The Pure Eco

ÜPE csövek és idomok

beépítési kézikönyv



PURECO

THE PURE ECO

ROREX PIPE SRL

33 Aviatiei Street, Buftea
Ilfov megye, Románia
Telefon: +40 723 277 877
Fax: +40 376 206 509
office@rorexpipe.com
www.rorexpipe.com

Magyarországi képviselet:
Pureco Kft.

PURECO
THE PURE ECO

cím: 1118 Budapest, Rétköz u 5.
email: info@pureco.hu
www.pureco.hu

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ... 3
1.1. A GRP csövek jellemzői ... 3
2. SZÁLLÍTÁS, KIRAKODÁS, TÁROLÁS ... 6
2.1. A csövek átvétele ... 6
2.2. A csövek szállítása ... 6
2.3. Csövek kirakodása és tárolása ... 7
3. Föld alatti beépítés, csőfektetés ... 10
3.1. A cső jellemzőinek kiválasztása a helyszíni viszonyok alapján ... 11
3.2. Szabványos fektetés ... 12
3.3. Árokásás folyamata ... 14
3.3.1. Árokbiztonság ... 14
3.3.2. Árok szélessége ... 14
3.3.3. Az árok alja ... 15
3.3.4. Vízszabályozás ... 16
3.4. Alapozás és ágyazás ... 16
3.5. Beágyazó anyag ... 17
3.5.1 A beágyazó anyagok tömörítése ... 20
3.5.2. Minimális és maximális fektetési mélység ... 22
3.5.3. A beépített csövek alakváltozása ... 23
4. KÜLÖNLEGES TELEPÍTÉSI ESETEK ... 24
4.1. Széles árok ... 24
4.2. Állandó támasztás ... 24
4.3. Stabilizált feltöltés ... 24
4.4. Elárasztott árok ... 25
4.5. Több cső ugyanabban az árokban ... 25
4.6. Csövek keresztezése ... 26
4.6.1. Két cső kereszteződése ... 26
4.6.2. Cső és egyéb közművek kereszteződése – Helyi terhelés ... 27
4.7. Árokásás sziklás területeken ... 27
4.8. Csőfektetés lejtőn ... 28
4.9. Betonburkolat ... 29
4.10. Csatlakozás merev szerkezetekhez ... 30
4.11. Merev szerkezetek – Betonkamrák ... 31
5. CSŐÖSSZEKÖTÉS ... 32
5.1. A csatlakozó szögeltérése ... 32
5.2. Csőösszekötő elemek ... 33
5.2.1. Rugalmas csatlakozások – csatlakozók ... 34
5.2.1.1. REKA csatlakozók telepítése a munkaterületen ... 36
5.2.2. Mechanikus csatlakozók ... 38
5.2.3. A Butt-Wrap csatlakozás ... 39
5.2.4. Karimás csatlakozások ... 41
5.2.5. Ragasztott csatlakozások (COMBI) ... 42
6. BÉLELÉS ... 44
7. FÚVÓKÁK FELSZERELÉSE NYOMÓCSÖVEKRE ... 45
8. TOLÓTÁMASZOK ... 46
9. A BESZERELT CSŐVEK ELLENŐRZÉSE ... 49
10. CSŐ NYOMÁS- ÉS VÍZZÁRÓSÁGI VIZSGÁLAT ... 49
10.1. A vízellátó csövek nyomáspróbája ... 49
10.2. Csőnyomáspróba az elosztóhálózatokban ... 50
10.3. Vizsgálati módszerek ... 51
10.4. Csatornacsövek vízzárósági vizsgálata ... 52
11. CSŐVEZETEK MOSÁSA ÉS FERTŐTLENÍTÉSE ... 53

1. BEVEZETÉS

Ez a dokumentum alapvető útmutatóként szolgál a ROREX üvegszálas erősítésű poliészter (GRP) csövek föld alatti telepítéséhez. Ez a kézikönyv iránymutatásokat és követelményeket tartalmaz a GRP csövek sikeres föld alatti telepítéséhez a felhasználók, tervezőmérnökök, helyszíni mérnökök és felügyelők számára.

A kézikönyvben leírt eljárások elsősorban a helyszínen előforduló általános körülményeket ismertetik. A helyszínen felmerülő különleges körülmények megoldása a mérnöki szakértelemre és a ROREX-szel való konzultációra támaszkodva lehetséges.

Ez az útmutató nem tartalmaz más telepítési módszereket, például a föld feletti vagy árok nélküli telepítést. További információkért más eljárásokról vegye fel a kapcsolatot a ROREX-szel.

Érdemes megemlíteni, hogy ez a kézikönyv nem helyettesíti a hatályos román szabványokat és előírásokat, különösen azokat, amelyek a munkák végrehajtása során a személyzet biztonságára és védelmére, valamint a környezetvédelemre vonatkoznak, továbbá a végső döntéshozó hatóságot képviselő kedvezményezett ajánlásait és rendelkezéseit.

Amennyiben a jelen kézikönyv rendelkezéseivel ellentétes előírások vagy ajánlások merülnek fel, kérjük, vegye fel a kapcsolatot a szállítóval a helyzet tisztázása érdekében.

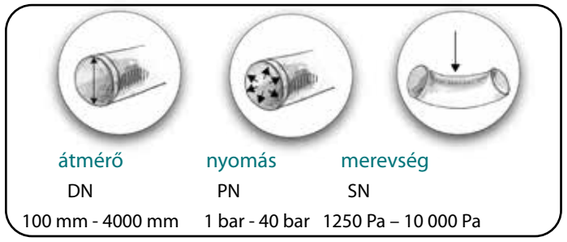
A jelen kézikönyvben szereplő szerelési utasítások az AWWA M45 szabvány, az ATV 127 szabvány, valamint a hatályos román szabványok rendelkezésein alapulnak.

1.1. A GRP csövek jellemzői

- **ROREX GRP csövek**

A GRP csöveket általában 2500, 5000 és 10 000 N/m² merevséggel gyártják; speciális alkalmazásokhoz nagyobb merevséggel is gyárthatók. A csővezeték merevsége általánosságban azt jelenti, hogy mennyire képes ellenállni a külső igénybevételeknek (talajból, forgalomból vagy koncentrált terhelésekből származó terheléseknek), így minél nagyobb a merevség, annál nagyobb külső igénybevételt képes a cső elviselni. A GRP csöveket az átmérőtől függően 1 bar és 40 bar közötti nyomásértékekre gyártják (1.1. ábra).

1.1. ábra: A ROREX által gyártott csőválaszték – lehetséges átmérő-, nyomás- és merevségi osztályok



A ROREX csöveket a mai GRP csőgyártás legkorszerűbb technológiájának számító, folyamatosan előrehaladó tekercselőtüskével állítják elő.

A gyártási folyamat abból áll, hogy a nyersanyagokat – amelyek közül a legfontosabbak az üvegszálak, a gyanta és a

kvarc homok – meghatározott sorrendben és mennyiségben viszik fel egy acél tekercselőtüske külső felületére (1.2. ábra a, b). A gyanta kikeményedési folyamata hő hatására zajlik: a mandrelt indukciós rendszerrel, a cső külső rétegét pedig infravörös infravörös besugárzórendszer fűti. A gyanta kikeményedése után a csöveket a kívánt méretre vágják (1.3. ábra).

1.2. ábra a, b, c: A ROREX GRP csövek gyártási folyamata







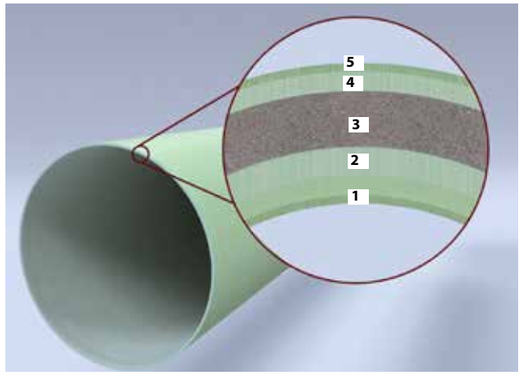
1.3. ábra: A kész ROREX csövek vágása a kívánt méretre



Ez a gyártási folyamat meghatározza a cső szendvicsszerű szerkezetét, amely öt rétegből áll: a belső bélés, a belső szerkezeti réteg, a mag, a külső szerkezeti réteg és a külső bélés (1.4. ábra). A vastagság, valamint az egyes rétegekben található különböző nyersanyagok aránya a gyártott cső típusától függően eltérő lehet.
A belső nyomás kizárólag kerületi tengelyirányú erőhatásokat kelt a csőfalban (a hajlítónyomatékok elhanyagolhatóak), és ezeket az erőhatásokat a csőfalban gyűrű alakban elre dezett üvegszálas erősítés veszi át. Az üvegszálak mennyisége határozza meg a nyomásszintet, és ennek megfelelően a cső nyomásosztályát is.
A szerelvényekben (könyökök, T-idomok, átmérőcsökkentők, zárt végek stb.) fellépő nyomóerőket olyan nyomóblokkoknak kell átvenniük, amelyek ezeket az erőket a cső eltemetési helye körüli tala ra továbbítják.

1.4. ábra: A REX szabványos GRP csövek belső felépítése, ahol:

1 - belső bélés
2 - belső szerkezeti réteg
3 - mag
4 - külső szerkezeti réteg
5 - külső bélés



A szabványos GRP csöveket nem úgy gyártják, hogy hosszirányú tengelyirányú erőket továbbítsanak, ezért nyomóblokkokra van szükség. Ha különböző okok miatt nyomóblokkok nem helyezhetők el, akkor olyan korlátozott csatlakozásokkal rendelkező GRP csöveket lehet használni, amelyek a csőfal vastagságának növelése és a tengelyirányban elrendezett, aprított üvegszálas erősítés mennyiségének köszönhetően képesek átvenni a hosszirányú tengelyirányú erőket.
Az ügyfél kérésére műszaki segítséget nyújtunk a helyszíni szereléshez. A szállító a gyártó szakembereivel közösen, igény esetén útmutatást és tanácsot ad az építőnek a cső és a szerelvények optimális feltételek melletti beépítéséhez.

- **Cső–talaj kölcsönhatás**

A GRP-csövek – ellentétben a betonból, vasbetonból, képlékeny öntöttvasból stb. készült merev csövekkel – rugalmas csövek, és kölcsönhatásba lépnek a körülöttük lévő talajréteggel, így létrehozva azt, amit általánosan „cső-talaj rendszernek" neveznek. Ez azért lehetséges, mert külső terhelések (a feltöltés súlya, forgalom, pontszerű terhelések) hatására a csövek annyira meghajlanak, hogy a környező talaj visszahatását kiváltják, és így csökkentik a nyomatékokat és a körkörös normál erőket. Ennek következtében a GRP csövekre vonatkozó statikai és ellenállási számítási modelljei a cső-talaj kölcsönhatáson alapulnak, figyelembe véve, hogy a cső megengedett alakváltozása kihasználja a talajburkolat passzív ellenállását. Ez automatikusan magával vonja a beásási utasítások betartását, hogy a cső a megengedett határokon belül alakváltozhasson, és a függőleges terheléseket a környező talajra ossza szét.
A cső belső és külső oldalán egyaránt végigfutó üvegszálas erősítés biztosítja a szilárdságot és a rugalmasságot, míg az árok alakja és méretei, a feltöltőanyag jellege, tömörítési módja és szintje garantálják a megfelelő élettartamot.

2. SZÁLLÍTÁS, KIRAKODÁS, TÁROLÁS

2.1. A csövek átvétele

A csövek és szerelvények helyszíni átvételekor a következő intézkedések kötelezőek:
- A rakomány ellenőrzése a szállítólevél szerint.
- Minden csövet átvételkor az építkezésen meg kell vizsgálni, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy a szállítás során nem keletkezett-e hiba. Általában a csőfelület külső vizsgálata elegendő az esetleges sérülések észleléséhez, és ha a cső mérete megengedi (DN > 600 mm), a belső ellenőrzést is el kell végezni.
- A szállítási jegyzéken fel kell tüntetni minden hiányt vagy sérülést. A jogi eljárásoknak megfelelően panaszt kell benyújtani a fuvarozóhoz, és írásban értesíteni kell a szállítót.
- A kis karcolások és hornyok nem igényelnek javítást. A DN ≤ 600 mm-es csövek esetében a legfeljebb 0,5 mm mélységű karcolások és hornyok kis sérülésnek minősülnek. DN > 600 mm esetén a mélység legfeljebb 0,8 mm lehet. Ha a cső sérülése meghaladja a fent említett értékeket, azt a javítási útmutató szerint meg kell javítani.
- A sérült csöveket külön kell tárolni.
- A vállalat műszaki személyzete dönti el, hogy a feltárt sérülések helyszínen javíthatók-e. A javításokat kizárólag szakképzett személyzet végezheti.
- A csövek helyszíni lerakodása a kivitelező vagy a megrendelő felelőssége.
- A fektetés és a tárolás során kerülni kell, hogy a csövek hegesztőszikráknak, vágólángnak vagy bármely más lángforrásnak legyenek kitéve, amely a csőanyag meggyulladásához vezethet.

2.2. A csövek szállítása

- A szállításra való előkészítés során gondoskodni kell a csőfal, a csővégek és az illesztések védelméről a sérülésektől.
- A csöveket és szerelvényeket sík padlójú, megfelelő teherautóval kell szállítani. A teherautó minden olyan részét, amely közvetlenül érintkezik a csövekkel, fával vagy gumival kell borítani a csövek sérülésének megelőzése érdekében. Fontos továbbá, hogy a csövek ne érjenek egymáshoz, mivel a kezelés vagy szállítás során fellépő rezgések miatt megsérülhetnek. Ezért lapos fa támasztékokat (legalább 100 mm szélességűeket) és ékeket (a biztonság és a stabilitás érdekében) kell használni. A fa támasztékokat szemrevételezéssel ellenőrizni kell, hogy minden rakodás előtt szemrevételezéssel ellenőrizni kell, hogy ne legyenek éles vagy szaggatott élek, illetve kiálló részek. Az egymásra rakott csövek magassága nem haladhatja meg a 2,5 m-t (2.1. ábra).

2.1. ábra: A csövek helyes szállítása kötegekben



- A csövek rögzítéséhez hajlékony hevedert vagy sima kötelet kell használni. A hevederek nem torzíthatják el a csövet. Láncok vagy acélkábelek használata közvetlen érintkezésben a cső felületével nem megengedett, kivéve, ha megfelelő párnázást alkalmaznak a cső felületének kopás elleni védelmére. A támaszok közötti maximális túlnyúlás 2 m.

- A csövek építkezésen történő szállítását lehetőleg azokkal a fa raklapokkal kell elvégezni, amelyeken szállították őket. Ha ezek a támasztékok már nem állnak rendelkezésre, az eredetihez hasonlóakat kell készíteni.
- A REX gyakran kötegekbe csomagolja a DN < 600 mm-es csöveket, amint azt a 2.2. ábra mutatja. Ajánlatos a csővégeket polietilén fóliával vagy szalmamatraccal védeni, hogy a csövek ne csúszhassanak el a teherautón, és ne ütközzenek annak oldalainak. A kötegeket két emelőhevederrel kell kezelni, nem egyetlen hevederrel.
- Azokon az építkezéseken, ahol a projekt különböző névleges átmérőjű csövek használatát igényli, a szállítási költségek csökkentése érdekében egymásba illesztett csöveket használnak (2.3. ábra). Az egymásba illesztett csövek emeléséhez két vagy több hevedert kell használni. Az egymásba illesztett csövek fa támasztóelemei közötti maximális távolság nem haladhatja meg a 2 m-t.
- A szerelvényeket ládákban vagy raklapokon is szállíthatják. A szállítás során el kell kerülni az alkatrészek közvetlen érintkezését.

2.2. ábra: Kis DN-ű csövek kötegelése



2.3. ábra: Összeillesztett csövek szállítása



2.3. Csövek kirakodása és tárolása

- A csőkötegek szállításához kötelezően két, legalább 100 mm széles emelőhevedert kell használni. A csöveket rugalmas hevederrel vagy kötélzettel kell emelni (2.4. ábra). A csővel közvetlen érintkezésbe kerülő lánc, acélkábel vagy szorító használata emelés vagy szállítás céljából nem megengedett. A csöveket semmilyen körülmények között nem szabad leejteni. Ügyeljen arra, hogy a cső ne ütközzön szilárd tárgyakkal, például más csövekkel, a teherautó padlójával stb.
- A DN > 600 mm-es csöveket egyenként kell lerakodni. Egyetlen csövet két támaszponttal kell emelni. A csőhöz rögzített vezetőkötél megkönnyítheti a kézi irányítást a kezelés során (2.5. ábra, 8. oldal). Emeléshez két vagy több támaszpont biztosítására szétnyitható emelőrúd használható (2.6. ábra, 8. oldal).

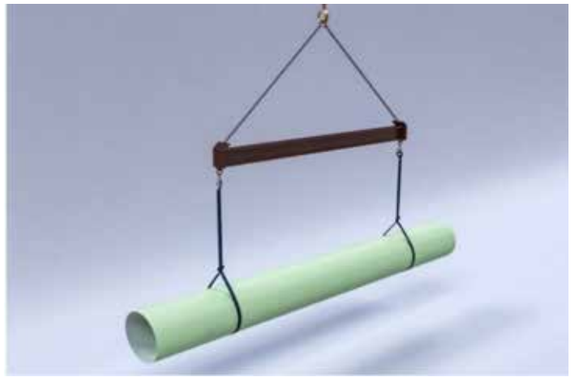
2.4. ábra: A kötegelt csövek helyes kirakása



2.5. ábra: Cső emelése két támaszponttal és kezelése vezetőkötéllel



2.6. ábra: Cső emelése két támaszponttal távtartó rúdat használva



- A kis átmérőjű csövek kipakolásához két ember szükséges. A 60 kg-nál nehezebb csövek emeléséhez daru és távtartó rúd szükséges.
- A csövet nem szabad kampókkal emelni, csak az ábrán látható módon emelje, továbbá a csőbe történő emelőheveder/kötél befűzése és emelése tilos.
- Ha a csöveket acélkábelekkel kezelik, a kábeleket gumival vagy műanyaggal kell szigetelni.
- A csövek emelésekor soha nem szabad a keretek fa támaszait használni.
- Egymásba illesztett csövek esetén a szétválasztást a legkisebb csővel kell kezdeni. A szokásos szétválasztási eljárás az, hogy egy párnázott targonca-karját bevezetik a legkisebb csőbe, a csövet kissé megemelik, majd óvatosan kiveszik (2.7. ábra).

