



wavin

**MŰANYAG
CSATORNARENDSZEREK**

M Ű S Z A K I S E G É D L E T

Műanyag csatornarendszerek

MŰSZAKI SEGÉDLET
1. kiadás

Wavin-Pemü Kft.
2072 Zsámbék, Új Gyártelep.
Telefon: 06-23 / 566-000 Fax: 06-23 / 566-001

A műanyag csövek alkalmazásával kapcsolatos egységes szabályozás hiányában szeretnénk, ha kiadványunkkal a beruházók, tervezők és kivitelezők munkáját segíteni tudnánk.

A kiadvány felhasználóinak ezúton is eredményes munkát és mindennapi feladataik elvégzéséhez sok sikert kívánunk.

A műszaki segédletet a WAVIN műszaki tapasztalatai felhasználásával és a Wavin-Pemü Kft. munkatársainak segítségével Bacsinszky Tibor, a Wavin-Pemü Kft. műszaki tanácsadója állította össze.

***A PVC csatornacsőrendszerek tervezése* című (4.) fejezetet írta és *A szennyvízcsatorna rendszerek osztályozása* részbe (1.2. fejezet) bedolgozott Mészáros Pál, a Mészáros és Társai Mérnöki Tanácsadó Közkereseti Társaság részéről.**

A műszaki segédletet a Mészáros és Társai Mérnöki Tanácsadó Közkereseti Társaság részéről Mészáros Pál lektorálta.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Csatornacsőrendszerekről általában	7
1.1. A szennyvízelvezetés fajtái	7
1.1.1. Gravitációs szennyvízelvezetés	7
1.1.2. Kényszeráramoltatású szennyvízelvezetés	7
1.1.2.1. Nyomás alatti szennyvízelvezetés	7
1.1.2.2. Vákuum alatti szennyvízelvezetés	8
1.2. A szennyvízcsatornarendszerek osztályozása	8
1.2.1. A cső és a környező talaj kölcsönhatása	8
1.2.2. A rendszer merevségi viszonyai	9
2. Műanyag csatornarendszerek anyagai	12
2.1. A műanyagokról általában	12
2.1.1. A műanyagok tulajdonságai	12
2.1.2. Műanyagok vegyszerállósága	15
2.2. Műanyag termékek gyártása	16
2.3. Minőségbiztosítás	18
2.4. Műanyag csövek kötéstechikája	19
3. A PVC csatornarendszer elemei	21
3.1. M-Wavin PVC KG és Wavihol PVC csatornacsövek	22
3.2. PVC KG és Wavihol idomok	25
3.3. Aknák	26
3.3.1. Mászható aknák	26
3.3.2. Vizsgáló- és tisztítónyílások	28
3.4. Nyomócsövek	30
4. A PVC csatornacsőrendszerek tervezése	31
4.1. Vonalvezetés	31
4.2. Gravitációs csatornák hidraulikai méretezése	32
4.2.1. Alapfogalmak	32
4.2.2. Méretező táblázatok	35
4.2.3. Wavin grafikonok használata	38
4.2.4. Összefoglalás	46
4.3. PVC KG csatornák statikai méretezése	47
4.3.1. Elméleti alapok	47
4.3.2. Közelítő méretezés	50
4.3.3. Számítási módszerek	51
4.3.3.1. Terhelések	51
4.3.3.2. Alakváltozás meghatározása /8/ szerint	52
4.3.3.3. Alakváltozás meghatározása SKANDINÁV módszerrel	54
4.3.3.4. Az ATV (Abwassertechnische Vereinigung) módszer	55
4.3.3.5. Alakváltozás számítása az IOWA-képlettel	56
4.3.4. Helyi horpadási vizsgálatok	56
4.3.5. Feszültség vizsgálatok	58
4.3.6. Összefoglalás	58
5. Szállítás, raktározás	60
5.1. Szállítás	60
5.2. Raktározás	61
6. Fektetési irányelvek	62
6.1. A munkaárok kialakítása és ágyazat készítés	62
6.1.1. A munkaárok kialakítása	62
6.1.2. Munkaárok biztosítás, dúcolás	63
6.1.3. Ágyazat készítés	64
6.2. Csatornacsövek és idomok fektetése	67
6.3. Csőcsatlakozások elkészítése csatorna építéskor	70
6.4. Csőcsatlakozások utólagos készítése	72
6.6. Wavin tisztító- és ellenőrzőaknák	75
7. Javítás, karbantartás	77
8. Csatornarendszerek rekonstrukciója műanyag csövekkel	77
9. Irodalom	78

A WAVIN-PEMÜ KFT.



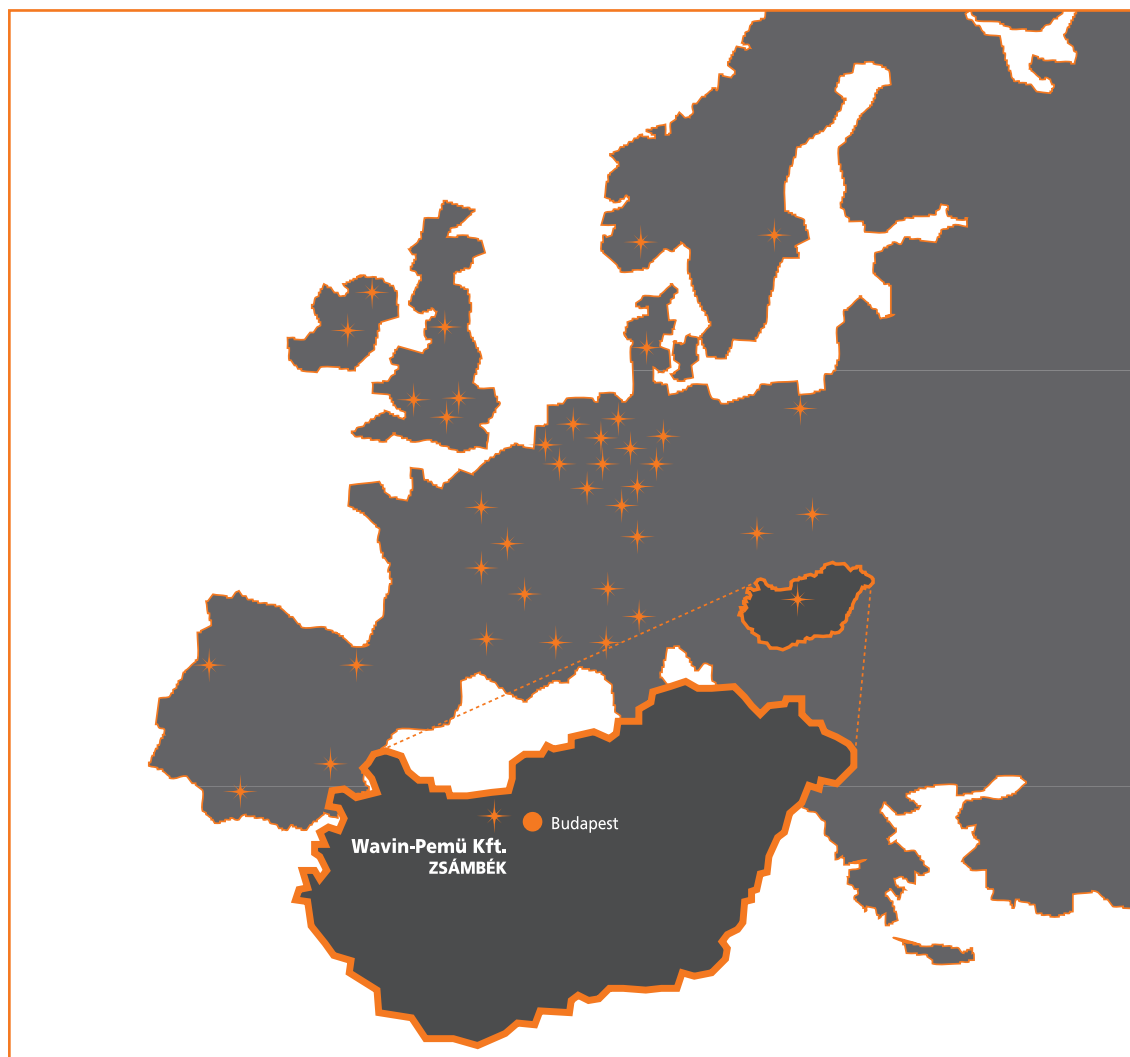
A Wavin zsámbéki gyára

A Wavin-Pemü Kft. a poliolefin csőgyártás területén Magyarországon több, mint 35 éves tapasztalatra tekinthet vissza. (A PEMÜ-ben az üzemszerű gyártás kezdete 1972-ben volt). 1993-ban a WAVIN, Európa egyik legnagyobb műanyagcsőgyártó konszernje vette át a céget. Ekkor költözött át a Wavin-Pemü Kft. Solymárról Zsámbékra. Ezen a telephelyen épült egy korszerű gyártócsarnok, melyen a folyamatos fejlesztési lehetőség biztosított. Fontos szempont volt a könnyű elérhetőség is, telephelyünk Budapesttől 35 km-re, az M1-es autópályától pedig 5 km-re fekszik.

