ROREX

Általános bemutató katalógus



DN 4000

50 m^3/s

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.

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

ROREX PIPE

ÁLTALÁNOS BEMUTATÓ KATALÓGUS

ÜVEGSZÁLLAL ERŐSÍTETT MŰANYAG (ÜPE) CSŐRENDSZEREK



Tartalomjegyzék

A. Vízkezelés Daciában. 3
B. A vállalat profilja 5
C. ÜPE. 7
C1. ÜPE kompozitok 7
C2. ÜPE csövek alkalmazásai 8
1. A termék tulajdonságai és előnyei 10
1.1. Miért használjon ÜPE csöveket? 10
1.2. Miért használja a ROREX csöveit?. 11
2. Teljesítményszabványok 14
3. Nyersanyagok 16
3.1. Leírás 16
3.2. Minőség-ellenőrzés 17
4. Gyártási eljárás 19
5. A kész cső szerkezete 22
6. Csőválasztékunk 23
7. A cső tulajdonságai. 26
8. A kész csövek minőség-ellenőrzése 34
9. A kialakítással és megfelelő működéssel kapcsolatos szempontok. 36
10. Csövek különleges alkalmazásokhoz 42
10.1. Kéttengelyű csövek 42
10.2. Homokmentes csövek. 44
10.3. Sajtolt csövek 46
10.4. Újrabélelés 48
11. Csőcsatlakoztató elemek. 48
11.1. Nem korlátozott csőcsatlakoztató elemek 49
11.1.1 Reka csatlakozóelemek. 49
11.1.2 Mechanikai acél csatlakozóelemek. 51
11.2. Korlátozott csőcsatlakoztató elemek 52
11.2.1. Laminált kötések 52
11.2.2. Karimák 52
11.2.3. Ragasztott csatlakozóelemek (COMBI) 53
12. Szerelvények 53
13. ÜPE csövek beépítése 55
13.1. A cső tulajdonságainak kiválasztása a helyszíni viszonyoknak megfelelően . . . 55
13.2. Az árokkal kapcsolatos információk. 57
13.3. Beépítési típusok 59
13.4. Különleges szempontok 60
13.5. A beépített csövek elhajlása 60
13.6. A kötések elhajlási szöge 60
14. Különleges ÜPE termékek 62

A. Vízkezelés Daciában

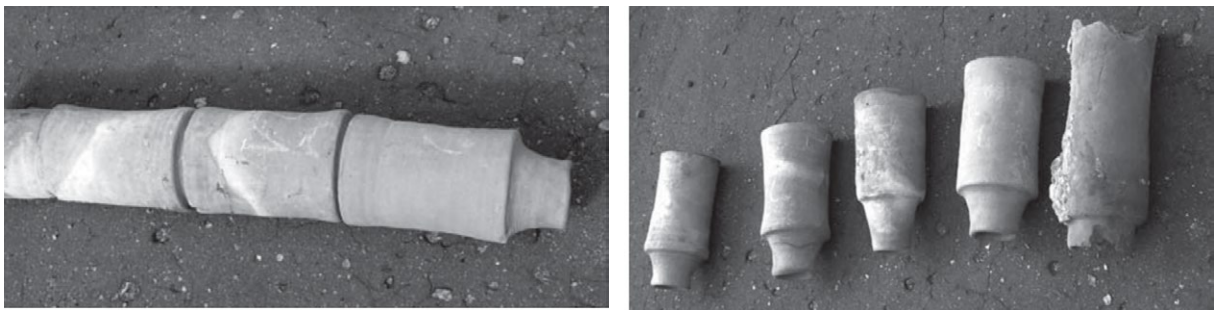
A víz az idők kezdetétől létfontosságú elem volt, mely befolyásolta a népek vándorlását és letelepedését. A mai Románia területéről, az egykori Dacia tartományból összetett vízgyűjtő és -elosztó módszereket ismerünk már az ókortól kezdve, vízvezetékek formájában. Miután Traianus római hadvezér meghódította Daciát (i. sz. 106-ban), a rómaiak nagy városokat építettek fel, védművekkel, közterekkel, amfiteátrumokkal, meleg vizű fürdőkkel és vízvezetékekkel. Az utóbbiak maradványait nemcsak az Ulpia Traiana Sarmizegetusa nevű nagyvárosban, de kisebb városokban is megtalálták, az egymásra következő történelmi korszakokban egyre összetettebb formában. Az ókori római építész és mérnök, Vitruvius a vízvezetékek tudományos hátteréről írva hangsúlyozza, hogy milyen fontos volt a legjobb minőségű vízforrást kialakítani. Ezt azokkal a kőzet- és talajtípusokkal biztosították, amelyekből a vizet kinyerték, és utána az íze, átlátszósága, szaga és fizikai tulajdonságai[1] alapján ellenőrizték.

A római vízvezeték egy mesterséges folyó volt, melynek lejtését aprólékosan kiszámították, hogy a víz a gravitáció segítségével folyjon a gyűjtőpontig – a castellumig –, mely a város fölött helyezkedett el. A víz innen különböző fajta csöveken át haladt egy elosztómedencébe a város szélén, ahonnan egy másik csőhálózaton a városba jutott. A vizet a vízvezetékekbe kő- vagy téglafalú árkokkal irányították, vagy kerámiacsöveket (1. ábra, 4. oldal) és ólomcsöveket használtak (2. ábra, 4. oldal) attól függően, hogy mekkora volt a lejtés. A vízvezetékek leghosszabb részét a téglából rakott csatornák alkották, melyek követték a domborzatot, és különböző alakjuk és méretük volt. A kerámiacsövek átmérője általában 20–25 cm volt, a hosszúságuk pedig 40–60 cm, és az egyik végükön levő csővéggel csatlakoztak a következő csőbe. Ezt a következő cső kiszélesedő végébe helyezték be (1. ábra, 4. oldal). Az ólomcsöveket (2,0 – 3,6 cm vastagság és 10 láb hosszúság[2]) egy márványlapon öntötték; az így elkészített lemezeket egy fából készült sablon köré hajtották, majd egy cin nevű ötvözettel forrasztották össze (3. ábra, 4. oldal). Ezeket a szifonokhoz használták, mert elviselték a nagy nyomást, valamint ezek juttatták el a vizet a városban az egyes háztartásokba és a közterek szökőkútjaiba.[3,4]

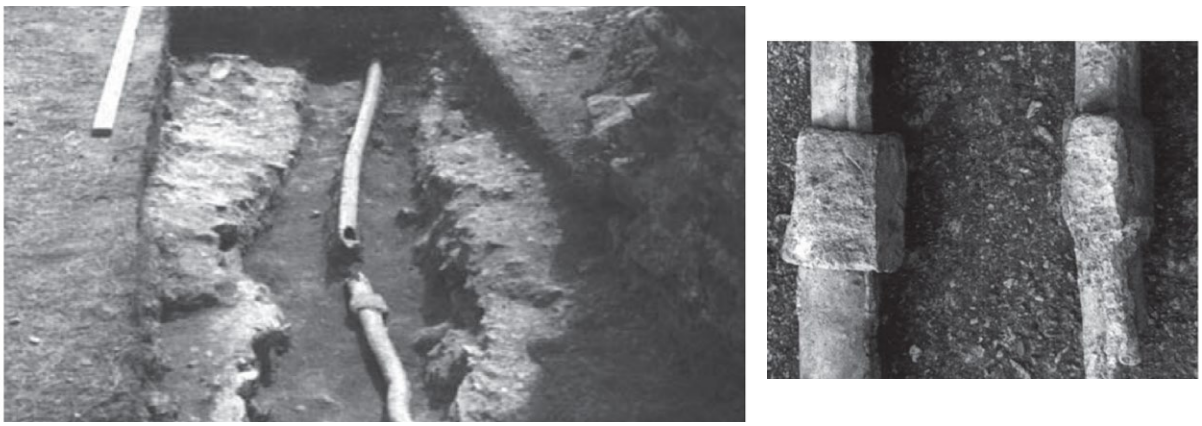
Így mi őseink tudására építve, folyamatos kutatással és fejlesztéssel, büszkén mozdíthatjuk előre a vízszállítással kapcsolatos tudományos ismereteket. Egy kiforrott eljárás alapján kitűnő teljesítményt nyújtó, üvegszállal erősített műanyag csöveket fejlesztünk és gyártunk, melyek sok generációt ki fognak szolgálni.

Innen ered a Rorex jelmondata: „Siker a minőség segítségével”.

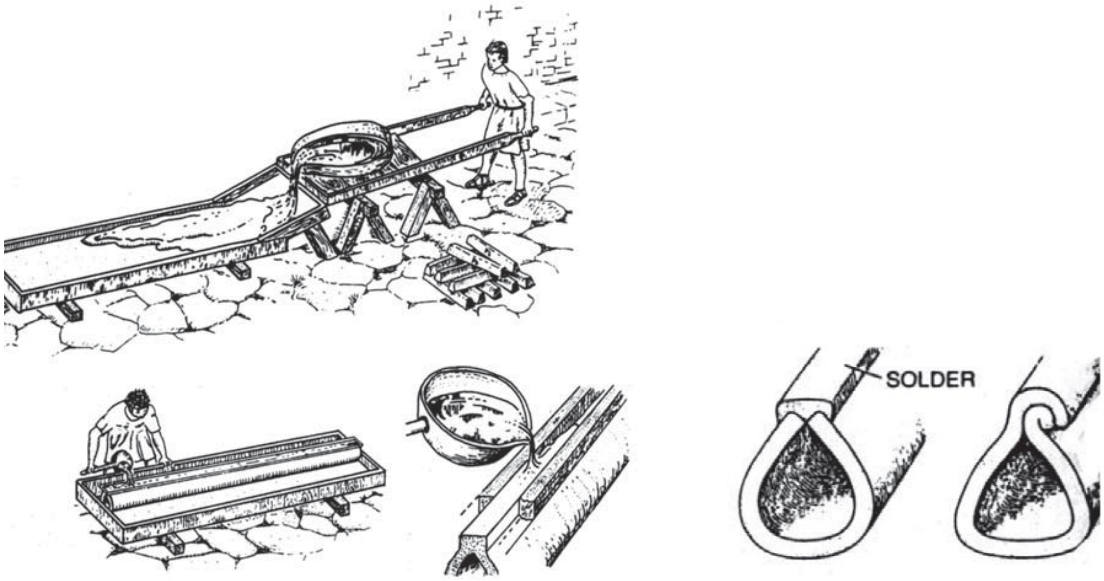
1 Vitruvius IV
2 Vitruvius VI
3 *Istoria alimentării cu apă în Municipiul Turda,* www.caaries.ro
4 *Despre aprovizionarea cu apă potabilă a cetății Callatis în epoca romană,* Gh. Papuc
Photos Fig. 1,2,3 pg 4 *Tehnici de aprovizionare/distribuție cu apă în Dacia Romană*, G. Băeșan



1. ábra: Kerámiacsövek Sarmizegetusából (fotó: G. Baesan)



2. ábra: a) ólomcsövek b) külön öntött illesztőelemek, Sarmizegetusa (fotó: G. Baesan 2000)



3. ábra: Az ólomcsövek gyártási folyamata a római korban
(Roman Aquaducts and Water Supply /Római vízvezetékek és vízellátás/, T. Hodge 1995)

B. A vállalat profilja

A ROREX telephelye 36 200 m^2-en helyezkedik el, ebből 4250 m^2 van beépítve. A gyár és az irodák Ilfov megyében, a Buftea nevű városban találhatók.





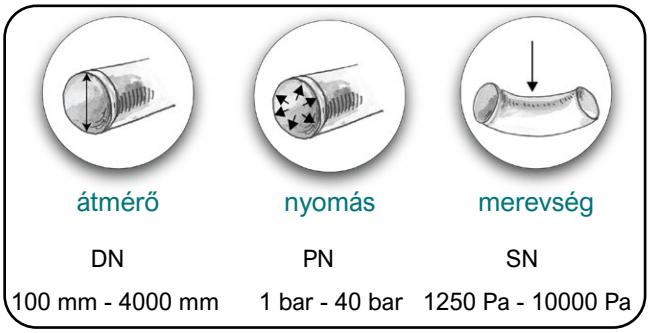


A ROREX a cső- és a technológiai rendszert a Faratec vállalattal közösen fejleszti, és mind a nemzeti, mind a nemzetközi piacokon folytatunk értékesítést és együttműködést.

A Faratec vállalatot 1992-ben alapították, és rendkívül nagy tapasztalattal rendelkezik az üvegszállal erősített műanyag csövek területén, illetve a kompozitfeldolgozó ágazatban. A legyártott csövek a vízszállítás minden területét lefedik, valamint különleges alkalmazásokra és petrolkémiai termékek szállítására is vannak termékeink. A Faratec Technology Center által folytatott kutatás-fejlesztési tevékenységnek és az általuk kifejlesztett kitűnő technológiának köszönhetően a Faratec több mint 10 000 km csőre leadott rendelést tudott teljesíteni az egész világon: Európában, a Közel-Keleten és Észak-Afrikában, a Független Államok Közösségében és Ázsiában.

A ROREX termékei minden helyi és nemzetközi szabványnak eleget tesznek, például: CEN, IS0, AWWA, ASTM, BSI. A ROREX minden termékre garanciát vállal a 4. ábrán látható nyomás- és merevségi osztályokban.

Ezek a termékcsaládok a normál gyártásra vonatkoznak. A nem szabvány alkalmazásokról és különleges termékekről a ROREX marketingosztályától kérhet információkat.



4. ábra: A ROREX által gyártott csövek – lehetséges átmérő-, nyomás- és merevségi tartományok



C. ÜPE

C1. ÜPE kompozitok

Az ÜPE (üvegszállal erősített poliészter) egy kompozit anyag, melynek hőre keményedő műgyantából (epoxi, telítetlen poliészterek, vinil-észter vagy biszfenol) álló hálós szerkezete van, és ehhez üvegszálakat, valamint egyes alkalmazások esetében kvarchomokot (min. 98% szilícium-dioxid) is adunk. Az alkalmazástól és a gyártási eljárástól függően az üvegszálak elhelyezkedhetnek véletlenszerűen, sík párnába nyomva vagy szőve is.

Az üvegszállal erősített műanyag rugalmasabb, mint a szénszál, nagyobb a törőszilárdsága, és ezért nagyobb a szilárdság-súly aránya is. Elektromágneses szempontból szigetelő, nem mágneses és a rádióhullámokat átengedő anyag. Vegyileg széles körülmények között semleges, és összetett formákat lehet belőle önteni, így többféle célra használható (5. ábra).



ÜPE tetőcserepek



ÜPE hajók

5. ábra: Üvegszállal erősített műanyagból készített különböző tárgyak



ÜPE szélturbina-lapátok

ÜPE rotorlapátok



Az üvegszállal erősített műanyagot számos területen használják, például jármű- és repülőgépgyártás (szerkezeti elemek, padlók stb.), vegyipar (csövek), energetika (szélturbinák stb.), sportcikkek (szörfdeszkák, sisakok, teniszütők stb.), elektromos és elektronikai termékek, építőipar (szigetelőanyagként, kupolák, tetőcserepek stb.).

2017-ben az ÜPE piacát 17,1 milliárd USD-re becsülték. Ennek az anyagnak a gyártási költsége viszonylag alacsony, a gyártás folyamata környezetbarát, és az élettartama 50–100 év, így fenntartható termék, melynek piaci részesedése folyamatosan nő.

C2. ÜPE csövek alkalmazásai

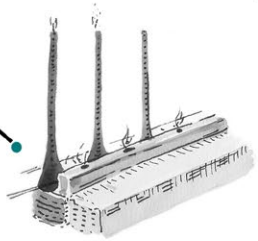
víztisztító telepek





bányászat

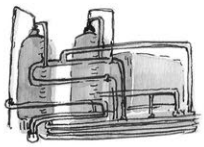






ivóvízszállító és -elosztó hálózatok











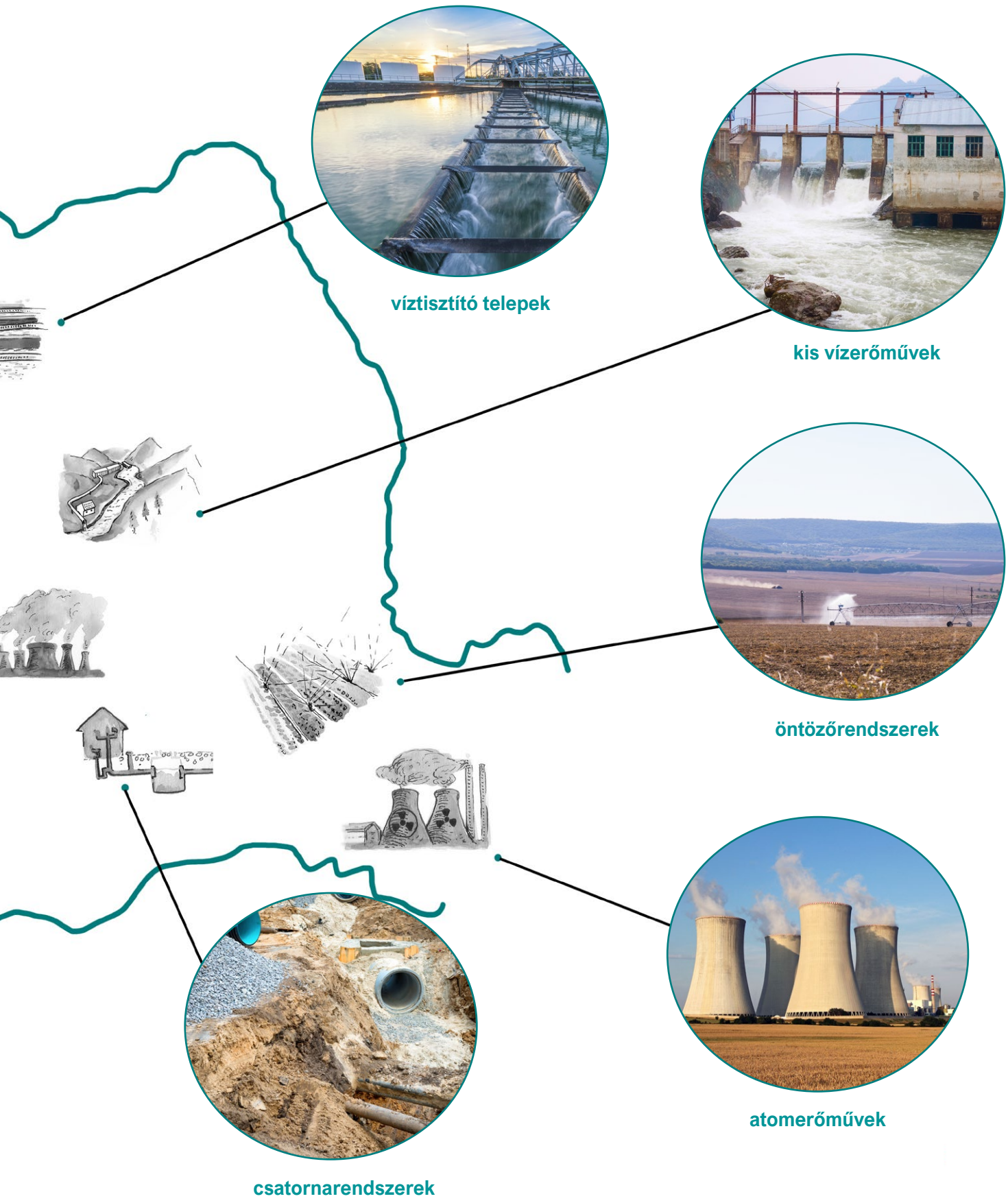
hőerőművek

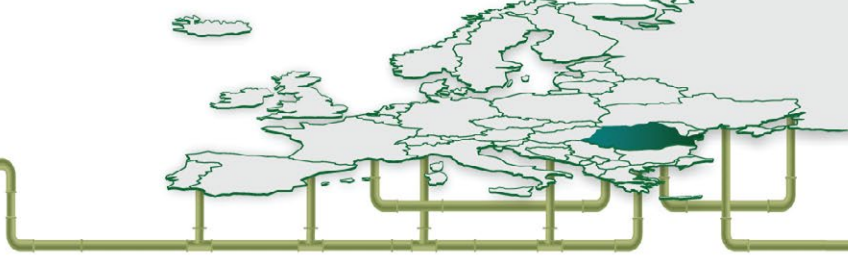


vegyipari gyárak

Az ÜPE (üvegszállal erősített poliészter és homok) csöveket minden országban számos célra használják. A 6. ábrán néhány főbb felhasználási területüket mutatjuk be.