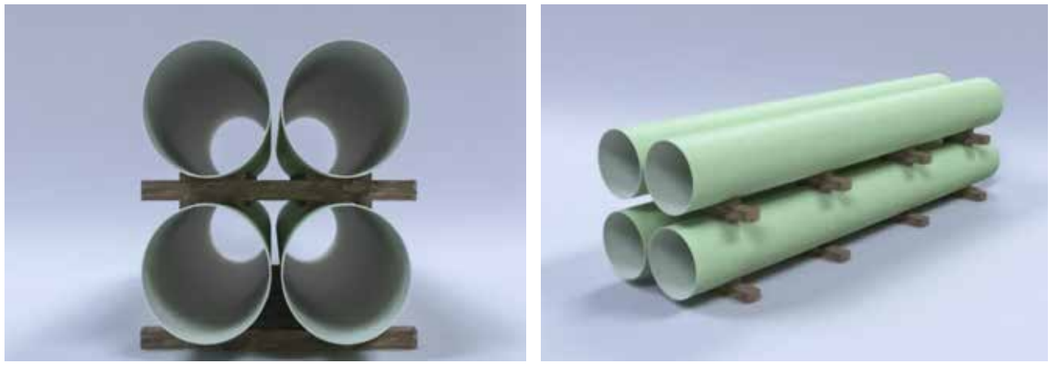
2.7. ábra: A csövek szétválasztása targoncával



- A csöveket közvetlenül a talajon is tárolhatjuk, ha a terep viszonylag sík, és nincsenek rajta kövek vagy olyan tárgyak, amelyek károsíthatják a cső falát.
- Ajánlatos a csöveket ugyanazon a szemcsés anyagon tárolni, amelyből a támasztóágy is készült. Ebben az esetben a cső súlyát SEMMILYEN tömítés, csatlakozó vagy a csatlakozók egyéb felülete NEM támogathatja.
- A csöveket általában lapos gerendákon tárolják, hogy megkönnyítsék az emelőhevederek felhelyezését és alá kell támasztani, hogy erős szél esetén ne tudjanak elgurulni (2.8. ábra).

A csöveket nem szabad meredek talajon, szeles helyen vagy olyan helyen tárolni, ahol földcsuszamlás veszélye áll fenn. A csöveket nem szabad olyan helyeken tárolni, ahol gázoknak, vegyi anyagoknak vagy savas vegyületeknek vannak kitéve, például desztillálótornyok közelében. Az egymásra rakott csövek esetében a negyedpontokon támasztékokat kell elhelyezni. A tároláshoz felhasználhatók az eredeti szállítási alátámasztó anyagok, ha azok még rendelkezésre állnak. A maximálisan megengedett rakatmagasság 2,5 m.

2.8. ábra: A csövek helyes egymásra rakása lapos gerendák és fa ékek segítségével



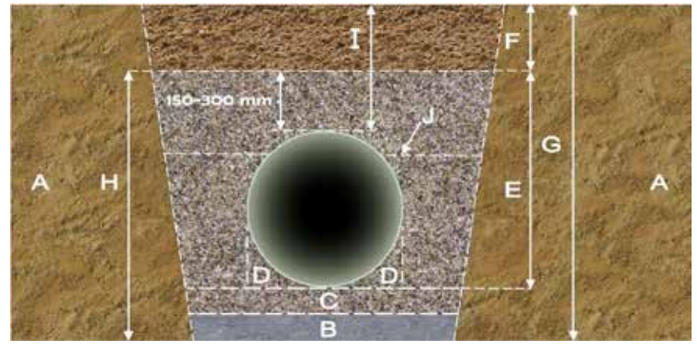
- A fa támasztékok (min. szélesség 75 mm) közötti távolság nem haladhatja meg a 6 m-t. Kis átmérőjű csövek (DN < 300 mm) esetén a távolság nem haladhatja meg a 3 m-t.
- Az egymásra rakott csövek maximális magassága nem haladhatja meg a 2,5 m-t.
- A DN > 1400 mm-es csöveket nem szabad egymásra rakni.
- Ha a tömítéseket külön szállítják, azokat az eredeti csomagolásukban kell tárolni, és nem szabad napfénynek, oldószereknek, olajoknak és olajszármazékoknak kitenni őket.

3. FÖLD ALATTI BEÉPÍTÉS, CSŐFEKTETÉS

A talaj típusa jelentős szerepet játszik a GRP cső anyagösszetételének és az illesztések típusának kiválasztásában. Az üvegszálas csövek (mint szinte minden más földbe fektetett cső) szerkezeti kialakítása abból indul ki, hogy a cső támasztást kap a környező talajtól. Ezért a fektetésnek olyan talaj-cső rendszert kell kialakítania, hogy a környező talaj elegendő támasztóerőt biztosítson a földbe fektetett cső számára. A föld alatti fektetésre vonatkozó előírások számos tényezőtől függenek, mint például a cső merevsége, a talaj természetes állapota, a talajvízszint, az árok szélessége, a fektetési mélység, a visszatöltő anyag tulajdonságai és tömörítése, a felszíni forgalom, valamint a nyomáshullámok. Az árok keresztmetszetére vonatkozó terminológiát a 3.1. ábra szemlélteti.

3.1. ábra: Egy szabványos árok, ahol:

A – Helyszíni talaj (eredeti)
B – Alapozás (ha szükséges)
C – Aljzat
D – Átmeneti zóna
E – Kezdeti feltöltés
F – Végső feltöltés
G – Töltés
H – Csőzóna beágyazása
I – Beásási mélység
J – Határérték osztott fektetés esetén (II. típus), 0,6 DN



A geotechnikai adatok, mint például a talaj osztályozása, a szabványos behatolási vizsgálat, a talaj merevsége, a talajvízszint stb. segítenek a talaj típusának azonosításában, és ennek következtében a GRP cső anyagösszetételének, az illesztés típusának és a telepítési részleteknek a meghatározásában. Ezeket a számításokat eseti alapon végzik el, és a csövek szállítója bocsátja az Ön rendelkezésére. Figyelembe kell venni a talajvízszint szezonális és hosszú távú ingadozásait, mivel ezek befolyásolják a cső-talaj rendszer viselkedését.

Az árok belsejéből kiindulva a csöveket és az összekötő elemeket úgy kell elhelyezni, hogy a cső alja megfeleljen a kívánt lejtésnek, irányvonalnak és iránynak.

A csővezeték bármely megszakításánál a vezetéket meg kell védeni az elmozdulástól, és minden nyitott végét le kell zárni, hogy megakadályozzák a víz, sár, idegen anyagok vagy állatok bejutását. Különösen azokban az esetekben, amikor a csövet ív mentén kell felszerelni, az összekötő elem szögeltérését (tengelyirány-változás) és a cső hajlítási sugárát a megengedett tervezési tartományon belül kell tartani. A csövet sík és egyenletes felületre kell elhelyezni a tervezett irányvonal mentén.

Tárolás közben a nagy átmérőjű csövek bizonyos mértékben elveszíthetik kör alakjukat. Ezért ajánlott a nagyobb átmérőjű csöveket függőleges irányban elhelyezni az árok alján, mivel ez a lépés nemcsak egyszerűsíti az összekapcsolási folyamatot, hanem segít kiegyenlíteni az eltérítést a beágyazó anyagok elhelyezése után is.

3.1. A cső jellemzőinek kiválasztása a helyszíni viszonyok alapján

A csővezeték-trajektória felmérésének hagyományos módszere az volt, hogy a csővezeték mentén végzett fúrások és talajmintavételek segítségével felmérték a talaj állapotát a beágyazási mélységben. Ennek a programnak olyan adatokat kell tartalmaznia, mint a természetes talaj osztályozása, a szabványos behatolási vizsgálat (SPT), a cső rugóvonalánál mért fúróütésszám, a természetes talaj sűrűsége és a talajvízszint. A természetes talaj jellemzőinek felismerése rendkívül fontos. A talaj osztályozását az ASTM D2487 és az ASTM D2488 (egységes rendszer) szabványok szerint határozzák meg. A természetes talaj jellemzőit (talajmerevséget) az ASTM D 1585 szabvány – a behatolási vizsgálatra vonatkozó szabvány – szerinti behatolási vizsgálattal értékelik. Az ütések száma erre a vizsgálatra utal, amely a talajokat sűrűségük szerint osztályozza, és E a talaj rugalmassági modulusát jelöli. A nem kohéziós (szemcsés) és a kohéziós talajok leírását és tulajdonságait a 3-1. táblázat tartalmazza.
A természetes állapotú vagy javított helyi talaj csőbeágyazási anyagként használható, ha megfelel a 3.5. fejezetben („Beágyazási anyag", 17. oldal) ismertetett követelményeknek.

3-1. táblázat: A nem kohéziós és a kohéziós talajok jellemzői és műszaki tulajdonságai

			Nem kohéziós talajok		Kohéziós talajok	
Helyi talajcsoport	Fúvási szám	E'n (MPa)	Leírás	Súrlódási szög (°)	Leírás	Szabad nyomószilárdság (kPa)
1	>15	34.5	tömör	33	nagyon merev	192-384
2	8-15	20.7	kissé tömör	30	merev	96-92
3	4-8	10.3	laza	29	közepes	50-96
4	2-4	4.8	nagyon laza	28	puha	24-48
5	1-2	1.4	nagyon laza	24	nagyon puha	12-24
6	0-1	0.34	nagyon-nagyon laza	26	nagyon-nagyon puha	0-12

Az AASHTO-H20 konvoj forgalmi terhelés gyakorlatilag megegyezik az A30 konvoj forgalmi terheléssel a STAS 3221/86 szerint, az ATV SLW 60 által megadott forgalmi terhelés pedig megegyezik a V 80 (nehéz forgalom) konvoj által megadottal.
A föld alatti csövek telepítésekor figyelembe veendő legfontosabb paraméterek csövek fektetésekor figyelembe veendő legfontosabb paraméterek a merevségi és nyomásosztályok. A 3.2. ábra (12. oldal) a szokásos föld alatti fektetési módokat mutatja be. A ROREX GRP csövek megfelelő merevségi és nyomásosztályait a 3-2. táblázat tartalmazza. A merevségi osztály a minimális kezdeti merevséget EI/D3 N/m2 (Pa) egységben fejezi ki.

3-2. táblázat: Csőmerevségi és nyomásosztályok

	ISO	ASTM
SN	Pa	kPa
2500	2500	124
5000	5000	248
10000	10000	496

3.2. ábra: Egytengelyű GRP csővezeték (DN 2800) szabványos föld alatti fektetése



A merevségi osztályt három paraméter alapján választják ki: a földbe fektetési körülmények, amelyek magukban foglalják a természetes talajt, a feltöltés típusát és a fedési mélységet, a forgalmi viszonyokat, valamint az alacsony nyomást. Negatív nyomás jelenléte esetén a 3-3. és a 3-4. táblázat tartalmazza a szükséges merevséget a negatív nyomás különböző értékei és a maximális fedési mélységek esetében, közepes természetes talajviszonyok és feltöltés mellett. A kiválasztott merevség magasabb lehet, mint amit a negatív nyomásértékek és a beásási mélység alapján jeleznek.

3-3. táblázat: 3. csoportba tartozó természetes talaj (E'n=10,3 MPa). Töltés típusa: 90% SDP (E'b=14 MPa) A talajvízszint a cső alatt van, szabványos árokba történő fektetés esetén

Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0,25	10,0	10,0	11,0
-0,50	8,5	10,0	11,0
-0,75	6,5	10,0	11,0
-1,00	4,0	10,0	11,0

3-4. táblázat: Telített talajviszonyok esetén

Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0,25	5,5	5,5	6,0
-0,50	0,4	5,5	6,0
-0,75	1,8	5,5	6,0
-1,00	N/A	4,0	6,0

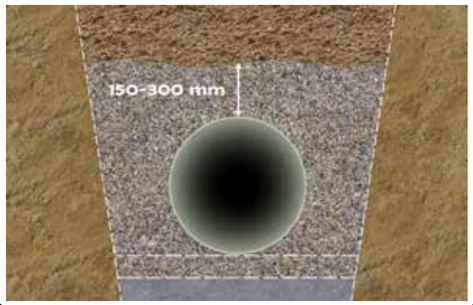
3.2. Szabványos fektetés

A GRP csövek szabványos fektetési folyamatait összefoglalva két alapvető fektetési típus alakítható ki:
I. típus (3.3. ábra, 13. oldal) – amelynél a feltöltőanyagot az árokba a cső teteje felett 300 mm magasságig helyezik el, és a tervben előírt tömörítési fokig tömörítik (általában legalább 90%-os Proctortömörítési fokig). Ezt a fektetési típust akkor alkalmazzák, ha a csövet forgalmi terhelésnek kitett utak alá fektetik.
II. típus (3.4. ábra, 13. oldal) – amelynél a feltöltőanyagot az árokba a cső átmérőjének 50%-áig helyezik el, és a tervben előírt tömörítési fokig tömörítik (általában legalább 90%-os Proctor-tömörítési fokig). Ezen a szint felett, a cső tetejétől számított 300 mm-ig a helyszíni talaj is felhasználható töltőanyagként, könnyű tömörítéssel (általában 80%-os tömörítési arány mellett). A töltőanyagként használt helyszíni talajnak meg kell

feltételnek, amelyeket a 3.5. fejezetben („Beágyazási anyag", 17. oldal) ismertetünk. A II. típusú fektetés nem javasolt kis átmérőjű csövek (DN ≤ 300 mm) és forgalmas utak alá fektetett csövek esetében. Az árok falait támasztékokkal függőlegesen vagy ferde lejtéssel is kialakíthatjuk, a töltés lejtése az anyag jellegétől függ.

3.3. ábra: I. típusú fektetés

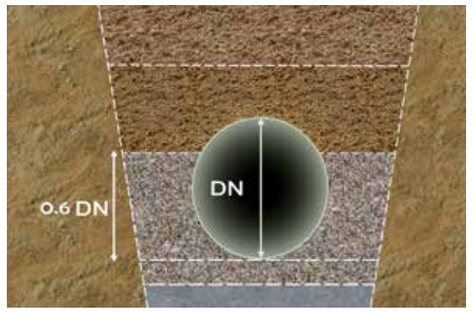
- Gondosan kialakított ágyazat
- A cső feltöltési zónája legfeljebb 300 mm-re terjed ki a cső teteje felett, és előírt feltöltőanyaggal, amelyet a szükséges relatív tömörítési szintre tömörítenek Megjegyzés: nyomásmentes alkalmazások esetén a cső tetejétől 300 mm-re történő tömörítésre vonatkozó követelmény nem vonatkozik.



3.4. ábra: II. típusú beépítés

- A csőátmérő 60%-áig terjedő feltöltést előírt feltöltőanyaggal kell kivitelezni, amelyet a szükséges relatív tömörítési szintre kell tömöríteni
- A csőátmérő 60%-ától a cső teteje felett 300 mm-ig terjedő feltöltést olyan relatív tömörítéssel kell elvégezni, amely biztosítja a talaj legalább 1,4 MPa eléréséhez szükséges relatív tömörítési szinttel.

Megjegyzés: A II. típusú fektetés nem alkalmazható kis átmérőjű csöveknél, nagy forgalmi terhelés mellett, mocsaras területeken, illetve gyenge vagy nem megfelelő talajú területeken.



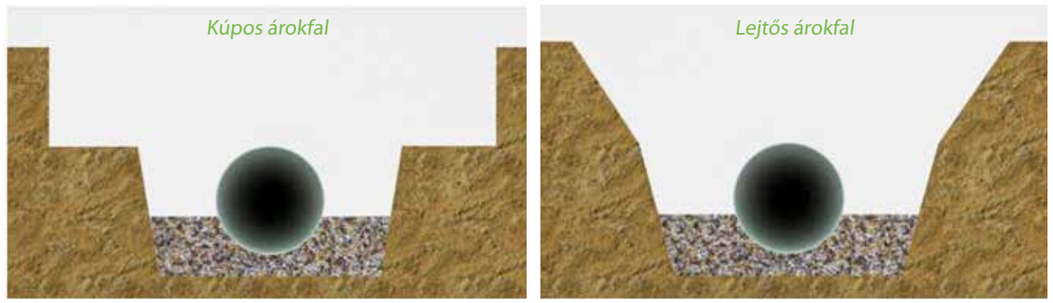
Az I. és II. típusú telepítésnél feltüntetett fedési magasságok (3.3. ábra és 3.4. ábra) a névleges átmérő 1,75-szeresének megfelelő becsült árok szélességén alapulnak. Különleges esetekben a névleges átmérő 1,5-szeresénél kisebb szélesség is kialakítható, amely esetben a beásási határértékek változhatnak. Az ágyazatnak olyan megfelelő anyagból kell készülnie, amely egyenletes és folyamatos támasztást biztosít a cső számára. Például az ágyazat vastagságát növelni kell, ha sziklák, kemény tömbök, illetve puha, gyenge, instabil vagy nagyon összenyomható talajok fordulnak elő.

3.3. Árokásás folyamata

3.3.1. Árokbiztonság

Az árok falának a telepítés minden szakaszában stabilnak kell maradnia. A kitermelt földet az árok szélétől megfelelő távolságra kell elhelyezni. A biztonság fokozása érdekében ajánlott a csőfektetést, a visszatöltést és a tömörítést a lehető leghamarabb elvégezni (lehetőleg minden munkanap végén).
Az árokfal biztonságának biztosítása érdekében instabil vagy veszélyes körülmények között olyan stratégiákat kell megfelelően alkalmazni, mint a támasztás, merevítés, burkolás, lejtés kialakítása, lépcsőzetes kialakítás vagy vízelvezetés, hogy megvédjék az árokban dolgozó összes személyt. A 3.5. ábra két tipikus módszert mutat be az árokfal stabilizálására.

3.5. ábra: Tipikus módszerek az árokfal stabilizálására



3.3.2. Árok szélessége

Az árok szélességének elegendőnek kell lennie ahhoz, hogy lehetővé tegye mind a vállzóna anyagának elhelyezését és tömörítését, mind a csőzóna beágyazási anyagának tömörítését tömörítő berendezések segítségével.
Általában az árok szélességét (az alján, a támaszték nélkül) a 3-5. táblázat szerint kell kiszámítani. Nagy átmérőjű csövek (DN ≥ 1200 mm) fektetése esetén a tömörítéshez használt berendezés méreteitől függően az árok szélessége (3.6. ábra, 15. oldal) csökkenthető, és ebben az esetben a 3-6. táblázat megfelelő értékeit kell figyelembe venni. A 3.7. ábra, 15. oldal egy ilyen fektetést mutat be.

