

Farkas Balázs Árpád

Neptun kód 

Nappali építőmérnök BSc / település- és infrastruktúra szakirány

Kitakarás nélküli közmű rekonstrukciók vizsgálata

Tanulmány

Szakdolgozat

Belső konzulens: Dima András

ny. főiskolai docens

Külső konzulens: Habarics Attila

Termelési osztályvezető, BONEX Kft.

Budapest, 2015

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. A talaj és a cső kölcsönhatása	5
3. Alkalmazott technológiák csoportosítása	13
4. Kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák	15
4.1 Béleléses eljárások	15
4.1.1 Bélelés különálló csövekkel („ÜPE technológia”)	15
4.1.1.1 Alkalmazási terület.....	15
4.1.1.2 Beépítésre kerülő anyagok	15
4.1.1.3 Technológia részletes ismertetése	18
4.1.1.4 ÜPE csatornacsövek szállítása.....	21
4.1.1.5 ÜPE csatornacsövek rakodása, tárolása	22
4.1.1.6 A technológia szükséges eszközei.....	22
4.1.1.7 ÜPE technológia alkalmával betartandó munkavédelmi követelmények.....	23
4.1.2 Bélelés szorosan illeszkedő csövekkel	24
4.1.2.1 DynTec eljárás	24
4.1.2.2 Bélelés Compact-Pipe technológiával....	26
4.1.3 Bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel	35
4.1.3.1 Alkalmazási terület.....	35
4.1.3.2 Műszaki leírás.....	35
4.1.3.3 Kivitelezési folyamat	35
4.1.4 Bélelés beépített tömlővel	36
4.1.4.1 Alkalmazási terület.....	36
4.1.4.2 Anyagszerkezet	36
4.1.4.3 Felújítás menete.....	38
4.2 Kitakarás nélküli csere	40
4.2.1 Csőroppantás	40

5. Kitakarás nélküli közmű rekonstrukció bemutatása konkrét feladat alapján	43
6. Közmű rekonstrukciók összehasonlítása hagyományos és kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák esetén	51
7. Kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák eredményeinek értékelése	53
8. Felhasznált források, hivatkozások	58

1.Bevezetés

Közműhálózataink megfelelő állapotának fenntartása sok esetben komoly problémát jelent és meghibásodások - az állapot folyamatos romlásának eredményeképp - egyre több helyen jelentkeznek, okozva üzemzavarokat és fenntarthatósági gondokat. Fővárosi szinten a vízi-közművezetékeink 70-80%-a szorul állapotjavításra, ám ezen beavatkozások meglehetősen költségesek.

Éppen ezért, ha felújításra kerül sor, célszerű minden esetben a leginkább költséghatékony megoldás alkalmazása mellett dönteni.

A hagyományos közműjavítási eljárások amellet, hogy időigényesek, jelentős forgalomzavarással járnak.

Az utóbbi időben hazánkban is elterjedtek a különböző kitakarás nélküli közmű rekonstrukciós technológiák, amelyek szemben a hagyományos eljárásokkal, a talaj jelentősebb kitermelése nélkül nyújtanak hosszú távú megoldást.

Az ún. „NO-DIG” felújítások közös sajátossága, hogy helyes kivitelezés esetén egyenértékűnek fogadhatók el a hagyományos építési móddal. Ugyanakkor számos előnnyel bírnak a hagyományos rehabilitációs munkákkal szemben.

Jelen tanulmányomban ezen technológiai eljárások kerülnek bemutatásra, kiértékelésre és összehasonlításra a hagyományos felújítási móddal.

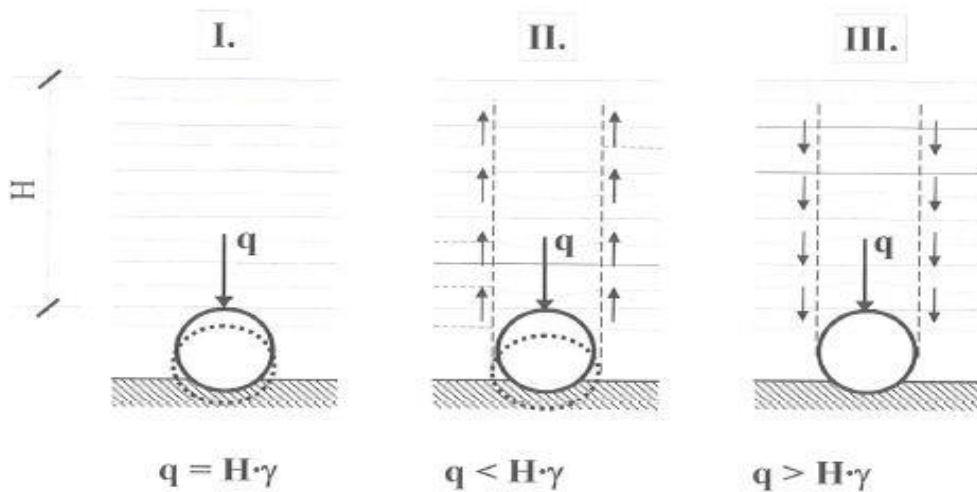
Tanulmányom zárásaképp pedig egy konkrét feladat alapján mutatok be egy felújítási módot.

Azonban mielőtt a különböző kitakarás nélküli technológiákra rátérnénk, vizsgáljuk meg a talajok és a bennük fektetett csövek kölcsönhatását.

2. A talaj és a cső kölcsönhatása

Minden számítási eljárásban alapvető jelentősége van a csövet körülvevő talajnak – az ágyazatnak – elsősorban a csőzóna térségében. A hagyományos csőanyagok esetében az ágyazat tömörsége a függőleges földteher nagyságát befolyásolja. A könnyű, rugalmas, műanyag csövek esetében az ágyazat tömörsége a cső teherviselő képességét is meghatározza. Ez a körülmény, jelentős különbözőségek forrása a merev és rugalmas csövek erőteni számításában.

A kölcsönhatás elméleti és gyakorlati ismerete három alapesetet különböztet meg:



2.1 Talaj és a cső kölcsönhatásainak három alapesete

I. eset	II. eset	III. eset
Elméleti eset, amikor a cső és a felette levő talaj alakváltozásai megegyeznek.	A csővezeték jobban süllyed, mint a felette levő talaj, ezért a földterhelés a talaj függőleges súrlódása miatt csökken. Boltozati hatás alakul ki (silóhatás). Vagy a csőnek kell nagyon hajlékonynak lennie vagy a talajnak túl lazának.	Ekkor a cső merev, csak kicsiny deformációkra képes, a mellette levő földtömeg pedig vagy tömörödik vagy süllyed. A cső tehát merevebb, mint a környezete, ezért többletterhelést kap, negatív boltozati hatás lép fel.

Azt, hogy a cső melyik fentebb bemutatott modell szerint viselkedik Voellmy számszerűsítette. Voellmy a teherviselő rendszer – a cső és talaj – alakváltozását viszonyította egymáshoz.

I. eset: $\delta_{cső} = \delta_{talaj}$	II. eset: $\delta_{cső} > \delta_{talaj}$	III. eset: $\delta_{cső} < \delta_{talaj}$
--	---	--

A cső alakváltozása a szilárdságtanból ismert egyenlet segítségével írható fel:

$$\delta_{cső} = \frac{Q \times r_k^3}{12 \times E_{cs} \times I}$$

ahol:

- Q: összes függőleges terhelés
- r_k : cső középsugara
- I : a csőfal keresztmetszetének inerciája: $\frac{e^3}{12}$, ahol „e” a csőfal vastagsága

A cső körül lévő talajhenger alakváltozása ugyancsak a szilárdságtanból:

$$\delta_{talaj} = \frac{Q}{E_{talaj}}$$

ahol:

- E_{talaj} : a talaj összenyomhatósági modulusa

A kölcsönhatás (n) a fenti alakváltozási egyenlet hányadosaként írható fel:

$$n = \frac{E_{talaj}}{E_{cső}} \times \left(\frac{rk}{e} \right)^3$$

ahol:

- n: a rendszermerevségi mutatószám
- E_{talaj} : a talaj összenyomhatósági modulusa
- $E_{cső}$: a cső rugalmassági modulusa
- e: a cső falvastagsága

- r_k : a cső középsugara

A fenti összefüggés természetesen kizárólag kör keresztmetszetű, tömör és homogén falú, egyenletes falvastagságú csövek esetén alkalmazható!

A rendszermerevségi mutatószám (n) – amely egy dimenzió nélküli szám – fentiek szerint meghatározott értéke alapján Voellmy az alábbi kategóriákat határozta meg:

$n = 1$	$n > 1$	$n < 1$
A gyakorlati előfordulás lehetőségét Voellmy is csak teoretikus kategóriának valószínűsítette.	A cső a talajhoz képest jobban összenyomódik (deformálódik) tehát, a talajhoz képest rugalmasan viselkedik.	A talaj összenyomódása meghaladja a cső alakváltozásának mértékét, tehát a cső a talajhoz képest merev testként jellemezhető.

A vékonyfalú acélcsövek, majd a műanyag csövek fordította a kutatók figyelmét a rugalmas számítási eljárásokra. Voellmy a képlet módosítását a rugalmas csövek elterjedése, a rugalmas – elsősorban műanyag – csövek jellemzésére szolgáló külső átmérő (D) bevezetése és az alakváltozási elméletek fejlődése indokolta.

Az első változás lényegében az eredeti Voellmy képlet reciprokának az alkalmazása volt, amely által a rugalmas cső kategória az $n < 1$ halmazba esett. A reciprok képletbe a

cső középsugarát az átmérővel ($r_k = \frac{D-e}{2}$) kifejezve az alábbi alakot kapjuk:

$$n = \frac{E_{cső}}{E_{talaj}} \times \left(\frac{e}{r_k} \right)^3 = \frac{E_{cső}}{E_{talaj}} \times \left(\frac{e}{\frac{D-e}{2}} \right)^3 = \frac{E_{cső}}{E_{talaj}} \times \left(\frac{2e}{D-e} \right)^3$$

További módosítások révén jött létre az a végső alak, amely leginkább használatos a méretezési gyakorlatban. Ez az átalakítás az egyenlet mindkét oldalát érintette, így megváltoztatva a határszámot is.

Így a jelenleg leggyakrabban alkalmazott Voellmy képlet az alábbi alakot veszi fel:

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{E_{cső}}{E_{talaj}} \times \left(\frac{e_n}{d_n - e_n} \right)^3$$

ahol:

- „D” helyett „ d_n ”-nel jelöljük a külső csőátmérőt – amely névleges méretét a „DN” külső átmérőre kell vonatkoztatni.
- A falvastagság jelölésére az „e” helyett az „ e_n ” használata javasolt, amely a csőszabványokban alkalmazott jelölések alapján a névleges falvastagságot jelöli. *(Megjegyezzük, hogy a hőre lágyuló műanyag csöveknél a vonatkozó termékszabványok különböző falvastagságokat – minimális és maximális – jelölnek és adnak meg. A számításokban az e_{min} érték használatát javasoljuk, amely gyakorlatilag megegyezik az e_n névleges mérettel!)*

A módosított képlethez rendelt kritériumok:

$n \approx 0,083$	$n < 0,083$	$n > 0,083$
az átmeneti kategória	a cső rugalmas a környező talajhoz képest	a cső merev a környező talajhoz képest

A cső- és a talaj kölcsönhatását, a Voellmy-képlet által meghatározható rendszermerevséget, az alábbi tényezők befolyásolják:

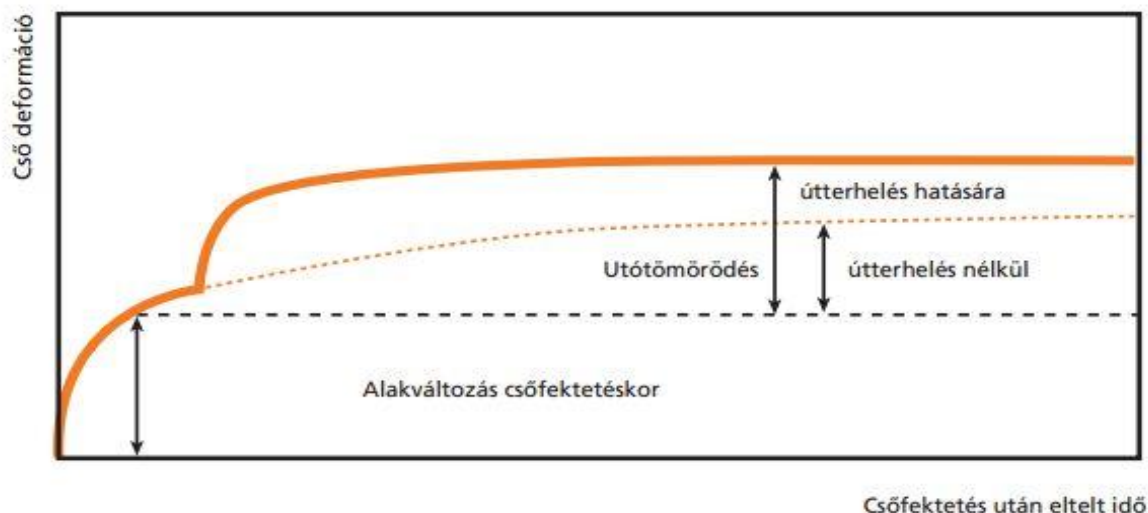
- a talaj – csőágyazat és környező talaj – összenyomódási modulusa,
- a cső rugalmassági modulusa és
- a cső geometriai paraméterei.

Minden csővezeték nyomvonalon – a csőzónában és a munkaárok visszatöltésben a cső feltételezett 50 éves élettartama alatt jelentős után tömörödés következik be.

Ennek mértékét:

- a cső, fektetési mélysége,
- a talajvíz szintjének változásai,
- a felszíni közúti forgalom és
- a fektetéskor készült tömörítés mértéke befolyásolja.

Az alábbi diagram azon mérések eredményeit szemlélteti, melyekkel az útteher hatását mutatták ki a gyakorlatban. A görbékből látszik, hogy az útteher (megfelelő minőségű ágyazás esetén) a földteherhez hasonló módon leépül.



2.2 Az útteher hatása a csővezetékre nézve

A hagyományos csőanyagok - acél, öntöttvas, beton, kőagyag – rugalmassági modulusa időben állandónak tekinthető és a Hooke-törvény szerint értelmezhető. Ezen csőanyagoknál a viszonylag nagy feszültségek mellett kis alakváltozások – megnyúlások – a jellemzőek. Így a feszültség-alakváltozási görbének egy jól behatárolható szakaszaig – általában az arányossági határig – az összefüggések egyértelműek.

Az újabb csőanyagoknál – hőre lágyuló és a hőre keményedő műanyagoknál – a feszültség-alakváltozás összefüggések csak bizonyos tartományokban (alacsony feszültség értékeknél) követik a Hooke-törvényt és az összefüggések még élettartam függőek is.

A hőre lágyuló és keményedő műanyagok fizikai tulajdonságai tehát, élettartam függőek, időben változnak. A változások mértéke az anyag tulajdonságainak, a gyártási technológiának és a külső hatásoknak is függvénye. Ezért a műanyagok esetében meg kell különböztetnünk egy kezdeti (E_0) és egy tervezett 50 éves élettartam végén valószínűsíthető (E_{50}) rugalmassági modulusot. A rendszer merevség vizsgálatot mindkét értékre el kell végezni. A vizsgálatok eredményei általában azt mutatják, hogy a rendszermerevség is változik az időben. A jobbik esetben a cső a tervezett 50 éves élettartam végén is rugalmas marad, de az is előfordulhat, hogy a kezdetben rugalmas cső az élettartam végén merev lesz a környező talajhoz képest. Azokat a csöveket, melyeknél az élettartam során a kölcsönhatás megváltozik – kutatások szerint – az átmeneti kategóriába kell sorolni, és az ezekre javasolt ellenőrző számításokat kell elvégezni.

Az alábbi táblázatban a különböző anyagú vízi közmű – elsősorban a gravitációs szennyvízelvezetésben alkalmazott – csővezeték anyagok, illetve csőtípusok, és az eltérő relatív tömörségű négy típusú talaj kölcsönhatásának összehasonlítását végeztük el. A táblázatban feltüntetésre került kezdeti (E_0) és hosszú távú (E_h) rugalmassági modulus értékekkel számoltunk. Ezek csak a műanyag csövek esetében eltérőek. A feldolgozott adatokat elemezve megállapítható, hogy a hagyományos csövek mind a négy típusú talajban és tömörségi értéknél kivétel nélkül a merev kategóriába tartoznak. A hőre keményedő, illetve a hőre lágyuló műanyag csőtípusok csak rossz talajban (4. talaj) és alacsony tömörség (85 %) mellett viselkednek merev csőként.

KÜLÖNBÖZŐ GRAVITÁCIÓS CSŐTÍPUSOK „n” RENDSZERMEREVSÉGI ÉRTÉKEI - ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁBLÁZAT -													
TALAJ- és CSŐADATOK		1. kavics			2. homok			3. kötött vegyes			4. kötött		
		T _{rr} =			T _{rr} =			T _{rr} =			T _{rr} =		
		85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%
Csőfajta	E ₀ /E _h [N/mm ²]	E _t [N/mm ²] =			E _t [N/mm ²] =			E _t [N/mm ²] =			E _t [N/mm ²] =		
		2,50	6,00	16,00	1,20	3,00	8,00	0,80	2,00	5,00	0,60	1,50	4,00
Öntöttvas	170000	3,2480	1,3533	0,5075	6,7666	2,7067	1,0150	10,1500	4,0600	1,6240	13,5333	5,4133	2,0300
	170000	3,2480	1,3533	0,5075	6,7666	2,7067	1,0150	10,1500	4,0600	1,6240	13,5333	5,4133	2,0300
Beton (normal)	30000	29,7504	12,3960	4,6485	61,9800	24,7920	9,2970	92,9700	37,1880	14,8752	123,9601	49,5840	18,5940
	30000	29,7504	12,3960	4,6485	61,9800	24,7920	9,2970	92,9700	37,1880	14,8752	123,9601	49,5840	18,5940
Beton (talpas)	30000	9,8397	4,0999	1,5374	20,4993	8,1997	3,0749	30,7489	12,2996	4,9198	40,9985	16,3994	6,1498
	30000	9,8397	4,0999	1,5374	20,4993	8,1997	3,0749	30,7489	12,2996	4,9198	40,9985	16,3994	6,1498
Kőagyag (F 48)	50000	7,8941	3,2892	1,2335	16,4461	6,5784	2,4669	24,6691	9,8676	3,9471	32,8921	13,1568	4,9338
	50000	7,8941	3,2892	1,2335	16,4461	6,5784	2,4669	24,6691	9,8676	3,9471	32,8921	13,1568	4,9338
Kőagyag (F 72)	50000	18,9470	7,8946	2,9605	39,4728	15,7891	5,9209	59,2092	23,6837	9,4735	78,9456	31,5783	11,8418
	50000	18,9470	7,8946	2,9605	39,4728	15,7891	5,9209	59,2092	23,6837	9,4735	78,9456	31,5783	11,8418
ÜPE SN 2,5	10000	0,0145	0,0060	0,0023	0,0302	0,0121	0,0045	0,0453	0,0181	0,0073	0,0603	0,0242	0,0091
	5000	0,0073	0,0030	0,0011	0,0151	0,0060	0,0023	0,0227	0,0091	0,0036	0,0302	0,0121	0,0045
ÜPE SN 5,0	10000	0,0251	0,0103	0,0039	0,0523	0,0209	0,0078	0,0785	0,0314	0,0126	0,1046	0,0418	0,0157
	5000	0,0126	0,0052	0,0020	0,0262	0,0105	0,0039	0,0392	0,0157	0,0063	0,0523	0,0209	0,0078
PE (PN 6 • SDR 21)	600	0,0700	0,0083	0,0031	0,0417	0,0167	0,0063	0,0625	0,0250	0,0100	0,1889	0,0333	0,0123
	200	0,0067	0,0028	0,0010	0,0139	0,0056	0,0021	0,0208	0,0083	0,0033	0,0278	0,0111	0,0042
KG PVC SN 4	3200	0,0134	0,0056	0,0021	0,0280	0,0112	0,0042	0,0120	0,0168	0,0067	0,0559	0,0224	0,0084
	1400	0,0059	0,0024	0,0009	0,0122	0,0049	0,0018	0,0184	0,0073	0,0029	0,0245	0,0098	0,0037
KG PVC SN 8	3200	0,0232	0,0097	0,0036	0,0484	0,0194	0,0073	0,0726	0,0290	0,0116	0,0968	0,0387	0,0145
	1400	0,0102	0,0042	0,0016	0,0212	0,0085	0,0032	0,0318	0,0127	0,0051	0,0424	0,0169	0,0064

Jelmagyarázat:

 merev

 rugalmas

 átmeneti

2.3 Különböző ágyzatba fektetett csőanyagok rendszermerevségi tényezői

A kétféle szemcsés ágyazati anyagba fektetett csövek rendszermerevségi értékeinek összehasonlító grafikus feldolgozását a 2.3 ábra szemlélteti. A rendszermerevség logaritmikus skálán van ábrázolva az értékek százezres nagyságrendű eltérésének ábrázolhatósága érdekében.