6. ábra: Az ÜPE csövek felhasználási területei





1. A termék tulajdonságai és előnyei

1.1. Miért használjon ÜPE csöveket?

Az ÜPE csövek gyártásának alapelve a **fenntartható fejlődés.** Így a technológiai folyamat teljes egészében a nyersanyagoktól a végtermékig kicsi a karbonlábnyom, és a legyártott csövek sok generációt kiszolgálnak. A gazdasági fenntarthatóság szempontjából gyártási költségeik aránylag alacsonyak, és fizikai és mechanikai tulajdonságaik, például kis súlyuk, kopásállóságuk és sima belső felületük csökkenti a szállítás, mozgatás és karbantartás költségeit. A lefektetett csövekkel kapcsolatos legnagyobb hosszú távú probléma a **korrózió.**

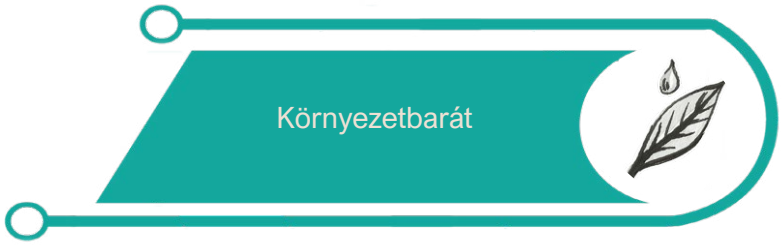
2017-ben a korrózió költségét 2,5 billió USD-re becsülték, ez a globális GDP 3,4%-a. A korrózió több okból is megtörténhet, a leggyakoribb okok: a csövekben folyó víz vagy a csövekkel kívülről érintkező talaj alacsony vagy magas pH-értéke, a sok oldott oxigén, a mocsaras vagy sós terület és a diszperziós áramok (kóboráramok) jelenléte.

A korrózió 3 különböző problémát okoz:

» a cső fokozatosan veszít a tömegéből;
» a cső lebomlásából származó anyagokból lerakódás keletkezhet, mely nyomásveszteséget okoz;
» a vízminőség romlása (például „piros víz”, ha a csövek vasat tartalmaznak, a betoncsövek pedig növelik a pH-t).

Az ÜPE csövek a korrózió szempontjából bármely más napjainkban használt anyagnál jobbak.

1.2. Miért használja a ROREX csöveit?



» olyan nyersanyagok képezik az alapjukat, melyeknek kis hatása van a környezetre: az **üvegszálak** főleg bór-szilikát üvegből készülnek, melyet megolvasztva szálakká húzunk, a **műgyanta** a kőolaj-feldolgozás melléktermék, a **homok** pedig finom szilícium-dioxid szemcsékből áll;

» sem a nyersanyagok előállítása, sem az egyes végtermék gyártása nem bocsát ki mérgező melléktermékeket;

» kis karbonlábnyomuk van – a csőgyártás folyamatához aránylag kevés energia szükséges;

» sima belső felületük csökkenti a súrlódás okozta veszteségeket, ezért kevesebb energia szükséges a szivattyúzáshoz;



» hosszú, 50 évet meghaladó élettartam;

» a csövek kis súlyának köszönhetően alacsony szállítási és kezelési költségek: azonos teljesítmény mellett 75%-kal könnyebbek, mint a hidegen alakítható vascsövek, és 90%-kal könnyebbek, mint a betoncsövek;

» alacsonyabb üzemeltetési és karbantartási költségek, változatlanul nagyon jó vegyi és hidraulikus jellemzőkkel.

Kitűnő hidraulikus tulajdonságok



» nagyon sima belső felület – alacsony súrlódási veszteségek;
» nagy kopásállóság;
» kis hullámsebesség – csökkenti a lökőfeszültségből és vízlökésből származó nyomást;
» az üvegszállal erősített műanyag csövek az üzemi nyomásnál 40%-kal magasabb túlnyomást viselnek el, a nyomáslökések pedig akár 50%-kal kisebbek, mint hidegen alakítható vas és acél esetében.

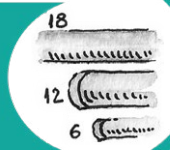
Nagyon jó fizikai és kémiai sajátságok



» korrózióállóság széles pH-tartományban;
» nincs szükség bélésre, burkolatra vagy katódos védelemre;
» hosszú, hatékony élettartam;
» a hidraulikus jellemzők hosszú időn át változatlanok maradnak;

» korrózióállóság széles pH-tartományban;
» nincs szükség bélésre, burkolatra vagy katódos védelemre;
» hosszú, hatékony élettartam;
» a hidraulikus jellemzők hosszú időn át változatlanok maradnak;

Nagy szabvány hosszúságok



» 6 m-es vagy 12 m-es szabvány hosszúság, de akár 18 m-es egyedi csöveket is tudunk gyártani;
» minimális a külső sérülés veszélye;
» gyors beépítés, mert kevesebb kötőelem szükséges.

Egyedi csőcsatlakoztatási módszerek

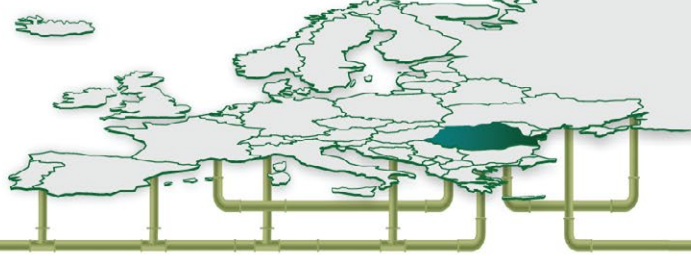


» vízhatlan csatlakozások rugalmas tömítőgyűrűkkel föld alatti alkalmazásokhoz és ragasztóval kötött vagy laminált csatlakozások föld feletti alkalmazásokhoz;
» a könnyű csatlakoztatásnak köszönhető gyors beépítés;
» kisebb irányváltások szerelvények vagy differenciális elhelyezés nélkül is lehetségesek.

Csőtervezés fejlett technológiával



» a csöveket a helyi és nemzetközi szabványoknak (például ASTM, AWWA, BSI, DIN, CEN stb.) megfelelően gyártjuk;
» a termékek az egész világon nagyon stabilak, amit a jó teljesítményű és megbízható gyártás biztosít;
» rugalmas gyártási eljárás;
» egyedi átmérőket is tudunk gyártani különleges projektekhez, például újrabéleléshez.



2. Teljesítményszabványok

A teljesítményszabványok elismert szervezetek által kidolgozott és egyhangúlag jóváhagyott dokumentumok, melyek célja tevékenységekkel vagy az eredményükkel kapcsolatos szabályok, irányelvek és jellemzők kidolgozása a közegészségügyi gyakorlatok javítására. A tapasztalatokon alapulnak, és rendszeresen frissítik őket, így mindig tükrözik a valós piaci körülményekhez szükséges teljesítményt.

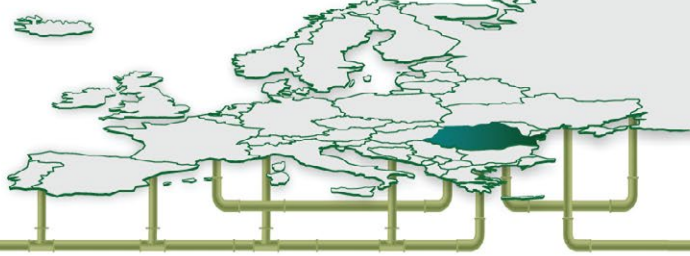
A ROREX úgy tervezi a csöveit, hogy több nemzetközi teljesítményszabványnak is megfeleljenek: EN (az Európai Szabványügyi Bizottság szabványai), ISO (a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet szabványai), ASTM (az Amerikai Anyagtesztelő Társaság szabványai), AWWA (az Amerikai Hidrotechnikai Munkák Egyesületének szabványai), ASME (az Amerikai Mechanikai Mérnökök Egyesületének szabványai).

EN és ISO

Megjegyzés: A DIN 16868 és a BS 5480 szabvány az alább említett EN szabványok miatt frissült. Ezek a szabványok és a megfelelő EN szabványok a korábbi szabványok minden előírását teljesítik.

EN 1796	Műanyag csőrendszerek vízellátáshoz nyomás alatt és nyomás nélkül – üvegszállal erősített hőre keményedő műanyag (ÜPE) telítetlen poliészter (UP) műgyanta alapon
EN 14364	Vízelvezetéshez és csatornákhoz használt műanyag csőrendszerek nyomás alatt és nyomás nélkül – üvegszállal erősített műanyag hőre keményedő műanyag (ÜPE) telítetlen poliészter (UP) műgyanta alapon – a csövek, szerelvények és kötések műszaki adatai
ISO 10639	Műanyag csőrendszerek vízellátáshoz nyomás alatt és nyomás nélkül – üvegszállal erősített hőre keményedő műanyag (ÜPE) telítetlen poliészter (UP) műgyanta alapon
ISO 10467	Műanyag csőrendszerek vízelvezetéshez és csatornákhoz nyomás alatt és nyomás nélkül – üvegszállal erősített hőre keményedő műanyag (ÜPE) telítetlen poliészter (UP) műgyanta alapon

2021-ben ezeket a szabványokat az EN ISO 23856:2021 szabványban egyesítették.



ATSM
Ezek a szabványok a teljesítményre vonatkozó előírásokat tartalmaznak minőség-ellenőrzési vizsgálatokhoz

ASTM D 3262	Szabványos specifikáció „üvegszálas” (üvegszállal erősített hőre keményedő műgyanta) csatornacsövekhez
ASTM D 3517	Szabványos specifikáció „üvegszálas” (üvegszállal erősített hőre keményedő műgyanta) nyomócsövekhez
ASTM D 3754	Szabványos specifikáció „üvegszálas” (üvegszállal erősített hőre keményedő műgyanta) csatornacsövekhez és ipari nyomócsövekhez

AWWA and ASME
Az AWWA kiadott egy AWWA M45 elnevezésű tervezési kézikönyvet, ez számos olyan fejezetet tartalmaz, mely az ÜPE csövek tervezésével foglalkozik, mind föld alatti, mind föld feletti alkalmazásokhoz.

ANSI/ AWWA C950	**Üvegszálas nyomócsövek** Ez az ÜPE csövekre vonatkozó egyik legátfogóbb termékszabvány. Ez a nyomás alatti vizes alkalmazásokra vonatkozó szabvány széles körű előírásokat tartalmaz a csövekre és illesztésekre, a minőség-ellenőrzésre és a prototípusok minősítési tesztjeire összpontosítva.
ASME B31	Nyomócsövek
ASME B31.3	Ipari csövek
ASME B16.5	Csőkarimák és karimás szerelvények

3. Nyersanyagok

3.1. Leírás

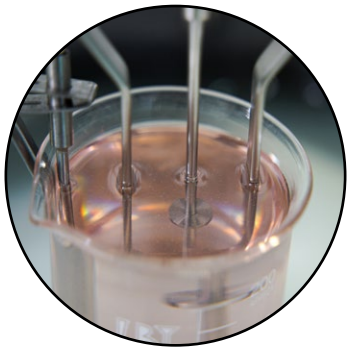
Nyersanyagok



Az aprított és gyűrűs **üvegszálas** szövetek a falszerkezetbe tekerve növelik az ellenálló képességet a tengelyirányú és körkörös terheléssel szemben.



A fal szendvicsszerű szerkezetében használt kvarchomok hozzájárul a csőfal merevségének biztosításához



A cső fő szerkezetét alkotó **poliészter műgyanta** nagyon fontos, mert kémiailag köt a cső rétegeinek nyersanyagaihoz. Különleges esetekben vinil-észter vagy más műgyanta is használható a poliészter műgyanta helyett.

+

Katalizátor



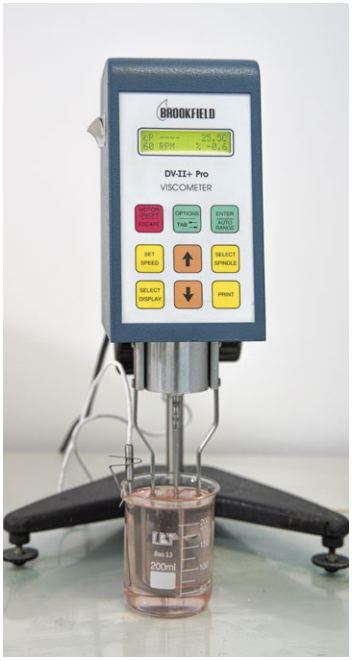


Sztirén a műgyanta viszkozitásának módosításához, gyorsítószer és kémiai adalékanyagok

3.2. Minőség-ellenőrzés

Minden nyersanyagot beszállítói minőségtanúsítással szerzünk be, és laboratóriumainkban minden tételt bevizsgálunk és tesztelünk, mielőtt a gyártási eljárásba kerül. Minden nyersanyagtípushoz specifikus teszteket használunk:

Műgyanta



- A műgyanta szilárdanyag-tartalmának meghatározása
- A műgyanta térfogatcsökkenésének meghatározása kikeményedés közben
- A műgyanta savassági mutatójának meghatározása
- A dinamikus viszkozitás meghatározása
- A kinetikus viszkozitás meghatározása
- Tűzpróba
- A hajlítással szembeni ellenálló képesség meghatározása
- A reakciókészség meghatározása
- A húzószilárdság meghatározása – kikeményedett műgyanta
- A gélesedési idő meghatározása

Homok

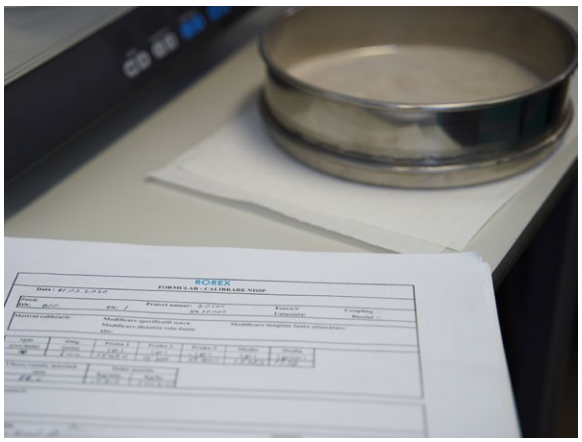


- A homok mésztartalmának meghatározása
- A homok vízfelvevő képességének meghatározása
- A homok nedvességtartalmának meghatározása
- A részecskék eloszlásának meghatározása
- Az égési veszteség meghatározása

Üvegszál

- Az üvegszál égési veszteségének meghatározása
- Az üvegszál vízfelvevő képességének meghatározása
- A fonadékban levő szálak számának meghatározása
- Az üvegszálas termékek nedvességtartalmának meghatározása
- Az üvegszálas termékek egységnyi felületre eső súlyának meghatározása
- A TEX-érték meghatározása
- Az üvegszál nyúlási sajátságainak meghatározása
- A szövetek bolyhosodásának és simaságának meghatározása

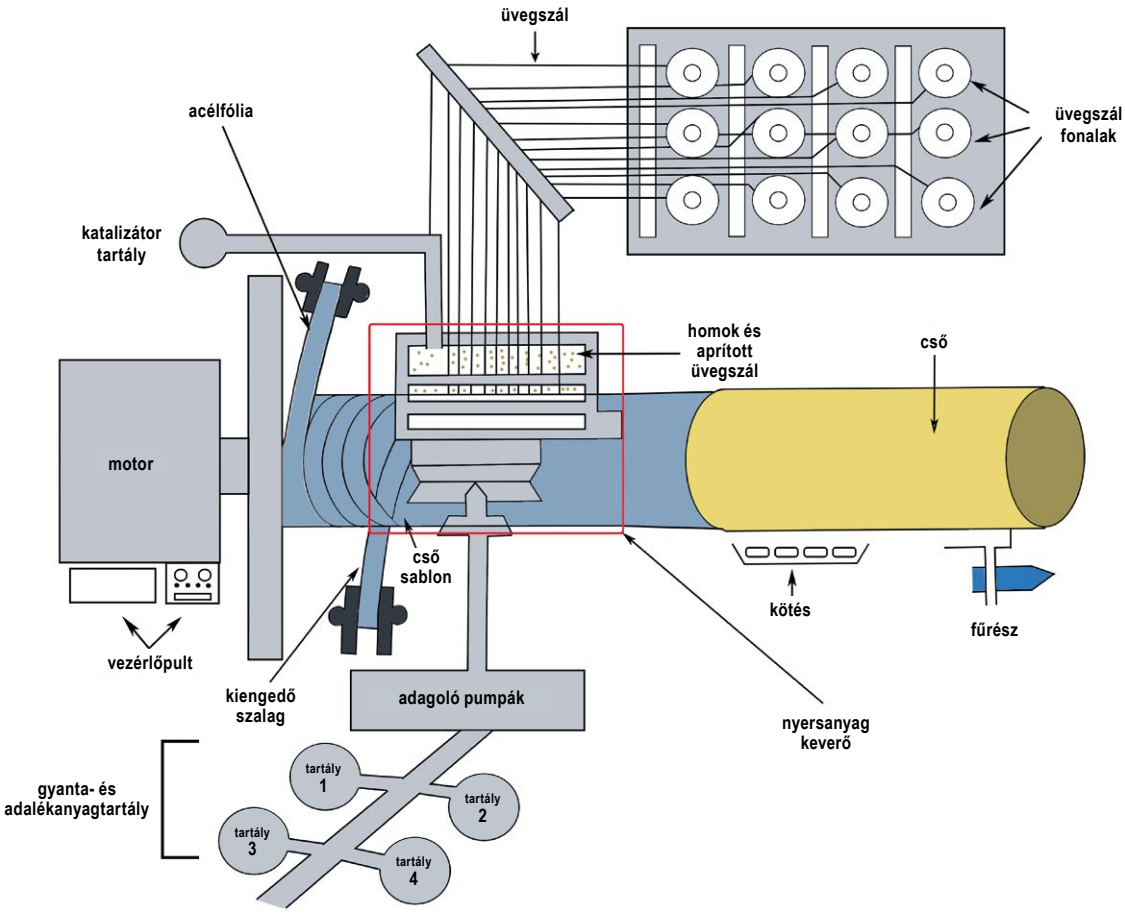






4. Gyártási eljárás

7. ábra: A ROREX üvegszállal erősített műanyag csöveinek gyártása



A ROREX a csöveit folyamatosan haladó tekercselőtüskével gyártja, ami a jelenleg létező legmodernebb eljárás ÜPE csövek előállításához. Ez az eljárás széles tartományban, 100–4000 mm átmérőjű csövek gyártására alkalmas.

A gyártási folyamat a nyersanyagok felhordásából áll meghatározott sorrendben és meghatározott mennyiségben egy acél tekercselőtüske felületére, amely folyamatosan halad előre (7. ábra). A tekercselőtüske védelméhez és ahhoz, hogy a végterméket le lehessen választani róla, először egy leválasztóréteget viszünk fel, melyet a gyártás végén eltávolítunk a cső belső felületéről.

A folyamatosan előrehaladó tekercselőtüskével végzett eljárás működési elve az, hogy a csőhöz kerületi irányban adjuk hozzá az üvegszálas erősítést, valamint az aprított szöveteket, melyek a csövet tengelyirányban erősítik. Ez a kétfajta erősítés biztosítja az ÜPE csövek ellenálló képességét mind a belső terhelésekkel (nyomás), mind a külső terhelésekkel szemben.

Miután minden nyersanyagot felvittünk, megkezdődik a műgyanta kikeményítési folyamata. Ezt melegítéssel végezzük, a tekercselőtüskét egy belső indukciós rendszer, a cső külső rétegét pedig egy infravörös besugárzórendszer fűti. A műgyanta megkötése után a csöveket a kívánt méretre vágjuk.













