

**ROREX ÜPE csövek és idomok**

# Beépítési kézikönyv

2018. május

# ROREX

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Bevezetés .....   | 1  |
| 1.1 | Előszó.....   | 1  |
| 1.2 | Az üvegszál erősítésű csövek tulajdonságai.....                                 | 1  |
| 1.3 | Alkalmazások.....   | 4  |
| 1.4 | A teljesítményre vonatkozó szabványok .....                                     | 4  |
| 1.5 | Termékleírás .....  | 5  |
| 1.6 | Cső-talaj kölcsönhatás .....  | 6  |
| 1.7 | Biztonság.....  | 7  |
|     | 1.7.1 Elsősegélykészlet .....   | 7  |
|     | 1.7.2 Szemmosó oldat .....  | 7  |
|     | 1.7.3 Szellőzőrendszer zárt térben folytatott tevékenységek esetén.....         | 7  |
|     | 1.7.4 Tűzvédelem.....   | 8  |
|     | 1.7.5 Biztonsági megjegyzések a munkahelyi balesetek elkerülésére zárt terekben | 9  |
| 1.8 | Helyszíni felügyelet .....  | 10 |
| 2.  | Szállítás, mozgatás, tárolás .....  | 11 |
| 2.1 | Szállítás és mozgatás.....  | 11 |
|     | 2.1.1 Egy cső vagy egy köteg .....  | 11 |
|     | 2.1.2 Egymásba rakott csövek .....  | 12 |
|     | 2.1.3 Illesztőelemek és csőkötő idomok .....                                    | 13 |
| 2.2 | A csövek lerakodása .....   | 13 |
|     | 2.2.1 Egyes csövek lerakodása.....  | 13 |
|     | 2.2.2 Csőcsomagok lerakodása .....  | 15 |
|     | 2.2.3 Egymásba rakott csövek lerakodása .....                                   | 15 |
|     | 2.2.4 Illesztőelemek és csőkötő idomok .....                                    | 15 |

# ROREX

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.3   | Átvizsgálás átvételkor.....   | 15 |
| 2.4   | Tárolás.....  | 16 |
| 2.4.1 | A csövek tárolása.....  | 16 |
| 2.4.2 | A csőköté idomok, T elemek és illesztőelemek tárolása.....              | 16 |
| 2.4.3 | A tömítőgyűrűk tárolása.....  | 16 |
| 2.4.4 | Egyéb anyagok tárolása.....   | 17 |
| 3.    | Beépítés föld alá.....  | 18 |
| 3.1   | Leírás.....   | 18 |
| 3.2   | Geotechnikai vizsgálat.....   | 19 |
| 3.3   | Természetes talaj.....  | 19 |
| 3.4   | Az árok kiásása.....  | 20 |
| 3.4.1 | Az árok biztonsága.....   | 20 |
| 3.4.2 | Az árok szélessége.....   | 20 |
| 3.4.3 | Az árok feneké.....   | 21 |
| 3.5   | Vízvédelem.....   | 23 |
| 3.6   | Az alapozás és az ágyazat.....  | 24 |
| 3.6.1 | Alapozás.....   | 24 |
| 3.6.2 | Ágyazat.....  | 24 |
| 3.7   | Túlásás.....  | 25 |
| 3.8   | Az ágyazat anyaga.....  | 25 |
| 3.8.1 | Leírás.....   | 25 |
| 3.8.2 | A kezdeti visszatöltéshez használt anyag maximális részecskemérete..... | 27 |
| 3.8.3 | Az ágyazathoz használt anyagok nedvességtartalma.....                   | 28 |
| 3.8.4 | A cső és a visszatöltés összeférhetősége.....                           | 28 |
| 4.    | A cső lefektetése az árokba és beépítése.....                           |    |
| 4.1   | A csövek elhelyezése.....   | 28 |

# ROREX

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.2   | Az ágyazathoz használt anyagok tömörítése .....                               | 31 |
| 4.3   | Több cső elhelyezése egy árokban.....   | 32 |
| 4.4   | Csövek keresztezése.....  | 33 |
| 4.5   | Cementtel stabilizált talaj.....  | 35 |
| 4.6   | Minimális takarás.....  | 37 |
| 4.7   | A cső összenyomódása .....  | 39 |
| 4.8   | A cső túlzott, a megengedhető értéket meghaladó összenyomódásának korrigálása | 40 |
| 4.9   | Különleges szempontok.....  | 41 |
| 4.9.1 | Vándorlás .....   | 41 |
| 4.9.2 | Helyi terhelés .....  | 42 |
| 4.9.3 | Az ágyazathoz használt anyag minimális sűrűsége .....                         | 43 |
| 4.9.4 | Tömörítés vízzel.....   | 43 |
| 4.9.5 | Problematikus talajok.....  | 43 |
| 4.9.6 | A talaj javítása.....   | 44 |
| 5.    | Kötéstípusok és mechanikai beépítés.....                                      | 45 |
| 5.1   | Áttekintés .....  | 45 |
| 5.2   | Rugalmas kötések egytengelyű csövekhez .....                                  | 45 |
| 5.2.1 | Üvegszálalás csőköti idom (REKA) .....  | 45 |
| 5.3   | Mechanikus acél csőköti idom .....  | 52 |
| 5.4   | Viking-Johnson mechanikai kötés .....   | 54 |
| 5.5   | Húzásbiztos kötések.....  | 54 |
| 5.5.1 | Ragasztós táguló és szűkülő csővég .....                                      | 54 |
| 5.5.2 | Ragasztott kötés .....  | 57 |
| 5.6   | Egytengelyű és kéttengelyű csöveknél is használható kötések.....              | 62 |
| 5.6.1 | Karimás kötések.....  | 62 |
| 5.6.2 | A tompa-rétegelt kötés.....   | 63 |

# ROREX

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 6.  | Támasztótömbök.....                 | 67 |
| 6.1 | Megnevezések.....                   | 67 |
| 6.2 | Támasztótömbök.....                 | 68 |
| 6.3 | Beton köpenyezés .....              | 70 |
| 6.4 | Csatlakozás merev szerkezethez..... | 71 |
| 7.  | Helyszíni tesztek .....             | 74 |
| 7.1 | Helyszíni vízteszt.....             | 74 |
| 7.2 | Helyszíni víztömörségpróba .....    | 75 |

## 1. Bevezetés

### 1.1 Előszó

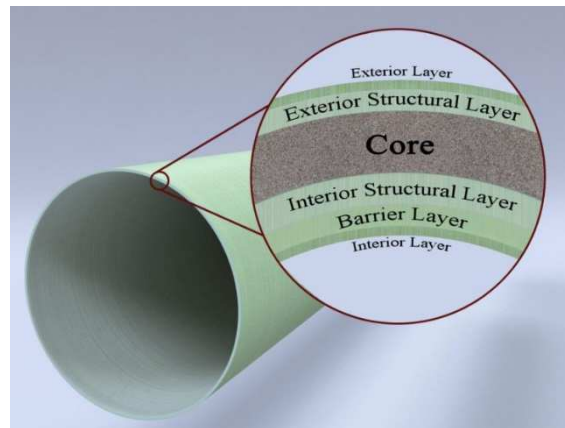
Ez a dokumentum alapvető útmutató a ROREX üvegszál erősítéses poliészter (ÜPE) csöveinek föld alatti beépítéséhez. A kézikönyvben a ROREX vállalatot a továbbiakban „ROREX”-nek nevezzük. Ez a kézikönyv ÜPE csövek sikeres földalatti beépítésének irányelveit tartalmazza felhasználók, tervezőmérnökök, munkavezető mérnökök és ellenőrök számára.

A jelen kézikönyvben szereplő eljárások főképpen azokat a gyakori körülményeket ismertetik, amelyek a terepen előfordulhatnak. A terepen előforduló különleges körülmények megoldhatók a mérnökök megfelelő döntéseivel és a ROREX-szel folytatott konzultációval.

A jelen kézikönyv nem tér ki más beépítési módokra, például a föld feletti és feltárás nélküli telepítésre. Egyéb eljárásokkal kapcsolatban kérjen a ROREX-től további információt.

### 1.2 Az üvegszál erősítéses csövek tulajdonságai

A teljesítmény javítása érdekében a ROREX csöveit több réteg üvegszál, műgyanta és kitöltőanyag egységeként tervezi (1.1 1). Az ÜPE csövek műgyantából, üvegszálból, szilikonból, katalizátorból és gyorsítóanyagból készülnek, végtelenített száltekerceseléses eljárással. A rétegek különböző kialakításával különböző tulajdonságú csövek gyárthatók. A száltekerceselés olyan eljárás, amely során az üvegszál merevítést műgyantával impregnálják, majd a nedvesített szálakat az előírt mintázat szerint viszik fel a csőre. További szilárdításként használható vágott üvegszál is (lásd az 1.1 2). Az ÜPE csövekben való felhasználás előtt minden nyersanyag minőségét ellenőrizni kell. A gyártási folyamat automatikusan, számítógéppel vezérelt gépekkel történik. Ez a ROREX csöveinek szabványos, egyenletes minőségét eredményezi.



1.1 1: Az ÜPE cső rétegei



1.1 2: Száltekereselés

Kétfajta ÜPE cső létezik: egytengelyű és kéttengelyű. Mindkét típus hajlékony.

Az egytengelyű csövek csak gyűrűfeszültséget (sugárirányú és érintőirányú feszültséget) viselnek el, a kéttengelyű csövek azonban mind a gyűrűfeszültséget, mind a tengelyirányú feszültséget tűrik. Az egytengelyű csövek föld alatt használhatók, a kéttengelyű csöveket pedig főleg föld feletti beépítésnél használják.

Az egytengelyű és kéttengelyű csövekből a rétegek, a műgyanta típusa stb. megváltoztatásával készíthető ÜPE, GRV, GRVE és GRE cső, így különböző mechanikai igénybevételhez és vegyi környezetekhez is alkalmassá tehetők.

A nyersanyag minőségét gyártás előtt szigorúan bevizsgálják. Az automatikus gyártási folyamat garantálja a ROREX csövek jó minőségét.

A ROREX csövek több előnye és tulajdonsága alacsony élettartamra vetített költséget és megfelelő beépítési rendszert biztosít.

- **Korrózióállóság**
  - Hosszú élettartam alacsony karbantartási költséggel

# ROREX

- Nincs szükség bélelésre, bevonásra és védelemre
- Időben egyenletes hidraulikai tulajdonságok
- **Kis súly**
  - Alacsony szállítási és anyagmozgatási költség
  - Könnyű, egyszerű beépítés
- **Sima belső felület**
  - Több folyadék szállítása más csőtípusokhoz képest
  - Energia megtakarítás a szivattyúrendszerekben és alacsonyabb üzemeltetési költségek
  - Alacsonyabb tisztítási költségek, mivel kevésbé rakódik le az iszap
- **Ellenálló bélés**
  - Kopásállóság
  - Jó repedésállóság
- **A gyártás rugalmassága**
  - Hosszabb csődarabok gyárthatók, így kevesebb illesztésre van szükség
  - Testre szabott átmérők és hosszúságok is rendelhetők
  - Projektspecifikus csőgyártás az ügyfél kérésére
- **Egyszerű csatlakoztatás**
  - A rugalmas tömítőgyűrűvel végzett csatlakoztatás szoros, hatékony illesztést, alacsonyabb illesztési költségeket, rövidebb beépítési időt és szögelfordulási lehetőségeket biztosít
- **Egyszerű beépítés**
  - Gyors, könnyű beépítés
  - Többféle beépítési típus, például föld alatt, föld felett és árkolás nélkül
  - Különböző fektetési mélységekhez igazítható
- **Fejlett csőkialakítás**
  - Egyenletes termékminőség
  - Különböző nyomás- és merevségi osztályok gyártása



# ROREX

- Projektspecifikus csőgyártás a különböző fizikai, vegyi, hőmérsékleti, környezetvédelmi stb. igényeknek megfelelően

## 1.3 Alkalmazások

A ROREX csövei sokféle alkalmazáshoz jól használhatók. A leggyakoribb felhasználási módok:

- Ivóvíz és nyersvíz továbbítása és elosztása
- Gravitációs szaniter-csatornarendszerek
- Szennyvízgyűjtő rendszerek
- Csapadékvíz elvezetése
- Tengervíz szállítása
- Öntözési alkalmazások
- Ipari alkalmazások
- Nyersolaj szállítása
- Hűtővíz
- Olaj-, gáz- és petrokémiai ipar
- Tűzoltási alkalmazások

## 1.4 A teljesítményre vonatkozó szabványok

A ROREX csöveit nemzeti és nemzetközi szabványoknak megfelelően gyártja, pl.: ISIRI, API, DIN, NORSAK, ASTM, ISO, IPS és AWWA (1-1). A fent említett szabványok alapján végzett aprólékos minőségellenőrzés és hosszú távú felülvizsgálat nem csak a gyártott csövek jó minőségét garantálja, hanem az ügyfelek elvárásainak is kitűnően megfelel.

Számos szigorú minőségellenőrzési és minősítési tesztet végzünk, bizonyítva, hogy a ROREX csövei megfelelnek a következő szabványok minimális teljesítményre vonatkozó előírásainak.

1-1: A ROREX által használt nemzeti és nemzetközi szabványok

|  |             |        |
|--|-------------|--------|
| Ivóvízhez használt nyomócső  | ISIRI 10729 | ISIRI  |
| Gravitációs kommunális csatornarendszerek  | ISIRI 10730 |        |
| Nyomás alatt álló és nyomás alatt nem álló csapadék- és szennyvízelvezető rendszerek | ISO 10467   | ISO    |
| Nyomás alatt álló és nyomás alatt nem álló vízellátó rendszerek                      | ISO 10639   |        |
| Gravitációs csatornák  | ASTM D3262  | ASTM   |
| Nyomócsövek  | ASTM D3517  |        |
| Nyomás alatt álló csatornarendszerek   | ASTM D3754  |        |
| Üvegszálas nyomócsövek   | AWWA C950   | AWWA   |
| Üvegszálas csövek tervezési kézikönyve   | AWWA M45    |        |
| Alacsony nyomású üvegszálas csővezetékek   | API 15LR    | API    |
| Magas nyomású üvegszálas csővezetékek  | API 15HR    |        |
| Rendszerveződiagram  | NORSOK P01  | NORSOK |
| Üvegszállal erősített telítetlen poliészter műgyanta csövek                          | DIN 16868-1 | DIN    |

## 1.5 Termékleírás

Az alábbiakban röviden ismertetjük a ROREX csövek méreteit és mechanikai tulajdonságait.

- **Névleges átmérő (DN)**

A csőátmérő 100 és 4000 *mm* között változik.

- **Nyomásosztály (PN)**

A nyomásosztályok a következők: 1, 6, 10, 16, 20, 25 és 32 bar.

- **Merevségi osztály (SN)**

A csöveget 2500, 5000 és 10000  $N/m^2$  merevségi osztályokban gyártjuk. Az ügyfél kérésére egyéb merevségi osztályokat is tudunk tervezni és gyártani.

Megjegyezzük, hogy a csövek merevségét meghatározó eljárás más az ASTM és ISO szabványban. Mint az 1-2 összehasonlításában látható, az ASTM a merevséget 5%

összenyomódásnál méri és  $EI/r^3$  mértékegységben adja meg, míg az ISO szabvány a merevséget 3% összenyomódásnál méri és  $EI/D^3$  és mértékegységben adja meg.

1-2: Csőmerevségi osztályok az ISO és ASTM szerint

| Merevségi osztály       |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| ISO (N/m <sup>2</sup> ) | ASTM (kN/m <sup>2</sup> ) |
| 1250                    | 62                        |
| 2500                    | 124                       |
| 5000                    | 248                       |
| 10 000                  | 496                       |
| 15 000                  | 744                       |
| 20 000                  | 992                       |

- **Csőhosszúság**

Az ÜPE csövek szabványos hosszúsága 6, 9 vagy 12 m. A projekt igényeinek megfelelően 3–15 m hosszúságban gyárthatók.

## 1.6 Cső-talaj kölcsönhatás

A föld alá fektetett csöveknél a hajlékonyság előnyös tulajdonság. A föld alá fektetett rugalmas cső és a mellette levő talaj együttesen viseli a fedőrétegből, felszíni terhelésből és forgalomból adódó külső függőleges terhelést egy alapvető elv alapján: a merevebb elemek a közös teher nagyobb részét viselik, mint a rugalmasabb elemek.

A talajborítás megfelelő kölcsönhatásának a föld alá fektetett rugalmas csővel nagy szerepe van a sikeres föld alatti beépítés és következésképpen a hosszú élettartam szempontjából:

- ◆ Ha a vállvonalnál merevebb a talaj, akkor könnyebben kialakul egy talajív, mely csökkenti a cső terhelésének arányát a függőleges terhelésből.
- ◆ A merevebb környező talaj nagyobb passzív oldalirányú nyomást jelent, ami a cső kisebb arányú függőleges terhelése miatt csökkenti csőre ható nyomatékot, nyíróerőt és elmozdulást.
- ◆ A cső rugalmassága lehetővé teszi a cső alakváltozását, és így a függőleges terhelések újraosztását.
- ◆ A cső összenyomódása jelzi a csőben levő feszültséget és így a beépítés minőségét.

## 1.7 Biztonság

Ebben a részben az ÜPE csövek beépítésével, karbantartásával és javításával kapcsolatos fontos munkaegészségügyi és biztonsági megjegyzéseket ismertetjük.

A beépítés megkezdése előtt tanulmányozza és ellenőrizze a következő munkaegészségügyi és biztonsági megjegyzéseket és előírásokat, valamint kérjen a projekt típusának megfelelő teljes biztonsági utasításokat a ROREX képviselőjétől. Ezenkívül a projekt minden résztvevőjét fel kell világosítani a lehetséges veszélyekről.

Mivel a csövek beépítése során gyúlékony vegyszereket kell használni, a szikrákat és hőforrásokat ki kell küszöbölni, és a helyszínre küldött anyagbiztonsági adatlapoknak megfelelő tűzvédelmi intézkedéseket szigorúan be kell tartani.

- Mindenkinek használnia kell a tevékenységnek megfelelő egyéni védőfelszerelést.
- Szigorúan tilos a csövekbe nagy mennyiségű vegyszert bevinni.
- A csövek belsejében végzett munka során szigorúan tilos mindennemű hanyagság.
- A csövek fel- és lerakása, tárolása és szállítása során mindenben tartsa be a vonatkozó biztonsági utasításokat.
- A csövek árkokba fektetése során tartsa be a rakodóberendezések biztonsági utasításait.

### 1.7.1 Elsősegélykészlet

Minden műveleti helyszínen lennie kell elsősegélykészleteknek és a használatukra vonatkozó oktatásban részesült személyeknek.

### 1.7.2 Szemmosó oldat

Mivel a vegyszerek a szembe juthatnak, minden elsősegélykészletben lennie kell szemmosó oldatnak. Mivel vegyszerek vannak jelen és ezek a munkások szemébe kerülhetnek, ilyenkor az elsősegélynyújtó dobozban megtalálható szemmosó oldatot kell használni.

### 1.7.3 Szellőzőrendszer zárt térben folytatott tevékenységek esetén

- Ha műgyantával, katalizátorral, acetonnal, DMA-val vagy bármilyen más vegszerrel dolgoznak, erős szikramentes ventilátorokat és szellőztető berendezéseket kell használni.

- A munkásoknak a csövek javítása során az elszívás irányával ellentétes irányban kell tartózkodniuk.
- A munkaegészségügyi és biztonsági felelős véleményének megfelelően kötelező a munkakörülményeknek megfelelő maszkok (öt üzemmódos, az arcot félig takaró maszk vagy üvegszálalás oxigéntartállyal felszerelt maszk) használata.

