

# Újdonságok a nagy átmérőjű polietilén csövek kötéstechológiájában

Bernd Schuster és Thomas Leingruber cikke alapján  
Fordította Farkas Zoltán, FGF Kereskedelmi és Képviseleti Bt.

**A polietilén (PE) világszerte számos iparág közkedvelt alapanyaga. Míg korábban a gázipar volt az, amely komplett elosztóvezetékét PE anyagból építette ki, manapság a polietilén alkalmazása egyértelműen az ivóvízellátás és szennyvízelvezetés csővezetékrendszereiben vált közkedvetté.**

**T**ervezéskor az ivóvíz-nyomóvezetéküket a víznyerő területektől, a közbelső tározókon át, egészen a fogyasztókig jellemzően polietilén csővezetékre specifikálják. Az igény a nagyobb szállítókapacitásoknak is megfelelő PE csővezetékrendszerekre folyamatosan növekszik, s ezzel egyidejűleg a követelmény a megváltozott feltételek mellett nagyméretű csőcsatlakozások megbízható kialakítására is. Az egyik legújabb fejlesztés egy olyan hegesztett kötési eljárás, melyben az elektrofüziós karmantyút nyomópárnákkal körbefogva hegesztik le, ezzel hatékonyan megszüntetve valamennyi, a hegesztés minőségét kedvezőtlenül befolyásoló hatást, mely az ovalitásból, az eltérő tőréséből vagy a kivitelezés előre nem kalkulálható körülményeiből ered.

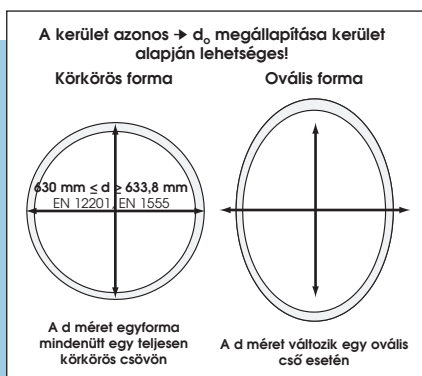
## ■ Nagy átmérőjű PE csövek tulajdonságai

Alapvetően a nagyméretű csövek ugyanazokkal a tulajdonságokkal rendelkeznek, mint kisebb átmérőjűek (**1. táblázat**), azonban kezelésük a kivitelezés alatt némileg változik. Egy d110 mm átmérőjű műanyag cső kedvező súlyával szemben egy szál d630 mm méretű cső mázsás súllyal bír.

A nagyméretű PE csövek mozgatásakor elkerülhetetlen egy kisebb daru vagy valamilyen más emelőberendezés használata. Az extrudersoron folyamatosan legyártott csövet szabványos hosszmeretűre darabolják a szállításhoz. Darabolást követően a PE csövek a hőmérséklet és a meglévő gyűrűfeszültség függvényében zsugorodnak, külső átmérőjük a vágás környezetében csökken. A jelenségre az átmérő növekedésével fokozottan figyelemmel kell lenni. Csövek darabolásakor a merőleges vágás kiemelt fontossággal bír. A merőlegestől eltérő vágás esetén ferdeségi fokként változik a cső hosszirányú mérete, ami a merőlegeshez képest méreteltérést okoz. Míg egy d110 mm-es cső esetén kb. 2 mm, addig egy d630 mm-es cső esetén bő 11 mm méretváltozást okoz csupán 1 fok vágási ferdeség, mely bár nem sok, mégis nehezen megvalósítható a kivitelezés helyszínen. Különösen keskeny fűrésszel való daraboláskor az is előfordulhat, hogy a vágási felület teljesen hullámos lesz.

Csőátmérő	d110 (SDR11)	d630 (SDR17)
Súly	3,1 kg/m	66,0 kg/m
Megengedhető csővégzsugorodás hossza (DVGW GW 335 A2)	11,0 mm	63,0 mm
Hosszmereteltérés nem merőleges vágás esetén ( $L_{max} - L_{min}$ )	1,9 mm ferdeségi fokként	11,0 mm ferdeségi fokként
Minimális külső átmérő (EN 1555 / 12201 szerint)	110,0 mm	630,0 mm
Maximális külső átmérő (EN 1555 / 12201 szerint)	110,7 mm	633,8 mm
Mérettűrés	+0,7 mm	+3,8 mm
Maximális ovalitás (EN 1555 / 12201 szerint)	2,2 mm (= 2%)	22,1 mm (= 3,5%)