5. A kész cső szerkezete

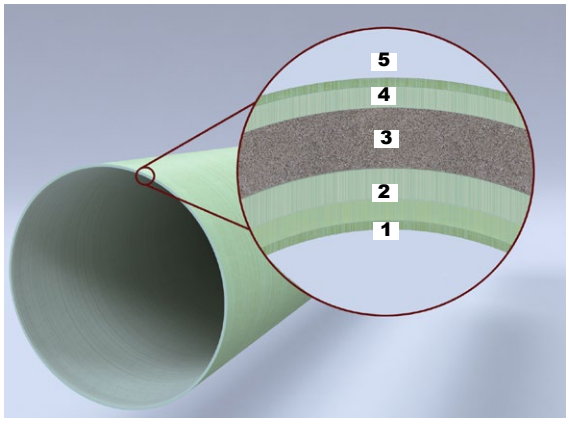
A ROREX ÜPE csöveinek szendvicsszerű szerkezete van, mely öt rétegből áll: a bélés, a belső szerkezeti réteg, a mag, a külső szerkezeti réteg és a külső borítás. A vastagság, valamint a különböző nyersanyagok aránya a gyártott cső típusától függően változhat. Az egytengelyű csöveknél például nagyobb mértékű az üvegszálas erősítés a kerületi irányban, a kéttengelyű csöveknél tengelyirányú erősítés is található, a sajtolt csöveknél pedig sokkal nagyobb a falvastagság (különösen a magrétegben) az előző két csőtípushoz viszonyítva. A 8. ábrán egy cső általános belső szerkezete látható.

A **bélés** az a réteg, mely közvetlenül érintkezik a szállított folyadékkal. Nagyon magas a műgyantatartalma, és egy nagyon finom C típusú üvegszálas párna – ez biztosítja a vegyszereknek ellenálló gátat –, valamint aprított üvegszál erősíti. A bélés úgy van kialakítva, hogy minimális súrlódási együtthatót biztosítson, és maximálisan ellenálljon a korrózionak és kopásnak. A műgyanta típusa a csőben szállított folyadéktól függően változhat.

A **belső és külső szerkezeti réteg** nagy mennyiségű csavarodó üvegszállal és aprított üvegszállal erősített műgyantából áll. Ezek biztosítják a cső szerkezeti sértetlenségét, valamint húzószilárdságát, mind kerületi, mind tengelyirányban.

A **mag** kis mennyiségű aprított üvegszállal erősített műgyantából és kvarchomokból áll. Ez a réteg nagymértékben hozzájárul a cső merevségi osztályának biztosításához, így átveszi a működtetés, valamint szállítás és beépítés közben jelentkező külső mechanikai terhelések nagy részét.

A **külső burkolat** egy magas műgyantatartalmú vékony réteg, C típusú üvegszálas párnával erősítve. Ez sima megjelenést és fokozott ellenálló képességet biztosít a környezet korrodáló hatású anyagaival szemben. A műgyanta, illetve a használt adalékanyagok típusa a csövek beépítési környezetétől függően különböző lehet.



8. ábra: A ROREX szabványos ÜPE csöveinek belső szerkezete.

1: bélés
2: belső szerkezeti réteg
3: mag
4: külső szerkezeti réteg
5: külső borítás

6. Csőválasztékunk

Attól függően, hogy milyen tengelyirányú erőnek lesznek kitéve, illetve hogyan fogják beépíteni őket, a ROREX négyfajta csövet tud gyártani: egytengelyű, kéttengelyű, homokmentes csövek és sajtolt csövek.

Egytengelyű (normál) csövek: A leggyakoribb csőtípus, mely föld alatti beépítésre alkalmas, amikor a környező talaj és a visszatöltött anyag támasztja. Az ilyen típusú csöveknél az irányváltások miatt fellépő tengelyirányú erőket ellentartó tömbök veszik át.
Kéttengelyű csövek: Föld feletti és föld alatti alkalmazásokra is használhatók, olyan körülmények között, amikor a talaj gyenge, és kevéssé támaszt. Az ilyen típusú csöveknél az irányváltások miatt fellépő tengelyirányú erőket a cső és csatlakozóelemei veszik át. A kéttengelyű csövekről és beépítésükről a *10. Csövek különleges alkalmazásokhoz, 10.1. Kéttengelyű csövek című szakaszban (42. oldal)* talál további információkat.

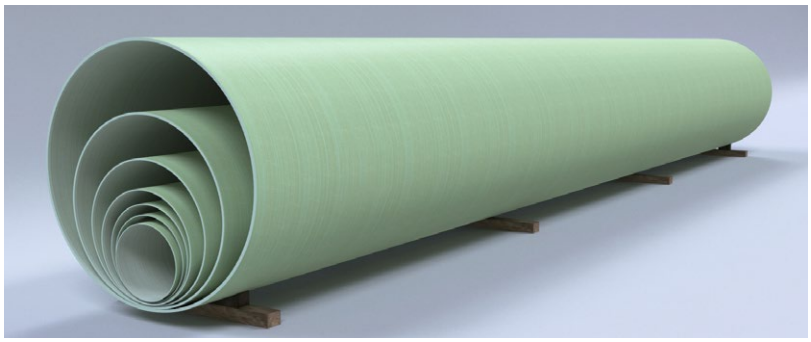
Homokmentes csövek: Olyan fizikai, mechanikai és kémiai tulajdonságaik vannak, melyek meghaladják a homokot tartalmazó csövekéit, és olyan különleges alkalmazásokra használhatók, ahol nagyon magas az üzemi nyomás. A homokmentes csövekről a *10. Csövek különleges alkalmazásokhoz, 10.2. Homokmentes csövek (44. oldal)* című szakaszban talál további információkat.

Sajtolt csövek: ezek a csövek árok ásása nélkül fektethetők, a cső bepréselésével, ami azt jelenti, hogy a csövet egy hidraulikus préselőgéppel nyomják be a talajba. A csöveket egy fúrópajzs mögé helyezik, mely végigfúrja a cső teljes nyomvonalát. A sajtolt csövekről és beépítésükről a *10. Csövek különleges alkalmazásokhoz, 10.3. Sajtolt csövek 46. oldal)* című szakaszban talál további információkat.

A következő adatok, valamint a 7–9. fejezetben megadott információk főként az egytengelyű csövekre vonatkoznak.

Normál átmérők (mm) (9. ábra, 24. oldal)

Több tekercselőtüskés rendszer	100	150	200	250	300				
Folyamatos előretolásos eljárás	300	350	400	450	500	600	700	800	900
	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	



9. ábra:
A ROREX különböző átmérőjű ÜPE csövei

Normál hosszúságok (mm)

átmérők legfeljebb 300 mm	12	**átmérők 300 mm fölött**	6

A ROREX kérésre 0,3 – 15 m hosszúságú csöveket tud gyártani 300 mm-nél nagyobb átmérővel. Kérésre köztes átmérőket is tudunk gyártani 100 és 4000 mm között.

Nyomásosztályok

Nyomásosztály (bar)	32	25	20	16	15	12	10	9	6
Az átmérő felső határértéke (mm)	1600	1600	1600	4000	4000	4000	4000	4000	4000

A csöveket az AWWA üvegszálas csövek tervezéséről szóló M45 kézikönyvében található nyomásosztályok alapján kategorizáltuk. A csövek nyomásosztály szerinti értékelését teljes üzemi nyomáson, a maximális ajánlott betemetési mélységben végeztük. Kérésre más nyomásosztályokat is tudunk biztosítani.

Merevségi osztályok

Referencia	**Mértékegység**	**Merevségi osztály (SN)**			
ISO	**Pa**	1250	2500	5000	10000
AWWA	**kPa**	62	124	248	496

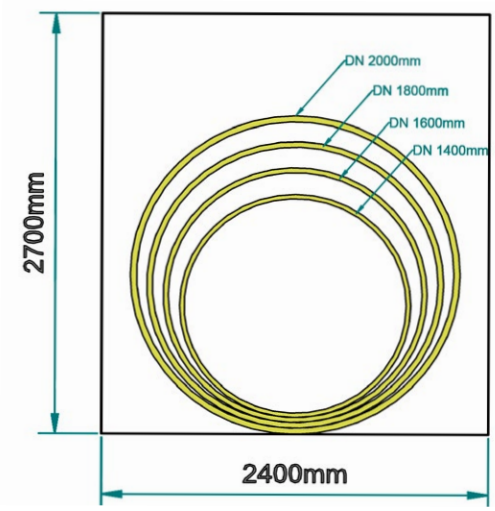
Az ÜPE rugalmas anyag, mely a cső körül levő talaj viselkedésével kombinálva a külső terhelések jó átvételét teszi lehetővé. A merev csövekkel ellentétben, melyek nagy terhelés hatására eltörnek, a rugalmas üvegszállal erősített műanyag csövek nagy ellenálló képessége lehetővé teszi az alakváltozásukat és azt, hogy a terhelést szétosszák a körülöttük levő talajban.

Az üvegszállal erősített műanyag csövek merevségi osztályának meghatározása az ISO és AWWA szabványok esetében is ugyanazon az elven alapul. A két szabványrendszer azonban eltérő együtthatókat használ. A merevségi osztályt két paraméter alapján lehet kiválasztani:

1. a betemetés körülményei, beleértve a természetes talajt, a visszatöltéshez használt anyag típusát és a takarás magasságát;
2. a negatív nyomás.

Kérésre 10 000 Pa-nál nagyobb merevségű, illetve más, köztes merevségi osztályokba tartozó csöveket is tudunk gyártani. **További információt erről a megadott emailcímen tudunk adni.**

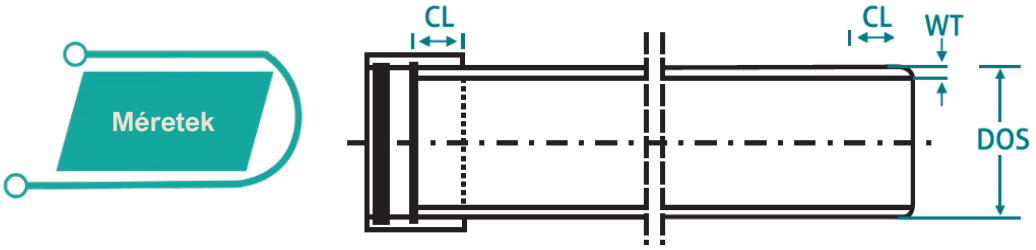
Normál átmérők







7. A cső tulajdonságai



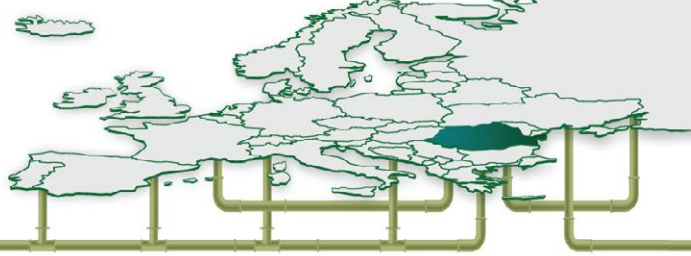
10. ábra: Egy ÜPE cső vázlata illesztett csatlakozással

*1. táblázat: Névleges átmérő (DN), a cső külső átmérője (DOS) és súlya PN 1, PN 6, PN 10, PN 16, PN 20 és PN 25 nyomásosztálynál, ha a merevségi osztály **SN 2500***

DN	DOS max	WT (mm) PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	Súly kg/m
300	324	4.1	3.9	3.8	3.8	8.0
350	362	4.7	4.6	4.4	4.4	10.6
400	413	5.1	4.9	4.8	4.7	12.5
450	464	5.8	5.4	5.3	5.2	15.7
500	515	6.4	5.9	5.8	5.7	19.2
600	617	7.8	7.0	6.7	6.7	27.0
700	719	8.9	8.0	7.7	7.6	37.0
800	821	10.1	9.1	8.6	8.6	48.0
900	923	11.3	10.1	9.6	9.5	60.0
1000	1025	12.5	11.1	10.5	10.5	74.0
1100	1127	13.7	12.2	11.5	11.4	89.0
1200	1229	14.8	13.2	12.5	12.3	106.0
1300	1331	16	14.2	13.4	13.3	124.0
1400	1433	17.1	15.2	14.4	14.2	144.0
1500	1535	18.2	16.2	15.3	15.1	164.0
1600	1637	19.4	17.3	16.3	15.9	187.0
1700	1739	20.8	18.3	17.2		210.0
1800	1841	21.9	19.3	18.2		235.0
1900	1943	23	20.3	19.1		261.0
2000	2045	24.2	21.4	20.1		290.0
2100	2147	25.4	22.4	21.0		319.0
2200	2249	26.5	23.4	22.0		349.0
2300	2351	27.7	24.4	22.9		382.0
2400	2453	28.9	25.4	23.9		415.0
2500	2555	30.0	26.5	24.9		450.0
2600	2657	31.2	27.5	25.9		486.0
2700	2759	32.5	28.5	26.8		523.0
2800	2861	33.7	29.5	27.6		553.0
2900	2963	35.0	30.5	28.6		604.0
3000	3065	35.9	31.5	29.7		654.0
3100	3167	36.0	31.7	29.9		665.0
3200	3269	37.1	32.6	30.8		710.0
3300	3371	38.3	33.6	31.8		790.0
3400	3473	39.4	34.6	32.7		800.0
3500	3575	40.5	35.5	33.6		845.0
3600	3677	41.6	36.6	34.6		895.0
3700	3779	42.8	37.5	35.5		945.0
3800	3881	43.9	38.5	36.5		995.0
3900	3983	45.1	39.5	37.4		1045.0
4000	4085	46.2	40.5	38.3		1100.0

*2. táblázat: Névleges átmérő (DN), a cső külső átmérője (DOS) és súlya PN 1, PN 6, PN 10, PN 16 és PN 20 nyomásosztálynál, ha a merevségi osztály **SN 5000***

DN	DOS max	WT (mm) PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	Súly kg/m
300	324	5.1	5.1	4.8	4.7	4.7	10.3
350	362	5.9	5.8	5.4	5.4	5.4	13.8
400	413	6.6	6.2	5.8	5.8	5.8	16.2
450	464	7.3	6.9	5.8	5.8	5.8	21.0
500	515	8.1	7.6	7.1	7.0	7.0	25.0
600	617	9.6	8.9	8.4	8.2	8.2	36.0
700	719	11.1	10.3	9.6	9.3	9.3	49.0
800	821	12.5	11.6	10.9	10.5	10.5	63.0
900	923	14.0	13.2	12.1	11.8	11.8	80.0
1000	1025	15.4	14.5	13.3	12.9	12.9	99.0
1100	1127	16.9	15.9	14.6	14.2	14.2	119.0
1200	1229	18.3	17.3	15.8	15.3	15.3	141.0
1300	1331	19.9	18.6	17.0	16.5	16.5	165.0
1400	1433	21.4	20.0	18.3	17.8	17.8	191.0
1500	1535	22.9	21.3	19.5	19.0	18.5	219.0
1600	1637	24.3	22.7	20.7	19.9	19.7	249.0
1700	1739	25.8	24.1	22.0			281.0
1800	1841	27.3	25.4	23.2			314.0
1900	1943	28.7	26.8	24.4			350.0
2000	2045	30.1	28.2	25.6			388.0
2100	2147	31.6	29.5	26.9			427.0
2200	2249	33.1	32.9	28.1			468.0
2300	2351	34.5	32.3	29.3			512.0
2400	2453	36.0	33.7	30.6			557.0
2500	2555	37.5	35.0	31.8			604.0
2600	2657	38.7	36.5	33			657.0
2700	2759	41.2	38.0	34.5			708.0
2800	2861	41.9	39.0	35.5			760.0
2900	2963	44.1	40.5	37			814.0
3000	3065	44.8	41.5	38			871.0
3100	3167	45.1	41.6	38.2			885.0
3200	3269	46.5	42.9	39.4			940.0
3300	3371	47.9	44.3	40.6			1000.0
3400	3473	49.3	45.6	41.8			1065.0
3500	3575	50.8	46.9	43.0			1125.0
3600	3677	52.2	48.2	44.2			1190.0
3700	3779	53.7	49.6	45.4			1260.0
3800	3881	55.1	50.9	46.6			1325.0
3900	3983	56.5	52.2	47.8			1400.0
4000	4085	57.9	53.5	49.0			1470.0



10. ábra (26. o.): ÜPE cső vázlata illesztett csatlakozással

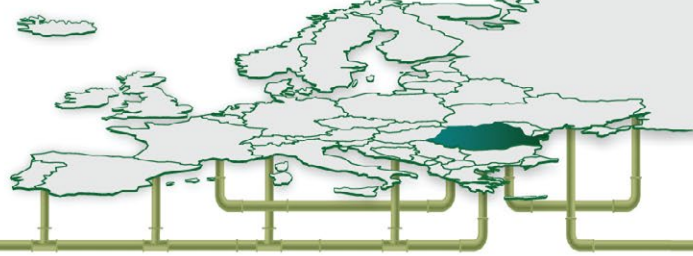
***DOS (mm)** = a cső külső átmérője*
***WT (mm)** = falvastagság*
***PN** = nyomásosztály*
pl. PN 6: a maximális üzemi nyomás 6 bar

***DN (mm)** = névleges átmérő*
***SN (kN/m²)** = merevségi osztály*
***CL(mm)** = csatlakoztatási hosszúság*

*3. táblázat: Névleges átmérő, a cső külső átmérője és súlya PN 1, PN 6, PN 10, PN 16, PN 20, PN 25 és PN 32 nyomásosztálynál, ha a merevségi osztály **SN 10000***

DN	DOS	WT (mm)						Súly
	max	PN1-PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	kg/m
100	107.0	3.5	3.5	3.5	3.5			2.0
150	157.6	3.8	3.8	3.8	3.8			3.3
200	209.8	4.9	4.9	4.9	4.9			5.8
250	262.0	6.0	6.0	6.0	6.0			8.9
300	324.0	6.2	6.2	6.0	5.8	5.7	5.7	12.7
350	362.0	7.2	7.2	6.8	6.7	6.6	6.5	17.4
400	413.0	7.8	7.8	7.4	7.2	7.1	7.0	21.0
450	464.0	8.8	8.8	8.2	8.0	7.9	7.8	26.0
500	515.0	9.8	9.8	9.0	8.8	8.6	8.5	33.0
600	617.0	11.7	11.7	10.7	10.4	10.2	10.0	48.0
700	719.0	13.7	13.7	12.3	11.9	11.7	11.5	65.0
800	821.0	15.5	15.5	14.0	13.5	13.2	13.0	85.0
900	923.0	17.3	17.3	15.6	15.1	14.7	14.5	107.0
1000	1025.0	19.2	19.2	17.2	16.6	16.2	16.0	132.0
1100	1127.0	21.2	21.2	18.9	18.2	17.7	17.5	160.0
1200	1229.0	23.0	23.0	20.5	19.7	19.3	19.0	190.0
1300	1331.0	24.8	24.8	22.1	21.3	21.8	20.4	223.0
1400	1433.0	26.7	26.7	23.7	22.9	22.3	21.9	258.0
1500	1535.0	28.4	28.4	25.4	23.9	23.8	23.1	295.0
1600	1637.0	30.3	30.3	27.0	25.4	24.8	24.5	336.0
1700	1739.0	31.0	32.1	28.6				378.0
1800	1841.0	34.0	34.0	30.3				423.0
1900	1943.0	35.8	35.8	31.9				472.0
2000	2045.0	37.6	37.6	33.5				521.0
2100	2147.0	39.5	39.5	35.1				574.0
2200	2249.0	42.7	42.7	38.0				630.0
2300	2351.0	44.6	44.6	39.7				688.0
2400	2453.0	46.5	46.5	41.4				748.0
2500	2555.0	47.2	47.7	41.7				822.0
2600	2657.0	47.9	49.5	43.3				888.0
2700	2759.0	50.8	51.3	44.9				955.0
2800	2861.0	51.3	53.1	46.5				1025.0
2900	2963.0	54.5	55.0	48.2				1102.0
3000	3065.0	55.1	55.8	49.7				1176.0
3100	3167.0	56.4	56.0	49.8				1200.0
3200	3269.0	58.2	57.7	51.4				1275.0
3300	3371.0	60.0	59.5	53.0				1355.0
3400	3473.0	61.8	61.3	54.5				1440.0
3500	3575.0	63.6	63.1	56.1				1525.0
3600	3677.0	65.4	64.9	57.7				1615.0
3700	3779.0	67.2	66.7	59.3				1705.0
3800	3881.0	69.0	68.4	60.9				1800.0
3900	3983.0	70.7	70.2	62.4				1895.0
4000	4085.0	72.5	72.5	64.0				1995.0

Megjegyzés: A táblázatban szereplő értékeket a ROREX gyártási szabványai alapján határoztuk meg. Ezek az értékek a különböző nyersanyagok miatt változhatnak.