A teljes adatbázis kiértékelése alapján kimutatható, hogy a régi csatornacsövekből kiemelt mintákon mért rugalmassági értékek és a műanyagok egyéb pozitív tulajdonságai alapján a jól megtervezett és megépített műanyag csatornák több mint 100 évig, esetleg akár több száz évig is jó minőségben betölthetik feladatukat. Ezzel szemben a hanyagul kivitelezett vagy alultervezett csatornák már a tervezésnél feltételezett 50 éves élettartamnál is sokkal hamarabb elveszítik működőképességüket.

Miért alkalmazunk műanyag csöveket?

A csatornák csőanyagát a gyakorlat által igazolt elméleti megfontolások alapján két fő csoportra oszthatjuk. A csövet körülvevő ágyazatnál merevebb csövek viselkedését a külső – és a belső erők egyensúlya határozza meg. Az erőhatásokra bekövetkező alakváltozások jelentéktelenek, a cső oldalirányú megtámasztásához támasztóerőket – földnyomás formájában – nem aktivizálnak. Amint az az előző fejezetből is kiderült, a függőleges földterheket a munkaárok szélessége alapvetően befolyásolja.

Ebbe a kategóriába sorolhatók – általában – a hagyományos anyagú

- beton,
- kőagyag,
- azbesztcement és
- öntöttvas csatornacsövek.

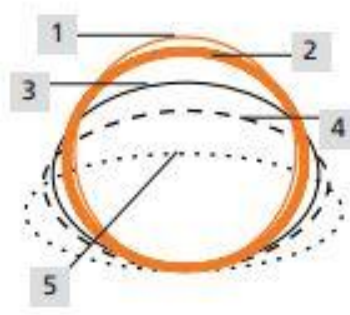


2.4 Merev csőanyagok tönkremeneteli ábrája

A merev csövek erő hatására nagyobb alakváltozásra nem képesek, ezért túlterhelés hatására általában a mellékelt ábra szerinti tönkremenetel következik be. A rugalmas csövek klasszikus alapesete a vékonyfalú acélcső. Itt a statika egyik legfontosabb alappillére a Hooke-törvény, mely szerint a rugalmas cső alakváltozása arányos azzal az

erővel, amely az alakváltozást okozza. Az alakváltozás korlátozott; 10% feletti értéknél a terhelhetőséget rugalmas stabilitási problémák is korlátozzák.

A rugalmas csövek viselkedését a következő ábra szemlélteti:



2.5 Rugalmas csövek alakváltozása

1. A műanyag cső alakja erőhatás nélkül
2. A gyakorlatban a csőfektetéskor megengedett legnagyobb deformáció (Magyarországon 5%, Németországban 6%, Skandináviában 8%).
3. A rossz csőfektetés hatására a gyakorlatban még előforduló, meg nem engedett 15%-os deformáció. Ennél a mértéknél a tokban tömítetlenség, esetleg törés léphet fel.
- 4-5. 30% és 50% között a cső laboratóriumi körülmények között nem törik el, de stabilitása a gyakorlati csőfektetési körülmények között megkérdőjelezhető. A tokok és idomok tömítési és stabilitási funkciójukat nem tudják ellátni.

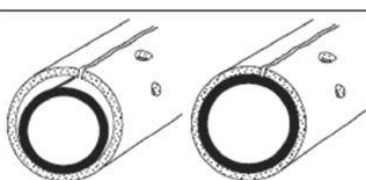
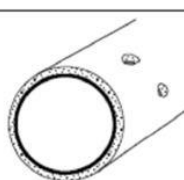
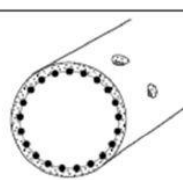
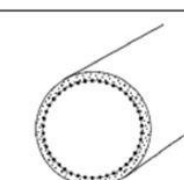
3. Alkalmazott technológiák csoportosítása

A kitakarás nélküli közműfelújításban számos technológia áll rendelkezésünkre. A legnépszerűbb és legelterjedtebb eljárások a béleléses eljárások.

A kitakarás nélküli béleléses technológiák kategorizálása a következők szerint történik:

- bélelés folyamatos csövekkel
- bélelés különálló csövekkel
- bélelés szorosan felfekvő csövekkel
- bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel
- bélelés beépített tömlővel
- bélelés spiráltekercseléses csövekkel

Ezeknél a technológiáknál a régi cső a talajban marad és egyrészt egyfajta védőcsőként is szolgálhat az újonnan behúzott béléscsőre nézve, valamint teherviselő szerepet tölthet be. Az alábbi táblázat osztályba sorolja a béleléses eljárásokat a szerint, hogy az új cső teljes mértékben viseli a külső terheléseket (A), részlegesen (B/C), vagy a teherviselésben nem játszik szerepet csupán egy bevonati réteget alkot (D).

A osztály		B osztály	C osztály	D osztály
				
Térközzel Szorosan illeszkedő		Belső merev gyűrű	Kötéssel megtámaszkodó	Kötéssel megtámaszkodó
Teljes értékű szerkezet		Félig szerkezeti		Nem szerkezeti
Önálló teherviselés		Statikailag együtt dolgozó		
Folytonos cső behúzás				↓ Nem szabványosított
	Szorosan illeszkedő cső			
	Vékony Cső/Membrán			
			Tömlőző eljárások	

3.1 Béleléses eljárások csoportosítása teherviselési osztály szerint

Felújítási mód	Bélelés különálló csövekkel	Bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel	Bélelés beépített tömlővel	Bélelés szorosan illeszkedő csövekkel	Kitakarás nélküli csere
Technológia megnevezés	ÜPE	BlueLiner	Primus Line	Compact-Pipe	Csőroppantás
Teherviselési osztály	A.	D.	D.	A.	A.
Alkalmazási terület	Víz, SzV	Víz, SzV, Gáz	Kizárólag nyomás alatti vezetékeknél	Víz, SzV, Gáz	Víz, SzV, Gáz
Max. behúzási hossz	maximum 300 m	1000m	kifordító dobtól függ	100-600m	80-90m
Max. átmérő	150-3600+	100-1200	150-500	100-500	+25-50%
Gyűrűs tér	Van	Nincs	Nincs	Nincs	Nincs
Átmérő veszteség	Van	Van	Van	Van	Nincs
Várható élettartam	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év

3.2 Béleléses technológiák táblázatba foglalása

Ahogy az a fenti táblázatból is kiderül, a kitakarás nélküli béleléses eljárások megválasztásánál több szempontot is figyelembe kell venni.

Egyrészt a rendelkezésre álló átmérőtartományt, valamint a technológia teherviselési osztályát. A helyszínen kikeményedő, valamint a beépített tömlős béleléses eljárások nem funkcionálnak önálló teherhordó szerkezetként, ezért alkalmazásukkor szerkezetileg ép vezetékre van szükség, ellenkező esetben a felújított vezeték élettartama jelentősen csökkenhet, vagy akár már a felújítás alkalmával tönkre is mehet.

4. Kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák:

4.1 Béleléses eljárások

4.1.1 Bélelés különálló csövekkel („ÜPE technológia”):

4.1.1.1 Alkalmazási terület

Víz- és csatornacsövek, technológiai vezetékek építésére, felújítására alkalmas, bármely profil választékban (tojásszelvény, körszelvény, ovális szelvény stb.) , statikailag teherbíró, egyedi esetekben is alkalmazható technológia.

Az átmérő körszelvény esetén 150-3600 mm, de igény esetén ennél nagyobb átmérőben is gyártható.

A csövek elméletileg bármilyen méretben és formában előállíthatóak, az egyetlen kíváncsi, hogy forgástestek legyenek.

A legfontosabb alkalmazási terület a feltárás nélküli (NO-DIG) közművezeték rekonstrukció.

4.1.1.2. Beépítésre kerülő anyagok

Üvegszál-erősítésű poliészter cső (ÜPE):

A csőfal vastagságát a fellépő terhelések (injektálási nyomás, illetve hasznos terhelés közül a mértékadó) és a meghatározott élettartam függvényében méretezik.

Tojás vagy nem kör szelvény esetén a bélelés egyenként általában 2,35 m szálhosszúságú, a statikai méretezés szerinti falvastagságú, speciális, ép csőtokkal és csőfarokkal kialakított, nagy szilárdságú, homoktöltésű, üvegszál-erősítésű poliészterből (ÜPÉ) készült csövekkel történik, de akár 6 méteres szálban is gyártható. Nem kör szelvény esetén a csőkötés tokkal történik, kör szelvény esetén lehet tokos vagy kuplungos.

Az ÜPE csőgyártás alapanyag összetevői

- Normál gyanta, ortoftálsavas, I. kategória; N típus
- Kvarchomok,
- Üvegszál

A gyártás történhet száltekercseléssel (pl. tojásszelvény) vagy pörgetéssel (körszelvényű csöveknél)

Fizikai tulajdonságok

Sűrűség:	1900-2000 kg/m ³
Hőállóság	min. 90 C
Üvegtartalom belsőréteg	25±5 tömeg%
Üvegtartalom külsőréteg	65±5 tömeg%
Üvegtartalom teljes csőfal	25–40 tömeg%
Töltőanyagtartalom	25–40 tömeg%
Vízfelvétel	max. 0,4 tömeg%
Sztiroltartalom	max. 2,0 tömeg%
Hőtágulás	28-32x10 ⁻⁴ °C ⁻¹
Vegyszerállóság	1-13 Ph

- Megfelelő és szakszerű kiválasztás esetén hosszú élettartam; min 50 év
- Kiváló szilárdsági tulajdonságok
- Korrózióálló, agresszív szennyvizeknek és a talajnak is ellen áll. Olajok zsírok ezen oldószerei, nem károsítják.
- Rágcsálók rovarok nem támadják meg.
- Belső felülete rendkívül sima, ezért áramlástechnikai és karbantartás szempontjából is nagyon kedvező, mivel falazatán sem a lebegő-, sem a hordalék anyagok nem tudnak megtapadni.

Az ÜPE csövek osztályozása különböző szempontok alapján történhet:

Merevségi osztályok szerint:

SN 2500 N/m²

SN 5000 N/m²

SN 10000 N/m²

Sajtolható ÜPE csövek esetén ez elmehet SN1000000-ig.

Nyomásfokozat szerint (bar):

Gravitációs (PN 1)

Nyomócső (PN 6 – 32)

Alakjuk szerint:

kör, tojás, vagy különleges szelvényűek.



4.1 Üvegszál-erősítésű poliészter csövek különböző alakjai

Vegyszerállóság szerint:

A megrendelő igénye szerint különféle vegyszer állóságú műgyanták felhasználásával történhet a gyártás. (Pl. 35°C melletti 1-9 pH-tól 70°C melletti 1,5-13 pH tartalom között)

Injektálóanyagok:

Blitzdämmer

Zsákos kiszerelésű, por alakú vízzel kevert elegye folyós, igen jó területű nagyszilárdságú injektáló habarcsot képez.

BLITZDÄMMER injektáló habarcs receptúra és technikai adatok								
Víz/cement tényező	Szilárdulás kezdet/vég	Húzó-/ nyomószilárdság (N/mm ²)				Összetétel 1 m ³ térfogatra		Víz/ 25kg- os zsák
	óra	1 nap	3 nap	7 nap	28 nap	Víz (l)	Kötő- anyag (kg)	(l)
0,45	2,8/4,8	2,2/8,2	4,5/18	5,4/24	7/31	552	1226	11,25
0,5	3/5	2/7	4/16	5/19,8	6,6/28	576	1153	12,5
0,6	3,3/5,2	1,4/3,8	3,2/11,5	4,1/14,4	4,9/20	619	1032	15,0
0,7	3,5/5,3	½/5	2,3/8,2	3,5/11,2	4,1/15,4	657	940	17,5

4.2 BLITZDÄMMER injektáló habarcs receptúra és technikai adatok

PATESCO habcement

A Patesco protein alapanyagú habképző anyag a felületi feszültség csökkentő hatásánál fogva a habzó-képes oldatból levegő segítségével biztosítja a habstruktúrát, a benne levő stabilizátor anyagok pedig a kialakult habszerkezet állékonyosságát. Tárolásuk 210 literes fémhordóban, vagy 60 literes műanyaghordókban történik.

A habcement megfelelő módon előkészített kötőanyagmassza (cementpép) és habzó-képes oldatból (habképző anyag + víz) mechanikus felverés útján nyert habanyag megfelelő arányú homogén keveréke, mely a bedolgozás helyére juttatva a habstruktúra által meghatározott porózus szerkezetű anyaggá szilárdul.

Injektáló anyag:	Patesco habcement
Száraz testsűrűség:	500±50 kg/m ³
Nedves testsűrűség:	640±50 kg/m ³
28 napos nyomószilárdság:	1 N/mm ²

1 m³ injektáló, száraz testsűrűségű habcement összetétele:

CEM 32.5 cement	417 kg/m ³
Víz	83 liter/m ³
Habképző oldat,	
3 % habképző tartalmú	41 liter/m ³
BauFoam1 habképző	1,23 kg/m ³

4.1.1.3 Technológia részletes ismertetése

Az eljárás alkalmazható gravitációs és nyomott vezetékek felújítására.

Gravitációs rendszerek felújítása az alábbi módon történik:

Az ÜPE csöves felújításkor a meglévő csatorna üvegszál erősítéses poliészter csövekkel kerül kibélelésre. Így az új csatorna keresztmetszeti szelvénye ugyan kis mértékben csökken, a vízszállító képessége azonban megmarad, esetleg nőhet is a kedvező érdességi tényező miatt.

A felújítást megelőzően sor kerül a csatorna belső felmérésére mely a meglévő vezeték állapotfelmérését a bekötések helyét, állapotát és a felújításuk módszerét foglalja magába. A vizsgálat történhet önjáró, vagy kézi kamerás módszerrel.

A kivitelezés első lépései a szükség szerinti szennyvízátemelés vagy elterelés.

A csövek a mászható vagy járható szelvényeknél egyenként kerülnek beépítésre, melyeket indítógödrök segítségével kerülnek a csatornába. Az egyenkénti csőbeépítés során kézi erővel, un. betoló-kerék segítségével juttatják a csöveket a helyükre, az illesztés csörlővel történik. A csövek vízzáróságát a gumigyűrűs kötés biztosítja. Az összeillesztett csöveket ékeléssel kell rögzíteni. A csatorna lejtésviszonyainak kialakításához lézeres csőfektető műszert használnak. A házi-bekötések, tetőlefolyók helyét belülről vágják ki, melyek illesztése vízzáró módon történik. A csőkiosztásnál figyelembe kell venni, hogy a gerincre kötő bekötések és a tisztítóaknak nem kerülhetnek a tok csatlakozásához. Ennek elérését a hosszabb vagy rövidebb cső felhasználása biztosítja.

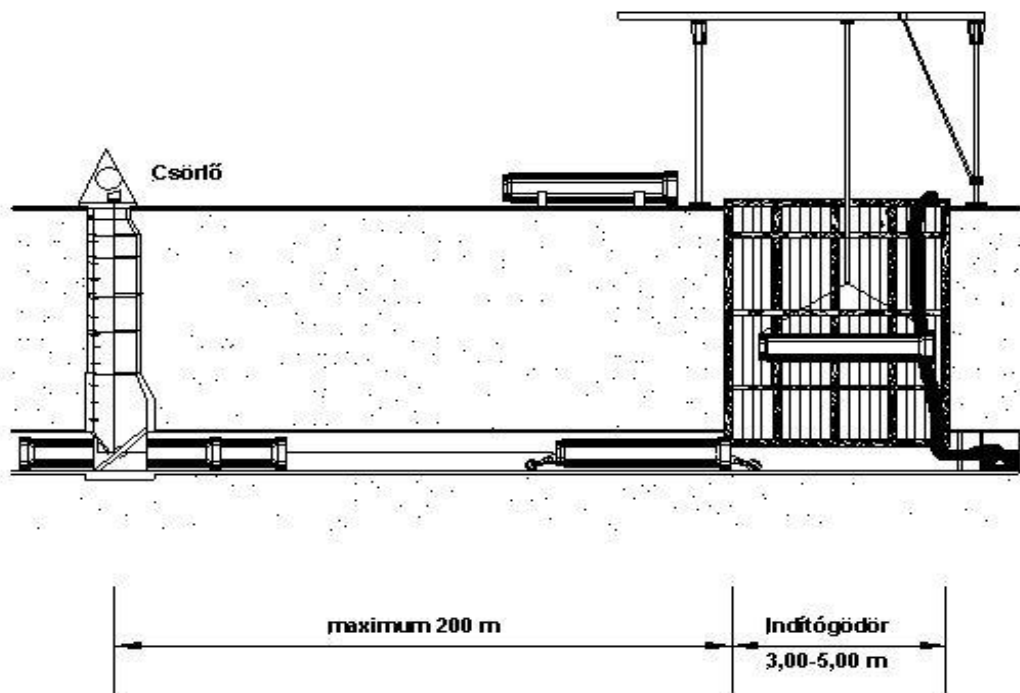
Az egyes bélelt szakaszok összeépítése az indítógödröknél történik. Itt mindkét irányból tokkal végződő cső helyezkedik el szemben egymással maximum 2,35 m távolságra. A tokokat kör-keresztmetszet esetén félig, tojásszelvény esetén pedig vállmagasságig le kell vágni. Pontos mérést követően így beilleszthető egy farokvastagságú csődarab. A levágott tokdarabok visszahelyezése két-komponensű poliészter gyantával történik.