Az egykor csak polietilén és polipropilén csöveket gyártó vállalat időközben nagymértékben bővítette termékválasztékát, így a Wavin-Pemü Kft. ma a következő termékcsaládokat gyártja és forgalmazza:

- PE gázcsőrendszer (D20-D315 mm)
- PE ivóvízcsőrendszer hegesztett, elektrofittinges és gyorskötőidomos kötéssel (D20-D630 mm)
- PP melegvízvezeték-rendszer termálvíz és ipari vezetékek részére (D20-D630 mm)
- Random PP hideg- és melegvízes ivóvízvezeték-rendszer (D25-D110 mm)
- PVC ivóvíz közművezeték-rendszer (D63-D450 mm)
- PVC csatornacsőrendszer (D110-D315 mm M-Wavin KG, D400-D500 mm KG, D630-D800 mm Wavihol)
- műanyag csatornaaknák 200, 315, 425, 500, 630, 800 és 1000 mm átmérőkben
- PVC, PP és többrétegű, hangszigetelt PP épületen belüli lefolyócsőrendszerek (D32-D160 mm)
- padlófűtőcsövek
- PVC ereszcatornarendszer
- folyókarendszer

A WAVIN céget 1955-ben alapították, amikor már az alapítók mögött két éves PVC-csőgyártási tapasztalat állt. A cég nevét a WAsser és VINyl (víz és PVC) szavakból képezték. A Wavin cég gyorsan növekedett, és 1996-ban mint Európa vezető műanyagcső gyártója 320.000 tonna műanyagcsövet szállított 20 európai és számos Európán kívüli országba. A fő felhasználási területen, az ivóvíz, csatorna- és gázcsővezetékeken kívül fontos alkalmazási területek még az öntözés, a drénezés, az ipari felhasználás, és az épületgépészeti csővezetékek a padlófűtéstől a hideg- és melegvízes ivóvízvezetéken át a különféle lefolyócsövekig. Az ereszcatorna, a folyóka és egyéb speciális termékek teszik teljessé a csőrendszereket.



A Wavin-Pemű Kft. a Wavin csoport tagja

A WAVIN konszern Európa különböző gyáraiban több – az adott ország igényeihez igazodó – speciális terméket is előállít (például a WAVIHOL márkanévű nagytérű üregesfalú tokos PVC cső, hulladékdepónia dréncsövek stb.). Ezek a hazai piac számára is – kedvező feltételekkel – elérhetőek, ezért bármilyen vízvezetési problémával érdemes megkeresni szakembereinket.

1. CSATORNACSŐRENDSZEREKRŐL ÁLTALÁBAN

Az emberiség régi problémája, hogy a civilizáció fejlődésével együttjáró és megnövekedett szennyvízmennyiséget összegyűjtse, és a környezete tehermentesítése érdekében közömbösítse. Erre a célra már évszázadokkal ezelőtt a nagyvárosokban – ahol ez a probléma közegészségügyi kérdés is volt – a nyitott szennyvízelvezető árkokat elkezdték befedni, és ezzel megalkották a mai csatornák őstét.



1. ábra: Betömedékelt falazott bekötővezeték a tisztítóaknában (Székesfehérvár)

2. ábra: Falazott csatorna bontása, az előtérben az új műanyagcsővel (Székesfehérvár)

Eleinte téglából falazott csatornák épültek, majd megjelent alapanyagként a beton, a kőagyag, az öntöttvas, az azbesztcement majd a műanyag.

1.1. A szennyvízelvezetés fajtái

1.1.1. Gravitációs szennyvízelvezetés

A szennyvízelvezetés legősibb módja a gravitációs szennyvízelvezetés. A felhasználótól a szennyvíztelepig folyamatos esést biztosítva a csatornának a szennyvízleülepedés- és lerakódásmentesen – a természetes gravitáció energiáját kihasználva – kerül elvezetésre. Ez a módszer sík vidékeken – nagyobb kiterjedésű településeken – a folyamatos esés biztosítása miatt nagyon mély csatornavonalvezetést igényel. A csőátmérő és a helyszíni talaj továbbá talajvízviszonyok függvényében kiadódó határmélység elérése után átemelők közbeiktatásával a szennyvizet egy magasabban fekvő aknába kell felemelni. Így jön létre az átemelőkkel segített gravitációs rendszer, amely a tisztán gravitációs rendszerhez képest az átemelők számának és méretének függvényében költségesebb.

1.1.2. Kényszeráramoltatású szennyvízelvezetés

A fenti problémák megoldására a század eleje óta folyik mind a nyomás alatti, mind a vákuumos kényszeráramoltatású szennyvíz vezetésére irányuló sikeres fejlesztőmunka. Magyarországon is több ilyen rendszer üzemel megbízhatóan. Az egyes kényszeráramoltatású rendszerek hosszú távú értékelése – a hosszabb üzemeltetési tapasztalatok hiányában – csak a távolabbi jövőben lehetséges.

1.1.2.1. Nyomás alatti szennyvízelvezetés

Ez a módszer a szennyvízátemelést a házi beemelő aknában elhelyezett szennyvíz-szivattyú segítségével a felhasználóhoz helyezi át és onnan nyomócsövön továbbítja a szennyvizet egészen a szennyvíztisztító telepig. A nyomás alatti gerincvezetésekre a házi bekötéseket – a házi beemelő aknában elhelyezett visszacsapószelep közbeiktatásával – a nyomócsöveknél szokásos elemekkel és módszerekkel alakítják ki.

A csőrendszer céljára úgy a PE, mint a PVC nyomócső is alkalmas. Méretezésükre a nyomócsőméretezés elvei vonatkoznak.

1.1.2.2. Vákuum alatti szennyvízelvezetés

A kedvezőtlen topográfiai adottságok kiküszöbölésének a másik módja a vákuumos szennyvízcsatornarendszer. Itt a központi vákuumgépház biztosítja a kényszeráramoltatáshoz szükséges energiát. A fűrészfogszerűen elhelyezett szennyvízvezeték közvetlenül a fagyhatár alatt vezethető. Erre a célra a PE nyomócső a legalkalmasabb. Méretezését a vákuumrendszer speciális követelményei szerint kell elvégezni.

A kényszeráramlású rendszerek közös előnye a kisebb földmunkából és a kisebb csőátmérőkből adódó alacsonyabb csőhálózati beruházási költség.

Hátrányos a kényszeráramoltatással együttjáró nagyobb energia- és karbantartási igény, továbbá a gépészeti berendezések gyorsabb elhasználódása.

A fenti rendszerek közötti döntést az üzembiztonság mérlegelése mellett a szennyvíz fizikai állapotában bekövetkező változások – berothadás stb. – is befolyásolhatják.

1.2. A szennyvíz csatornarendszerek osztályozása

A szennyvíz csatornarendszereket a cső és a környező talaj kölcsönhatása, továbbá a csövek – aknák egymásrahatásainak rendszerelvű megítélése alapján osztályozhatjuk.

1.2.1. A cső és a környező talaj kölcsönhatása

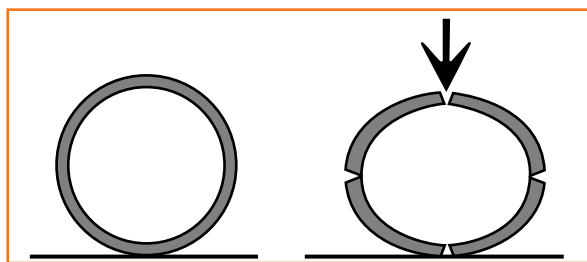
A csatornák csőanyagát a gyakorlat által igazolt elméleti megfontolások alapján két fő csoportra oszthatjuk (lásd 4.fejezet).

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.

A függőleges földterheket a munkaárok szélessége alapvetően befolyásolja.

Ebbe a kategóriába sorolhatók – általában – a hagyományos anyagú

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

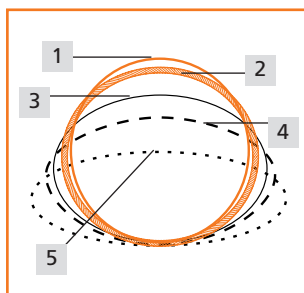


Merev cső viselkedése túlterhelés esetén

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. Az alakváltozás korlátozott; 10% feletti értéknél a terhelhetőséget rugalmas stabilitási problémák is korlátozzák.

A rugalmas csövek viselkedését a következő ábra szemlélteti:

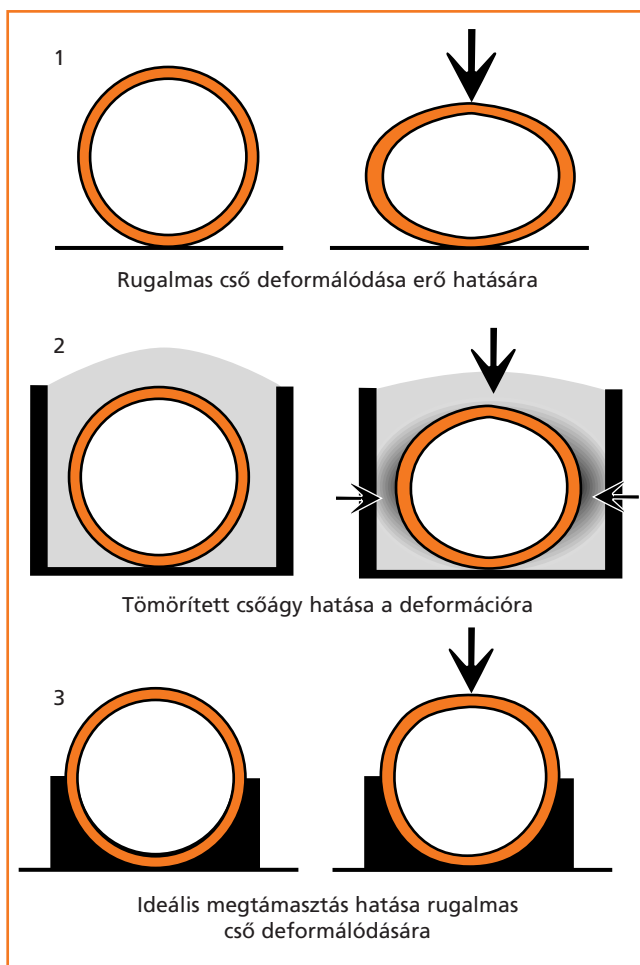


1. A műanyag cső alakja erőhatás nélkül.

2. A gyakorlatban a csőfektetéskor megengedett legnagyobb csődeformáció (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.