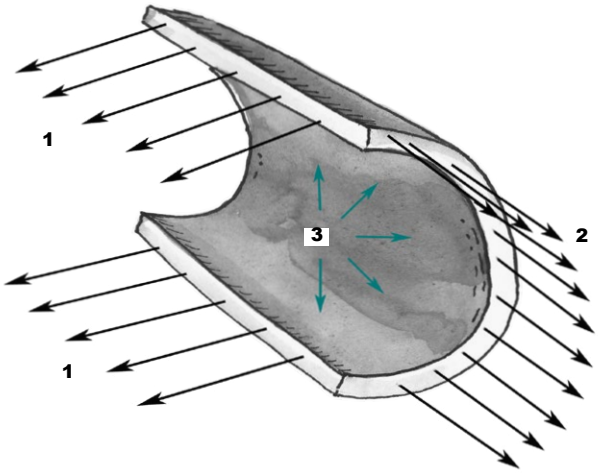
Terhelhetőségi (szilárdsági) értékek

A gyűrűk húzószilárdság-terhelhetőségének megtervezéséhez a 4. táblázat értékei használhatók. Az 5. táblázat (29. oldal) értékei használhatók a tengelyirányú terhelhetőség kiszámításához. A 11. ábra (29. oldal) a különböző típusú húzó igénybevételeket mutatja be, melyek a csőre a beépítés után hatnak.

4. táblázat: Gyűrűirányú (kerületi) terhelhetősége(szilárdság) N-ban, a kerület egy mm-ére

DN	6	10	16	20	25	32
100	120	200	319	400	500	640
150	180	300	478	600	750	960
200	240	400	639	800	1000	1280
250	300	500	798	1000	1250	1601
300	360	600	957	1200	1500	1920
350	420	700	1117	1400	1750	2240
375	450	750	1197	1500	1876	2400
400	480	800	1276	1600	2000	2560
450	540	900	1436	1800	2250	2880
500	600	1000	1595	2000	2500	3200
550	660	1100	1755	2200	2750	3520
600	720	1200	1915	2400	3000	3840
700	840	1400	2234	2800	3500	4480
750	900	1500	2393	3000	3750	4801
800	960	1600	2553	3200	4000	5120
850	1020	1700	2712	3400	4250	5440
900	1080	1800	2871	3600	4500	5760
1000	1200	2000	3191	4000	5000	6400
1100	1320	2200	3510	4400	5500	7040
1150	1380	2300	3669	4600	5750	7360
1200	1440	2400	3829	4800	6000	7680
1300	1560	2600	4148	5200	6500	8320
1400	1680	2800	4467	5600	7000	8960
1500	1800	3000	4786	6000	7500	9600
1600	1920	3200	5105	6400	8000	10240
1700	2040	3400	5425	6800	8500	10880
1800	2160	3600	5743	7200	9000	11520
1900	2280	3800	6062	7600	9500	12160
2000	2400	4000	6381	8000	10000	12800
2100	2520	4200	6701	8400	10500	13440
2200	2640	4400	7020	8800	11000	14080
2300	2760	4600	7338	9200	11500	14720
2400	2880	4800	7658	9600	12000	15360
2500	3000	5000	7977	10000	12500	16000
2600	3210	5200	8296	10400	13000	16640
2700	3240	5400	8615	10800	13500	17280
2800	3360	5600	8934	11200	14000	17920
2900	3480	5800	9253	11600	14500	18560
3000	3608	6000	9572	12000	15000	19200
3100	3726	6200	9891	12400	15500	19840
3200	3844	6400	10210	12800	16000	20480
3300	3962	6600	10529	13200	16500	21120
3400	4080	6800	10848	13600	17000	21760
3500	4200	7000	11168	14000	17500	22400
3600	4320	7200	11487	14400	18000	23040
3700	4440	7400	11806	14800	18500	23680
3800	4560	7600	12125	15200	19000	24320
3900	4680	7800	12444	15600	19500	24960
4000	4800	8000	12763	16000	20000	25600

Megjegyzés: a táblázat értékeit az AWWA és ASTM szabvány alapján számítottuk ki



11. ábra: Az üzemelése közben a csövet érő különböző terhelések.
1: kerületi terhelés
2: hosszanti terhelés
3: nyomás

5. táblázat: Tengelyirányú (hosszanti) terhelhetőség (szilárdság) N-ban, a hosszúság egy mm-ére

DN	6	10	16	20	25	32
100	75	80	90	100	110	125
125	80	90	100	110	120	135
150	85	100	110	120	130	145
200	95	110	120	135	150	155
250	105	125	135	155	170	190
300	110	140	155	175	200	220
400	130	165	190	215	250	285
500	145	190	225	255	300	345
600	160	220	255	295	350	415
700	175	250	290	335	400	475
800	190	280	325	380	450	545
900	205	310	360	420	505	620
1000	225	340	395	465	555	685
1200	255	380	465	540	645	790
1400	290	420	530	620	745	915
1600	320	460	600	700	845	1040
1800	350	500	670	785	940	1160
2000	385	540	740	865	1040	1285
2200	415	575	810	945	1140	1410
2400	450	620	880	1025	1240	1530
2600	480	665	945	1110	1335	1655
2800	515	710	1015	1190	1435	1780
3000	545	755	1080	1270	1535	1900
3200	575	805	1150	1350	1630	2025
3400	610	850	1220	1430	1730	2150
3600	645	895	1290	1515	1830	2250
3800	680	940	1355	1595	1930	2400
4000	715	985	1425	1675	2025	2520

Megjegyzés: a táblázat értékeit az AWWA és ASTM szabvány alapján számítottuk ki

Poisson-féle tényező

A Poisson-féle tényezőt befolyásolja a cső szerkezete. A ROREX ÜPE csöveinél a gyűrű- (kerületi) terhelések miatt fellépő kerületi méretváltozások és a tengelyirányú méretváltozások aránya a 0,22 – 0,29 tartományban van. A tengelyirányú terhelés és a gyűrűirányú válasz közötti Poisson-arány valamivel kisebb.

Ellenálló képesség UV-sugárzással szemben

Az üvegszállal erősített műanyag stabilitása a nap által kibocsátott UV-sugárzással szemben különösen fontos a föld feletti alkalmazásoknál. A tesztek azt mutatták, hogy az UV-sugarak hatására bekövetkező lebomlás az ÜPE csövek élettartama alatt nem jelentős probléma.

Tágulás

A tengelyirányú hőtágulási/zsugorodási együttható ÜPE csöveknél **24–30** × 10^{-6} cm/cm/°C.

Kopásállóság

A kopásállóság a szemcsés anyagok mozgásának a cső belső felületére gyakorolt hatásához kapcsolódik. A ROREX ÜPE csöveit a Darmstadt-módszerrel ellenőrizzük (12. ábra). Dörzsölő hatású szemcsés anyagot használva az átlagos kopási veszteség 0,34 mm / 100 000 ciklus. Az eredmények a teszteléshez használt dörzsölő hatású anyagtól függően változhatnak.



12. ábra: A kopásállóság meghatározására használt Darmstadt-próba



Hidraulikus tulajdonságok

A tesztek szerint az ÜPE csövek érdességi együtthatói a következők:

» Colebrook-White együttható, f = 0,029, aminek a következő felel meg:
» a Hazen-Williams képlet együtthatója, C = 150–160
» a Mannings-féle érdességi együttható, n = 0,009
» a Darcy-Weisbach egyenlet súrlódási együtthatója, f_D = 0,00518

Ezek a kedvező áramlási együtthatók a cső rendkívül sima belső felületének köszönhetők.

A csövek korrózióállósága miatt az áramlási együtthatók a hasznos élettartam alatt nem változnak.

Egy adott áramláshoz valamilyen más anyagból gyártott csőhöz képest kisebb átmérőjű ÜPE csövet lehet választani. Igazolható például, hogy egy 1800 mm-es ÜPE cső ugyanakkora áramlást biztosít ugyanakkora nyomásveszteséggel, mint egy 2000 mm átmérőjű acélcső.

A Hazen-Williams egyenlet:

$$HF = \frac{10.68 \times Q^{1,852} \times L}{C^{1,852} \times D^{4.87}}$$

HF: nyomásveszteség (m),
Q: átfolyás (m^3/s),
L: a cső hosszúsága (m),
D: a cső átmérője (m),
C: érdességi együttható

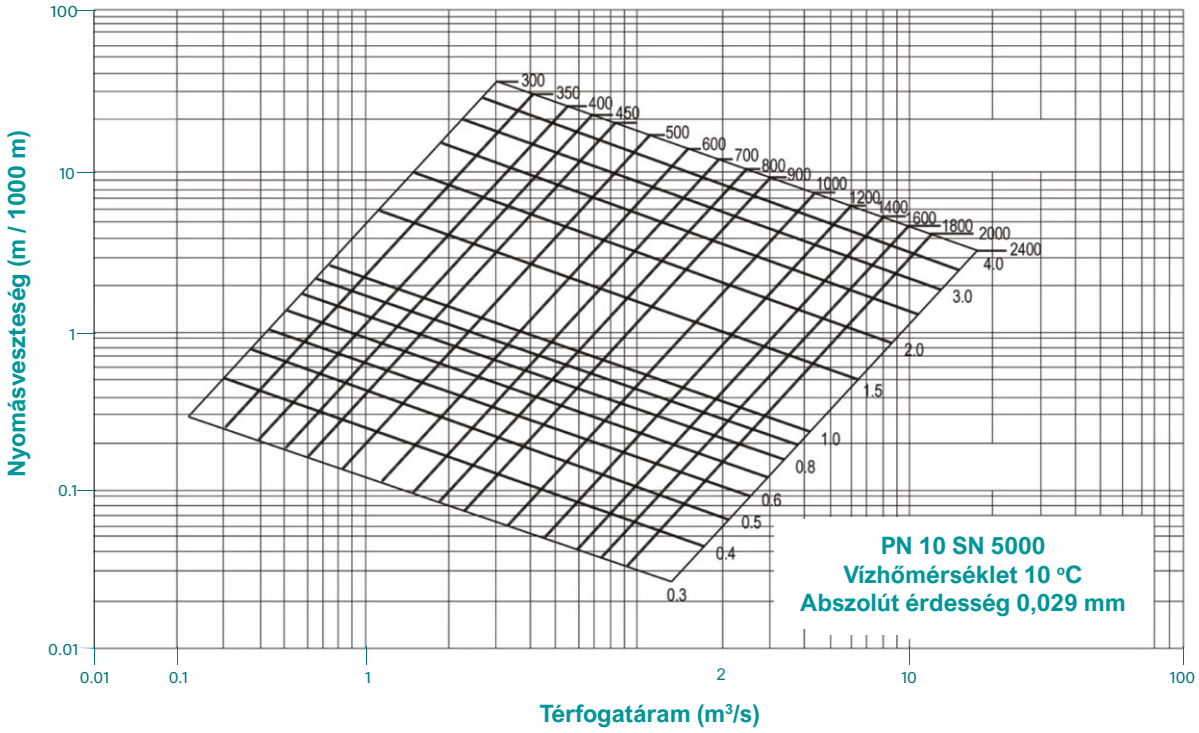
$C_{acél}$ = 110
C_{GRP}= 150

$Q_{acél} = Q_{ÜPE}$
$L_{acél} = L_{ÜPE}$
$HF_{acél} = HF_{ÜPE}$
$D_{acél}$ = 2000 mm

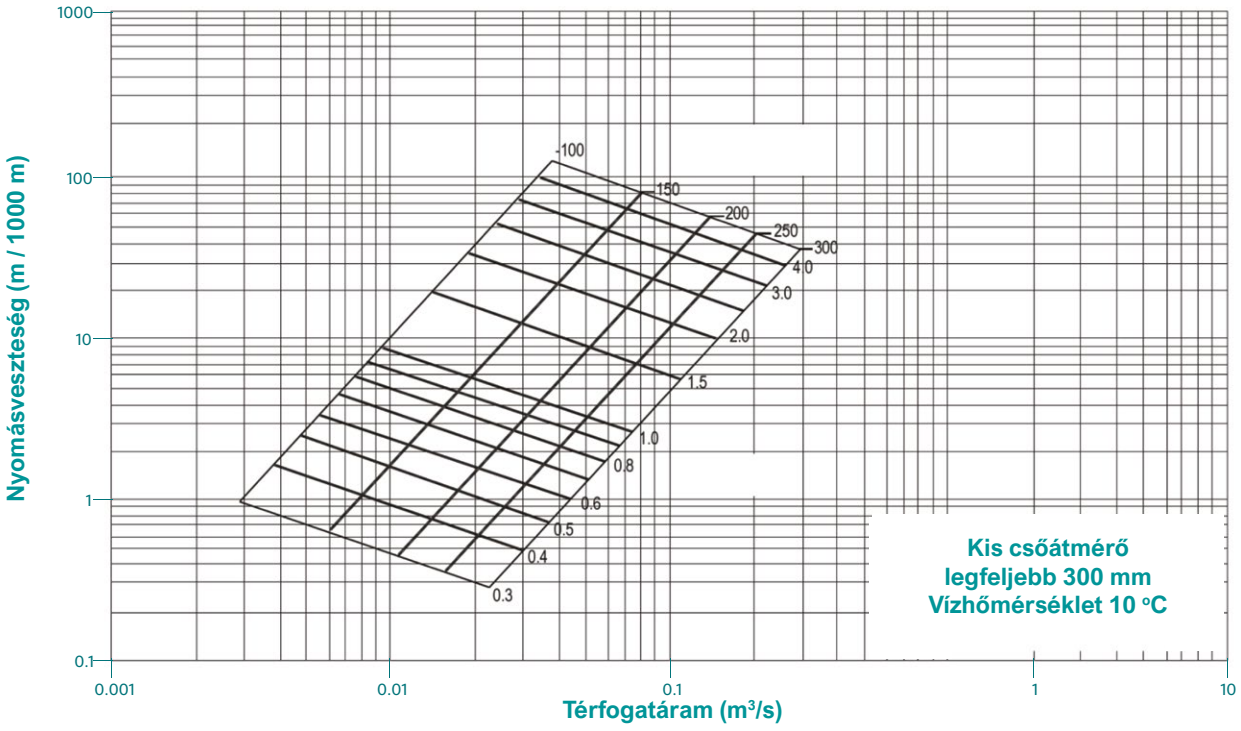
A nyomásveszteség (vagy nyomáscsökkenés) minden csőrendszerben jelentkezik a hirtelen irányváltások vagy a csövek és csatlakozóelemek belsejében kialakuló súrlódás miatt. A következő oldalon olyan grafikonokat talál, melyek az ÜPE csövekben fellépő nyomásveszteséget mutatják be az áramlás függvényében.

A 13. ábra (32. o.) PN 10 nyomás osztályba és SN 5000 merevségi osztályba tartozó csövekre, a 14. ábra (32. o.) pedig kis átmérőjű csövekre vonatkozik.

13. ábra: A nyomásveszteség mint az áramlás és az ÜPE cső átmérőjének függvénye PN 10 névleges nyomáshoz és SN 5000 merevséghez



14. ábra: A nyomásveszteség mint az áramlás és az ÜPE cső átmérőjének függvénye maximálisan DN 300 mm névleges átmérőnél

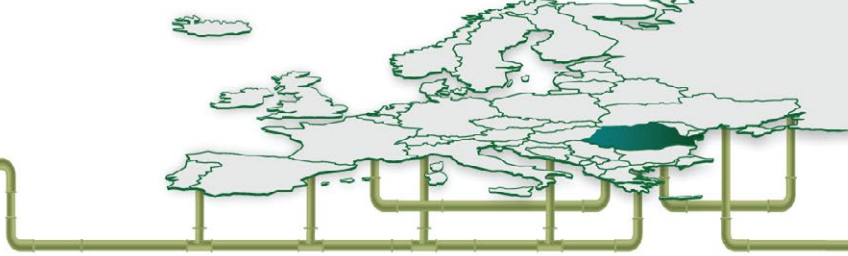



ROREX PIPE









8. A kész csövek minőség-ellenőrzése

Minden legyártott egytengelyű ÜPE cső a következő ellenőrzéseken megy át:

» Szemrevételezés
» Barcol keménység
» Falvastagság
» Hosszúságmérés
» Átmérőmérés
» Hidrosztatikai nyomáspróba (a névleges nyomás 2-szerese)

Ezután mintákon egy többlépéses ellenőrzést végzünk. Ez megmutatja a csövek kezdeti fizikai tulajdonságait, és a következő vizsgálatokból áll:

» A cső merevsége
» A belső felület ellenőrzése hajlító terhelés alatt
» Szerkezeti meghibásodás ellenőrzése hajlító terhelés alatt
» A kompozit szerkezet elemzése és a kialakítás ellenőrzése
» Gyűrűirányú (kerületi) húzószilárdság
» Tengelyirányú (hosszanti) húzószilárdság
» Mosás vízsugárral 120 atmoszféra nyomáson (csak szennyvízcsöveknél)

A legfontosabb tesztek a csövek hosszú távú teljesítményét vizsgálják. Különböző üzemi körülményeket figyelembe véve a következő vizsgálatokat végezzük el:

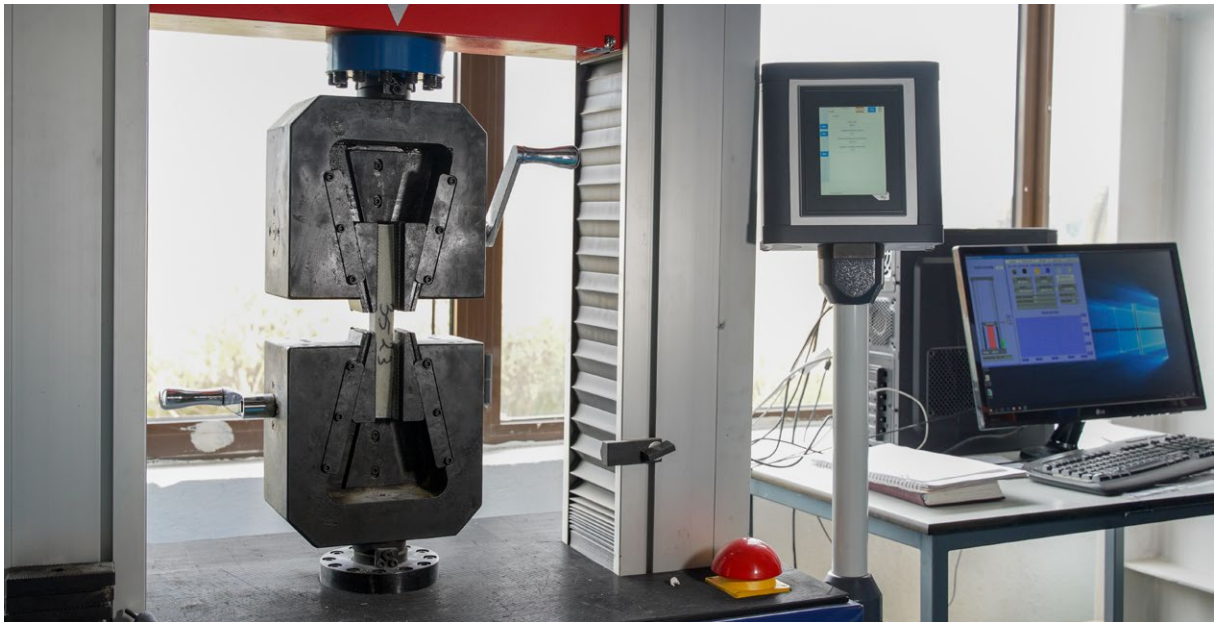
» Hosszú távú fajlagos gyűrűmerevség
» A gyűrűre ható hosszú távú hajlító terhelés
» Hidrosztatikus tervezési alap (HDB)
» Hosszú távú korróziós terhelés

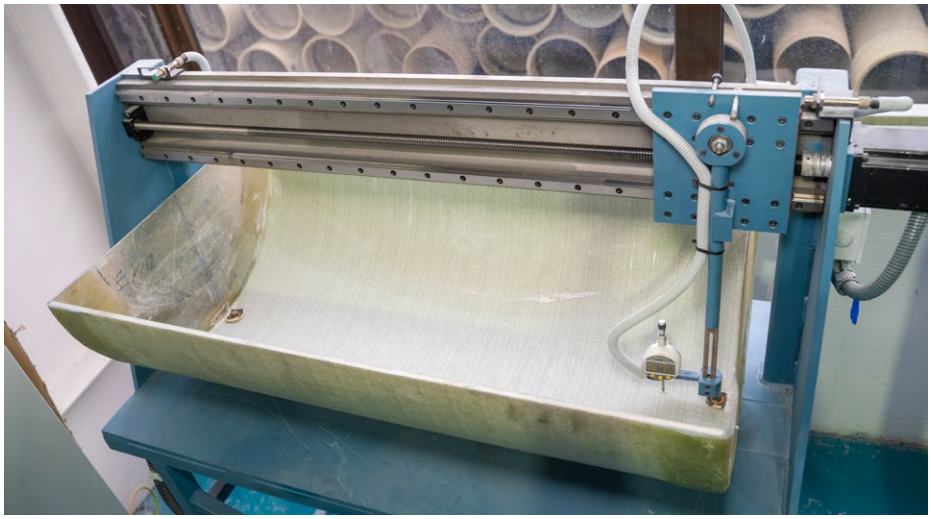
Különleges alkalmazásokhoz használható csövek esetében további vizsgálatokat is végzünk:

» Ellenálló képesség UV-sugárzással szemben
» Kopásállóság
» Áramlási sebesség
» Ellenálló képesség különböző üzemi hőmérsékletekkel szemben
» Tűzállóság









9. A kialakítással és megfelelő működéssel kapcsolatos szempontok



Max. gyári próbanyomás: 2.0 x PN (névleges nyomás)
Max. helyszíni próbanyomás: 1.5 x PN (névleges nyomás)
Ahhoz, hogy a nyomáspróbát helyesen, biztonságos körülmények között lehessen elvégezni, megfelelően kell kiválasztani és felszerelni a berendezéseket, valamint egyéb szerkezeteket a helyszínen.