## **1.7.4 Tűzvédelem**

- Tűz esetén porral, gázzal vagy habbal működő tűzoltó készülékeket kell használni. Ha a tűz közelében katalizátort vagy műgyantát tartalmazó edények vannak, ezeket biztonságos helyre kell vinni, vagy ha ez nem lehetséges, vízzel kell hűteni. Nagyon nagy tüzek esetén vízpermetező rendszereket kell használni.
- Ha műgyanta használata közben magas hőmérsékletet vagy füstöt észlelnek, a műgyantát haladéktalanul ki kell vinni és vízzel kell hűteni.
- Ragasztó, műgyanta, acetone, katalizátor és bármely gyúlékony anyag használata során tilos dohányozni, hegeszteni és tüzet gyújtani.
- A gyúlékony vegyszereket, például ragasztót, műgyantát, acetont és katalizátort nem szabad nyílt láng, szikrák közelében vagy magas hőmérsékletű helyeken tárolni.
- Műgyanta és más gyúlékony anyagok keveréséhez szikramentes motort kell használni.
- A dimetil típusú adalékokat és kobaltot a műgyantával külön kell összekeverni és a katalizátort csak az utolsó lépésben szabad hozzáadni. A katalizátort semmiképpen nem szabad közvetlenül összekeverni a dimetil típusú adalékkal vagy kobalttal, mert az tüzet okoz. Ezért a munkásokkal ismertetni kell a fenti anyagokkal kapcsolatos veszélyeket.
- A tűzveszély miatt a gyorsítószeret (kobalt, katalizátor és dimetil típusú adalék) a csövön kívül kell összekeverni és nem szabad őket külön-külön a csőbe vinni. A csőben csak a gyártáshoz szükséges műgyanta és üvegszálak lehetnek.
- Figyelembe véve, hogy a lamináláshoz megfelelő világítás szükséges, ehhez szikramentes berendezéseket, például kézilámpát kell használni.
- A lamináláshoz szigorúan tilos sarokcsiszolót használni, mivel szikrák keletkezhetnek.
- A laminálással végzett javításoknál nagyon fontos, hogy a csőben rendelkezésre álljon megfelelő mennyiségű 2 kg-os por- és gázkapszula.

## 1.7.5 Biztonsági előírások a munkahelyi balesetek elkerülésére zárt terekben

- A belső réteges burkolással végzett javítási folyamat megkezdése előtt külön kockázatelemzést kell végezni és külön vészhelyzeti cselekvési tervet kell készíteni.
- A csövek javítását soha nem szabad a munkaegészségügyi és biztonsági egység jóváhagyása és utasításai nélkül végezni. Az engedélyt a biztonsági körülmények ellenőrzése után a munkaegészségügyi és biztonsági felelősnek ellenőriznie kell és a felettesnek kell kiadnia.
- A csövek beépítési és javítási munkálatait a munkaegészségügyi és biztonsági egységnek folyamatosan felügyelnie kell.
- Mivel a laminálás különleges eljárás az ÜPE csövek beépítése során, ezt a munkát nagyon tapasztalt és alapos oktatásban részesült személyzet végezze.
- Az izom- és csontrendszerrel kapcsolatos problémák elkerüléséhez elengedhetetlen, hogy a csövek beépítése és javítása során betartsák az ergonómiai alapelveket és figyelmet fordítsanak a munkaegészségügyi és biztonsági egység észrevételeire.
- Szigorúan tilos a csövekbe nagy mennyiségű acetont bevinni, különösen nyitott edényben.
- Zárt térben dolgozva kötelező valamilyen kommunikációs eszközzel (például drót nélküli vagy más alkalmas berendezéssel) tartani a kapcsolatot egy kint tartózkodó személlyel.
- A belső laminálással végzett javítások során be kell tartani a zárt térben végzett munkára vonatkozó előírásokat és egyéb releváns utasításokat.
- A csövekbe nem mehetnek be szív-, légzőrendszerei, a csontozatot vagy izmokat érintő, neurológiai vagy mentális betegséggel (epilepszia, pszichés probléma, általános szorongás stb.) élő személyek.
- A lehetséges veszélyek miatt a csövekben csak álló vagy félig álló helyzetben szabad dolgozni (előrehajolva tilos).
- A cső belsejében végzett bármilyen művelet közben kötelező üvegszálalás oxigéntartállyal felszerelt maszk viselése, ha a munkás 12 m-nél távolabb van a cső nyitott végétől.

# ROREX

## 1.8 Helyszíni felügyelet

A ROREX az ügyfél kérésére a szerződés keretében helyszíni ellenőrt tud biztosítani. Az ellenőr (a szerződéstől függően állandó vagy eseti jelleggel) felkeresi a helyszínt és tanácsot ad a vállalkozónak a csövek megfelelő beépítéséhez szükséges műveletekkel kapcsolatban. A ROREX az ügyfél kérésére a megfelelő beépítés biztosítására rendszeres vagy folyamatos helyszíni felügyeletet tud biztosítani.

## 2. Szállítás, mozgatás, tárolás és javítás

### 2.1 Szállítás és mozgatás

#### 2.1.1 Egy cső vagy egy köteg

A szállítási előkészületek célja a csövek falának, végeinek és illesztő elemeinek a megrongálódás elleni védelme. A csöveket és csőkötő idomokat megfelelő, lapos platós kamionnal kell szállítani. A kamionnak a csövekkel közvetlenül érintkező minden részét fával vagy gumival kell borítani, hogy a csövek ne sérüljenek meg. Az is fontos, hogy a csövek ne érjenek egymáshoz, mivel mozgatás vagy szállítás közben megsérülhetnek a rezgések miatt. Ezért fából készült lapos támasztóelemeket (legalább 100 mm szélességgel) és ékeket (a biztonság és stabilitás biztosítására) kell használni. A fából készült támasztóelemeket minden felrakodás előtt át kell vizsgálni, hogy nincsenek-e rajtuk éles vagy csorba peremek vagy bármilyen kitüremkedő tárgy, például szög. Az egymásra rakott csövek magassága nem haladhatja meg a 2,5 m-t (2.2 1).



2.2 1: A csövek szállítása során megengedhető rakodás

A csövek rögzítéséhez használjon hajlékony hevedert vagy egyszerű kötelet. A hevederek nem deformálhatják a csövet. A csövekkel közvetlenül érintkező láncokat vagy acélkábeleket tilos használni, hacsak kellően alá nem párnázzák őket, hogy ne koptassák a cső felületét.

A támasztóelemek maximális távolsága 300 mm névleges átmérő ( $DN \geq 300$ ) fölött 4 méter, 250 mm-nél kisebb névleges átmérő ( $DN \leq 250$ ) esetén pedig 3 méter. A maximális túlnyúlás 2 méter.



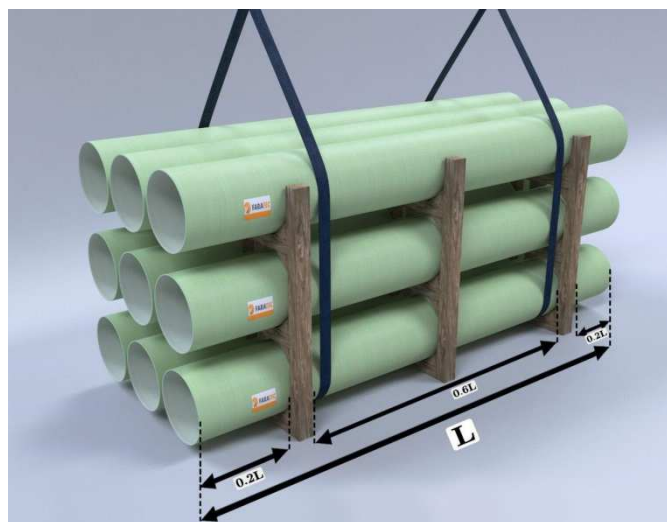
# ROREX

A ROREX a 600 mm-nél kisebb névleges átmérőjű csöveket gyakran a 2.2.2 bemutatott módon kötegel. A csövek végeit ajánlatos polietilén lemezzel vagy szalmaszőnyeggel védeni. A „B” függelékben megadjuk a csomagolási specifikációkat. A kötegeket csak két hevederrel szabad mozgatni, egyetlen heveder használata tilos.



2.2.2: 600 mm-nél kisebb névleges átmérőjű csövek kötegelése

A kötegek mozgatásához két hevedert kell használni. .



2.2A kötegelt csövek szállítása részletesen

## 2.1.2 Egymásba rakott csövek

Az egymásba rakott csövek (kisebb átmérőjű csövek nagyobb átmérőjű csövekben) mozgatásánál különleges megfontolásokra van szükség. A csöveket szállítás közben megfelelően védeni kell a relatív elmozdulástól vagy sérüléstől. Az egymásba rakott csövek emeléséhez legalább két hevedert kell használni. Egymásba rakott csövek esetén a fa támasztóelemek távolsága nem haladhatja meg a 2 métert.



2.2 Egymásba rakott csövek

### 2.1.3 Illesztőelemek és csőkötő idomok

A csőkötő idomok ládában vagy raklapon is szállíthatók. Szállítás közben meg kell akadályozni az alkatrészek közvetlen érintkezését.



2.3 ábra: A csőkötő idomok raklpra helyezése szállításhoz

## 2.2 A csövek lerakodása

### 2.2.1 Egyes csövek lerakodása

A csöveket legalább 100 mm szélességű hajlékony hevederrel vagy szíjjal kell mozgatni. A csővel közvetlenül érintkező lánc, acélkábel vagy bilincs használata emeléshez vagy szállításhoz tilos. A csöveket semmilyen körülmények között nem szabad leejteni. Ügyeljen, hogy a cső ne ütközzön hozzá szilárd tárgyakhoz, például más csövekhez, a kamion platójához stb. A csöveket nem szabad görgetni, leejteni, ledobni és nem érintkezhetnek éles tárgyakkal, mert megsérülhetnek.

# ROREX

A kis átmérőjű csöveket két munkás is lerakhatja, de csak abban az esetben, ha a cső tömege nem haladja meg a 60 kg-ot. Nehezebb csövek emeléséhez mobil darut kell használni.

Az egyes csöveket biztonsági okokból és stabilabb mozgatusuk érdekében két alátámasztási ponton kell emelni. Mozgatás közben megkönnyítheti a kézi irányítást, ha a csőre vezetőkötélet erősítenek.

(2.2 3).



2.2 3: Cső emelése két alátámasztási ponttal és mozgatusa vezetőkötéttel

Az emeléshez távtartó rúd is használható a legalább két alátámasztási pont biztosítására



2.2 ábra Távtartó rúd/gerenda

A csöveket ne emelje a végeikbe akasztott kampóval vagy a végeikbe vezetett kötéllel vagy hevederrel.

A normál csövek súlyát az „A” függelék alapján becsülheti meg.

## 2.2.2 Csőcsomagok lerakodása

Csőcsomagok emeléséhez két alátámasztási pontot kell használni. Ha több cső nincs biztonságosan összefogva, semmiképpen ne emelje őket egyben.

## 2.2.3 Egymásba rakott csövek lerakodása

A szétszedést a legkisebb csővel kell kezdeni. A normál eljárás az, hogy egy villástargonca kipárnázott karját be kell tolni a legkisebb csőbe, a csövet kissé meg kell emelni, majd óvatosan ki kell húzni (2.2 4). Ha az előbb említett eljárás a súlyra, hosszúságra vagy a berendezésre vonatkozó korlátozások miatt nem lehetséges, kérdezze meg a ROREX-et az adott esetben érvényes ajánlásokról.



2.2 4: A csövek szétszedése emelőtargonccal

## 2.2.4 Illesztőelemek és csőkötő idomok

A csőkötő idomokat a fentebb a csövekkel kapcsolatban említett megfontolások alapján kell lerakodni.

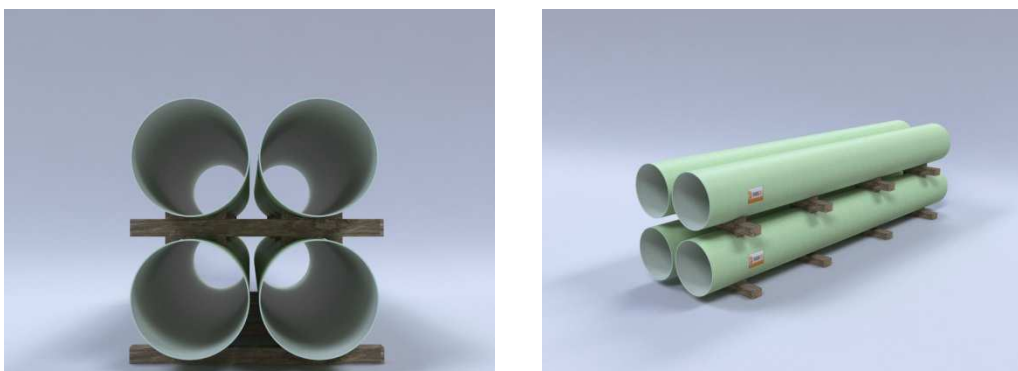
## 2.3 Átvizsgálás átvételkor

Vizsgálja meg a csövek külső részét, hogy nem rongálódtak-e meg. A kisebb karcolásokat és homorulatokat nem szükséges javítani. A legfeljebb 0,5 mm mély karcolások és homorulatok 600 mm vagy annál kisebb névleges átmérő esetén kicsinek számítanak. 600 mm-nél nagyobb névleges átmérő esetén a maximális karc- vagy homorulatmélység 0,8 mm. Ha a cső sérülése az előbb említett értékeknél nagyobb, azt a javítási kézikönyv szerint javítani kell.

## 2.4 Tárolás

### 2.4.1 A csövek tárolása

A csöveket általában faléceken kell tárolni, ami megkönnyíti az emelőhevederek elhelyezését és levételét. Nagy átmérőjű csövek esetében a lécek ajánlott legkisebb szélessége 100 mm. A csöveket ki kell ékelni, hogy az erős szél ne görgesse el őket (2.2 5). A csöveket nem szabad meredek terepen, szeles helyeken vagy földcsuszamlás által veszélyeztetett területen tárolni. A csöveket nem szabad olyan helyen tárolni, ahol gázoknak, vegyszereknek és savas anyagoknak vannak kitéve, például lepárlótornyok közelében. Egymásra rakott csövek esetében a negyedelési pontoknál alátámasztást kell biztosítani. Ha még megvannak, a tároláshoz használhatja a kiszállításkor használt eredeti alátétfákat. Az egymásra rakott csövek magassága legfeljebb 2,5 m lehet.



2.2 5: A csövek egymásra rakása

Ha a csöveket közvetlenül a talajon tárolják, egyenes talajon kell feküdniük, nem lehetnek alattuk kövek, sziklák vagy bármely olyan anyag, mely megsértheti a csövek külső felületét. Ajánlatos a csöveket ugyanarra a szemcsés anyagra lefektetni, melyből az ágyzat lesz (3.6.2). Ebben az esetben a cső súlyát nem viselheti kiöblösödés, csőkötő idom vagy bármely más illesztett felület.

### 2.4.2 A csőkötő idomok, T elemek és illesztőelemek tárolása

A 2.4.1 említett eljárásmodok ezekre az elemekre is érvényesek.

### 2.4.3 A tömítőgyűrűk tárolása

A gumi tömítőgyűrűket árnyékban, az eredeti csomagolásukban kell tárolni. Nagyon fontos a tömítőgyűrűk védelme a napsütéstől, oldószerektől, ásványi kenőanyagoktól és olajoktól.

## 2.4.4 Egyéb anyagok tárolása

- **Katalizátor**

Mivel a beépítés helyszínén a katalizátor a legveszélyesebb anyag, azt 25 °C alatt, árnyékban, éghető anyagoktól távol, a lehető legtovább az eredeti csomagolásban kell tárolni (amely megakadályozza az oxigénnel való érintkezését) és mindenben be kell tartani a biztonsági utasításokat. A katalizátor vízzel, olajjal és bármely más anyaggal való szennyeződése esetén azonnal kültérre kell vinni, mivel felrobbanhat.

- **Műgyanta**

A műgyanta tárolásához a megfelelő hőmérséklet 25 °C. Különleges körülmények esetén a tárolási hőmérséklet elérheti a 32 °C-ot, bár a magasabb hőmérséklet csökkenti a műgyanta eltarthatóságát. A műgyantát árnyékban, éghető anyagoktól távol, a lehető legtovább az eredeti csomagolásban kell tárolni (amely megakadályozza az oxigénnel való érintkezését) és mindenben be kell tartani a biztonsági utasításokat.

- **Ragasztó**

A ragasztót 5 °C és 30 °C között, árnyékban, éghető anyagoktól távol, a lehető legtovább az eredeti csomagolásban kell tárolni (amely megakadályozza az oxigénnel való érintkezését), és mindenben be kell tartani a biztonsági utasításokat.

- **Adalékanyagok (kobalt és dimetil típusú adalékok)**

A kobaltot és a dimetil típusú adalékokat nem szabad a katalizátor közelében tárolni. Legfeljebb 25 °C-on kell őket tárolni. Ezeket az anyagokat nem szabad napon tárolni, és gyúlékony anyagoktól távol kell tartani őket. Azt ajánljuk, hogy a kobalt és dimetil típusú adalékok csomagolását tartsa meg a felhasználásig, hogy az anyag ne érintkezessenek közvetlenül oxigénnel. Minden biztonsági óvintézkedést figyelembe kell venni.

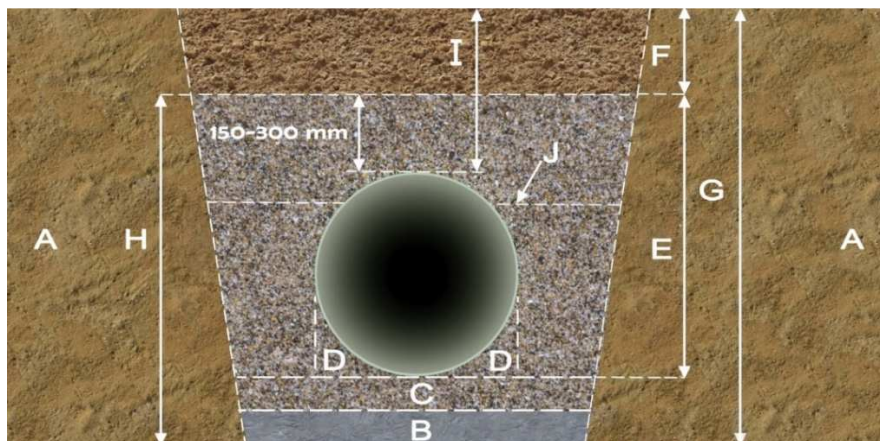
## 3. Földalatti beépítés

### 3.1 Leírás

A talaj típusa fontos szerepet játszik az ÜPE csövek anyagösszetétele és az illesztési típus kiválasztásánál. Az üvegszálcsövek szerkezeti kialakítása (mint csaknem minden más föld alá fektetett cső esetében) feltételezi, hogy a csövet a körülötte levő talaj támasztja. Így a beépítésnek olyan talaj-cső rendszert kell eredményeznie, amelyben a csövet körülvevő talaj elegendő támasztási kapacitást nyújt a betemetett csőnek.

A föld alá történő beépítés műszaki paraméterei sok tényezőtől függenek, ilyen például a cső merevsége, a természetes talaj állapota, a talajvíz szintje, az árok szélessége, a beépítési mélység, a visszatöltéshez használt anyag tulajdonságai és tömörsége, a felszíni forgalom és a nyomáshullámok. Az árok keresztmetszetének terminológiáját a 3.3 1 mutatjuk be.