Ezzel a módszerrel egyszerre mintegy 200 méteres szakaszt lehet felújítani a szakasz közepén elhelyezett dupla tokos cső segítségével, így két irányból 100-100 métert lehet beépíteni. Nagyobb távolságok alkalmazása a kézi erővel történő betolás miatt nem ajánlatos.

A kivitelezés során szükség van az állandó szellőztetésre, mely az indítógödröknél és felnyitott tisztítóaknákon keresztül történik a természetes huzatot kihasználva, de szükség esetén ventilátor is alkalmazható.

A nem mászható csatornák esetében az un. csővonatos módszert lehet alkalmazni. Ebben az esetben a csövek illesztése az indítógödörnél történik. Minden illesztés után csörlő segítségével húzzák egy csőhossznyit a csövet tovább, és a folyamat ismétlődik. A módszer hátránya, hogy a csöveket nem lehet minden illesztésnél a végleges helyükön rögzíteni, ezért előfordulhat, hogy az injektálásnál bekövetkező felúszás

miatt a lejtésviszonyok nem megfelelőek. Ezért ezt csak ott lehet alkalmazni, ahol a meglévő csatorna lejtése megfelelő.



4.3 A csővonatos módszer beépítési vázlata

A meglévő és új cső közötti gyűrűstér kiinjektálásra kerül nagy szilárdságú injektáló-habarcscs felhasználásával. Az injektáló-habarcscs nyomószilárdsága 28 napos korban 15 és 30 N/mm² között van a hozzáadott vízmennyiségtől függően. Az injektálás legfontosabb szerepe, hogy a kiüregelődött, statikailag nem megfelelő csatornára ható terheket (önsúly, felszíni teher) egyenletesen adja át a béléscsőnek. Az injektálás a felszínről történik gravitációs vagy nyomás alatti módszerrel a régi és az új cső között elhelyezett injektáló-pipákon keresztül. Minden esetben minimum két darab pipát kell beépíteni, az egyik a töltésre a másik a kilevegőzésre szolgál. Az injektálás nyomon követése a csőben kopogtatással illetve az indítógödörökben a kilevegőztető cső figyelésével történik.

Az injektálás után a csövek csatlakozásánál hagyott illesztési hézagot két-komponensű poliészter gyantával kell kitölteni, ami biztosítja a kibélelt csatorna folyamatosságát. Nagyon fontos, hogy az injektálás a teljes gyűrűsteret kitöltse, mivel a régi, sok esetben statikailag nem megfelelő meglévő csatornára ható terhet ez közvetíti az ÜPE csőre,

ezért alaposan át kell vizsgálni a teljes felújított szakaszt. A vizsgálat legegyszerűbb módszere a kopogtatás. Kétes esetben az injektáló-anyag megkötése után lehetőség van az új cső megfúrására, vagy egy csődarab kivágására, amit később ragasztással kell helyreállítani. Ily módon egyértelműen megállapítható, hogy megfelelő-e az injektálás. A felújítás természetesen magába foglalja a tisztítóaknak és a rájuk csatlakozó víznyelőaknak építését is, melyek előre-gyártott elemekből készülnek. Teljesen zárt rendszernél lehetőség van ezek kibélelésére is.

A bekötések felújítása az állapotuktól és a műszaki jellemzőitől (átmérő, lejtés) függően nyílt árkos vagy béleléses technológiával történik. Amennyiben az átmérő és a lejtés ezt lehetővé teszi a bélelés történhet merev, flexibilis, vagy lágybéleléses módszerrel. A bélelés történhet telekhatári aknákból, pincéből, vagy a járdában kiásott gödrökből.

4.1.1.4 ÜPE csatornacsövek szállítása

- Általában: Rekeszekbe csomagolva, kiékelve, lekötve kell szállítani.
- Elsődlegesen közúti szállítás tehergépkocsival.
- A platón a csöveket ki kell ékelni.
- Mérettől függően (magassági szelvény) a csövek egymásra rakhatók, de legfeljebb 4 sor.
- A rakományt keresztben és hosszában le kell kötni úgy, hogy mozgásmentes legyen, ne tudjon elmozdulni.
- Az első sor alá alátét léceket kell helyezni és minden további réteg közé is.
- Az alátétlécek külső szélein faékeket kell elhelyezni.
- Különböző méret szállításakor a legnagyobbak kerülnek a csomagköteg aljára.
- A csövek egymásba csúszthatók, rögzíteni kell őket, kirakodás után a rögzítő szalagot el kell vágni.
- Alkalmazható kötél: műanyag vagy kender kötél.
- A csövek éleken vagy kiálló tárgyakon pl. kő nem feküdhetnek

4.1.1.5 ÜPE csatornacsövek rakodása, tárolása, egyéb

- Gépkocsival történt szállítás esetén a lerakodás méretüktől és tömegüktől függően lehetséges kézzel, kötéllel padlón leeresztve, illetve emelőgéppel műanyag vagy kenderkötél (heveder) alkalmazásával emelve.
- A csöveket földön húzni, illetve görgetni nem szabad!
- A talajon fekvő csöveket ki kell ékelni.
- Mérettől függően (magassági szelvény) a csövek egymásra rakhatók, de legfeljebb 4 sorban.
- A csövek éleken vagy kiálló tárgyakon pl: kő nem feküdhhetnek
- A csövek illesztéséhez használt gumitömítéseket a napon tárolni tilos!
- Az üvegszálas poliészter termékek mechanikai sérülésre érzékenyek, az esetleges sérülésből szabaddá váló üvegszálakat és a sérült felületet ki kell javítani!
- A nem javítható sérült áru meg kell jelölni és el kell különíteni.
- A teher rögzítését csak képzett személy végezheti.

4.1.1.6 A technológia szükséges eszközei

Daru a csövek mozgatásához

Elektromos vagy kézi csörlő (csövek beépítési helyére húzásához, tok-farok összehúzásához)

Szivattyúk (ideiglenes szennyvíz átemeléshez)

Behúzó kerekek, kiegészítők

Injektálógép

Elektromos pneumatikus kéziszerszámok



4.4 Behúzó kerék



4.5 ÜPE csövek beemelés daruval

4.1.1.7 ÜPE technológia alkalmazásával betartandó munkavédelmi követelmények:

A csövek indítóaknába helyezése daruval történik, a daru hatósugarában csak az illetékesek tartózkodhatnak.

A daruzásra vonatkozó előírásokat mindig be kell tartani.

A kézi erővel max. 100 kg-ig lehetséges a csőleadás, a kézi anyagmozgatás előírásait be kell tartani.

Ügyelni kell a cső megfelelő biztonságos rögzítésére.

A kötélen pászma (fonat) szakadás és toldás nem engedhető meg.

A csörlők elmozdulás elleni rögzítése a névleges húzóerőt 1,5-szer meghaladó lekötéssel, kitámasztással készüljön.

Nem mászható csatornában a drótkötél átfűzéséhez úsztatást, befűző szalagot, csatornatisztító gépet lehet alkalmazni.

A nem mászható szelvényű csatornát (80 cm átmérőjű körszelvény vagy 60/90 tojásszelvény alatt) gépi technológiával kell tisztítani. A gépi technológiák alkalmazását, a munkavállalókat érő expozíció csökkentése érdekében minden területen előnyben kell részesíteni.

Egyesített rendszerű csatornánál a munkát nem szabad elkezdeni a Meteorológiai Szolgálat zápor-zivatar előrejelzése esetén, illetve a már megkezdett munkát fel kell függeszteni, a csatornát azonnal el kell hagyni. A munka során a menekülési útvonalat állandóan szabadon kell hagyni.

A csatornában egyidejűleg legalább 2 munkavállalónak kell dolgoznia. Ezek biztonságára a csatornán kívül 2 munkavállalónak kell ügyelnie. A csatornában végzendő munkálatokat, azok műveleti sorrendjét, módját írásban kell szabályozni (technológiai utasítás, üzemeltetési szabályzat), és ebben meg kell határozni a szükséges létszámot is.

Csőrlős munkamódszernél a csörlő tömege 1,5-szer nagyobb legyen az emelendő tehernél.

A vezetékek építési, javítási, tisztítási munkálatai során az anyagok, szerszámok továbbításánál a leesés balesetveszélyének elkerülésére a helyi viszonyoknak megfelelően intézkedni kell, ilyen munkaterületen a munkavállalók és az ott tartózkodó más személyek védősisakot kötelesek viselni

4.1.2 Bélelés szorosan illeszkedő csövekkel

A szorosan illeszkedő eljárásoknál a régi, elhasználódott vezetékbe polietilén anyagú béléscső kerül behúzásra, amely szorosan, gyűrűs tér nélkül illeszkedik a régi cső falára. A technológia nagy előnye, hogy az eljárás nem jár szállítási kapacitás veszteséggel és hosszú, egyenes szakaszok termelékenyen felújíthatóak.

Az alábbiakban két technológia kerül bemutatásra.

4.1.2.1 DynTec eljárás (close-fit-lining – szoros illeszkedésű bélelés)

A csővezeték DynTec eljárás szerint történő behúzása során kereskedelembe kapható polietilén csövek keresztmetszetét átmenetileg olyan mértékben csökkentik egyenletesen az építési helyszínen, hogy sérülés nélkül behúzhatók legyenek a meglévő régi vezetékbe.

A felújítás előtt el kell végezni a régi vezeték alapos állapotfelmérését. Ennek során rögzíteni kell az iránytöréseket, fektetési rádiuszokat, keresztmetszet változásokat, leágazásokat és vezetékbeépítéseket.

A vezeték alaposan ki kell tisztítani, hogy a felújítás előtt mentes legyen minden lerakódástól, a szelvénybe belógó tárgytól és éles szélű hegesztési varratoktól.

A vezeték akadályoktól való mentességét és a tisztítás fokát a vezeték kalibrálásával és azt követő kamerás vizsgálattal kell ellenőrizni és dokumentálni. A tisztítás túlnyomó részben mechanikusan történik, melynek során a vezetékbe belógó akadályokat robottal is el lehet távolítani.

Az átmérő csökkentéséhez az egyes darabokból fűtőelemes tompahegesztéses eljárással (HS) készült PE-csőszakaszt egy kúpos süllyesztékes gyűrűn húzzák keresztül. Ezt az átalakító folyamatot hő hozzáadásával meg lehet könnyíteni. A hőmérsékletet eközben automatikusan ellenőrizzük és egy hőmérsékletszabályozás biztosítja, hogy az alkalmazott hő ne befolyásolja a PE-cső elvárt anyagtulajdonságait, mint pl. ahogy az a DIN 8075-ben rögzítve van.

Az átmérőcsökkenés mértéke függ a régi vezeték belső átmérőjétől valamint a falvastagságtól és a beépített új PE-csővezeték szakasz külső átmérőjétől. Általában kb. 10 %-kal csökkentjük a behúzendó cső átmérőjét.

Az alakváltozás túlnyomórészt a rugalmas területen történik. A húzóerő megszűnése után ezért a csőszakasz magától visszaáll az eredeti átmérőjére, de maximum a régi

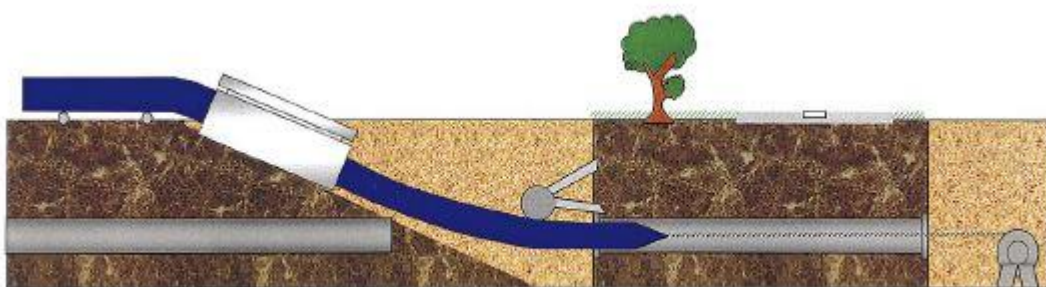
vezeték belső átmérőjére. Ha a PE-cső felfeküdt a régi cső belső falára, befejeződött a visszaalakulás.

A csőszakasz behúzásához szükséges húzóerőnek összességében meg kell haladnia az egyes ellenállások összegét, ami a következőkből áll: csősúrlódás a régi csőben, görgőscsapágy ellenállások a föld feletti tároláshoz valamint a csőszakasz elmozdulása és a csőátmérő csökkentő berendezésben ható erők. Ennek során nem szabad túllépni a DIN 8074-ben meghatározott megengedett húzóerőt. Maximális szakaszhosszak elérése érdekében a csőátmérő csökkentő berendezés elé be lehet csatlakoztatni egy toló eszközt, ami kompenzálja az átmérőcsökkenéshez szükséges erőket. Így teljes mértékben rendelkezésre áll a csőrlő megengedett húzóereje a csúszási ellenállás áthidalására.

Ennek következtében a DN 80 – DN 1400 átmérőtartományban akár 1000 m-es szakaszhosszak is megvalósíthatók.

A DynTec eljárással történő felújítás évek óta jól bevált fektetési módszer a régi gáz- és vízvezetékek felújításánál illetve szanálásánál.

Ilyen módon bár a béleléshez képest nagyobb műszaki és ezzel együtt anyagi befektetéssel, de a régi vezeték lényegesen jobb keresztmetszet kihasználásával fektetünk le kitakarás nélkül egy új vezetékét. A hagyományos építési móddal szemben a gazdasági és különösen az időbeli előny a sűrűn beépített környezetben minden esetben adott.



Szűkítés hevítéssel

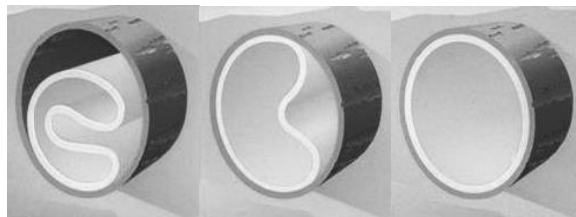
4.6 DynTec eljárás technológiai ábrája

4.1.2.2 Bélelés Compact-Pipe technológiával

A Compact-pipe (továbbiakban „CP”) egy önhordó csőrendszer, melynek minősége és technikai tulajdonságai megegyeznek a hagyományos, nyílt árokban fektetett kemény-poliétilén (KPE) vezetékek tulajdonságaival.

A technológia közművezetékek és technológiai vezetékek bélelésére alkalmas technológia, PE80-as és PE100-as anyagminőséggel és D100-500 mm átmérőtartományban, 0-10 bar nyomáshatárok között. A csövek falvastagságát az SDR szám jellemzi (SDR 17, 26, 32), amely a névleges külső átmérő és a falvastagság hányadosa.

A CP cső egy dupla „C” formára alakított, memória effektusos KPE cső, amely egy dobszállító kocsin, tekercsekben érkezik a beépítés helyszínére és a felújítandó vezetékbe történő behúzást követően kazánnal kerül felfűtésre, hogy aztán szorosan illeszkedjen a régi cső belső falára.



4.7 A Compact Pipe csövek kikerekedési folyamata

A CP technológia lényege, hogy a szoros illeszkedésű eljárásban a kör profilú polietilén csövet extrudáláskor tengelyirányban „C” formára hajtják össze. Ezáltal csökken a cső külmérete, így könnyen bejuttatható a felújítandó vezetékbe.

A „C” formára alakított CP csövet dobokra feltekercselve szállítják az építés helyszínére. Az egy dobra feltekercselhető maximális csőhosszat a CP cső névleges átmérője határozza meg (100-700 m).



4.8 Trommel, más néven csőszállító dob

DN	Névleges falvastagság			Felújítási tartományok		Szokványos hossz dobonként (m)	
						Csatorna PE 80	Víz/gáz /PE 80/100
	SDR 32	SDR 26	SDR 17	PE 80	PE 100	SDR 26/32	SDR 17/17,6
100	3,5	3,9	5,9	96-104	96-102	600	600
125	4,0	4,9	7,4	120-129	120-127	600	600
150	4,7	508	8,9	144-155	144-152	600	600
175	5,5	6,8	10,3	168-182	168-179	600	600
200	6,3	707	11,8	192-208	192-204	440	400
225	7,1	807	13,3	215-232	215-228	330	330
250	7,9	9,7	14,8	239-258	239-253	400	330
275	8,6	10,6	16,2	277-300	277-294	250	250
300	904	11,6	17,7	286-309	286-303	210	190
350	11,0	13,5	20,6	337-364	337-357	160	150
400	12,5	15,4	23,6	381-412	381-404	135	93
450	14,1	17,4	-	432-467	432-458	100	-
500	15,7	19,3	-	480-509	480-509	100	-

4.9 A Compact Pipe csövek jellemző méretei kör szelvény esetén

DN	Névleges falvastagság			Felújítási tartományok	Szokványos hossz dobonként (m)
					Csatorna PE 80
	SDR 32	SDR 26	SDR 17	Normál tojás szelvény	SDR 26/32
350	11,0	13,5	-	30/45	160
500	15,7	19,3	-	40/60	100

4.10 A Compact Pipe csövek jellemző méretei tojás szelvény esetén

Előkészítő feladatok:

A felújítandó vezetékek állapotát kamerás vizsgálattal mérik fel és dokumentálják. A szennyezett vezetéket magas nyomású vízzel, kaparó kefékkel vagy láncokkal kell megtisztítani az üledékektől és lerakódásoktól. Valamennyi a vezetékbe belógó tárgyat el kell távolítani robotmaró segítségével.

Biztosítani kell, hogy a legkisebb csőátmérő nagyobb legyen, mint az összehajtott CP cső, illetve a behúzó fej. A felújítandó szakaszon kis vízbefolyás megengedett, abban az esetben, ha nem képződik vízszák. Nagy befolyásnál fel kell tární a hiba helyét.

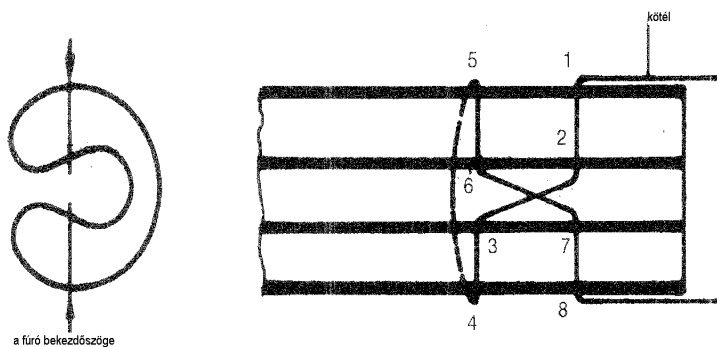
Az építési munkahelyet úgy kell berendezni, hogy a behúzó akna, illetve behúzó gödör képezze a felújítandó vezeték legmagasabb pontját. Ezen a ponton állítják fel a behúzási folyamat alatt a dobszállító pótkocsit és a visszaalakítási folyamat alatt a gőzkonténert.

A csövet acéldobokra feltekerve szállítják, melynek maximális súlya nem haladhatja meg a 5,500 kg-ot. A polietilén csövek felületén lévő bevágások, karcolások és felületi kopások a minimális falvastagság 10%-áig megengedett. Azokat a csöveket, csődarabokat, amelyeken ezt a mértéket meghaladó sérülések vannak, nem szabad beépíteni.

