,4 | 110,32 | 0+132,6 km sz. tb. 26 m |
| N7. | fúrás | 2019.03.29 | 6,0/6,0 | 111,20 | 0+075 km sz. tb. 25 m |

A tervezési szakaszon elkészített talajfeltáró fúrásokat száraz spirálfúrással, 110 mm átmérőjű szerszámmal készítettük, HP Roli típusú önjáró, könnyű talajmechanikai fúróberendezéssel. A spirál fúrószerszám 1,5 m hosszúságú volt, melyet 1,5 m-ként szereltük ki, hogy elkészítsük a talajleírást, és elvégeztük a mintavételezéseket. Vízmintavételt a furatban összegyülekező vízből, kanalas vízmintavevővel végeztük el. A tervezési szakaszon a meglévő pályaszerkezeti rétegek szisztematikus feltárását részben burkolatfúrással, részben pedig padkafeltárással végeztük el. A pályaszerkezet feltárásokat Ø 150 mm átmérőjű fúrókoronával végezték, majd a magmintavételt és a védőrétegből való zavart mintavételt követően a furatokat hidegaszfalt keverékkel állították helyre. A padkafeltárásokat olyan útszakaszokon tudtuk elvégezni, ahol nincsen betonba ágyazott szegélykő. A padkafeltárásokat kézi erővel készítettük el, a szerkezeti rétegek dokumentálását követően zavart mintát vettünk a termett talajrétegekből, majd a tükörben dinamikus ejtő súlyos teherbírás méréseket készítettünk az altalaj teherbírásának minősítésére. A padkafeltárásokat rétegesen tömörítve, eredeti földanyagukkal állítottuk helyre.

A CPT(u) nyomószonda – Pagani 15t – önjáró, önlehorgonyzó speciális berendezéssel készült. A CPT(u) szondázás során egy 60°-os csúcsszögű, szabványos, 10 cm2 ill. 15 cm2 keresztmetszeti felületű szondafejet, állandó 2,0 cm/sec (1,2 m/min) sebességgel a talajba sajtoltunk, mely során folyamatosan mértük a fajlagos csúcsellenálás (qc), a fajlagos palástsúrlódás (fs) és a pórusvíznyomás (u) értékét. A CPT(u) szondázás tökéletes módszer a felszín alatti rétegváltások, vízadó és szivárgáslassító rétegek, vékony rétegek kimutatására a sűrű mérési adatoknak köszönhetően. Ezeken felül a CPT(u) szonda alkalmas a földtani közeg szemcseösszetétel szerinti típusainak (agyag, iszap, homok, kavics, szerves üledék) közelítő meghatározására is, melyre a szakirodalomban számos módszert lehet fellelni. Ökölszabályként elmondható:

* a kötött képződmények (agyag, iszap) csúcsellenállása (qc) <5 MPa, súrlódási arányszáma (Rf=palástsúrlódás/csúcsellenállás) >2% és a behatolás közbeni pórusvíznyomás értéke (u2) > nyugalmi pórusvíznyomás (u0).
* szemcsés képződmények (homok, kavics) csúcsellenállása (qc) >5 MPa, súrlódási arányszáma (Rf=palástsúrlódás/csúcsellenállás) <2% és a behatolás közbeni pórusvíznyomás értéke (u2)  nyugalmi pórusvíznyomás (u0).

A két leggyakrabban használt talajazonosítási módszer Robertson nevéhez fűződik Robertson et al. (1986) és Robertson (1990). A mért adatokat a CPT Pro nevű szoftver segítségével dolgozzuk fel, s a talajazonosítást Robertson 1990-es módszere alapján végezzük el.

A DPH szonda Geotool könnyű geotechnikai szondázóberendezéssel készült. A DPH szondázás során 50 kg tömeget 50 cm magasságból ejtegetve ütünk az altalajba egy 90°-os kúpszögű, szabványos, 15 cm2 keresztmetszeti felületű szondafejet, melyet maximálisan 6 kg/m tömegű rudakkal toldunk (a rudak hossza: 1m, átmérője: 32 mm) mely során folyamatosan számoljuk a 10 cm-es előrehaladáshoz szükséges ütésszámot (N10). A DPH szondázás megbízható közvetett módszer a szemcsés talajok tömörségi fokának meghatározására, mely alapján közvetlen összefüggésekkel a nyírószilárdsági paraméterek és az összenyomódási tulajdonságok számszerűsíthetők az EC7 tervezési szabvány alapján.

A feltárt talajmintákon - érzékszervi észlelés alapján - szennyeződést nem észleltünk. A helyszínen észleltek és a laboratóriumi vizsgálatok alapján szerkesztett fúrásszelvényeket a talajfizikai jellemzőkkel, továbbá a padkafeltárások dokumentációját a **H1\_1.2\_E\_B02** tervlapon adjuk meg. A tervezési szakaszon készített nyomószonda és dinamikus szondák (DPH) jegyzőkönyvét a **H1\_1.3\_E\_B02** tervlapon adtuk meg. A helyszínen a feltárásvezető szakképzett személy által készített fúrásnaplókat, dinamikus szondák terepi jegyzőkönyveit és a padkafeltárások elsődleges dokumentációját a **H1\_1.4\_E\_B02** tervlapon adtuk meg. Összefoglalóan a laboratóriumi vizsgálatok jegyzőkönyveit a **H1\_1.5\_E\_B02** tervlapon adtuk meg, melyek részleteiben a talajmechanikai, a vízkémiai, a talajkémiai vizsgálatok. A **H1\_1.6\_E\_B02** tervlapon a feltárások során készített fotódokumentációt adjuk meg. A **H1\_1.7\_E\_B02** tervlapon a burkolatfúrások dokumentációját és a padkafeltárásokban végzett teherbírás mérések eredményeit adjuk meg.

# Talajrétegződés, talajállapot

A talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményeit a következők szerint adjuk meg.