A geotechnikai adatok, például a talaj besorolása, a normál behatolási vizsgálat, a talaj merevsége, a talajvíz szintje stb. segítenek a talajtípus és következésképpen az ÜPE cső anyagösszetételének, az illesztés típusának és a beépítés részleteinek a meghatározásában. A talajvíz szintjének évszakos és hosszú távú változásait figyelembe kell venni, mivel befolyásolják a cső-talaj rendszer viselkedését.



|  |   |
|--|---|
| A helyszínen található (természetes) talaj | A |
| Alapozás (ha szükséges)                    | B |
| Ágyazat                                    | C |
| A cső alatti terület                       | D |
| Kezdeti visszatöltés                       | E |
| Befejező visszatöltés                      | F |



|  |   |
|--|---|
| Visszatöltés                               | G |
| A csőzóna ágyazata                         | H |
| Fektetési mélység                          | I |
| Osztott beépítés (II. típus) határa, 0,6 D | J |

3.3 1: Az árok keresztmetszetének terminológiája

## 3.2 Geotechnikai vizsgálat

A csővezeték nyomvonalának vizsgálata hagyományosan azzal a módszerrel történik, hogy fúrásokkal és talajminták vételével felméri a talaj állapotát a fektetési mélységben a csővezeték nyomvonalán. Ennek az eljárásnak olyan adatokat kell meghatároznia, mint a természetes talaj besorolása, a normál behatolási vizsgálat adatai, az ütésszám a csővezeték vállvonalánál, a természetes talaj sűrűsége és a talajvíz szintje.

## 3.3 Természetes talaj

Rendkívül fontos a természetes talaj tulajdonságainak megismerése. A talaj besorolását az ASTM D2487 és ASTM D2488 (egységes rendszer) szerint lehet meghatározni. A talaj tömörségét normál behatolási vizsgálattal vagy kúpbehatolási vizsgálattal lehet meghatározni az ASTM D1586, illetve az ASTM D3441 szabvány szerint. A 3-1: a szemcsés és tapadó természetes talajok besorolását mutatja a talaj tömörsége szempontjából.

A természetes talaj akár természetes állapotában, akár javítva felhasználható a csőzóna ágyazatának anyagaként, ha megfelel a 3-4 követelményeinek.

3-1: A szemcsés és tapadó természetes talajok tömörségének besorolása

| Természetes, helyben található talajok                    |                |   |                |  |
|---|----------------|---|----------------|--|
| Szemcsés  |                | Tapadó  |                | Msn<br>A talaj P-hullám<br>modulusa<br>MPa |
| Ütések száma / 0,3 m<br>az ASTM D1586<br>szabvány szerint | Leírás         | $q_u$<br>Nem korlátozott nyomószilárdság<br>kPa | Leírás         |  |
| 0-1   | rendkívül laza | 0-13  | rendkívül puha | 0,34                                       |
| 1-2   | nagyon laza    | 13-25   | nagyon puha    | 1,4  |
| 2-4   |                | 25-50   | puha           | 4,8  |
| 4-8   | laza           | 50-100  | közepes        | 10,3                                       |
| 8-15  | kissé tömör    | 100-200   | merev          | 20,7                                       |
| 15-30   | tömör          | 200-400   | nagyon merev   | 34,5                                       |
| 30-50   | sűrű           | 400-600   | kemény         | 69,0                                       |
| >50   | nagyon sűrű    | >600  | nagyon kemény  | 138,0                                      |



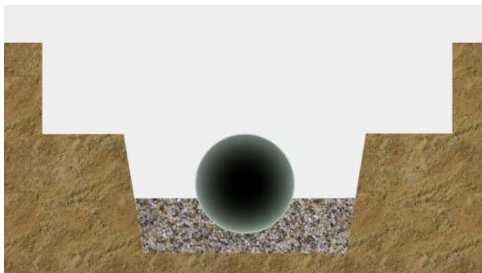
## 3.4 Az árok kiásása

### 3.4.1 Az árok biztonsága

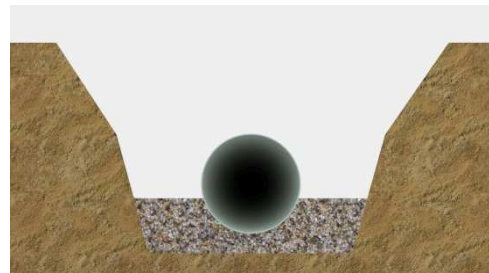
Minden, az árok ásásában részt vevő vagy az ásás közelében tartózkodó személlyel kapcsolatban azonosítani kell a kockázatokat és megfelelő intézkedéseket kell tenni. Megfelelő munkarendszert kell bevezetni a kockázatok minimalizálására az ásás előtt, alatt és után.

Az árok falának a beépítés minden fázisában meg kell őriznie a stabilitását. A kiemelt talajt az árok szélétől megfelelő távolságban kell lerakni. A magasabb biztonsági szintek érdekében ajánlatos a csövek lefektetését, a visszatöltést és tömörítést a lehető leghamarabb (lehetőleg minden munkanap végén) elvégezni.

Az árokfal biztonságának megőrzésére instabil vagy veszélyes körülmények között alkalmas eljárást, például dúcolást, merevítést, szádfalat, rézsűzést, lépcsőzetes kialakítást vagy víztelenítést kell használni az árokban dolgozók védelmére. A3.3 ábra2 két tipikus módszert mutat be az árok falának stabilizálására.



Lépcsőzetes árokfal

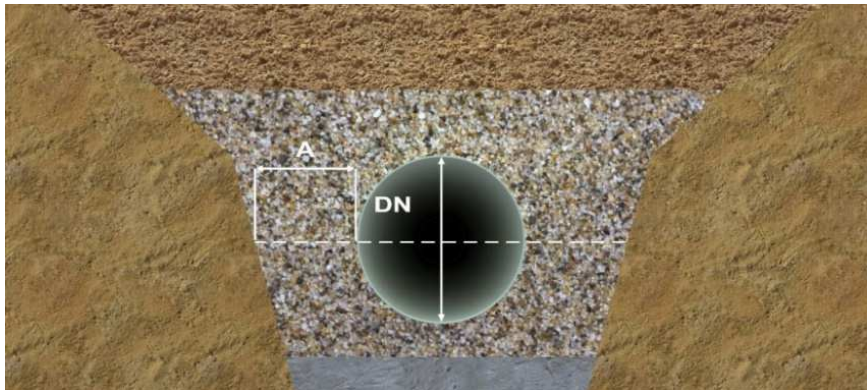


Rézsűs árokfal

3.3 ábra2: Tipikus módszerek az árokfal stabilizálására

### 3.4.2 Az árok szélessége

A 3.3. ábra az árok keresztmetszetét mutatja föld alá végzett beépítésnél. Az árok szélességének elegendőnek kell lennie a cső alatti részbe kerülő anyag elhelyezésére és tömörítésére, valamint a csőzóna ágyazó anyagának tömörítéséhez tömörítő berendezésekkel. A minimális távolság a cső és az árok fala között a tömörítéshez használt berendezés szélessége + 150 mm, de legalább 600 mm legyen. A 3.3 3 az „A” méret ezt a szélességet mutatja. A 3-2 az „A” értékét adja meg különböző csőátmérőkre. Ha szádfalra van szükség, az árok minimális szélességét megfelelően meg kell növelni.



3.3 3: Az árok keresztmetszete

3-2: Az árok minimális szélessége

| A minimális távolság a cső és az árok fala között (mm) | Csőátmérő (mm) |
|--|----------------|
| 300  | 300-ig         |
| 450  | 350–900        |
| 600  | 950–1500       |
| $(0,75 \cdot DN)/2$                                    | Több mint 1600 |

- **A szabvány árok**

A szabvány árok szélessége a vállvonalnál a névleges átmérő 1,75-szöröse.

- **A széles árok**

Ha a természetes talaj gyenge és nem bírja el a visszatöltő anyag által átvitt terhelést, előfordulhat a cső ellapulása. Ezért az árkot elég szélesre kell tervezni ahhoz, hogy a teher nagy részét a visszatöltő anyag támassza és csak egy kis részét a természetes talaj. A névleges átmérő 5-szörösénél szélesebb árok nem javítja a csővezeték összenyomódását.

### 3.4.3 Az árok feneke

- **Stabil árokfenék**

Egy stabil árok fenékszintjének 100 mm-rel kell lejjebb lennie a csővezeték aljánál.

- **Nem stabil árokfenék**

Ha az árok feneke nem stabil vagy „gyors tendenciát” mutat, mélyebbre kell kiásni, és a nem megfelelő talajt alapozással vagy javított talajjal kell kicserélni 100 mm-es szintig a csővezeték szintje alatt. Mind az alapozás készítése, mind a talaj stabilizálása, például a talaj javítása segíthet minimalizálni vagy megszüntetni az eltérő süllyedést. A laza vagy puha, valamint erősen táguló talajok nem stabil árokfenéknek számítanak.

- **Merev árokfenék**

Ha sziklák, kőzet, tömörödött altalaj vagy más rugalmatlan anyagok, például kavics, nagyobb kövek vagy 40 mm-nél nagyobb kődarabok vannak az árok alján, az árok fenekének legalább 150 mm-rel a cső alja alatt kell lennie.

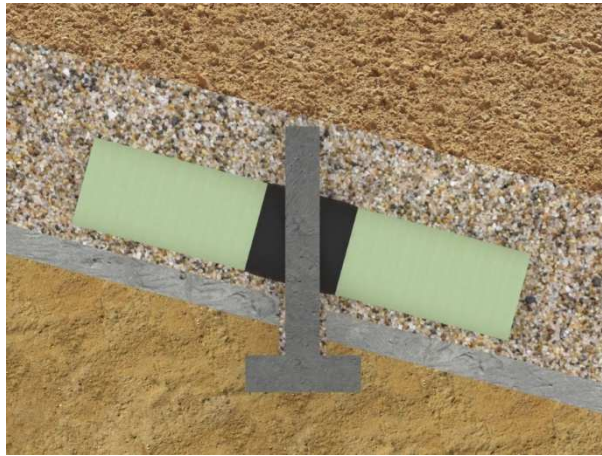
### 3.4.6. Lejtőben ásott árok

A csöveket nem szabad 15°-nál (1:4 arányúnál) meredekebb lejtőkön beépíteni, hacsak megfelelő intézkedésekkel, például betongyűrűvel meg nem akadályozzák a cső elcsúszását az árokban (3.3 4).

15°-nál meredekebb lejtőkön figyelembe kell venni a következőket:

- A beépítés hosszú távú stabilitását megfelelő geotechnikai kialakítással kell biztosítani.
- A csöveket nagy nyírószilárdságú anyagokkal, például I. osztályú talajjal kell visszatölteni.
- A csőzóna ágyzatának anyagát 90%-ig tömöríteni kell.
- A csöveket egyenes vonalban kell beépíteni ( $\pm 0,2^\circ$ ).
- Az illesztések szétválásának megakadályozására a visszatöltés abszolút hosszú távú mozgása tengelyirányban legfeljebb 20 mm lehet.
- A beépítést megfelelően vízteleníteni kell az anyagok kimosódásának megakadályozására, és biztosítani kell a talaj megfelelő nyírószilárdságát. Ebbe beletartozhat a visszatöltés vagy a talajfelszín kezelése.
- Az egyes csőszakaszok stabilitását figyelni kell a beépítési fázis során és az üzem megkezdésének első szakaszában.

A különleges kialakításokkal kapcsolatban konzultáljon a ROREX-szel.



3.3 4: Betongyűrű

## 3.5 Vízvédelem

A vizet az árokból a cső és az ágyazat elhelyezése előtt el kell távolítani. A vízszintet a cső beépítése előtt, közben és után is szabályozni kell, amíg el nem helyezték az ágyazatot és a megfelelő visszatöltő anyagot, hogy ne árássa el a víz a csöveket.

Mind a felszínről bejutó, mind a talajvízből származó vízfolyást meg kell akadályozni, hogy ne gyengüljön meg az árok alja, fala, alapozása vagy az ágyazat. A beépítési területen szabályos térközökben elhelyezett gátak vagy metszett drének megakadályozhatják a víz végigfolyását az árok fenekén.

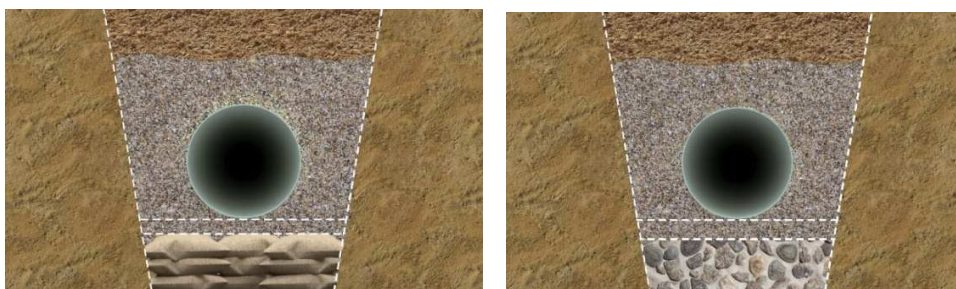
Ha a vízszintet nem lehet az ágyazat alatt tartani, az árok fenekének stabilitását alagsövekkel kell biztosítani. Ha az árok fenéke nem éri el a kívánt stabilitást, az alagsövek rétege alatt mindenképpen alapozást kell használni.

Az anyag elvándorlásáról bővebben lásd a 4.9.1. A 3-4 táblában részletesebben bemutatjuk az alapozást és az ágyazatot.

## 3.6 Az alapozás és az ágyazat

### 3.6.1 Alapozás

Azt, hogy a föld alá fektetett csőhöz szükség van-e alapozásra, a természetes talaj típusa és a geotechnikai körülmények határozzák meg. Mocsaras területeken és problematikus talajoknál általában szükség van alapozásra. A megfelelő alapozó anyagokra és a kivitelezés részleteire vonatkozó információkat a 3-4 táblában találja. Kedvezőtlenebb körülmények között más módszerek, például természetes talajjal megtöltött zsákok és cementtel vagy mészkővel javított talajok használatát javasoljuk (3.3 5).



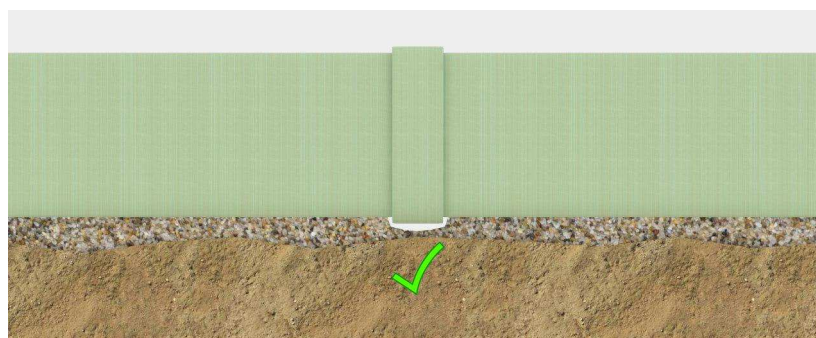
Kövek vagy cementtel, illetve mészkővel stabilizált talaj használata alapozáshoz

Természetes talajjal töltött zsákok

3.3 5: Alapozás

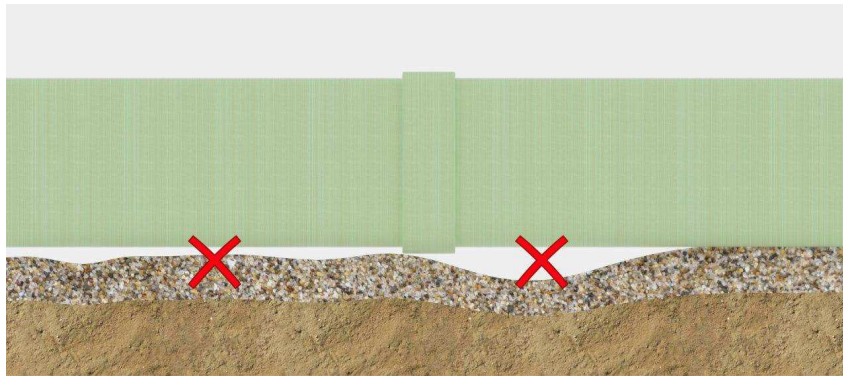
### 3.6.2 Ágyazat

Az ágyazatot szilárd aljzatra kell helyezni, mely lehet akár az árok feneké, akár alapozás. A cső alatt egységes ágyazatnak kell lennie, hogy a cső súlyát egyenletesen vigye át a talajra (3.3 6). Az illesztés túlzott súlyterhelésének megakadályozására az ágyazat anyagát az illesztés alatt az illesztés méretének és alakjának megfelelően el kell távolítani (3.3 6). Érdeemes az ágyazathoz a kezdeti visszatöltő anyagot használni.



a) Megfelelő ágyazat





Nem megfelelő ágyazat

3.3 6: Ágyazat

## 3.7 Túlásás

Ha az árok alját jobban kiásták a tervezettnél, az árok túl mélyre ásott fenekét I. vagy II. osztályú anyaggal kell kitölteni, vagy kövesse a 3-4 található utasításokat.

## 3.8 Az ágyazat anyaga

### 3.8.1 Leírás

A visszatöltés elején használt anyagot az árokban levő cső köré és tetejére kell teríteni a mechanikai beépítés után. A visszatöltés elején használt anyag lehet természetes aggregátum vagy zúzott kő. A 3-3 táblázat a kezdeti visszatöltéshez használt anyagok besorolását ismerteti az ÜPE csövek beépítésének követelményei szerint, a 3-4 pedig a beépítéssel kapcsolatos szempontokat mutatja be különböző kezdeti visszatöltő anyagokhoz.

A 3-3 táblázatban az I. osztály rendelkezik a legjobb tömíthetőséggel. Más szavakkal: kis energiával elér egy bizonyos tömörítési szintet, és a legnagyobb tömörséget és sűrűséget biztosítja. Visszatöltésre az I–IV. osztályba tartozó talajok használatát javasoljuk. V. osztályú talajt semmiképpen ne használjon erre a célra. Az I. osztályba tartozó talaj a legjobb, a IV. osztályba tartozó pedig a leggyengébb visszatöltő anyag.