Behúzó szál behúzása:

Egy segédkötelet kell a felújítandó vezetékbe behúzni, hogy később be lehessen húzni a csörlő kötelét. Ez történhet a tisztítás közben, a befejező videokamerás vizsgálat közben egy üvegszálas bottal vagy külön egy speciális ernyőszerű kosár segítségével, sűrített levegő felhasználásával.

A behúzás történhet behúzó fejjel vagy behúzó fej nélkül. A tapasztalatok alapján a CompactPipe behúzó fej nélküli behúzása nyomóvezetékek esetében nagy előnyökkel jár, különösen kis méreteknél. A behúzófejet ebben az esetben egy kötél helyettesíti, amelyet a csövön rögzítenek.

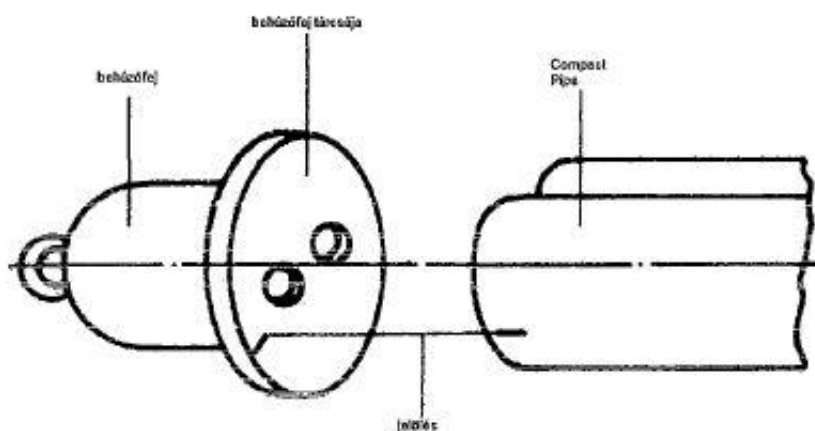


4.11 A kötelet a megadott sorrendben kell a kifűrt lyukakon átfűzni (1→2→3→4 kívül
→5→6→7→8)

Behúzó fejjel történő behúzás esetén a csővégtől kb. 5cm-re egy éket helyeznek el a cső hajlatába azért, hogy a hegesztőgépbe történő befogáskor a csőfalak ne érintsék egymást.

A csővéget befogják a csőszorító gép fix csőszorító pofáiba. A tompahegesztőgép gyalujának segítségével legyalulják a csővéget. A gyalu kései úgy vannak elrendezve, hogy a középső tengely vonalában is vágjanak. A behúzó fej és a csővég találkozása után a cső kontúrját megjelölik a behúzó fej polietilén tárcsáján a gőz és kondenzvíz kivezető nyílások meghatározásához.

Ezen kívül meg kell jelölni a behúzó fej tárcsájának helyét is a csövön, hogy a kivezető nyílások kifűrése után a behúzó fejet és a csövet ismét ugyanúgy tudjuk egymáshoz csatlakoztatni.

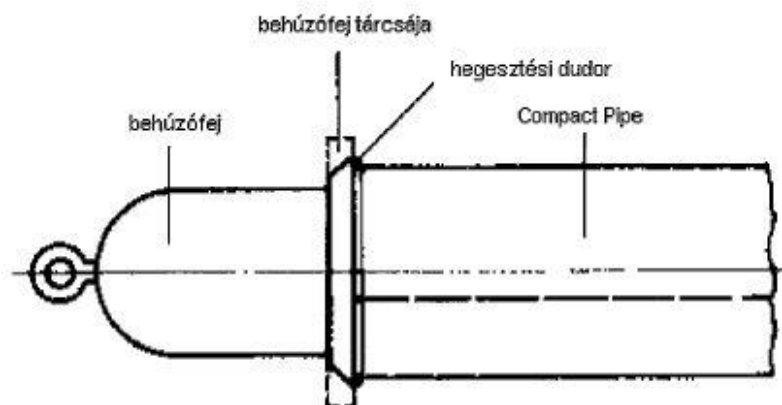


4.12 Behúzó fej tárcsájának megjelölése a csövön

A behúzó fej felhegesztése:

A behúzó fejet behelyezzük a tompahegesztő gépbe miközben ügyelünk arra, hogy a behúzó fejen és a csövön lévő jelölések megegyezzenek. A hegesztőgép csőbefogó pofáival rögzítjük a behúzó fejet. Ellenőrizni kell a fűtőtükrokn a $210 + 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hegesztési hőmérsékletet. A behúzó fej PE lemez felületén lévő oxidréteget az előre meghatározott hegesztési felületen lekaparják.

A fűtőtükroket a behúzó fej PE- lemeze és a csővég közé tolják, ám annak érdekében, hogy először csak a PE- lemez legyen felmelegítve, egy távtartót (pl. falemezt) kell a csővég és a fűtőtükör közé helyezni. Annak érdekében, hogy a PE- lemez gyorsan, a hegesztőgépet minimum 40 bar nyomáson kell üzemeltetni. Az előmelegítési idő lerövidítése érdekében a PE- lemezt kívülről ékek segítségével nyomják a fűtőtükörhöz. Az előmelegítés akkor fejeződik be, amikor egyértelmű hegesztési dudor keletkezik, amely legalább 10mm-rel túllóg a CompactPipe felületén.

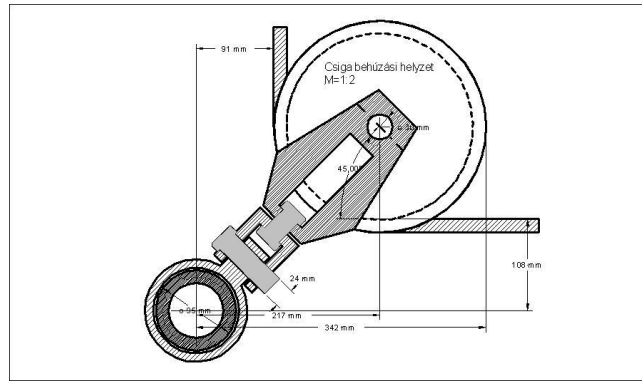


4.13 Behúzó fej felhegesztése

Ezt követően szétnyitjuk a hegesztőgépet és eltávolítjuk a falemezt. Ennek során ellenőrizni kell a gőzbevezető nyílásokat, valamint a CompactPipe átfedését és ismét meg kell tisztítani a fűtőelemet.

Behúzás menete:

Annak érdekében, hogy elkerüljük a cső külső felületének sérüléseit, megvezető segédeszközöket kell alkalmazni. Ha egy felújítási szakaszt feltárás szakít meg (köztes munkaárok), annak érdekében, hogy a felújítandó vezeték szűk ívű irányváltásait is követni tudja a CompactPipe, ezeken a helyeken is megvezető segédeszközöket kell alkalmazni, annak érdekében, hogy a CompactPipe csövet akadály nélkül lehessen áthúzni.



4.14 Terelőgörgő

A csövet állandó sebességgel kell behúzni. Ennek biztosítása érdekében a csörlőnek rendelkeznie kell egy húzóerőt maximáló berendezéssel. A szabvány által előírt húzóerőket nem szabad túllépni. A behúzási folyamat alatt tilos a munkagödrökben és aknáknak való tartózkodás.

Akkor fejeződik be a behúzási folyamat, amikor a behúzó fej megérkezik az átellenben lévő aknafalhoz. A behúzási folyamat után el kell távolítani valamennyi megvezető segédeszközt és ki kell jelölni a fix pontokat.

A behúzott csővezeték lezárása:

A PE- zárólemez felhegesztése ugyanúgy történik, mint a behúzó fej felhegesztése, amelynek során a behúzó fejet természetesen egy megfelelő méretű PE- zárólemezrel helyettesítünk.

A PE- zárólemezt felcsavarozzuk egy fém lemeztartóra, majd befogjuk a tükörhegesztőgép mozgatható csőpofájába.

Ezt követően megfelelő szerszámok segítségével két, a lehetőség szerinti legnagyobb gőzbevezető nyílást fúrunk vagy fűrészelünk a PE zárólemezbe.

Ékek elhelyezése:

Annak érdekében, hogy ne hasson nyíróerő a PE- hegesztési varratra, mind a behúzó fejnél, mind a gőzbevezető karimánál éket kell elhelyezni a CompactPipe hajlatába. Az ék magasságának (h) DN 2500mm-es csőátmérő esetén minimum 3 cm-rel, DN 300 mm-nél nagyobb átmérő esetén minimum 5 cm-rel kell nagyobbak lennie a CompactPipe cső hajlatánál.

CompactPipe vezeték felfűzése:

A gőz hőmérsékletének mérésére az indítóaknában az érzékelőt a gőzbevezető kamra menetfuratához kell elhelyezni. A csőfal külső hőmérsékletét mérő érzékelőt a

CompactPipe külső felületére egy széles ragasztószalaggal kell rögzíteni. Az érzékelőket be kell kötni egy adóberendezésbe, amely továbbítja a mért értékeket az adatrögzítő egység vevőberendezéséhez. A belső nyomás mérésére automatikusan, közvetlenül a nyomásszabályozó egység mögött a gőzkonténerben történik, amely szintén csatlakozik az adatrögzítő egység vevőberendezéséhez.

A felfűtés előtt csatlakoztatni kell még a kondenzvíz leválasztó gőztömlőjét a csővéghez és a szelepet nyitott állapotba kell helyezni a kondenzvíz leválasztón.

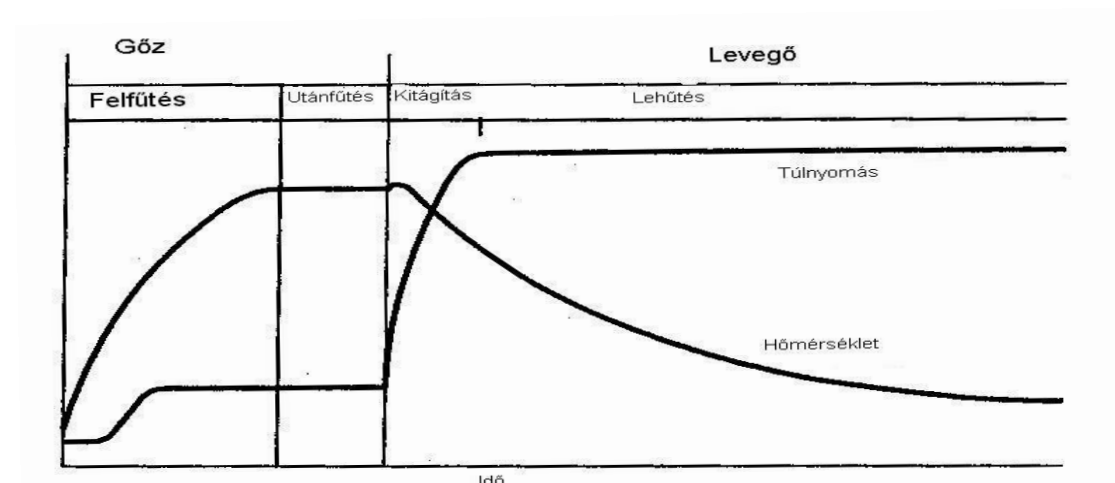
A visszaalakítási folyamat 3 fázisban történik:

1. Felfűtés

2. Kitágulás

3. Lehűlés

A fenti három fázis során az adatrögzítő egység automatikusan rögzíti és tárolja a folyamat minden adatát (idő, hőmérséklet, nyomás).



4.15 A visszaalakítási folyamat elvi sémája

Felfűtés:

Miután a gőzfejlesztő készüléket üzembe helyeztük, fel lehet fűteni a CompactPipe-et.

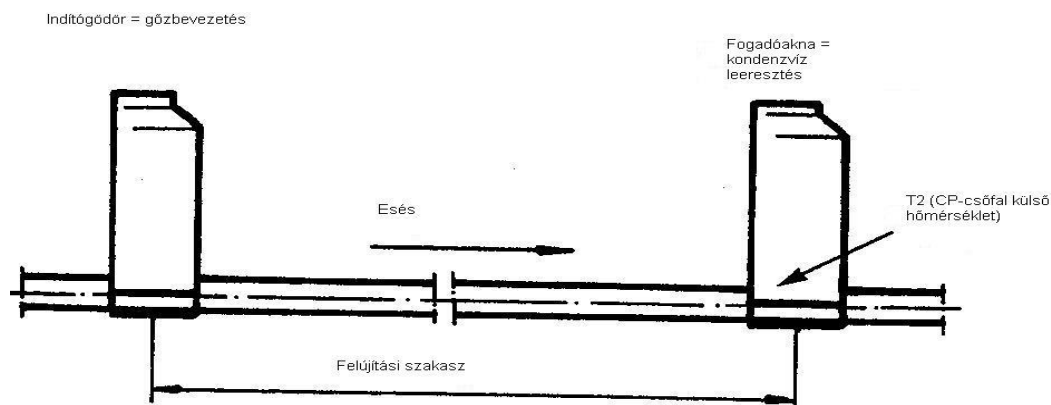
A gőz hőmérséklete 123 C°-nál magasabb legyen, de ne haladja meg a 130 C°-ot!

A szükséges hőmérsékletet csak akkor érjük el, amikor a CompactPipe cső már kikerekedett és a gőz nyomása legalább 1,4 bar.

A visszaalakítási folyamat programon kívüli félbeszakítása esetén a felfűtési folyamatot, a kitágítási és lehűlési fázist bármikor többször is újrakezdehetjük. Ennek egyetlen feltétele, hogy az újbóli felfűtés előtt a CompactPipe csőben az eljárás során keletkező kondenzvizet megfelelő módon eltávolítsuk.

Kitágulás:

A CompactPipe optimális kitágulásának eléréséhez a felfűtési fázis végén le kell zárni a vezetékrendszert a célaknában. A gőzbevezetést addig kell folytatni, amíg a gőz nyomása az egész csőrendszerben el nem éri az 1,4 bar-t. Ezután átváltunk gőzről sűrített levegőre.



4.16 Gőzbevezetés és kondenzvíz leeresztés elvi vázlata

Ennek során ügyelnünk kell az alábbi táblázatban megadott hőmérséklet/nyomás viszonyokra.

PE 80-as csövek			
T ₂ kívül	max. sűrített levegő (bar)		
	SDR 17,6/17	SDR26	SDR 32
IST**	4,60	2,35	1,90
IST - 5	5,30	3,00	2,45
IST – 10	6,00	4,00	3,25
IST – 15	6,60	4,50	3,60
:	:	:	:
25***	6,60	4,50	3,60

PE 100-as csövek		
T ₂ kívül	max. sűrített levegő (bar)	
	SDR 17,6/17	SDR 26
IST**	4,90	3,00
IST - 5	5,60	3,70
IST – 10	6,20	4,00
IST – 15	6,90	4,50
:	:	:
25***	6,90	4,50

4.17 Meghatározott hőmérséklet/nyomás viszonyok

* Hőmérséklet a célaknában

** A felfűtési folyamat befejezésekor elért hőmérséklet

*** Ha lehetséges

Lehűlés:

A teljes lehűtési fázisban be kell tartani az optimális hőmérséklet/nyomás viszonyokat. A lehűtési fázis akkor fejeződik be, amikor a hőmérséklet minden mérési ponton legfeljebb 25 C°.

Rögzítő pontok helyének meghatározása:

Mielőtt a csővezetékét levágjuk a munkaárokban, a rögzítő pontokat meg kell határozni. Mivel a vezeték tengelyirányban zsugorodhat, a rögzítő pontok helyét – a munkaárokban szabadon fekvő csőhossznak megfelelően – lehetőleg távol kell kijelölni a felújítandó cső falától. Ha ki van jelölve a rögzítési pontok helye, levágjuk a CompactPipe csövet.

Bekötések, csatlakozások elkészítése:

A bekötések végleges kialakítása vagy elektrofittinges hegesztéssel, vagy tomphahegesztéssel történik egy adapter segítségével.

Az előbbi eljárás során megmérjük a két csővég közötti távolságot és levágunk egy megfelelő hosszúságú polietilén csődarabot. Mind a négy csővéget olyan hosszra vágjuk, ami megfelel az elektrofitting hosszának. Körbe-körbe lekaparjuk és megtisztítjuk egy polietilén-tisztítóval és szálmentes, színezékmentes papírral. A megtisztított felületeket nem szabad többet megérinteni. A hegesztési tartományt óvni kell a kedvezőtlen időjárási körülményektől, mint például nedvességtől és 0C° alatti hőmérséklettől.

Az elektrofittinget ráhúzzuk teljesen a csőre (a csővég és az elektrofitting vége egy síkba kerüljön), majd mindkét megmaradó csővégen megjelöljük az elektrofitting fél hosszát egy rostironnal. A csődarabot behelyezzük és a fittingeket a csövön lévő jelölésig toljuk.

Az elektrofittingeket ekkor egy dugós csatlakozón keresztül csatlakoztatjuk a hegesztő berendezéshez. Beolvassuk a bar kódot és hegesztési parancsot adunk a hegesztő berendezésnek. A hegesztés befejezése után a gyártó tájékoztatása szerint a hegesztésnek le kell hűlnie. Ezalatt az idő alatt a hegesztést nem szabad igénybevételek kitenni. A vezeték csak a lehűlési idő kétszeresének eltelte után szabad igénybe venni.

4.1.3 Bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel (BlueLiner technológia)

4.1.3.1 Alkalmazási terület:

A BlueLiner egy tömlős csőbélelési rendszer, ivóvízvezetékek és egyéb nyomás alatti csőrendszerek, például szennyvízfelszállóvezetékek, hűtővízvezetékek és tűzvízvezetékek kitakarás nélküli felújításához.

4.1.3.2 Műszaki leírás:

Egy hőre keményedő epoxigyantával impregnált tömlős béléscsövet építünk be a régi csőbe és kikeményítjük, ezzel egy új csövet kialakítva a régi csövön belül. A béléscsövek a kívánt falvastagságtól függően két vagy többrétegűek poliészterfilcből és üvegszálból állnak.

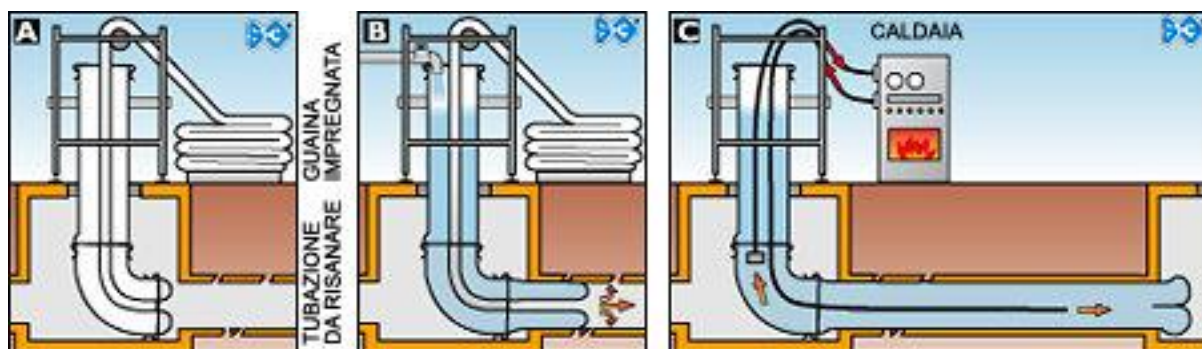
Az RS BlueLine® két különböző béléscső kivitelben létezik: a Kifordítható BlueLiner (BlueLinerInversion), amelyet vagy egy hidrosztatikus vízoszloppal vagy kifordító dobbal fordítunk ki a csőben valamint a Behúzható BlueLiner (BlueLinerPull-in), amelyet egy csörlő segítségével húzunk be a csőbe és egy kalibráló tömlő segítségével állítunk fel. A beépített béléscsövet ezután forró vízzel vagy gőzzel kikeményítjük. A béléscső impregnálása a helyszínen történik egy mobil impregnáló rendszerrel, egy zárt rendszerben működő keverő és adagoló berendezéssel.