3-5. táblázat: Szabványos árok szélessége (B), ahol DN a cső névleges átmérője (mm)

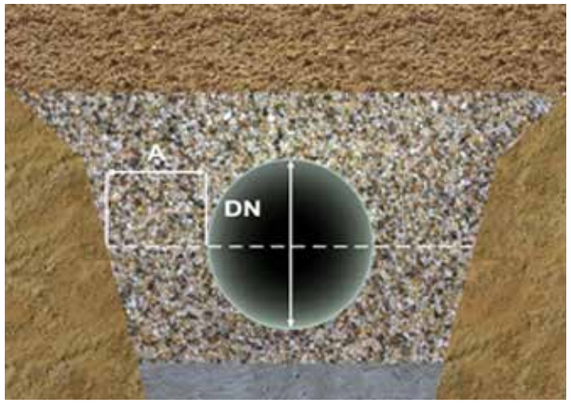
DN (mm)	B (mm)
DN < 1200	B = 1,75 x DN
1200 ≤ DN ≤ 1600	B = DN + 900 mm
1700 ≤ DN ≤ 2400	B = DN + 1200 mm

3-6. táblázat: Minimális árok szélessége (A), ahol DN a cső névleges átmérője (mm)

DN (mm)	A (mm)
DN < 300	200
350 ≤ DN ≤ 500	250
600 ≤ DN ≤ 900	300
1000 ≤ DN ≤ 1600	450
DN > 1600	600

Megjegyzés: a talaj instabilitása miatt biztonsági okokból a mélyebb eltemetésekhez szélesebb árkokra van szükség

3.6. ábra: Árok keresztmetszete



3.7. ábra: Nagy átmérőjű cső fektetése



3.3.3. Az árok alja

A stabil árok aljszintjének körülbelül 100 mm-rel a cső alja alatt kell lennie. Az árok alja fölé szemcsés (homok vagy kavics) ágyazóanyag-réteget kell elhelyezni.

- **Instabil árokfenék**

Ha az árok alja instabil vagy „gyors süllyedésre hajlamos", azt túlásni kell, és a nem megfelelő talajt alapozó vagy javított talajjal kell kicserélni a cső aljától számított 100 mm-ig mélyebbre kell ásni a szükségesnél és el kell távolítani a felesleges földet. Az alapozás kialakítása vagy a talajstabilizálás, például a talajjavítás, minimalizálhatja vagy kiküszöbölheti a differenciális süllyedést. A laza vagy puha talajok, valamint a erősen táguló talajok instabil árokaljnak minősülnek.

Ha fennáll annak a veszélye, hogy az árok alján lévő anyag felúszik (általában meredek lejtőkön és magas talajvízszint esetén), az alapot meg kell erősíteni, hogy a cső ne kerüljön egyenetlen támaszra. Ajánlatos az alapot kavics- vagy zúzottkő-réteggel borítani, amelyet geotextília anyagra kell fektetni az alapanyag elmozdulásának megakadályozása érdekében. A réteg vastagsága nem lehet kevesebb 150 mmnél. Ha a csövet olyan mocsaras talajba fektetik, ahol nagy a tömörödés valószínűsége, kötelező a korlátozott illesztésű GRP csövek használata.

- **Kemény árokfenék**

Ha az árok alján szikla, kemény talajréteg vagy más rugalmatlan anyagok, például kavics, szikladarabok vagy 40 mmnél nagyobb kődarabok találhatók, az árok aljának legalább 150 mm-rel a cső alja alatt kell lennie.

- **Nem stabil árokfenék (mélyítés)**

Ha az árok alját a tervezett szint alá ássák ki, a túlmélyített árok alját I. vagy II. osztályú anyagokkal kell feltölteni, vagy a 3.5. fejezetben („Beágyazó anyag", 17. oldal) szereplő utasításokat kell követni.

3.3.4. Vízszabályozás

A cső és az ágyazat elhelyezése előtt el kell távolítani a vizet az árokból. A cső felszínre emelkedésének megakadályozása érdekében a vízszintet a csőszerelés előtt, alatt és után is folyamatosan ellenőrizni kell, amíg a beágyazás és a megfelelő feltöltés meg nem történik.

A felszíni vízelvezetésből vagy a talajvízből származó folyóvizet szabályozni kell, hogy elkerülhető legyen az árok aljának, falainak, az alapozásnak és a beágyazásnak a gyengülése. A fektetési szakasz mentén rendszeres időközönként elhelyezett gátak, elzárók vagy egyéb akadályok megakadályozhatják a víz áramlását az árok alja mentén.

Amennyiben a vízszintet nem lehet az ágyazat alatt tartani, az árok stabil aljzatának biztosítása érdekében az árok mentén alvízelvezető csöveket kell elhelyezni. Ezeket legalább 200 mm-re az árok aljzata alá kell eltemetni. Az alvízelvezető csöveket geotextíliába csomagolt zúzott kővel is helyettesíthetjük. Ha az árok aljzata nem rendelkezik a kívánt stabilitással, az alvízelvezető réteg alatt alapozást kell alkalmazni.

3.4. Alapozás és ágyazás

A cső megfelelő működésének biztosításához elengedhetetlen a jó minőségű ágyazat (támasz) kialakítása. A cső ágyazatát kizárólag szemcsés anyagból – homokból vagy kavics –, 90%-os Proctor-tömörítési fokig. A cső aljzatának síknak kell lennie, és a 3-7. táblázatban szereplő előírásoknak megfelelő minimális vastagsággal kell rendelkeznie.

3-7. táblázat: A csőágy minimális vastagsága a cső DN-jétől függően

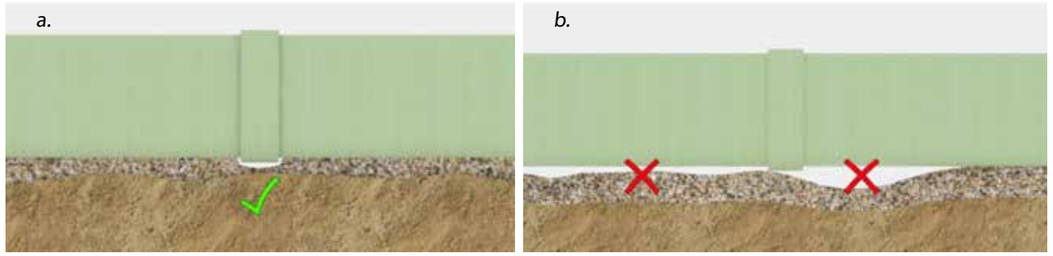
DN (mm)	A csőágy minimális szélessége (mm)
DN ≤ 2400	DN/4 min. ≥ 50 mm, max. 150 - 200 mm
DN > 2400	min. 150 mm

Az illesztési területeken az illesztőelemek alatt egy (1,5–2,0) x $L_{csatlakozó}$ hosszúságú hornyot kell ásni annak biztosítására, hogy a csövet ne a csatlakozó támasztja alá. Az illesztési folyamat befejezése után a hornyot gondosan ki kell tölteni a kitermelt anyaggal.

Ha kövek, kemény palák vagy instabil talajok jelennek meg az árok alján, az ágyazat (támasztóréteg) vastagságát növelni kell, hogy folytonos és stabil támasztóréteg jöjjön létre.

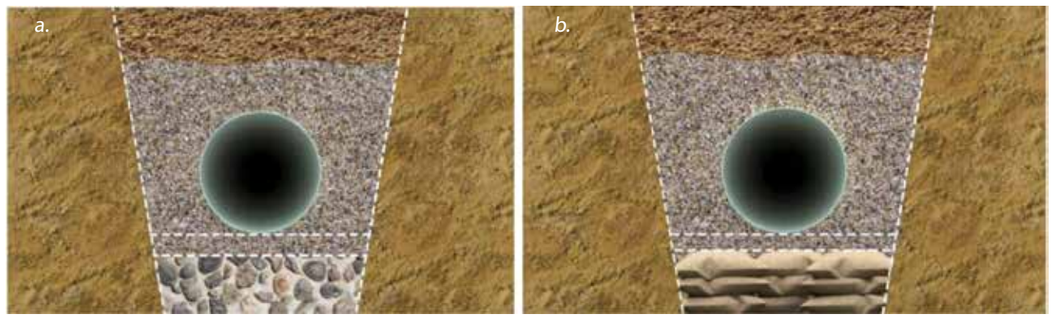
A tömörítés után, mielőtt a csövet az árokba fektetnék, az aljzatot könnyedén 3–5 cm vastagságúra kell elsimítani. Az aljzatnak egyenletes és folytonos támasztást kell biztosítania a cső számára. Az aljzatot az árok aljára vagy az alapra is el lehet helyezni. A csövet egyenletes aljzatra kell fektetni, hogy a cső súlya egyenletesen oszlik el a talajon. Az illesztés túlterhelésének elkerülése érdekében a cső alatti aljzat anyagát az illesztés méretének és alakjának megfelelően ki kell üríteni (3.8. ábra, 17. oldal). Az aljzat kialakításához ajánlott az eredeti feltöltőanyag használata.

3.8. ábra: Az aljzat kialakítása
a. Helyes, b. Helytelen



Az alapozás általában elengedhetetlen a mocsaras területeken és a problémás talajokon. Súlyosabb körülmények között más módszerek alkalmazása ajánlott, például a helyi talajjal töltött zsákok, valamint cementtel vagy mésszel javított talajok használata (3.9. ábra a és b).

3.9. ábra: Alapozási módszerek problémás talajok esetén:
a. a. Sziklák, cementtel vagy mésszel stabilizált talaj használata b. Helyi talajjal töltött zsákok



3.5. Beágyazó anyag

A mechanikus beépítés után a cső köré és tetejére az árokba kezdeti feltöltőanyagot helyeznek el. Hosszú tapasztalatok alapján a szakértők arra a következtetésre jutottak, hogy a tömörített szemcsés anyagok – kavics és homok – ideálisak a földbe fektetett rugalmas csövek, beleértve a GRP csöveket is, beépítéséhez szükséges feltöltéshez (3.10. ábra). A 3-8. táblázat (18. oldal) bemutatja a kezdeti feltöltőanyagok osztályozását a GRP-csövek fektetésére vonatkozó követelmények szerint. A 3-8. táblázatban (18. oldal) az I. osztály rendelkezik a legnagyobb tömöríthetőséggel.

3.10. ábra: A feltöltőanyag elhelyezése földbe fektetett GRP-csövek fektetése során



Más szavakkal: kis tömörítési energiával eléri a megfelelő tömörítési fokot, és a legnagyobb merevséget és sűrűséget biztosítja. Töltőanyagként az I–IV. osztályú talajok ajánlottak.

Az V. osztályú talajt soha nem szabad erre a célra használni. Az I. osztályú talaj a legalkalmasabb, a IV. osztályú talaj pedig a leggyengébb töltőanyag. A kavicsból vagy homokból álló töltés tömörítését a projekt követelményeinek megfelelően kell elvégezni. Normál fektetési körülmények között a homokot legalább 90%-os Proctor-tömörítési fokig, a kavicsot pedig legalább 70%-os relatív tömörítési fokig (bemélyedési fok) kell tömöríteni. A töltőanyagok típusára nincs korlátozás. A kavics és a homok mellett különféle anyagok is felhasználhatók. Ha a végleges töltőanyag 75 mm-nél nagyobb szemcséket vagy szikladarabokat tartalmaz, a kezdeti töltőanyag minimális vastagságának a cső felett legalább 300 mm-nek kell lennie.
A beágyazó anyagok nedvességtartalma befolyásolja azok tömöríthetőségét. A cső ovális alakúvá válhat, ha nem

3-8. táblázat: Talajmerevségi kategóriák

Talajmerevségi kategória	Egységes talajosztályozási rendszer szerinti talajcsoportok
I. osztály	Zúzott kő: ≤15% homok, legfeljebb 25% szűrőn átjutó anyag 3/8 in. szitán, és legfeljebb 5% szűrőn átjutó anyag No.200 szitán
II. osztály	Tiszta, durva szemcsés talajok: SW, SP, GW, GP, vagy bármely, ezekkel a szimbólumokkal kezdődő talaj, amelyből legfeljebb 12% szűrődik át a 200-as szitán
III. osztály	Finomrészecskéket tartalmazó, durva szemcsés talajok: GM, GC, SM, SC, vagy bármely, ezekkel a szimbólumokkal kezdődő talaj, amelyben a finomrészecskék aránya meghaladja a 12%-ot Homokos vagy kavicsos finomszemcsés talajok: CL, ML (vagy CL-ML, CL/ML, ML, CL), amelyeknél a 200-as szitán visszamaradó rész aránya meghaladja a 30%-ot
IV. osztály	Finomszemcsés talajok: CL, ML (vagy CL-ML, CL/ML, ML/CL), amelyeknél a 200-as szitán visszamaradó rész aránya 30% vagy annál kevesebb
V. osztály	Erősen plasztikus és szerves talajok: MH, CH, OL, OH, PT

éri el a szükséges tömörítési fokot. Ezért a nedvességtartalmat általában az optimális érték ±3%-án belül tartják. A fent említett I. és II. osztályba tartozó talajok jól vízelvezetőek, ezért a maximális tömörítés elérése érdekében nem szükséges szabályozni a nedvességtartalmukat.
A cső alakváltozása növekszik, ha egy alacsony merevségű csövet nagy tömörítési erővel rendelkező feltöltő anyagokba ágyaznak.
A kavicsos vagy homokos feltöltőanyag tömörítését a projekt követelményeinek megfelelően kell elvégezni. Normál beépítési körülmények között a homokot legalább 90%-os Proctor-tömörítési fokig, a kavicsot pedig legalább 70%-os relatív tömörítési fokig kell tömöríteni.

A feltöltéshez használt anyag jellegétől függetlenül kötelező elérni a projektben előírt tömörítési fokot. Nyilvánvaló, hogy az első kategóriákba tartozó anyagok esetében a tömörítési erőfeszítés sokkal alacsonyabb. Ezen felül a kohéziós töltőanyagok (agyagos homokok, poros agyagos homokok, homokos agyagok stb.) esetében a szükséges tömörítési fok elérése érdekében azokat az optimális tömörítési nedvességtartalomhoz a lehető legközelebb álló nedvességtartalommal kell felhasználni, ami a helyszínen nehezen megvalósítható. Ezért ajánlott, hogy a töltőanyag ne kohéziós anyag legyen: homok, kavics vagy ballaszt. Az árok kiásásából származó vagy máshonnan behozott helyi töltőanyagnak meg kell felelnie a következő feltételeknek:

1. A maximális szemcseméretnek a 3-9. táblázatban megadott határok között kell lennie;
1. 2. A földdarabok mérete nem haladhatja meg a maximális szemcseméret kétszeresét;

3-9. táblázat: A feltöltőanyag maximális szemcseméretе a cső DN-jétől függően

DN (mm)	Maximális szemcseméret
DN ≤ 450	13 mm
450 < DN ≤ 600	19 mm
600 < DN ≤ 900	25 mm
900 < DN ≤ 1200	32 mm
DN > 1200	38 mm

Megjegyzés: a maximális szemcseméretre vonatkozó értékek a folyókategóriákra érvényesek. Zúzott anyag használata esetén alacsonyabb méretosztály alkalmazása ajánlott.

2. 3. Fagyott anyagok használata tilos;
3. 4. Szerves anyagok használata tilos;
4. 5. Szilárd anyagok (fémmaradványok, üveg, betonblokkok stb.) használata tilos;
5. 6. Tilos 200 mm-nél nagyobb köveket a csövet borító 300 mm-es feltöltési rétegre dobni.
6. 7. Mivel a kezdeti feltöltést rétegenként végzik, a megengedett legnagyobb szemcseméret nem
7. haladhatja meg a rétegvastagság 75%-át.
8. 8. Amennyiben a végső feltöltés kavicsokat (75 mm-nél nagyobb részecskéket) vagy szikladarabokat
9. tartalmaz, a cső csúcsa feletti kezdeti feltöltés minimális vastagságának legalább 300 mm-nek kell lennie.

- **Elmozdulás**

Különös figyelmet kell fordítani a finomszemcsés anyagok vándorlására a cső beágyazási zónájából. Ha ez bekövetkezik, az a cső támasztásának jelentős csökkenéséhez vezethet, és ennek következtében a cső ovális alakúvá válásához, amely meghaladja a tervezési határértékeket. A vándorlás megakadályozása érdekében – amennyiben a természetes talaj főként finom szemcsékből áll – nem szabad réses szemcseméretű talajt használni beágyazási anyagként, kivéve, ha geotextíliát vagy talajszűrőt alkalmaznak a vándorlás kizárására. A migráció a talajvíz áramlása, a telepítés során az árokban kialakuló hidraulikus gradiens, valamint a csővezeték üzemeltetése során fellépő talajvíz hatására is bekövetkezhet. Ezért ezt mérnöki megoldásokkal meg kell akadályozni. A finomrészecskék hidraulikus gradiens hatására történő migrációjának korlátozása érdekében a szűrőszemcseméret-kritériumokat az alábbi kritériumokat kell alkalmazni:

- D15/d85 < 5, ahol D15 az a szitanyílás-méret, amelyen a durvább anyag tömegének 15%-a áthalad, d85 pedig

az a szitanyílás-méret, amelyen a finomabb anyag tömegének 85%-a áthalad.

- D50/d50 < 5, ahol D50 az a szitanyílás-méret, amelyen a durvább anyag tömegének 50%-a átszűrődik, d50 pedig az a szitanyílás-méret, amelyen a finomabb anyag tömegének 50%-a átszűrődik. Ezt a kritériumot nem szükséges alkalmazni, ha a durvább anyag jól osztályozott (lásd ASSTM D2487).
- Ha a finomabb anyag közepes vagy erősen plasztikus agyag (CL vagy CH), a D15/d85 kritériumok helyett a következő kritérium alkalmazható.
- D15 < 0,5 mm, ahol D15 az a szitanyílás-méret, amelyen a durvább anyag tömegének 15%-a áthalad.

A fent említett kritériumokat módosítani kell, ha az egyik anyag rétegelt összetételű. A szűrőosztályozási kritériumok alapján kiválasztott anyagokat úgy kell kezelni és elhelyezni, hogy a szegregáció a lehető legkisebb legyen. A migrációval kapcsolatos részletes információkért és projektspecifikus megoldásokért vegye fel a kapcsolatot a ROREX műszaki részlegével.