A műanyagok csatornacsőként történő felhasználásával teljesen új viselkedésű anyag került felhasználásra. A cső a külső erők hatására jelentős rugalmas alakváltozást szenved, mely az erőhatás megszűntével – annak nagyságának függvényében – nagyrészt visszanyeri eredeti alakját (1. ábra). Az alakváltozás hatására támasztóerők aktivizálódnak a 2. ábra szerint, melynek eredményeként a külső terhek folyamatosan leépülnek. A csőstatika alapját képező **HOOKE**-törvény csak korlátozottan – a kisebb feszültségek tartományában érvényes. A 2. ábrán vastag csíkok a munkárok szélét jelzik, a pontozott rész a tömörített ágyazatot, amely a jobb oldali ábrán a cső két oldalán az alakváltozás hatására utótömörödik. Ez a két erőhatás befolyásolja a műanyagcső alakváltozását, mely előnyökkel és hátrányokkal is jár. Előnye, hogy a rendszert jól kezben tartva a fektetéskori deformáció aránylag rövid idő alatt (kb. 2–3 év) még nagy közúti terhelés esetén is eléri végleges mértékét, egyensúlyi helyzet áll be, ahol a hosszútávú alakváltozás mértéke jó tömörítésnél nem haladja meg a fektetéskori érték

másfélszeresét. Ennek számítását a statikai méretezés (4.3. fejezet) taglalja.

A rugalmas rendszer tulajdonságaiból következik, hogy rossz tömörítésnél a deformáció oly mértékűt érhet el, mely a csövet tönkretetheti, illetve a hosszirányú deformáció kontraesést okozhat a csőnél. Emiatt a csőágyazatkiképzés és a fektetés minősége meghatározó a cső élettartamára és a rendszer üzemeltethetőségére nézve.

A műanyag csövek speciális felhasználása a betonba ágyazás. A cső viselkedése 120°-ot meghaladó beágyazás esetében a teljes mértékben gátolt ellapulás miatt a merev csövek irányába tolódik el (3. ábra). Fontos hangsúlyt kap a záradék rész rugalmas stabilitása, lokális horpadása.

A teljes körülbetonozás esetében – a betonminőség függvényében – bélelt merev csőként, vagy kettősfalú – szendvicsszerkezetkénti – viselkedés lesz a jellemző.

1.2.2. A rendszer merevségi viszonyai

A teljes rendszer merevségi viszonyai a legújabb kutatások alapján kerültek a figyelem középpontjába. Ismert jelenség a jól beágyazott és előírások szerint megépült műanyag csatornáknál a betonaknak térségében az előzőekben részletezett konszolidáció részleges vagy teljes hiánya még a flexibilis cső-akna kapcsolat esetében is.

A problémaként jelentkező nagyobb deformációk – és a cső- vagy tokrepedések – forrását a kutatók az eltérő merevségi viszonyokban keresik.

Elméletileg és gyakorlatilag egyaránt bizonyítható, hogy a merev aknak térségében elsősorban a járműterhek hatására időben és térben változó erőhatások lépnek fel. Ezek a rugalmas cső körüli konszolidációt megzavarva változó – esetenként a számításokban nem követhető – igénybevételeket indikálhatnak.

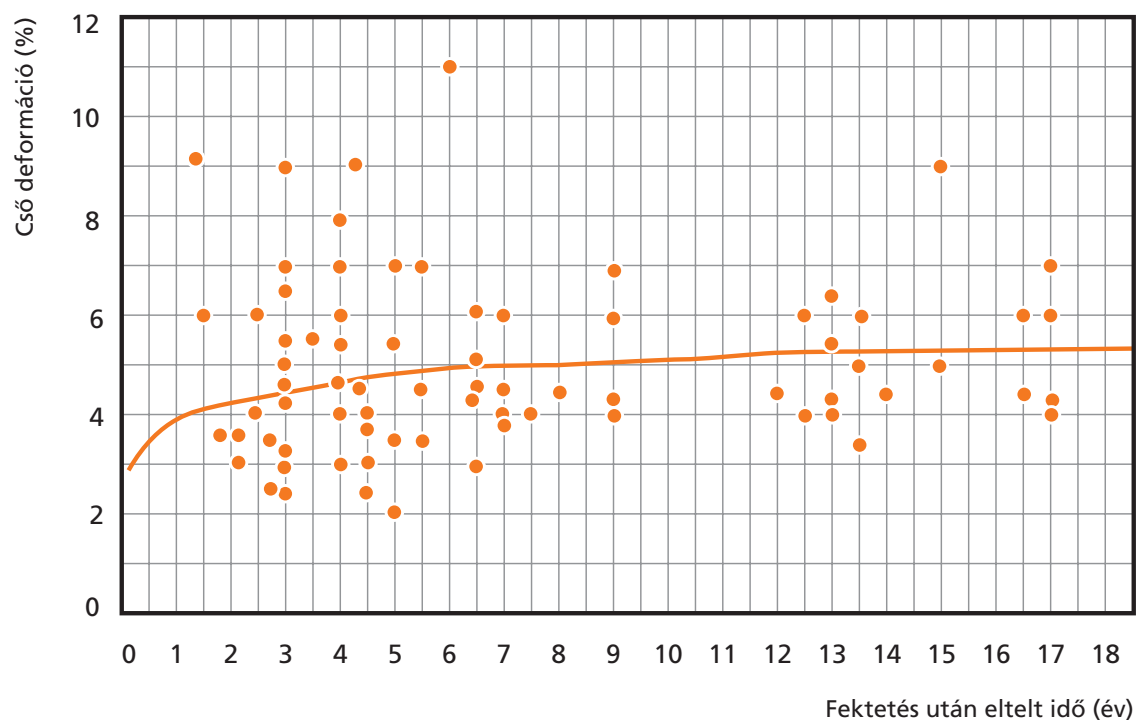
A műanyag aknákkal az egész világon folyó kísérletek azt igazolják, hogy a rugalmas cső, rugalmas aknákkal kialakított egységes rendszere – az 50 éves megkívánt élettartam szempontjából – jobb csatornarendszereket eredményeznek. A mintegy öt éve folyó kísérletek alapján a rugalmas csatorna- és aknarendszer

- jobb vízzárása,
- magasabb korrózióvédelme,
- gyors beépíthetősége és
- kis súlyából fakadó előnyök mellett

erőttani szempontból is kedvezőbb tulajdonságú.

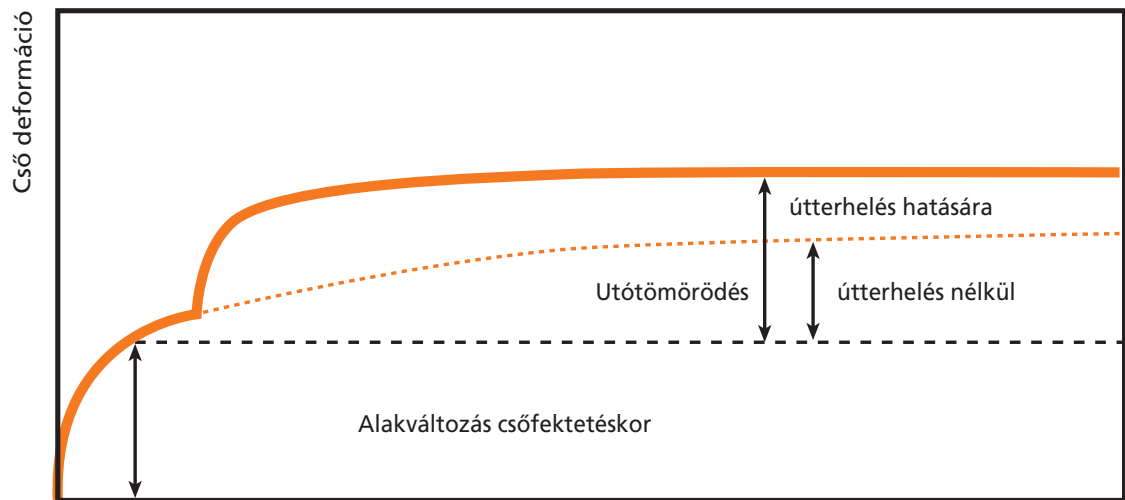
A Wavin az utóbbi években fontos kutatómunkát végzett a csatornacsövek alakváltozásának időbeli változását illetően is. Ennek során sok száz – az utóbbi több, mint 15 évben fektetett – csatorna utólagos alakváltozás mérését végezték el és dolgozták fel. Az alábbi adatok – melyek a Wavinnak a csatornacsövek területén szerzett több, mint 30 éves tapasztalatából származó információkon valamint egy svéd mérnöki irodával és a Holland Minőségellenőrzési Intézettel (KOMO) végzett közös méréseken alapulnak – PiPer néven egy adatbankba kerültek, melyen keresztül a vizsgált csatornák további életútját is követni fogják.