A felhasznált gyanták tulajdonságai folytán a béléscső mind a belső nyomásnak, mind pedig a külső terhelésnek ellenáll és a vegyi ellenálló képessége is jelentősen megnő. A módszer egy ütemben több száz méter csatorna felújítására alkalmas.

4.1.3.3 Kivitelezési folyamat

Előkészítő munkák:

Az ideiglenes vízvezető rendszer kiépítése után a felújítandó vezetéket ki kell tisztítani és el kell végezni a kamerás felülvizsgálatot.



4.18 A tömlős béleléses eljárás kivitelezési folyamatának lépései

A béléscsövet a gyártóhely és a kivitelezési hely között hűtött tárolóban kell szállítani, hogy a műgyanta polimerizációját meggátoljuk.

A filctömlő a megfelelő méretű tisztítóaknán vagy indítógödrön keresztül juttatható be a vezetékbe, külön rátárás nem szükséges.

A hőkezelés után lehet elvégezni az aknák csatlakoztatását, a nyomáspróbát, majd a bekötések rávágását.

A módszer DN100 és DN1200 átmérőtartományban alkalmazható, kimondottan termelékeny módszer.

4.1.4 Bélelés beépített tömlővel (Primus Line)



4.1.4.1 Alkalmazási terület:

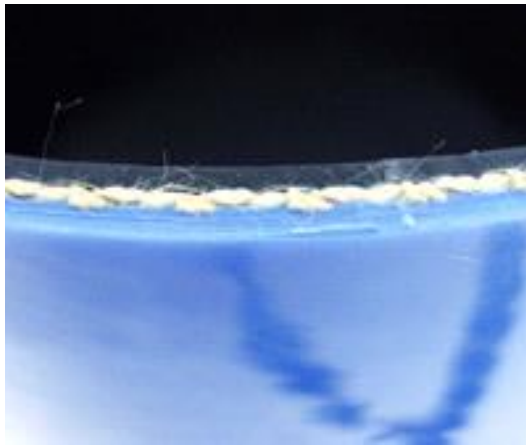
A Primus Line technológia elsősorban víz, tűzi-víz, gáz , de 40 bar max. üzemi nyomásig mindenféle nyomóvezeték és gravitációs vezetékek kitakarás nélküli felújítására alkalmas. A technológia előnye, hogy a kis falvastagságú, hajlékony béléscső egyszerűen, gyorsan és költségtakarékos módon építhető be. A vezeték kapacitása nem csökken és íves szakaszok is bélelhetők.

4.1.4.2 Anyagszerkezet:

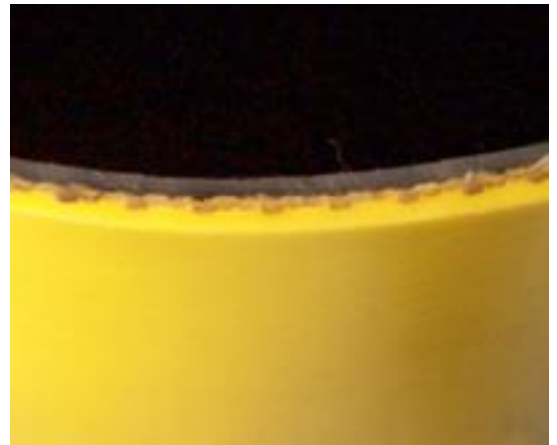
A Primus Line cső nagyszilárdságú, kis falvastagságú rugalmas műanyag vezeték, melynek béléscsőként történő alkalmazásakor minimális gyűrűstér marad szabadon a két cső között. A terhelhetőséget a varrat nélküli körkörös szövőtt aramid szálak biztosítják, melyek speciális műanyag rétegbe vannak beágyazva. A szövetrétegek számának növelésével a belső nyomásállóság fokozható. A cső belső rétege úgy választható meg, hogy ellenálljon a szállított közeg korróziós hatásainak (olaj- és vegyszerálló).

A Primus Line szerkezeti felépítése belülről kifelé:

- Aqua Plus A jelű polietilén
- Kevlár (Aramid) szövet
- Polietilén külső réteg



Vízcső



Gázcső

4.19 A Primus Line csövek szerkezeti felépítése vízcső és gázcső esetén

A gyártás során folyamatos, toldás nélküli bélészsövet állítanak elő a kivitelezési szakaszok hosszának figyelembevételével. A maximális gyártási hossz 2000 méter.



4.20 A bélészső felcsévézése a kábeldobra összelapított állapotban történik a gyártás befejező fázisában.

Mérettáblázat:

	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 400	DN 500
max. üzemi nyomás (bar)	25	25/40	16/32	16/32	12/25	10/16
rövididejű repesztő nyom. (bar)	>140	>100	>72	>72	>100	>100
max. behúzási hossz (m)	1000	1000	1000	1000	800	650
minimális ív (°)	5D/45	5D/45	5D/45	5D/45	5D/45	5D/45
Béléscső belső átmérő (mm)	141	173	230	275	356	451
Falvastagság (mm)	6	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8

4.1.4.3 A felújítás menete:

Videokamerás vizsgálat után ki kell tisztítani a felújítandó vezetéket, a belső felületét elő kell készíteni az új cső behúzásához. a béléscső beépítése egy indító és egy fogadó gödörből történik. Az indítógödörnél kell felállítani a kábeldobot a feltekercselt béléscsővel.

A fogadó gödörnél felállított, maximum 10 tonna húzóerejű csörlő segítségével az új béléscső a helyére kerül.

A behúzást vezető görgők segítik az ívek mentén a cső akadálytalan behúzását, a cső szélét pedig védelemmel kell ellátni a béléscső sérülésének megakadályozására.

Az egyszerű beépítési technológia lehetővé teszi az akár 1000 méteres szakasz egy munkaütemben történő behúzását. Ezért kijelenthetjük, hogy a Primus Line technológia meglehetősen termelékeny eljárás.



4.21 Felújítási séma

A behúzási sebesség legfeljebb 400 méter lehet óránként. A Primus Line cső felfújása vagy vízzel vagy levegővel történik. A csőszakasz kibélelése a felfújt cső méretre vágásával befejeződik. A csövek csatlakoztatása speciális, karimás összekötő elemek alkalmazásával történik. A csővégző elemek oldhatatlan, húzás biztos kötéssel fogják meg a Primus Line béléscsövet és rögzítik azt a felújítandó cső végéhez. A csővég összekötő elemek közé hagyományos idomok, PE, vagy egyén anyagú csövek kerülnek beépítésre a megfelelő csomóponti kialakítással.



4.22 Szabvány karimás csővégző

4.2 Kitakarás nélküli csere

4.2.1 Csőroppantásos technológia:

A csőroppantás az egyéb „no dig” technológiákhoz hasonlóan lehetővé teszi a különféle csővezetékek feltárás nélküli cseréjét. Az eljárás során a régi cső szétroppantásával vagy felhasításával egyidejűleg az új cső behúzása is megtörténik.

Az eljárásról:

A csőroppantás valójában a nyíltárkos, kitakarásos csőfelújítás, csőcsere alternatívája. A nyíltárkos felújítással szemben itt nem kell olyan mértékű forgalomkorlátozással, környezetterheléssel (zaj- és porkibocsátással), valamint felszínbontással, illetve a kiemelt föld mozgatásával, szállításával számolni.

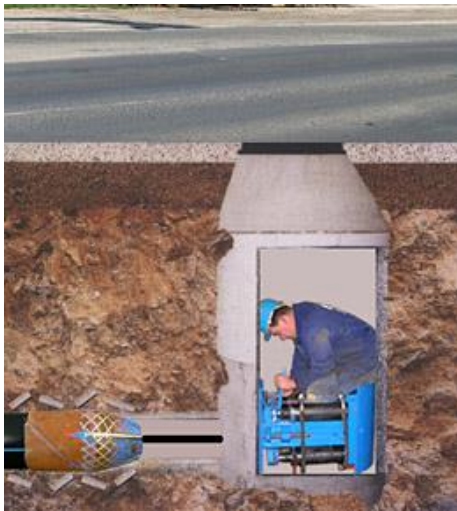
A kivitelezést megelőzően a cső környezetének (egyéb csőhálózattal rendelkező szolgáltatók közeli, keresztező, illetve párhuzamos csöveinek) felderítése, előkészítése, illetve talajmechanikai vizsgálatok elvégzése szükséges, egyes esetekben a cső videokamerás állapotfelvétele is javasolt.

Az eljárás előnye, hogy az előregedett vezetékek – a régi csőszakasszal megegyező nyomvonalon és vonalvezetéssel – azonos vagy nagyobb átmérőjű, nagyobb szilárdságú, jobb hidraulikai jellemzőkkel rendelkező csövekkel válthatók ki.

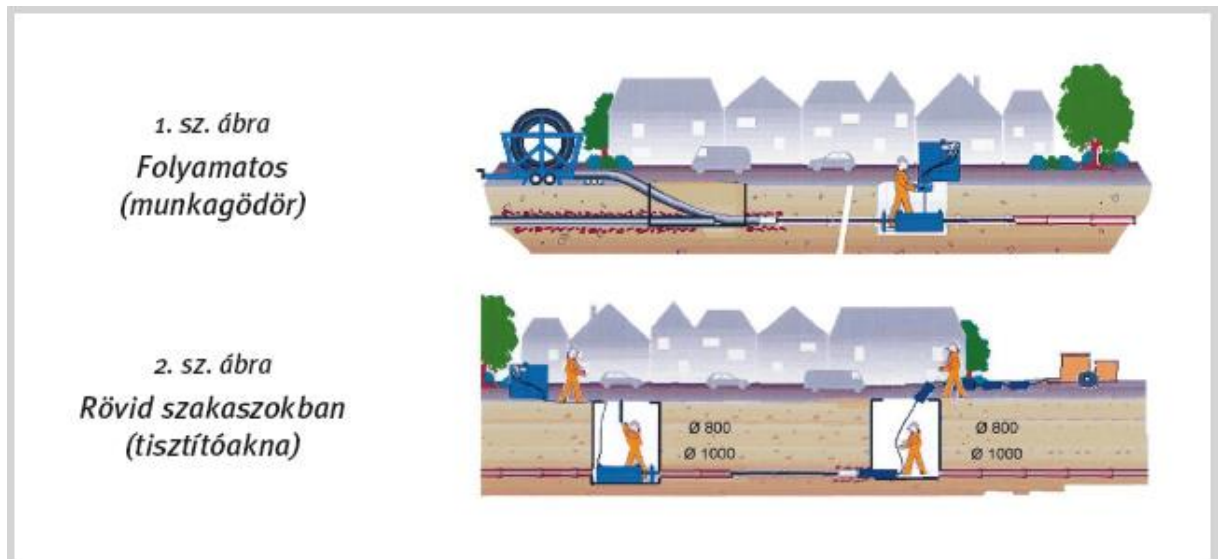
Alkalmazásához mindössze két (egy úgynevezett roppantó vagy indító, valamint egy úgynevezett húzó vagy fogadó) munkagödör kialakítása szükséges kb. 80-90 méterenként.

A roppantás lényege, hogy az indító munkagödörből egy speciális alakú húzófej a cserére szoruló csövön keresztül áthalad a fogadógödörbe. A roppantó, illetve vágófej ennek során a rideg anyagból (pl. PVC, beton, azbesztcement, öntöttvas) készült csövet szétroppantja, illetve a rugalmas anyagú csövet hosszanti irányban felhasítja, és annak darabjait a környező talajba nyomja. A régi cső szétroppantásával egy időben behúzásra kerül az új vezeték is, amely a régivel azonos vagy igény esetén annál akár 25-50 százalékkal nagyobb átmérőjű is lehet.

Ajánlott a technológia alkalmazása során szakaszonként egyedileg megvizsgálni a házi bekötések számát, ezek a leágazások ugyanis kisebb munkagödröt igényelnek.



A csőroppantásos technológia a meglévő környezetet és közúti forgalmat csak minimális mértékben zavarja. Alkalmazása nem időjárásfüggő, téli időszakban is kivitelezhető. A nyíltárkos építési módszernél lényegesen gyorsabb, a munkaaknák és a munkaterület elkészültét követően 400 mm felújítandó átmérő fölött 100 m hosszú vezetékszakas felújítása mindössze 4 napot, a 300 mm alatti átmérőnél 50 m 2 napot vesz igénybe. Talajvíz jelenléte esetén a felújítandó szakaszon a munkaaknák kivételével talajvízszint süllyesztés nem szükséges.



4.23 Csőroppantásos technológia folyamatábrája

A csőroppantásos technológia legfőbb előnyei:

A csőroppantás lehetővé teszi a nem megfelelő szállítóképességű vagy teherbírású, sérült körszelvényű vezetékszakaszok felújítását változatlan nyomvonalon, akár nagyobb átmérővel is.

A roppantás során nem keletkezik vibráció, így az esetleges dinamikus földmozgások nincsenek kihatással a környező közművekre, műtárgyakra, épületekre

Alkalmazása során nem szükséges a cserélendő vezeték teljes hosszán felbontani az útburkolatot, mindössze kb. 80-90 méterenként kell kialakítani munkagödröket.

Vízvezetékek cseréje esetén átlagosan 15-20 százalékkal csökkennek a bontás és helyreállítás költségei, valamint jelentősen lerövidül a helyreállítás időtartama is.

A technológia segítségével megtakarítás érhető el vasúti vagy villamos-sínpályák, illetve egyéb – meglehetősen nagy ráfordítással elbontható és visszaépíthető – műtárgyak alatt fekvő csővezetékek cseréjénél is.

Ideális megoldás üzemek, gyárak belső csőhálózatainak (így például tűzivíz-hálózatának) rekonstrukciójakor, hiszen a csere nem, vagy csak minimálisan zavarja az üzemmenetet, így nem okoz kiesést a termelésben.

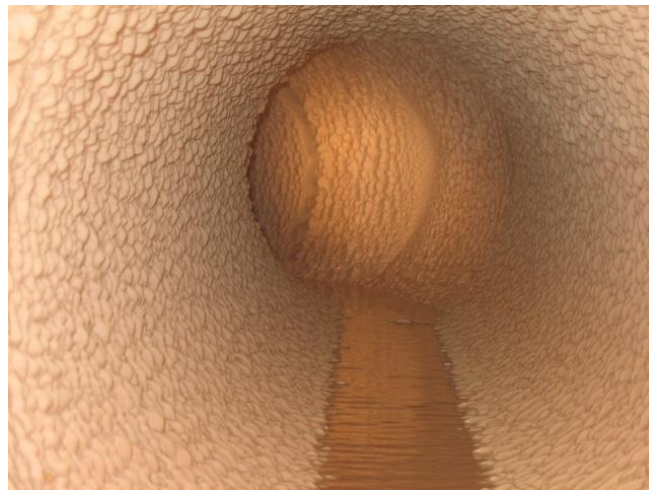
Alkalmazása nem függ az időjárástól, szükség esetén a téli időszakban is kivitelezhető.

5. Kitakarás nélküli közmű rekonstrukció bemutatása konkrét feladat alapján

Ebben a fejezetben egy adott vízvezeték-szakasz, nevezetesen a Nitrogénművek Zrt. területén található meglévő acél lágyvízvezeték felújítása kerül bemutatásra béleléses technológiával, mégpedig szorosan illeszkedő Compact-Pipe kemény-polietilén csővel.

Előzmények:

A meglévő DN400 acél lágyvízvezeték rendkívül rossz állapota indokolta a bélelést, ugyanis a régi csővezeték belső felületén átlagosan 50-60 mm vastag lerakódás keletkezett, amelyek nem csupán a vezeték hidraulikai tulajdonságait csökkentette nagymértékben, hanem közel 150 mm átmérővesztés is keletkezett, amely a DN400-as vízvezeték belső átmérőjének csaknem a 30%-a. Az alábbi képeken jól látható, ahogy a vízből kioldott só kicsapódott a vezeték falára.



5-6 cm-es lerakódások a vízvezeték belső falán

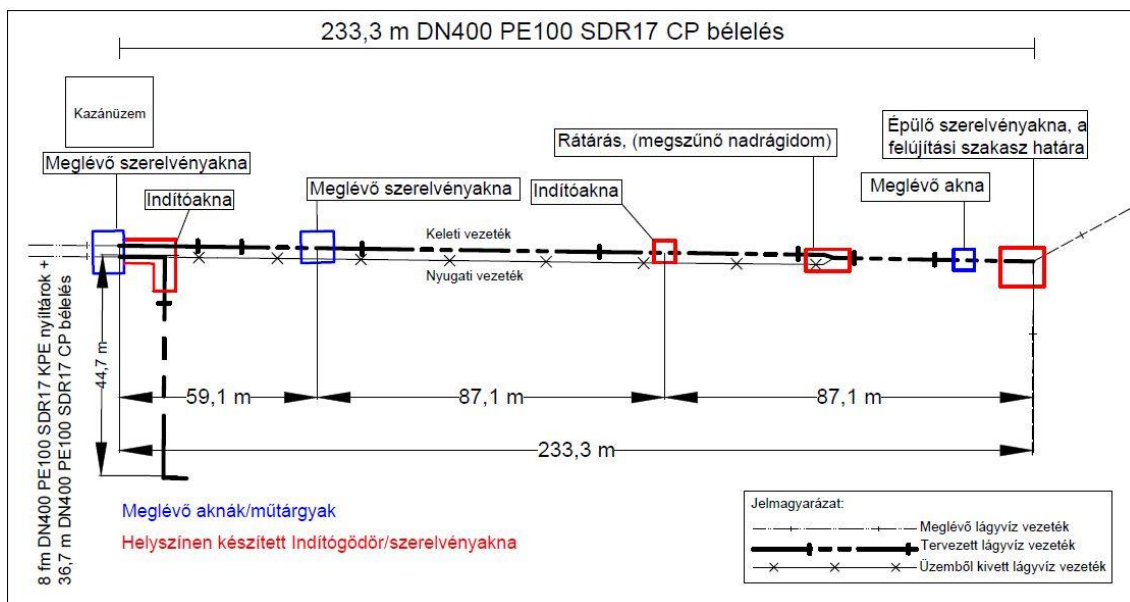


A vezeték felújítására alkalmazott technológia kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a felújítás rövid időt vegyen igénybe, ugyanis az üzem csupán 3 hétig állhatott le, így a nyílt árkos technológia nem jöhetett szóba.

Meglévő állapot:

A meglévő DN400 lágyvízvezeték felújítása a kazánüzem melletti szerelvényaknától a szivattyúház előtti, újonnan épülő szerelvényaknáig tart.