**A talajazonosító vizsgálatok eredményei, osztályozás**

**védőréteg a meglévő útpályaszerkezetek alatt (homokos kavics, homok)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **wL** | **wP** | **Ip** | **Ic** | **K** | **H** | **I** | **A** | **Cu** | **k** | **Szerves a.** |
|  | [m] |  | [%] | [%] | [%] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] | [m/s] | [%] |
| 1\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 68,9 | 27,9 | 3,2 | 0,0 | 22,04 |  |  |
| 2\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 70,3 | 26,8 | 2,9 | 0,0 | 24,46 |  |  |
| 3\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 68,2 | 29,3 | 2,5 | 0,0 | 22,01 |  |  |
| 4\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 65,1 | 31,9 | 3,0 | 0,0 | 22,78 |  |  |
| 5\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 35,2 | 50,3 | 14,5 | 0,0 | 48,65 |  |  |
| 6\_bf | 0,4 | homokos kavics |  |  |  |  | 56,0 | 32,8 | 11,2 | 0,0 | 193,25 |  |  |
| 7\_bf | 0,4 | homok |  |  |  |  | 0,0 | 87,4 | 12,6 | 0,0 | 4,3 |  |  |
| **Min** |  |  |  |  |  |  | **0** | **26,8** | **2,5** | **0** | **4,3** |  |  |
| **Max** |  |  |  |  |  |  | **70,3** | **87,4** | **14,5** | **0** | **193,25** |  |  |
| **Átlag** |  |  |  |  |  |  | **51,96** | **40,91** | **7,13** | **0** | **48,21** |  |  |

**feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **wL** | **wP** | **Ip** | **Ic** | **K** | **H** | **I** | **A** | **Cu** | **k** | **Szerves a.** |
|  | [m] |  | [%] | [%] | [%] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] | [m/s] | [%] |
| N1 | 1,0 | kissé iszapos, kavicsos homok |  |  |  |  | 23,4 | 58,0 | 14,5 | 4,0 | 15,85 | 8,09E-06 |  |
| N2 | 1,0 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 1,7 | 89,4 | 8,6 | 0,3 | 3,13 | 2,61E-05 |  |
| N3 | 1,5 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 0,4 | 75,8 | 23,8 | | 67,79 | 3,30E-07 | 2,7 |
| NH4 | 0,5 | kissé iszapos kavicsos homok |  |  |  |  | 27,5 | 54,5 | 18,0 | | 25,79 | 8,1E-06 | 4,8 |
| NH5 | 0,5 | kissé kavicsos iszapos homok |  |  |  |  | 13,4 | 64,0 | 22,6 | | 48,19 | 1,7E-06 | 1,5 |
| NH9 | 0,5 | kissé kavicsos iszapos homok |  |  |  |  | 9,9 | 69,7 | 20,4 | | 45,02 | 1,80E-06 | 3,7 |
| NH9 | 1,5 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 2,3 | 87,7 | 9,0 | 1,0 | 3,42 | 1,39E-05 |  |
| N6 | 1,5 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 90,8 | 8,9 | 0,3 | 3,04 | 2,30E-05 |  |
| N7 | 1,0 | kemény iszap | 25,47 | 15,32 | 10,15 | 1,16 |  |  |  |  |  |  | 3,3 |
| p1. | 0,4 | kissé iszapos, kavicsos homok |  |  |  |  | 33,7 | 53,8 | 10,3 | 2,1 | 16,55 | 1,80E-05 |  |
| p5. | 0,3 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 20 | 72,6 | 7,2 | 0,2 | 3,35 | 3,88E-05 |  |
| p7. | 0,3 | kissé iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 89,1 | 6,2 | 4,7 | 4,21 | 1,86E-05 |  |
| **Min** |  |  | **25,47** | **15,32** | **10,15** | **1,16** | **0** | **53,8** | **6,2** | **0,2** | **3,04** | **3,30E-07** | **1,5** |
| **Min** |  |  |  |  |  |  |  |  | **18,0** | |  |  |  |
| **Max** |  |  | **25,47** | **15,32** | **10,15** | **1,16** | **33,7** | **90,8** | **14,5** | **4,7** | **67,79** | **3,88E-05** | **4,8** |
| **Max** |  |  |  |  |  |  |  |  | **23,8** | |  |  |  |
| **Átlag** |  |  | **25,47** | **15,32** | **10,15** | **1,16** | **12,0** | **73,2** | **9,2** | **1,8** | **21,5** | **1,44E-05** | **3,2** |
| **Átlag** |  |  |  |  |  |  |  |  | **21,2** | |  |  |  |

**humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok)**

| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **wL** | **wP** | **Ip** | **Ic** | **K** | **H** | **I** | **A** | **Cu** | **k** | **Szerves a.** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | [m] |  | [%] | [%] | [%] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] | [m/s] | [%] |
| N1 | 1,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 1,7 | 60,4 | 26,1 | 11,8 | 133,56 | 4,06E-05 |  |
| N2 | 2,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 72,1 | 27,9 | | 101,26 | 2,3E-07 | 3,7 |
| N2 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 52,9 | 32,9 | 14,3 | 128,67 | 2,65E-06 |  |
| N3 | 2,5 | iszapos homok | 25,78 | 17,22 | 8,56 | 1,21 | 6,9 | 42,5 | 32,9 | 17,6 | 147,97 | 2,45E-06 |  |
| N3 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,3 | 4,46 | 7,6 | 4,1 | 4,46 | 1,60E-05 |  |
| N3 | 4,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 92,2 | 7,5 | 0,2 | 3,87 | 3,56E-05 |  |
| NH4 | 4,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 2,8 | 80,8 | 13,8 | 2,6 | 13,56 | 7,37E-06 |  |
| NH4 | 5,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,5 | 90,4 | 8,8 | 0,3 | 3,18 | 2,46E-05 |  |
| NH4 | 6,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 76,9 | 15,0 | 8,0 | 37,89 | 7,07E-06 |  |
| NH4 | 8,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 67,7 | 20,7 | 11,6 | 143,83 | 5,08E-06 |  |
| NH5 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 88,0 | 8,7 | 3,3 | 3,87 | 1,31E-05 |  |
| NH5 | 4,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,3 | 97,2 | 2,5 | 0,1 | 2,87 | 1,89E-04 |  |
| NH5 | 7,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 54,2 | 33,1 | 12,7 | 109,5 | 2,84E-06 |  |
| NH9 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,2 | 93,4 | 6,3 | 0,2 | 2,98 | 3,77E-05 |  |
| NH9 | 4,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 96,6 | 3,3 | 0,1 | 3,04 | 7,01E-05 |  |
| NH9 | 6,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 65,2 | 24,1 | 10,7 | 99,69 | 4,32E-06 |  |
| NH9 | 8,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 72,5 | 19,0 | 8,5 | 54,06 | 4,01E-06 |  |
| N6 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 91,4 | 8,1 | 0,3 | 2,74 | 2,28E-05 |  |
| N6 | 4,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 94,6 | 5,3 | 0,2 | 2,96 | 4,87E-05 |  |
| N6 | 6,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 92,8 | 6,9 | 0,2 | 3,77 | 3,91E-05 |  |
| N7 | 2,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 77,3 | 16,9 | 5,7 | 13,14 | 6,59E-06 |  |
| N7 | 4,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,4 | 76,6 | 18,2 | 4,8 | 10,72 | 6,07E-06 |  |
| N7 | 6,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 84,5 | 11 | 4,5 | 3,34 | 8,26E-06 |  |
| **Min** |  |  | **25,78** | **17,22** | **8,56** | **1,21** | **0** | **4,46** | **2,5** | **0,1** | **2,74** | **2,30E-07** | **3,7** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **27,9** | |  |  |  |
| **Max** |  |  | **25,78** | **17,22** | **8,56** | **1,21** | **6,9** | **97,2** | **33,1** | **17,6** | **147,97** | **1,89E-04** | **3,7** |
|  |  |  |  |  |  | **0** |  | **27,9** | |  |  |  |
| **Átlag** |  |  | **25,78** | **17,22** | **8,56** | **1,21** | **0,6** | **75,0** | **14,9** | **5,5** | **44,8** | **2,58E-05** | **3,7** |
|  |  |  |  |  |  | **0** |  | **27,9** | |  |  |  |

**humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap, agyag)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **wL** | **wP** | **Ip** | **Ic** | **K** | **H** | **I** | **A** | **Cu** | **k** | **Szerves a.** |
|  | [m] |  | [%] | [%] | [%] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] | [m/s] | [%] |
| N1 | 2,0 | homokos iszap | 28,70 | 18,11 | 10,59 | 1,06 |  |  |  |  |  |  | 3,9 |
| N1 | 3,0 | homokos iszap | 35,45 | 21,99 | 13,45 | 0,87 |  |  |  |  |  |  |  |
| N2 | 3,5 | iszap | 35,09 | 21,91 | 13,18 | 1,39 |  |  |  |  |  |  |  |
| N3 | 6,0 | Iszap | 41,26 | 28,28 | 12,98 | 0,6 |  |  |  |  |  |  |  |
| HN4 | 1,5 | homokos iszap |  |  |  |  | 0,0 | 37,1 | 44,9 | 17,9 | 80,67 | 1,13E-06 |  |
| HN4 | 2,5 | közepes agyag | 38,76 | 67,74 | 28,97 | 0,77 |  |  |  |  |  |  |  |
| HN5 | 1,5 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,0 | 65,5 | 27,9 | 6,6 | 25,06 | 3,16E-06 |  |
| **Min** |  |  | **28,7** | **18,1** | **10,6** | **0,6** | **0** | **37,1** | **27,9** | **6,6** | **25,1** | **1,13E-06** | **3,9** |
| **Max** |  |  | **41,3** | **67,7** | **29,0** | **1,4** | **0** | **65,5** | **44,9** | **17,9** | **80,7** | **3,16E-06** | **3,9** |
| **Átlag** |  |  | **35,9** | **31,6** | **15,8** | **0,94** | **0** | **51,3** | **36,4** | **12,3** | **52,9** | **2,15E-06** | **3,9** |

**iszapos homok**

| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **wL** | **wP** | **Ip** | **Ic** | **K** | **H** | **I** | **A** | **Cu** | **k** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | [m] |  | [%] | [%] | [%] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] | [m/s] |
| N1 | 4,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 1,2 | 89,0 | 9,5 | 0,3 | 3,33 | 2,25E-05 |
| N1 | 6,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0,5 | 63,7 | 28,7 | 7,0 | 28,73 | 3,17E-06 |
| N2 | 5,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 73,5 | 20,3 | 6,2 | 18,43 | 5,33E-06 |
| N7 | 3,0 | iszapos homok |  |  |  |  | 0 | 74,4 | 20,6 | 5,0 | 9,80 | 6,16E-06 |
| **Min** |  |  |  |  |  |  | **0** | **63,7** | **9,5** | **0,3** | **3,33** | **3,17E-06** |
| **Max** |  |  |  |  |  |  | **1,2** | **89** | **28,7** | **7** | **28,73** | **2,25E-05** |
| **Átlag** |  |  |  |  |  |  | **0,43** | **75,2** | **19,78** | **4,63** | **15,07** | **9,29E-06** |

**Az alakváltozási és nyírószilárdsági paraméterek bemutatása**

**humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap, agyag)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | **Mélység** | **Talajnév** | **e** | **n** | **d** | **qu** | **** | **c** | **Es** |
|  | [m] |  | [-] | [kN/m3] | [kN/m3] | [kN/m2] | [°] | [kPa] | [MPa] |
| NH4 | 2,9 | közepes agyag | 1,29 | 17,7 | 12,2 | 95,15 | 10 | 39,92 |  |
| **Min** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Max** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Átlag** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**A statikus szonda (CPT(u)) értékelése**

A szakirodalomban és az egyes szabványokban többféle diagram található, melyek segítségével a statikus szondázással mért csúcsellenállás (qc) és a súrlódási arányszám (Rf) alapján következtetni lehet a vizsgált mélységben lévő talaj típusára. A tervezési munka során Robertson (1986) diagramját használtuk, melyet a 2. ábrán adunk meg.

A tervezési szakaszra eső statikus szonda regisztrátumában meghatároztuk az előzőek szerinti talajtípusok mélységét és meghatároztuk az egyes talajrétegekhez rendelhető átlagos csúcsellenállás értékét. Az eredményeket a következők szerint mutatjuk be.

**feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Átlagos csúcsellenállás - qc** |
|  | [m] | [mBf] |  | [MPa] |
| NH5\_Cpt | 0,9 | 107,72 | kissé kavicsos iszapos homok | 2,2 |

**humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap, agyag)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Átlagos csúcsellenállás - qc** |
|  | [m] | [mBf] |  | [MPa] |
| NH5\_Cpt | 1,5 | 107,12 | kissé agyagos iszapos homok | 1,6 |

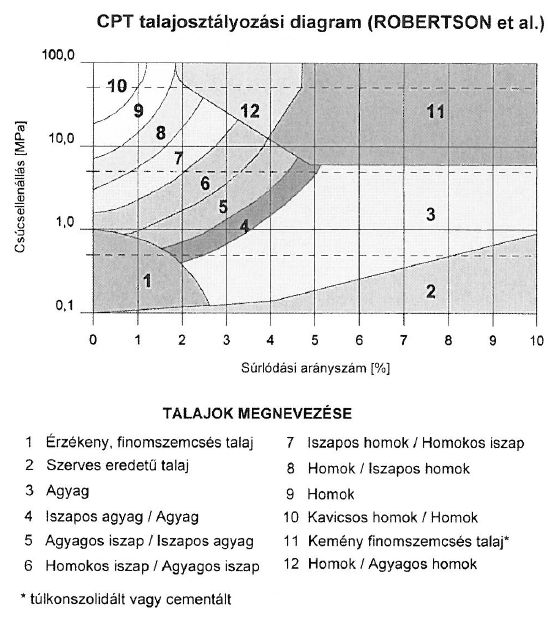
**humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Átlagos csúcsellenállás - qc** |
|  | [m] | [mBf] |  | [MPa] |
| NH5\_Cpt | 8,4 | 100,22 | iszapos homok | 7,4 |