Maximális nyomás 1.4 x PN (névleges nyomás)
A vízlökés vagy nyomáslökés a nyomás hirtelen megnövekedése vagy lecsökkenése, amelyet az okoz, hogy hirtelen megváltozik a csőrendszerben a folyadék sebessége.
Ezeknek az áramlásváltozásoknak a leggyakoribb okai: i) a szelepek gyors nyitása vagy zárása; ii) a szivattyúk hirtelen be- vagy kikapcsolása áramkimaradás miatt.
A vízlökést befolyásoló legfontosabb tényezők a következők: az áramlási sebesség megváltozása, a sebesség megváltozásának gyorsasága (a szelep záródási ideje), a folyadék összenyomhatósága, a cső merevsége a gyűrű irányában, valamint a csőrendszer fizikai elrendezése. A vízlökések nyomása az üvegszállal erősített műanyag csövek esetében akár 50%-kal kisebb, mint a hidegen alakítható vasból vagy acélból készült csövek esetében.
A hozzávetőleges összefüggést a maximális nyomásváltozáshoz egy egyenes cső egy adott pontján elhanyagolható súrlódási veszteség mellett a következő képlettel lehet kiszámítani:

$$\Delta H = \frac{W \cdot \Delta V}{g}$$

ΔH = a nyomás változása (m)
W = a lökéshullám sebessége (m/s)
ΔV = a folyadék sebességének változása (m/s)
g = a gravitáció okozta gyorsulás (m/s)

A lökéshullám sebességét (m/s) ÜPE csövekben különböző merevségi osztályokhoz a 6. táblázat adja meg a 37. oldalon.

6. táblázat: A lökéshullám sebessége (m/s) ÜPE csövekben SN 2500, SN 5000 és SN 10000 merevségi osztályokhoz

SN 2500

DN	300-400	450-800	900-2500
PN6	365	350	340
PN10	435	420	405
PN16	500	490	480

SN 5000

DN	300-400	450-800	900-2500
PN6	405	380	370
PN10	435	420	410
PN16	505	495	485
PN25	575	570	560

SN 10000

DN	100	125	150	200	250	300-400	450-800	900-2500
PN6	580	560	540	520	500	420	415	410
PN10	590	570	560	540	520	435	425	415
PN16	640	620	610	600	590	500	495	485
PN25						580	570	560
PN32						620	615	615

A folyadék sebessége

A maximális ajánlott áramlási sebesség 3,0 m/s. Ha a víz tiszta, és nem tartalmaz koptató hatású anyagokat, maximálisan 5,0 m/s sebesség is elfogadható.

A hőmérséklettel kapcsolatos szempontok

A folyadék legnagyobb megengedett hőmérséklete 45 °C.
A ROREX azt javasolja, hogy 46 °C és 60 °C közötti hőmérséklet esetén csökkentse a nyomásosztályt. Például PN 10 nyomáshoz PN 16-os csövek használhatók.
A cső ellenálló képessége megfelelő típusú műgyanták használatával 100 °C-ig növelhető.





DN 2800-es egytengelyű ÜPE csővezeték fektetése


934
926
LIEBHERR









Csővezeték fektetése fém és ÜPE közötti váltással









10. Csövek különleges alkalmazásokhoz

A normál egytengelyű csövek mellett a ROREX különleges alkalmazásokhoz is gyárt csöveket, például: kéttengelyű csövek, homokmentes csövek, sajtolt csövek.

10.1 Kéttengelyű csövek

A kéttengelyű csövek a tengelyirányú és a kerületi erőknek is ellenállnak. Ez a szilárdítás eltérő falszerkezetet igényel, mint az egytengelyű csövek esetében, kevesebb homokkal és több üvegszállal.

Ezek a csőtípusok föld feletti alkalmazásokra, valamint olyan körülmények között használhatók, amikor a talaj gyenge, és kevéssé támaszt, vagy olyan körülmények között, amikor nem lehet támasztótömböket elhelyezni. Ilyen típusú csöveket használnak a tengerfenéken is. Néhány példa az alkalmazásra (15. ábra): hűtővíz, sómentesítés. Az ilyen típusú csöveknél az irányváltások miatt fellépő tengelyirányú erőket a cső és a csatlakozóelemei veszik át.



15. ábra: Példáik föld feletti alkalmazásra kéttengelyű csövek használatával

A kéttengelyű csöveket csak korlátozott (blokkolt) kötésekkel, vagyis ragasztott csatlakozóelemekkel (kombi), laminált (rétegezett) kötésekkel, peremekkel lehet csatlakoztatni. Az összes kötéstípusról a *11. Csőcsatlakoztató elemek című szakaszban talál információkat a 48. oldalon.* A 7. táblázat a ROREX kéttengelyű csövei, illetve az ajánlott laminált kötések tulajdonságait mutatja.

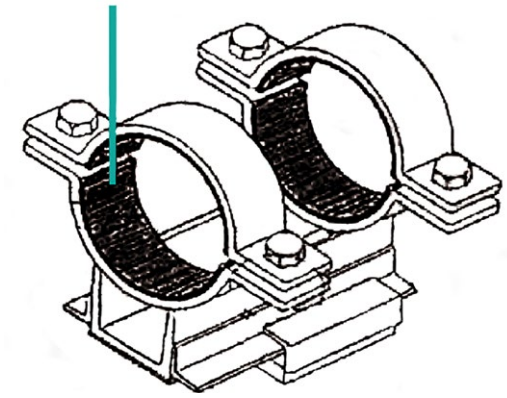
7. táblázat: A ROREX kéttengelyű csöveinek fizikai jellemzői és a ROREX ajánlott laminált kötéseinek fizikai jellemzői

Fizikai jellemzők	Kéttengelyű csövek		Laminált kötések	
	Gyűrűirányú	Tengelyirányú	Gyűrűirányú	Tengelyirányú
ET, húzószilárdsági modulus (GPa)	20,0	13,10	-	10,3
ET, hajlítási modulus (GPa)	18,6	12,00	-	10,3
σUTS, végső szakítófeszültség (MPa)	380,0	158,00	-	138,0
v, Poisson-féle tényező	0,2	0,25	-	0,3
α, lineáris hőtágulási együttható (cm/cm/°C)	9,0	12,60	-	27,0
G, nyírási modulus (GPa)	3,3	3,30	-	3,1
TVÉG, végső nyírófeszültség (MPa)	46,9	19,00	-	138,0
Megengedett szakítófeszültség (MPa)	62,0	26,40	23,0	23,0
Megengedett hajlítófeszültség (MPa)	62,0	26,40	23,0	23,0
Megengedett nyírófeszültség (MPa)	7,8	7,80	5,7	5,7

A legtöbb föld feletti kéttengelyű cső beépítésénél a kötéseket egy darabból álló blokkok alkotják, hogy ellenálljanak az egyes csövekre a belső nyomás miatt ható húzóerőknek.

A föld felett fektetett kéttengelyű ÜPE csöveket különleges tartóelemekre kell szerelni (16. ábra). A támasztóelemek közötti távolságot rugalmassági elemzéssel lehet kiszámítani.

Kéttengelyű csövek



16. ábra: Különleges támasztóelemek kéttengelyű csövekhez

10.2 Homokmentes csövek

A homokmentes ÜPE csövek (17. ábra) legnagyobb előnye az, hogy magas üvegszáltartalmuk miatt kitűnőek a mechanikai tulajdonságaik. Ez élettartamuk alatt sokkal magasabb biztonsági tényezőt nyújt.
Például egy DN 800, PN 10 és SN 5000-as cső esetén:
» **Nagyon jó az ütésállóságuk, és lényegesen jobban ellenállnak a mozgatás és beépítés közben őket érő ütéseknek.**

Mérésekkel megállapították, hogy a homokmentes csövek ütésállósága sokkal jobb, mint a homokot tartalmazó csöveké, mivel sokkal jobban elnyelik az energiát, mert nagyon erős kémiai kötés alakul ki a cső egyes rétegei között. A 8. táblázat bemutatja a különbségeket a homokot tartalmazó és homokmentes csövek különböző mechanikai tulajdonságai között.

8. táblázat: A homokot tartalmazó és homokmentes csövek mechanikai tulajdonságai

Mechanikai jellemző	Homokkal	Homok nélkül	Különbség
Gyűrűirányú húzószilárdság [MPa]	180,0	683,0	379%
Tengelyirányú húzószilárdság [MPa]	30,5	58,2	191%
Gyűrűirányú szilárdsági modulus [GPa]	13,1	38,5	294%
Tengelyirányú szilárdsági modulus (GPa)	6,8	12,7	187%

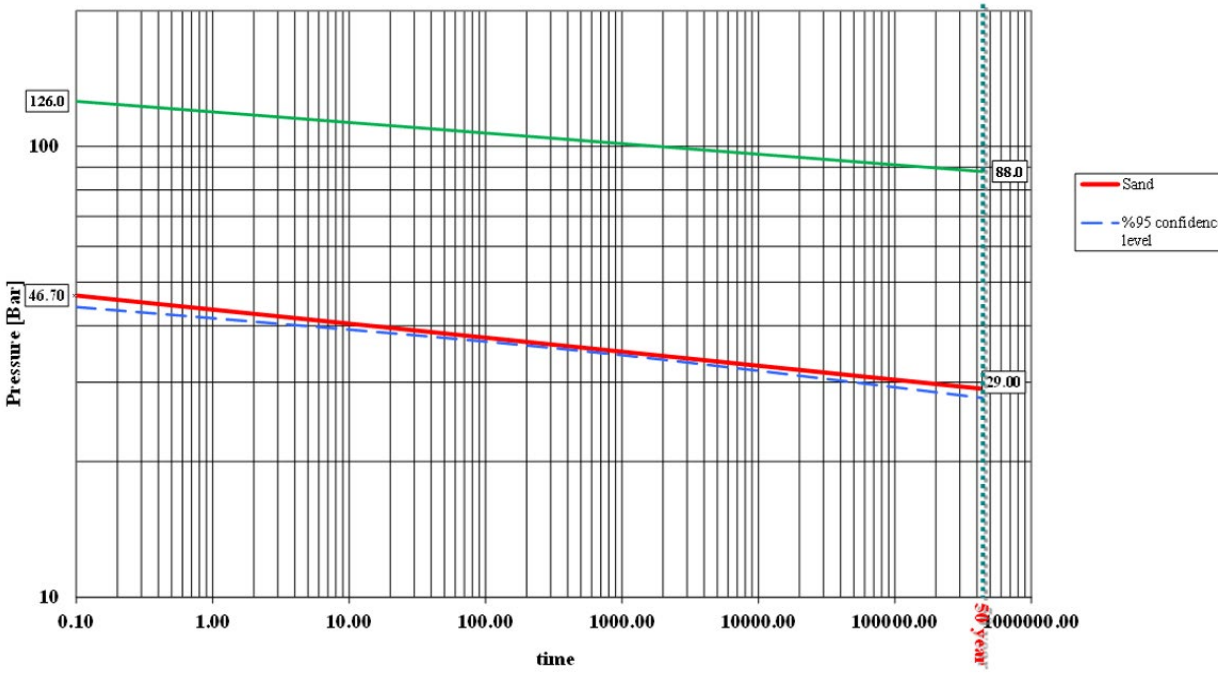


17. ábra: Homokmentes cső

» A csövek élettartama a hosszú távú viselkedésbeli sajátságaik javulása miatt hosszabb.

A homokmentes csövek egy 32 baros cső összetételének felelnek meg, ezért a hosszú távú biztonsági tényező 3-szor jobb, mint egy homokot tartalmazó normál 10 baros cső esetében. Ezért a becsült élettartama 3-szor nagyobb (18. ábra).

18. ábra: Hidrosztatikus tervezési alap (ASTMD-2992), DN 600, PN 10, SN 5000, hosszú távú nyomáspróba



» Kisebb a gyártási hibák kockázata, mert a gyártási folyamatban eggyel kevesebb paramétert kell szabályozni, ezért a folyamat jobban szabályozott.

A 9. táblázat a nyersanyagok listáját mutatja be DN 700, SN 10000, homokot tartalmazó (PN 10) és homokmentes (PN 32) üvegszállal erősített műanyag csövek esetében.

9. táblázat: Nyersanyagok több DN 700, SN 10000-es ÜPE csőhöz – homokot tartalmazó és homokmentes csövek

	Homokkal (PN 10)		Homok nélkül (PN 32)	
Nyersanyagok	kg/m	%	kg/m	%
Üvegszál	11.53	17.65	36.54	72.88
Műgyanta	16.41	25.11	13.60	27.12
Homok	37.40	57.24	-	-
Összesen	**65.34**	**100.00**	**50.14**	**100.00**

» Azonos átmérő mellett kisebb hidraulikus veszteség

A 10. táblázat több, homokot tartalmazó (PN 10) és homokmentes (PN 32) DN 700, SN 10000-es ÜPE cső átmérőjét és falvastagságát mutatja be.

10. táblázat: Több, homokot tartalmazó (PN 10) és homokmentes (PN 32) DN 700, SN 10000-es ÜPE cső átmérője és falvastagsága

	Homokkal (PN 10)	Homok nélkül (PN 32)	Különbség
Méretek	**mm**	**mm**	**mm**
Külső átmérő	719.0	719.0	-
Falvastagság	13.70	10.50	3.20
Belső átmérő	691.60	698.00	(6.40)

5%-kal kisebb nyomásveszteség

10.3 Sajtolt csövek

A sajtolt csövek (19. ábra) nagy préselési erőknek (700–1000 tonna) képesek ellenállni nagy távolságon (30–100 m). Ehhez sokkal vastagabb falra van szükség, mint a normál egytengelyű csövek esetében. A hosszúságuk általában maximálisan 3 m, hogy könnyen lehessen őket mozgatni a teljes eljárás alatt, különösen a függőleges sajtolóaknában, amely a munkaalaphoz vezet (20. ábra).



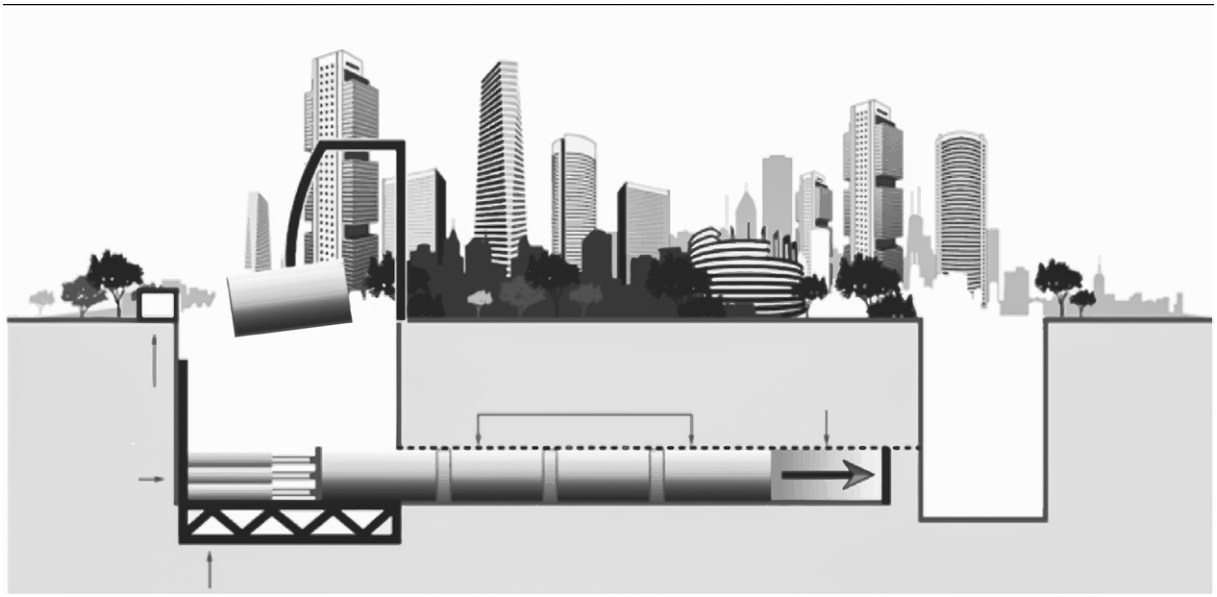
19. ábra: Beépítésre kész sajtolt cső



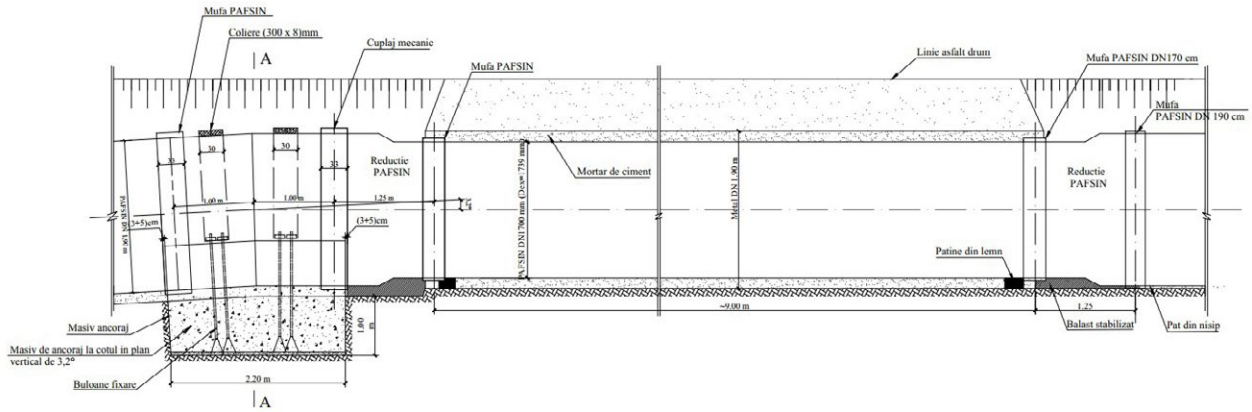
20. ábra: A munkaalapra leengedett sajtolt cső

A csősajtolás módszerét használó csőbeépítő rendszert vagy más néven árok nélküli vízszintes fúrást általában akkor használják, ha a csövet intenzív forgalom mellett, nagyvárosi környezetben vagy sűrűn lakott területen kell beépíteni, ahol a csövek normál kitakarásos módszerrel végzett beépítése jelentős gazdasági vagy társadalmi költségekkel járna. Ilyen esetekben ez a módszer pénzügyi szempontból hatékony, jelentősen csökkentve a projekt költségeit

a hagyományos módszerhez képest. A csősajtolás egy jellemzően 15–20 m mély akna fúrásával jár, ahová egy forgó vágófejjel ellátott fúrópajzsot engednek le. Ez vízszintesen fúr, és egy hidraulikus prés tolja el a kívánt távolságig. A fúrás megkezdése után a csöveket is a hidraulikus prés tolja be (21. ábra). A 22. ábrán az átvezetett cső és egy támasztótömb látható.