### 3-3: Talaj tömörségi kategóriák

| Talajtömörségi kategória | Talajcsoportok az egyesített talajosztályozási rendszer szerint  |
|--------------------------|--|
| I. osztály               | Zúzott kő:<br>legfeljebb 15% homok, maximum 25% jut át a 3/8 hüvelykes szitán és maximum 5% a 200-as szitán (3. megjegyzés)  |
| II. osztály              | Tiszta, durva szemcsés talajok:<br>SW, SP, GW, GP vagy bármely, ezekkel a jelekkel kezdődő talajnak legfeljebb 12%-a jut át a 200-as szitán (4. megjegyzés)  |
| III. osztály             | Durva szemcsés talajok finom homokkal:<br>GM, GC, SM, SC vagy bármely, ezekkel a jelekkel kezdődő talaj több mint 12% finom homokkal<br>Homokos vagy kavicsos finom szemcsés talajok:<br>CL, ML (vagy CL-ML, CL/ML, ML, CL), több mint 30% fennmarad a 200-as szitán |
| IV. osztály              | Finom szemcsés talajok:<br>CL, ML (vagy CL-ML, CL/ML, ML/CL), legfeljebb 30% marad fenn a 200-as szitán  |
| V. osztály               | Nagyon plasztikus vagy szerves talajok:<br>MH, CH, OL, OH, PT  |

### 3-4: Ajánlások a talajok és aggregátumok beépítésére és használatára alapozáshoz és a csőzóna ágyzatához

| Talajmerevségi kategória – lásd az 1. megjegyzést | I. osztály   | II. osztály   | III. osztály   | IV. osztály   |
|---|--|---|--|---|
| Általános ajánlások és korlátozások               | Elfogadható vagy gyakori olyan helyzetekben, amikor valószínű a vándorlás vagy ha geotextil szűrőközeggel kombinálják.<br>Használható vízelvezető rétegeként és alagcsövezéshez olyan helyeken, ahol a szomszédos anyag megfelelő minőségű vagy geotextil szűrőszövetrel együtt használva. | Ha van hidraulikus esés, a vándorlás minimalizálására ellenőrizze a szemcseösszetételt. A tiszta csoportok használhatók vízelvezető rétegeként és alagcsövezéshez. Az egyenletes finomságú, 100-as szitán (0,15 mm) több mint 50%-ban átjutó homokok (SP) iszapként viselkednek, ezért SC3 talajként kell kezelni őket. | Ne használja olyan esetekben, amikor az árokban uralkodó vízviszonyok nem teszik lehetővé a megfelelő elhelyezést és tömörítést. 62 kPa (SC=1250 Pa) vagy annál kisebb merevségű csövekhez nem ajánlott. | Nehéz nagy merevségű talajt kialakítani. Ne használja olyan esetekben, amikor az árokban uralkodó vízviszonyok nem teszik lehetővé a megfelelő elhelyezést és tömörítést. 62 kPa (SC=1250 Pa) vagy annál kisebb merevségű csövekhez nem ajánlott. |
| Alapozás  | A fenti korlátozásokkal alkalmas alapozáshoz és túl mélyre ásott valamint  | A fenti korlátozásokkal alkalmas alapozáshoz, túl mélyre ásott és nem stabil  | A fenti korlátozásokkal alkalmas túl mélyre  | Nem alkalmas.   |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | nem stabil árokfenekek cseréjére.  | árokfenekek cseréjére. Legfeljebb 300 mm vastag rétegekben terítse és tömörítse.   | ásott árokfenekek cseréjére. Legfeljebb 150 mm vastag rétegekben terítse és tömörítse. |   |
| A csőzóna ágyazata   | A fenti korlátozásokkal alkalmas. A cső alatt levő anyagot dolgozza el, <b>hogya</b> egyenletes alátámasztást biztosítson a cső alsó részének. | A fenti korlátozásokkal alkalmas. A cső alatt levő anyagot dolgozza el, <b>hogya</b> egyenletes alátámasztást biztosítson a cső alsó részének. | A fenti korlátozásokkal alkalmas. Nehéz a cső alatti részen elhelyezni és tömöríteni.  | A fenti korlátozásokkal alkalmas. Nehéz a cső alatti részen elhelyezni és tömöríteni. |
| Az ágyazat tömörítése<br>Minimális ajánlott sűrűség, SPD – lásd a 2. megjegyzést | A minimális sűrűség jellemzően elérhető döntéssel terítéssel.  | 85%  | 90%  | 95%   |
| A tömörítés relatív munkaigénye a minimális sűrűség eléréséhez                   | Alacsony   | Közepes  | Magas  | Nagyon magas  |
| Tömörítési módszerek   | Rezgés vagy ütés   | Rezgés vagy ütés   | Ütés   | Ütés  |
| Szükséges nedvességvédelem   | Nincs  | Nincs  | Tartsa optimális közeli szinten a tömörítés munkaigényének minimalizálásához           | Tartsa optimális közeli szinten a tömörítés munkaigényének minimalizálásához          |

1. megjegyzés: Az SC5 anyagok nem alkalmasak ágyazatnak. Ha a mérnök jóváhagyja, a visszatöltés végén használhatók.

2. megjegyzés: Az SPD az ASTM D698 tesztelési módszere (AASHTO T-99) szerint meghatározott normál Proctor sűrűség

### 3.8.2 A kezdeti visszatöltéshez használt anyag maximális részecskemérete

A kezdeti visszatöltés maximális részecskemérete a cső átmérője alapján korlátozott, lásd a 3-5. Mivel a kezdeti visszatöltést rétegekben kell végezni, a megengedett legnagyobb részecskeméret nem haladhatja meg a réteg vastagságának 75%-át.

3-5 táblázat: A kezdeti visszatöltés maximális részecskemérete

| Névleges átmérő ( $D_i$ ) | Maximális részecskeméret |
|---------------------------|--------------------------|
| <i>mm</i>                 | <i>mm</i>                |
| $D_i \leq 450$            | 13                       |



|                       |    |
|-----------------------|----|
| $450 < D_i \leq 600$  | 19 |
| $600 < D_i \leq 900$  | 25 |
| $900 < D_i \leq 1200$ | 32 |
| $1200 < D_i$          | 38 |

Ha a visszatöltés utolsó szakaszában használt anyagban vannak kavicsok (75 mm-nél nagyobb részecskék) vagy kövek, a visszatöltés elején használt anyag vastagsága a cső legmagasabb pontja fölött nem lehet 300 mm-nél kevesebb.

A visszatöltés utolsó szakaszában használt anyag terítéséhez tilos 200 mm-nél nagyobb kavicsok vagy kövek ráöntése az először visszatöltött anyagra 1,8 méternél magasabbról, kivéve, ha az először visszatöltött anyag magassága a cső legmagasabb pontja fölött meghaladja a 600 mm-t.

### 3.8.3 Az ágyazathoz használt anyagok nedvességtartalma

Az ágyazathoz használt anyagok nedvességtartalma befolyásolja a tömöríthetőségüket. A cső az elégtelen tömörítés miatt ellapulhat. Ezért a nedvességtartalmat az I. és II. osztálynál tipikusan az optimális érték  $\pm 3\%$ -ra állítják be. A fent említett talajok vízelvezetése jó, és a maximális tömörítéshez nem szükséges a nedvességtartalmukat szabályozni.

### 3.8.4 A cső és a visszatöltés összeférhetősége

A cső összenyomódása nagyobb, ha kevésbé merev (2500 Pa-nál kisebb) csövet ágyaznak be nehezen tömöríthető visszatöltő anyagba. 1250 Pa vagy annál kisebb merevségű csöveket ajánlatos csak I. vagy II. osztályú talajokba beágyazni.

## 4. A cső lefektetése az árokba és beépítés

### 4.1 A csövek elhelyezése

Az árokban a csöveket és illesztőelemeket úgy kell elhelyezni, hogy a cső alja a kívánt lejtéssel, igazítással és irányban helyezkedjen el. A csövek egyenletes támasztása érdekében tartsa be a 3.6.2 szakaszban található utasításokat.

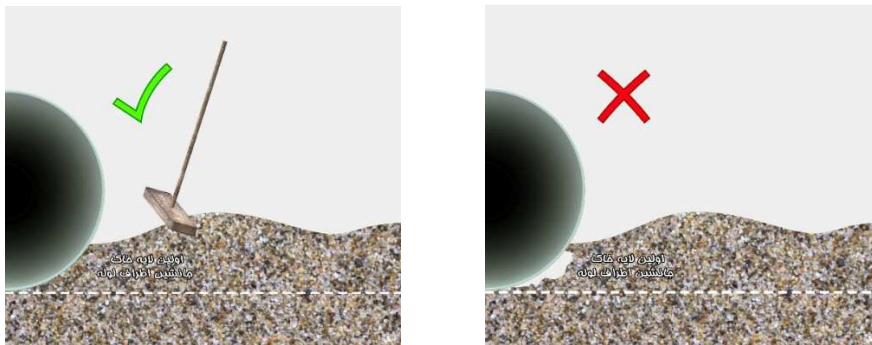
# ROREX

Ha a fektetést megszakítják, a csővezetéket védeni kell az elmozdulás ellen, valamint a cső nyitott végét le kell zárni, hogy ne juthasson bele víz, sár, idegen anyagok vagy állatok. Olyan esetekben, amikor a csövet egy ív mentén kell lefektetni, a csatlakoztatás szögelfordulásának (tengelyirányú irányváltás) és a csővezeték hajlási sugarának az elfogadható tervezési tartományban kell maradnia. A csövet sík, egyenletes felületre kell elhelyezni a tervezett elrendezés szerint. Nagy átmérőjű csövek tárolás közben bizonyos mértékben elveszíthetik kör alakú keresztmetszetüket. Ezért ajánlatos a nagyobb átmérőjükkel felfelé elhelyezni őket az árok fenekén, mivel így nem csak könnyebb lesz a kötés, hanem az összenyomódást is könnyebb kiegyensúlyozni az ágyazó anyagok elhelyezése után.

## 4.2. Visszatöltés és tömörítés

Visszatöltés során az ágyazat anyagát a cső alatti részen kézzel vagy megfelelő szerszámokkal kell elhelyezni, hogy teljesen tömör legyen (4.4 1). A csövet nem szabad visszatöltés közben elmozdítani vagy megsérteni. Ezenkívül a tömörítő berendezések nem érintkezhetnek közvetlenül a csővel és nem sérthetik azt meg.

Nagyobb süllyedésnek kitett csövek esetében (például szerkezeti alapok közelében, személtlerakók területén vagy nagyon instabil talajokon) különleges tervezésre van szükség. Szükség esetén hívja a gyártó céget.

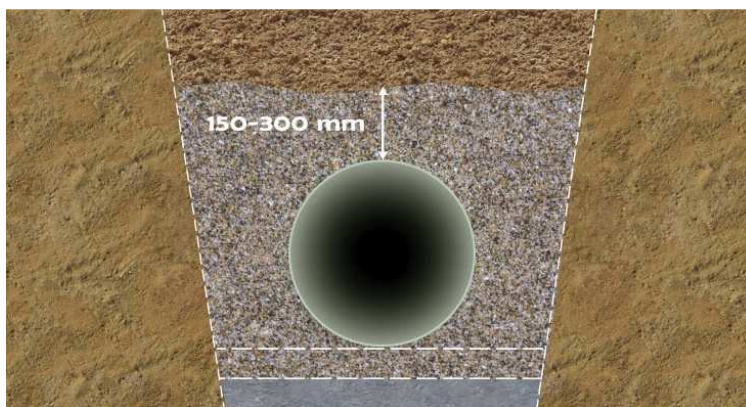


4.4 1: Megfelelő tömörítés a cső alatti részen

## 4.3. Beépítési típusok

A beépítés típusát a helyi talaj tulajdonságai, a cső körül használt ágyazó anyagok, a fektetési mélység, a föld feletti viszonyok, a cső merevsége és a kivitelezési körülmények (elszívás vagy talajvíz megléte) határozzák meg.

**I. beépítési típus:** Az ágyazat előkészítése után a 2.5.3. szakasz szerint a cső köré kerülő ágyazó anyagokat 150–300 mm-re kell elhelyezni a cső legmagasabb pontja fölé, és a kívánt mértékben tömöríteni kell (4.4 2). Az ágyazat anyagát nem szükséges tömöríteni alacsony üzemi nyomás esetén ( $PN \leq 1$  bar), illetve ha nincs forgalmi terhelés a cső felett. A 4-1 közöljük a döngölővel és rezgőgörgőkkel végzett tömörítési fázisban a csövek védelmére a cső fölött szükséges talaj minimális vastagságát a berendezés súlyának függvényében.



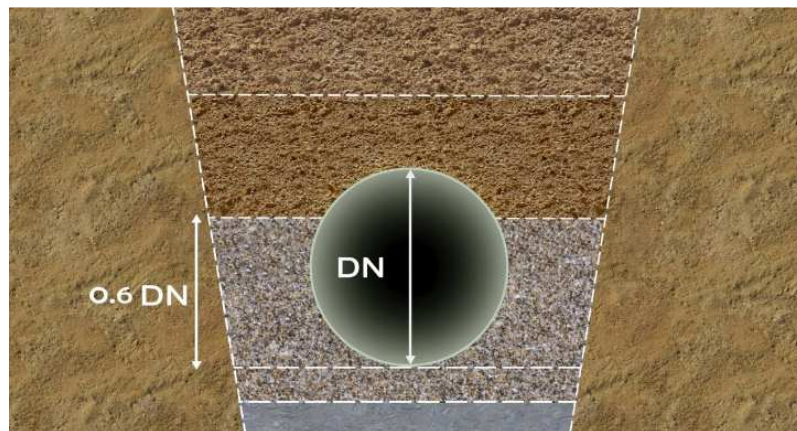
4.4 2: I. beépítési típus

4-1 táblázat: A talaj minimálisan szükséges vastagsága a csövön a tömörítő berendezés súlyától függően

| A minimális fedőréteg vastagsága a csövön (mm) |         | A berendezés súlya (kg) |
|--|---------|-------------------------|
| Rezgő görgő                                    | Döngölő |                         |
| -  | -       | <50                     |
| 150  | 250     | 50–100                  |
| 200  | 350     | 100–200                 |
| 300  | 450     | 200–500                 |
| 450  | 700     | 500–1000                |
| 600  | 900     | 1000–2000               |
| 800  | 1200    | 2000–4000               |
| 1000   | 1500    | 4000–8000               |
| 1200   | 1800    | 8000 – 12 000           |
| 1500   | 2200    | 12 000 – 18 000         |

**II. beépítési típus:** Miután az ágyazatot a 3.5.2. szakasz szerint előkészítették, el kell helyezni az ágyazó anyagot a cső átmérőjének 60%-áig a cső körül, és tömöríteni kell azt (4.4 3). Ezután az árkot fel kell tölteni úgy, hogy a talaj 150–300 mm vastagságban helyezkedjen el a cső legmagasabb pontja fölött, és érje el a 3-4 közölt minimális tömörítést. A II. beépítési típus

használata nem ajánlott mocsaras területeken, rossz minőségű vagy nem megfelelő talaj esetében, kis átmérőjű csöveknél és olyan helyeken, ahol nagy a forgalmi terhelés.



4.4 3: II. beépítési típus

## 4.2 Az ágyazathoz használt anyagok tömörítése

A 4-2 a talaj tömörítésével kapcsolatos néhány fontos gyakorlati javaslatot foglalunk össze.

- Kevés finom homokot tartalmazó talaj (I. és II. osztályú talajok 5%-nál kevesebb finom homokkal)
- A szükséges sűrűséget a 3-4 szerint kell kialakítani. Ha tömörítésre van szükség, kézi rezgő berendezést kell használni.
- Valamivel több finom homokot tartalmazó talajok (II. osztály 5–12% finom homokkal).
- Ezek a talajok ugyanúgy viselkednek, mint a jelentős mennyiségű finom homokot tartalmazó talajok. A tömörítési módszernek a legnagyobb helyi tömörséget kell eredményeznie.
- Jelentős mennyiségű finom homokot tartalmazó talajok (III. és IV. osztály)

Ezeket a talajokat döngölővel kell tömöríteni. A sűrűséget az ASTM D698 szabvány alapján kell meghatározni (normál Proctor). A maximális sűrűség optimális nedvességtartalom mellett alakítható ki. Ha a talaj nedvességtartalma legfeljebb 2%-kal tér el az optimális tartománytól, kevesebb energiára van szükség egy adott sűrűség eléréséhez. 90%-os vagy annál nagyobb normál Proctor sűrűségnél nagyobb tömörítési fokhoz a réteg vastagsága ne haladja meg a 150 mm-t.

## 4-2: Az ágyazathoz használt anyagok tömörítésével kapcsolatos fontos ajánlások

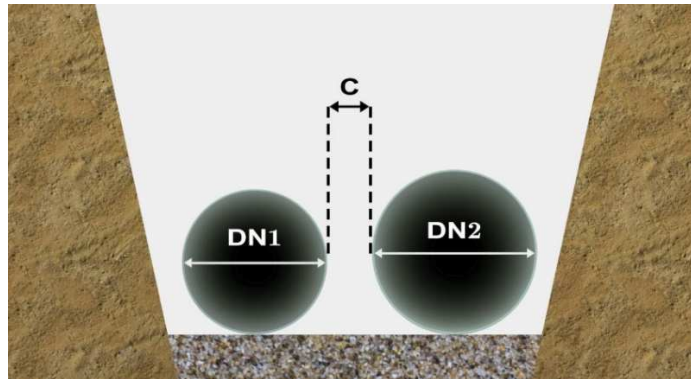
| Az ágyazat típusa | Rétegvastagság döngölő használata esetén | Rétegvastagság lemezes rezgőtömörítő használata esetén | Javaslatok  |
|-------------------|--|--|---|
| I. osztály        |  | 300 mm   | A szükséges mértékű tömörítés eléréséhez elég 2 menetet végezni a tömörítőgéppel  |
| II. osztály       |  | 200–250 mm   | A vastagságtól és a berendezés súlyától függően 2–4 menetet kell végezni a tömörítőgéppel   |
| III. osztály      | 100–200 mm                               |  | A rétegvastagság és a mentek száma a szükséges sűrűségtől függ<br>A nedvességnek az optimális tartományban kell lennie<br><b>Meg kell vizsgálni, hogy megfelelő-e a sűrűség</b> |
| IV. osztály       | 100–150 mm                               |  | Jelentős mennyiségű energia szükséges a tömörítéshez<br>A nedvességnek az optimális tartományban kell lennie<br>Biztosítani kell a megfelelő mértékű tömörítést                 |

- **A tömörség vizsgálata**

Rugalmas csövek fektetése közben fontos figyelemmel kísérni az ágyazat tömörségét. A Clegg becsapódásos talajvizsgáló jó alternatíva a tömörség laboratóriumi vizsgálatával szemben, mely amellett, hogy gyors helyszíni talajvizsgálat végezhető vele, jól használható csővezetékek beépítésénél is. Ennek a módszernek egy másik előnye az, hogy a kapott eredmények jó becslést adnak a talaj összenyomódási modulusára.

### 4.3 Több cső elhelyezése egy árokban

Egynél több cső párhuzamos lefektetéséhez egy árokban a csövek külső fala közötti távolságnak eleget kell tennie a 4.4 4 feltüntetett követelményeknek. A csőtől az árok faláig terjedő távolság kiszámítását lásd a 3.4.2.



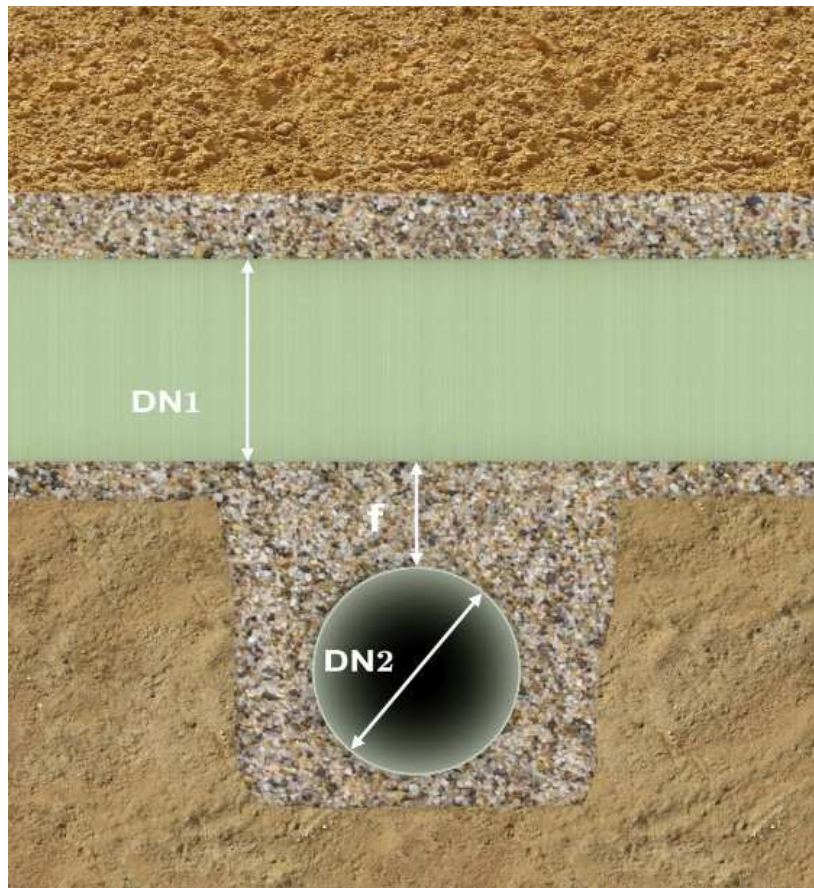
| Fektetési mélység  | Szabad távolság a csövek között (C)** |
|--|---------------------------------------|
| 3,5 méterig  | $C \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{6}$      |
| 3,5 méternél több  | $C \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{4}$      |
| ** Feltéve, hogy legalább 150 mm és elegendő hely van az ágyazat elterítésére és tömörítésére. |                                       |

4.4 4: Szabad távolság két cső között egy árokban

## 4.4 Csövek keresztezése

Ha két cső keresztezi egymást, a két cső külső fala közötti függőleges távolságnak meg kell felelnie a 4.4 5 követelményeinek.