3.5.1 A beágyazó anyagok tömörítése

A feltöltőanyag és a relatív tömörítési szint kiválasztása a projekt feltételei alapján történik, figyelembe véve a névleges nyomást, a névleges merevséget, a névleges átmérőt, a beágyazási mélységet, a helyszínen található anyag természetét és jellemzőit stb., valamint a forgalmi viszonyokat és a talajvíz mélységét.

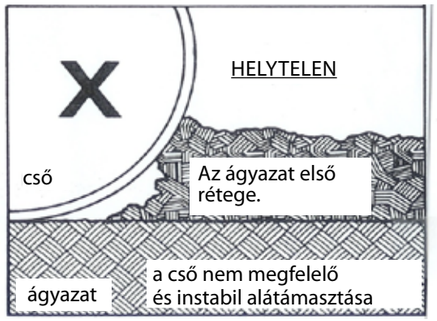
A projekt követelményeinek összehasonlítása a rendelkezésre álló feltöltő anyagokkal és a szükséges tömörítési szinttel biztosítja a legalacsonyabb telepítési költséget. A IV. és V. osztályú feltöltő anyagokat nem szabad az ágyazáshoz vagy a csőhöz közeli területeken, valamint a csőkorona felett 30 cm-es sávban feltöltő anyagként használni, ha az árokban talajvíz található.

Célszerű a feltöltést közvetlenül egy csőszakasz fektetése után elvégezni, annak teljes hosszán, miközben az illesztéseket szabadon kell hagyni, hogy megakadályozzák a csövek elmozdulását időjárási jelenségek (az árok vízzel való megtöltése) vagy egyéb véletlen okok következtében.

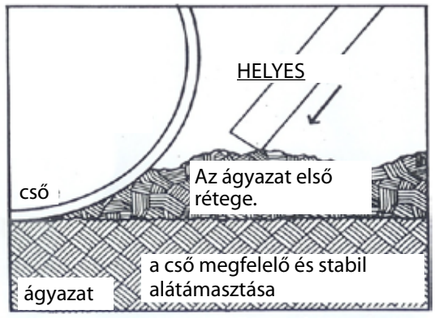
Az árok feltöltése a cső alatti területtel (a csőváll-területtel) kezdődik, amelyre különös figyelmet kell fordítani, mivel ez képezi a cső támasztórétegét (a csővezetéknek legalább 120°-os szögben kell nyugodnia). A feltöltést lapáttal végzik, a tömörítést ezen a területen kézi tömörítőgéppel (3.11. ábra, 21. oldal és 3.12. ábra, 21. oldal). **Szigorúan tilos, hogy a cső alatti területeken üregek maradjanak a feltöltésben.**

A cső oldalán a feltöltést 5–30 cm-es rétegekben kell elvégezni, az anyag jellegétől és a tömörítőgéptől függően. Kavics vagy homok, valamint rezgőlemezes tömörítőgép használata esetén a feltöltés legfeljebb 30 cm-es rétegekben végezhető (3.13. ábra, 21. oldal), kézi tömörítőgéppel történő tömörítés esetén (3.14. ábra, 21. oldal) pedig legfeljebb 7,5 cm-es rétegekben.

3.11 ábra: Nem megfelelő oldalsó megtámasztás



3.12 ábra: A cső szilárd alátámasztásának biztosítása



3.13 ábra: Tömörítés rezgőlemezes tömörítőgéppel



3.14 ábra: Tömörítés kézi tömörítővel



A finomabb szemcséjű vagy magasabb agyagtartalmú töltőanyagok tömörítése vékonyabb rétegeket és nagyobb tömörítési erőkifejtést igényel. Az ilyen típusú anyagok tömörítése könnyebbé válik, ha az anyag nedvességtartalma a lehető legközelebb van az optimális értékhez.

Elengedhetetlen, hogy a cső mindkét oldalán egymást követően végezzék el a feltöltést és a feltöltési rétegek tömörítését.

Előfordulhat, hogy nehezen tömöríthető töltőanyag használata esetén, valamint a magas tömörítési fok elérése érdekében a tömörítési erőhatás a cső függőleges ovalisodásához vezet. Ebben az esetben, ha a függőleges ovalisodás meghaladja a cső átmérőjének 1,5%-át, nagyobb merevségű csövet kell használni.

A cső feletti feltöltőanyag tömörítéséhez (ez követelmény, ha a csövet út alatt vagy betonplatformok alatt fektetik le) különféle tömörítőgépek használhatók. Súlyuk a cső fedőrétegének magasságától függ, a 3-10. táblázat szerint (22. oldal).

3-10. táblázat: Maximális szemcseméret a cső DN-jétől függően

	Minimális fedőréteg-magasság (mm)	
A tömörítőgép a tömörítőgépnek (kg)	Normál tömörítés	Rezgőlemezes tömörítőgép
gc < 100	250	150
100 ≤ gc < 200	350	200
200 ≤ gc < 500	450	300
500 ≤ gc < 1000	700	450
1000 ≤ gc < 2000	900	600
2000 ≤ gc < 4000	1200	800
4000 ≤ gc < 8000	1500	1000
8000 ≤ gc < 12000	1800	1200
12000 ≤ gc < 18000	2200	1500

3.5.2. Minimális és maximális fektetési mélység

A maximális eltemetési mélység gyakorlatilag nincs korlátozva. Ez a természetes talaj geotechnikai és hidrogeológiai jellemzőitől, a feltöltés jellegétől, tulajdonságaitól és tömörítési fokától, valamint a cső merevségétől függ. Az ilyen típusú problémák megoldásához, amelyek a csövek nagy mélységbe történő eltemetését érintik, a szállító minden szükséges információt és számítást a rendelkezésére bocsát.

•Közlekedési terhelés jelenléte

A forgalmi körülmények között alkalmazandó minimális fektetési mélységek (a cső koronája feletti minimális eltemetési réteg) a 3-11. táblázatban szerepelnek. Ezek a minimális mélységek kizárólag a cső megfelelő felszerelése esetén érvényesek (megfelelő feltöltőanyag, a tervnek megfelelő tömörítés stb.).

A 3221/86 román szabvány szerinti számítási konvojok könnyen besorolhatók a 3-11. táblázatba: a kerékre ható terhelés figyelembevételével a V80-as konvoj az ATV SLW 60-hoz, az A30-as pedig az ATV SLW 30-hoz hasonlítható.

Gyengén tömörödött talajok esetén a beágyazási mélységet növelni kell, vagy különböző szerkezeti intézkedéseket kell alkalmazni. constructive measures should be applied.

3-11. táblázat: Minimális eltemetési mélységek forgalmi körülmények között

Terhelés típusa	Forgalmi terhelés (kerék súlya) (kN)	Min. eltemetési mélység (m)
AASHTO H20 (C)	72	1.0
BS 153 HA (C)	90	1.5
ATV LKV 12 (C)	40	1.0
ATV SLW 30 (C)	50	1.0
ATV SLW 60 (C)	100	1.5
Cooper E80	vasút	3.0

- **Magas talajvízszint (felnyomó nyomás)**

Annak elkerülése érdekében, hogy a talajba fektetett üres cső elérje a lebegési szintet, 0,75 DN vastagságú fedőréteg szükséges (a talaj sűrűsége 19 kN/m³). Alternatív megoldásként a cső rögzítése is szóba jöhet; ezt legalább 25 mm szélességű, sima támasztócsíkokkal kell elvégezni, legfeljebb 4 m-es távolságokban elhelyezve. A rögzítés részleteiről és a szükséges minimális rögzítési fedésről a gyártótól lehet tájékoztatást kérni.

- **A talajfagyási mélység**

A talajfagyási mélységet a projekt helyszíne és a vonatkozó szabványok alapján kell kiszámítani, és a cső minimális fedőrétegét úgy kell meghatározni, hogy a cső csúcsa a talajfagyási mélység alá essen.

- **Negatív nyomás (vákuum)**

Negatív nyomás (vákuum) esetén – amely az SN 2500 merevségi osztályú csöveknél 0,25 bar, az SN 5000 merevségi osztályú csöveknél pedig 0,50 bar – a cső minimális talajtakarása
1,0 m, hogy megfelelő stabilitású talajtámasz jöjjön létre. Amennyiben a csővezetékben negatív nyomás léphet fel, vegye fel a kapcsolatot a gyártóval.

3.5.3. A beépített csövek alakváltozása

A csőre a beágyazó talaj felhordása után a rövid távú (ovalisodás) és a csövek hosszú távú alakváltozásait meg kell vizsgálni. A 3-12. táblázat a a kezdeti maximális alakváltozás és a hosszú távú maximális alakváltozás a névleges átmérő százalékában kifejezve.

3-12. táblázat: A csövek megengedett rövid távú és hosszú távú alakváltozása a DN függvényében

DN (mm)	Max. kezdeti alakváltozás	Max. hosszú távú alakváltozás
DN < 300	2.5%	4.0%
DN ≥ 300	3.0%	5.0%

A 3-14. táblázatban megengedett értékeket meghaladó alakváltozásnak kitett csöveket ki kell javítani. A megengedett határértéket meghaladó alakváltozások esetén a következő javítási eljárást kell végrehajtani:
• A csőre rakódott földet vagy bármilyen más terhelést annyira el kell távolítani, hogy az eltérés visszatérjen a megengedett határértékre
• Meg kell vizsgálni a cső körüli talaj típusát és tömörségét, különösen a cső vállrészénél, és szükség esetén ki kell javítani.
• Meg kell vizsgálni az általános szerelési követelményeket, beleértve a cső merevségének az aktuális eltemetési mélységekhez való megfelelőségét, valamint az olyan speciális szerelési követelményeket, mint a talajvízszint, a finomrészecskék vándorlása stb.
A korrekciók elvégzése után a cső alakváltozásait újra meg kell vizsgálni, és biztosítani kell, hogy azok a megengedett tartományon belül legyenek. Ezen felül a korrekció minden szakaszában a csöveket és szerelvényeket védeni kell mindenféle sérüléstől. A megengedett határértéket meghaladó alakváltozású csöveket soha nem szabad nyomóerő alkalmazásával visszaállítani kör alakjukba.
Ezek az újratelepítési intézkedések azokra a csövekre vonatkoznak, amelyek ovalisodása legfeljebb az átmérő 8%-át teszi ki. Azokat a csöveket, amelyek ovalisodása meghaladja az átmérő 8%-át, ki kell cserélni.

4. KÜLÖNLEGES TELEPÍTÉSI ESETEK

Azokban az esetekben, amikor a szabványos szerelés nem felel meg teljes mértékben a helyszíni gyakorlati körülményeknek (gyengén konszolidált talajok nagyon kis alakváltozási modulusával, nagy forgalom és kis fedési mélység stb.), a következő csőszerelési lehetőségeket kell figyelembe venni:

- széles árok
- állandó támasztás
- stabilizált feltöltés
- elárasztott árok
- több csővezeték ugyanabban az árokban
- csőkereszteződés
- árokásás sziklás területeken
- csőfektetés lejtőn
- betonburkolat
- csatlakozás merev szerkezetekhez
- merev szerkezet – beton aknák

4.1. Széles árok

Ezt a típusú, a szokásosnál szélesebb árokba történő fektetést olyan helyeken alkalmazzák, ahol a cső eltemetésére szolgáló természetes talaj nagyon gyenge. Ennek következtében a feltöltőanyag, amelyet az árok falaiig tömörítenek, átveszi a cső által továbbított terhelés egy részét. Ahhoz, hogy ez lehetséges legyen, az árok szélességét legalább 3 x DN-re kell kialakítani.

4.2. Állandó támasztás

Ez a telepítési mód a fenti 4.1. fejezetben meghatározott talajviszonyok esetén alkalmazható. Az árok kialakításához használt támasztást nem szedik le, hogy a cső oldalirányú terhelései megfelelően oszlanak el. Ha lehetséges, a támasztást csak részben szedik le, úgy, hogy a földbe süllyesztett támasztás magassága legalább 300 mm-rel meghaladja a cső koronáját.
Az állandó támasznak a cső élettartamával megegyező élettartammal kell rendelkeznie.

4.3. Stabilizált feltöltés

A problémás talajok nem rendelkeznek a talaj-cső rendszer kialakításához szükséges szilárdsággal. Ezeken a talajokon talajjavítási módszereket kell alkalmazni, hogy azok beágyazási anyagként felhasználhatók legyenek. A talajjavítás vagy stabilizálás alternatív módszer a csőfektetéshez, ha nincs megfelelő beágyazási talaj, vagy ha az nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségben stb. A talajjavításhoz a II. és III. osztályú talajok használhatók.
A stabilizált feltöltést akkor végzik el, ha a cső tetejét borító réteg nem elegendő, vagy ha a csövet meredek lejtőn fektetik le. Általános szabály, hogy a stabilizált feltöltést 1 tonna homokhoz 50 kg cement felhasználásával készítik el. A stabilizált anyag 7 napos szilárdságának körülbelül 10 kgf/cm²-nek kell lennie.
Az árok feltöltése annak teljes szélességében történik, az anyag tömörítését pedig 150–200 mm-es rétegekben végzik. Fontos, hogy az anyagot az optimálishoz minél közelebb álló nedvességtartalommal (a nedvességszintnek 5–10%-nak kell lennie) alkalmazzák. A keveréket a helyszínen is elkészíthetjük úgy, hogy egy réteg feltöltő talajt szórunk ki, majd arra egy vékony réteg cementet, és ezeket összekeverjük. A feltöltő anyag felső rétegét legalább 24 órán át hagyjuk kötni, mielőtt az árokot teljesen kitöltenénk helyi anyaggal.

A cső melletti cementstabilizált feltöltőanyag tömörítéséhez vibrációs tömörítőt kell használni. 2 mnél kisebb fedési mélység és 300 mm-es maximális rétegvastagság esetén általában elegendő egy tömörítőmenet. Nagyobb fedési mélység esetén a feltöltőanyag nagyobb mértékű tömörítése szükséges.
A stabilizált anyaggal elérhető maximális fedési magasság:

- 1,0 m az SN 2500 N/m^{2}merevségű csövek esetében;
- 1,5 m az SN 5000 és SN 10 000 N/m^{2}merevségű csövek esetében;

A stabilizált anyagba ágyazott csövek esetében az ajánlott maximális hossz 6 m. A stabilizált anyag tetejére a földmunkák során keletkezett helyi anyagot lehet elhelyezni. A maximális teljes fedési magasság 5 m.

4.4. Elárasztott árok

Ha a talajvízszint a csőágyazat felett van, a vízszintet legalább az árok aljáig (lehetőleg körülbelül 200 mm-rel az alja alá) le kell csökkenteni. A terep jellegétől függően különböző módszerek alkalmazhatók.
Homokos talajok esetén az árok mindkét oldalán szivattyúzással ellátott vízelvezető fúrólyukak kialakítása ajánlott.
Agyagos talajok esetén ajánlott vagy az árok alját kiszélesíteni és az árok mentén egy elmélyített csatornát kialakítani – ebben az esetben a vizet helyenként elrendezett gyűjtőcsatornákból szivattyúzzák ki –, vagy az árok teljes hosszában, annak tengelyében egy vízelvezető csövet elhelyezni, amelyet legalább 200 mm-rel az árok alja alá kell eltemetni. A vízelvezető cső helyettesíthető zúzott kővel, amelyet geotextília anyaggal burkolnak.

4.5. Több cső ugyanabban az árokban

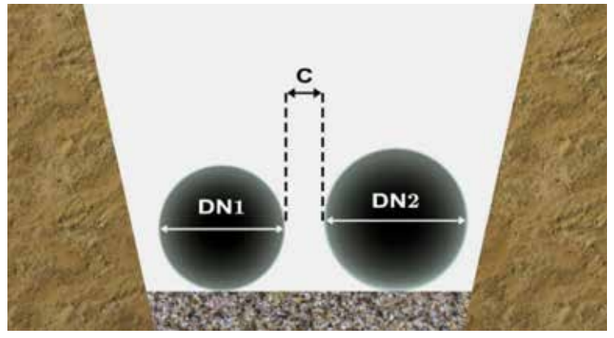
Ha két vagy több párhuzamos csövet fektetünk ugyanabba az árokba (4.1. ábra, 26. oldal), a szabad tér 4-1. táblázat A csövek közötti minimális távolság az átmérő függvényében a csövek között legalább 300 mm-nek kell lennie, hogy a rendelkezésre álló tömörítőgép kezelése lehetséges legyen. A 4-1. táblázat a csövek átmérőjétől függően a csövek közötti különböző minimális távolságokat mutatja.
A csövek átmérőjétől függetlenül az árok aljának azonos szintben kell lennie keresztmetszetben. Ha ez nem lehetséges, a felette fekvő cső töltését megfelelően tömöríteni kell.

4-1. táblázat A csövek közötti minimális távolság az átmérő függvényében

Beásási mélység (m)	A csövek közötti szabad távolság * (mm)
≤ 3.5	$C \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{6}$
> 3.5	$C \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{4}$

**feltéve, hogy ez nem kevesebb, mint 150 mm, és elegendő hely áll rendelkezésre a beágyazás elhelyezéséhez és tömörítéséhez.*

4.1. ábra: Vázlat, amely több cső ugyanabban az árokban történő felszerelését mutatja, ahol C a csövek közötti szabad távolság

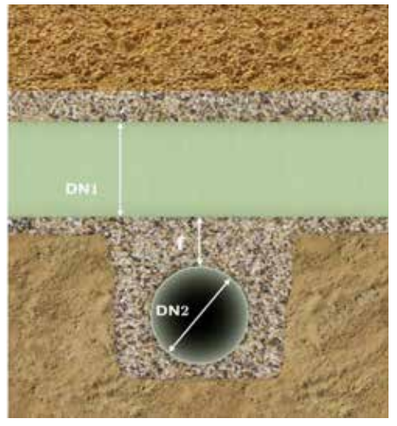


4.6. Csövek keresztezése

4.6.1. Két cső kereszteződése

Ha két cső egymást keresztezi, mint a 4.2. ábrán, a köztük lévő függőleges távolságot a 4-2. táblázat szerint, a két cső átmérője alapján kell kiszámítani, de nem lehet kevesebb 200 mm-nél.