21. ábra: A csőpréselés folyamata vázlatosan

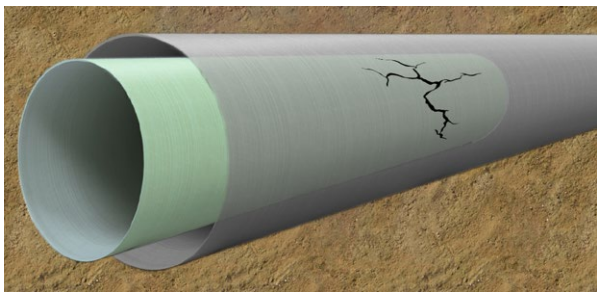


22. ábra: Átvezetett cső és függőleges síkban elhelyezett támasztótömb a könyökökhöz

10.4 Újrabélelés

Az ÜPE csövek használhatók régi csövek javításához is újrabéleléssel. Ilyenkor a javítandó cső érintett szakaszához illeszkedő, kisebb átmérőjű csövet helyeznek be az adott szakaszba (23. ábra). Erre az üvegszállal erősített műanyag csövek nagyon alkalmasak, mert rugalmasan, az eredeti cső átmérőjéhez nagyon közeli egyedi méretben is gyárthatók.

23. ábra: Régi cső javítása ÜPE csővel végzett újrabéleléssel



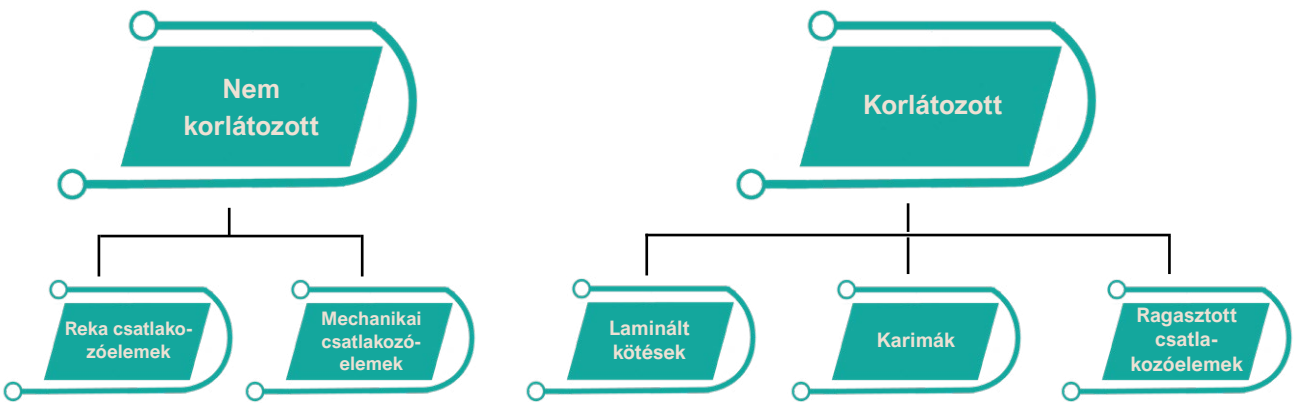
11. Csőcsatlakoztató elemek

A csőcsatlakoztató elemek különleges alkatrészek, melyeket a csövek összekapcsolásához használnak. A csőcsatlakoztató elemeknek két típusa van: nem korlátozott és korlátozott elemek (24. ábra). A nem korlátozott csatlakozóelemek nincsenek a csövekhez kötve, ezért a csöveknek lehetőséget biztosítanak a tengelyirányú és sugárirányú mozgásra. A korlátozott csatlakozóelemek a csövekhez vannak kötve, így a csövek nem tudnak mozogni, miután a kötés (csatlakoztatás) elkészült.

Egytengelyű csövekhez általában nem korlátozott kötőelemeket használnak, és támasztótömbökre van szükség. Ezek veszik fel az irányváltások okozta terhelést.
A kéttengelyű csövekhez csak korlátozott kötőelemeket használnak.

A ROREX többféle ÜPE csőcsatlakoztató elemet kínál. Az alábbiakban a leggyakrabban használt modelleket mutatjuk be. Ezekről, az előkészítésükről és beépítésükről, valamint a kötőelemek egyéb típusairól a ROREX marketingosztályától kérhet további információkat.

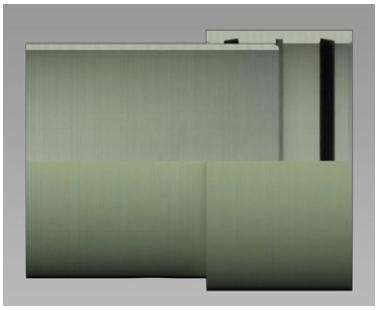
24. ábra: Csőcsatlakoztató elemek



11.1 Nem korlátozott csőcsatlakoztató elemek

11.1.1 Reka csatlakozóelemek

A Reka csatlakozóelemek (25. a) és b) ábra, 26. ábra) üvegszállal erősített műanyagból készülnek, és egytengelyű csövek csatlakoztatásához használhatók. A tömítést rugalmas gumi (EPDM) tömítőgyűrűk végzik. Több mint 50 éve használják őket sikeresen, és lejtőn, valamint különböző talajviszonyok mellett is beépíthetők. Számos átmérőben (DN 100 mm-től DN 4000 mm-ig) és nyomásosztályban (PN 1 bar – PN 32 bar) rendelkezésre állnak, lásd a 11. táblázatot az 50. oldalon. Ezek a csatlakozóelemek a cső átmérőjétől és nyomásosztályától függően akár 3°-os elhajlást lehetővé tesznek, így csökkentve a csőhálózatban szükséges könyökök számát.

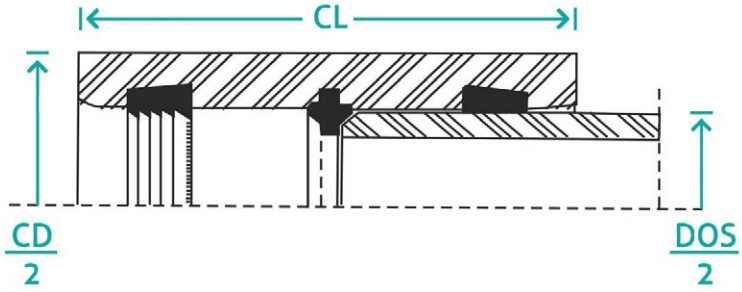


25. a) ábra: Reka csatlakozóelem



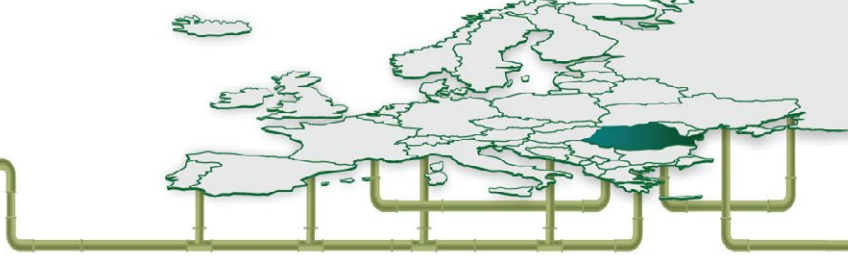
25. b) ábra: Reka csatlakozóelem előkészítése a beépítéshez egy ÜPE cső végénél

26. ábra: Egy Reka csatlakozóelem ÜPE csőhöz csatlakoztatva



***CD (mm)** = csatlakoztatási átmérő*
***DOS (mm)** = a cső külső átmérője*

***CL(mm)** = csatlakoztatási hosszúság*



A Reka csatlakozóelemek méretei

DN	DOS max (mm)	Összekötő elem min. belső átmérő (mm)	CD (mm)						CL (mm)
			PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	
100	107.0	107.6	133.6	133.6	134.0	134.4	134.8	138.6	150
150	157.6	158.2	184.2	184.2	184.8	185.2	185.8	189.6	150
200	209.8	211.4	249.6	249.6	250.6	251.2	252.0	257.4	175
250	262.0	263.6	301.8	301.8	303.2	304.0	304.8	310.4	175
300	324.0	327.0	366.0	367.0	368.1	368.6	369.2	375.9	270
350	362.0	363.5	403.3	404.9	406.7	407.6	412.7	447.9	270
400	413.0	414.5	454.1	456.1	458.1	462.4	463.7	468.7	270
450	464.0	465.5	504.9	506.5	508.7	513.0	513.9	519.3	270
500	515.0	516.5	555.7	557.7	559.3	563.4	564.3	571.1	270
600	617.0	618.5	664.1	665.9	668.1	673.2	675.9	683.7	330
700	719.0	720.5	765.9	768.3	772.5	778.2	781.1	792.1	330
800	821.0	822.5	867.7	871.7	876.7	882.8	883.7	896.9	330
900	923.0	924.5	970.7	975.1	980.9	984.8	988.7	1001.7	330
1000	1025.0	1026.5	1073.5	1078.5	1084.7	1089.2	1098.1	1106.5	330
1100	1127.0	1128.5	1176.3	1181.5	1183.0	1193.4	1208.0	1121.7	330
1200	1229.0	1230.5	1278.9	1284.5	1289.9	1299.4	1315.3	1316.7	330
1300	1331.0	1332.5	1318.3	1387.3	1393.3	1407.4	1421.1	1422.1	330
1400	1433.0	1434.5	1483.9	1490.1	1497.5	1515.6	1527.1	1527.1	330
1500	1535.0	1536.5	1586.3	1592.9	1602.7	1621.2	1632.9	1646.0	330
1600	1637.0	1638.5	1688.7	1695.5	1707.3	1722.3	1739.1	1750.0	330
1700	1739.0	1740.5	1791.1	1798.3	1812.1				330
1800	1841.0	1842.5	1893.5	1900.9	1916.1				330
1900	1943.0	1944.5	1995.9	2003.3	2020.0				330
2000	2045.0	2046.5	2098.3	2105.9	2123.5				330
2100	2147.0	2148.5	2200.5	2208.9	2226.9				330
2200	2249.0	2250.5	2302.9	2311.9	2330.3				330
2300	2351.0	2352.5	2405.3	2414.7	2433.3				330
2400	2453.0	2454.5	2507.5	2517.9	2536.3				330
2500	2555.0	2556.5	2559.7	2620.9	2639.3				330
2600	2657.0	2658.5	2690.0	2695.0	2701.0				360
2700	2759.0	2760.5	2792.5	2797.8	2803.2				360
2800	2861.0	2862.5	2895.0	2900.0	2906.5				360
2900	2963.0	2964.5	2997.5	3002.2	3009.3				360
3000	3065.0	3066.5	3099.5	3104.4	3112.0				360
3100	3167.0	3168.5	3246.5	3253.5	3274.3				400
3200	3269.0	3270.5	3348.7	3356.1	3377.7				400
3300	3371.0	3372.5	3451.1	3458.5	3481.5				400
3400	3473.0	3474.5	3553.3	3560.9	3589.1				400
3500	3575.0	3576.5	3655.5	3663.3	3692.7				400
3600	3677.0	3678.5	3757.9	3765.5	3796.7				400
3700	3779.0	3780.5	3860.3	3867.9	3900.9				400
3800	3881.0	3882.5	3962.7	3970.3	4004.7				400
3900	3983.0	3984.5	4065.1	4072.5	4106.9				400
4000	4085.0	4086.5	4167.7	4174.7	4213.3				400

Megjegyzés: PN 1 nyomásosztály esetében a CL értéke a következő: DN 300 – DN 500 névleges átmérőhöz 240 mm, DN 600 – DN 2500 névleges átmérőhöz 290 mm és DN 2600 – DN 4000 névleges átmérőhöz 400 mm.

11.1.2 Mechanikai acél csatlakozók

A mechanikai acél csatlakozóelemeket (27. ábra) rendszerint akkor használják, ha az ÜPE csövet más anyagból készült csőhöz kell csatlakoztatni, vagy ha a munkát egy már beépített csövön kell elvégezni, és nincs elég hely Reka csatlakozóelem beépítésére. Az utóbbi esetben rugalmas mechanikai csatlakozóelemeket használnak. Beépítésükhöz szakképzett személyekre van szükség.

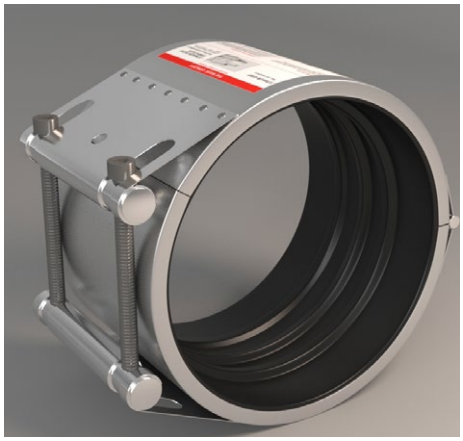
Ezek a csatlakozóelemek egy acélköpenyből állnak, melyben egy belső tömítő gumikarmantyú található. A köpeny lehet rozsdamentes acélból, horganyzott acélból vagy epoxigyantával védett acélból.

A mechanikai acél csatlakozóelemeket három változatban gyártjuk: **INSTAL**, **REP** és **TRANS**.

- » mechanikai acél csatlakozóelemek karimával – a csatlakozóelemeket nem lehet kinyitni, a beépítést a cső végénél kell elvégezni (ARPOL INSTAL);
- » mechanikai acél csatlakozóelemek javításokhoz, két karimával, melyek lehetővé teszik a csatlakozóelem kinyitását és ráhelyezését a javított területre (ARPOL REP);
- » mechanikai acél csatlakozóelemek különböző külső átmérőjű csövek csatlakoztatásához (ARPOL TRANS).

A mechanikai acél csatlakozóelemeket a ROREX a spanyol ARPOL vállalattal együttműködve biztosítja.

Alternatív megoldásként különleges, egyedileg gyártott acél összekötőelemet is lehet használni (28. ábra). Ezt az acélöntvényt esztergával munkálják meg az ÜPE csőével azonos átmérőre. Az elem egyik végét az acélcsőhöz kell hegeszteni, az esztergált végét pedig egy Reka csatlakozóelemhez kell csatlakoztatni.



27. ábra: Fém csatlakozóelem, oldalnézet

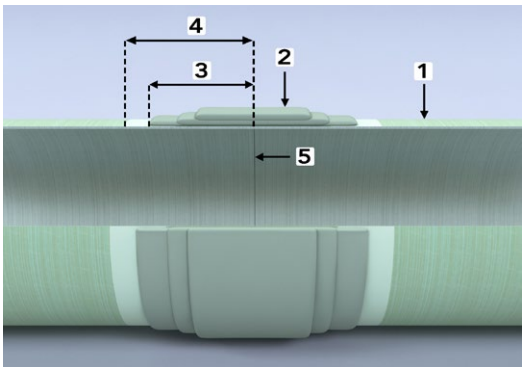


28. ábra: Különleges fém csatlakozóelem acélcsövek és ÜPE csövek csatlakoztatásához

11.2 Korlátozott csőcsatlakoztató elemek

11.2.1 Laminált kötések

A laminált kötések (29. ábra) üvegszállal erősített műanyagból készülnek. Az illesztés rétegeinek száma, a hosszúsága, kialakítása és típusa a cső átmérőjétől és nyomásosztályától függően változik. Ezeket különösen olyan esetekben használják, amikor a csövek kötőelemeinek a belső nyomásból eredő tengelyirányú erőket kell átvinniük irányváltások miatt, támasztótömbök használata nélkül vagy javítási módszerként. Beépítésükhöz szakképzett személyekre van szükség.



29. ábra: Laminált kötés, ahol:
1: cső
2: laminálás
3: a laminálás hosszúsága a cső szélétől
4: a csiszolás hosszúsága
5: a cső széle

11.2.2 Karimák

A karima (30. a) és b) ábra) mechanikai kötési módszer, melyet két cső egymáshoz kötéséhez, egy cső és egy szerelvény csatlakoztatásához vagy egy cső és egy szelep összekapcsolásához is lehet használni. Hasonlóan ÜPE és ÜPE, valamint ÜPE és más anyagok csatlakoztatására is alkalmas. A karimákat tömített, szükség esetén szétbontható és újra összeállítható csatlakoztatások készítéséhez lehet használni. A karima korongja egy olyan, kör alakú felület, amelyen szabvány, a cső külső átmérőjétől és nyomásosztályától függő mintázat található a csavarozáshoz.



30. a) ábra: Karima



30. b) ábra: Csövekre felszerelt karimák

11.2.3 Ragasztott csatlakozóelemek (COMBI)

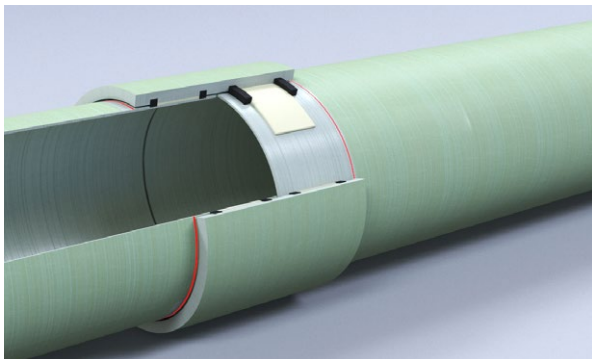
A ragasztott csatlakozóelemek (31. ábra) két kéttengelyű ÜPE cső csatlakoztatására használhatók, és négy tömítőgyűrűvel vannak ellátva. Általában a gyárban helyezik el őket a cső egyik végére. A hosszúságuk és átmérőjük a cső névleges átmérőjétől és nyomásosztályától függően változik (12. és 13. táblázat). A cső végén levő két tömítőgyűrű közötti teret különleges műgyantával töltik ki, mely a csatlakozóelemet a csőhöz ragasztja.

12. táblázat: A ragasztott csatlakozóelem hosszúsága a cső névleges átmérője és névleges nyomása függvényében

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

13. táblázat: A ragasztott csatlakozóelem külső átmérője a cső névleges átmérője és névleges nyomása függvényében

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



31. ábra: Ragasztott csatlakozó (COMBI)

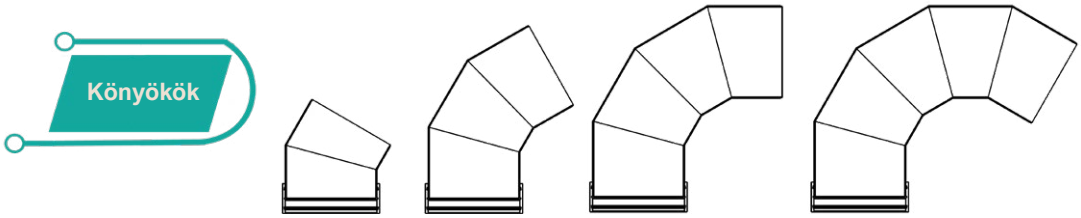
12. Szerelvények

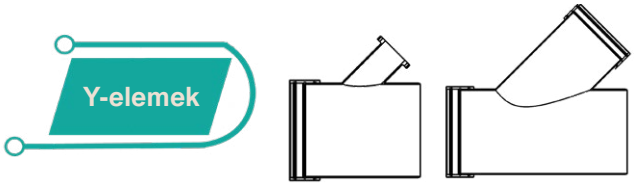
Az egyenes csöveket szerelvények egészítik ki, melyeknek kémiailag és mechanikailag is kompatibilisnek kell lenniük a csővel. A szerelvényeknek többféle alakja van, és három fő célra használhatók: irányváltáshoz, a cső külső átmérőjének megváltoztatásához, illetve két cső csatlakoztatásánál. Például:

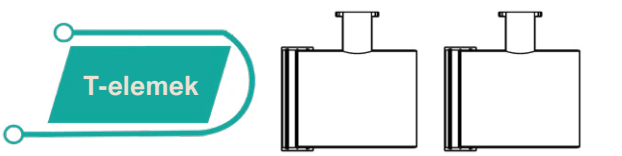
» Olyan irányváltásokhoz, ahol a csövek átmérője megegyezik, különböző szögű könyököket lehet használni;
» Egy cső méretének csökkentéséhez koncentrikus és excentrikus szűkítőelemek használhatók;
» Egy cső méretének csökkentéséhez és irányváltáshoz elágazásokat lehet használni.