**iszapos homok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Átlagos csúcsellenállás - qc** |
|  | [m] | [mBf] |  | [MPa] |
| NH5\_Cpt | (16,0) | (92,62) | iszapos homok | 12,7 |

. ábra: Talajosztályozás statikus szonda paraméterekből - Robertson 1986



**A dinamikus szondák (DPH) értékelése**

A dinamikus szondákat közvetlenül talajfúrások mellett mélyítettük, így a szondaeredmények megfeleltetése az egyes talajrétegekkel egyértelmű. A tervezési szakaszra eső dinamikus szonda regisztrátumokban meghatároztuk az előzőek szerinti talajtípusok mélységét és meghatároztuk az egyes talajrétegekhez rendelhető jellemző ütésszám szélső értékeit. Az ütésszámok alapján az MSZ EN 1997-2:2008 geotechnikai tervezési szabvány G mellékletében adott összefüggések alapján meghatároztuk az egyes durvaszemcsés talajrétegek relatív tömörségi fokát, mely alapján - a 3. ábra ábrán adott besorolást figyelembe véve - meghatároztuk az egyes rétegek hatékony súrlódási szög értékét. Az eredményeket a következők szerint mutatjuk be.

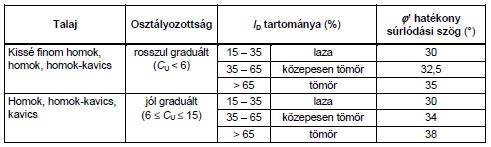
**feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Jellemző ütésszám - N10** | **Jellemzés** |
|  | [m] | [mBf] |  | [db] |  |
| DPH5 | 1,3 | 107,32 | kissé iszapos homok | 2 - 9 | laza - közepesen tömör |
| DPH9 | 1,2 | 106,9 | kavicsos, kissé iszapos homok | 2 - 4 | laza - közepesen tömör |

**humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Szonda jele** | **Réteg alsó síkja** | | **Talajnév** | **Jellemző ütésszám - N10** | **Jellemzés** |
|  | [m] | [mBf] |  | [db] |  |
| DPH5 | 6,2 | 102,42 | kissé iszapos homok | 1 - 7 | laza - közepesen tömör |
| DPH9 | 6,1 | 102,0 | kissé iszapos homok | 1 - 6 | laza - közepesen tömör |

3. ábra: Durva szemcséjű talaj  hatékony súrlódási szöge az ID tömörségi index és a Cu egyenlőtlenségi mutató függvényében



**A tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzők karakterisztikus értékének meghatározási módja**

A tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzők karakterisztikus értékének meghatározásakor a következőket vettük figyelembe:

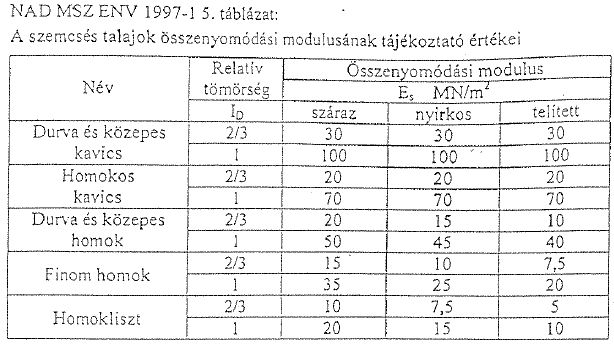
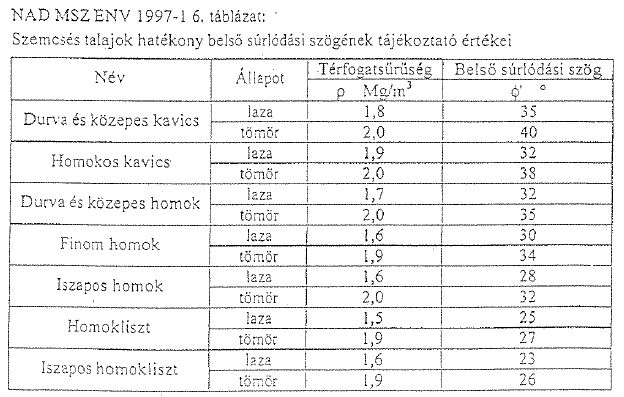
* laboratóriumi vizsgálatok eredményei
* laboratóriumi vizsgálatok eredményein alapuló táblázatok és összefüggések
* dinamikus szonda és nyomószonda eredményeit felhasználó tapasztalati összefüggések
* hasonló talajkörnyezetben végzett korábbi vizsgálatok

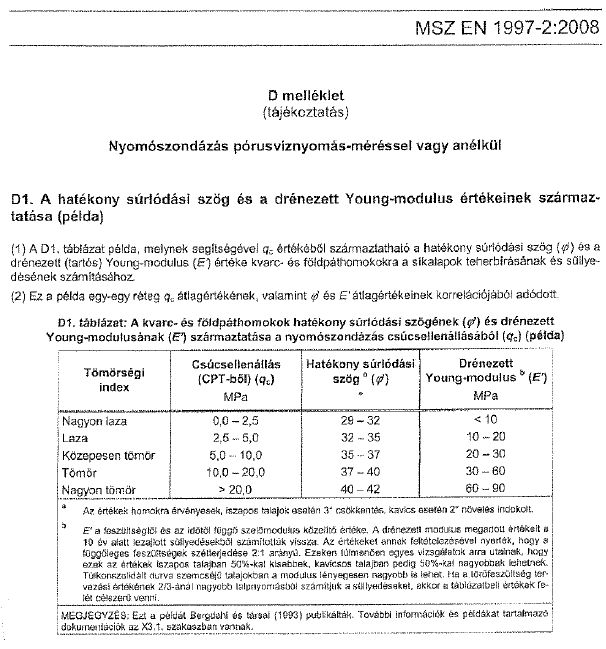
Az egyes talajrétegek belső súrlódási szögének és összenyomódási modulusának karakterisztikus értékét részben a dinamikus szondázás (DPH) során mért ütésszám értékét (N10) felhasználó, az MSZ EN 1997-2:2008 szabvány G3 mellékletében szereplő ajánlás segítségével, részben a nyomószondázás (CPT(u)) során mért csúcsellenállást (qc) felhasználó az MSZ EN 1997-2:2008 szabvány D mellékletében szereplő táblázat segítségével, részben pedig az MSZ ENV 1997-1 Nemzeti Alkalmazási Dokumentációjának 5. és 6. táblázata segítségével határoztuk meg (ld. 3. ábra).

Előzőek alapján a tervezési területen fellelt szemcsés és iszapos talajokra meghatározható belső súrlódási szög, kohézió és összenyomódási modulus átlagos értékeit az alábbi táblázat tartalmazza.