Jelenleg 2db párhuzamos vezeték fut egymás mellett, amelyek a 0+215 szelvényben egy nadrágidombban egyesülnek, majd a felújítási szakasz határán túl két irányba futnak tovább, az egyik vezeték a szivattyúház felé, a másik a gömbtartály felé halad tovább. A nyugati vezetékről 0+4,5 fm-nél van egy leágazás a sótalánító üzem felé, amely szintén felújításra kerül.



5.1 A helyszínrajz vázlata az ábrán látható, részletes helyszínrajz a tervjegyzékben

A fenti ábrán látható a felújítási szakaszok vázlatos helyszínrajza. Az ábrán kék színnel kerültek feltüntetésre a meglévő aknák és szerelvényaknák, valamint piros színnel vannak jelölve a helyszínen készülő indítógödörök és egy épülő szerelvényakna.

A kazánüzem melletti aknán túl van egy meglévő akna 0+059,1 szelvényénél, amely segítségünkre lesz a béléscső behúzásakor, ugyanis indítógödörként szolgál. A felújítási szakasz végén épülő szerelvényakna előtt is található egy meglévő akna, amely szintén segíti majd a behúzási folyamatot.

A keleti ágon két lecsatlakozás található 102,7 és 108,1 szelvényekben, de a Megrendelő tájékoztatása alapján ezekre a lecsatlakozásokra nincs szükség, ezért ezek nem kerülnek felújításra, csatlakozásuk a bélelés után megszűnik.

A vezeték a csőtető szintje alatt 1,5 és 2,3 méteres mélységben húzódik, a talajvíz átlagos mélysége 1,5 méter.

A vezeték főként zöldterület alatt fut, a keleti ág keresztezi a III. számú utat, a nyugati ágon lévő lecsatlakozás pedig a VIII. számú utat.

A vezetéket több helyen keresztezik térközművek (csapadékcsatorna, szennyvízcsatorna, savas vezeték, recirkulációs vezeték, elektromos földkábel), amelyek a helyszínrajzon feltüntetésre kerültek.

Tervezett állapot:

A lágyvízvezeték felújítása a keleti ágon a 0+000 szelvényben lévő meglévő műtárgyban lévő T-idom karimájától a 0+233,3 szelvényben lévő tervezett műtárgyig tart. A nyugati ág felújítása a 0+000 szelvényben lévő meglévő műtárgyban lévő T-idom karimájától a sótalánító üzemig tart.

A teljes felújítási hossz $233,3 + 44,7 = 278$ fm. A meglévő műtárgyak, szerelvények cseréje nem része a kivitelezésnek, a 0+059,1 szelvényben lévő meglévő műtárgy szerelvényeire nincs szükség, így azok a felújítás során elbontásra kerülnek.

A keleti ágon a 0+004,5 szelvényt követően megszüntetésre kerül, így ennek a szakasznak a bélelése nem része a felújításnak, valamint a két ágot egyesítő nadrágidom is megszüntetésre kerül.

A vezetékek felújítása Compact-Pipe béleléssel történik. A béléscső anyaga PE100 SDR17 10 bar-os nyomásfokozattal. A vezeték felújítása az indító és fogadógödrök kialakításával kezdődik, ezt követi a meglévő acélcső tisztítása. A tisztítást mechanikus és hidromechanikus eszközökkel végezzük. A mechanikus tisztítást 10 tonnás csörlővel mozgatott, erre a célra kifejlesztett tisztító szerszámmal végezzük, ezen felül nagynyomású WOMA tisztítást végzünk, speciális tisztítófejekkel. A tisztítást követően ipari kamerás vizsgálatot végzünk, amellyel ellenőrizzük a tisztítás hatékonyságát, valamint felkutatjuk azokat a körülményeket, amelyek a bélelést akadályozzák.

A vezeték bélelését Trommel szerelvényre feltekercselt Compact-Pipe béléscsővel végezzük. A Compact-Pipe csövet csörlő segítségével húzzuk be a meglévő vezetékbe.

Az új szerelvényakna kiépítése a talajvízszint süllyesztés, földkiemelés, dúcolás után a 10 cm vastagságú szerelőbeton készítésével indul. A szerelőbetonra kerül elhelyezésre a két réteg talajvíz elleni szigetelés. Ezt követi a 25 cm vastag monolit vasbeton alaplemez készítése. Az alaplemezbe 10 x 10 x 100 x 100 mm alsó-felső hegesztett hálót kell felhelyezni 50 mm-es betontakarással. Az alaplemezbe az oldalfalak mentén kívül-belül 10 mm átmérőjű betonacélt kell elhelyezni függőlegesen 125 mm-ként, 50 cm-es magasságban, amely biztosítja a sarokmerev kapcsolatot. Az alaplemezbe 30 cm átmérőjű, 15 cm mélységű zsomp kerül elhelyezésre a fedlap alatt.

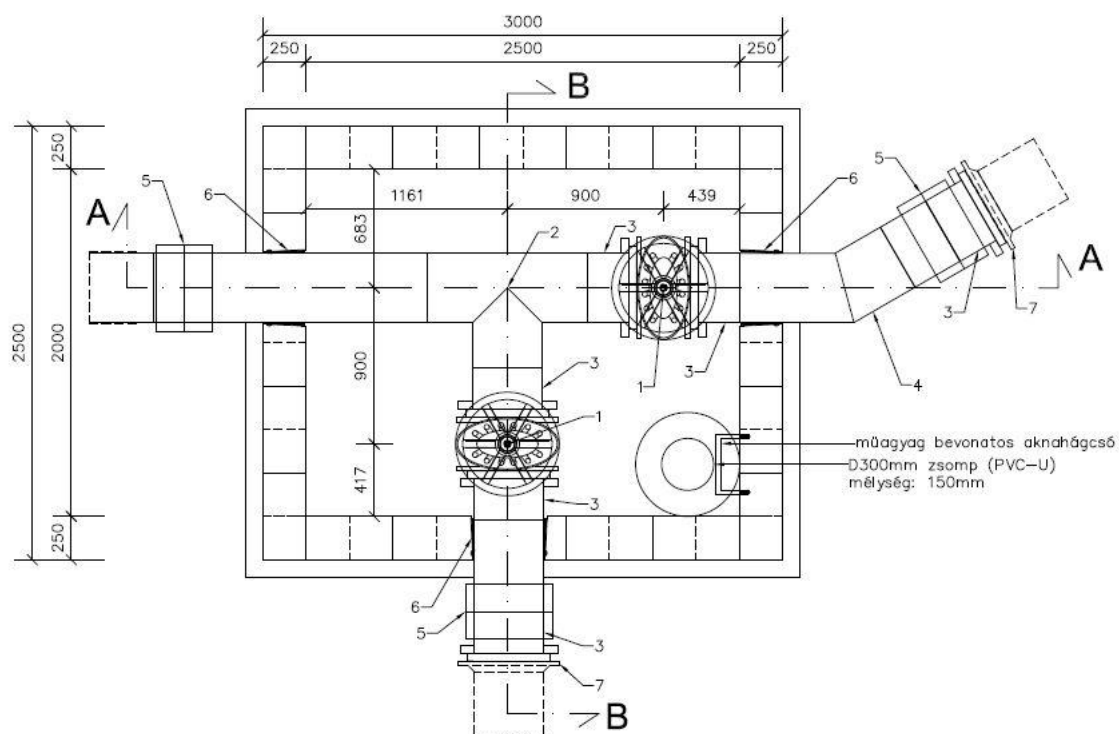
Az akna oldalfalai 25 cm vastagságú zsalukőből épülnek. Függőleges vasalása 10 mm átmérőjű betonacélokkal történik 125 mm-ként kívül-belül (zsalukővenként 8 darab). A vízszintes vasalás szintén 10 mm-es betonacéllal történik kívül-belül. A vízszintes betonacélokat a sarkoknál be kell hajlítani és minimum 50 cm-rel túlnyújtani.

A zsalukőből készült oldalfalak felső síkjára 25 cm vastag monolit vasbeton koszorú kerül, melynek függőleges vasalása a zsalukővekből túlnyújtott betonacélokból áll, ezzel biztosítva van az együttdolgozás. A koszorú vízszintes a négy sarokba elhelyezett 10 mm átmérőjű betonacéllal lesz vasalva, melyeket a sarkoknál be kell hajlítani és minimum 50 cm-rel túlnyújtani.

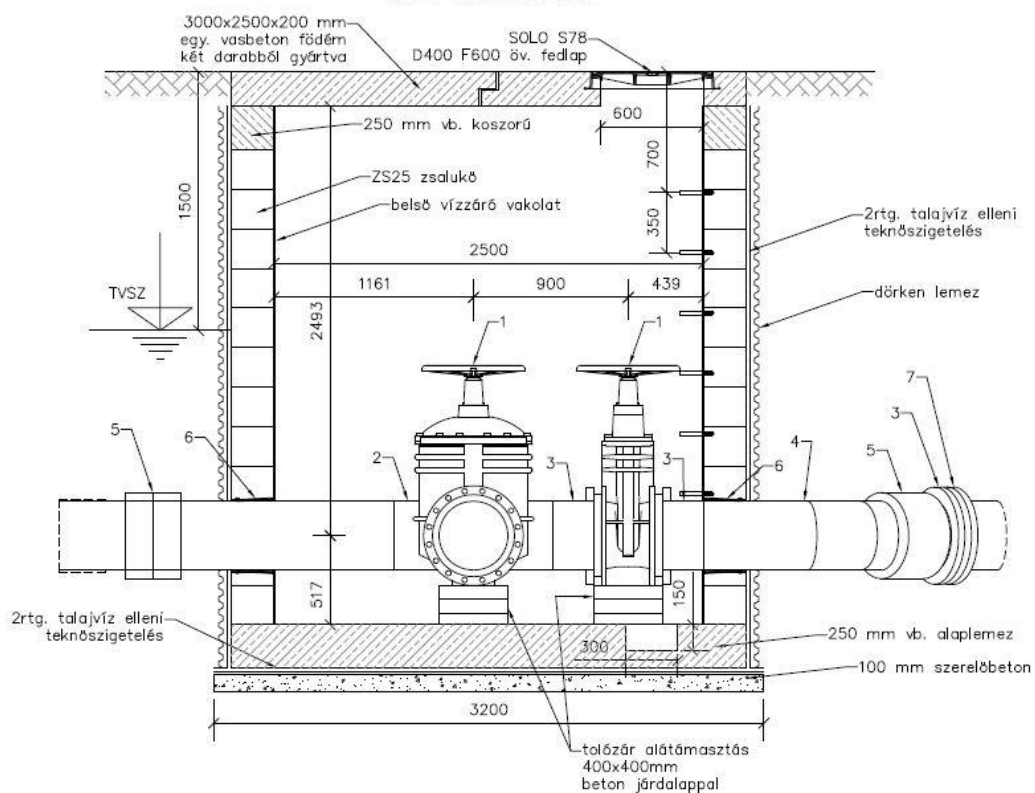
Az oldalfalakra a koszorú felső síkjáig két réteg talajvíz elleni szigetelés kerül felhelyezésre. A szigetelést kívülről dörken lemezzel kell védeni. Az oldalfalakat belülről vízzáró vakolattal kell ellátni.

A szerelvényaknát lezáró födém 20 cm vastagságú előre gyártott vasbeton lemez, melybe a gyártás során kerül elhelyezésre a 400 kN teherbírású 600 mm átmérőjű öntöttvas anyagú felirat nélküli, nyitható fedlap. Az aknába való lejutáshoz műanyag bevonatos aknahágcsót építünk be.

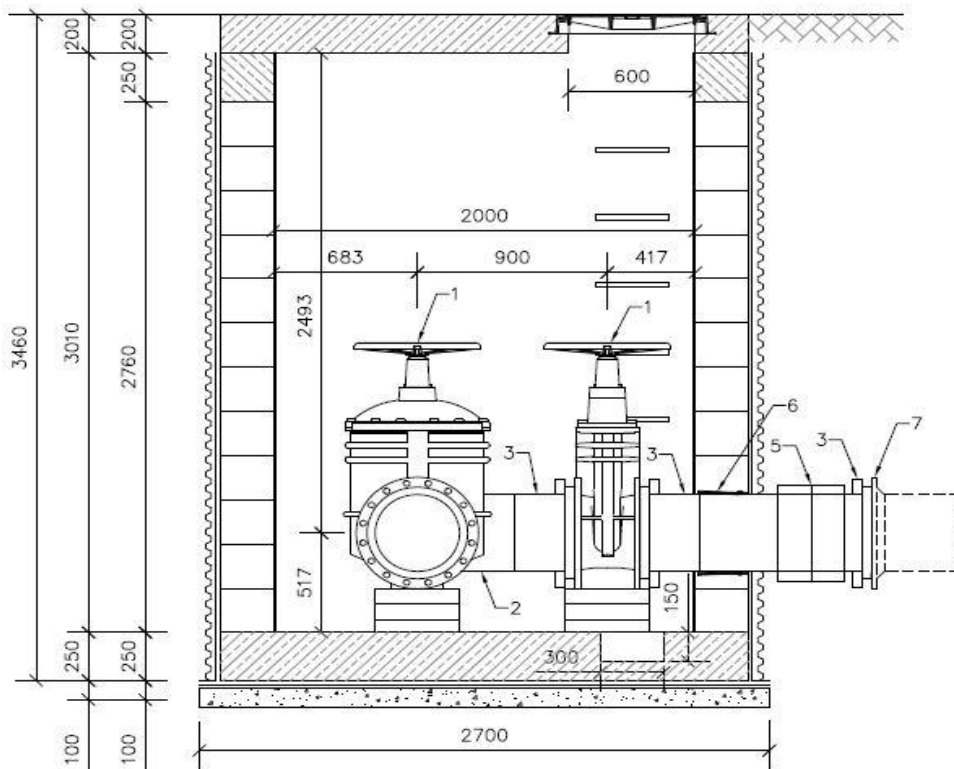
A lenti ábrákon a szerelvényakna különböző metszetei láthatóak:



A-A metszet

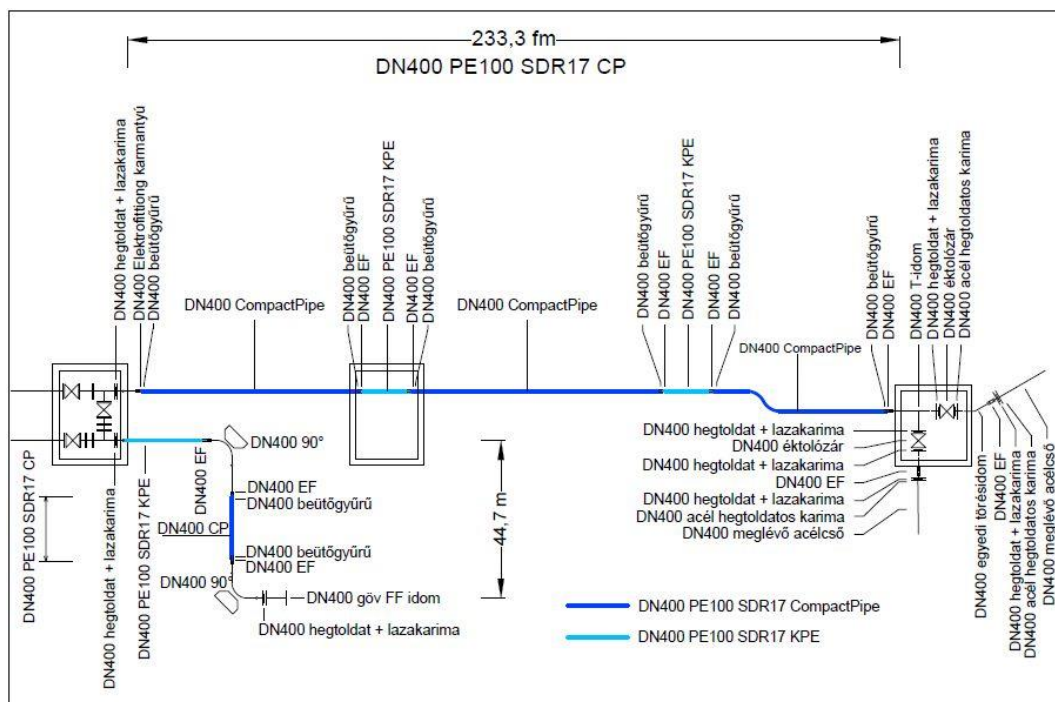


B-B metszet



Beépítésre kerülő csőhálózati elemek, szerelvények:

A beépítésre kerülő csőanyagok és szerelvények csomóponti rajza az alábbi rajzon látható.



A csőhálózat felújításához szükséges csőelemek, szerelvények az alábbi táblázatban kerültek összefoglalásra.

Tételszám	db	Megnevezés	Méret	Anyagminőség
1	2	Éktolózár, rövid(kézi kerékkel)	DN400, PN10	GÖV
2	1	T-idom	DN400, PN10	KPE
3	9	Hegtoldal + acél lazakarima	DN400, PN10	KPE, acél
4	1	Egyedi törésidom	DN400, PN10	KPE
5	11	Elektrofitting karmantyú	DN400, PN10	KPE
6	5	KGFP befalazó idom	DN400	PVC-U
7	2	Hegtoldatos karima meglévő DN400 acélcsőre hegesztve	DN400, PN10	acél
8	8	Beütő gyűrű	DN400, PN10	acél
9	2	90°-os nagysugarú ívidom	DN400, PN10	KPE
10	1	11°-os nagysugarú ívidom	DN400, PN10	KPE
11	1	FF idom L=1000 mm	DN400, PN10	GÖV
12	15m	PE100 SDR17 KPE cső	DN400, PN10	KPE

A Compact-Pipe csövek behúzását követően az egyes csőszálak KPE (kemény-polietilén) csődarabokkal kerülnek csatlakoztatásra, amely teljes mértékben megegyezik a Compact-Pipe cső méreteivel, valamint hidraulikai tulajdonságaival, hiszen a Compact-Pipe cső is kemény-polietilén anyagú. A csődarabok összeillesztése előtt a Compact-Pipe csőbe beütő gyűrűt kell elhelyezni, a kívánt kaliber eléréséhez, ugyanis a CP csövek nem teljesen érik el a kör szelvényt a kitágítást követően. Ez a minimális eltérés elhanyagolható a vezeték hidraulikai méretezésekor, ugyanakkor ahhoz elegendőek, hogy csatlakoztatásukkor a beütő gyűrű használatát indokolják.

Befejező munkák:

A béléscső sikeres behúzását követően, valamint a szerelvények fentiek szerinti összeszerelése után következik a burkolat helyreállítás, valamint nyomáspróba vizsgálat. A nyomáspróba vízzel történik 3 órán keresztül, 10 bar nyomással. A nyomáspróba sikeres, ha a nyomáscsökkenés a vizsgált időtartam alatt kevesebb, mint 0,3 bar.

6. Közmű rekonstrukciók összehasonlítása hagyományos és kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák esetén

Minden közműfelújítás előtt szem előtt kell tartani a gazdaságosságot, tehát a befektetett összeg hosszútávon nyereséges legyen.

A kitakarás nélküli technológiák rendkívül nagy előnye, hogy a felújított vezetékszakasz a lehető legkevesebb burkolatbontással, földmunkával jár. Így ezek alkalmazása leginkább sűrűn lakott területeken javasolt, ahol az adott vezetékszakaszon sok keresztező közmű található.