**1. táblázat:** Elektrofüziós karmantyúk tulajdonságai d110 és d630 mm méretben



**1. ábra:** A körkörös és az ovalis forma összehasonlítása

A nagyméretű PE csövek átmérőjének meghatározása a cső kerületének mérése alapján történik. Ezzel a mérési módszerrel automatikusan a közepes átmérőméretet kapjuk meg, a csőovalitásától függetlenül. Ez a fajta átmérőmérés azon a tényen alapul, hogy egy ovális cső átmérője ugyanakkora, mint egy ideális körkörösé. (**1. ábra**)

Az európai szabványok szerint (1) egy cső legkisebb elfogadható külső átmérője megegyezik a cső névleges méretével. Egy d630 mm cső esetében a maximálisan megengedhető pozitív ráhagyás akár 3,8 mm is lehet, míg egy d110 mm-es esetén ez csupán 0,7 mm lehet.

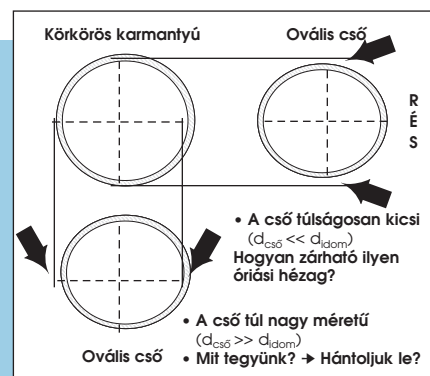
A méretek növekedésével a szabványok a csőgyártók részére egyre nagyobb ovalitást tesznek lehetővé. Egy 630 mm-es cső esetében a szabvány gyártás utáni állapotban akár 3,5%-os külső átmérőre veffített ovalitást tesz lehetővé, ami a körkörös formától  $\pm 11$  mm abszolút, vagyis a két oldalra veffítve összességében 22 mm eltérést engednek meg. A cső beépítéskor mérhető ovalitása a szállítás és raktározás következtében még ennél is nagyobb lehet. Ennek számos oka lehet:

- A csövek helytelen tárolása, pl. piramis alakban, távtartó lécek alkalmazása
  - Gyűrűszilárdság lecsökkenése vékony csőfalvastagság miatt
  - A hosszú tárolási idő alatt a cső önsúlyától deformálódhat
- Főként a hatalmas ovalítások okoznak nehézségeket nagyméretű PE csövek fektetésekor.

## ■ Nagy átmérőjű csövek és elektrofüziós idomok kapcsolódási lehetőségei

A karmantyúk gyártása ebben a mérettartományban kizárólag forgácsolással lehetséges. Ebből kifolyólag a karmantyúk közel körkörösnek tekinthetők, csak kismértékű ovalitás tapasztalható beépítéskor. Nagy átmérőjű csövek ezzel szemben nagymértékű átmérőeltérést mutatnak a különböző mérési tengelyek mentén, aminek a legfőbb oka az ovalitás.

Ennek eredményeképpen olyan felületek, tartományok (**2. ábra**)



**2. ábra:** Nagy átmérőjű csövek és elektrofüziós idomok kapcsolódási lehetőségei



**3. ábra:** PE cső körkörösítése nyomópárna segítségével

**4. ábra:** Elektrofúziós karmantyú hegesztés alatti állapota: a hézagzárást a nyomópárna végzi



**5. ábra:** A nyomópárnaszett

**6. ábra:** Elgef Plus d560 és 630 karmantyú optimalizált kialakítása



alakulnak ki, melyekben a cső külső átmérője nagyobb, mint a karmantyú belső átmérője – összeszerelésük így szinte lehetetlen. Más keresztmetszetekben a helyzet pont fordított: a cső és a karmantyú felületei között hatalmas hézag jön létre. Ahhoz, hogy az ehhez hasonló helyzeteket, amikor az méreteltérések egymást erősítik biztonsággal kezelni lehessen, egy speciális PE csőkötő elem és kapcsolódó technológia kifejlesztése vált szükségessé.

#### ■ Az új fűtőszálas karmantyúval szembeni követelmények

Az új kötőelem tompa hegesztéssel készült hálózatokkal teljesen kompatibilis és kompromisszumok nélkül alkalmazható legyen, a két technológia ideálisan egészítse ki egymást. A karmantyú fő alkalmazási területe kisebb volumenű munkák, illetve a tompán hegesztett PE rendszerek végpontjainak kötési kialakítása. Ilyen jellegű beépítésnek számít a tolózárnaknak szerelvényezése, vagy az is, amikor egy előre műhelyben kialakított speciális idomot a legszűkebb munkakörülmények között kell a helyszínen beépíteni, vagy tartályokra való csatlakozások, minden olyan eset, amikor a tompa hegesztés nem lehetséges.