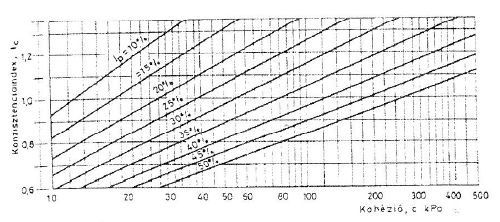
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Talaj megnevezése** | **** | **c** | **Es** |
|  | [°] | [kPa] | [MPa] |
| feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig | 28 | 5 | 10 |
| humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap, agyag) | 24 | 15 | 7 |
| humuszos folyóvízi üledékek (kissé agyagos, iszapos homok) | 28 | 3 | 12 |
| iszapos homok | 34 | 0 | 20 |

4. ábra: Szemcsés talajok talajfizikai paramétereinek tájékoztató értékei





A finomszemcsés talajok nyírószilárdsági jellemzőit a laboratóriumban mért plasztikus index (Ip) és relatív konzisztencia index (Ic) alapján határoztuk meg a következő összefüggés és diagram alapján. A belső súrlódási szög meghatározása:  = (30 - 0,4 \* Ip). A kohézió meghatározása:



Dr. Farkas József - Czap Zoltán, Alapozás gyakorlati útmutató (Műegyetem kiadó, 2001)

Finomszemcsés talajok esetében az összenyomódási modulus értékét a Kopácsy-féle   
Es = Ic \* (16 - 0,2 \* Ip) [MPa] összefüggés segítségével határoztuk meg.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Talaj megnevezése** | **** | **c** | **Es** |
|  | [°] | [kPa] | [MPa] |
| feltöltés rétegek (iszap) | 25,94 | 19 | 16,2 |
| humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap) | 23,7 | 15 | 12,1 |
| humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok) | 26,58 | 11 | 17,3 |

**A tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzők karakterisztikus értékei**

Az előzőekben a tervezési területen fellelt és geotechnikai szempontból azonos tulajdonságaik alapján csoportosított talajtípusok nyírószilárdsági és összenyomódási paramétereit határoztuk meg az elvégzett helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok alapján, a kapott eredményeket kiegészítettük, illetve felülvizsgáltuk a rendelkezésre álló tapasztalati összefüggések alapján. Az így kapott értékek átlagos értékeknek tekinthetők, melyekből statisztikai módszerrel képeztük a karakterisztikus talajparamétereket.

A hatályos geotechnikai tervezési szabvány szerint (MSZ EN 1997, azaz Eurocode7) az egyes talajfizikai paramétereket az értékek eloszlásfüggvényén alapuló karakterisztikus értékeikkel kell a számítások során figyelembe venni. A talajparaméterek karakterisztikus értékét Schneider (1997) ajánlásait figyelembe véve számítottuk ki és adtuk meg a 2. táblázatban, az egyes talajrétegekre vonatkozóan. Schneider módszere figyelembe veszi az egyes talajfizikai jellemzők meghatározási pontosságát, azok szokásos szórását, így ajánlott értékeket ad meg az egyes paraméterek esetében a varianciára és a statisztikai paraméterre.

. táblázat: A talajparaméterek karakterisztikus értéke

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Talaj megnevezése** | Átlagos értékek | | | **Karakterisztikus értékek** | | | | | |
|  |  | c | Es | **n** | **t** | **** | **c** | **Es** | **k** |
|  | [°] | [kPa] | [MPa] | [kN/m3] | [kN/m3] | [°] | [kPa] | [MPa] | [m/s] |
| feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig | 28 | 5 | 10 | **18** | **18,5** | **26,8** | **4,2** | **8,0** | **1,90E-05** |
| feltöltés rétegek (iszap) 2,0 m-ig | 25,94 | 19 | 16,2 | **19** | **19,5** | **24,8** | **16,2** | **13,0** | **5E-08** |
| humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap) | 23,8 | 15 | 9,6 | **18,5** | **19,0** | **22,7** | **12,8** | **7,7** | **5E-08** |
| humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok) | 27,29 | 7 | 14,65 | **18** | **18,5** | **26,1** | **6,0** | **11,7** | **2,30E-07** |
| iszapos homok | 34 | 0 | 20 | **19,5** | **20,0** | **32,7** | **0** | **16,0** | **9,29E-06** |

: belső súrlódási szög; n: nedves állapot térfogatsúly Es: összenyomódási modulus

c: kohézió t: telített állapot térfogatsúly

# Talajvízviszonyok

A tervezési szakaszon különböző időpontokban készített feltárásokban észlelt talajvízadatokat a 3. táblázat szerinti összesítettük. A területen - szakirodalmi adatok alapján - összefüggő talajvíz van, melynek átlagos szintje a terepszint alatt 2,0 m mélységben várható.

A talajvíz a tervezési szakaszon a felszín közeli rétegekben áramlik és tározódik. A talajvíz nyílttükrű.

A tervezési területen a becsült maximális talajvízszintet - mely az útépítés szempontjából mértékadó vízszint - a geotechnikai tervezési beszámolóban határozzuk meg.

A műtárgy helyén az Érpataki-főfolyás 14+496 km szelvényében a MÁSZ 106,33 mBf, a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság adatszolgáltatása szerint.

. táblázat: Talajvízviszonyok.

| **Talajvízészlelések a fúrásokban - a fúrás** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| jele | dátuma | magassága [mBf] | megütött talajvízszint [m] | megütött talajvízszint [mBf] | nyugalmi talajvízszint [m] | nyugalmi talajvízszint [mBf] |
| N1 | 2019.03.29 | 109,30 | -3,5 | 105,80 | -3,5 | 105,80 |
| N2 | 2019.03.29 | 110,30 | -3,6 | 106,70 | -3,6 | 106,70 |
| N3 | 2019.03.29 | 109,50 | -2,5 | 107,0 | -2,5 | 107,0 |
| NH4 | 2019.05.03 | 108,35 | -3,3 | 105,05 | -3,3 | 105,05 |
| NH5 | 2019.05.03 | 108,62 | -2,7 | 105,92 | -2,7 | 105,92 |
| NH9 | 2019.05.03 | 108,10 | -2,5 | 105,6 | -2,5 | 105,6 |
| NH9b. | 2019.05.30 | 108,10 |  |  |  |  |
| N6 | 2019.03.29 | 108,7 | -2,0 | 106,7 | -2,0 | 106,7 |
| N7 | 2019.03.29 | 111,20 | -3,4 | 107,8 | -3,4 | 107,8 |

A tervezési szakasz közelében a Nyíregyháza Piac talajkút sokéves adatsorát szereztük be a tervezési talajvízszintek meghatározásához a Felső - Tisza - vidéki Vízügyi Igazgatóságtól (ld. 5. ábra). A vízszintmegfigyelő kút adatai:

**Nyíregyháza Piac** talajkút (Törzsszáma: 003843, Jelzőszáma: 2079)

a kút koordinátái: EOVx=295 122, EOVy=847 570

telepítve (első észlelés): 1995. 04. hónap

terepszint: 107,38 mBf

kútperem magassága: 107,778 mBf

kútmélység perem alatt: 700 cm

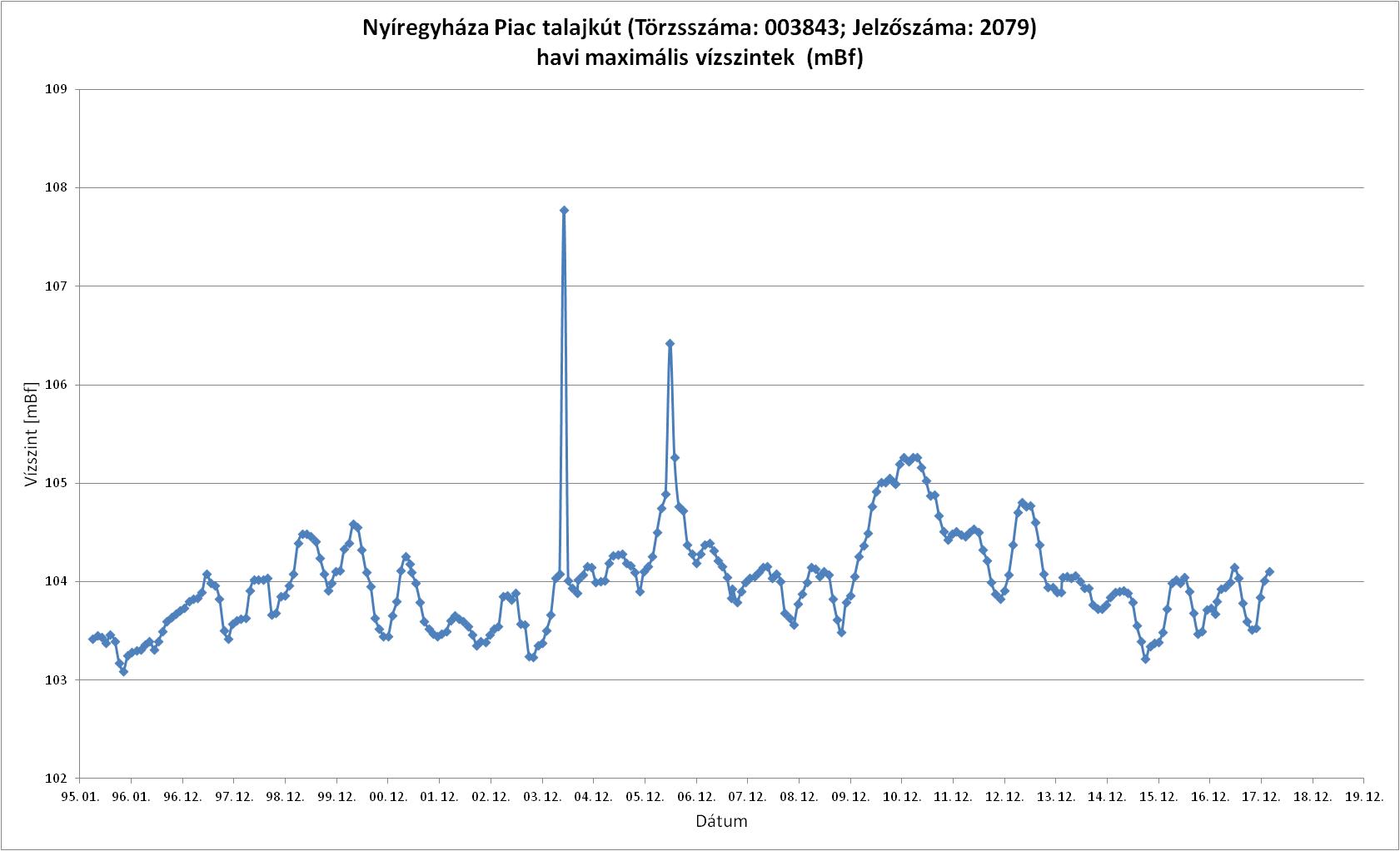
legnagyobb észlelt vízszint (LNV): 135 cm 106,428 mBf 2006.06.

legkisebb észlelt vízszint (LNV): 486 cm 102,918 mBf 1995.10.

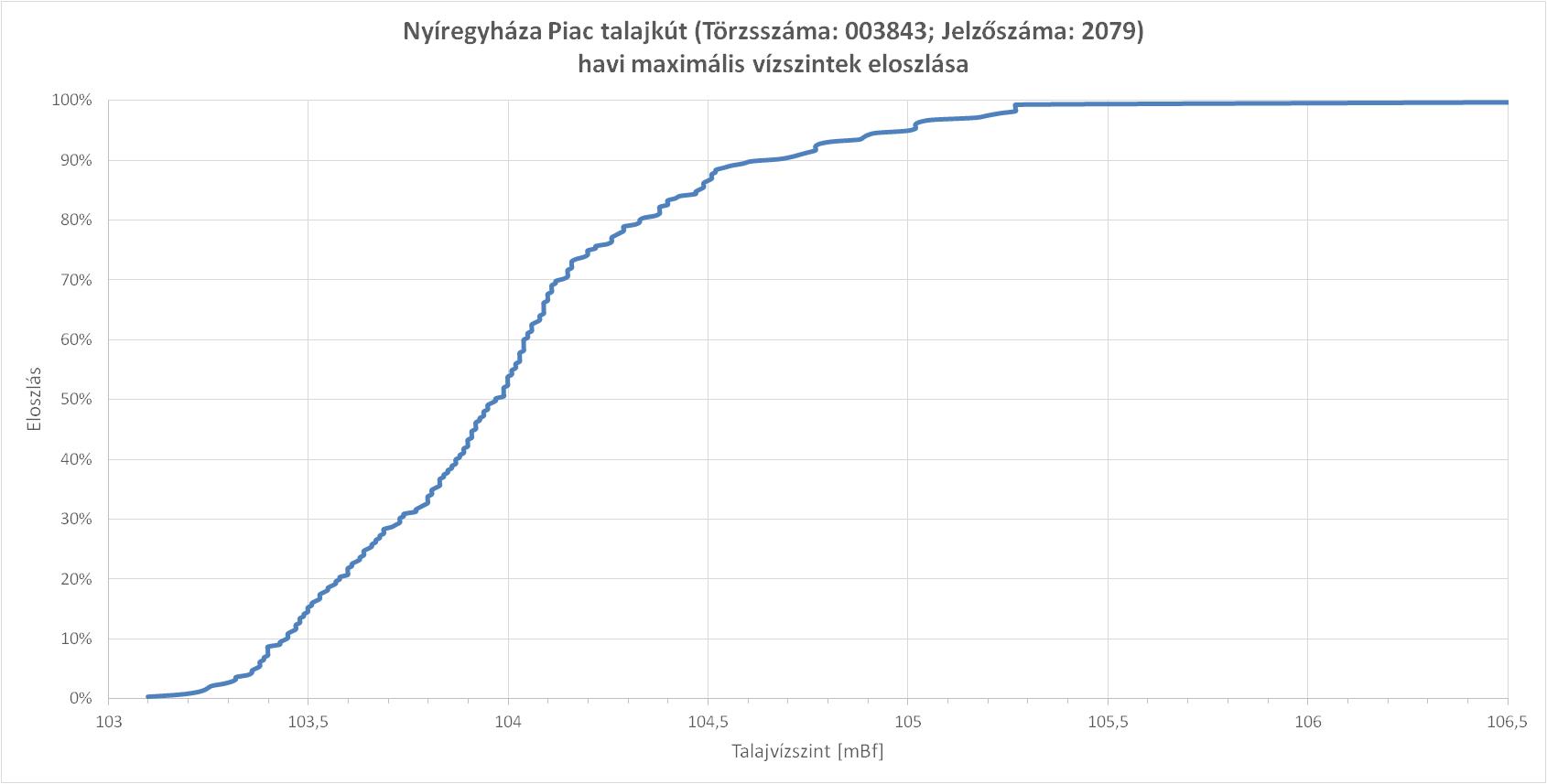
A talajvízszint megfigyelő kút 23 éves idősorral rendelkezik (ld. 5. ábra).