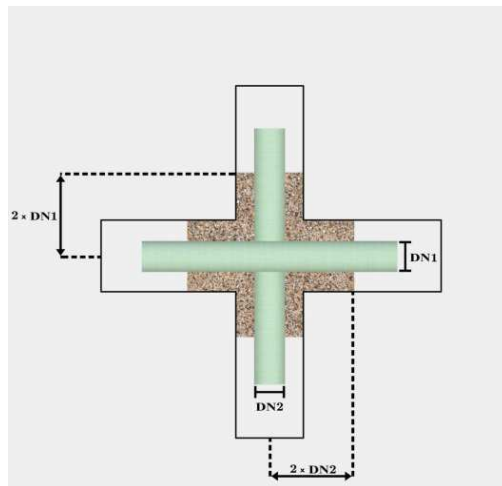




| Fektetési mélység (a felső cső legfelső pontjától a földfelszínig) | A függőleges távolság a csövek között |
|--|---------------------------------------|
| 3,5 méterig  | $f \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{6}$      |
| 3,5 méternél több  | $f \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{4}$      |
| ** Feltéve, hogy legalább 150 mm.                                  |                                       |

4.4 5: Két egymást keresztező cső

Ha egy csövet egy már lefektetett cső alá kell beépíteni, a meglévő csövet megfelelő alátámasztással rögzíteni kell az új árokra merőleges irányban. Ajánlatos a csövet védőszalaggal betekerni. Az új cső lefektetése után megfelelő ágyazó anyagokat kell elhelyezni úgy, hogy mindkét csövet megfelelően támasszák. Az ágyazó anyagnak az egyes árkokban levő cső átmérőjének kétszeresére ki kell terjednie (4.6).



4.6: Az ágyazó anyag kiterjedése az egyes árkokban levő cső átmérőjének kétszeresére

## 4.5 Cementtel stabilizált talaj

Ágyazatként használható cementtel stabilizált talaj (CLSM) is. A cementtel stabilizált talaj víz, talaj, pernye és kis mennyiségű cement összekeverésével állítható elő. Ez a módszer növeli a talaj szilárdságát és merevségét, és az utóbbi években ezt is használják ágyazatokhoz. A cementtel stabilizált talajnak a megfelelő nyomószilárdság mellett (4.4 7) folyékonynak is kell lennie (4.4 8), valamint áthatónak kell lennie, hogy később a javításokat el lehessen végezni. A cementtel stabilizált talajban jelentős mennyiségű víz van az önthetőség szabályozására. Minden talajtípushoz megfelelő keveréket kell tervezni. A 4.4 9 tipikus föld alatti csőfektetés látható cementtel stabilizált talaj használatával.



4.4 7: Cementtel stabilizált talaj nem korlátozott nyomószilárdsági tesztje az ASTM D4832 szabvány szerint





4.4 8: Cementtel stabilizált talaj folyásteresztje az ASTM D6103 szabvány szerint



4.4 9: ÜPE cső föld alatti beépítése cementtel stabilizált talaj használatával

A cementtel stabilizált talajt az ACI 229R, ASTM C33, ASTM D4832, ASTM D6103 és ASTM D5971 szabvány alapján kell megtervezni. A módszerrel kapcsolatos részleteket és a kivitelezésre vonatkozó megjegyzéseket lásd a ROREX „Cementtel stabilizált talajjal végzett beépítésre vonatkozó irányelvek” című dokumentumában.

Az alábbiakban bemutatjuk ezen módszer előnyeit és nehézségeit.

# ROREX

- **Előnyök**

- A cső alatti rész megfelelő kialakításának nagy hatása van a cső viselkedésére. E módszer legfontosabb előnye az, hogy a keverék folyékonysága miatt a cső alatti részt teljesen kitölti és nincs szükség tömörítésre.
- Miután a cementtel stabilizált talaj megkötött, a talaj-cső rendszer egy egységként viselkedik, és elosztja a terhelést a cső és a körülötte levő talaj között.
- Ha rendelkezésre állnak a szükséges gépek, a cementtel stabilizált talaj használatának költségei és kivitelezési ideje alacsonyabb, mint más módszerek esetében.
- Ennél a módszernél kisebb lehet az árok szélessége.
- Ezt a módszert flexibilis tölcscsővel vagy csúszdával olyan helyeken is kivitelezni lehet, ahol magas a talajvíz szintje.
- Ez a módszer jól használható szűrő vagy geotextil kiváltására olyan helyeken, ahol problémát okozhat a finom homok vándorlása.
- Nagy léptékű projekteknél ezen módszer sebessége felveszi a versenyt a talajvisszatöltéses módszerrel.

- **Nehézségek**

- Ennél a módszernél a cementtel stabilizált talaj folyékonysága miatt kezelni kell a felhajtóerőt, hogy a cső ne mozduljon el felfelé.
- A cementtel stabilizált talaj öntési sebessége a cső körül függ a kezdeti kötési időtől, ami pedig a cementtel stabilizált talaj összetételének függvénye.
- Ehhez a munkához rendelkezésre kell állni a helyszínen a megfelelő gépeknek.
- A beépítés során folyamatos minőségellenőrzésre van szükség és helyszíni mintákat kell venni a folyékonyság és összenyomhatóság ellenőrzésére.

## 4.6 Minimális takarás

Nagyon fontos, hogy a csőnek a megengedhető mértéknél nagyobb összenyomódásának és sérülésének a megakadályozása érdekében betartsák a cső minimális fektetési mélységét. A minimális fektetési mélységet minden projekt esetében ki kell számítani a projekt teljesítményre vonatkozó specifikációi alapján, ideértve a cső átmérőjét és merevségét, a helyi talaj típusát és merevségét, a terhelés típusát és nagyságrendjét stb. A cső megvásárlásakor érdemes megkérni a gyártót, hogy végezze el a minimális takarás kiszámítását a projekt

feltételei szerint. Mindenképpen be kell tartani a minimális fektetési mélységet a következő körülmények függvényében.

- **Forgalmi terhelés megléte**

A 4-3 és 4-4 táblázat AASHTO H-20 típusú egyenértékű mozgó terhelésnek vagy hidraulikus kalapáccsal végzett tömörítésnek kitett cső minimális fektetési mélységét adja meg. Élő forgalmi terhelés esetén a csövön levő ágyazatot a 3-4 szerinti minimális tömörítés szerint kell tömöríteni. Olyan helyeken, ahol a gépek és építőipari berendezések (daruk, exkavátorok vagy AASHTO H-20 típusnál nagyobb terhelésű járművek) nagy forgalmával kell számolni, a minimális fektetési mélységet növelni kell vagy különleges szerkezeti elemeket, például betonlapokat kell beépíteni a csőre ható terhelés csökkentésére. A mérnöki számításokat és kapcsolódó kiviteli terveket kérje a gyártótól.

4-3: Minimális fektetési mélység különböző talajtípusoknál

| Leírás   | Minimális fektetési mélység (m) |   |
|--|---------------------------------|---|
|  | I. osztályú talaj               | II. osztályú, III. osztályú, IV. osztályú talaj |
| A mozgó terhelés mértéke az AASHTO H-20 típusú egyenértékű | 0,6 m                           | 1   |
| Hidraulikus kalapács                                       | 1,2                             | 1,2   |

4-4 táblázat: Minimális fektetési mélység különböző forgalmi terhelésekre

| Terhelés típusa | Forgalmi terhelés (kerékterhelés)<br>(kN) | Minimális fektetési mélység<br>(m) |
|-----------------|---|------------------------------------|
| AASHTO H20      | 72  | 1,0                                |
| AASHTO H25      | 90  | 1,5                                |
| ATV LKW 12      | 40  | 1,0                                |
| ATV SLW 30      | 50  | 1,0                                |
| ATV SLW 60      | 100                                       | 1,5                                |
| Cooper E80      | Vasút                                     | 3,0                                |

- **Magas talajvízszint (felhajtó erő)**

A 4-5 táblázat a cső felett levő minimális takarást adjuk meg különböző üzemi nyomásokra és átmérőkre.

4-5 táblázat: Minimális takarás különböző üzemi nyomásokra és átmérőkre

| Nyomás (bar)  | Átmérő                         | Minimális takarás   |
|---|--------------------------------|---|
| Folyadékot nem tartalmazó cső   | Minden átmérő                  | A cső átmérőjével egyező (a talaj sűrűsége legalább 1900 kg/m <sup>3</sup> )                    |
| Kevesebb, mint 16 bar   | Minden átmérő                  | A minimális követelmények   |
| 16 bar és annál több  | 300 mm-es és annál nagyobb cső | 2,1 m   |
| 16 bar és annál több  | Kevesebb, mint 300 mm          | 0,8 m   |
| Víztesztelés közben (kevesebb, mint 16 bar)                                       | Minden átmérő                  | A minimális követelmények (a csőkötő idomok maradhatnak visszatöltő anyaggal való fedés nélkül) |
| Víztesztelés közben (16 bar és annál több) minden azonos orientációjú csőhöz      | Minden átmérő                  | A minimális követelmények (a csőkötő idomokat a legmagasabb pontig vissza kell tölteni)         |
| Víztesztelés közben (16 bar és annál több) szögelfordulással rendelkező csövekhez | Minden átmérő                  | Mind a csövet, mind a csőkötő idomot be kell fedni a minimális takarással                       |

- **A talaj átfagyásának mélysége**

A talaj átfagyásának mélységét a projekt helyszíne és a vonatkozó szabványok alapján kell kiszámítani, a cső minimális takarását úgy kell kialakítani, hogy a legmagasabb pontja a talaj átfagyási mélysége alatt legyen.

- **Negatív nyomás (vákuum)**

Negatív nyomás (vákuum) jelenléte esetén a minimális talajtakarás a csövön 1,0 m, hogy a talaj megfelelő mértékben támassza a csövet. Ha negatív nyomás alakulhat ki a csővezetékben, keresse a gyártót.

## 4.7 A cső összenyomódása

Miután elhelyezték az ágyazathoz használt talajt a csövön, meg kell vizsgálni, hogy megfigyelhető-e a csövek rövid távú (ellapulása) és hosszú távú összenyomódása. A 4-6 táblázat és 4-74-7 a rövid távú és hosszú távú összenyomódás megengedhető értékei láthatók.

4-6 táblázat: A cső megengedhető rövid távú összenyomódása

| Csőátmérő             | A cső összenyomódása (az átmérő százalékában) |
|-----------------------|---|
| Nagy átmérők (DN≥300) | 3,0   |
| Kis átmérők (DN≥250)  | 2,5   |

4-7: A cső megengedhető hosszú távú összenyomódása

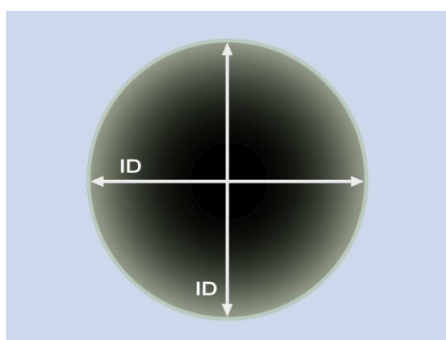
| Csőátmérő | A cső összenyomódása (az átmérő százalékában) |
|-----------|---|
| ≥300      | 5   |
| <300      | 4   |

A cső összenyomódásának százalékos arányát a következő egyenletekből lehet kiszámítani:

$$\begin{aligned} & \text{A cső összenyomódásának százalékos aránya} \\ &= \frac{\text{Tényleges ID} - \text{Függőleges ID beépítés után}}{\text{Tényleges ID}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{Tényleges ID} = \frac{\text{Függőleges ID} + \text{Vízszintes ID}}{2}$$

Az „ID” rövidítés jelentése az egyenletekben „belső átmérő”, a 10.4. ábra szerint.



4.10: Függőleges és vízszintes belső átmérő

## 4.8 A cső túlzott, a megengedhető értéket meghaladó összenyomódásának korrigálása

A 4-6. és 4-7. táblázatban megadott megengedett értékeknél nagyobb mértékben összenyomódott csöveket korrigálni kell.

A megengedhető határértéket meghaladó mértékben összenyomódott csöveknél a következő korrekciós eljárást kell elvégezni:

- A cső fölött levő talajt vagy bármely más anyagot annyira el kell távolítani, hogy az összenyomódás visszatérjen a megengedhető határérték alá
- Meg kell vizsgálni a talaj típusát és tömörítését a cső körül, különösen a cső alatti területen, és szükség esetén javítani kell.
- Meg kell vizsgálni az általános beépítési követelményeket, ideértve a cső merevségének megfelelőségét az adott fektetési mélységhez, valamint a specifikus beépítési követelményeket, például a talajvíz szintjét, a finom homok vándorlását stb.

A javítások után a cső összenyomódását ismét meg kell vizsgálni és biztosítani kell, hogy a megengedhető tartományban legyen. Ezenkívül a javítás minden fázisában védeni kell a csöveket és csőköttő idomokat minden sérüléstől. A megengedhető határértéknél jobban összenyomódott csöveket tilos nyomással kör keresztmetszetűvé visszaalakítani.

## 4.9 Különleges szempontok

### 4.9.1 Vándorlás

A finom szemcsés anyagok elvándorlása a csőzóna ágyzatából a cső támasztásának jelentős meggyengüléséhez vezethet, következésképpen a cső ellapulása meghaladhatja a méretezési határértékeket. Olyan helyeken, ahol a természetes talaj főleg finom homokból áll, a vándorlás megakadályozására nem szabad olyan talajt használni, melyből hiányzik valamelyik méretfrakció, hacsak nem használnak geotextilt vagy talajszűrőt a vándorlás megakadályozására.

A vándorlás bekövetkezhet a talajvíz áramlása, beépítés közben az árok hidraulikus esése, valamint a cső használata közben földalatti víz miatt. Ezért ezt mérnöki megoldásokkal meg kell akadályozni. A finom homok vándorlásának korlátozására a hidraulikus esés miatt a következő szemcseméret szűrési követelményeket kell használni:

- $D_{15}/d_{85} < 5$ , ahol  $D_{15}$  a szita nyílásmérete a durvább anyag 15 tömegszázaléka átjutásánál,  $d_{85}$  pedig a szita nyílásmérete a finomabb anyag 85 tömegszázaléka átjutásánál.
- $D_{50}/d_{50} < 5$ , ahol  $D_{50}$  a szita nyílásmérete a durvább anyag 50 tömegszázaléka átjutásánál,  $d_{50}$  pedig a szita nyílásmérete a finomabb anyag 50 tömegszázaléka átjutásánál.



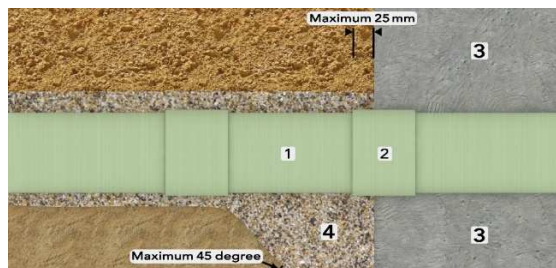
átjutásánál. Ezeket a kritériumokat nem kell alkalmazni, ha a durvább anyag részecskeméret-eloszlása egyenletes (lásd az ASSTM D2487 szabványt).

- Ha a finomabb anyag közepesen vagy nagyon plasztikus agyag (CL vagy CH), a következő kritérium használható a D15/d85 kritérium helyett.
- $D_{15} < 0,5$  mm, ahol D15 a szita nyílásmérete a durvább anyag 15 tömegszázaléka átjutásánál.
- Ha az anyagok közül az egyikből hiányzik valamelyik méretfrakció, szükség lehet a fent említett kritériumok módosítására.

A szemcseméret szűrési követelmények alapján kiválasztott anyagokat úgy kell mozgatni és elhelyezni, hogy a lehető legkevésbé váljanak szét. A vándorlásról szóló részletes információkról és a projektspecifikus megoldásokról érdeklődjön a ROREX-nél.

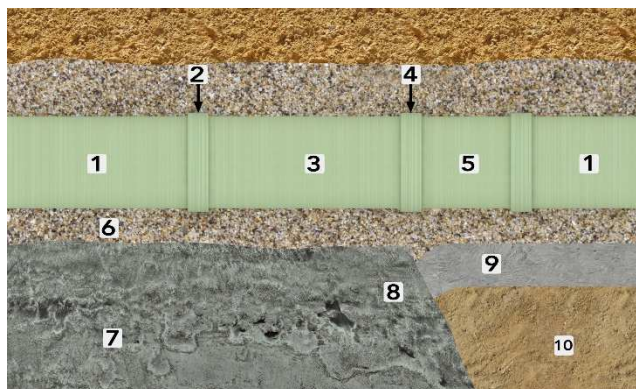
## 4.9.2 Helyi terhelés

Olyan esetekben, amikor a csövek más közműveket vagy föld alatti szerkezeteket kereszteznek vagy ha különleges alapozás, például betonnal fedett cölöpök vagy szádpalló található, az eltérő süllyedés minimalizálására megfelelően kezelni kell a helyi terhelést (4.11 és 4.12 ábra). Biztosítsa a minimális ágyazatot legalább 300 mm vastagságban a cső és a helyi terhelés hatáspontja között vagy tömörített visszatöltést a cső és bármely helyi terhelési pont között.



| Leírás  |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| Maximális hosszúság: 2*DN, de legfeljebb 2 m                                      | Rövid cső                        | 1 |
| Minimális hosszúság: 1*DN, de legfeljebb 1 m                                      |                                  |   |
|   | Csőkötő idom                     | 2 |
|   | Merev szerkezet                  | 3 |
| Ezt a területet a kezdeti visszatöltő anyaggal kell feltölteni és tömöríteni kell | A rövid darab alatt levő terület | 4 |

4.11: Az eltérő süllyedés kiküszöbölése, ha a csővezeték egy rövid csődarabon keresztül merev szerkezettel érintkezik



|    |                                 | Leírás                                       |
|----|---------------------------------|--|
| 1  | Normál csőszakasz               |  |
| 2  | Csőkötő idom                    |  |
| 3  | Kiegészítő szakasz              |  |
| 4  | Rugalmas kötés az esési pontnál |  |
| 5  | Rövid cső                       | Maximális hosszúság: 2*DN, de legfeljebb 2 m |
|    |                                 | Minimális hosszúság: 1*DN, de legfeljebb 1 m |
| 6  | Ágyazat                         |  |
| 7  | Kőzet                           |  |
| 8  | Esési pont                      |  |
| 9  | Alapozás (ha szükséges)         |  |
| 10 | Természetes talaj               |  |

4.12 ábra: Az eltérő süllyedés kiküszöbölése, ha a cső alatti talajtípus merevsége drasztikusan megváltozik

### 4.9.3 Az ágyazathoz használt anyag minimális sűrűsége

Az ágyazathoz használt anyag minimális sűrűsége minden projektnél más és más. A minimális megengedhető tömörséget a 3-4 táblázatban tüntetjük fel.

### 4.9.4 Tömörítés vízzel

A csőzóna ágyazatának tömörítését vízzel (vízsugárral vagy rezgéssel telítés) csak ellenőrzött körülmények között szabad végezni.

### 4.9.5 Problematikus talajok

A problematikus talajok nem elég szilárdak a talaj-cső rendszer kialakításához. Ezeknél a talajoknál talajjavító módszereket kell használni ahhoz, hogy az ágyazat anyagaként fel lehessen őket használni.