A hagyományos technológia esetében a legnagyobb problémát a jelentős földmunkaigény jelenti, nem beszélve arról, hogy a földkiemelést burkolatbontás előzi meg, az így keletkezett törmelékeket el kell szállítani, a kiemelt földet deponálni kell, a munkaárkot a teljes szakaszon dúcolni kell. Ezek a feladatok jelentős költséggel járnak, melyekkel a kitakarás nélküli eljárásoknál nem vagy csak csekély mértékben kell számolni.

A másik komoly tényező minden esetben az idő. A hagyományos technológia esetében a fenti munkafolyamatok (burkolatbontás, földkiemelés, munkagödör megtámasztás, földvisszatöltés, burkolat helyreállítás) jelentős időigénnyel bírnak. A földkiemelés a keresztező közművek miatt, jellemzően problémás munkafázis, ugyanis a szolgáltatott terveken szereplő, esetleges keresztező közművek elhelyezkedése sokszor nem felelnek meg a valóságnak, ezért felkutatásuk sok időt vesz igénybe.

Természetesen, a hagyományos technológia nem minden esetben gazdaságtalanabb, mint a kitakarás nélküli eljárások. Ha példának okáért egy zöldterületen futó vízvezetékéről beszélünk, amely ritkán lakott területen helyezkedik el és miután vízvezetékéről lévén szó a fektetési mélysége tegyük fel, nem haladja meg a 1,5 métert, akkor annak felújítására mindenképp a hagyományos technológia alkalmazása javasolt.

A hagyományos és a kitakarás nélküli technológiák összehasonlítását az alábbi szempontok alapján vizsgáljuk meg:

1. Idő

2. Földmunka

3. Forgalmzavarás

4. Balesetveszély, munkavédelem

5. Környezetkímélés

6. Gazdaságosság

Az első két tényező elemzését az előzőekben kifejtettem.

A **forgalomzavarás**, szintén egy sarkalatos tényező, amely szempont mérlegelésénél is egyértelműen a kitakarás nélküli technológiák javára billenti a mérleget, abban az esetben persze, ha sűrűn lakott területről beszélünk. A hagyományos technológia esetében a vezetékszakas teljes hosszában el kell zárjuk a forgalomtól a munkaárkot, jelentős forgalomzavarást eredményezve. Kitakarás nélkül történő felújítás esetében a forgalomzavarás csupán kismértékű, hiszen nem kell a teljes szakaszon munkaárkot készítenünk, csupán a technológia elvégzéséhez szükséges indító és fogadógödröket, valamint ha szükséges pontszerű rátárásokat alkalmazunk.

A következő fontos szempont a **balesetveszély**, vagyis az emberi élet védelme. A közműépítések során történő balesetek komoly forrása a földkiemelés fázisában történik. Számtalan példát tudunk felhozni a múltból, ahol a földkiemelés fázisában, akár emberéletet követelő balesetek következtek be. Ez a munkafázis ugyanis számos potenciális veszély forrása. Megsérült elektromos nagyfeszültségű kábelek, gázvezetékek, beomló munkaárkok. Ezen balesetveszély források a hagyományos közműépítési eljárások esetében folyamatosan jelen vannak és sajnos nem egyszer bekövetkeztek. A kitakarás nélküli technológiák esetében a fenti tényezők, körültekintő kivitelezés mellett szinte teljesen kizárhatóak. Legalábbis bekövetkezésükre lényegesen kisebb esély tárulkozik.

Az ötödik, szintén fontos szempont a **környezetkímélés**. A kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák esetén, kevesebb por, illetve zajszennyezéssel kell számolni, nem is beszélve a minimális burkolatbontásból és földmunkából származó

gépigényekkel. A teherautók, munkagépek jelentős káros anyag kibocsátással rendelkeznek, valamint magas a bérleti költségük és az üzemanyag fogyasztásuk. A modern technológiák alkalmazása esetén általában a gépköltségek számaránya csupán tizede a hagyományos technológiával szemben, az más kérdés persze, hogy magának a technológiának a költsége az esetek többségében magas. Mérlegre vetve a hagyományos és kitakarás nélküli technológiák költségességét, gondos előkészítés esetén mindenképp utóbbi bizonyul **gazdaságosabb** eljárásnak.

7. Kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák eredményeinek értékelése

Ahogy az már az előzőekben kiderült a megfelelő kitakarás nélküli technológia kiválasztása több körülmény, illetve az adott igények figyelembevételének a függvénye.

Minden technológiának megvannak a maga előnyei és hátrányai, valamint az átlagos vállalási ár, amely szintén meghatározó szempont.

Az első és talán leglényegesebb szempont a rendelkezésre álló mérettartomány, valamint az a kérdés, hogy megengedhető-e a felújításra kerülő vezetékszakaszon az esetleges átmérővesztés. Amennyiben a szóban forgó rekonstrukciós vezetékszakaszon nem engedhető meg átmérővesztés csak kis mértékben, akkor a szorosan illeszkedő technológiák, tehát a Compact-Pipe vagy a DynTec eljárás, illetve a beépített tömlős Primus Line technológia jöhet szóba. Ezeknél a felújítási módoknál ugyanis csak a bélésű falvastagságával csökken az átmérő, amelyet a másik oldalon ellensúlyoz az új bélésű rendkívül kedvező érdességi tényezője. Az, hogy ezek közül a technológiák közül melyiket alkalmazzuk, döntő szerepe van a rendelkezésre álló mérettartománynak, valamint a bélelendő szakasz hosszának. A Compact-Pipe technológia 100-500 mm-es átmérőtartományban nyújt megoldást, hasonlóan a Primus Line technológiához, azonban utóbbi alkalmazása csak hosszabb (300-400 m) szakaszok bélelése esetén ajánlott, ugyanis ennél a technológiáknál az utólagos lecsatlakozások kialakítása komoly költséget jelent. Szemben a Compact-Pipe technológiával, ahol ezen lecsatlakozások elkészítésének költsége nagyságrendekkel olcsóbb. Továbbá a Primus Line technológia lényege, hogy csak nyomás vagy vákuum

hatására veszi fel a megfelelő alakját, így ezen technológia csak kényszeráramú rendszereknél használható.

Amennyiben 500 mm-nél nagyobb átmérő felújításáról van szó, tökéletes megoldást nyújt a DynTec technológia, amely egészen 1400 mm-es átmérőig kínál megoldást és a felújítható egyes szakaszok hossza elérheti az 1000 métert is. A technológia ellen szól viszont az előzőeknél valamivel magasabb folyóméterre eső egységár, valamint rövid szakaszok bélelésénél ez is gazdaságtalan lehet.

A hagyományos „ÜPE” technológia ebből a szempontból univerzális, tehát használható gravitációs, valamint kényszeráramú rendszereknél is és nagy előnye, hogy szinte bármely átmérőtartományban a rendelkezésünkre áll, azonban ennél az eljárásnál nagyobb mértékben csökken az adott vezeték szállítóképessége és bizonyos esetekben ez a szelvényeszűkület nem engedhető meg. További korlátozást jelent ennél a technológiánál az egy ütemben végezhető felújítási hossz felső korlátja, ez ugyanis ennél a technológiánál legfeljebb 300 méter.

Az is felmerülő szempont lehet, hogy a meglévő vezeték milyen állapotú és a béléscső behúása alkalmával kibírja-e a rá nehezedő erőhatásokat. A Compact-Pipe technológiánál 5-10 tonna húzóerő nehezedik a meglévő vezetékre, így ezt a szempontot is szem előtt kell tartani. E tekintetben általában az acélcsövek jó teherbírásúak és felújításuk alkalmával ez a szempont nem okoz különösebb fejtörést, ám természetesen ezt minden esetben kizárólag az előzetes alapos állapotfelmérést követően lehet kijelenteni.

A csőroppantásos technológia széles körben, lényegében bármilyen átmérőtartományban nyújt megoldást és alkalmazása esetén még átmérő növekedés is elérhető. Itt a technológiából adódó magas költség a legnagyobb hátrány és alkalmazása nagyon alapos előkészítést követel.

Most nézzük meg, hogy a fent felsorolt béleléses technológiák milyen átlagos folyóméterenkénti költséggel rendelkeznek. Kiindulásul a tervezésem tárgyát képező lágyvízvezeték felújítást veszem alapul. Az alábbi egységárak kizárólag az adott technológiára vonatkoznak, tehát nem tartalmazzak a felújítással kapcsolatos egyéb költségeket. A folyóméterenkénti egységára technológiánként a következőképp alakul.

Átlagos egységárak folyóméterenként, DN400 átmérő esetén:

Bélelés „ÜPE” technológiával: **67000 ft/fm**

Bélelés **Compact-Pipe** technológiával: **82000 ft/fm**

Bélelés **Primus Line** technológiával: **92000 ft/fm**

Bélelés **BlueLiner** technológiával: **105000 ft/fm**

Bélelés **DynTec** technológiával: **120000 ft/fm**

(Megjegyzés: A Primus Line technológia alkalmazása a speciális csőkötések miatt növeli meg az árat. A BlueLiner technológiánál pedig a kívánt nyomásfokozat eléréshez növelnünk kell a falvastagságot, amely szintén megnöveli a költségeket a Compact-Pipe vezetékhez képest.)

Hidraulikai vizsgálat:

Az alábbiakban elvégeztem egy 233,3 méter hosszú vízvezetékszakasz hidraulikai vizsgálatát a felújítást megelőzően, valamint a bélelést követően. A bélelés szorosan illeszkedő kemény-polietilén csővel készül. A vizsgálat során a vezetékszakaszon keletkező nyomásvesztést vizsgáltam a *Darcy-Weisbach* összefüggés alkalmazásával.

Kiindulási adatok:

Meglévő vezeték: DN400 acél lágyvízvezeték

Külső átmérő: 406,4 mm

Belső átmérő: 388,8 mm + átlagosan 5-6 cm körkörös lerakódás = 270 mm

Érdességi tényező: 0,02

Sebesség: 1 m/s

Gravitációs gyorsulás: $9,81 \frac{m}{s^2}$

Felújított vezeték: DN400 PE100 SDR17 Compact-Pipe

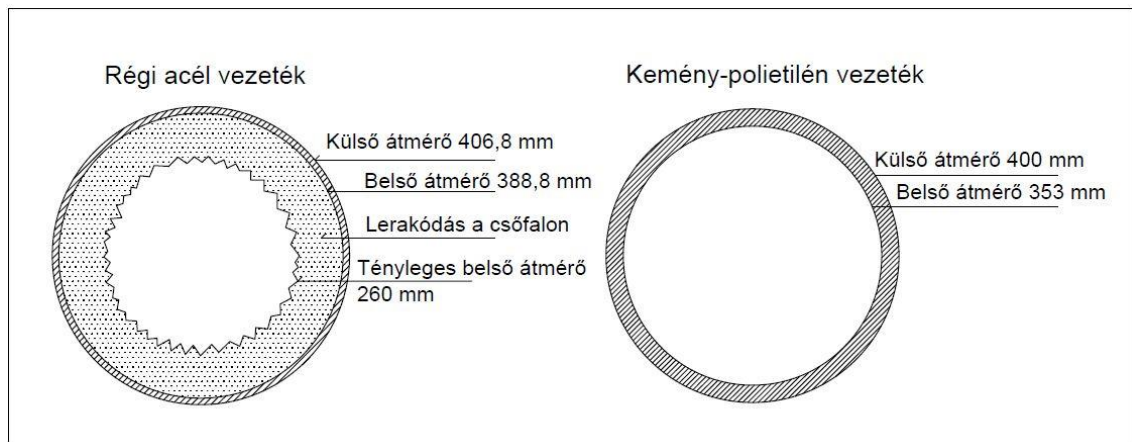
Külső átmérő: 400mm

Belső átmérő: 353 mm

Érdességi tényező: 0,0015

Sebesség: 1 m/s

Gravitációs gyorsulás: $9,81 \frac{m}{s^2}$



Darcy-Weisbach összefüggés:

$$h_v = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{v_k^2}{2g}$$

ahol:

- λ : a csősúrlódási ellenállás tényezője
- l : a vizsgált vezetékszakasz hossza
- d : a vizsgált vezetékszakasz átmérője
- v_k : a középsebesség értéke
- g : a gravitációs gyorsulás értéke

Az képletbe való behelyettesítést követően a következő nyomásveszteségeket kapjuk:

Veszteség az eredeti állapotban: 0,611 m

Veszteség a felújítást követően: 0,0458 m

Az eredményekből jól látszik, hogy bár a felújítást követően némileg csökkent a belső átmérő az eredeti állapothoz képest, mégis a veszteség csupán 10%-a az eredeti állapotban mért veszteségnek. Ez köszönhető a kemény-polietilén cső rendkívül jó hidraulikai paramétereinek, hiszen a csősúrlódásból származó ellenállás értéke rendkívül kedvező.

Természetesen hosszabb vezetékszakaszok esetében a veszteség fajlagosan növekszik, ám a felújítást követően általában minimum 70%-al jobb értékek érhetők el, mind a nyomásveszteség, mind a szállítóképesség tekintetében.

8. Felhasznált források, hivatkozások:

Felhasznált irodalmak:

- http://www.proidea.hu/wavin-hungary-189734/index/Muanyag_csatornarendszerek
- <http://www.pest-terv.hu/>
- www.agriapipe.hu
- <http://www.eng.unideb.hu/userdir/juhasz/segedlet>
- <http://mimoza.marmara.edu.tr/~neslihan.semerci/ENVE204/L1.pdf>
- Szolnoky Csaba – Hidrológia és áramlástan
- Mészáros Pál, Kiss Emese – Csőstatika
- www.bonex.hu
- <http://www.nodig-construction.com/>
- <http://www.vit.bme.hu/vit/oktatas/feltoltesek>
- http://www.sycons.hu/kozmurekonstrukcio_csoroppantassal

Felhasznált képek hivatkozáslistája:

- 2.1 Mészáros Pál, Kiss Emese – Csőstatika
- 2.2 Wavin Hungary – Műanyag csatornarendszerek
- 2.3 Mészáros Pál, Kiss Emese – Csőstatika
- 2.4 Wavin Hungary – Műanyag csatornarendszerek
- 2.5 Wavin Hungary – Műanyag csatornarendszerek
- 3.1 <http://www.eng.unideb.hu/userdir/juhasz/segedlet>
- 4.1 bonex kft: bélelés ÜPE csövekkel
- 4.2 injektáló anyagok tulajdonságai, bonex kft.
- 4.3 - 4.5 bonex kft: bélelés ÜPE csövekkel
- 4.6 <http://www.nodig-construction.com/>
- 4.7-4.17 Compact – Pipe csövek beépítési segédlete, bonex kft.
- 4.18-4.22 Primus Line technológia beépítési segédlet, bonex kft.
- 4.23 http://www.sycons.hu/kozmurekonstrukcio_csoroppantassal

Konzulens: Dima András
Habarics Attila

Kitakarás nélküli közmű rekonstrukciók vizsgálata

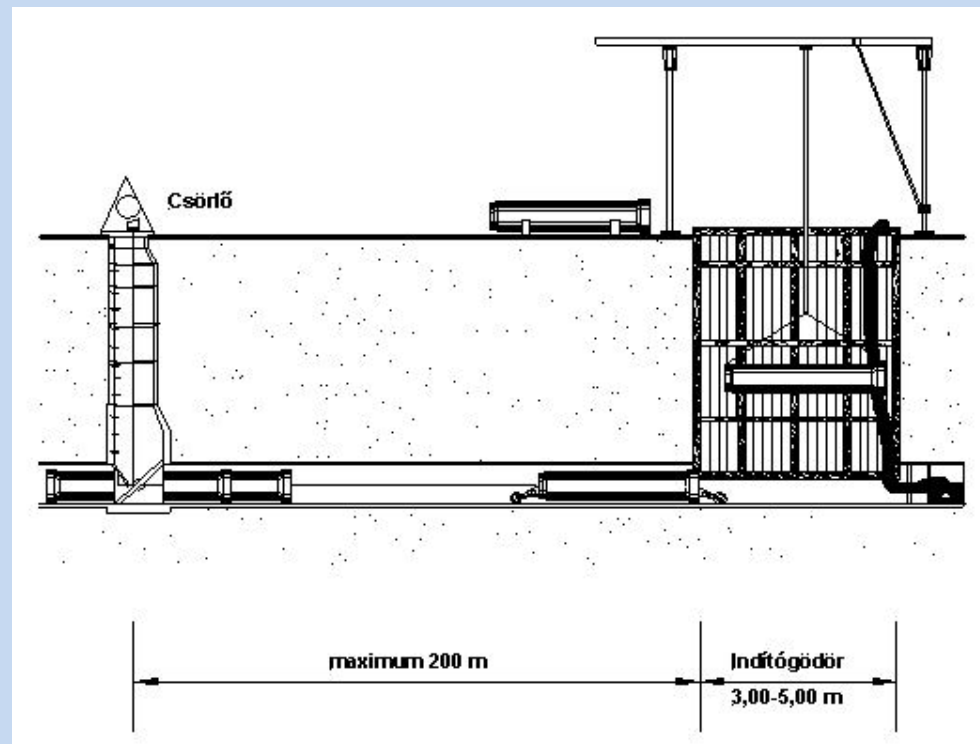
Tanulmány

Készítette:
Farkas Balázs Árpád

Kitakarás nélküli technológiai eljárások ismertetése

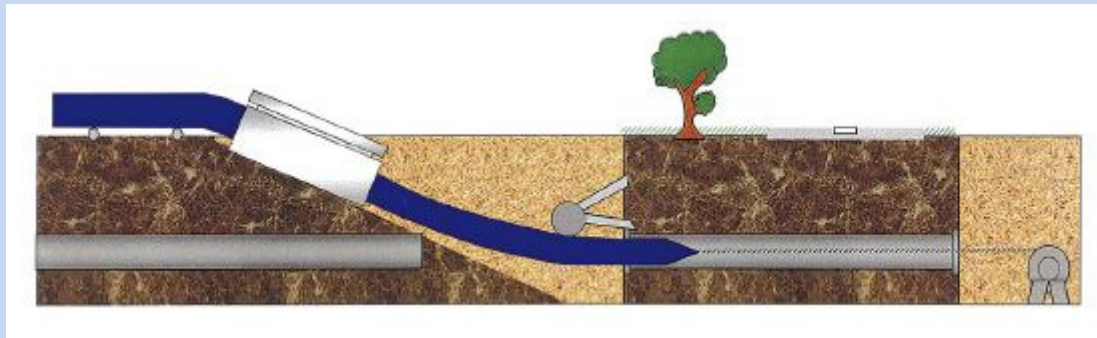
- **Béleléses eljárások**
 - különálló csövekkel
 - szorosan illeszkedő csövekkel
 - helyszínen kikeményedő csövekkel
 - beépített tömlővel
- **Kitakarás nélküli csere**
 - csőroppantás

Bélelés különálló csövekkel „ÜPE technológia”