A kútban észlelt talajvízszintek normális eloszlást követnek, így megadott várható értéknél és szórásnál normális eloszlásfüggvény adható meg. A 6. és 7. ábra a kúthoz tartozó normál eloszlás függvényt, ill. a sűrűségfüggvényt adják meg. Az eloszlásfüggvényből meghatározható, hogy bizonyos százalékú előforduláshoz mekkora vízszintérték tartozik. A sűrűségfüggvény középértéke az átlagos talajvízszint értékét adja meg.

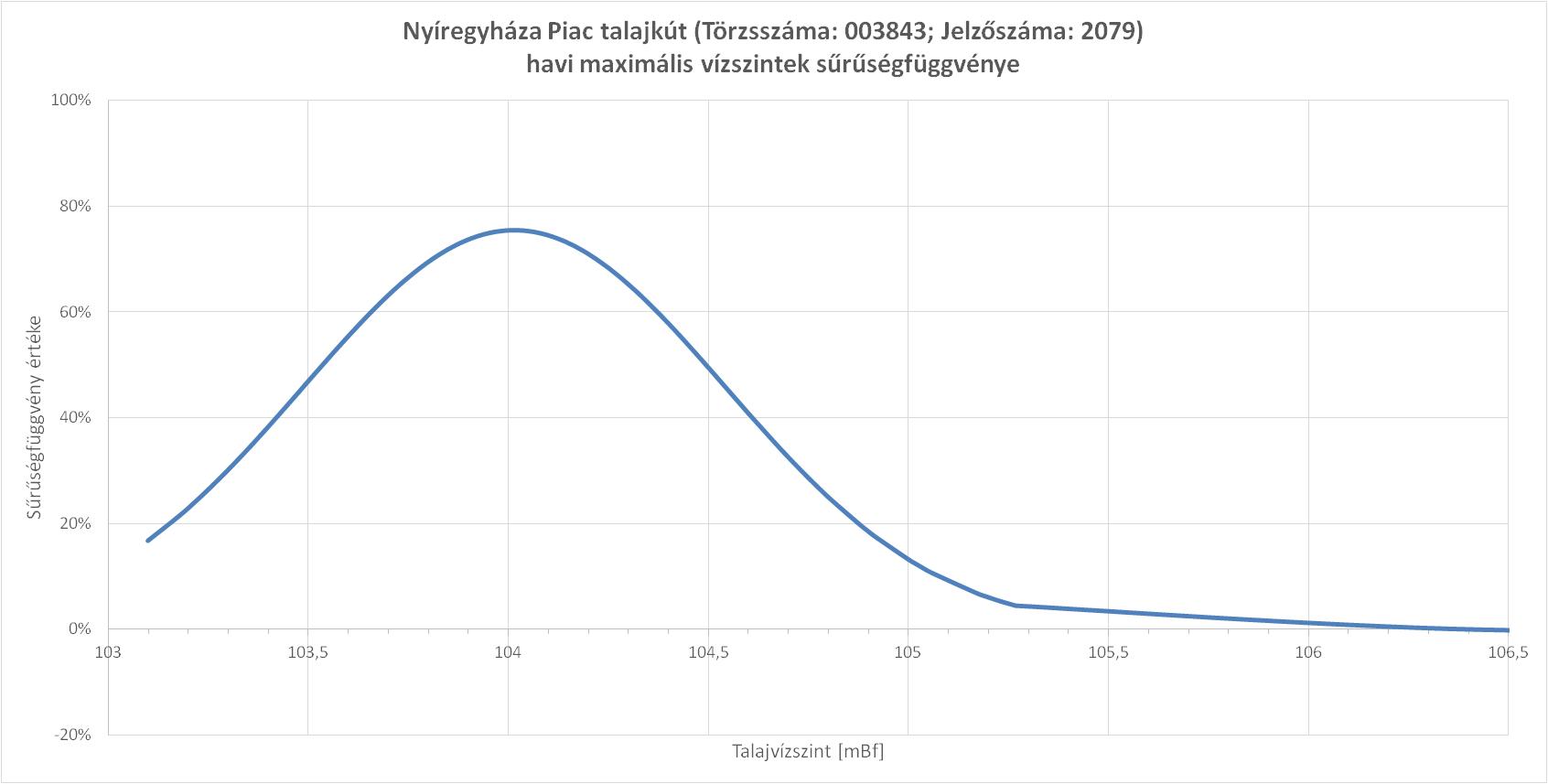
. ábra: A Nyíregyháza Piac talajkútban mért vízszintadatok idősora



*6. ábra: A Nyíregyháza Piac talajkútban mért vízszintadatok eloszlása*



. ábra: A Nyíregyháza Piac talajkútban mért vízszintadatok sűrűségfüggvény értéke



A talajvízből vett vízminták vízkémiai vizsgálati eredményeit a 4. táblázatban adjuk meg. A talajrétegek kémiai vizsgálati eredményeit az 5. táblázatban adjuk meg.