Az alábbi diagram a fenti kísérletsorozat egyik kiértékelését mutatja, mely a vékonyfalú csatornacsövek alakváltozását az idő függvényében szemlélteti:



A grafikonból jól látható, hogy 2 – 3 év alatt a rugalmas csőre ható terhek nagy része jól kivitelezett fektetés esetén leépül. A környezeti talaj és a fektetés minősége – a gyakorlatban – az alakváltozás nagy szórását mutatja, ami felhívja a figyelmet a csatornacsőfektetésnél a tervezés és munkavégzés körültekintő, gondos elvégzésére.

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



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.

2. MŰANYAG CSATORNARENDSZEREK ANYAGAI

2.1. A műanyagokról általában

Már az 1800-as évek közepén előállítottak laboratóriumi körülmények között makromolekulákat (PVC-t), de az első világháború alatt az alapanyaghiány kikényszerítette kísérletezések után a nagyipari gyártásra csak az 1930-as évek második felében került sor. Az első PVC csövek Buná-ban, a gyár lakótelepén, majd 1936-ban a berlini olimpiai stadion melletti lakótelepeken kerültek föld alá, ahol részben még ma is működnek. A PVC csövek kereskedelmi célra történő gyártására a 40-es évek végétől, a PE csövek nagymennyiségű felhasználására pedig a 60-as évek végétől került sor.

A műanyag csatornák alapanyagaként általában a PVC (polivinilklorid), a PE (polietilén) különböző fajtái, a PP (polipropilén), az ÜPE (üvegszálerősítésű poliészter) és az epoxigyanta jöhetnek szóba. Ezek közül itt részletesen a PVC, érintőlegesen a PE és PP csatornákat tárgyaljuk.

2.1.1. A műanyagok tulajdonságai

A csatornarendszereknél alkalmazható műanyagok tájékoztató fizikai jellemzői (forrás: Kunststoffrohrhandbuch, Vulkan-Verlag Essen, 1997) [22]:

Tulajdonság	Mérték- egység	Polivinilklorid PVC	Polietilén PE 80	Polipropilén PP
Közepes sűrűség 23°C-on*	g/cm ³	1,40	0,95	0,90
Húzószilárdság	MPa	45	19	27
Szakadási nyúlás (3mm-nél/s)	%	15	>500	15
Rugalmassági együttható (E-modul)	MPa	3000	680	1150
Keménység	Shore-D	80	60	73
Lineáris hőtágulási együttható (23°C-on)**	mm/m°K	0,08	0,17	0,14
Relatív csőfal érdesség***	mm	0,005	0,005	0,007
Hővezetőképesség	W/m°K	0,15	0,42	0,22
Felületi ellenállás	Ohm	10 ¹²	10 ¹³	10 ¹⁴

* A közepes sűrűség hőmérsékletfüggő érték

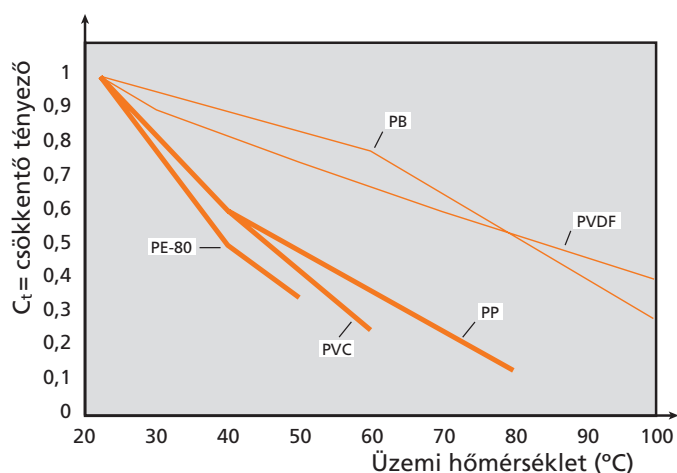
** A lineáris hőtágulási együttható hőmérsékletfüggő érték

*** A csőfalon mért relatív érték, a hidraulikai számításokban nem alkalmazható.

Amennyiben a műanyagcsövek itt fel nem sorolt tulajdonságaira lenne szüksége, kérje munkatársaink segítségét.

A műanyag csövek jellemző fizikai tulajdonságai:

- A PVC, PE és a PP-ből gyártott csövek kis sűrűségük miatt ($0,9 - 1,4 \text{ g/cm}^3$) alacsony súlyúak.
- Vegyi anyagokkal szembeni ellenállóképességük nagyon jó, nem korrodálnak (ld. 2.1.4. fejezet).
- A PVC, PE és PP a hőre lágyuló műanyagok közé tartoznak. Szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotúak, de $80 - 100^\circ\text{C}$ felett elkezdnek lágyulni, fokozatosan csökken a szilárdságuk, $150 - 200^\circ\text{C}$ körül pedig megolvadnak. A PVC 190°C felett hosszabb ideig hőn tartva gyors bomlásnak indul, az anyag elszéneseedik és többek között sósavgáz keletkezik. Ezért ezeket a műanyagokat felhasználásuk után sohasem a kommunális szemét közé keverve ártalmatlanítjuk, hanem külön kezeljük. A hőre lágyuló műanyagok kivétel nélkül újra feldolgozhatóak.
- A műanyag csatornarendszerek anyagai közül a PVC nagyobb szilárdságú, de ridegebb, a PE kisebb szilárdságú és rugalmasabb. A hőre lágyuló műanyagok hő hatására meglágyulnak majd megolvadnak, a hőhatás megszűnése után pedig újból szilárd halmazállapotúak lesznek. Szilárd állapotban nagy mechanikai megterhelés hatására az anyagban a molekulák egymás mellett kúszni kezdenek, ami maradandó alakváltozást okoz.
- A hőmérséklet növekedésének hatására a hőre lágyuló műanyagok szilárdsága fokozatosan lecsökken. Ez a különféle anyagoknál különböző hőmérsékleteken különböző mértékű. Az egyes csőgyártásra használatos műanyagok hőmérséklet-függését az alábbi tájékoztató jellegű diagram szemlélteti:
- A PVC maximálisan 60°C , a PE 45°C , a PP 100°C tartós üzemi hőmérsékletig használható gravitációs rendszereknél. Nyomócsöveknél a hőmérséklet növekedésével az üzemi nyomás illetve az élettartam arányosan csökken. Ennek értékeit a nyomócső kézikönyv részletezi. A hőre lágyuló műanyagok alkalmazásánál az erőtanai számításokban mindig figyelembe kell venni, hogy a megengedett feszültség élettartam- illetve hőmérsékletfüggő.
- A műanyagok az alacsony hőmérsékletet is jól bírják. Ha a vezeték befagy, rugalmassága miatt a jég hőtágulásának ellenáll, kiolvadása után újra felveszi eredeti alakját.
- A PVC $+5^\circ\text{C}$ alatt erősen ridegedni kezd, ezért ezen hőmérséklet alatti felhasználásánál körültekintően kell eljárni a fokozott törésveszély miatt. A PE fektetése $0 - -10^\circ\text{C}$ között csak a fektetési előírások fokozott betartása mellett és különösen gondos munkavégzéssel végezhető.
- A műanyagok rossz hővezetők, ezért jók a hőszigetelési tulajdonságaik. E tulajdonságuknak köszönhetően hideg médium vezetésénél kicsi a páralecsapódás rájuk, kevésbé „izzadnak”.
- A műanyagok kopásállósága nagyon jó, így erősen abrazív közegek vezetésére is kitűnően alkalmasak (pl. homokzagy stb.).

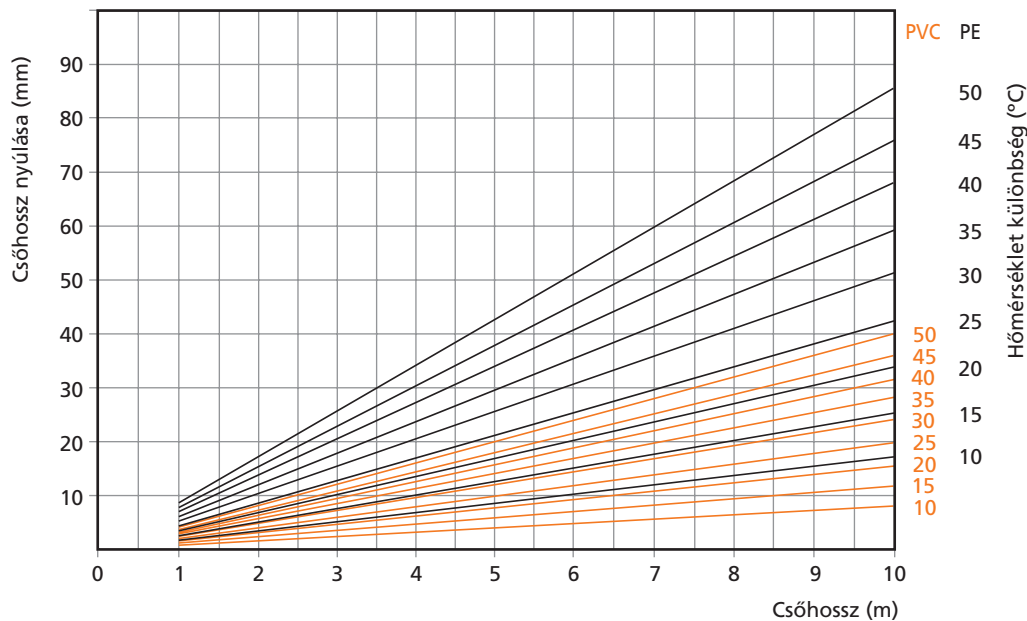


Egyes műanyag csövek üzemi nyomásának hőmérsékletfüggése (a diagram a trendet mutatja, a pontos értékeket a nyomócső kézikönyv tartalmazza) (forrás: Kunststoffrohrhandbuch, Vulkan-Verlag Essen, 1997) [22]