Ezek alapján a következő konkrét alapkövetelmények adódnak:

- A gyakorlatban előforduló esetekben is könnyedén előszerelhető, jól alkalmazható kötőelem legyen
- A legszűkebb helyszíni körülmények között (max. 40 cm szabad hely a cső körül) is jól alkalmazható legyen
- Valamennyi, a kötéshez szükséges szerszám manuálisan mozgatható legyen
- Ugyanazzal a hegesztőgéppel és generátorral hegeszthető legyen, mint az ELGEF Plus idomcsalád többi eleme
- A tökéletes kötés érdekében a jelenleg nagyméretű PE vezetékeknél használatos fűtőszálas hegesztéstechnológia gyenge pontjainak és a fejlesztési lehetőségek feltárása, és olyan megoldás kidolgozása, mely a gyakorlatban a hegesztett kötések jóságát helyezi előtérbe
- A kivitelezés gyakran mostoha körülményeinél is alkalmazható legyen, azonos technológiai felszereltség mellett
- Az SDR 11–SDR 33 csőosztályokkal alkalmazható legyen, mind PE80, mind PE100 alapanyagokkal kompatibilis legyen, –10 és +45 °C között.
- Megfeleljen a nemzetközi előírásokban rögzített vizsgálati és piacra kerülési feltételeknek (2)

#### ■ A követelményeknek megfelelni – új kötéstechnológiát kidolgozni

A rendkívül költséges fejlesztési munka eredménye az a szabadalmaztatott módszer, amely során a nagyméretű elektrofúziós karmantyúkat úgy hegesztik le, hogy közben nyomópárnák segítségével zárják a cső és idom közötti réseket, és biztosítják a PE hegesztéshez szükséges nyomást. A folyamat két alapvető lépésből áll:

- Cső körkörösítése nyomópárnák segítségével (**3. ábra**)
- Felület előkészítése és hegesztés lefolytatása (**4. ábra**)

#### ■ A nyomópárnaszett – felépítése és egységei

Az új kötéstechnológia központi eleme a nyomópárnaszett,

amely egyrészt használható a csövek körkörösítésekor, illetve aktív megerősítést biztosít a hegesztési ciklus alatt.

A biztonságos működésért a szett két fő egysége, a nyomópárnák (3 db) és a robusztus hevederpánt felelnek. A nyomópárnák esetében három darab flexibilis, összefűzhető vulkanizált gumi-párnára kell gondolni, melyet lerögzített állapotban levegővel akár 10 bar nyomásra is felfújhatunk. A nagy felfekvőfelületnek köszönhetően a párna 1 bar nyomásonként mintegy 15 000 N (1,5 t) kifejtésre képes.

A rögzítőpánt segítségével történik a párnák lefogatása, a csőre vagy az idomra, olyan módon, hogy a párnák alapesetben is szorosan rásimulnak a felületükre. A hevederszett három speciálisan összedolgozott hevederből épül fel, mely így egyenes szorítóerőt képes leadni a párnák teljes felületén.

A további kiegészítő elemei a szettnek a pneumatikacsövek, nyomásszabályzó és mérőarmatúra, és a különböző színű, hosszúságú előszerelésre, illetve távtartó funkciót ellátó hevederek. Ezekre azért van szükség, hogy a nyomópárnák abszolút szimmetrikusan helyezkedjenek el a felhasználás alatt. A párnaszett egy nagyméretű kofferben (**5. ábra**) kapott helyet.

#### ■ Az ELGEF Plus elektrofúziós karmantyúk d560 mm és d630 mm méretben

Az „aktív megerősítés”, amely a hegesztési nyomás létrehozása mellett a felületek megfelelő illesztéséről is gondoskodik, az alapja azoknak a különleges tulajdonságoknak, amire a +GF+ karmantyúk képesek (**6. ábra**). Ezt az elvet már régóta alkalmazza a +GF+ nagyobb méretű karmantyúinál (d355 mm–d500 mm), olyan módon, hogy egy külső PE gyűrűt előfeszítve húznak a belső, fűtőszállal ellátott gyűrűre. A d560 mm és a d630 mm karmantyúknál az aktív megerősítést nem PE gyűrű segítségével érik el, hanem egy univerzálisan alkalmazható nyomópárnaszettel.