4.2. ábra: Vázlat, amely két, egymást keresztező csövet ábrázol, ahol f a csövek közötti függőleges távolság



4-2. táblázat: A csövek közötti függőleges távolság, a beásási mélység függvényében*

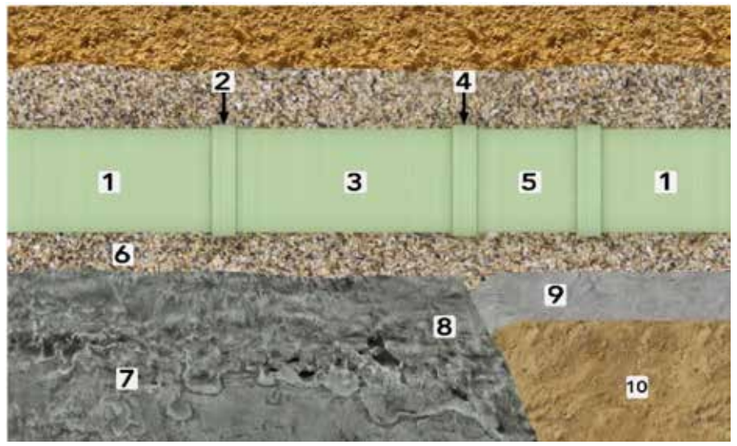
Elásási mélység (m)	A csövek közötti ** (mm)
≤ 3.5	$f \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{6}$
> 3.5	$f \geq \frac{(DN_1 + DN_2)}{4}$

** a felső cső csúcsától a talajszintig mérve*
*** feltéve, hogy nem kevesebb, mint 150 mm*

Bizonyos esetekben szükséges, hogy egy cső egy meglévő cső alatt haladjon át, és ebben az esetben a meglévő csövet egy merev beton- vagy fémgerendához rögzítik, amely az árok mindkét oldalán nyugszik. A cső lefektetése után a visszatöltő anyagot visszahelyezik a helyére és tömörítik. A visszatöltő anyag térfogatának az árok egyes szakaszainak átmérőjének kétszeresét kell kitennie.

4.6.2. Cső és egyéb közművek kereszteződése – Helyi terhelés

Azokban az esetekben, amikor a csövek más közművek vagy felszín alatti szerkezetek felett haladnak át, vagy ahol speciális alapozások találhatók, például betonborítású cölöpök vagy palánkfalak, a differenciális süllyedés minimalizálása érdekében megfelelően figyelmet kell fordítani a helyi terhelésre. További részletek a differenciális süllyedés megelőzéséről abban az esetben, amikor a csővezetéket egy rövid cső segítségével merev szerkezetekhez csatlakoztatják, a 4.10. fejezetben („Csatlakozás merev szerkezetekhez", 30. oldal) találhatók. Egy ilyen esetet a 4.6. ábra (30. oldal) szemléltet. A 4.3. ábra egy megoldást mutat be a differenciális süllyedés megelőzésére arra az esetre, amikor a cső alatti talaj merevsége jelentősen megváltozik. 4.6. ábrán, 30. oldalon látható. A 4.3. ábra egy megoldást mutat be a differenciális süllyedés megelőzésére arraaz esetre, amikor a cső alatti talaj merevsége jelentősen megváltozik. A cső és a helyi terhelés hatási pontja között legalább 300 mm vastagságú aljzatréteget, illetve a cső és a helyi terhelés bármely pontja között ömörített feltöltést kell biztosítani.



4.3. ábra: A differenciális süllyedés megelőzése, amikor a cső alatti talaj merevsége jelentősen megváltozik, ahol: 1 - Szabványos csőszakasz, 2 - Összekötő elem, 3 - átmeneti szakasz, 4 - a lejtőponton elhelyezett rugalmas csatlakozás, 5 - Rövid cső: maximális hossza 2 m vagy 2xDN közül a kisebb, minimális hossza 1 m vagy 1xDN közül a kisebb, 6 - Ágyazat, 7 - Kő, 8 - Leeresztési pont, 9 - Alapozás (ha szükséges), 10 - Természetes talaj.

4.7. Árokásás sziklás területeken

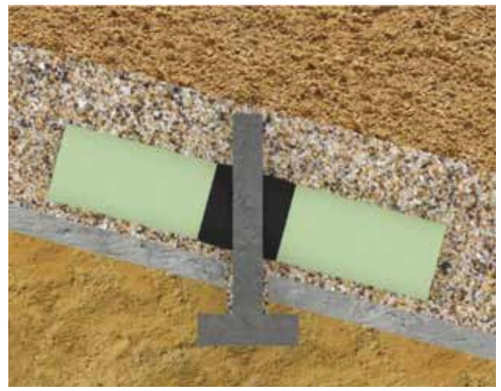
Sziklás terepen történő csőfektetés esetén a fentebb ismertetett árok szélességet és eljárást kell alkalmazni. Ahol a sziklás terület véget ér, és talajos területre lépünk át, rugalmas csatlakozót és egy rövid csőszakaszt kell elhelyezni a különböző süllyedések kiegyenlítésére.

4.8. Csőfektetés lejtőn

A lejtőn fekvő árokba történő csőfektetés kockázata a lejtés szögével jelentősen megnő. Általános szabály, hogy 15°-nál nagyobb lejtésen nem szabad csöveket fektetni. Azokban az árkokban, ahol a támasztóanyag szemcsés (kavics), a csövet legfeljebb 20°-os szögig lehet fektetni, vagy cementtel stabilizált töltőanyagot kell használni. Csőfektetés lejtős árkokban csak egyenes vonalvezetésben történhet, és a szemcsés anyagból álló feltöltés tömörítésének mértéke legalább 90% Proctor-értéknek kell lennie.
Ha fennáll az anyag elmozdulásának veszélye az árok aljáról, további intézkedéseket kell tenni annak stabilizálására, esetleg stabilizáló keresztgerendák alkalmazásával. További intézkedéseket is meg kell tenni (például a cső rögzítése GRP-gyűrűvel/bordával), hogy megakadályozzák a cső lecsúszását az árokba (4.4. ábra).

15°-nál nagyobb lejtésű területeken a következő utasításokat kell figyelembe venni:
• Minden cső közepén rögzítőbordát lehet elhelyezni;
• A telepítés hosszú távú stabilitását megfelelő geotechnikai vizsgálattal kell biztosítani;
• A csöveket nagy nyírószilárdságú anyagokkal, például „I. osztályú" talajjal kell feltölteni.
• A cső zónájában a beágyazó anyagot 90%-os tömörítésre kell hozni.
• A csöveket egyenes vonalban (±0,2°) kell felszerelni.
• A feltöltés abszolút hosszirányú az axiális irányban 20 mm-re kell korlátozni az illesztések szétválásának elkerülése érdekében.

4.4. ábra: Cső felszerelése lejtőn és rögzítése GRP-gyűrűvel



• A telepítési hely megfelelő vízelvezetését biztosítani kell a kimosódás elkerülése elkerülése és a talaj megfelelő nyírószilárdságának biztosítása érdekében. Ez magában foglalhatja a feltöltőanyag vagy a talajfelszín kezelését is.
• Az egyes csőszakaszok stabilitását a fektetési fázis és az üzemeltetés kezdeti szakaszában folyamatosan ellenőrizni kell.
Különleges tervezési szempontok esetén forduljon a ROREX műszaki osztályához.

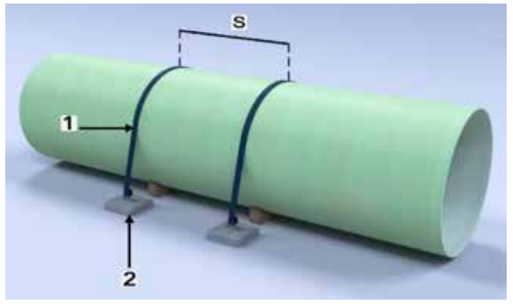
4.9. Betonburkolat

Ha a csőre szokatlan terhelések nehezednek, vagy egyes folyók alatti átvezetések esetén, a csövet betonba kell burkolni. A betonozás során a cső felúszásának megakadályozása érdekében azt legalább 25 mm szélességű, lapos anyagból készült pántokkal rögzítik az alaplemezhez. A pántok közötti legnagyobb távolságot a 4-3. táblázat tartalmazza. A cső tetejét legalább 100 mm vastag betonréteg borítja. A betonozást rétegenként, a cső egyik és másik oldalán egyidejűleg kell elvégezni.
A rétegvastagság (magasság) a 4.5. ábrán és a 4-4. táblázatban szereplő adatok szerint a cső merevségétől függ. Új réteg öntése csak az előző réteg betonjának teljes megkötése után végezhető el.

4-3. táblázat: A hevederek közötti maximális távolság a cső DN-jétől függően

DN (mm)	Max. távolság (m)
< 200	1.5
200 - 400	2.5
500 - 600	4.0
700 - 900	5.0
≥ 1000	6.0

4.5. ábra: Betonburkolatba ágyazott cső, ahol:
S – a hevederek közötti távolság
1 – heveder, 2 – betonhorgony



4-4. táblázat A betonréteg vastagsága a cső merevségének (SN) függvényében

SN (N/m²)	A betonréteg vastagsága (magassága)
2500	0.30 m
5000	0.45 m
10000	0.60 m

A betonozást a cső teljes hosszán el kell végezni, beleértve az illesztések területét is (az illesztések végétől számított 2–3 cm-es sávot szabadon kell hagyni a szomszédos, nem betonnal burkolt csövek forgásának biztosítása érdekében). A betonnal burkolt csövek hossza legfeljebb 6 m lehet. Ha 6 m-nél rövidebb szakaszt kell betonnal burkolni, rövidebb csövet kell választani.

4.10. Csatlakozás merev szerkezetekhez

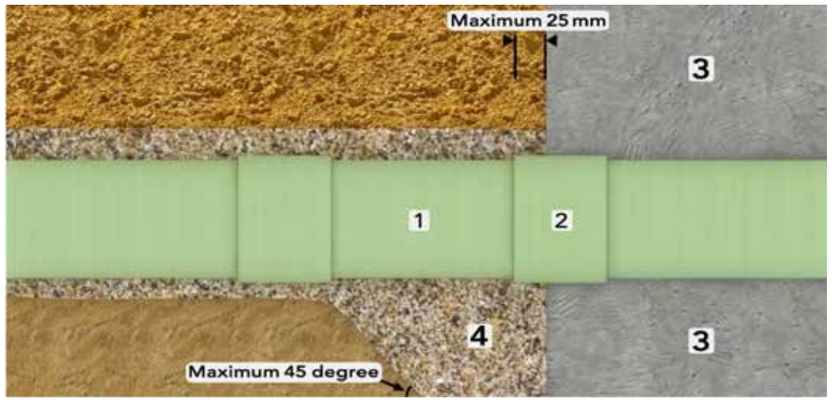
A cső túlzott mértékben elmozdulhat egy merev szerkezethez képest. Ezek a különbözeti süllyedések a következő esetekben fordulhatnak elő:

- a csövet tolóblokk támasztja alá;
- a cső egy szennyvízrendszer aknájához van csatlakoztatva;
- a cső szelepkamrákhoz van csatlakoztatva;
- a talaj merevsége megváltozik;
- betonalapra van szükség.

A talaj merevségének változásai miatt a merev szerkezet közelében lévő beágyazási talajt megfelelően tömöríteni kell. DN > 1500 mm esetén ajánlott cementtel stabilizált talajt használni a merev szerkezet mellett.

- **Egytengelyű csőcsatlakozás merev szerkezetekhez**

Amikor a csövek áthaladnak egy betonfalon vagy más merev szerkezeten, a cső és a merev csatlakozás között eltérő süllyedés léphet fel. Egy tipikus és hatékony módszer az, ha a merev szerkezetnél GRP-csatlakozót használnak egy rövid darabbal együtt (4.6. ábra), amelynek hossza a cső átmérőjétől függ (4-5. táblázat). A cső merev szerkezethez való csatlakoztatásához egyetlen kiinduló cső használata megengedett.



4.6. ábra: A differenciális süllyedés megakadályozása egytengelyű cső merev szerkezethez történő csatlakoztatásakor, ahol:
1 - rövid cső,
2 - GRP-csatlakozó,
3 - merev szerkezet,
4 - a rövid csődarab alatti terület – ezt a területet kezdeti feltöltő anyaggal kell kitölteni, majd tömöríteni kell

4-5. táblázat A rövid szakasz maximális és minimális hossza a cső DN-jétől függően

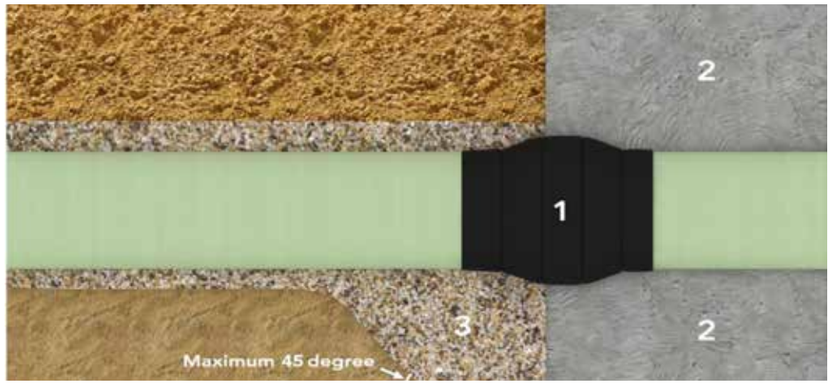
DN (mm)	Min. hossz (mm)	Max. hossz (mm)
Nagy átmérő, DN ≥ 300 mm	Minimális érték 1 m és 1 x DN között	Minimális érték 2 m és 2 x DN között
Kis átmérő DN < 300 mm	300	500

A betonépítmény kivitelezése során különös figyelmet kell fordítani a szomszédos kitermelt anyag megfelelő visszatöltésére és tömörítésére. A tömörítést ugyanolyan mértékben kell elvégezni, mint az árok alján lévő anyag esetében.

Ha a betonépítmény (fal) megfelelő talajra épül, és nincs lehetőség arra, hogy az építmény és a cső között idővel eltérő süllyedések alakuljanak ki, akkor a kiinduló cső nem szükséges. A falba beépített csatlakozó elegendő. A csatlakozó betonfalba való beépítését úgy kell elvégezni, hogy a végétől 2–3 cm szabadon maradjon.

- **Kéttengelyes csőcsatlakozás merev szerkezetekhez**

Kéttengelyes csőcsatlakozás merev szerkezethez esetén a betonmunkák megkezdése előtt a csatlakozási ponton gumiszalagot kell a cső köré tekerni. A gumiszalagnak legalább 25 mm-re ki kell nyúlnia a betonból (4.7. ábra).



4.7. ábra: Kéttengelyes csőcsatlakozás merev szerkezethez, ahol: 1 - gumiszalag, 2 - merev szerkezet, 3 - a cső alatti terület – ezt a területet csőbeágyazó anyaggal kell kitölteni, majd megfelelően tömöríteni

Elengedhetetlen a szelepek rögzítése, hogy azok elnyeljék a nyomóerőt. A fúvóka-csatlakozásokat nem szükséges betonba ágyazni. A következő jellemzőkkel rendelkező T-fúvókákat (4.8. ábra) nem szükséges betonba ágyazni.

• A fúvóka átmérője nem haladja meg a 300 mm-t;

• a gyűjtőcső átmérője a fúvóka átmérőjének háromszorosa.

4.8. ábra: T-fúvóka



4.11. Merev szerkezetek – Betonkamrák

A csatornahálózatokban a beton aknák merev szerkezetnek minősülnek, ahol a cső és a beton akna között eltérő süllyedés léphet fel. A megoldás az, hogy a beton akna falába egy csatlakozóelemet építenek be, valamint egy rövid csövet, amelynek hossza a cső átmérőjétől függ. Az értékeket a fenti 4.10. fejezetben, a „Csatlakozás merev szerkezetekhez” című részben, a 4-5. táblázatban, a 30. oldalon találja. Különös figyelmet kell fordítani az ágyazat tömörítésére azon a helyen, ahol a beton aknát be kell szerelni. A tömörítést legalább olyan mértékben kell elvégezni, mint az árok alján lévő anyag esetében, amely szükségszerűen szemcsés anyag vagy stabilizált sóder lesz.

5. CSŐÖSSZEKÖTÉS

5.1. A csatlakozó szögeltérése

A tényleges csatlakoztatás előtt a csöveket tökéletesen össze kell igazítani. Ha a tervben a csatlakozásnál kis eltéréseket írnak elő, a megengedett határon belül, azokat csak a csövek összekapcsolása után (5.1. ábra). A maximálisan megengedett szögeltérés a névleges átmérőtől és a névleges nyomástól függően változik az 5-1. táblázat szerint. Az 5-1. táblázatban szereplő eltérítési szögeknek megfelelő, a cső végén mért maximális eltérítés (mm-ben kifejezve) az igazítási középvonalhoz viszonyítva, valamint a görbületi sugár (m-ben kifejezve) az 5-2. táblázatban található. Az 5.2. ábra (33. oldal) a maximális eltérítés vázlatát, az 5.3. ábra (33. oldal) pedig ennek gyakorlati példáját mutatja be a helyszínen.

5.1. ábra: Csőösszekötési folyamat

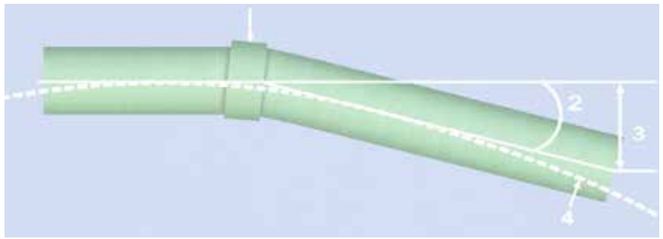


5-1. táblázat: A maximálisan megengedett szögeltérés a névleges átmérő és a névleges nyomás függvényében

	Max. szögeltérés (°) Nyomás (bar)			
Névleges csőátmérő (mm)	**≤ 16 bar**	**20 bar**	**25 bar**	**32 bar**
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
500 < DN ≤ 900	2.0	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	0	0	0

5-2. táblázat: A cső végén fellépő maximális eltolódás a cső hosszától, az eltérítési szögtől és a görbületi sugártól függően

Szög (°)	**Maximális eltolódás (mm) a csőhossz függvényében:**			**Görbületi sugár (m) a csőhossz esetén:**		
	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



5.2. ábra: Két, csatlakozóval összekapcsolt cső szögeltérése, ahol: 1 – csatlakozó, 2 – eltérési szög, 3 – eltolás, 4 – görbületi sugár

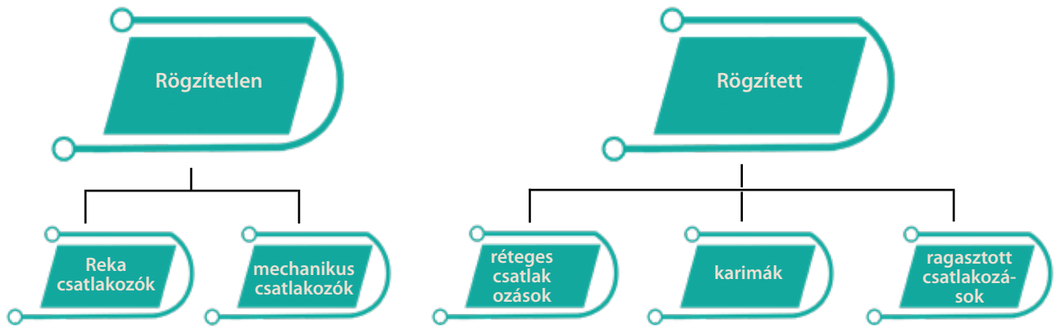


5.3. ábra Különböző mértékű szögeltérést mutató összekapcsolt csövek

5.2. Csőösszekötő elemek

A csőösszekötő elemek két cső összekapcsolására szolgáló speciális alkatrészek (csatlakozók). Kétféle csőösszekötő elem létezik: rögzítetlen és rögzített (5.4. ábra). A rögzítetlen csatlakozók nem kapcsolódnak a csövekhez, ezért a csöveknek szabadságfokot biztosítanak az axiális és radiális mozgáshoz. A rögzített csatlakozók a csövekhez kapcsolódnak, ezért a csöveknek nincs mozgási szabadságfokuk a csatlakozás (összekötés) befejezése után.
Egytengelyes csövek esetén általában rögzítetlen csatlakozóelemeket használnak, és tolóblokkok alkalmazása szükséges. Ezek veszik át az irányváltásokkor fellépő terheléseket.
Kéttengelyes csövek esetében kizárólag rögzített csatlakozóelemeket használnak. A ROREX többféle GRP csőcsatlakozó elemet kínál. Az alábbiakban bemutatjuk a leggyakrabban használt modelleket.