- A műanyagok nagyfokú rugalmasságát a rugalmas csőrendszerek statikai méretezési számításánál kell figyelembe venni. A PE és a PP jól hajlíthatóak, a munkaárok szélén szerelve utólag leereszthetők az ágyazatra. Az ívek hajlítási sugarát a fektetési paramétereknél részletezzük.
- A műanyagok színezékaladékok segítségével anyagukban színezhetőek, de jól festhetőek is. A PVC csatornacsövek narancsbarna (RAL8023) vagy világosszürke, a nyomócsövek sötét-szürke színűek (RAL7011). A PP csövek világosszürke színben készülnek, a PE csövek színe általában fekete, kivételesen kék vagy sárga. Lehetőség van a fekete színű csövek kék vagy sárga csíkokkal történő gyártására is. A sötét színű csövek hátránya, hogy a fektetés utáni helyszíni televíziós vizsgálatához speciális berendezésre van szükség.
- A műanyagcsövek felületi simasága rendkívül jó, így pl. a betoncsövekhez képest a hidraulikai méretezés során gyakran egy mérettel kisebb csövek is betervezhetőek.
- A műanyagok a hőmérséklet változására a fémekénél nagyobb hőtágulással reagálnak (a műanyagok hőtágulása az acélénak 10 – 20-szorosa is lehet).

A szabadon vezetett hegesztett vagy ragasztott vezetékek szerelésénél ezért – általában – a csőlírak alkalmazása elengedhetetlen. Elágazásnál a sérülések elkerülése érdekében az ágvezeték csak az elágazástól távolabb szabad fix megfogással kialakítani. A tágulási együttható hőmérsékletfüggő, a PP hőtágulási tényezőjét az alábbi diagram szemlélteti:

Csőhossz nyúlása adott hőmérsékletkülönbség hatására a PVC és PE csöveknél



- A gumigyűrűs-tokos szereléseknél a tokba történő nem teljes bedugással biztosítjuk a hőmozgás lehetőségét és hogy a hőtágulás ne okozzon káros feszültséget a csőben. A földbe fektetett csővezetékeknel gondos tömörítés esetén a földterhelésből számítható súrlódó erők egyensúlyozzák a hőtágulási erőket. Ezeket – szükség esetén – körültekintő méretezésekkel kell ellenőrizni.
- A műanyagok éghetőek. A PVC önkioltó tulajdonságú, 200°C felett viszont bomlásnak indul, elszenesedik és sósavgáz keletkezik. A PE és PP meggyújtható, lánggal ég és az olvadási hőmérsékletét elérve égve lecsepeg. Égéskor széndioxid és víz keletkezik, egészségre káros vagy korrozív anyag viszont nem. Ezeket a tulajdonságokat a tűzvédelmi szempontból a tervezésnél figyelembe kell venni.
- A tárgyalt műanyagok az elektromos áramot nem vezetnek, szigetelők, viszont az elektromos feltöltődésre hajlamosak. Földelésre nem alkalmasak!
- Az ultrabolya sugárzás a műanyagok anyagszerkezetét megtámadja. A PE-ben az adalékként

használt nagy mennyiségű korom az ultraibolya sugárzás bejutását fékezi. A szabadban vezetett csöveket ezért az ultraibolya sugárzással szemben festéssel vagy takarással védeni kell, különben élettartamcsökkenéssel kell számolni.

- A műanyag csövek rendkívül könnyen megmunkálhatóak, fűrészelhetőek, reszelhetőek, fűrhatóak, esztergálhatóak. Gépi megmunkálásnál a túlhevülés és megolvadás elkerülésére lassú fordulatszámot kell használni.
- A hőre lágyuló műanyagok felmelegítve is alakíthatóak. A PVC már 80°C felett jól formázható, ezzel szemben a PE 130°C felett hirtelen olvad meg. Csatornázásnál a melegalakítást nem ajánljuk, mert megbízható melegalakítást csak műhelykörülmények között nagy szakmai ismeretekkel lehet végezni. A melegalakítás másik módja a pálcás illetve az extruderhegesztés. Ezzel a módszerrel műhelykörülmények közt idomok is készülnek, de szükség esetén a helyszíni hegesztések is elvégezhetők ezekkel a módszerekkel. A pálcás hegesztés a feszültséggyűjtő helyeknél bizonyítható gyártási és alakítási belső feszültségekből adódó fokozott kifáradási és repedési hajlam miatt nem javasolt.
- A tompahegesztés a PE és PP csöveknél alkalmazható. Jó minőségű hegesztés esetén a varrat jósaági tényezője a csőénél nagyobb. A gravitációs csatornákban történő alkalmazás esetén a cső belsejéből a varratdudort utólagosan ki lehet munkálni.

2.1.2. Műanyagok vegyszerállósága

A műanyag csőrendszerek általában a legkülönbözőbb vegyszereknek ellenállnak. A különféle vegyszerekkel szembeni vegyszerállóságukról részletes táblázatok állnak rendelkezésre. A német szabvány a műanyagok vegyszerállóságát három kategóriába sorolja: az adott vegyszernek ellenálló, feltételesen ellenálló vagy nem ellenálló. Ellenállónak tekinthető a műanyag, ha a vegyszer okozta változások 2500 órán át megegyeznek az ugyanezen idő alatt 40°C-os vízben előálló változásokkal. Nem ellenálló, ha a vizsgált vegyszer bomlást, oldódást, duzzadást, vagy bármilyen más elváltozást okoz.

A vegyszerállóság függ a hőmérséklettől és a mechanikai terheléstől is.

Nem elég a csőanyag vegyszerállóságát vizsgálni, hanem minden, a vegyszerrel kapcsolatba kerülő összes alkatrésznek (gumitömítés, karimák közti tömítés, gömbcsap alkatrészek stb.) az adott alkalmazási körülményt figyelembe véve ellenállónak kell lennie. A ragasztott PVC illetve a hegesztett PE és PP kötések vegyszerekkel szembeni ellenállása megfelel a normál csővezetékével.

A kemény PVC sókkal, híg savakkal és lúgokkal, ásványi és növényi olajokkal, alkoholokkal és alifás szénhidrogénekkel szemben ellenálló, aromás és klórtartalmú szénhidrogénekkel, észterekkel és ketonokkal szemben nem ellenálló.

A PE sókkal, híg és tömény savak és lúgok többségével szemben ellenálló. Nem áll viszont ellen a tömény salétromsavnak, füstölő kénsavnak (oleum), a klórszulfonsavnak, a halogéneknek illetve a halogént leadó vegyületeknek és bizonyos halmazállapotú és töménységű klórnak.

A PP vegyszerállósága hasonló a PE-hez, de magasabb hőmérsékleten és nyomáson is alkalmazható. Ezért vegyipari üzemekben, gyógyszergyárakban előszeretettel alkalmazzák gravitációs csatornacsőként is. (Irodalom: /6/)

A csatornacsöveknél használatos gumigyűrűk csak a tiszta víznek illetve a háztartási szennyvíznek állnak ellen. Egyéb vegyszerek szállítása előtt a gumigyűrű gyártójának a tanácsát, illetve szakvéleményét ki kell kérni, melyhez a Wavin szakemberei készséggel állnak rendelkezésre. Adott szituációban olajálló illetve saválló gumigyűrűk szállítására is lehetőség van.

A csövek alapanyagainak a fontosabb, különböző töménységű és hőmérsékletű vegyszerekkel szembeni ellenállóképességét külön kiadványunk tartalmazza. A különböző összetételű és töménységű ipari szennyvizek bevezetése a csatornacsövekbe kivételes szakismereteket igényel. Különleges esetekben nem zárható ki a kísérletek szükségessége sem. A vegyszerállóság kérdéseiben bármilyen kétely esetében javasoljuk szakembereink megkeresését.

2.2. Műanyag termékek gyártása

A hőre lágyuló műanyagok hő hatására képlékennyé válnak majd megolvadnak, a hőhatás megszűnése után pedig újból szilárd halmazállapotúak lesznek. Ez a folyamat – bizonyos feltételekkel – többször megismételhető. Ezt a tulajdonságot használják ki ezen anyagok feldolgozásánál és hegesztésénél.

Az alapanyag és az adalékanyagok kiválasztását alapvetően a gyártandó késztermék tulajdonságai határozzák meg.