Bélelés szorosan illeszkedő csövekkel

- Dyntec eljárás



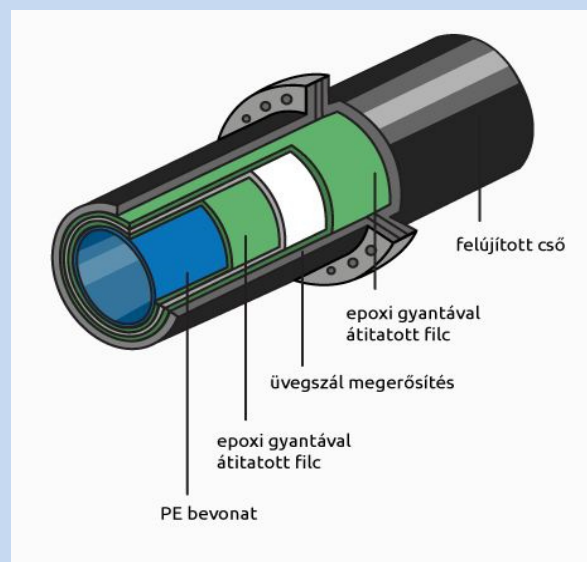
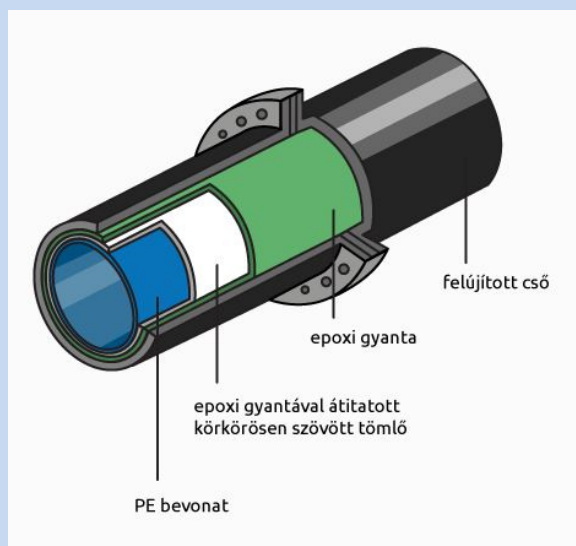
- Compact-Pipe csöves bélelés



Bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel

BlueLiner technológia

- Tömlős bélelési eljárás
- Hőre keményedő epoxigyantával impregnált béléscsövet építünk be a meglévő vezetékbe
- Két fajta kivitel:
 - Kifordítható
 - Behúzható



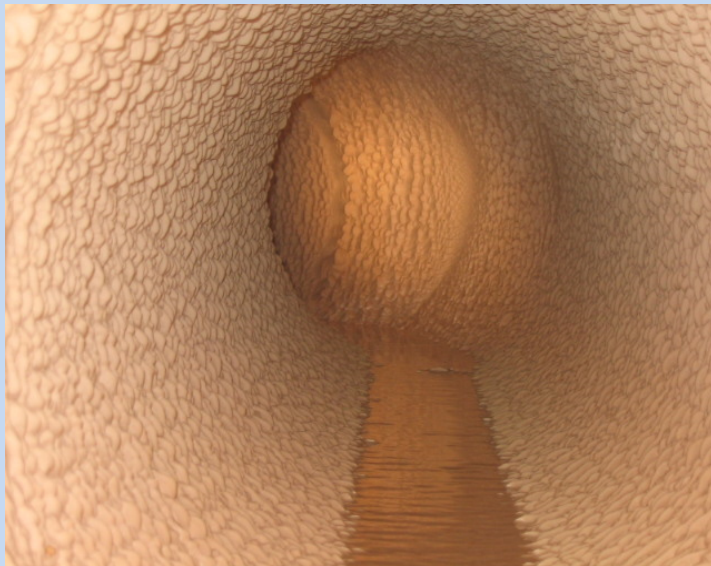
Bélelés beépített tömlővel Primus Line technológia

- Beépített tömlős bélésű
- Kis falvastagság
- Kizárólag nyomóvezetékekhez
- Csővégzáró elemek

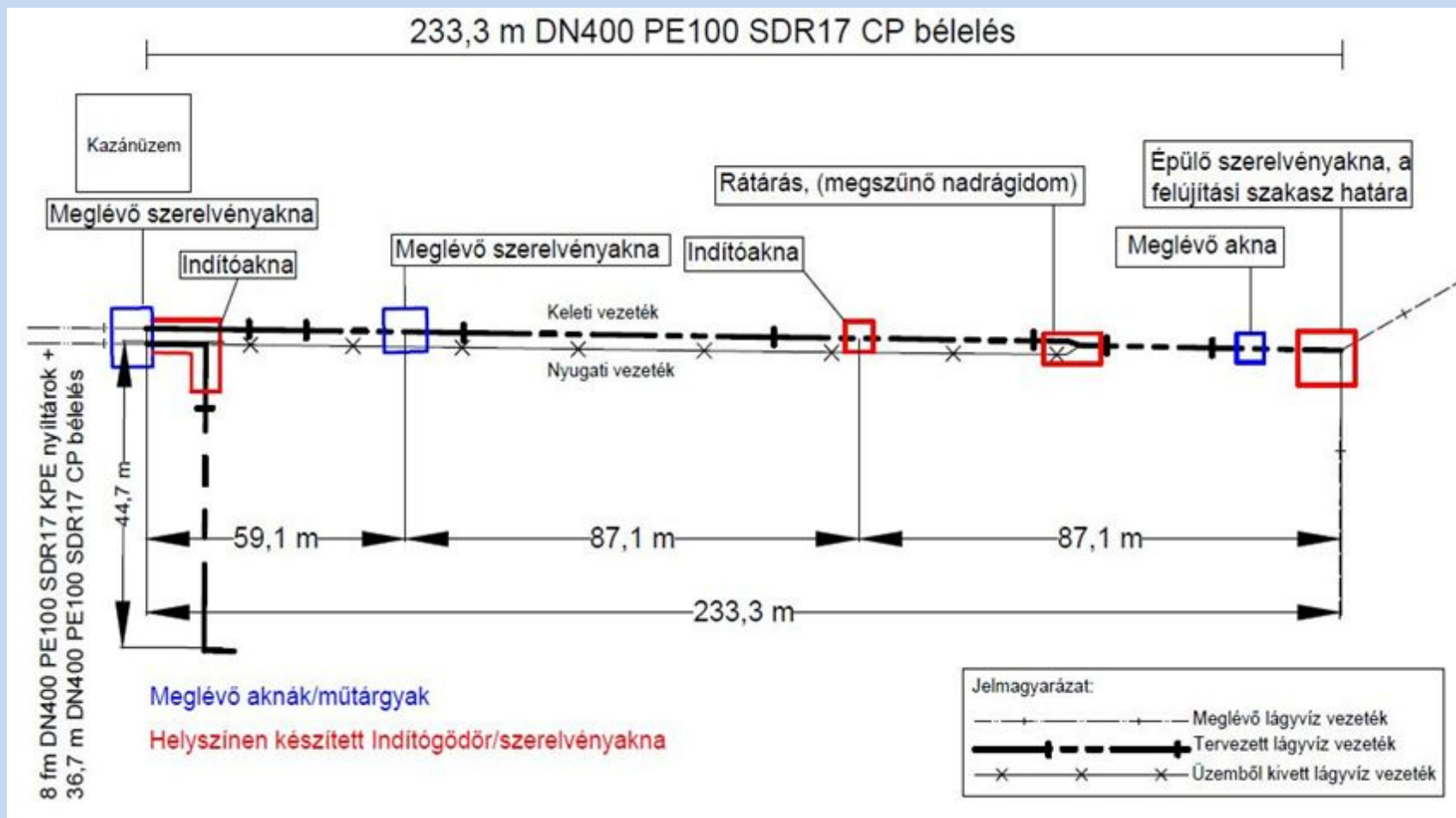


Lágyvízvezeték rekonstrukciója CP technológiával

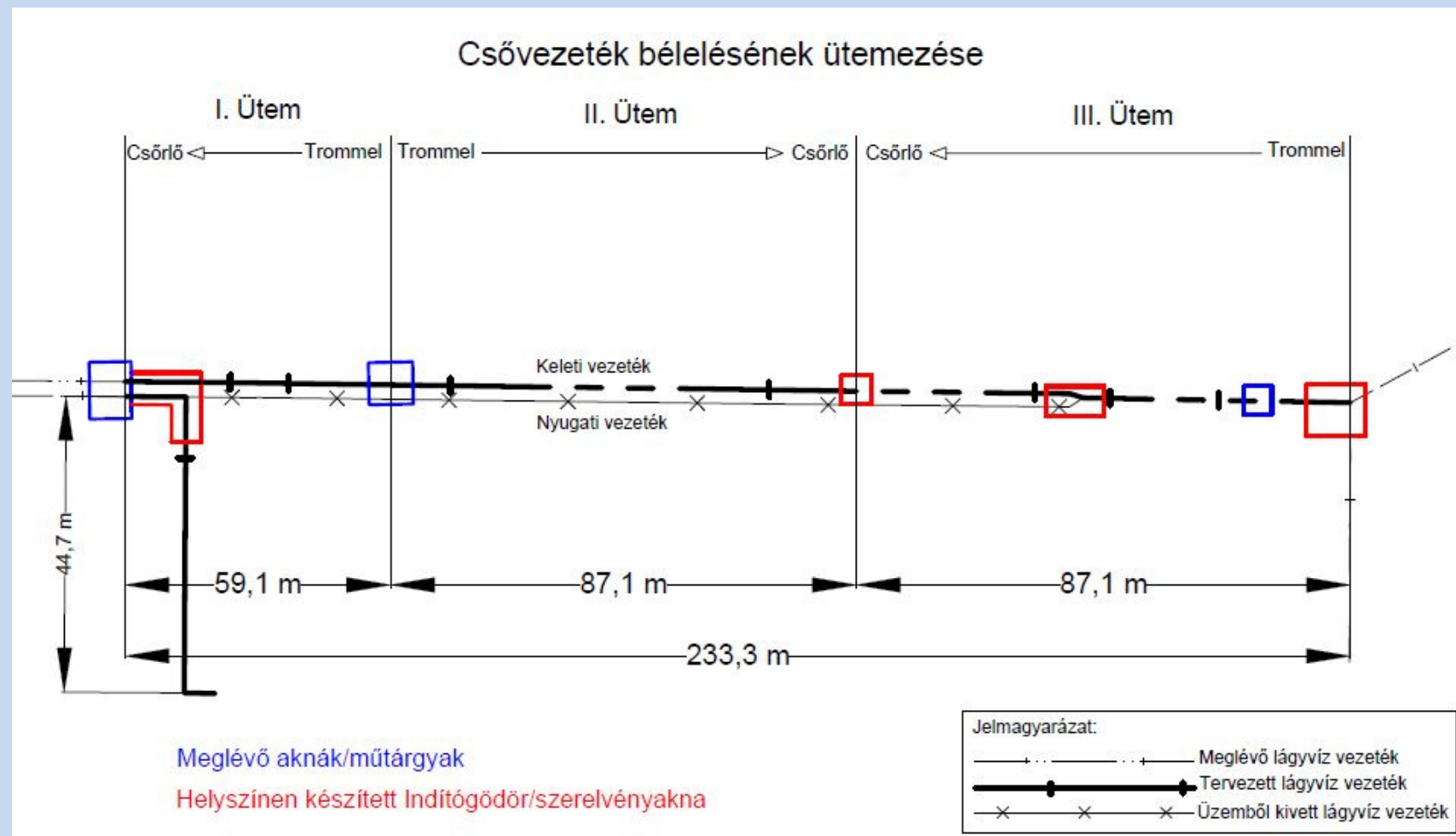
- Meglévő DN400 vezeték
- Lerakódások 50-60 mm vastagságban a vízcső belső falán
- Felújítási hossz: $233,3 + 44,7 = 278$ méter



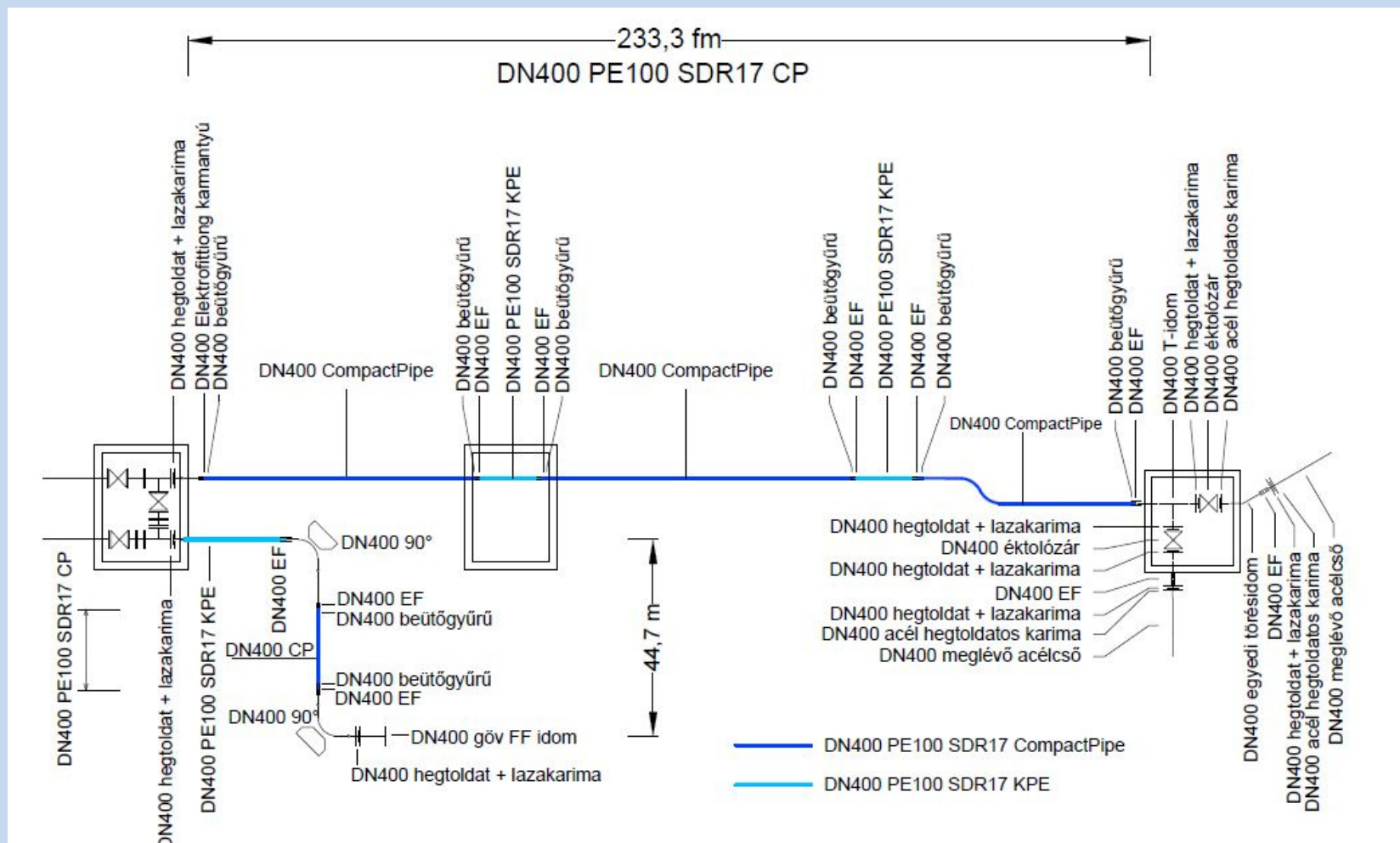
Meglévő és tervezett állapot



Behúzási szakaszok ütemezése

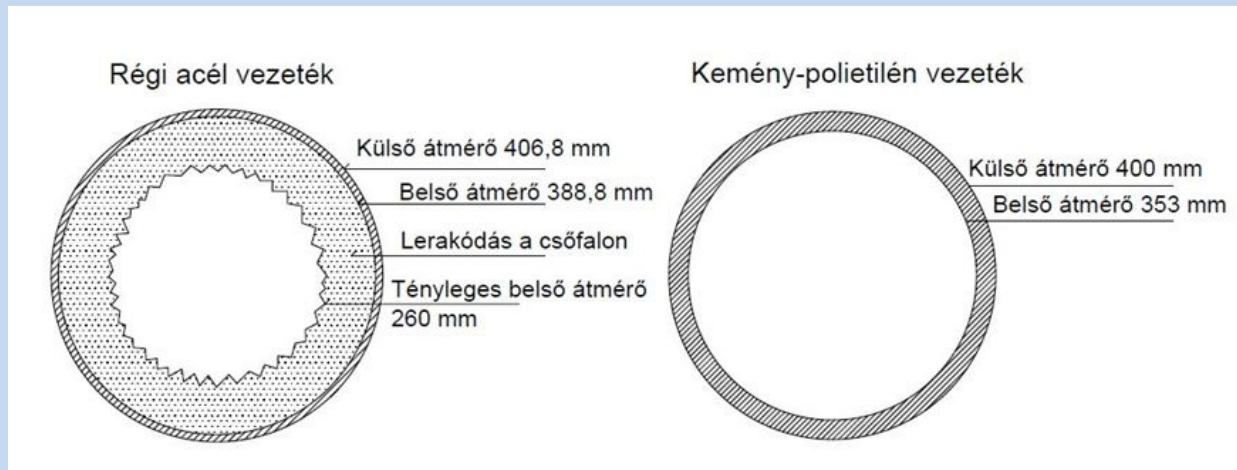


Csomóponti ábra



Kitakarás nélküli technológiák eredményeinek értékelése

- Veszteségszámítás a felújított vezetékszakaszon, Darcy-Weisbach összefüggést alkalmazva:



- Veszteség az eredeti állapotban: 0,611m
- Veszteség a felújítást követően: 0,0458m

Kitakarás nélküli technológiák eredményeinek értékelése

Felújítási mód	Bélelés különálló csövekkel	Bélelés helyszínen kikeményedő csövekkel	Bélelés beépített tömlővel	Bélelés szorosan illeszkedő csövekkel	Kitakarás nélküli csere
Technológia megnevezés	ÜPE	BlueLiner	Primus Line	Compact-Pipe	Csőroppantás
Teherviselési osztály	A.	D.	D.	A.	A.
Alkalmazási terület	Víz, SzV	Víz, SzV, Gáz	Kizárólag nyomás alatti vezetékeknél	Víz, SzV, Gáz	Víz, SzV, Gáz
Max. behúzási hossz	maximum 300 m	1000m	kifordító dobtól függ	100-600m	80-90m
Max. átmérő	150-3600+	100-1200	150-500	100-500	+25-50%
Gyűrűs tér	Van	Nincs	Nincs	Nincs	Nincs
Átmérő veszteség	Van	Van	Van	Van	Nincs
Várható élettartam	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év	min. 50 év

Kitakarás nélküli technológiák eredményeinek értékelése

- **Átlagos egységárak folyóméterenként, DN400 átmérő esetén:**
- Bélelés „ÜPE” technológiával: **67000 ft/fm**
- Bélelés **Compact-Pipe** technológiával: **82000 ft/fm**
- Bélelés **Primus Line** technológiával: **92000 ft/fm**
- Bélelés **BlueLiner** technológiával: **105000 ft/fm**
- Bélelés **DynTec** technológiával: **120000 ft/fm**

Közmű rekonstrukciók összehasonlítása hagyományos és kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák esetén

- **1. Idő**
- **2. Földmunka**
- **3. Forgalomzavarás**
- **4. Balesetveszély, munkavédelem**
- **5. Környezetkímélés**
- **6. Gazdaságosság**