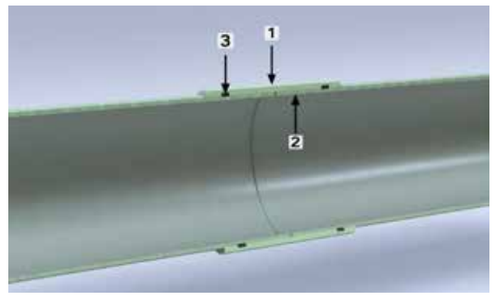
5.4. ábra: Csőösszekötő elemek



5.2.1. Rugalmas csatlakozások – csatlakozók

A csöveket általában csatlakozókkal kötik össze. A ROREX szabványos csatlakozói a REKA csatlakozók, amelyeket egytengelyű csövek összekötésére használnak, a tömítést pedig elasztomer gumi tömítések (EPDM) biztosítják. Több mint 50 éve sikeresen alkalmazzák őket, és lejtőn vagy különböző talajviszonyok között is felszerelhetők. Széles átmérő- (DN 100 mm – DN 4000 mm) és nyomásosztály-tartományban (PN 1 bar – PN 40 bar) kaphatók. A cső DN-jétől és PN-jétől függő méreteikkel kapcsolatos részletekért vegye fel a kapcsolatot a ROREX műszaki részlegével.
Ezek a csatlakozók a cső átmérőjétől és a nyomásosztálytól függően legfeljebb3°-os szögeltérést tesznek lehetővé, ezáltal csökkentve a csőhálózatban szükséges könyökök számát.
Célszerű a csöveket úgy szállítani a munkaterületre, hogy az egyik végükön már felszerelve legyenek a csatlakozók (5.5. ábra). Ha a csatlakozók nincsenek előre felszerelve, azokat az árok mellett, a csövekre kell felszerelni, mielőtt az ágyazatra fektetésük előtt. A csatlakozócsőn található jelölés segít megállapítani, hogy a cső teljesen be van-e illesztve a csatlakozóba.

5.5. ábra: REKA csatlakozó, ahol: 1 – csatlakozó, 2 – csatlakozócső, 3 – ütköző

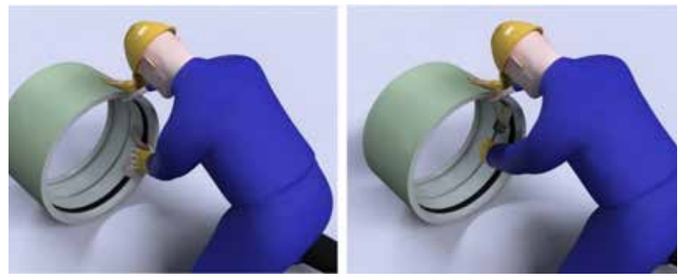


A szerelési műveletek sorrendje a következő:
• A csőcsatlakozók megtisztítása a szennyeződések, zsírok stb. eltávolítása érdekében mosással és száraz ruhával való letörléssel (5.6. ábra).
• A tömítés megtisztítása és vékony réteg kenőanyaggal való bekenése száraz ruhával vagy ecsettel (5.7. ábra).

5.6. ábra A csőcsatlakozók



5.7. ábra A tömítés tisztítása és kenése



• Kenje meg a csőcsatlakozót vékony réteg kenőanyaggal a cső (csatlakozó) jelöléséig, az 5.8. ábra (35. oldal) szerint. Kizárólag a gyártó által szállított kenőanyagot használja, amely a szükséges mennyiséget minden csőszállítmányhoz mellékeli. Soha ne használjon kőolaj-alapú kenőanyagot! Az egy csatlakozóhoz szükséges kenőanyag mennyiségét az 5-3. táblázat (35. oldal) tartalmazza.

5.8. ábra: Kenőanyag felvitele a csőcsatlakozóra



5-3. táblázat: Egy csatlakozóhoz szükséges kenőanyag-mennyiség a cső DN-jétől függően

DN (mm)	Mennyiség (kg)
100 - 250	0,050
300 - 500	0,075
600 - 800	0,100
900 - 1000	0,150
1100 - 1200	0,200
1300 - 1400	0,250
1500 - 1600	0,300
1800	0,350
2000	0,400
2200	0,450
2400	0,500

A csőszakaszok összekapcsolása a csövek átmérőjétől függően a következőképpen:

- DN ≤ 300 mm átmérőjű csövek esetében feszítővas segítségével összetolással;
- DN > 300 mm átmérőjű csövek esetében csörlővel.

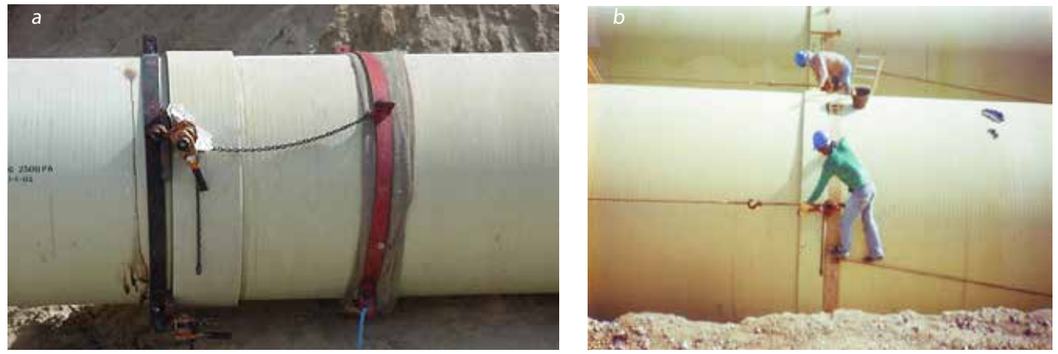
A láncos csörlő segítségével a csövekre rögzítőgyűrűt (bilincst) kell felhelyezni. A fém bilincs és a cső közötti érintkezési felületet védeni kell, hogy a cső ne sérüljön. Rögzítőgyűrű hiányában textilhevedereket is lehet a csőre rögzíteni.

A láncos csörlő és a rögzítőkábelek cső mentén ható felületét fa deszkával szigetelik, hogy megvédjék a cső külső felületét.

Az összekapcsolási erő körülbelül 10–15 N/mm csőátmérő. Példa: DN 1000-es cső esetén az összekapcsolási erő 10 000–15 000 N (1–1,5 teherbírású).

1200 mm-es átmérőig és 6 m-es csőhosszig az összekapcsolás egyetlen 3 tonna teherbírású láncos csörlő elvégezhető, míg ezeket a méreteket meghaladó esetekben 2 csörlős emelőt kell használni, amelyeket szimmetrikusan kell elhelyezni a cső mindkét oldalán (5.9. ábra a és b, 36. oldal).

5.9. ábra a. és b.
Összekapcsolt csövek, amelyek átmérője meghaladja az 1200 mm-t és/vagy hossza meghaladja a 6 m-t



Ha a csőszakaszok összekapcsolásához olyan kis méretű földmunkagépeket használnak, amelyek méretei lehetővé teszik az árokba való bejutást, vagy a kotrógép kanalat, akkor azok mozgásának simának, egyenletesnek és nagyon kontrolláltnak kell lennie. Földmunkagépek tolásra történő használata esetén fennáll a veszélye, hogy a csövek végei összetörnek a csatlakozásnál, ezért minden csatlakozást gondosan ellenőrizni kell.

A csövek végeinek összenyomódása vagy hámlása esetén azokat szét kell csatlakoztatni, majd az érintett részt és az érintett terület legalább kétszeres hosszúságú szakaszát el kell távolítani, és a csővezetéket újra le kell letörni.

5.2.1.1. REKA csatlakozók telepítése a munkaterületen

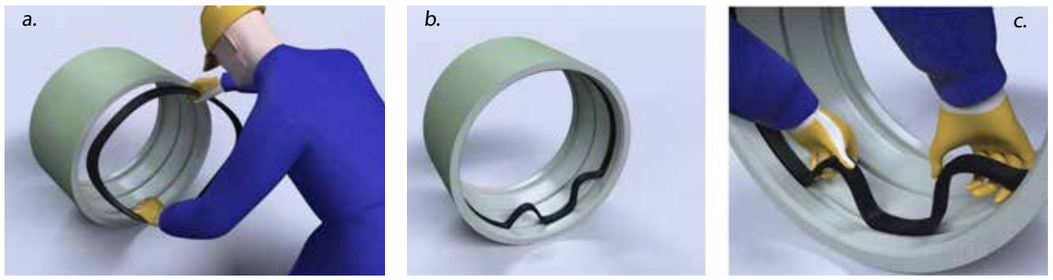
A csatlakozók külön is szállíthatók. Ebben az esetben az elasztomer gumi tömítéseket egyenletes nyomás alkalmazásával helyezik be a hornyokba. A beszerelés előtt a hornyokat és a tömítéseket gondosan megtisztítják (5.10. ábra). A tömítés hornyokba való könnyebb behelyezése érdekében, különösen nagy átmérőjű csövek esetében, mind a tömítést, mind a hornyot vízzel megnedvesítik.

5.10. ábra: A horony tisztítása a tömítés behelyezése előtt



A gumitömítés kerületében nagyobb, mint a horony, hogy biztosítsa az illesztés vízzáróságát, és megakadályozza a tömítés kicsúszását a horonyból. A gumitömítésnek az összekötő horonyba történő behelyezéséhez azt szabadon kell elhelyezni a horonyban úgy, hogy a tömítés bordái az összekötő belseje felé nézzenek. Ezután a tömítés felesleges hosszát két-négy kiemelkedéssé (domborulattá) kell formálni, az 5.11. ábra a) részén látható módon. A kiemelkedéseket simán be kell nyomni, hogy illeszkedjenek a horonyba. Végül a tömítést körbe kell nyomni, hogy a tömítés egyenletesen oszlik el a horony körül, az 5.11. ábra b) részén látható módon. A tömítésnek a teljes kerület mentén egyformán kell kiállnia a horony széléről. A gumikalapács használata a gumitömítés behelyezéséhez csak nagy átmérők esetén ajánlott.

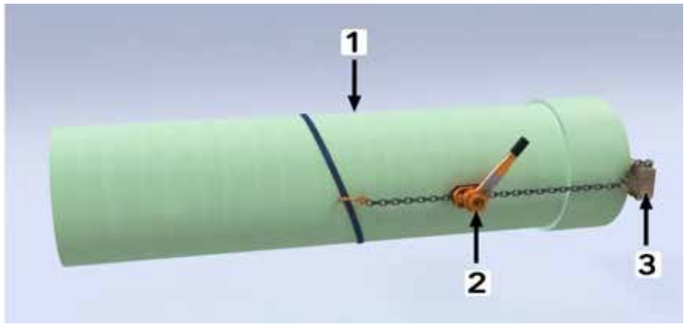
5.11. ábra a, b, c: A gumitömítés helyes beszerelése a REKA csatlakozóba



A csatlakozó csőre történő felszereléséhez kövesse az alábbi utasításokat:

- Helyezzen egy szorítót vagy hevedert a csőre, 1–2 m-re a csatlakozócsőtől. A csatlakozócső nem érhet a talajhoz (legalább 100 mm-rel a talajszint felett kell lennie).
- Helyezze a csatlakozót a csőcsatlakozó végére, és tegyen egy 50×100 mm-es fadarabot a csatlakozó hátuljára az 5.12. ábrán látható módon. A csatlakozót két csörlő segítségével lehet a helyére húzni a fadarab és a szorítóbilincs között. Ezt addig kell folytatni, amíg a csatlakozó el nem éri az igazítási jelölést, vagy amíg a csőcsatlakozó meg nem éri a középső gumiütközőt.

5.12. ábra: Vázlat, amely bemutatja a csatlakozó helyszíni felszerelését a csőre, ahol: 1 – szorító, 2 – emelő, 3 – fa



5.2.2. Mechanikus csatlakozók

A mechanikus acélcsatlakozó egy rugalmas csatlakozóelem, amelyet GRP-csövek összekapcsolására, illetve egy GRP-cső és egy más anyagból készült, átmérőjében enyhén eltérő cső összekapcsolására használnak. Ezt a típusú csatlakozót javításokhoz és szivárgásmegelőzéshez is alkalmazzák. Ezek a csatlakozók egy acélburkolatból és egy belső tömítő gumihüvelyből állnak. Az acélburkolat lehet rozsdamentes acél, horganyzott acél vagy epoxival védett acél. Többféle típusuk létezik: Arpol (5.13. ábra), Straub, Tee Kay, Viking Johnson (5.14. ábra) stb.

5.13. ábra: Arpol típusú mechanikus csatlakozó



5.14. ábra: Viking Johnson típusú mechanikus csatlakozó



A mechanikus acélcsatlakozókat három változatban gyártják: **INSTAL, REP** és **TRANS**:

» csuklós mechanikus acélcsatlakozók – a csatlakozók nem nyílnak ki, a szerelés a cső végén történik (ARPOL INSTAL);

» javításhoz szánt mechanikus acélcsatlakozók, két zsanérral, amelyek lehetővé teszik a csatlakozó kinyitását és a cső átvezetését a javítási területen (ARPOL REP);

» mechanikus acélcsatlakozók különböző külső átmérőjű csövek összekapcsolásához (ARPOL TRANS).

A szerelés előtt meg kell mérni a csatlakozó szélességének felét, és ezt a hosszúságot meg kell jelölni a sérült szakasz mindkét oldalán (javítás esetén) vagy a csatlakozóba belépő mindkét csőn (szerelés esetén). Ez a jelölés segít biztosítani a csatlakozó helyes felszerelését.

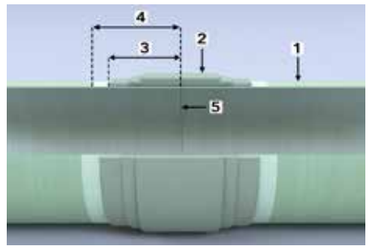
5.2.3. A Butt-Wrap csatlakozás

A tompa-csavarócsatlakozás egy rögzített csatlakozás, amely egy gyantával impregnált üvegszálas csatlakozásból áll, amelyet rétegenként tekernek az összekapcsolandó csövek végeire (5.15. ábra).
5.15). Általában olyan helyzetekben alkalmazzák, ahol a csőszakaszoknak tengelyirányú erőknek kell ellenállniuk, vagy javítási módszerként. A réteges burkolat hossza és vastagsága a cső átmérőjétől és a nyomástól függ. A réteges csatlakozások szereléséhez szakképzett személyzetre van szükség. A szükséges anyagot általában csomagokban szállítják az építési helyszínre csomagokban szállítják. Mivel az ilyen típusú csatlakozásokhoz szükséges vegyszereknek speciális tárolási feltételeik és lejárati idejük van, ajánlott azokat a szerelés előtt a lehető legrövidebb időn belül megrendelni.
Az ilyen típusú csatlakozás előkészítéséhez és felszereléséhez az alábbi utasításokat kell betartani:

- A rétegezési folyamat megkezdése előtt
- Csiszolja le a cső laminált szakaszának felületét az 5.16. ábrán látható módon. A csiszolás során csak a felületi réteget szabad eltávolítani. A laminált szakasz hossza arányos a cső átmérőjével (DN) és a cső nyomásosztályával (PN). A cső vagy a szerelvény csiszolt felületének legalább 20 mm-rel hosszabbnak kell lennie, mint a laminált szakasz hossza.
- Tisztítsa meg az acetonnal és egy ruhadarabbal vagy ronggyal azt a csiszolt felületet, amelyen a fektetési folyamatot végzi. Ajánlatos műanyag fóliát vagy szalmamatracot használni az illesztés alatt. Illessze össze a csövek végeit úgy, hogy a középvonalak egy vonalba essenek. Töltse ki a két cső közötti maradék réseket gitttel (5.17. ábra). Miután a gitt megkeményedett, reszelje le csiszolópapírral vagy más megfelelő eszközzel, hogy eltávolítsa a felületi csomókat és simává tegye a felületet.

5.15. ábra: Tompa-csavaros csatlakozás, ahol:

1 - cső
2 - a csővégi tekercselés
3 - a cső szélétől mért illesztés hossza
4 - a csiszolt szakasz hossza
5 - cső széle



5.16. ábra: A cső rétegzési hossza



5.17. ábra: A két cső közötti rések kitöltése gitttel



- **Laminálás**

Mivel a rétegezési folyamat során az anyagban végbemenő kémiai reakció visszafordíthatatlan, a telepítési folyamat megkezdése előtt minden anyagot és szerszámot ellenőrizni kell. A rétegezési folyamat lehet belső, külső vagy mindkettő, az átmérőtől, a üzemi nyomástól és a cső típusától függően.
A következő eljárás a belső és a külső rétegezés esetében is azonos:
• Ecsettel vagy hengerrel vékony réteg gyantát kell felvinni a csőre.
• Az első és az utolsó rétegként használjon aprított szálas szőnyeget. A többtengelyes szőnyegből készült közbenső rétegeket a ROREX utasításainak megfelelően kell elhelyezni. A 90°-os tengelynek hosszirányban legyen. Az 5.18. és

az 5.19. ábra a vágott szálú szőnyeget, illetve a többtengelyes szőnyeget mutatja.
• Győződjön meg arról, hogy minden réteg teljesen át van itatva gyantával, mielőtt a következő réteget ráhelyezné.
• Győződjön meg arról, hogy a rétegek között ne maradjon levegő.
• A rétegeket a legnagyobbtól a legkisebb szélesség felé haladva helyezze el.
• Az egyes rétegek illesztésénél legalább 10 mm-es átfedést kell biztosítani.
• A következő réteg átfedését 90°-kal jobbra (vagy balra) kell elforgatni az alatta lévő réteg átfedéséhez képest (5.20. ábra).