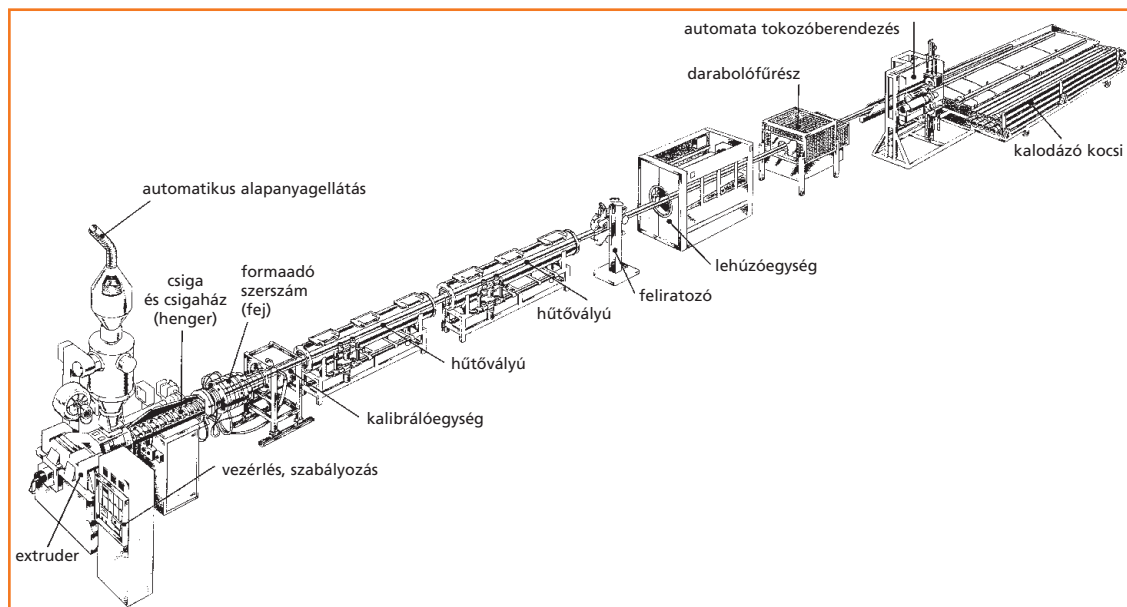
Az alapanyag por vagy granulátum formájában általában tartályautókban érkezik a gyárba, melyekből az anyagot nagyméretű tárolósílóba fejtik át.

Innen az alapanyagok teljesen zárt csőrendszeren keresztül jutnak el a feldolgozógépig. Az egyes komponensek bemérése és előkészítése teljesen automatikus működésű keverőkben történik.

A hőre lágyuló műanyag csövek (ezek közé tartozik a PVC, PE és a PP) extrudálással készülnek. A gyártógépsor különböző egymás után kapcsolt és egymással összehangolt működésű berendezésből áll össze. Az alapgép egy extruder, melyben egy meleg hengerben a csiga segítségével az alapanyagot megolvasztjuk (plasztifikálás), majd egy formaadó szerszámon (fej) keresztül préselve végtelen cső formájúra alakítjuk. Az így előállt végtelen cső hűtés következtében megszilárdul és a külső felülete egy kaliberben megkapja a pontos, tűrt méretet.



A műanyag alapanyag szállítása tartályautóban, tárolása tárolósílóban történik.



Extruder sor felépítése

A cső belső átmérőjét a gyártástechnológia határozza meg, de a belső átmérő több méretből (átmérő, falvastagság) és annak tűrésmezeiből adódik össze. Ebből következően a műanyag csövek méretjelölésében a külső, tűrt átmérőt adjuk meg. Az összes idom a cső külső átmérőjéhez igazodik és csatlakozik.

A végtelen csövet egy lehúzóberendezés tökéletesen egyenletes sebességgel húzza illetve tolja végig a gépsoron. Egy jelölőberendezés feliratozza a csövekre az előírt adatokat. A fűrészt a csőszálat milliméterpontosan a kívánt hosszra vágja. A szálaban gyártott csöveket kalodázzák, a tekercses áru a feltekercselőre kerül. A tokos csövek végeit automata tokozóberendezés újra felmelegíti, tokozza és kialakítja a gumigyűrűhornyot. A gumigyűrű gyárilag kerül behelyezésre a csövekbe.

A csőköti idomok fő gyártási eljárása a fröccsöntés.

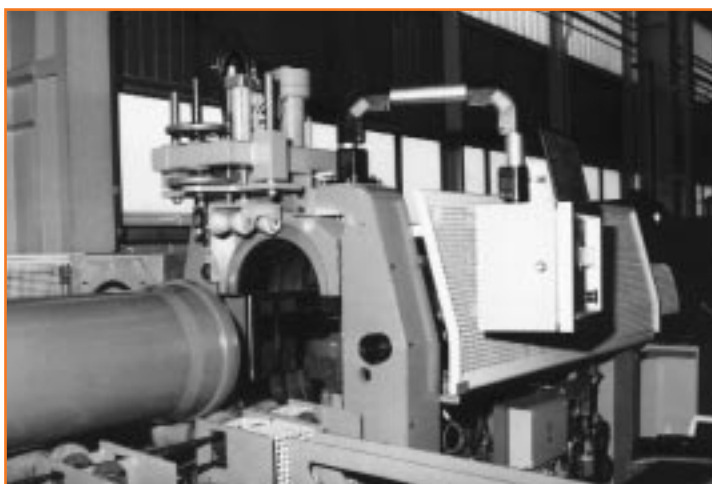
Az alapanyagot az extruderhez hasonlóan plasztifikálják. Itt azonban a csiga nem csak forgómozgást végez, hanem tengelyirányú elmozdulással az előkészített ömledéket a fröccsöntőszerszám zárt üregébe préseli. Eközben az osztott fröccsöntőszerszámban fellépő erőket a záróegység veszi fel.

Az ömledéknek a szerszámon keresztül történő hűtésével a termék megszilárdul, az osztott szerszám nyitásával és az idom belsejét kialakító magok kihúzásával a termék szabaddá válik és a szerszámból eltávolítható.

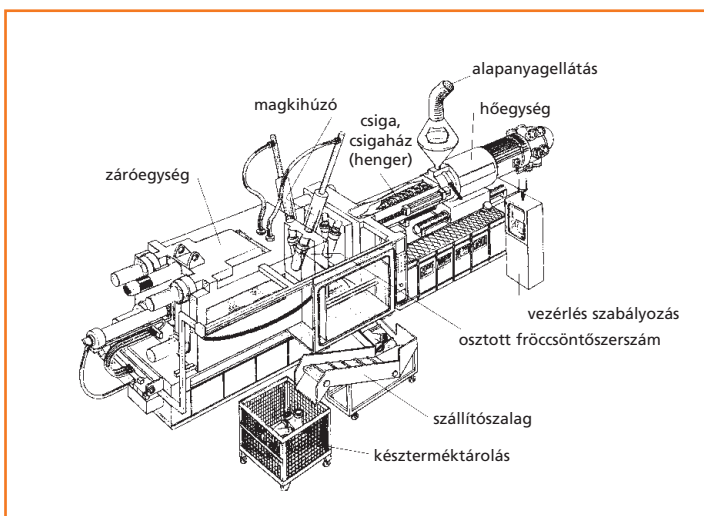
Kis sorozatú termékek sajtolással, konfekcionálással, rotációs öntéssel stb. is készülnek.



Polietilén és PVC csőgyártó sorok a Wavinnál



A PVC csatornacső tokozása



Fröccsöntőgép felépítése

2.3. Minőségbiztosítás

A Wavin-Pemü Kft. felsővezetésének meggyőződése, hogy termékeinek és szolgáltatásainak a vevők elvárásait kielégítő minősége a cég eredményességének kulcsa.

A Wavin-Pemü Kft. felismerve a magas minőségigényű versenypiacok elvárásait, határozott vezetői szándékkal kezdte meg és működteti 1994 óta az európai elvárásokat is kielégíteni képes, jól működő, a további korszerűsítések felé nyitott minőségbiztosítási rendszerét.

A Wavin-Pemü Kft. tevékenysége és gazdaságos működése megköveteli, hogy egy a termelést és kereskedelmet teljesen átfogó, hibamegelőzésre koncentrálnó minőségbiztosítási rendszere legyen.

A mostanra már több mint 25 éves csőgyártó múltunk segít abban, hogy termékeinket mindig a legújabb technológiai, technikai újításokat figyelembe véve gyártsuk és fejlesszük. Gépsoraink és minőségellenőrző berendezéseink állapotát és funkció-



80°C-os tartós belső nyomásállósági vizsgálatra előkészített PE cső próbatest



Csatornacső merevség vizsgálata



PVC cső ütésállóság vizsgálata 0°C-on



PVC csatornaidom deformáció vizsgálata



Csőfalvastagságmérő berendezés

képességét nemcsak a hazai szakintézmények, hanem a német DVGW intézet is rendszeresen ellenőrzi. Az előbb említett cégek természetesen a termékeinket is rendszeresen, évente több alkalommal bevizsgálják.

A gyárat már építése során úgy alakítottuk ki, hogy a legnagyobb hatékonysággal a legjobb minőséget érjük el. A gyártás teljesen zárt rendszerben történik folyamatos műszakban. Ez és a nagyteljesítményű gépek együttese teszi lehetővé, hogy a legnagyobb mennyiséget a legkülönbébb kivitelben a legrövidebb időn belül kiszállíthassuk. A termeléshez és ellenőrzéshez rendkívül jól felszerelt laboratóriumunk nyújt segítséget.