Ennek az eljárásnak köszönhetően összességében javult a hegesztési varrat minősége. A d560 mm és a d630 mm karmantyúk nagy belső átmérővel rendelkezhetnek, ami rendkívül megkönnyíti szerelésüket, és emellett biztosítják a hézagzárást, vagyis a szükséges hegesztési nyomás felépülését.

Korábban már felhívtuk a figyelmet a merőleges darabolás fontosságára, valamint utaltunk a csővégzsugorodás kialakulásának okaira. Bizonyos körülmények között ezek következménye lehet, hogy a középső zóna mellett megolvadt PE ömledék türemkedik ki a hegesztés alatt, ami a folyamat megszakadásához vagy rossz minőségű kötéshez vezet. Annak érdekében, hogy e negatív hatásokat kiküszöböljük, az új karmantyúk extraméretű beillesztési hosszal, valamint megnövelt központi hidegzónával rendelkeznek. A gyakorlati tapasztalatokat felhasználva, az idom jóságszélő és csatlakozási pontjai süllyesztve vannak a felülethez képest, hogy ne sérüljenek szerelés közben. A nyomópárnák pontos helyét jól látható barázda jelzi.

#### ■ Körkörösítés nyomópárnák segítségével

Nagy átmérőjű PE csövek gyakran oly mértékben oválisak, hogy az kialakult méreteltérés speciális szerszámok alkalmazása nélkül nem is kompenzálható. Korábban az ovalításokat nagyméretű

tű, meglehetősen drága hidraulikus körkörösítővel hozták helyre. Ez a megoldás hatásosságát és szélesebb körű alkalmazhatóságát tekintve kevésbé előnyös; a szerszámot csak nagyon speciális esetekben lehet kihasználni, amikor szükség van rá, általában pont nincs a közelben.

A nagyméretű karmantyúkkal való hegesztésnek az első lépése az ovális cső körkörösítése, hogy a felület-előkészítés (rotációs hántolás), illetve a szerelés minél könnyebb legyen. Ehhez meg kell mérni a vágás keresztmetszetében a maximális átmérő helyét (**7. ábra**). A méréshez bármilyen mérőpálca vagy mérőszalag használható. Érdemes a mérést 6-8 helyen elvégezni, és a csővégen jelölni a maximális és minimális átmérő helyét és értékét. (Ezek általában egymásra merőlegesen helyezkednek el.) A két párnát egymással szembe, a csővégtől 30 cm-re szereljük a legnagyobb átmérő helyén, központosan, és a hevedert jól meghúzzuk. A pneumatikus szabályzóseleppel segítségével levegőt juttatunk a párnákba, és addig növeljük a nyomást, amíg a kiválasztott két tengelyen azonos átmérőméretet mérünk. A pneumatikus nyomópárnák segítségével az ovalitást könnyen helyrehozható, különösebb erő kifejtése nélkül is.

A cső hegesztendő felületének gyors és tökéletes előkészítéséhez, az oxidréteg eltávolításához rotációs szerszámot alkalmazunk (**8. ábra**). Ez a hántolási megoldás képes egyenletes, alapos hántolásra. A kézi kaparóval történő hántolást a +GF+ tapasztalataira jogosan hivatkozva nem ajánlja, mert nem biztosítható az egyenletes hántolási hossz és mélység. A nagy átmérőknél különös fontossággal bír a felület-előkészítés minősége, ezért a lehető legalaposabban kell eljárni ezen műveleteknél, ami csak rotációs hántolóval lehetséges. A kézi kaparók továbbra is jó szolgálatot tesznek leélezéskor, sarokletöréskor, azonban nagy felületek nem hántolhatók meg vele reprodukálható módon.

Hántolás és tisztítás után jelölni kell a beillesztési hosszt három helyen, majd az idom a csőre csúsztatható. Ezután eltávolítható a körkörösítéshez felhelyezett két párna is.

#### ■ Karmantyú hegesztése nyomópárnák segítségével

Az aktív megerősítés révén az ELGEF Plus elektrofitting karmantyú hézagzáró képessége a lehető legjobb. (Hézagzáráson azt értjük, hogy a karmantyú és a cső közötti gyűrű alakú részt milyen mértékben tudja a karmantyú olvadt PE anyaggal kitölteni.) E tulajdonságainak köszönhetően az ELGEF Plus d560 mm és a d630 mm karmantyúkat akár a csővégek többszöri hántolása után is nyugodtan fel lehet szerelni, nem áll fenn annak a veszélye, hogy kitöltetlen rész vagy zárvány marad a kötési zónában.