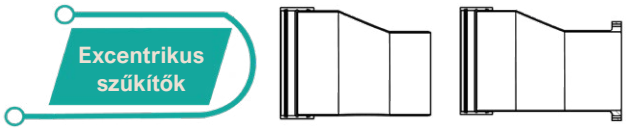
A ROREX szabványos gyártási módszereket használ az üvegszállal erősített műanyag szerelvényekhez (14. táblázat, pg. 54). 54. oldal). Ezeket sokféle szabványos és nem szabványos méretben lehet gyártani, nyomás alatt és nem nyomás alatt való alkalmazáshoz, az ügyfél igényeinek megfelelően. A szerelvényeket DN 900 mm méretig mechanikusan, folyamatos száltekeréses technológiával lehet elkészíteni. A 32–36. ábra (54. o.) többféle szerelvénytípust mutat be.

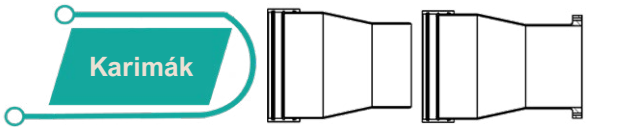
Table 14: A ROREX szabványos szerelvényei

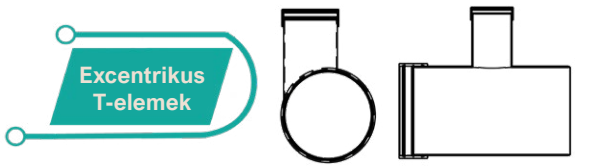


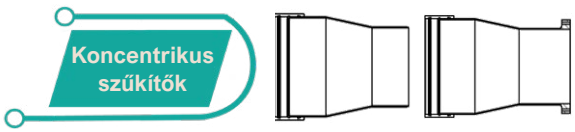


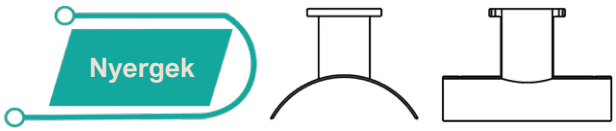


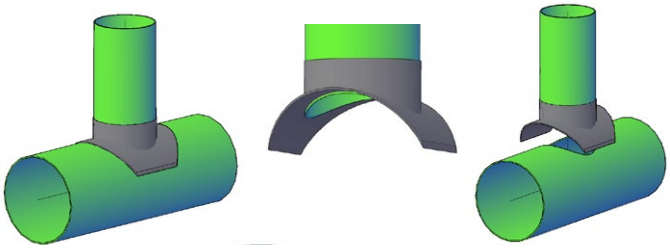




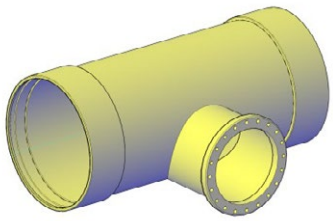




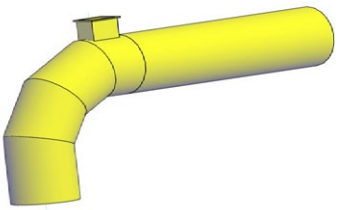




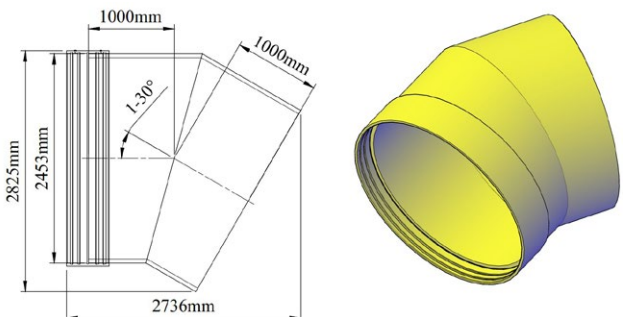
32. ábra: Nyergek



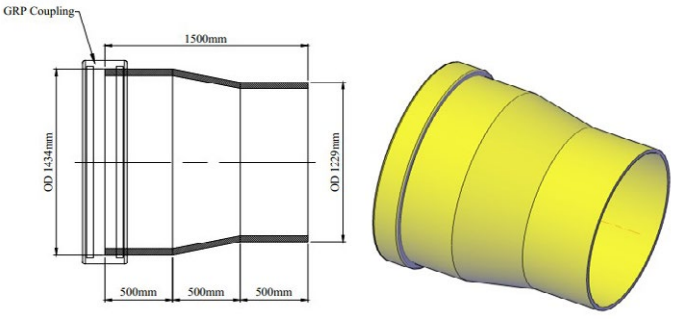
33. ábra: T-elemek karimával



34. ábra: ÜPE cső 90°-os T-elemmel



35. ábra: ÜPE T-elem, DN 2400, 1–30°



36. ábra: ÜPE szűkítő, DN 1400 – DN

13. ÜPE csövek beépítése

13.1 A cső tulajdonságainak kiválasztása a helyszíni viszonyoknak megfelelően

A legfontosabb paraméterek, melyeket föld alatti csövek beépítésekor figyelembe kell venni, a merevségi és nyomásosztály. A 37. ábra normál föld alatti beépítéseket mutat. A ROREX üvegszállal erősített műanyag csöveinek megfelelő merevségi és nyomásosztályait a 15. táblázatban találja. A merevségi osztály az EI/D3 minimális kezdeti merevséget jelzi N/m^2 (Pa) mértékegységben.

15. táblázat: A csövek merevségi és nyomásosztályai

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

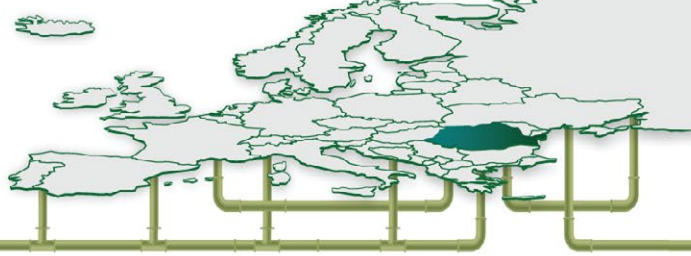
Mint a 6. fejezetben (a 25. oldalon), említettük, a merevségi osztályt három paraméter alapján kell kiválasztani:

1. betemetési körülmények, például természetes talaj, visszatöltés és takarási mélység;
2. forgalmi viszonyok;
3. negatív nyomás.

A természetes talajviszonyokat az ASTM D 1585 szabvány (a behatolási tesztek re vonatkozó szabvány) behatolási tesztjével kell kiértékelni. A 16. ábrán megadjuk a laza és kötött talajok leírását és tulajdonságait (az 56. oldalon). Az ütésszám a szabvány behatolási tesztre vonatkozik, mely a talajokat aszerint csoportosítja, hogy mennyire tömörek; az E'n a talaj rugalmassági modulusa.



37. ábra: Egy DN 2800-es egytengelyű ÜPE csővezeték szabványos föld alatti beépítése



16. táblázat: Laza és kötött talajok tulajdonságai és műszaki adatai

			Nem kötött talaj		Kötött talaj	
Natív talaj-csoport	Ütés-szám	E'n (MPa)	Leírás	Súrlódási szög (°)	Leírás	Korlátlan nyomó-szilárdság (kPa)
1	>15	34.5	kompakt	33	nagyon merev	192-384
2	8-15	20.7	kissé kompakt	30	merev	96-92
3	4-8	10.3	laza	29	közepes	4-96
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	rendkívül laza	26	rendkívül puha	0-12

A 17. táblázat a maximálisan megengedett takarási mélységet adja meg sokféle visszatöltött talajtípusra, három különböző merevségi osztályra és hat natív talajcsoportra. Ezek az értékek szabványos árokra vonatkoznak, 5%-os (DN 300 mm – 4000 mm) – 4%-os (DN 100 mm – 250 mm) megengedett elhajlás mellett, figyelembe véve a forgalmi terhelést. A legtöbb esetben az árkokból kiemelt natív talaj használható visszatöltéshez, azonban a mérnökeink azt javasolják, hogy ehhez inkább szemcsés tömörített anyagot használjanak.

17. táblázat: Natív talajcsoportok és a visszatöltött talaj modulusa (MPa) három merevségi osztályhoz

	SN 2500						SN 5000						SN 10000					
Natív talaj-csoport	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
A visszatöltött talaj modulusa (MPa)																		
20.7	23.0	18.0	11.0	7.0	-	-	23.0	18.0	12.0	7.0	3.0	-	24.0	19.0	12.0	8.0	3.5	-
13.8	18.0	15.0	10.0	6.0	-	-	18.0	15.0	10.0	6.5	2.4	-	19.0	16.0	11.0	7.0	3.5	-
10.3	15.0	13.0	9.0	5.5	-	-	15.0	13.0	9.0	6.0	2.4	-	15.0	13.0	10.0	6.5	3.0	-
6.9	11.0	10.0	7.5	5.0	-	-	11.0	10.0	8.0	5.0	-	-	12.0	10.0	8.5	5.5	3.0	-
4.8	8.5	7.5	6.0	4.0	-	-	8.5	7.5	6.5	4.5	-	-	9.5	8.5	7.0	5.0	2.5	-
3.4	6.0	5.5	5.0	3.5	-	-	6.0	6.0	5.0	4.0	-	-	7.0	6.5	5.5	4.5	-	-
2.1	3.5	3.5	3.5	-	-	-	4.0	4.0	3.5	3.2	-	-	4.5	4.5	4.0	3.5	-	-
1.4	-	-	-	-	-	-	2.4	2.4	2.2	-	-	-	3.0	3.0	3.0	2.8	-	-

A maximális megengedett takarási mélységet egy összetett statisztikai számítással lehet megállapítani, mely figyelembe veszi a természetes talaj geotechnikai és hidrogeológai jellemzőit.

A cső merevségi osztályának második paramétere a negatív nyomás. Az olyan esetekben, amikor ez jelen van, a 18. és 19. táblázat (57. oldal)) jelzi a különböző negatív nyomásoknál és maximális takarási mélységeknél szükséges merevséget közepes natív talajviszonyok és visszatöltés esetén.

A kiválasztott merevség nagyobb is lehet, mint a negatív nyomás értékei és a betemetési mélység által jelzett merevség.

A hosszú élettartam és jó teljesítmény biztosításához a ROREX ÜPE csöveit megfelelően kell kezelni és beépíteni. Be kell tartani az ajánlott beépítési körülményeket, valamint a visszatöltéshez és ágyazathoz megfelelő anyagot kell használni. A teljes körű utasításokat a ROREX műszaki osztályától kérheti.

18. táblázat: 3. natív talajcsoport (E'n = 10,3 MPa). Visszatöltés típ. kat. 90% SDP (E'b = 14 MPa) A talajvíz szintje a cső normál beépítési árkának szintje alatt van

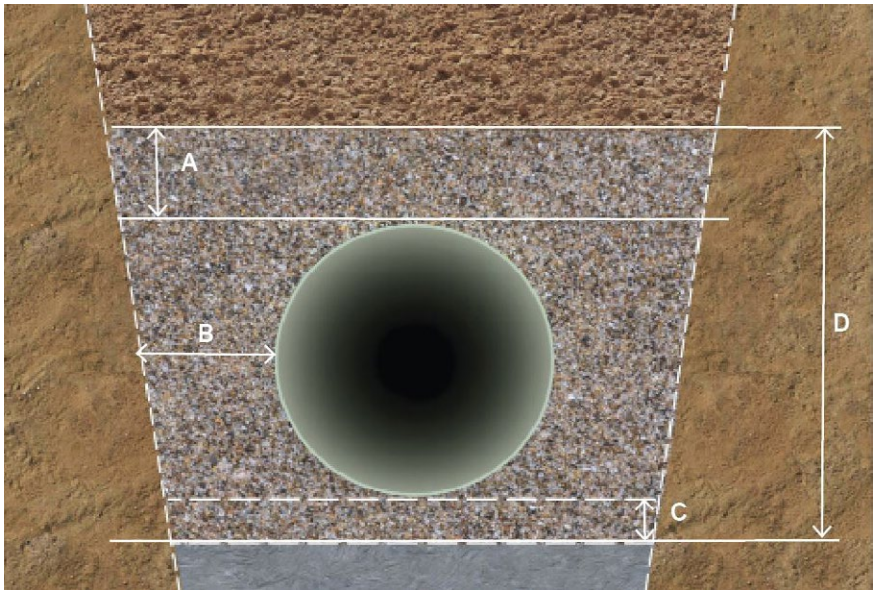
Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0.25	10.0	10.0	11.0
-0.50	8.5	10.0	11.0
-0.75	6.5	10.0	11.0
-1.00	4.0	10.0	11.0

19. táblázat: Telített talajviszonyokhoz

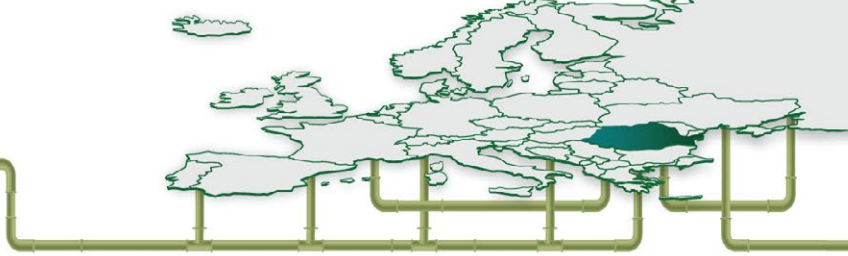
Vac (bar)	SN 2500	SN 5000	SN 10000
-0.25	5.5	5.5	6.0
-0.50	0.4	5.5	6.0
-0.75	1.8	5.5	6.0
-1.00	N/A	4.0	6.0

13.2 Az árokkal kapcsolatos információkinformációk

Az ároknak mindig elég szélesnek kell lennie ahhoz, hogy hozzáférést biztosítson, és lehetővé tegye a visszatöltött anyag tömörítését a cső körül, és biztosítani kell a megfelelő megtámasztását. A 13.3. Beépítési típusok című pontban (59. o.) megadott takarási mélységeket a névleges átmérőnél 1,75-szor szélesebb árok alapján adjuk meg. Különleges esetekben készíthető a névleges átmérő 1,5-szeresénél kisebb szélesség is. Ebben az esetben azonban változhat a betemetési mélység. Az árok alját, vagyis az ágyazatot olyan megfelelő anyagból kell elkészíteni, mely biztosítja a cső egyenletes és folyamatos megtámasztását. Az ágyazat szélességét például növelni kell, ha kövek vagy kemény tömbök vannak az árokban, vagy a talaj puha, gyenge, instabil vagy nagyon összenyomható. A 38. ábra egy szabvány árkot ábrázol, ahol a B méret a csőtől mért távolság az árok pereméig. Ennek lehetővé kell tennie a tömörítőberendezés kezelését és a visszatöltött anyag megfelelő elhelyezését a cső vállai alá.



38. a) ábra: Szabvány árok. A: visszatöltött anyag; B: a távolság a csőtől az árok pereméig; C: ágyazat; D: csőzóna.



A kielégítő cső-talaj rendszer biztosításához megfelelő visszatöltött anyagot kell használni. A legtöbb durva szemcsés talaj (az egyesített talajosztályozó rendszer szerint) megfelelő anyag az ágyazat elkészítéséhez és a csőzóna visszatöltéséhez. Ha a natív talaj használható visszatöltéshez, nem lehetnek benne szerves anyagok, és a visszatöltött anyag maximális méretét a cső átmérője határozza meg. A 20. táblázat az elfogadható visszatöltő anyagokat tartalmazza.

20. táblázat: Visszatöltött anyagok és leírásuk

Visszatöltött anyag	Leírás	Az egyesített talajosztályozó rendszer szerinti megnevezés
A	Zúzott kő és sóder, < 12% finom részecske	GW, GP, GW-GM, GP-GM
B	Sóder és homok, homok, < 12% finom részecske	GW-GC, GP-GC, SW, SP, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC
C	Iszapos sóder és homok, < 12% – 35% finom részecske, LL < 40%	GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC
D	Iszapos, agyagos homok, < 12% – 50% finom részecske, LL < 40%	GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC
E	Homokos, agyagos iszap, < 50% – 70% finom részecske, LL < 40%	CL-ML
F	Kevéssé alakítható, finom szemcsés talajok, LL < 40%	CL-ML

Folyamatos forgalmi terhelés esetén minden visszatöltött anyagot a szükséges mértékben tömöríteni kell (21. táblázat). A minimális takarásra vonatkozó korlátozásokat különleges beépítéssel, például betonból készített tokozás, beton fedőlapok, tokozás stb. csökkenteni lehet.

21. táblázat: Forgalmi terhelés (közúti), az erő és a terhelés típusa

Minimális betemetési mélység	Erő (font)	Erő (KN)	A terhelés típusa
1.0	16000	72	AASHTOH20(C)
1.5	20000	90	BS 153HA(C)
1.0	9000	40	ATV LKW12(C)
1.0	110000	50	ATW SLW(C)
1.5	22000	100	ATW SLW 60(C)
3.0	Railway	-	Cooper E80

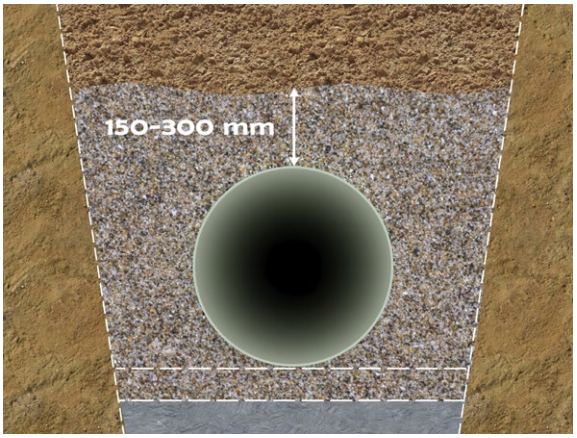
Megjegyzés: az értékek alapja minimálisan 6,9 MPa visszatöltési modulus a csőzónában

13.3 Beépítési típusok

1. típusú beépítés

» Gondosan kialakított ágyazat
» A cső visszatöltési zónája maximálisan 300 mm-rel a cső koronája fölött van, a visszatöltést a megadott visszatöltő anyaggal végezték, és az anyagot az előírt relatív tömörítési szintre tömörítették (39. ábra)

Megjegyzés: nyomásmentes alkalmazásoknál nem érvényes a cső koronája fölött 300 mm-es tömörítési előírás.

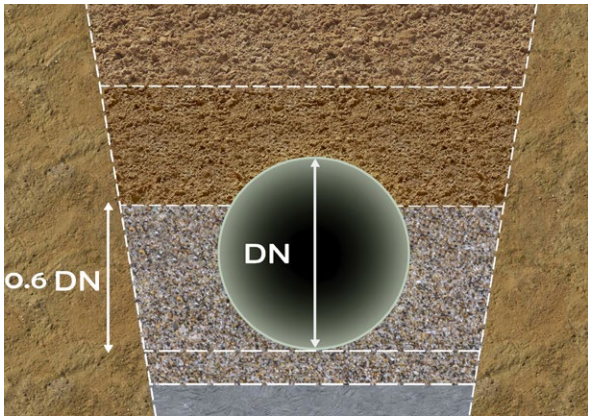


39. ábra: 1. típusú beépítés

2. típusú beépítés

» A visszatöltést a cső átmérőjének 60%-áig a megadott visszatöltő anyaggal végezték, és az anyagot az előírt relatív tömörítési szintre tömörítették (40. ábra)
» A visszatöltést a cső átmérőjének 60%-ától 300 mm-rel a cső koronája fölötti szintig az 1,4 MPa minimális talajmodulus eléréséhez szükséges relatív tömörítéssel végezték.

Megjegyzés: a 2. típusú beépítés nem alkalmazható kis átmérőjű csöveknél, nagy forgalmi terhelésnél, mocsaras területeken, illetve ha a talaj rossz minőségű vagy nem megfelelő.



40. ábra: 2. típusú beépítés

A helyszíni viszonyoktól függően alternatív beépítés is lehetséges, például szélesebb árkokkal vagy szádfalazással. Más elemek, például talajstabilizálás, geotextil stb. használatával kapcsolatban forduljon a ROREX műszaki osztályához.