Laborunkban minden csővel kapcsolatos vizsgálatot el tudunk végezni és ezek eredményeinek felhasználásával tudjuk a technológiánkat folyamatosan tovább finomítani.

A jelenleg érvényes szabványos vizsgálatokon kívül sok olyan egyéb vizsgálatra is be vagyunk rendezkedve, amelyek túlmutatnak a jelenlegi szabványokon. A szabványos vizsgálatok többek között a tartós belső nyomásállóság, MFR, szakadási nyúlás, metilén teszt.

Sok vizsgálatra a DVGW és az LNE minőségi jelek elérése/használata miatt rendezkedtünk be. Többek között ilyen a korom diszperzió, korom tartalom, repedés terjedés felület aktív anyagban, merevség stb.

A minőségbiztosítási rendszer adja azt a szilárd keretet tevékenységünkhöz, melynek segítségével az „*elsőre jót*” Wavin-alapelvelet elérjük. Ennek eszköze, hogy teljes minőségi rendszert biztosítunk partnereink számára. A teljes rendszerben értelemszerűen a szükséges hatósági alkalmazási engedélyek, vizsgálati szakvélemények is beletartoznak.

2.4. Műanyag csövek kötéstechikája

A műanyag csövek és idomok egymáshoz csatlakoztatása a legváltozatosabb kötéstechikával történhet.

A csatornarendszereknél legelterjedtebb PVC KG csatornacsövek tokos, gumigyűrűs kötése egyszerű, helyszíni megmunkálást nem igényel. A Wavinnál rendszeresített, gyárilag behegylézett ajakos tömítő-gyűrűk használatával a gumigyűrű kitolásából származó hibalehetőségek a minimumra csökkennek, a csökötések teljesen vízzáróak.



PVC KG cső ajakos gumigyűrűs tok kialakítása



Tokos-gumigyűrűs PVC nyomócső

A PVC csövek anyagukban ragaszthatók. Itt csak a PVC anyagát oldó ragasztókat szabad használni és csak olyan helyen, ahol a gyártó ragasztást ír elő (pl. egyes nyeregidomok esetében). A ragasztás minősége csak akkor garantált, ha a ragasztási technológiát pontosan betartják (lásd 6.4. fejezet).

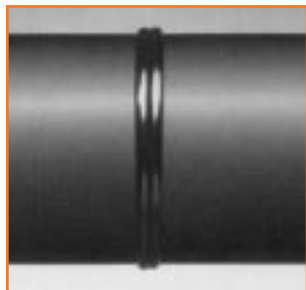
PVC csatorna- és nyomócsövek helyszínen történő tokozása, hegesztése nem megengedett! A nyomócsőrendszereknél a belső nyomás hatására az íveknél, elágazásoknál és csővéglezárásnál a tokos kötésekben fellépő tengely-



Ragasztós-tokos PVC cső

irányú erők felvételét – melyek a csöveket szét próbálják tolni – kitámasztással, vagy speciális húzásbiztos kötéssel kell biztosítani. Ezek méretezése a nyomócsövek erőtan méretezésének a fontos részét képezik.

A PE és PP csövek kötésénél szóba jöhet a tompa- (homlok-) és a tokos hegesztés, kivételes esetekben az extruderhegesztés. A tokos hegesztés legmodernebb módja az elektrofittinges hegesztés, ahol a melegítést végző ellenálláshuzal a karmantyúba kerül beépítésre.



*Tompa (túkrős)
hegesztésű PE cső*



*Elektrofittin-gel
hegesztett PE cső*



„Magnum” gyorskötőidom

Az utóbbi három fajta csőkötés elkészítését illetve annak egyes fázisait a mindenkori külső hőmérséklet befolyásolja. A +5°C alatti hőmérsékletnél mindhárom csőkötés készítésénél fűtött védősátor alkalmazása ajánlott.

A PE csövek és idomok egymáshoz kötésénél használhatunk gyorskötőidomokat is. (Ezek ma 110 mm-es – egyes gyártóknál 160 mm-es – átmérőig állnak rendelkezésre.)

A tokos kötések kivételével a fenti kötésmódok húzásbiztosak, fel nem nyílnak, tehát a belső nyomás hatására a vezetékben ébredő tengelyirányú erőket felfogják.

A ragasztás, a hegesztés és a gyorskötőidomos kötés technológiáját a nyomócsőrendszer műszaki segédletben tárgyaljuk.

Az utóbbi időkben a PE és a PP csatorna- és nyomóvezetékekhez is megjelent a tokos gumigyűrűs kötés. (A magas árfekvés miatt azonban ez csak a gazdag, nagy PE csatornázási hagyományokkal rendelkező országokban - pl. Svájc - terjedt el nagyobb mértékben.) Ezekhez a tokos csövekhez tokos idomok is beszerezhetőek. A nagy lineáris hőtágulási együttható miatt itt elsősorban a hosszú tokokat alkalmazzák.

A tokok felhegesztése a gyárban, üzemi körülmények között történik a belső varratdudor egyidejű kimunkálásával.

Úgy a PVC, mint a PE csöveknél főleg a szerelvényekhez történő csatlakoztatáshoz karimás kötések is rendelkezésre állnak.



*Gumigyűrű behelyezése
hosszútokos PE csatornacsőbe*

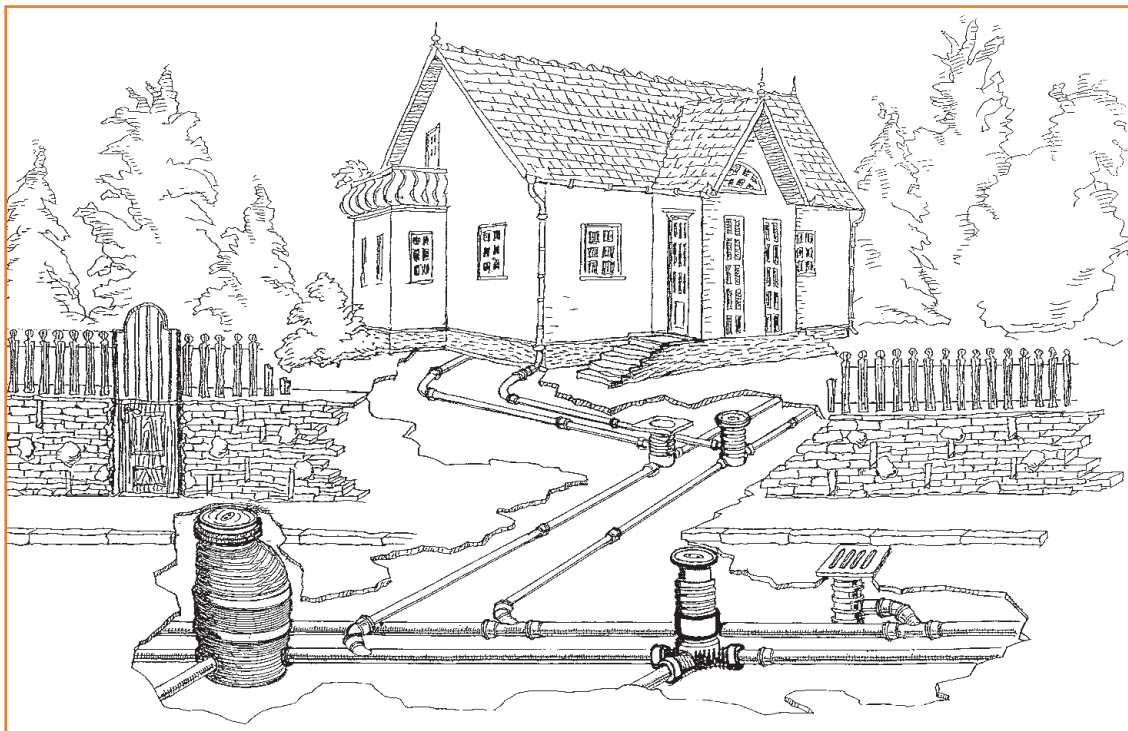


Karimás kötés PE csatornacsőnél

3. A PVC CSATORNARENDSZER ELEMEI

Mielőtt a csatornarendszer egyes elemeivel foglalkozunk, tekintsük át a gravitációs, elválasztott (külön szenny- és csapadékvíz) rendszerű csatornavezetékrendszer felépítését.

Az alábbi ábra a mai magyar szabályozások szerinti szétválasztott rendszert ábrázolja. Vannak – főleg kis településeken – ettől eltérő megoldások is, melyek például nem alkalmaznak mászható aknát, vagy a gyűjtővezetékek mérete 200 mm alatti. Ezek vizsgálatával akkor tudunk foglalkozni, ha már elegendő ismeret áll rendelkezésünkre az üzemeltetési tapasztalatokról. Az épület alatti szabadon vezetett vagy bebetonozott alapvezetékéből a kertben a házi



csatornavezetékek gyűjtik a szennyvizet. A tisztíthatóság érdekében az alapvezetéken – általában – tisztítóidomot is elhelyeznek. Az alapvezeték és a házicsatorna legkisebb mérete 110 mm, de a jobb tisztíthatóság érdekében javasoljuk a 125 vagy 160 mm-es csatornák alkalmazását. Ennek a rendszernek az üzemeltetése általában a telektulajdonos feladata. Ma Magyarországon nem gyakori, hogy több telek szennyvizét telekhatáron belül egy közös aknába gyűjtik, de a költségcsökkentés érdekében erre külföldön sok példát találunk.