Ha az idom megfelelő helyen központosan van, és mindhárom nyomópárnát szimmetrikusan, a speciális állítóhevederek segítségével felhelyeztük a karmantyú köré az első hegesztési oldalra, melynek helyét a körbefutó hornyok is jelzik (**9. ábra**), úgy megszoríthatjuk a feszítőhevedereket. A környezeti hőmérséklet, az SDR érték, valamint az átmérő alapján a megadott táblázatból kiválasztjuk a megfelelő nyomást, kb. 3-5 bar, és erre a nyomásra fújuk a párnát. Ezen a ponton elindítható a karmantyú első oldalának hegesztési folyamata. A hegesztési ciklus végét

követően legalább 20 perc hűlési időt ki kell várni, mielőtt a párnákat áthelyezzük a karmantyú második hegesztési zónája fölé.

A hegesztés teljes folyamata alatt a hevederrel körbevett párna hatalmas erővel nyomja a karmantyút a csőfelületre. Végeselem módszerrel is igazolták, hogy annak ellenére, hogy a karmantyút nem veszi körbe teljesen nyomópárná, a teljes karmantyúfelületen elegendő nyomás ébred a cső és az idom között a megfelelő hegesztés létrejöttéhez. Ez a külsőleg létrehozott nyomás az aktív megerősítés titka. A karmantyún végrehajtott módosítások, úgy mint a nagyobb belső átmérő – mely a könnyű előszerelést teszi lehetővé –, az összes járatos SDR csőosztállyal való kompatibilitás a teljes -10 és +45 °C közötti hőmérséklet-tartományban (**10. ábra**), valamint az ovalitástól független jó minőségű kötés csak úgy jutnak érvényre, ha a nyomópárnát alkalmazzuk.

#### ■ Összefoglalás és következtetés

Az újonnan kidolgozott és szabadalmaztatott kötésteknológiával a +GF+ célirányosan és teljes körűen feltérképezte a nagyméretű elektrofitting karmantyúk viselkedését, kivitelezésének körülményeit nagyméretű PE csövek kötéseinél.

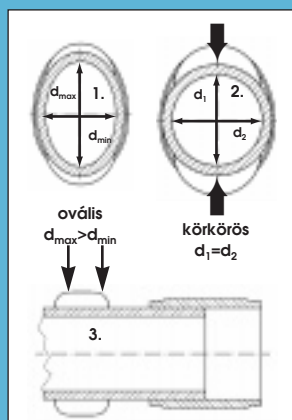
Az új kötésteknológia alapelve a következő: „A cél az összehangolás és nem a kiegyenlítés”.

Ebben az elvben a világszerte jól bevált és elfogadásnak örvendő tompahegesztés alapgondolata is érezhető. Ezzel a kötési folyamat jelenlegi formájában két nagyon fontos tényező vált együttesen lehetségessé: az egyszerű előszerelhetőség és a kötésbiztonság.

A d560 mm és d630 mm méretű ELGEF Plus elektrofitting karmantyúk beépítése kizárólag a nyomópárnaszett alkalmazásával lehetséges. A nyomópárnák kettős felhasználási módja révén mind körkörösítésre, mind hegesztés alatti nyomás létrehozására alkalmazhatók, és ezzel mindig biztosított, hogy a kivitelezés helyszínén az ovális csövek kezelésére való valamennyi szükséges szerszám rendelkezésre áll. A teljes csomaghoz még hozzátartozik a mérettartománynak megfelelő RTC 710 rotációs hántolószerszám is, amellyel a cső felületén képződő oxidréteg reprodukálható módon, gyorsan és egyenletesen választható le a hegesztési varrat előkészítésekor. A komplett szerszámcsomag már hazánkban is elérhető az FGF Bt. által kölcsönzésre szánt, a technológia helyes kivitelezését szolgáló szerszámokkal, gépekkel együtt bérleti konstrukcióban. Nagy átmérőjű elektrofitting idomokkal dolgozó kivitelezők szakembereinek részére ideális esetben, a létesítendő kötések jó minőségének érdekében, célszerű egy a gyártól vagy egyéb más elismert intézmény által szervezett gyakorlati oktatáson is részt venniük, ahol megfelelő ismeretekre és rutinra tehetnek szert.

#### ■ Felhasznált irodalom

- (1) EN 1555 és EN 12201
- (2) ISO 11413, ISO 13954, ISO 13955, EN 1555 és EN 12201



**7. ábra:** PE csövek körkörösítése



**8. ábra:** RTC 710 rotációs hántolószerszám



**9. ábra:** Nyomópárna illesztése a megfelelő helyre



**10. ábra:** ELGEF Plus karmantyú működésének helyszíni tesztje sarkkörti körülmények között