A ROREX ÜPE csövei különböző körülmények között beépíthetők, ideértve a föld feletti alkalmazásokat, vízi környezetet, árok nélküli alkalmazásokat vagy lejtőn történő fektetést is. Ezekhez az alkalmazásokhoz specifikus kiindulási tervet kell készíteni, és gondosabban kell eljárni, mint a betemetett csövek fektetésénél. További információkat a ROREX műszaki osztályától kérhet.

13.4 Különleges szempontok

» **16 bart meghaladó nyomás esetén** mélyebb betemetésre lehet szükség, hogy a cső ne tudjon felemelkedni és mozogni. A DN 300 mm-nél nagyobb névleges átmérőjű csöveknél a minimális betemetési mélység 1,2 m. Kis átmérőjű csöveknél a minimális betemetési mélység 0,8 m.

» Ha **magas a talajvíz szintje,** az átmérő legalább 0,75-szeresének kell lennie a földborításnak (minimális száraz térfogatsúly 1900 kg/m^3) ahhoz, hogy a bemerített üres cső ne úszon fel. Alternatívaként a csőrendszert rögzíteni lehet a talajba. Rögzítés javaslata esetén a rögzítőpántoknak legalább 25 mm széles lapos anyagból kell lennie, és legfeljebb 4 m-re lehetnek egymástól. A rögzítésre és a rögzítésnél alkalmazandó minimális takarási mélységre vonatkozó információkat a ROREX műszaki osztályától kérheti.

13.5 A beépített csövek elhajlása

Max. kezdeti elhajlás	**DN < 300**	2.5%	**DN ≥ 300**	3.0%
Max. hosszú távú elhajlás	**DN < 300**	4,0%	**DN ≥ 300**	5,0%

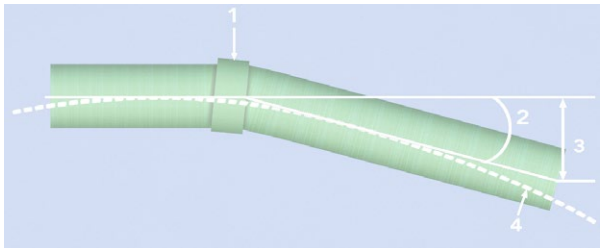
A diametrikus elhajlás jellemzően függőleges. A fent bemutatott értékek minden merevségi osztályra vonatkoznak. A cső fala nem dudorodhat ki, nem lehetnek rajta lapos területek vagy a csőfal görbületének más hirtelen változásai. Ha a csöveket nem a megadott határértékeket betartva építik be, a teljesítményük elmaradhat a kívánttól.

13.6 A kötések elhajlási szöge

A csatlakozóelemeket az EN 1119, ASTM D 4161 és ISO 8639 szabvány szerint széles körűen teszteljük és minősítjük. A csöveket egyenes vonalban lehet egymáshoz illeszteni, azonban olyan esetekben, amikor ez nem lehetséges, szögelhajlás jelentkezik (41. és 42. ábra, 61. oldal). Az egyes csatlakozóelemek illesztésének maximális elhajlási szöge (a szomszédos cső középvonalához képest mérve) nem haladhatja meg a 61. oldal 22. táblázatában található értékeket.



40. ábra: Szögelhajlással illesztett csövek



*42. ábra: A csatlakozóelem szögelhajlása.
1: csatlakozóelem, 2: elhajlási szög,
3: eltolás, 4: a görbület sugara*

22. táblázat: Max. megengedett elhajlási szög, max. eltolás és a görbület maximális megengedett sugara a cső névleges átmérője és hosszúsága függvényében

DN (mm)	Max. elhajlási szög (°)	Max. eltolás (mm)			A görbület max. sugara (m)		
		A cső hosszúsága (m)			A cső hosszúsága (m)		
		3	6	12	3	6	12
DN ≤ 500	3	157	314	628	57	115	229
500 < DN ≤ 900	2	107	209	419	86	172	344
900 < DN ≤ 1800	1	52	105	209	172	344	688
DN > 1800	0.5	26	52	78	344	688	1376

Ha az ÜPE csövekből kiépített rendszert 16 barnál nagyobb nyomáson fogják üzemeltetni, az illesztés megengedett elhajlási szögét a 23. táblázatban felsorolt értékekre kell csökkenteni.

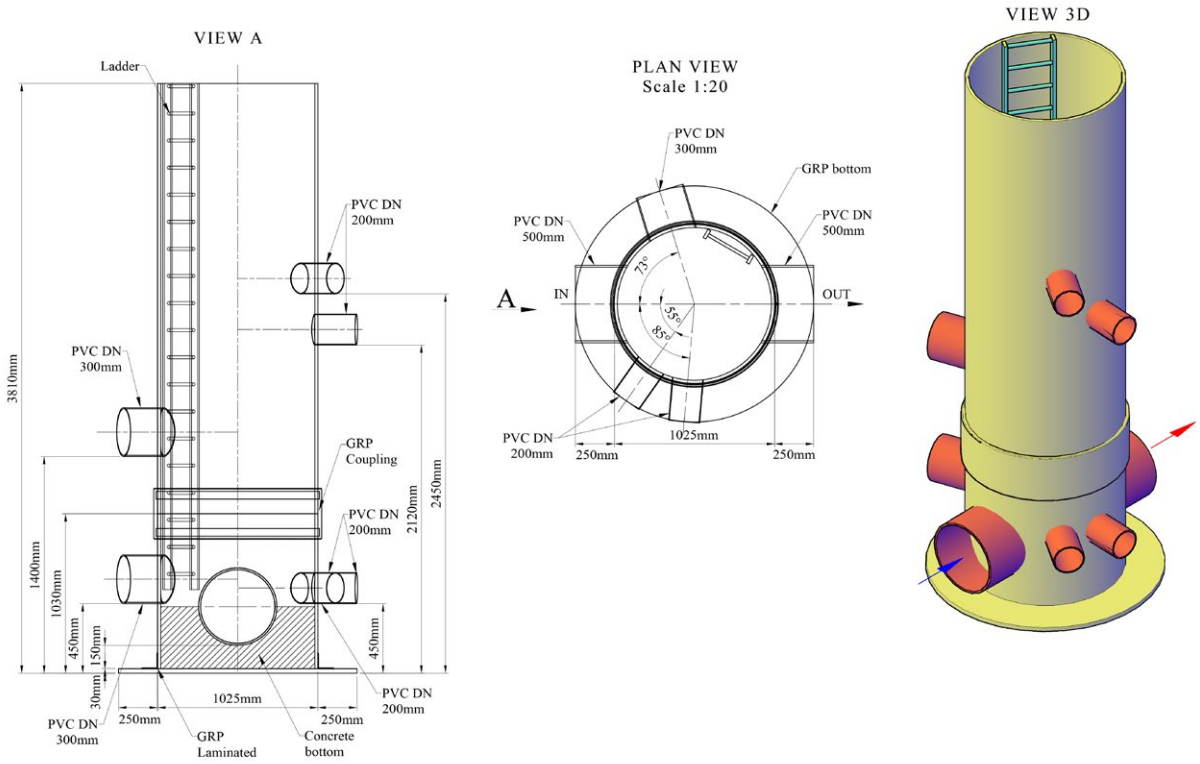
23. táblázat: Max. megengedett elhajlási szög a cső névleges átmérője és a csőrendszer üzemi nyomása függvényében

DN (mm)	Max. elhajlási szög (°)		
Nyomás (bar)	20	25	32
DN ≤ 500	2.5	2.0	1.5
500 < DN ≤ 900	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	0.8	0.5	0.5

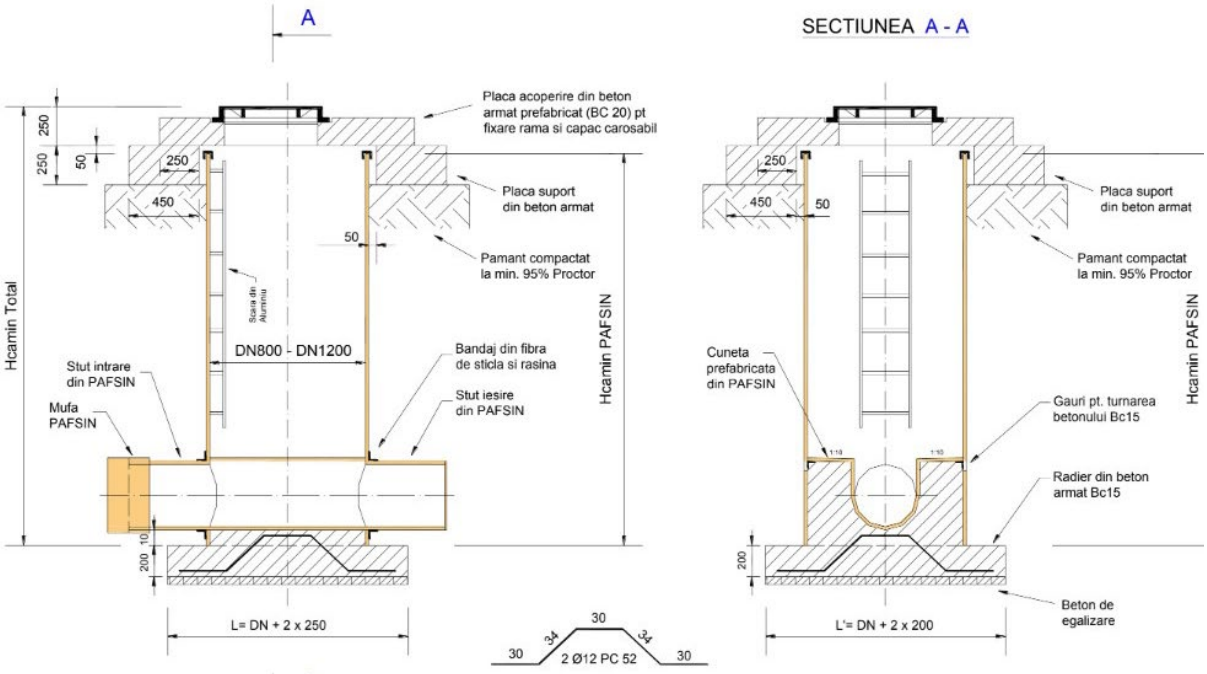
14. Különleges ÜPE termékek

A csövek és szerelvények mellett a ROREX számos különleges terméket gyárt üvegszállal erősített műanyagból, például:

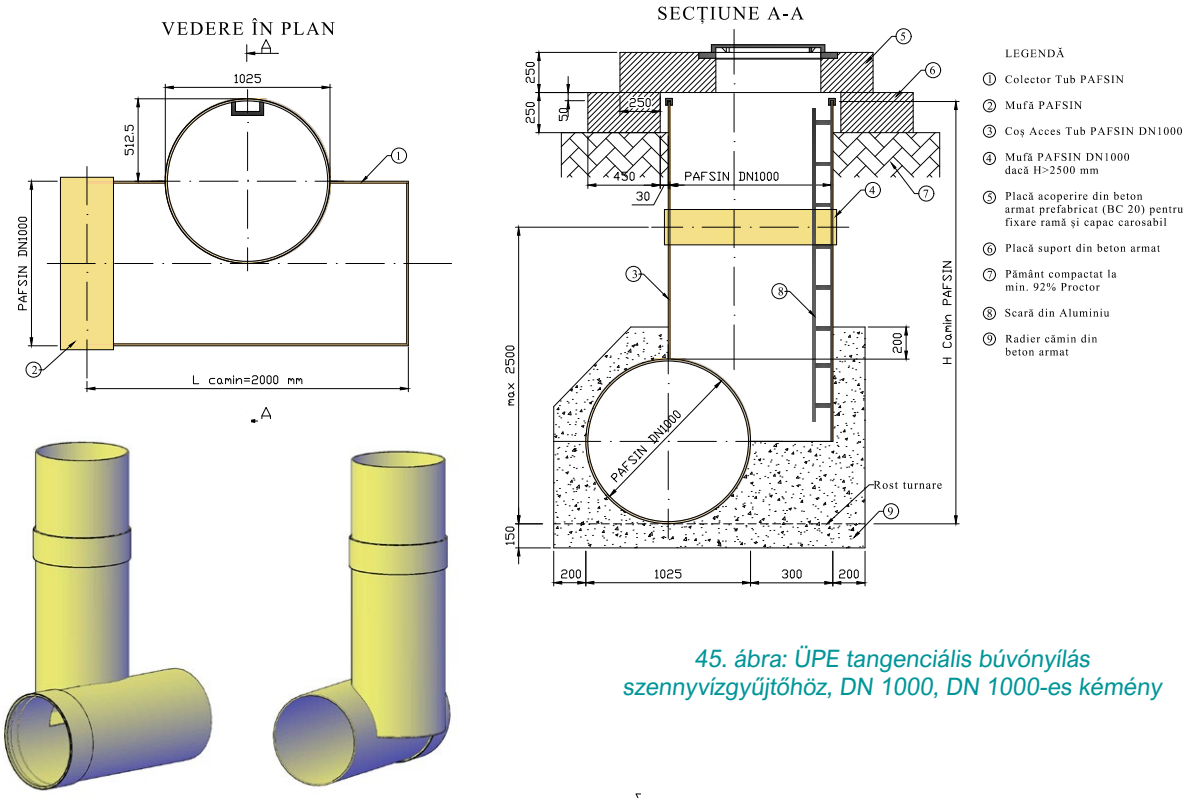
» búvónyílások szennyvízcsatornákhoz (43. és 44. ábra, 63. oldal és 45. ábra, 63. oldal)
» búvónyílások szennyvízszivattyúzó telepekhez (46. ábra, 64. oldal és 47. ábra, 64. oldal)
» esővízgyűjtő tartályok (48. ábra, 65. oldal)
» biológiai modulok (49. ábra, 65. oldal)



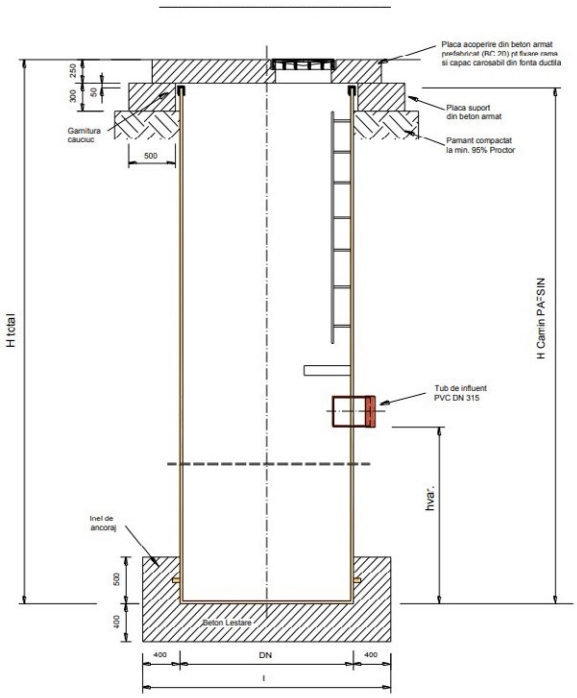
43. ábra: DN 1000-es búvónyílás



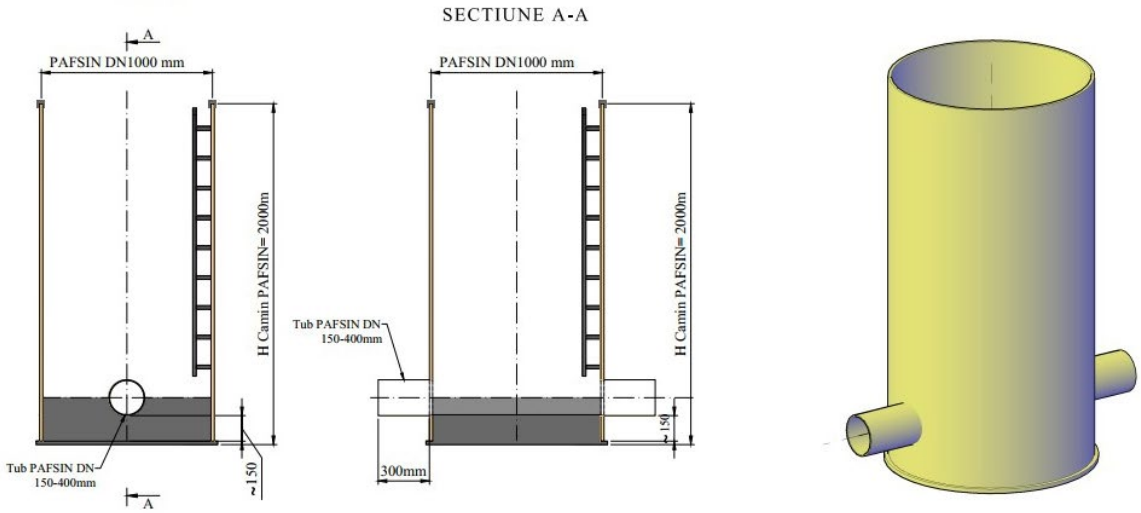
44. ábra: Egyenes búvónyílás



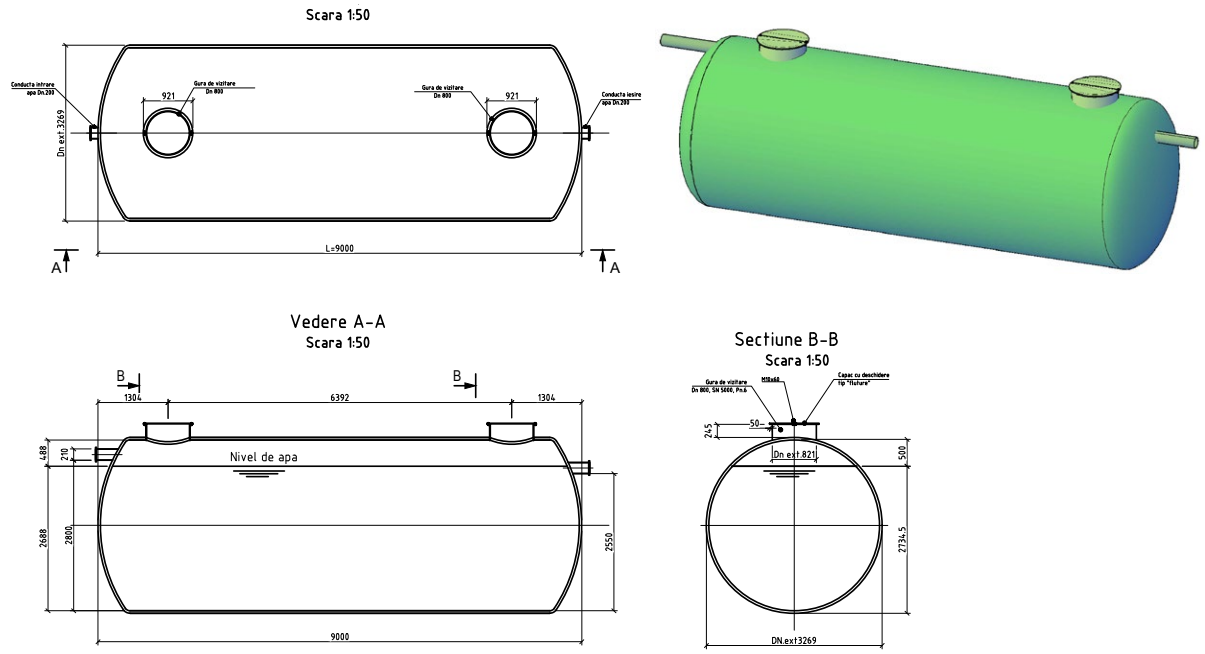
45. ábra: ÜPE tangenciális búvónyílás szennyvízgyűjtőhöz, DN 1000, DN 1000-es kémény



46. ábra: ÜPE búvónyílás szennyvízszivattyúzó telepekhez



47. ábra: Csővel egybeépített ÜPE búvónyílás



48. ábra: ÜPE esővízgyűjtő tartály



49. ábra: ÜPE biológiai modulok

A ROREX számos más, ÜPE csövek és más anyagokból készült egyéb részegységek összekapcsolásához használható terméket is szállít. Például:

» Homokkal szórt csatlakozóelemek (50. ábra)



50. ábra: Homokkal szórt csatlakozóelemek



DIN EN ISO 9001:2015

DIN EN ISO 14001:2015

DIN EN ISO 45001:2018



SR EN ISO 23856:2021





ROREX PIPE SRL

33 Aviației Street, Buftea City,
Ilfov County, Romania
Tel. no.: +40 723 277 877
Fax: +40 376 206 509
office@rorexpipe.com
www.rorexpipe.com