## 4.9.6 A talaj javítása

A talaj javítása vagy stabilizálása alternatívát nyújthat a cső beépítéséhez abban az esetben, ha nem vagy nem megfelelő mennyiségben áll rendelkezésre megfelelő ágyzat. A talaj javításához II. és III. osztályú talajok használhatók.

Az általános gyakorlat az, hogy a javított talajt rétegekben helyezik el más anyagokkal, például cementtel vagy mésszel, majd a szükséges mértékben tömörítik.

- **Cementtel stabilizált visszatöltés**

Az ágyzat anyagaként használható homokos talaj és cement keveréke. A stabilizált visszatöltő anyagot megkötés előtt a kívánt sűrűségűre kell tömöríteni. A stabilizált visszatöltő anyag egy vagy két nap alatt megköt, ezután elhelyezhető a fedőréteg a felszínig. A fedőréteg maximális mélysége 5 méter.

A keverék 4–5 rész 3-as típusú Portland cementet, 100 rész talajt (száraz súly) és 12% vizet ( $\pm 6\%$ ) tartalmaz. A talaj természetes nedvességtartalma befolyásolja, hogy mennyi vizet kell hozzáadni. Az általános gyakorlat az, hogy elterítenek egy réteg visszatöltő talajt, majd egy vékony réteg cementet, és kézzel, kapát vagy más megfelelő szerszámot használva elkeverik. Fontos megjegyezni, hogy a keveréket legfeljebb 2 óra alatt el kell helyezni.

A cső mellett levő cementtel stabilizált visszatöltő anyag tömörítéséhez ütve tömörítő berendezést kell használni. 2 m-nél kisebb takarási mélység és legfeljebb 300 mm rétegvastagság esetén rendszerint elég egy menetet végezni a tömörítő berendezéssel. Nagyobb takarási mélységeknél a visszatöltő anyagot jobban tömöríteni kell, ha a takaróanyagot már azelőtt el fogják helyezni, hogy a cementtel stabilizált visszatöltő anyagnak elegendő ideje lett volna megkötni.

A cementtel stabilizált visszatöltő anyagok ezenkívül felhasználhatók támasztótömbök és szelepházak körül is. Ajánlatos jelentős túlásás esetén is stabilizált visszatöltő anyagot használni.

## 5. Kötéstípusok és mechanikai beépítés

Az ÜPE csövekhez általában kétfajta kötést használnak:

### 5.1 Áttekintés

- **Rugalmas kötések**
  - Üvegszálcsőcsökötő idom (REKA)
  - Acél csőcsökötő idom
  - Viking-Johnson csőcsökötő idom
- **Húzásbiztos kötések**
  - Táguló és szűkülő csővég
  - Ragasztott kötés
  - Tompa-rétegelt
  - Karimás kötések
  - Kulccsal zárható kötés
  - Menetes

Az egytengelyű és kéttengelyű csövek mechanikai beépítését a következő kötéstípusokkal lehet elvégezni.

Egytengelyű csövek rugalmas kötésekkel (ragasztott kötés, mechanikus kötés) és húzásbiztos kötésekkel (tompa-rétegelt és karimás kötések)

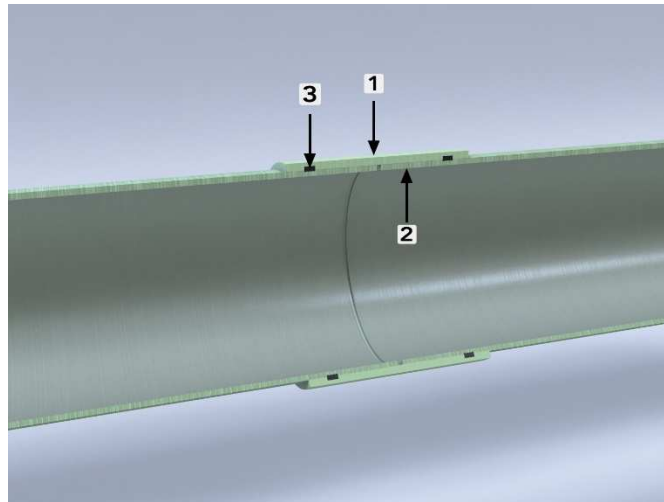
Kéttengelyű csövek húzásbiztos kötésekkel (ragasztott kötés, táguló és szűkülő csővég, laminálás), menetes, karimás kötés, kulccsal zárható kötés)

Ebben a fejezetben a ROREX többféle kötéstípust ismertet.

### 5.2 Rugalmas kötések egytengelyű csövekhez

#### 5.2.1 Üvegszálcsőcsökötő idom (REKA)

Kényelmes megoldás az, ha a csöveket az egyik végükre felszerelt csőcsökötő idommal szállítják ki a helyszínre. Ha a csőcsökötő idomokat nem szerelik fel előre, az árok mellett fel kell őket szerelni, még az ágyazatra fektetés előtt. A csőcsökötő idomokat a közepükön gumiütközővel ellátva szállítják. A csővégén jelzés található, mellyel meg lehet határozni, hogy a csövet teljesen behelyezték-e a csőcsökötő idomba (5.5 1).



|              |   |
|--------------|---|
| csőkötő idom | 1 |
| csővég       | 2 |
| ütköző       | 3 |

5.5 1: Üvegszálás csőkötő idom

Az árok kiásása és az ágyazat beszerzése után a következő lépéseket kell megtenni a csőkötő idom beépítéséhez:

- 1. lépés

Mivel a cső soha nem nyugodhat a csőkötő idomon, fontos, hogy a kötés alatt több földet ássanak ki, hogy biztosítható legyen a cső megfelelő, egyenletes alátámasztása (lásd: 3.3 6).

- 2. lépés

A hornyoknak és a gumi tömítőgyűrűknek olajtól és szennyeződéstől mentesnek kell lennie. Ezért gondosan meg kell őket tisztítani (5.5 2).

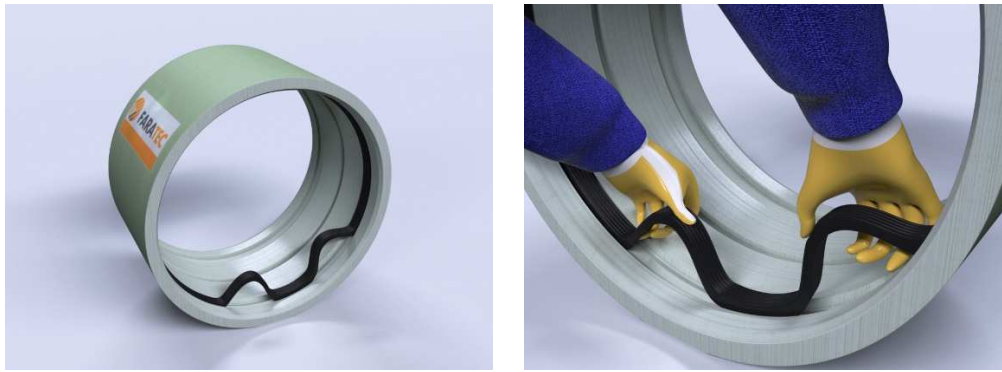


5.5 2: A csőkötő idom hornyainak megtisztítása

- 3. lépés

A gumi tömítőgyűrű kerülete nagyobb, mint a horonyé, biztosítva a kötés vízzáróságát és azt, hogy a tömítőgyűrű ne jöjjön ki a horonyból. A gumi tömítőgyűrűt a beszereléshez szabadon be kell helyezni a csőkötő idom hornyába úgy, hogy a tömítőgyűrű bordái a csőkötő idom belseje felé nézzenek. Ezután a tömítőgyűrű plusz hosszúságából az 5.5 3 látható módon kettő vagy négy kitüremkedést (dudort) kell készíteni. A kitüremkedéseket egyenletesen megnyomva be kell illeszteni a horonyba. Végül a tömítőgyűrűt körkörösén be kell nyomni, hogy egyenletesen helyezkedjen el a horonyban. Erre a célra gumikalapács használható. A tömítőgyűrűnek egyenletesen kell kitüremkednie a horony pereméből a teljes kerület mentén.



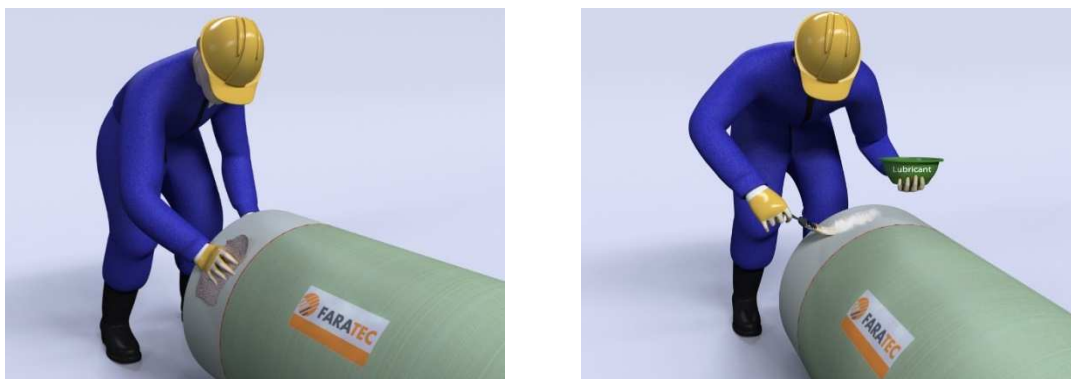


5.5 3: A gumi tömítőgyűrű beszerelése a horonyba

- 4. lépés

A csővégeknek teljesen tisztának kell lennie. Távolítsa el róluk a szennyeződést, kenőanyagot stb. Ellenőrizze, hogy nem rongálódott-e meg a csővégek tömítőfelülete. Kenje meg a csővégeket a cső végétől az illesztőjelig (lásd: 5.5 4). A csőköti idomnak és a csővégeknek a kötés teljes folyamata alatt tisztának kell lennie, különösen a kenés után. Nagymértékben segíthet a csővégek és tömítőgyűrűk tisztán tartásában, ha a kötés helye alá egy textilanyagot vagy műanyag lapot tesz. A folyamat megkönnyítésére kenje meg a tömítőgyűrűt (5.5 5) a ROREX által jóváhagyott kenőanyaggal.

Semmi esetre se használjon ásványi olajokat, zsírokat vagy kőolaj alapú kenőanyagokat, mivel ezek hosszabb idő alatt tönkreteszik a gumitömítést.



5.5 4: A csővégek kenése

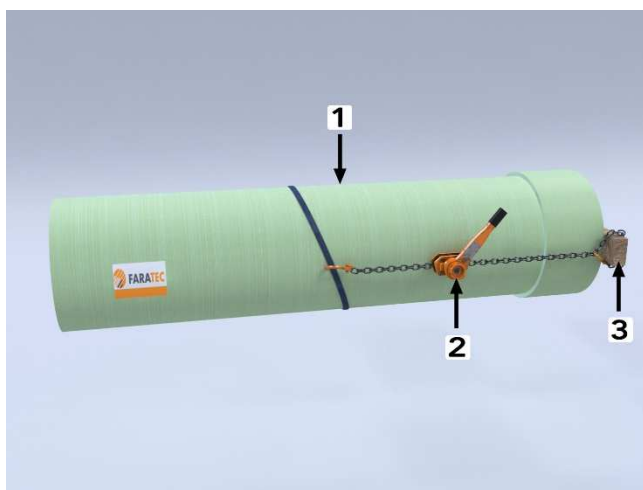


5.5 5: A tömítőgyűrű kenése

- **A cső és csőkötő idom összeszerelése a helyszínen**

Ha a csőkötő idomokat nem szerelték fel a gyárban, az alábbiak szerint járjon el.

A csővégtől 1–2 m távolságra tegyen a csőre egy bilincset vagy hevedert. A csővég nem nyugodhat a földön (legalább 100 mm-rel legyen a talajszint fölött). Tegye rá a csőkötő idomot a csővégre és tegyen az 5.5 6 látható módon egy 50x100 mm-es fadarabot a csőkötő idom mögé. A csőkötő idomot két, a fadarab és a bilincs közé helyezett huzalfeszítő emelővel lehet a helyére húzni. Ezt addig kell folytatni, míg a csőkötő idom el nem éri az illesztőjelet vagy a csővég hozzá nem ér a központi gumiütközőhöz. Az 5.5 7 a csőre tekert heveder látható.



|                      |   |
|----------------------|---|
| bilincs              | 1 |
| huzalfeszítő emelő   | 2 |
| 50×100 mm-es fadarab | 3 |

5.5 6: A csőkötő idommal kialakított kötés



5.5 7: A csőre tekert heveder

- **Csövek kötése huzalfeszítő emelővel**

A csövek kötéséhez bilincs vagy heveder és huzalfeszítő emelő használatával a következő lépéseket kell elvégezni.

- 1. lépés

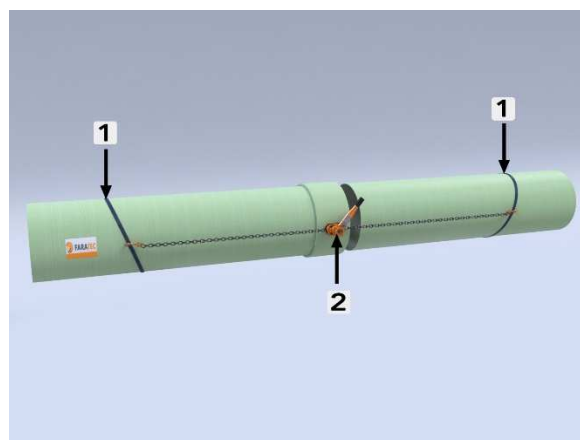
Fektesse a csőköti idommal felszerelt csövet az árok fenekére. A csőköti idom alatt több földet ásson ki, ezzel biztosítsa, hogy a cső ne a csőköti idomon nyugodjon.

- 2. lépés

Helyezzen el bilincseket vagy hevedereket a csatlakoztatni kívánt szomszédos csövekre. A csövek sérülésének megakadályozására a bilincseket alá kell párnázni.

- 3. lépés

A huzalfeszítő emelővel a csöveket bele lehet húzni a csőköti idomba (5.5 8). A csövet addig kell húzni, amíg el nem éri az illesztőjelet vagy hozzá nem ér a központi gumiütközőhöz.



|                        |   |
|------------------------|---|
| a csőre tekert heveder | 1 |
| Huzalfeszítő emelő     | 2 |



## 5.5 8: Csövek kötése bilinccsel és huzalfeszítő emelővel

- **A csőkötő idom megengedhető szögelfordulása ívek létrehozásához a csővezeték beépítésekor**

A csőkötő idom megengedhető szögelfordulása arra használható, hogy akár függőlegesen, akár vízszintesen meg lehessen változtatni a csővezeték irányát.

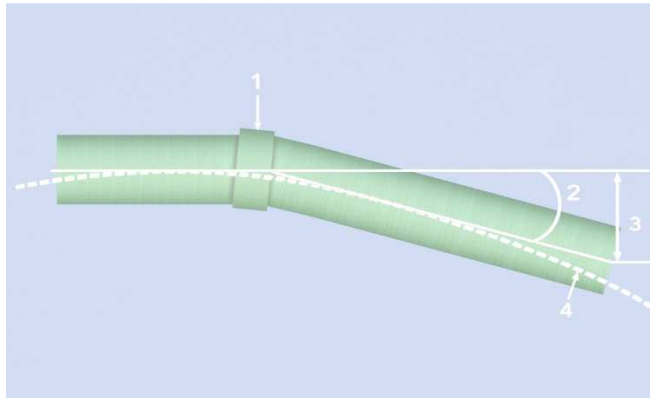
Mivel ilyenkor a csőkötő idom végső szögelfordulási kapacitását használja ki, teljes mértékben be kell tartani a beépítési előírásokat, például a megfelelő ágyazati anyagot és tömörítést. Az egyes használt csőkötő idomok maximális kombinált függőleges és vízszintes szögelfordulása nem haladhatja meg az 5-1 megadott értékeket. Az 5-2 a maximális eltolást és az ennek megfelelő görbületi sugarat adjuk meg. Az 5.5 9 ábrán a szakkifejezések meghatározása látható.

5-1 táblázat: A maximális szögelfordulás (fok)

| Névleges csőátmérő (mm) | Nyomás (PN), bar |       |       |       |
|-------------------------|------------------|-------|-------|-------|
|                         | 16-ig            | 20    | 25    | 32    |
| $DN \leq 500$           | 3,2              | 2,5   | 2,0   | 1,5   |
| $500 < DN \leq 900$     | 2,0              | 1,5   | 1,3   | 1,0   |
| $900 < DN \leq 1800$    | 1,0              | 0,8   | 0,5   | 0,5   |
| $DN > 1800$             | 0,5              | n. a. | n. a. | n. a. |

5-2 táblázat: A maximális eltolás és a görbületi sugár

| Szögelfordulás (fok) | A csőhossz maximális eltolása (mm) |     |      | A görbületi sugár (m) csőhosszúság |     |      |
|----------------------|------------------------------------|-----|------|------------------------------------|-----|------|
|                      | 3 m                                | 6 m | 12 m | 3 m                                | 6 m | 12 m |
| 3,0                  | 157                                | 314 | 628  | 57                                 | 115 | 229  |
| 2,5                  | 136                                | 261 | 523  | 69                                 | 137 | 275  |
| 2,0                  | 105                                | 209 | 419  | 86                                 | 172 | 344  |
| 1,5                  | 78                                 | 157 | 313  | 114                                | 228 | 456  |
| 1,3                  | 65                                 | 120 | 240  | 132                                | 265 | 529  |
| 1,0                  | 52                                 | 105 | 209  | 172                                | 344 | 688  |
| 0,8                  | 39                                 | 78  | 156  | 215                                | 430 | 860  |
| 0,5                  | 26                                 | 52  | 104  | 344                                | 688 | 1376 |



|   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | csőkötő idom      |
| 2 | szögelfordulás    |
| 3 | eltolás           |
| 4 | a görbületi sugár |

5.5 9: A kötés szögelfordulása

A minimális megengedhető csőhosszúság a névleges nyomás, a visszatöltő anyag típusa és a tömörítés függvénye, de semmi esetre sem lehet 3 m-nél rövidebb.

A szögben elfordított csőkötő idomos illesztéseket a környező talaj merevsége stabilizálja.

Függőleges szögelfordulással szerelt csőkötő idomok esetén 16 bar vagy azt meghaladó üzemi nyomás esetén, ha a lökés felfelé irányul, az illesztést 1,2 m minimális takarómélységig kell visszatölteni.

### 5.3 Mechanikus acél csőkötések

A mechanikus acél csőkötés olyan rugalmas kötés, melyet ÜPE csövek kötéséhez vagy ÜPE csövek és más anyagból készült, kissé eltérő átmérőjű (2 mm-nél kisebb különbség) csövek kötéséhez használnak. Ez a kötéstípus használható javításoknál és szivárgások kiküszöbölésénél is. Ezeket a kötőidomokat acélköpeny és egy belső gumi tömítő karmantyú alkotja. Az 5.10 egy mechanikai acél csőkötő idom látható.



5.10: Mechanikai acél csőkötő idom

Egy mechanikai csőkötő idom a következő kétféle módon használható:

- **Nyítás és ráhajtás**

Ez a módszer átmeneti javításra használható, ha nem lehet hozzáférni a cső végéhez (amikor a csővezeték üzemben van). A tömítő gumikarmantyút a cső kerületére kell erősíteni, végei összeérnek és az acélköpeny szorítja őket. Ezután a csőkötő idom csavarjait az előírt nyomattal meg kell húzni, így a kötés víztömör lesz.