. táblázat: Vízkémiai vizsgálatok eredményei

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | | | | | | | |
| jele | dátuma | pH (-) | SO42- (mg/l) | agr. CO2 (mg/l) | NH4+ (mg/l) | Mg2+ (mg/l) | Cl- (mg/l) |
| N3 | 2019.03.29 | 7,77 | 110 | 0 | 0,25 | 49 | 75 |
| NH5 | 2019.05.03 | 6,98 | 220 | 0 | 0,09 | 70 | 110 |
| NH9 | 2019.05.03 | 7,07 | 210 | 0 | 0,15 | 67 | 103 |
| N6 | 2019.03.29 | 7,72 | 102 | 0 | 0,26 | 42 | 75 |

A vízkémiai vizsgálatok eredményei alapján látható, hogy a tervezési területen a talajvíz szulfát-ion tartalma 102-220 mg/l érték közötti. A jelenleg hatályos előírások szerint, az MSZ 4798:2016 enyhén agresszív környezetnek minősíti a talajvizet betonszerkezetekre nézve, ha a szulfát-ion tartalom 200-600 mg/l között van, így a talajvíz enyhén agresszívnek minősül, azaz XA1 környezeti kategóriába sorolható.

. táblázat: Talajkémiai vizsgálatok eredményei

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fúrás** | | | |
| jele | dátuma | szulfát (mg/kg sz. a.) | savasság (cm3/kg sz. a.) |
| N1/2,5m | 2019.03.29 | <300 | <5 |
| N3/1,0m | 2019.03.29 | 2200 | <5 |
| NH4/2,0m | 2019.05.03 | 500 | < 5 |
| NH5/2,5m | 2019.05.03 | < 300 | < 5 |
| NH9/2,0m | 2019.05.03 | < 300 | < 5 |
| N6/1,9m | 2019.03.29 | <300 | <5 |

A talajkémiai vizsgálatok eredményei alapján látható, hogy a tervezési területen a talajok szulfát-ion tartalma eléri a 2200 mg/kg sz. a. tartalmat. A jelenleg hatályos előírások szerint, az MSZ 4798:2016 enyhén agresszív környezetnek minősíti a talajokat betonszerkezetekre nézve, ha a szulfát-ion tartalom 2000-3000 mg/kg sz. a. között van, így a talajok enyhén agresszívnek minősül és XA1 környezeti kategóriába sorolhatók.

# A feltárt talajok minősítése

A tervezett építés által befolyásolt mélységben feltárt talajok minősítését az 5. táblázat tartalmazza.

. táblázat: Talajok minősítése

|  | **feltöltés rétegek (építési törmelékes, salakos iszapos, kavicsos homok) 2,0 m-ig** | **humuszos folyóvízi üledékek (agyagos, iszapos homok)** | **humuszos ártéri üledékek (homokos iszap, iszap)** | **iszapos homok** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Földműanyag-ként való felhasználás | M-4 (elfogadható) | M-4 (elfogadható) | M-4 (elfogadható) | M-3 (megfelelő) |
| Térfogat-változási hajlam | D-1 (nem térfogatváltozó) | D-1 (nem térfogatváltozó) | D-1 (nem térfogatváltozó) | D-1 (nem térfogatváltozó) |
| Vízvezető képesség | V-3 (közepesen vízvezető) | V-3 (közepesen vízvezető) | V-3 (közepesen vízvezető) | V-3 (közepesen vízvezető) |
| Erózió-érzékenység | E-2 (nem erózióérzékeny) | E-2 (nem erózióérzékeny) | E-2 (nem erózióérzékeny) | E-2 (nem erózióérzékeny) |
| Fagyveszélyesség | X-3 (fagyveszélyes) | X-3 (fagyveszélyes) | X-3 (fagyveszélyes) | X-3 (fagyveszélyes) |
| Fejthetőség | F-II. | F-II. | F-II. | F-II. |
| Tömöríthetőség | T-3 (nehezen tömöríthető) | T-3 (nehezen tömöríthető) | T-3 (nehezen tömöríthető) | T-3 (nehezen tömöríthető) |

A terep és a feltalaj munkagépekkel való járhatóság szempontjából A-1 (kedvező) minősítésű.

# Földrengésviszonyok

Nyíregyháza szeizmicitására jellemző tervezési adatok: a horizontális gyorsulás értékek 50 évre, 10% meghaladási valószínűség mellett (1/475 év gyakoriság) az alapkőzeten agR = 0,981 m/s2. A horizontális gyorsulásértékekből meghatározott relatív gyorsulás szélsőértékek: a’g=0,10. A relatív gyorsulásértékek alapján (az MSZ EN 1998-1 - EuroCode 8 - nemzeti melléklet besorolása szerint) a terület mérsékelt szeizmicitású, a 2. zónába tartozik. A vizsgált terület mély altalajviszonyait - a szakirodalmi adatok alapján - C típusú talajkörnyezetként javasoljuk figyelembe venni.

A tervezési válaszspektrumot meghatározó paraméterek (ld. 8. ábra): S = 1,15 (talajtényező)

TA(s) = 0 Spektrális gyorsulásA (Se/ag) = 1

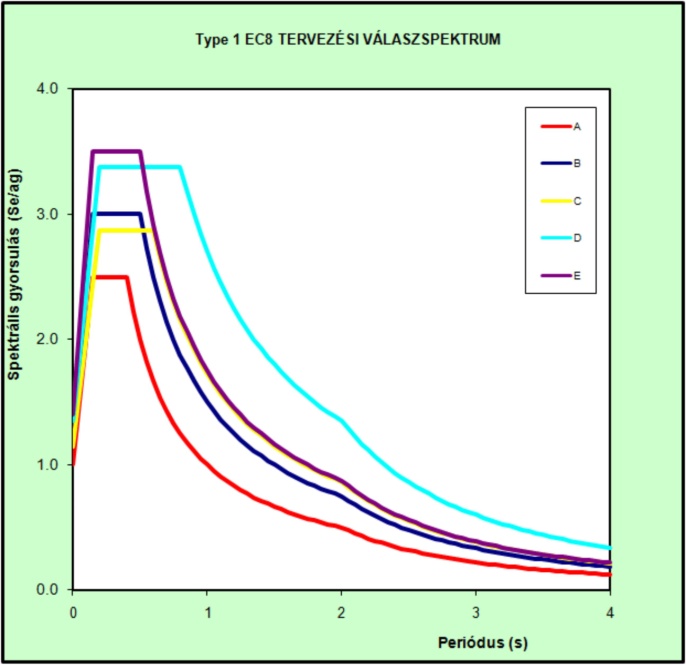
TB(s) = 0,2 Spektrális gyorsulásB (Se/ag) = 2,9

TC(s) = 0,6 Spektrális gyorsulásC (Se/ag) = 2,9

TD(s) = 2,0 Spektrális gyorsulásD (Se/ag) = 0,9

(1-es típus és 5% csillapítás peremfeltételek mellett, az EC8 nemzeti melléklete alapján)

. ábra: A válaszspektrum paramétereinek értelmezése



\*\*\*