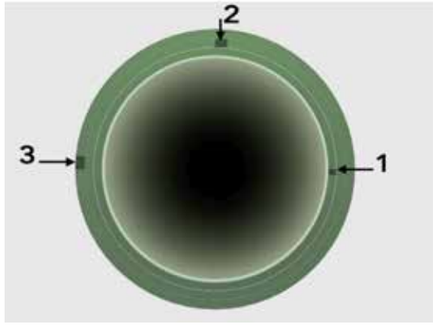
5.18. ábra: Aprított szálas szőnyeg



5.19. ábra: Többtengelyes szálas szőnyeg



5.20. ábra: Részletek egy csőből, amelynek rétegei tompa-csavarodó illesztésben átfedik egymást:
1 - az első réteg átfedése
2 - a második réteg átfedése
3 - a harmadik réteg átfedése



5.2.4. Karimás csatlakozások

A karima (5.21. ábra a. és b.) egy mechanikus csatlakozási módszer, amelyet két cső összekapcsolására, egy cső és egy szerelvény, illetve egy cső és egy szelep összekapcsolására használnak. Hasonlóképpen összekapcsolhat GRP-t GRP-vel vagy GRP-t más anyagokkal. A karimákat olyan tömített csatlakozás létrehozására használják, amelyet szükség esetén szétszerelhetnek és újra összeállíthatnak. A karimalemez egy kör alakú felület, amelynek csavarozási mintázata a cső külső átmérőjétől és a nyomásbesorolástól függően szabványos. Karimás csatlakozásokhoz a ROREX GRP rögzített karimákat használ.

5.21. ábra a. GRP karimák, b. GRP karimás csatlakozásokkal összekapcsolt csövek



A csövek karimás csatlakozásokkal történő összekapcsolása a következő műveleteket foglalja magában:

- a karima és a tömítés megtisztítása;
- a tömítés helyes elhelyezése és a karimák igazítása;
- a csavarok, alátétek és anyák behelyezése;
- a csavarok meghúzása dinamométeres kulccsal, kis átmérők (DN ≤ 250 mm) esetén 35 Nm, illetve 20 Nm nyomatékig;
- a csavarozás megismétlése 70 Nm-ig, vagy amíg a karimák belső élei egymáshoz nem érnek, illetve kis átmérők esetén 35 Nm-ig;
- a csavarok meghúzásának ellenőrzése körülbelül egy óra elteltével, a meghúzás beállítása a fent említett paraméterek szerint.

5.2.5. Ragasztott csatlakozások (COMBI)

Az 5.22. ábrán látható ragasztott csatlakozók (COMBI) két kéttengelyes GRP-cső összekapcsolására szolgálnak. Ez a típusú csatlakozás négy tömítőhoronnyal rendelkezik. Általában gyárilag szerelik be a cső egyik végére. Hosszuk és átmérőjük a cső névleges átmérőjétől és nyomásosztályától függően változik (5-4. táblázat és 5-5. táblázat). A cső mindkét végén található két tömítőgyűrű közötti rést egy speciális gyantával töltik ki, amely összeköti a csatlakozót a csővel.

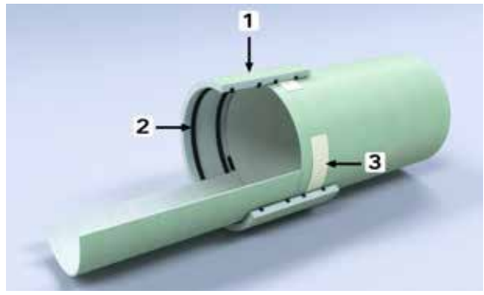
5-4. táblázat: A ragasztott csatlakozó hossza a cső névleges átmérőjének és nyomásosztálytól függően

PN (mm)	DN (mm)	CL (mm)
6	1100	566
6	1200	596
10	1100	746
10	1200	776

5-5. táblázat: A ragasztott csatlakozó külső átmérője a cső névleges átmérőjének és nyomásosztályának függvényében

PN (mm)	DN (mm)	DOS max (mm)
6	1100	1190
6	1200	1291
10	1100	1205
10	1200	1306

5.22. ábra: Ragasztott csatlakozó (COMBI), ahol: 1 – ragasztott csatlakozó, 2 – tömítés, 3 – befecskendezett ragasztó



Abban az esetben, ha a csatlakozókat gyárilag nem szerelik fel az egyik csővégre, a szerelési folyamatot és a ragasztó befecskendezését az egyik csővég esetében az árok kívül kell elvégezni. A csövet csak akkor szabad az árokba helyezni, ha a ragasztó megkötött.

A ragasztott csatlakozó felszereléséhez a következő lépéseket kell végrehajtani:

- Mivel a ragasztó kémiai reakciója visszafordíthatatlan, a szerelési folyamat megkezdése előtt ellenőrizni kell az összes anyagot és szerszámot.
- A ragasztóval érintkező felületeket – a csővégét és az összekötő belső hornyai közötti területet – megfelelően csiszolja le.
- Tisztítsa meg a csiszolt felületeket és a csatlakozók hornyait aceton és egy ronggyal (5.23. ábra).

5.23. ábra: A tömítéshornyok és a cső csiszolt felületének tisztítása acetonnal



- Készítse elő a légkompresszort és az egyéb szükséges felszereléseket. A kompresszornak légszűrővel kell rendelkeznie (a levegőnek olaj- és vízmentesnek kell lennie).

1. Helyezze be a tömítéseket a hornyokba (lásd az 5.2.1.1. fejezetet: A REKA csatlakozók telepítése a munkaterületen, 5.11. ábra, 37. oldal).

- Keverje össze a ragasztót és a kötőanyagokat a gyártó utasításainak megfelelően. Használjon
- megfelelő keverőeszközt, hogy homogén keveréket kapjon. Alternatív módszerként tömítőpisztoly is használható a ragasztó befecskendezéséhez, így elkerülhető a komponensek keverése. A ragasztó befecskendezését be kell fejezni, mielőtt a ragasztó megkötne.
- Az elkészített ragasztót ecsettel vigye fel a cső letörött élére és a gumitömítésre (lásd az 5.24. ábrát). A ragasztó kenőanyagként is működik. Ezért ne használjon más kenőanyagokat.

5.24. ábra: Ragasztó felvitele



5.25. ábra: A csövek igazítása



- A csöveket az 5.25. ábrán látható módon kell igazítani.
- Húzza be a csővéget a csatlakozóba egy csörlővel és egy szorítóval vagy hevederrel (5.26. ábra). Az eljárás megegyezik az 5.2.1.1. fejezetben, „REKA csatlakozók telepítése a munkaterületen", 5.12. ábra, 37. oldal leírásával. Ne felejtse el leállítani a csörlőt, amint a csatlakozó eléri az igazítási jelölést. A túlzott csörlőzés károsíthatja a csöveket.

5.26. ábra: Cső behúzása a csatlakozóba





- A ragasztó befecskendezéséhez a csatlakozó csúcsánál a levegőnyílásnak, alján pedig a ragasztónyílásnak kell lennie. A ragasztónyílásnak legalább 100 mm-re a talajszint felett kell lennie. Fecskendezze be a ragasztót a csatlakozóba légkompresszor segítségével (5.27. ábra).
- Folytassa a befecskendezést, amíg a ragasztó ki nem jön a levegőnyíláson. Vegye ki a ragasztócsövet a ragasztónyílásból, és zárja le (5.28. ábra).

5.27. ábra: Ragasztó befecskendezése a ragasztónyíláson keresztül légkompresszor segítségével



5.28. ábra: A ragasztó befecskendezése után a lyuk lezárása



- A csöveket addig nem szabad mozgatni, amíg a ragasztó meg nem kötött, hogy elkerülhető legyen a ragasztóban kialakuló repedések vagy üregek kialakulása.
- A befecskendezett ragasztónak meg kell kötnie, hogy elérje a kívánt szilárdságot. A kötési idő szobahőmérsékleten (25 °C) legalább 24 óra. A magasabb hőmérséklet lerövidíti a kötési időt. 80 °C-os hőmérsékleten a kötési idő körülbelül 6–8 óra. Elengedhetetlen, hogy a kötési folyamat felgyorsításához megfelelő kötőberendezéseket, például hőtakarókat, fűtőberendezéseket és ipari hajszárítókat alkalmazzanak.
- A víznyomáspróbát legkorábban 24 óra elteltével szabad elvégezni.

6. BÉLELÉS

A már meglévő csőbe, amely már nem biztosítja a rendszer szivárgásmentességét vagy stabilitását (6.1. ábra), GRP-cső beépítése minden olyan esetben elvégezhető, amikor a meglévő cső cseréjéhez szükséges földmunkák költsége jelentős, és amikor a szállítandó áramlást a GRP-cső képes átvenni. A béleléses módszer csak a meglévő cső egyenes szakaszain alkalmazható.

6.1. ábra: Régi cső felújítása GRP-csővel történő béleléssel



A meglévő cső kanyarai leszerelésre kerülnek, és helyükre GRP-kanyarok kerülnek, amelyeket az egyenes szakaszok végeihez rögzítik. A GRP nyomásosztályát és a cső merevségét a következőképpen választják ki:

- a projektben előirányzott nyomás;

- a külső igénybevételekkel szembeni ellenállás, amennyiben a régi cső megrongálódott, és a GRPcsőnek az összes terhelést át kell vennie;
- a habarcs vagy cementtej két cső közötti térbe történő befecskendezése során keletkező nyomás (a túl magas nyomás deformálhatja a GRP csövet);
- a szerelés során a tolóerő hatására fellépő tengelyirányú erők.

A befecskendezési nyomás nem haladhatja meg a 6-1.
táblázatban szereplő értékeket.
A kivitelezéshez bevezető árokra és eltávolító árokra van szükség.
A bevezető árok hossza körülbelül 10 m lesz. Az árok teljes hosszán a meglévő csövet félbevágják, hogy a felső fedél eltávolítása után az alsó fedél vályút képezzen a GRP csövek bevezetéséhez, központosításához és tologatásához.

6-1. táblázat: Maximális befecskendezési nyomás a cső merevségi osztályától (SN) függően

SN (N/m²)	Max. nyomás (kPa)
2500	27
5000	54
10000	100

Az első GRP csövet úgy illesztik be a meglévő csőbe, hogy a csatlakozóval ellátott vége kívül maradjon, majd ezt a két cső közötti térben, a kerület mentén szimmetrikusan elrendezett fa ékekkel rögzítik.
A következő csövet a már beépített csőhöz úgy csatlakoztatják, hogy a csatlakozó emelőt a kotrógép kanáljával, egy csörlős emelő segítségével vagy hidraulikus présekkel tolják be. Ezután eltávolítják a fa ékeket, és a második csövet benyomják a meglévő csőbe. A műveletet hasonló módon megismétlik a következő csövek esetében is.
Az újrabéleléshez használt csövek ajánlott maximális hossza 6 m.
A GRP-cső meglévő csőbe való behelyezése előtt – a cső csúszásból eredő sérüléseinek megelőzése érdekében – minden csőn, az illesztés mögött, a csőhöz rögzített fa támasztékokat vagy műanyag távtartó „nyakláncokat" kell használni. A fa támasztékok alakjára és elrendezésére vonatkozó részleteket a gyártó kérésre megadja. A nyakláncok importálhatók; mivel műanyagból készülnek, minden nyaklánc több szegmensből áll, így szűk átmérő-tartományt fednek le.
Maga a bélelési munka megkezdése előtt kötelező a meglévő cső megtisztítása és lemosása, valamint annak ellenőrzése egy mintavevő fej teljes hosszán történő végighúzásával. A mintavevőfej bármilyen anyagból készült cső lehet, amelynek külső átmérője legalább megegyezik a GRP-cső átmérőjével (a csatlakozó vastagságát is figyelembe kell venni), és hossza legalább 4 m. E cső húzófejére egy fémlemezből készült kúpot rögzítenek.
A cső nyomáspróbáját kizárólag a befecskendezési munkák befejezése után, és csak akkor lehet elvégezni, ha a cementhabarcs szilárdsága eléri a névérték körülbelül 80%-át.
Nagy átmérők (DN ≥ 1600 mm) esetén a csőbeépítéshez speciális kocsikat használnak.

7. FÚVÓKÁK FELSZERELÉSE NYOMÓCSÖVEKRE

A GRP nyomócsövekre a fúvókák szerelése szerelvények segítségével történik, például:
VAG, EWE, Schaco stb., amelyek különböző beszállítóktól beszerezhetők.
A 2 hüvelykig terjedő kis elágazásokat a nyeregfúró eszköz segítségével szerelik fel, amelyet bilincsekkel rögzítenek a csőhöz. A 300 mm-ig terjedő nagy elágazásokat öntöttvas vagy alumínium csúszóhüvelyek segítségével csatlakoztatják, amelyek szintén kaphatók a piacon.
Az elágazásokhoz szükséges szerelvények kiválasztásakor ellenőrizni kell, hogy azok a GRP-csövek külső átmérőjének megfelelő tűréshatárok közé esnek-e, amelyek 100–500 mm-es tartományban gyakorlatilag megegyeznek a képlékeny öntöttvas csövek külső átmérőjével.

Nyeregfúró típusú szerelvény felszerelésekor a rögzítőkonzol csavarjait lassan és egyenletesen (kb. 8 Nm-re) kell meghúzni, hogy elkerülhető legyen a cső deformálódása. A meghúzás után nyissa ki a szelepet, rögzítse a fúróberendezést, és fúrjon lyukat a cső falába. A cső átfúrása után húzza vissza a fúrógépet, amíg a szelep kinyitása lehetségessé válik, majd csatlakoztassa a fúvókát. Ezeket a csatlakozásokat kizárólag a beszállítóval és az elágazó szerelvények gyártójával való előzetes egyeztetés után szabad beszerezni és használni.

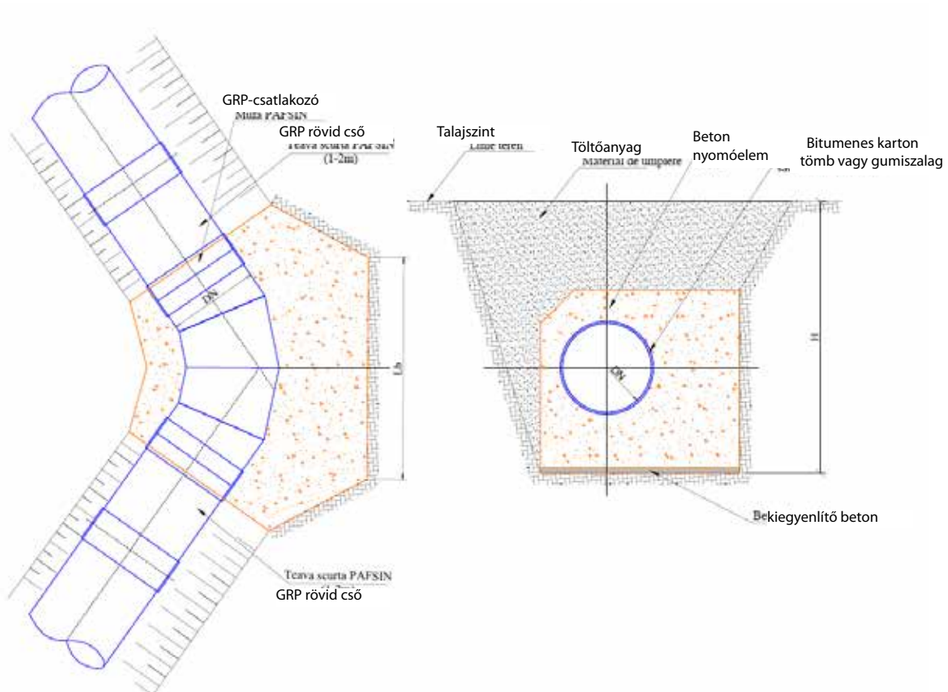
8. TOLÓTÁMASZOK

A nyomóblokkok növelik az illesztések nyomóerővel szembeni ellenállóképességét (8.1. ábra a., b.)).

8.1. ábra a. Tolóblokkok egy GRP csőrendszerben



b. Tolóblokkok vázlatos ábrázolása könyökhöz



Feladatuk az, hogy átvegyék a folyadék által az összekötő alkatrészekre ható nyomóerőt, és azt a támasztófelületen keresztül a talajra továbbítsák.

Tolóerő-elnyelőkre az alábbi helyzetekben van szükség:

- • minden irányváltásnál (könyökök);
- • a csővezeték végeinél;
- • minden átmérőváltozásnál;
- • minden elágazásnál (T-idomok, elágazások);

- • a szelepek alátámasztásához.

Ezért szükséges kiszámítani a tolóerőt, és azt tolóblokkok segítségével megfelelően átvenni.
A tolóerő kiszámításához az impulzusegyenletet kell alkalmazni, de mivel a sebesség (impulzus) által generált dinamikus erő elhanyagolható, csak a hidrosztatikus tolóerőt veszik figyelembe. A könyökök, Tidomok, zárt végek és átmérőcsökkentők tolóerejének értékét a 8-1. táblázat tartalmazza.