- **Ráhajtás**

Ezt a módszert akkor lehet használni, ha a cső vége hozzáférhető; akár javításra, akár csövek kötésére alkalmas. A tömítő gumikarmantyú egy gyűrű. Miután a gumit a cső szélére helyezte, a víztömörség kialakításához a szükséges nyomattal meg kell húzni a csőkötő idom csavarjait.

Beépítés előtt ki kell mérni a csőkötő idom szélességének felét, és ezt a hosszúságot rá kell jelölni a sérülés mindkét oldalára (javítás esetén) vagy mindkét, a kötésbe kerülő csőre (beépítés esetén). Ez a jelölés segít a csőkötő idom megfelelő beépítésében.

A szükséges határértéket meghaladó nyomaték tönkretelheti a csövet vagy a kötetést. A nyomaték nagyságrendjét és a mérettoleranciákat a gyártó utasításai alapján kell meghatározni.

# ROREX

## 5.4 Viking-Johnson mechanikai kötés

Ez a kötés ÜPE cső és másik, azonos méretű cső kötésére használható, ha a cső vége hozzáférhető (5.11 ábra).

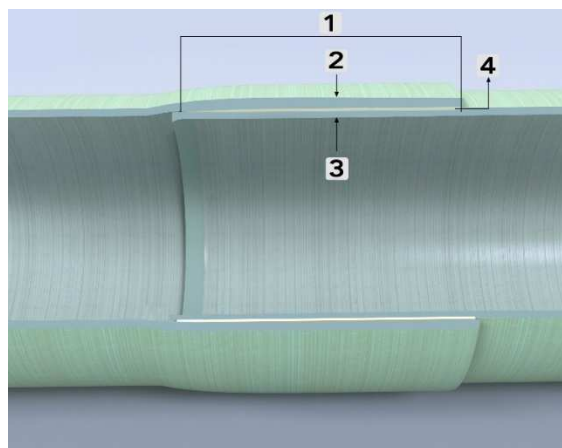


5.11: Viking-Johnson mechanikai kötés

## 5.5 Húzásbiztos kötések

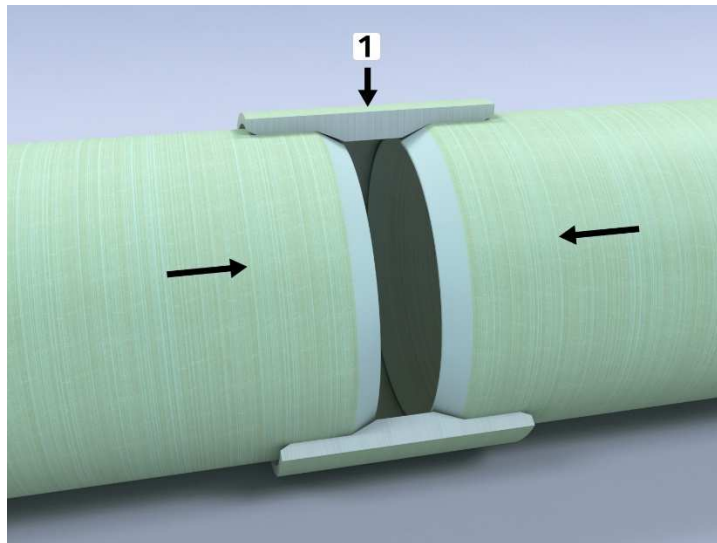
### 5.5.1 Ragasztós táguló és szűkülő csővég

Ez a kötési típus a cső méretétől függően változik. Legfeljebb 300 mm névleges átmérőjű csöveknél ragasztós táguló és szűkülő csővéget (5.12 ábra), 300 mm-nél nagyobb névleges átmérőjű csöveknél pedig egy adaptert (5.13 ábra) használnak.



|                      |   |
|----------------------|---|
| a ragasztott felület | 1 |
| táguló csővég        | 2 |
| csővég               | 3 |
| ragasztó             | 4 |

5.12 ábra: Ragasztós táguló és szűkülő csővég



|                      |   |
|----------------------|---|
| adapter              | 1 |
| a ragasztott felület | 2 |

5.13 ábra: Adapter

A beépítési eljárás a következő lépésekből áll:

- Helyezze a csöveket az árokba és állítsa be őket. A táguló és szűkülő csővégnek tisztának és száraznak kell lennie.
- Meg kell csiszolni a táguló és szűkülő csővégnek azt a felületét, ahová a ragasztót fel fogják hordani. A szűkülő csővég belső felületének lecsiszolásához kis átmérőjű csöveknél különleges csiszológép, például lyukcsiszoló gép használható (5.14 ábra). A szűkülő csővégeket rendszerint a gyárban megcsiszolják és felületüket elegendő csiszolópapírral ledörzsölni a friss, durva felület visszaállításához (5.15 ábra ábra).



5.14: A cső belsejének megcsiszolása lyukcsiszolóval



5.15 ábra: Csiszolópapír használata a szűkülő csővég külső felületén

- A szűkülő csővég peremét  $6^\circ$ -ig le kell gömbölyíteni, hogy könnyen beférjen a táguló csővégbé. A szűkülő csővég felületét ne csiszolja le túlságosan, mert így túl nagy rés keletkezik a táguló és szűkülő csővég között, amihez nagy mennyiségű ragasztó szükséges.
- A táguló és szűkülő csővég ragasztandó felületét tisztítsa meg acetonnal és egy darab szövettel vagy ronggyal.
- Mivel a ragasztás kémiai reakciója visszafordíthatatlan, minden anyagot és szerszámot ellenőrizni kell a beépítés előtt.
- Keverje össze a ragasztót és a keményítőszerket a ragasztó gyártója által megadott arányban. Ez az arány a munkavégzés helyszínén uralkodó időjárási körülményektől függően változhat. A homogén keverék kialakításához használjon megfelelő keverőberendezést.
- Vigye fel a ragasztót fapálcikával vagy kittelőkéssel a szűkülő és táguló csővégre. A ragasztó vastagsága a szűkülő csővég felületén 2–3 mm, a táguló csővég felületén pedig 1–2 mm legyen. Ragasztózza be egyenletesen a legömbölyített területet (5.16 ábra ábra).



5.16 ábra: A ragasztó felhordása a szűkülő és táguló csővégre

- A szűkülő csővéget úgy lehet bejuttatni a táguló csővégbé, hogy egy fadarabot tesz a cső végéhez, és a csövet kalapáccsal beüti (5.17 ábra). Nagyobb átmérőjű csöveknél a



beillesztést huzalfeszítő emelővel és hevederrel is elvégezheti (5.5 8). Beépítés során nem szabad sem a szűkülő, sem a táguló csővéget csavarni. Összeillesztés után sem a táguló, sem a szűkülő csővéget nem szabad mozgatni, mivel így a ragasztóban repedések és üregek keletkezhetnek.



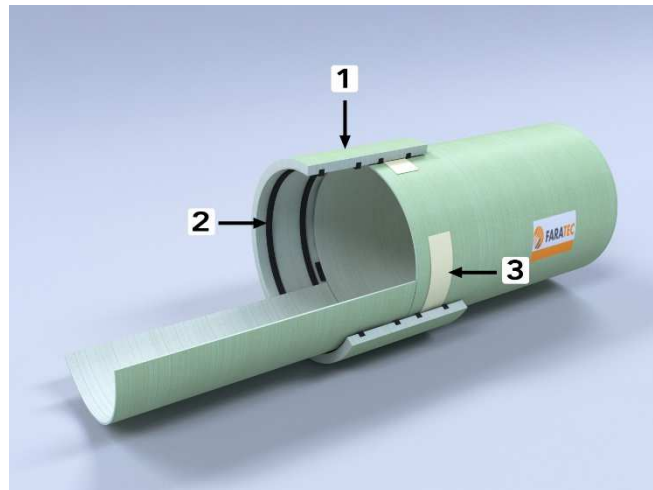
5.17 ábra: A szűkülő csővég beütése a táguló csővégebe fadarab és kalapács használatával

- A ragasztónak a maximális szilárdság eléréséhez ki kell keményednie. A kikeményedési idő szobahőmérsékleten (25 °C) legalább 24 óra. A hőmérséklet emelkedése csökkenti a kikeményedési időt. 80 °C hőmérsékleten a kikeményedési idő körülbelül 6–8 óra. Ezért megfelelő berendezéssel, például szárítóberendezéssel vagy fűtőtakaróval kell segíteni a ragasztó kikeményedését.
- A víztesztelés előtti minimálisan szükséges időtartam 24 óra.

## 5.5.2 Ragasztott kötés

A ragasztott kötések két kéttengelyű ÜPE cső kötésére használhatók. Ennél a kötéstípusnál a csőkötő idomban 4 tömítőgyűrű-horony van. A hornyok közötti részt a kötés két oldalán (az első és második horony közötti területet mind a két oldalon) beépítés után beinjektált ragasztóval töltik ki (5.18 ábra). Az egytengelyű kötésekhez hasonlóan rendszerint ezeket a csőkötő idomokat is már a gyárban felszerelik a cső egyik végére. Ha a csőkötő idomokat nem szerelték fel az egyik csővégre a gyárban, a felszerelést és a ragasztó beinjektálását az egyik csővégnél még az árkon kívül kell elvégezni. A csövet csak akkor szabad az árokba helyezni, ha a ragasztó már kikeményedett.





|   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | ragasztott kötés     |
| 2 | tömítőgyűrű          |
| 3 | beinjektált ragasztó |

5.18 ábra: Kötés ragasztott csőköötő idommal

A ragasztott csőköötő idommal végzett kötés kialakításához a következő lépéseket kell elvégezni:

- Mivel a ragasztás kémiai reakciója visszafordíthatatlan, minden anyagot és szerszámot a beépítés előtt ellenőrizni kell.
- A ragasztóval érintkező felületeket, vagyis a cső végét és a csőköötő idom belső oldalán levő hornyok közötti területet megfelelően csiszolja le.
- Acetonnal és egy ronggyal tisztítsa meg a lecsiszolt területeket és a csőköötő idom hornyait (5.19 ábra).



5.19: A tömítőgyűrű hornyainak és a cső lecsiszolt felületének tisztítása acetonnal és ronggyal

# ROREX

- Készítse elő a légkompresszort és más szükséges berendezéseket. A kompresszornak rendelkeznie kell levegőszűrővel (a levegőben nem lehet olaj és víz).
- Tegye be a tömítőgyűrűket a hornyokba (lásd az 5.2.1 szakaszt).
- A gyártó utasításai szerint keverje össze a ragasztót a keményítőszerrel. A homogén keverék kialakításához használjon megfelelő keverőberendezést. A ragasztó beinjektálására alternatív módszerként használható tömítőpisztoly, ilyenkor nincs szükség az összetevők összekeverésére. A ragasztó beinjektálását még az előtt be kell fejezni, hogy a ragasztó zselésedni kezdene. A tömítőpisztolyt az 5.20 ábra mutatjuk be.



5.20 ábra: Tömítőpisztoly

- Az előkészített ragasztót egy ecsettel vigye fel a cső legömbölyített peremére és a gumi tömítőgyűrűre (lásd az 5-31. ábrát). A ragasztó kenőanyagként is működik. Ezért ne használjon más kenőanyagot.



5.21 ábra: A tömítőgyűrű és a lecsiszolt felületek kenése ragasztóval és ecsettel

- A csöveket az 5.22 ábra látható módon kell beállítani.



5.22 ábra: A csövek beállítása

- Húzza be a szűkülő csővéget a csőkötő idomba egy huzalfeszítő emelővel és egy bilincssel vagy hevederrel. Ez az eljárás ugyanaz, mint az 5.2.1. Ügyeljen rá, hogy a feszítést abba kell hagyni, amikor a csőkötő idom eléri az illesztőjelet. A túlfeszítés tönkretelheti a csöveket (5.23 ábra).



5.23 ábra: A cső behúzása feszítőszerszámmal a csőkötő idomba

- A ragasztó beinjektálásához a csőkötő idomba a légfuratnak az idom legfelső részén kell lennie, a ragasztó furatának pedig alul. A ragasztó furatának legalább 100 mm-rel

# ROREX

a talaj felszíne fölött kell lennie. Léggompresszorral injektáljon ragasztót a csőkötő idomba (5.24 ábra ábra).



5.24 ábra: Ragasztó beinjektálása a ragasztó furatán át léggompresszorral

- Az injektálást addig folytassa, amíg a ragasztó ki nem jön a légfuraton. Vegye ki a ragasztós csövet a ragasztó furatából és zárja le a furatot (5.25 ábra).



5.25 ábra: A dugó a furatban a ragasztó beinjektálása után

- A csöveknek nem szabad mozognia, amíg a ragasztó ki nem keményedett, nehogy a ragasztóban repedések vagy üregek keletkezzenek.
- A beinjektált ragasztónak a kívánt erősség eléréséhez ki kell keményednie. A kikeményedési idő szobahőmérsékleten (25 °C) legalább 24 óra. A magasabb hőmérséklet csökkenti a kikeményedési időt. 80 °C hőmérsékleten körülbelül 6-8 óra a kikeményedési idő. A kikeményedési folyamat meggyorsításához mindenképpen megfelelő eszközöket, például fűtőtakarókat, fűtőberendezéseket vagy ipari szárítóventilátorokat használjanak.
- A víztesztet legkorábban 24 óra elteltével szabad elvégezni.

## 5.6 Egytengelyű és kéttengelyű csöveknél is használható kötések

### 5.6.1 Karimás kötések

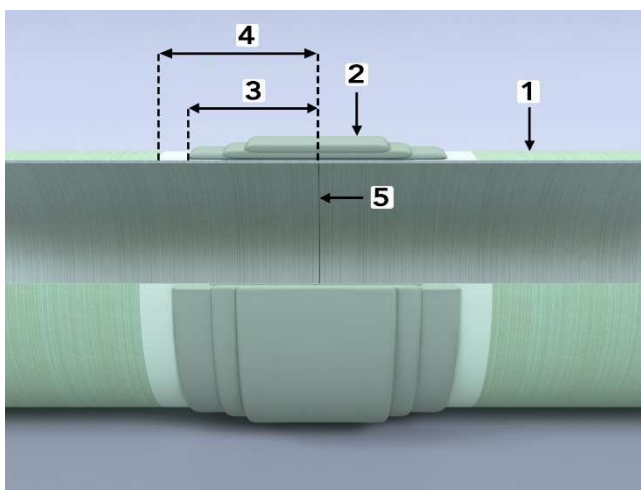
Az ÜPE csövek más anyagokhoz, például acélhoz való kötéséhez rendszerint üvegszálás karimákat használnak. Használhatók szelepek, csövek és más mechanikai eszközök csatlakoztatásához is a csővezetékre. A karimák jellemzően háromféle homloklfelülettel rendelkezhetnek:

- **Sima homlok**
- **Emelt homlok**
- **O-gyűrű**

A karimás kötések kialakításánál mind a karima homloklfelületének, mind az O-gyűrűnek, mind a tömítőgyűrűnek nagyon tisztának kell lennie. Tegye be a tömítőgyűrűt a horonyba. Igazítsa be a karimákat, tegye be a csavarokat, anyákat és alátéteket. Behelyezés előtt ne feledje el megtisztítani és megkenni őket. Húzzon meg minden anyát 35 Nm (kis, legfeljebb 250 mm átmérő esetén 20 Nm) nyomatékkal. Ügyeljen arra, hogy az anyákat a szabvány sorrendben húzza meg. Húzza meg az anyákat és növelje a nyomatékot 70 Nm-re (kis átmérő esetén 35 Nm-re). Ha a karimák belső éle összeér, abbahagyhatja a meghúzást. A nyomaték túllépése maradandó sérülést okozhat. Az anyákat néhány órával később ellenőrizze és szükség esetén állítsa be 70 Nm-re (kis átmérő esetén 35 Nm-re).

## 5.6.2 A tompa-rétegelt kötés

A tompa-rétegelt kötés húzásbiztos (5.26 ábra), műgyantával impregnált üvegszálak kötés. Ehhez a beépítési típushoz képzett munkásokra és megfelelő oktatásra van szükség. A gyártó a cső átmérőjét és névleges nyomását figyelembe véve számos tényezőt, például a rétegek szélességét, számát, típusát és kialakítását megtervezi. A szükséges anyagokat rendszerint a munkavégzés helyszínére szállítják ki csomagokban. Mivel ennél a kötéstípusnál a vegyszereknek különleges tárolási ideje és lejárat ideje van, érdemes a lehető legkevesebb idővel a beépítés előtt megrendelni őket. A beépítés során végig be kell tartani minden biztonsági utasítást (1.7.1.7 szakasz).



|  |   |
|--|---|
| cső  | 1 |
| tompá-rétegelt kötés                                 | 2 |
| a tompá-rétegelt kötés<br>hosszúsága a cső peremétől | 3 |
| a lecsiszolt hosszúság                               | 4 |
| a cső pereme   | 5 |

5.26 ábra: A tompa-rétegelt kötés

Ennek a kötéstípusnak az előkészítéséhez és kivitelezéséhez a következő utasításokat kell követni:

# ROREX

- A rétegezési eljárás megkezdése előtt készítsen elő minden szükséges berendezést és anyagot.
- Az 5.27 feltüntetett módon csiszolja le a cső felületének azt a részét, melyet be fog fedni. A csiszolással csak a felületi réteget szabad eltávolítani. A réteges borítás hosszúsága a cső átmérőjével (DN) és a cső nyomásosztályával (PN) arányos. A cső vagy csőkötő idom lecsiszolt felületének legalább 20 mm-rel hosszabbnak kell lennie a rétegekkel borítandó rész hosszúságánál.
- Acetonnal és egy darab szövettel vagy ronggyal tisztítsa meg a lecsiszolt részt, ahol a réteges kötést végezni fogja. Ajánlott a kötés alá műanyag lemezt vagy szalmaszőnyeget tenni.



5.27: A cső rétegekkel borítandó része

- Illessze össze a csővégeket úgy, hogy a középvonaluk egy vonalban legyen. Gittel töltsse ki a két cső között maradt réseket (5.28 ábra).



5.28 ábra: A két cső között maradt rések kitöltése gittel

- A gitt kikeményedése után a gittet csiszolópapírral vagy bármely más alkalmas eszközzel megcsiszolva távolítsa el a csomókat és simítsa el a felületet (5.29 ábra ábra).





5.29 ábra: A csomók eltávolítása reszeléssel

- **Laminálás**

Mivel az anyag kémiai reakciója a réteges kötés során visszafordíthatatlan, minden anyagot és szerszámot ellenőrizni kell a beépítés előtt. A réteges kötés a cső átmérője, üzemi nyomása és típusa szerint lehet belső, külső vagy belső és külső. A következő eljárás megegyezik mind a belső, mind a külső réteges kötés esetében.

- Ecsettel vagy hengerrel vigyen fel a csőre egy vékony műgyantaréteget.
- Első és utolsó réteggént használjon üvegszálpaplant. A köztes rétegeket a ROREX utasításai szerint kell elhelyezni. A 90°-os tengelynek a hosszanti irányba kell néznie. Az 5.30 és 5.31 ábra az üvegszálpaplant, illetve a több tengelyű szövetet mutatja.