8-1. táblázat: A tolóerő (F) értéke különböző szerelvények esetében

Szerelvény típusa	Tolóerő (F)	Változók meghatározása
Könyök	$F = 15{,}4 \times H \times D^2 \times \sin\alpha/2$	H = teljes terhelés (m) D = a cső külső átmérője (m) α = a könyök eltérítési szöge az első irány meghosszabbítása és a második irány között (α ≤ 90°) F = a szögfelező mentén ható eredményerő (kN)
T-idomok vagy zárt végek	$F = 7{,}7 \times H \times D^2$ Ez az erő nagysága megegyezik egy azonos átmérőjű, 60°-os könyök által kifejtett erővel.	
Átmérőcsökkentők	$F = 7{,}7 \times H \times (D_1^2 - D_2^2)$	D_1 és D_2 a reduktor két külső átmérője

Minden esetben a nyomóerő értékét a következőképpen kell figyelembe venni:
• vagy a cső referenciaosztályának nyomásaként,
• vagy az építkezésen mért próba nyomásként (min. 1,5 x maximális üzemi nyomás),
• vagy a maximális üzemi nyomás és a kalapácsnyomás által okozott túlnyomás összege, attól függően, hogy melyik a nagyobb.
Az összekötő elemekre ható tolóerő ellenállásához a tolóblokknak olyan nagy felülettel kell rendelkeznie, amely lehetővé teszi az erő elosztását a talaj felületén anélkül, hogy az meghaladná a talaj teherbíró képességét.
Vízszintes tolóerők esetén az árokban lévő talajok által elviselhető nyomásérték – amennyiben a cső tetejét legalább 1,2 m vastag talajréteg fedi – az előzetes számításokhoz a 8-2. táblázatban (49. oldal) feltüntetett értékek alapján vehető figyelembe.

8-2. táblázat: Az árokban lévő talajok által elviselhető nyomásérték a talaj típusától függően

Talajtípus	Max. megengedett nyomás (kPa)
Ellenálló talajok (kavics és homok keveréke)	100 - 150
Közepes szilárdságú talajok (sűrű, közepes homok-agyag keverék)	60 - 100
Alacsony ellenállású talajok	30 - 60

Nagyon puha talajok esetén különleges intézkedéseket kell hozni a nyomóerők átvitelére vonatkozóan, amelyeket a beszállító szakembereivel együtt kell meghatározni.
A blokkok pontos méretezését a talaj passzív ellenállásának és – adott esetben – a nyomóblokk alapzatán fellépő súrlódásának figyelembevételével kell elvégezni (a szakirodalomban vannak olyan ajánlások, amelyek szerint az alapzaton fellépő nyomóblokk-súrlódást nem kell figyelembe venni, mivel ezt kiegészítő biztonsági tényezőnek tekintik).
A függőleges nyomóblokkok tekintetében két esetet emelünk ki:

1. eset – amikor a nyomóerő lefelé irányul, és a nyomóblokk ezt az erőt az alapzat felületére továbbítja. Ebben az esetben a talaj teherbíró képességének nagyobbnak kell lennie, mint a nyomóerőnek. A talaj teherbíró képességét illetően, laboratóriumi geotechnikai adatok hiányában a 8-3. táblázatban szereplő értékeket kell figyelembe venni.

8-3. táblázat: A különböző talajtípusokhoz tartozó talaj teherbíró képessége

Talajtípus	A talaj teherbíró képessége (daN/cm²)
Tiszta kavics	5.0
Nagy szemcseméretű homok	4.5
Közepes szemcseméretű homok	3.5
Finom homok	2.5 - 1.5
Agyagos homok	3.0 - 2.0
Agyag	3.0 - 1.0

2. eset – amikor a nyomóerő felfelé irányul, és a nyomóblokknak saját súlyával kell átvennie ezt az erőt. Az erő átvitele a nyomóblokkhoz lapos acélnyakláncokkal történik, amelyeket a beton nyomóblokkba ágyaznak. A rögzítő nyakláncok szélessége legalább 100 mm, vastagságuk pedig elegendő ahhoz, hogy ellenálljanak a nyomóerő által kifejtett nyúlási erőknek. A nyakgyűrű és a cső közé legalább 3 mm vastagságú gumiszalagot kell elhelyezni.
Ha fennáll a tolóblokk és a szomszédos csövek közötti eltérő süllyedés lehetősége, akkor a tolóblokkot mindkét oldalán rövid (csatlakozó) csöveken keresztül kell a csőhöz csatlakoztatni a 4.11. fejezetben („Csatlakozás merev szerkezetekhez”, 30. oldal) említett feltételek szerint. Kérésre a szállító számításokat és rajzokat is rendelkezésre bocsáthat a tolóblokkokkal kapcsolatban.

9. A BESZERELT CSŐVEK ELLENŐRZÉSE

A csővezeték szerelésének minőségét célszerű már a szerelés korai szakaszában ellenőrizni, ami lehetővé teszi a helytelen szerelési folyamatok felismerését és kijavítását. Ezt az egyszerűen elvégezhető ellenőrzést a projektben előírt maximális sebességgel végzett feltöltés befejezését követő 24 órán belül kell elvégezni, és az egyes csövek függőleges alakváltozásának méréséből áll.

Általában a függőleges alakváltozás körülbelül 2%, de a csővezetéket akkor tekintjük megfelelően felszereltnek, ha a függőleges alakváltozás nem haladja meg a 9-1. táblázatban szereplő értékeket.

$$\text{Függőleges alakváltozás \%} = \frac{\text{Kezdeti belső átmérő} - \text{Telepítés utáni függőleges belső átmérő}}{\text{Kezdeti belső átmérő}} \times 100$$

$$\text{Kezdeti belső átmérő} = \frac{\text{Kezdeti függőleges átmérő} + \text{kezdeti vízszintes átmérő}}{2} \times 100$$

ahol **a kezdeti** belső **átmérő** a cső beépítése előtti belső átmérője

9-1. táblázat: Maximális függőleges alakváltozás a csőátmérő (DN, mm) függvényében

Cső DN (mm)	Max. függőleges alakváltozás (%)
DN ≥ 300	3.0
DN ≤ 250	2.5

Az engedélyezettnél nagyobb, legfeljebb körülbelül 8%-os függőleges eltéréssel felszerelt csöveket az alábbiak szerint kell kijavítani:

• A cső átmérőjének körülbelül 85%-áig ki kell ásni a feltöltő anyagot; a cső feletti és az oldalain a kitermelést kéziszerszámokkal kell elvégezni.

• A visszatöltés újratömörítését vagy nagyobb tömörségi fokkal, nagyobb szemcseméretű visszatöltő anyag felhasználásával, vagy az árok szélességének növelésével kell elvégezni.

Ha a művelet után sem csökken a cső eltérése a megengedett határok közé, a csövet ki kell cserélni.

A 8%-nál nagyobb függőleges alakváltozással beépített csöveket ki kell cserélni.

Érdemes megemlíteni, hogy a dudoros, a csőfal görbületében eltérést mutató vagy a belső rétegben repedésekkel rendelkező csövek nem megengedettek.

10. CSŐ NYOMÁS- ÉS VÍZZÁRÓSÁGI VIZSGÁLAT

10.1. A vízellátó csövek nyomáspróbája

A vízellátó csövek nyomáspróbáját hidraulikusan kell elvégezni, az 1997. augusztusi SR 6819 szabvány, valamint a 2000. novemberi SR EN 805 szabvány rendelkezéseinek megfelelően, amelyek közül az utóbbi az irányadó. A román szabvány nem engedélyezi a pneumatikus nyomáspróbát.

A GRP csövek esetében be kell tartani az SR 6819 szabvány alábbi rendelkezéseit, beleértve néhány speciális követelményt is.

A próba elvégzése előtt az alábbi pontokat kell ellenőrizni:

- Az alakváltozások a megengedett határon belül vannak;
- a rendszer rögzítései (pl. tolóblokkok és rögzítők) a helyükön vannak és üzemkész állapotban vannak;
- a vizsgált szakasz elején és végén lévő karimákat az utasításoknak megfelelően előkészítették. A karima teljes felületével a rögzítőn nyugszik;
- A cső teteje feletti feltöltés magassága legalább 1,0 m, 16 bar feletti nyomású csövek esetében pedig legalább 1,2 m;
- A feltöltés a cső teljes hosszán befejeződött és tömörítve van, kivéve a csatlakozások területét, amelyeket szabadon kell hagyni az esetleges vízveszteség észlelése érdekében;
- 16 bar-nál magasabb nyomás esetén, valamint ha az illesztéseket a megengedett határon belüli alakváltozásokkal hajtották végre, a feltöltést az illesztések területén is különös gondossággal kell elvégezni, úgy, hogy csak azok felső része maradjon fedetlen;
- Betonmunkák esetén a nyomáspróbát legalább 7 nap és 36 órával a beton öntése után kell elvégezni, mind a sima beton, mind a gyorskötésű betonfajták esetében.

A nyomáspróbának a következőket kell tartalmaznia:

- A nyomáspróbát legalább 1000 m hosszú csőszakaszon (általában 2000 m, de legfeljebb 3000 m) kell elvégezni, ahol az összes vasalás be van szerelve, az összes nyomóblokk kialakítva van, és ahol a feltöltést elvégezték (kivéve a csatlakozási területeket, amelyek szabadon maradnak) a műszaki előírások követelményeinek megfelelően.
- A vizsgált csőszakaszokat vízzel kell feltölteni úgy, hogy az összes levegő kiszoruljon belőlük. Ajánlatos

10-1. táblázat: A cső feltöltési áramlási sebessége (Q) a cső DN-jétől függően

Cső DN (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Q (l/s)	1,0	1,0	1,5	2,0	3,0	6,0	9,0	13,0	18,0	24,0	30,0	38,0

10-2. táblázat: A nyomásmérő (P) leolvasási pontossága

Nyomás (bar)	Mérési pontosság (bar)
P < 10	0.1
10 ≤ P ≤ 20	0.2

- Az esetleges hibák kijavítása csak a cső kiürítése után történik.
- Az üzembe helyezés előtt az egész vízvezeték-hálózaton általános vizsgálatot végeznek.
- A vizsgálat során alkalmazott nyomást, a kapott eredményeket, valamint az összes feltárt hibát és az elvégzett javításokat rögzítik az átadási jegyzőkönyvben.

10.2. Csőnyomáspróba az elosztóhálózatokban

Az elosztóhálózatokba beépített GRP csövek nyomáspróbáját az 1996. júniusi S.R.4163-3 és a 2000. novemberi SR EN 805 előírásainak megfelelően kell elvégezni, amelyek közül az utóbbi az irányadó.

A szabványban a nyomáspróbára vonatkozó előírások gyakorlatilag megegyeznek a fentebb említett, a vízellátó csövek nyomáspróbájára vonatkozó előírásokkal.

Az alábbiakban kizárólag az elosztóhálózatokra vonatkozó speciális előírásokat említjük:

• A vizsgálati szakaszok hossza legfeljebb 500 m lehet. A vizsgálati szakaszok hossza rövidíthető lejtős terepen vagy a csővezeték olyan szakaszaiban, ahol a helyi körülmények miatt az árok gyors lezárása szükséges.
• A vizsgálati szakaszoknak a csővezeték azonos névleges üzemi nyomású szakaszaiból kell állniuk.
• A próba nyomása szintén az üzemi nyomás 1,5-szerese, a próba időtartama pedig szintén 1 óra, az SR 4163-3 szabványnak megfelelően.

10.3. Vizsgálati módszerek

A csővezeték-szakasz vizsgálatához a szakasz végeit szorosan le kell zárni. A lezáráshoz az egyik végén zárt acél adaptereket használnak vakkarimával. Az acél adapter egy körülbelül 30 cm hosszú cső, amelyet hengerléssel állítanak elő, vagy egy meglévő acélcső megmunkálásával (ha annak átmérője és vastagsága ezt lehetővé teszi), és amelynek külső átmérőjének meg kell egyeznie a vizsgálandó GRP-cső külső átmérőjével.

Egy szakasz vizsgálatához két, vakkarimával lezárt adapterre van szükség. Az adapterek egyik végére a légtelenítőt és a nyomásfokozó szivattyút (nyomásmérővel ellátva) hegesztik, a másik végére pedig a feltöltő és ürítő fúvókát. A vizsgálati nyomást felvevő záróvégű részeket nyomóblokkok segítségével rögzítik a helyükre. A nyomóblokkokat úgy kell kialakítani, hogy a vizsgálat befejezése után a csővezeték-szerelés a lehető legkevesebb bontási munkával folytatható legyen.
Az SR EN 805 szabvány nyomáspróbára vonatkozó előírásait az alábbiakban is ismertetjük. Javasoljuk ezeknek az előírásoknak a betartását. Az előírások mind a fővezetékekre, mind az elosztóhálózatokra vonatkoznak.
A próba nyomását (STP) az alábbiak szerint kell meghatározni:
• ha a vízütést számítás alapján határozzák meg: STP = MDPc + 100 kPa
• ha a vízütést becsléssel határozzák meg, akkor a következő értékek közül a legalacsonyabbat választják: STP = MDPa × 1,5 STP = MDPa + 500 kPa

- A becsléssel meghatározott vízpróba nem lehet kisebb 200 kPa-nál.
- **MDP** – a maximális számítási nyomás az adott szakasz maximális üzemi nyomása, beleértve a vízütést is.
- **Az MDP-t MDPa-ként** jelölik, ha a vízütést becsléssel határozzák meg, és **MDPc-ként**, ha a vízütést számítással határozzák meg.

- A nyomáspróbát a vízveszteség térfogatának vagy a 54 10. CSŐVONAL NYOMÁS- ÉS VÍZZÁRÓSÁGI VIZSGÁLAT bevezetett vízmennyiség mérésével. Mivel a bevezetett vízmennyiség mérésével járó nyomáspróba sokkal egyszerűbb, az alábbi előírásokat adjuk meg:
- Fokozatosan növelje a nyomást a vizsgálati nyomásig (STP);
- Tartsa fenn a próba nyomást 1 órán át, vagy ennél hosszabb ideig, ha a tanácsadó ezt kéri;
- Ezen egyórás időszak alatt bármilyen eszközzel meg kell mérni a mintanyomás (STP) fenntartásához szivattyúzott vízmennyiséget; A vizsgálati idő leteltével a megengedett vízveszteség nem haladhatja meg az alábbiak szerint kiszámított értéket:

ΔV = 1,2 x Δp x V x (1/Ew + D/e x Er) ahol:

ΔV – megengedett vízveszteség, literben
V – a csőszakasz térfogata, literben
Δp – nyomáseesés, kPa-ban

Ew – a víz rugalmassági modulus, kPaban
D – a cső belső átmérője, m-ben
e – a cső falvastagsága, m-ben
Er – a csőfal gyűrűs hajlításakor fellépő rugalmassági modulus, kPa-ban; 1,
2 – korrekciós tényező
A számításhoz a következőket kell figyelembe venni: Ew – 2 100 000 kPa
Er – 15 000 000 kPa
Δp – 20 kPa GRP csövek esetében
Ha a mért vízveszteség meghaladja a számított értéket, vagy hibákat észlelnek, a csőszakaszt kijavítják, és a vizsgálatot megismétlik.

10.4. Csatornacsövek vízzárósági vizsgálata

A csatornacsövek vízzárósági vizsgálatát az STAS 3051-91 és az EN 1610 szabványok rendelkezéseinek megfelelően végzik el.
A vizsgálat előtt a következő munkálatokat végzik el:
• a talaj visszatöltése úgy, hogy a csatlakozások fedetlenek maradjanak;
• az összes nyílás vízzáró lezárása;
• a csatorna végeinek és a vizsgálat során elmozdulásra hajlamos összes rész elzárása.
A gravitációs áramlású csatornaszakaszok szivárgásmentességét legfeljebb 500 m hosszú szakaszokon kell vizsgálni.
A vizsgált csatornaszakasz lefelé irányuló végén a vizsgálati nyomásnak 5 x $10^2 N/mm^2$(0,5 bar) értékűnek kell lennie.
A vizsgálat időtartama legalább 15 perc. Ezen vizsgálati idő alatt a megengedett vízveszteség a mintaszakasz vízzel átitatott belső felületének 0,02 l/m^2-e (DIN 4033 előírás).
Azok a csatornaszakaszok, amelyek üzemképesek és teljes keresztmetszetükben (nyomás alatt) vannak, a nyomócsövekre vonatkozó, az előző fejezetben ismertetett műszaki előírásoknak megfelelően kerülnek vizsgálatra.

A fentiek nem vonatkoznak a mérgező vagy fertőzött vizeket, illetve ipari, kémiailag szennyezett szennyvizet szállító csövekre, valamint a nedvességre érzékeny területeken, víztartó rétegekben vagy vízforrások közelében elhelyezkedő, bármilyen típusú szennyvizet szállító csövekre.
Ezekben az esetekben a veszteségeket projektenként, az egyes esetekre vonatkozóan határozzák meg.
Nem mérgező vizet szállító, aknákkal rendelkező csatornahálózatok esetében a kedvezményezett beleegyezésével a kedvezményezett beleegyezésével megengedett a szivárgásvizsgálat elvégzése a csövek részleges feltöltésével, a működési időszakban elérhető maximális vízszintig.

11. CSŐVEZETEK MOSÁSA ÉS FERTŐTLENÍTÉSE

A csövek mosását és fertőtlenítését olyan vízminőséggel végzik, amely legalább egyenértékű a szállított víz minőségével.
Az elosztóhálózatokon az öblítést 100–200 m-es szakaszokon végzik; egymást követő szakaszok öblítése esetén a folyamatot a hálózat felső irányában hajtják végre.
A fertőtlenítést közvetlenül a mosás után végzik el. Az elosztóhálózatokon a fertőtlenítést a hálózat többi részétől elválasztott, lezárt csatlakozásokkal rendelkező szakaszokon végzik.
A fertőtlenítést általában klórral vagy más fertőtlenítő anyaggal végzik oldat formájában, úgy, hogy 1 liter vízre legalább 25–30 mg aktív klór jusson.
Az oldatot legalább 24 órán át a hálózatban tartják, majd ezt követően a leeresztő szelepeken keresztül engedik ki.
Az öblítés után kötelező fizikai-kémiai és bakteriológiai vizsgálatokat elvégezni.

PURECO
THE PURE ECO

cím: 1118 Budapest, Rétköz u 5.
email: info@pureco.hu
www.pureco.hu

DIN EN ISO 9001:2015
DIN EN ISO 14001:2015
DIN EN ISO 45001:2018

SR EN ISO 23856:2021

PURECO
THE PURE ECO

PURECO Headquarter
Budapest
BudaWest Business Center
info@pureco.hu
www.pureco.hu

PURECO Slovakia
Bratislava
info@pureco.sk
www.pureco.sk

PURECO Czech Republic
Modřice
info@pureco.cz
www.pureco.cz

PURECO Romania
Bucharest
office@pureco.ro
www.pureco.ro

Pureco Bulgaria
Sofia
svetoslav.obretenov@pureco.bg
www.pureco.bg

Pureco Africa
Accra – GHANA
ghana@purecoafrica.com
www.purecoafrica.com

PURECO Serbia
Belgrad
info@pureco.rs
www.pureco.rs