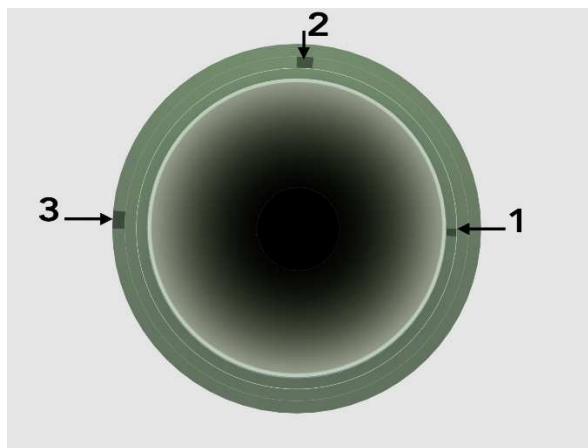


5.30 ábra: Üvegszálpaplan



5.31 ábra: Többtengelyű szövet

- Ügyeljen rá, hogy minden réteget teljesen nedvesítsen át, mielőtt ráteszi a következő réteget.
- A rétegek közé nem szorulhat levegő.
- A rétegeket egyre kisebb szélességben vigye fel.
- Az illesztést minden rétegnél legalább 10 mm átfedéssel kell elkészíteni.
- A következő réteg átfedését 90 fokkal el kell forgatni jobbra (vagy balra) az alatta levő réteg átfedéséhez képest (5.32 ábra ábra).



|   |                           |
|---|---------------------------|
| 1 | az első réteg átfedése    |
| 2 | a második réteg átfedése  |
| 3 | a harmadik réteg átfedése |

5.32 ábra: Rétegek átfedése részletesen tompa-rétegelt kötésnél

## 6. Támasztótömbök

### 6.1 Meghatározások

A hidraulikus nyomóerő a csővezetékeknél a cső típusától függetlenül két alapvető ok miatt lép fel:

1. A hidraulikus nyomás okozta nyomóerő
2. Szivattyútelepek és szelepházak közelében az áramlás indítása vagy leállítása miatt keletkező nyomáslökés (kosütés)

Általában ott keletkezik nyomóerő, ahol megváltozik az áramlás iránya. Ha a nyomóerő által okozott feszültséget nem kezelik megfelelően, a cső megrongálódásához vagy elmozdulásához vezethet a csövekben vagy kötéseknél (ív, T, Y, csővégek és excentrikus vagy koncentrikus szűkítő idomok).

- **Rugalmas kötésekkel kiépített csővezeték**

A nyomóerőt mérnöki megoldásokkal és az előbb említett helyeken kiépített támasztótömbökkel megfelelően kezelni kell.

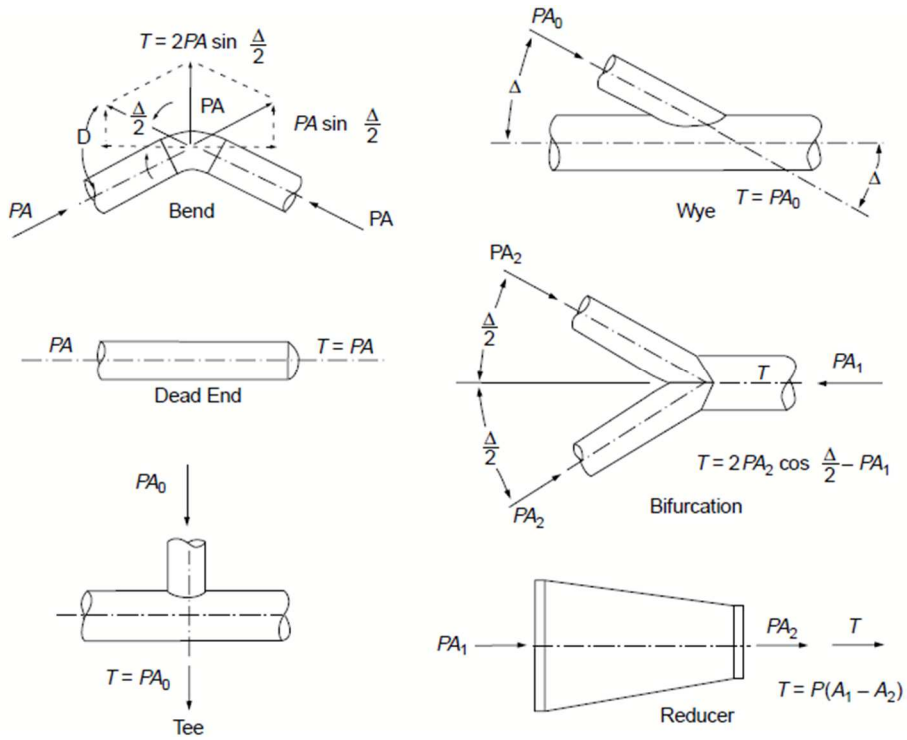
- **Húzásbiztos kötésekkel kiépített csővezeték**

Mivel a húzásbiztos kötésekkel fektetett kéttengelyű csövek szerkezetüknél fogva jól tűrik a hosszanti és gyűrűs feszültségeket, a kifejtett nyomóerő nagy részét a húzásbiztos kötés és a megmaradó szakasz viseli, ami elmozdulást okoz, és támasztótömbökkel vagy rögzítéssel kell védekezni ellene.

- **Rugalmas és húzásbiztos kötésekkel kiépített csővezeték**

Ha számítani kell a hidraulikus nyomóerőre, a rugalmas kötéssel szerelt egytengelyű csövet és a húzásbiztos kötéssel szerelt kéttengelyű csövet le lehet cserélni. Ebben a rendszerben a csővezeték egytengelyű, rugalmas kötéssel szerelt és kéttengelyű, húzásbiztos kötéssel szerelt csövek kombinációjából van tervezve és kiépítve a feszültségvizsgálat eredményei alapján meghatározott bizonyos hosszokon. Szükség esetén támasztótömbök is használhatók.

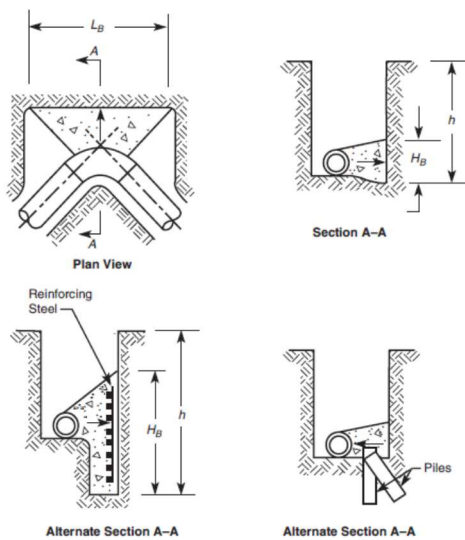
A 6.1 a hidraulikus nyomóerő látható különböző típusú illesztéseknél.



6.1 ábra: A nyomóerő különböző illesztéseknél

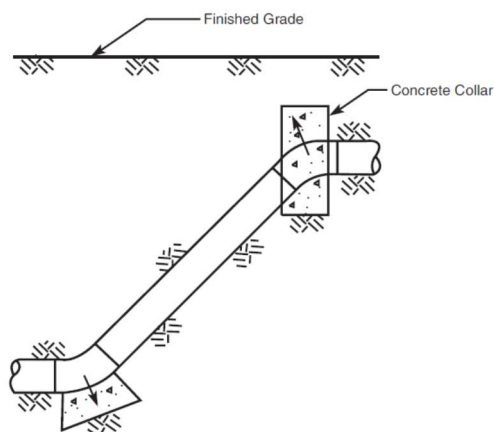
## 6.2 Támasztótömbök

A támasztótömbök fokozzák a kötések ellenálló képességét a nyomóerővel szemben. A 6.2 ábra egy vízszintes ívhez (könyökhöz) mutatunk be egy tipikus támasztótömböt.



6.2 ábra: Tipikus támasztótömb könyökhöz

A 6.3 ábra egy függőleges ívhez mutatunk be egy tipikus támasztótömböt.



6.3 ábra: Tipikus támasztótömb függőleges ívhez

A 6-1 a vízszintes felületi nyomószilárdság tipikus biztonságos értékeit adjuk meg különböző típusú talajokhoz.

6-1: A vízszintes felületi nyomószilárdság tipikus biztonságos értékei különböző típusú talajokhoz

| Vízszintes felületi nyomószilárdság  |                   |
|--|-------------------|
| Talaj  | kN/m <sup>2</sup> |
| Iszap  | 0                 |
| Puha agyag   | 48                |
| Lerakódásos talaj  | 72                |
| Homokos lerakódásos talaj  | 144               |
| Homok  | 192               |
| Homokos agyag  | 287               |
| Kemény agyag   | 431               |
| Bár a fenti értékek sikeresnek bizonyultak támasztótömbök tervezésénél és megadtuk a biztonságos értékeket is, a számítások megbízhatósága nagyban függ a természetes talaj típusának helyes meghatározásától. |                   |

A támasztótömbök tervezését az AWWA M45 szabvány szerint kell végezni (7. fejezet). A talaj pontos felületi nyomószilárdságának és nyírószilárdságának meghatározásához geotechnikai vizsgálatok szükségesek.

## 6.3 Beton köpenyezés

A víz alatti beépítés esetén fellépő felhajtóerő miatt, illetve az öntött beton vagy az árokba jutó víz okozta felhajtóerő ellen a csöveket rögzíteni kell. A csöveket az alaplemezhez legalább két hevederrel kell rögzíteni (6.4 ábra). A hevederek közötti maximális távolságot a 6-2 táblázat adja meg. A betonnak akadálytalanul kell folynia a cső körül.



|   |          |
|---|----------|
| 1 | heveder  |
| 2 | rögzítés |

6.4 ábra: A cső rögzítése

6-2 táblázat: A hevederek maximális távolsága

| DN      | Maximális távolság (m) |
|---------|------------------------|
| < 200   | 1,5                    |
| 200–400 | 2,5                    |
| 500–600 | 4,0                    |
| 700–900 | 5,0                    |
| ≥ 1000  | 6,0                    |

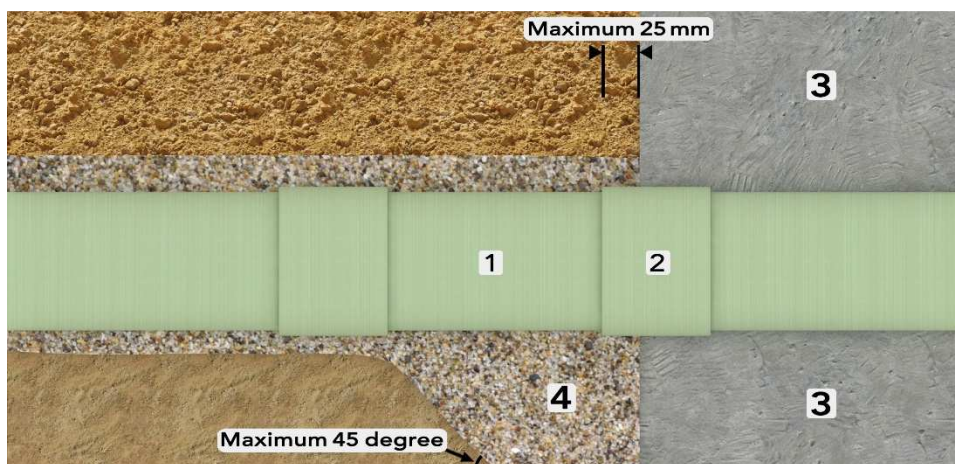
## 6.4 Csatlakozás merev szerkezethez

A csővezetéknek elegendően rugalmasnak kell lennie ahhoz, hogy elviselje a megengedett süllyedést. Ellenkező esetben a fenti süllyedésnek nagy jelentősége van, különösen, ha a csövet támasztótömb támasztja, szennyvízrendszer búvónyílásához vagy szelepházhoz kapcsolódik vagy változik a talaj tömörsége vagy beton alapozásra van szükség, és ilyenkor különleges szempontokat kell figyelembe venni.

A talaj tömörségének változása miatt a beágyazó talajt a merev szerkezet közelében megfelelően tömöríteni kell. A merev struktúra mellett 1500 mm-nél nagyobb névleges átmérő esetén ajánlatos cementtel stabilizált talajt használni.

- **Egytengelyű cső csatlakozása merev szerkezethez**

A tipikus és hatékony módszer üvegszálas kötés és egy rövid darab használata a merev szerkezetnél (6.5). Meg kell jegyezni, hogy csak egy rövid darabot szabad használni a csővezeték csatlakozásánál a merev szerkezethez.



| Leírás   |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| Maximális hosszúság: 2*DN, de legfeljebb 2 m   | rövid cső                        | 1 |
| Minimális hosszúság: 1*DN, de legfeljebb 1 m   |                                  |   |
|  | csőkötő idom                     | 2 |
|  | merev szerkezet                  | 3 |
| Ezt a területet a kezdeti visszatöltő anyaggal kell feltölteni, majd tömöríteni kell | a rövid darab alatt levő terület | 4 |



6.5 ábra: Az eltérő süllyedés megakadályozása egytengelyű cső csatlakozásánál merev szerkezethez

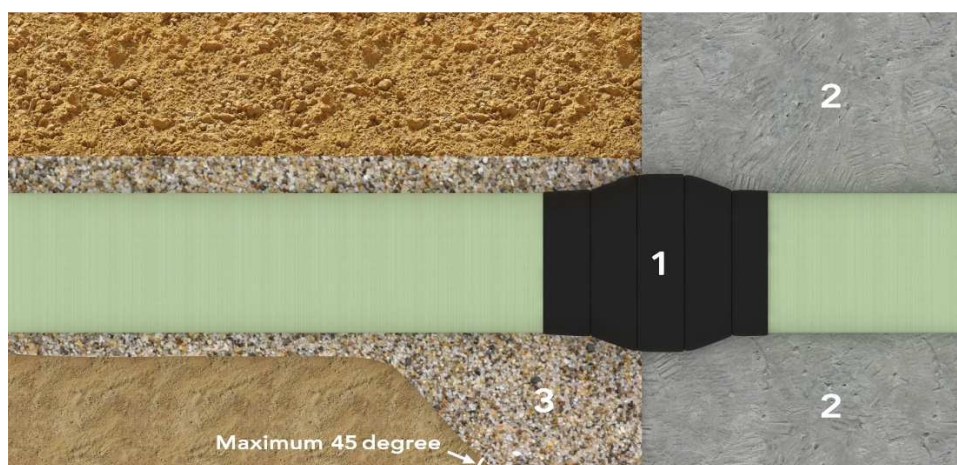
A rövid darab minimális és maximális megengedhető értékeit (egytengelyű és kéttengelyű csövek csatlakozásánál merev szerkezethez) a 6-3 táblázat mutatjuk be.

6-3 táblázat: A maximális és minimális megengedhető értékek a rövid darabnál

| Csőátmérő (mm)                 | Minimális hosszúság (mm) | Maximális hosszúság (mm) |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Nagy átmérő (DN $\geq$ 300 mm) | 1 x DN, de legalább 1 m  | 2 x DN, de legalább 2 m  |
| Kis átmérő (DN < 300)          | 300                      | 500                      |

- Kéttengelyű cső csatlakozása merev szerkezethez**

Kéttengelyű cső csatlakozásánál egy merev szerkezethez betonozás előtt egy gumiszalagot kell a cső köré tekerni a csatlakoztatás helyén. A gumiszalagnak legalább 25 mm-re ki kell lógnia a betonból (6.6 ábra).



|   |                          | Leírás   |
|---|--------------------------|--|
| 1 | Gumiszalag               |  |
| 2 | Merev szerkezet          |  |
| 3 | A cső alatt levő terület | Ezt a területet a csőzóna ágyazatához használt anyaggal kell kitölteni, majd megfelelően tömöríteni kell |

6.6 ábra: Kéttengelyű cső csatlakozása merev szerkezethez

- **Szelepek**

A szelepeket mindenképpen rögzíteni kell, hogy elnyeljék a nyomáslökést.

- **Kivezetések**

A kivezetések csatlakozását nem feltétlenül kell betonba ágyazni. A következő tulajdonságokkal rendelkező T-idomokat nem kell betonba ágyazni. A 6.7 ábra egy T-idomot ábrázol.

- Az idom átmérője nem haladja meg a 300 mm-t.
- Az elosztócső átmérője 3-szor nagyobb az idom átmérőjénél.



6.7 ábra: T-idom

## 7. Helyszíni tesztek

### 7.1 Helyszíni vízteszt

Ez a teszt a beépítési hibákat deríti fel a csővezeték üzembe helyezése előtt. A beépítés minőségének felméréséhez minden vízteszthez 500–1500 m-es hosszúság ajánlott.

Minden vízteszthez szükség van egy légszelepre és egy vízelvezető rendszerre (az esetleges szivárgások észlelésére). A teszt előtt teljesíteni kell a következő ellenőrzőlista minden előírását. Ellenőrizze, hogy:

- A kötéseket megfelelően állították-e össze.
- Az összenyomódás mindenütt a megengedhető határértéken belül van-e.
- A rendszer húzásbiztos megoldásai (támasztótömbök és rögzítések) a helyükön vannak-e és üzemkész-e.
- A visszatöltést elvégezték, de a kötéseket nem töltötték vissza, hogy szemrevételezéssel meg lehessen vizsgálni a víztömörségüket.
- A szelepeket és szerelvényeket rögzítették-e.
- A tesztelt szakasz elején és végén levő karimákat az utasítások szerint előkészítették-e.
- A tesztelt szakasz elején és végén levő rögzítéseket a tervek szerint elkészítették-e.
- A karima teljes egészében támaszkodik-e a rögzítésre.
- A műszereket bekalibrálták-e.
- Betonozási munkák esetén a víztesztet legalább 7 nappal a sima betontípusok, illetve 36 órával a gyorskötő betontípusok beépítése után kell elvégezni.

A víztesztet a következő utasítások szerint kell elvégezni:

- A csővezeték szakaszt meg kell tölteni vízzel.
- A csővezeték szakaszból üzzön ki minden levegőt. Ezt úgy teheti meg, hogy minden szelepet és kifolyót kinyit, és addig vár, amíg a víz a szakaszból simán, buborékmentesen nem folyik ki. A szakasz teljes légtelenítése után nyissa rá ismét a folyásirány felőli szelepeket. Ezzel a szakasz teljesen légtelenítve van és nyomás alá helyezhető.
- Az elmozdulások észleléséhez a szakasz mindkét végén jelölje meg az árkon a karimák pontos helyzetét.

# ROREX

- Nyomás alá helyezés előtt szemrevételezéssel meg kell vizsgálni a szakasz minden kötését.
- A nyomásmérőt a folyásirány végén kell felszerelni (ahol a legnagyobb nyomás hat). Ellenőrizze, hogy a megfelelő helyre van-e felszerelve.
- Lassan fokozza a nyomást a csővezetékben a vízteszt nyomásának 50%-áig, és tartsa fenn ezt a nyomást 24 órán át. Eközben szemrevételezéssel vizsgálja át a kötéseket és ellenőrizze, hogy a karimák nem mozdultak-e el a jelekhez képest.
- A végső nyomás nem haladhatja meg az 1,5 x PN értéket.
- Tartsa fenn a végső nyomást a szakaszban legalább egy órán át (a javasolt időtartam hat óra), és ellenőrizzen minden kötést és szerelvényt. Ha a nyomás lecsökken, tíz percen belül vissza kell állítani a végső nyomást.
- A teszt eredménye akkor elfogadható, ha nincs szivárgás a kötéseknél és a nyomásváltozás oka csak a hőmérséklet változása, a rendszer tágulása, a támasztóelemek elmozdulása vagy beszorult levegő, és a beinjektált víz teljes mennyisége kevesebb, mint a következő egyenlet által meghatározott mennyiség:

$$Q = 0,17DN \times L \times H / 10^6$$

DN: a cső névleges átmérője mm-ben, L: a szakasz hosszúsága m-ben, H: az átlagos próbanyomás a szakasz mentén m-ben, Q: vízürítés l/órában

A következő helyeken fordulhatnak elő szivárgások:

- Kötések
- Karimák
- Szelepek
- A szakasz kezdő- és végpontja

## 7.2 Helyszíni víztömörség próba

800 mm-nél nagyobb névleges átmérőjű csöveknél a kötések tesztelése a kötés helyén elvégezhető beépítés után, a csővezeték vízzel való megtöltése nélkül. Ez a teszt a kész kötés megfelelő teljesítményét vizsgálja. A tesztelési eljárást kérje a ROREX-től.