Az üzemeltető előírja, hogy telekhatáron belül a tulajdonos házi bekötőaknát köteles létesíteni. Ezek az aknák ma főleg házilagos kivitelezésben ellenőrizhetetlen minőségben készülnek. Ez sok üzemeltetési hiba okozója. Ilyen helyre feltétlenül a műanyag házi bekötőaknáinkat ajánljuk, egyszerű szerelésük házilagos körülmények között is teljes üzembiztonságot nyújtanak.

A házi- és a gerinc- vagy a gyűjtővezeték csatlakozása közötti szennyvíz bekötővezeték szokásos mérete 160 mm, egyes üzemeltetőknél ettől eltérően 200, esetleg 110 vagy 125 mm. Ha a bekötés nem aknára, hanem közvetlenül a gerincvezetékre történik, a házi bekötőaknának olyan kivitelűnek kell lennie, ahonnan ez az üzemeltetőhöz tartozó vezeték-szakasz is tisztítható.

A főgyűjtőket általában gerincvezetéknek is hívjuk. A gyűjtővezetékek mellékutcaiból vezetik az onnan nyíló telkek szennyvizét a gyűjtőcsatornába. Ennek méretét az üzemeltetők legalább 200 mm-ben szabják meg. A csapadékvízrendszer is a szennyvízrendszerhez hasonlóan épül fel. Víznyelők részére szintén rendelkezésre állnak műanyag elemek is.

A csapadékvíz- és az egyesített rendszereknél a csapadék időbeli eloszlásának és lefutásának számítási módszereinek ismertetése túlnő a kézikönyv keretein.

3.1. M-Wavin PVC KG és Wavihol PVC csatornacsövek

A csatornázásban leginkább a PVC KG csatornarendszer terjedt el (a KG a német Kanal-Grundrohr = csatorna alapvezeték rövidítése).

A Wavin PVC KG narancsbarna színű csatornacsövek magyar szabvány hiányában D110 és D500 mm közötti tartományban elsősorban a DIN 19534 szabvány főbb előírásai szerint készülnek. A D400 és D800 mm közötti, üreges falú, világos szürke színű Wavihol csatornacsövekre az alkalmazási engedély mellékletét képező műszaki feltételek vonatkoznak.

Mindkét fajta PVC csatornacső tokos-gumigyűrűs kivitelű. A tokba az ajakos gumigyűrű, mely könnyű, kinyomódásmentes, garantáltan vízzáró kötést biztosít, gyárilag kerül behelyezésre. A kétfajta PVC csatornacsőrendszer kötéstechnikailag egymással csereszabatos. A csövek és idomok sima vége rézseléssel készül, mely a *Fektetési irányelvek* c. fejezetben előírt összeszerelést elősegíti és megvédi a gumigyűrűt a sérüléstől.

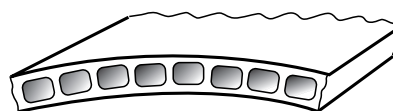
A Wavin PVC KG és WAVIHOL csatornacsövek átmérő/falvastagság aránya (továbbiakban SDR) a statikai számításoknál SDR 41-nek felelnek meg (a német szabvány, és ezzel a magyar gyakorlat ettől az értéktől kis mértékben eltér).

A prospektusunkban megadottól eltérő falvastagságú csövet csak külön kívánságra gyártunk.

A Wavin-Pemü Kft. legújabb fejlesztése a szendvics-szerkezetű M-Wavin-KG PVC csatornacsőrendszer. A cső fala három részből épül fel, melynek külső és belső rétege tömör PVC, a középréteg pedig zártcellás, kemény PVC-hab. A szendvics-szerkezet és zárt cellás felépítés



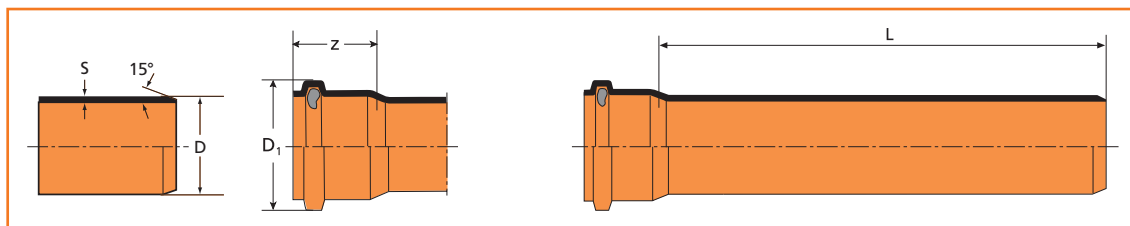
Ajakos gumigyűrűs tokkiképzés



A Wavihol cső szerkezete



biztosítja a cső kiváló statikai tulajdonságait. Az M-Wavin-KG PVC csatornacsövek D110 - D315 mm átmérő tartományban készülnek. Falvastagságaik a teljes átmérő-tartományban az SDR41 átmérő / falvastagság aránynak felelnek meg és gyűrűmerevségük garantáltan a statikai számításokban használt $S_N = 4 \text{ kN/m}^2$ értéknek felel meg. Ezt a tulajdonságot a gyártás közben rendszeresen mérjük, a minőségi tanúsítvánnyal igazoljuk, valamint a csőre kerülő jelölés is tartalmazza az SDR 41 átmérő / falvastagság arányt, és az $S_N = 4 \text{ kN/m}^2$ gyűrűmerevséget. Az M-Wavin KG PVC csatornacsövek egyébként teljes mértékben csereszabatosak a hagyományos KG csatornacsövekkel.



A KG csövek főbb méretei:

Cső külső átmérő	Falvastagság		Tok külső átmérő	Tok hossz	Beépítési csőhossz
D (mm)	s (mm)	s* (mm)	D ₁ (mm)	z (mm)	L (mm)
110	3.0	3.0	125	76	1000, 2000, 3000, 5000
125	3.0	3.0	142	82	
160	3.6	3.9	179	100	
200	4.5	4.9	222	120	
250	6.1	6.1	282	140	
315	7.0	7.7	351	160	
400	9.8	-	442	190	1000, 2000, 5000
500	12.2	-	552	220	

* Az s* az M-Wavin csőre vonatkozik.

A Wavihol csövek főbb méretei:

Cső külső átmérő	Falvastagság	Tok külső átmérő	Tok hossz	Beépítési csőhossz
D (mm)	s (mm)	D ₁ (mm)	z (mm)	L (mm)
630	17	700	270	2730
630	17	700	270	5730
800	22	920	340	2660
800	22	920	340	5660

Amennyiben további méretekre van szükségük munkatársaink készséggel állnak rendelkezésükre.

A műanyag cső gyártása c. fejezetben leírtak miatt a magyar gyakorlat szerint a műanyag csöveket külső átmérőjükkel jellemezzük.

A KG csatornacsövek beépítési hossza D110 – 315 mm-ig 1, 2, 3 és 5 m, a D400 – 500 mm-es KG csöveké 1, 2 és 5 m. A D630 – 800 mm-es Wavihol csövek teljes hossza tokkal együtt pedig 3 és 6 m. A PVC csatornacsövek és tokos nyomócsövek beépítési hossza a WAVIHOL csöveket kivéve nem tartalmazza a tok hosszát. Gyakran előfordul, hogy a csövek átmérőjét a hivatkozott német szabvány és a nyugat-európai gyakorlat szerint a magyar gyakorlattól eltérően névleges átmérőjükkel jellemzik. A KM nyomócsövek külső átmérője egyes méreteknél szintén eltér a KG csövekéétől. Ebben az esetben, illetve ha a PVC KG csatornacsövet és a PVC KM nyomócsövet vegyesen kell használni, a csövek külső és névleges átmérő összehasonlításában a következő táblázat lehet segítségükre:

PVC csatornacsövek külső átmérője (mm)	Csatornacsövek névleges átmérője (külföldi jelölés)	KM PVC nyomócsövek külső átmérője P10, (mm)	KM PVC nyomócsövek névleges átmérője (külföldi jelölés)
D 110	NÁ 100	D 110	NÁ 100
D 125	NÁ 125	D 140**	NÁ 125
D 160	NÁ 150	D 160	NÁ 150
D 200	NÁ 200	D 225	NÁ 200
D 250	NÁ 250	D 280**	NÁ 250
D 315	NÁ 300	D 315	NÁ 300
D 400	NÁ 400	D 450**	NÁ 400
D 500	NÁ 500	D 500***	NÁ 450
D 630*	NÁ 600	D 630***	NÁ 500
D 800*	NÁ 800	-	-

* A Wavihol csöveket nem tartjuk raktáron, egyedi kívánságra beszerezzük.

** Ezeket a méreteket nem tartjuk raktáron, egyedi kívánságra σ100 minőségben beszerezzük.

*** Holland szabvány szerinti PVC nyomócső. D630 mm-nél tok nélkül készül áttoló karmantyús kötéssel.

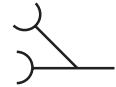
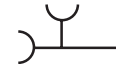
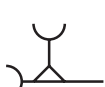
A fentiekben megadott névleges átmérők és a cső belső átmérője között nincs közvetlen összefüggés.

3.2. PVC KG és Wavihol idomok

A KG idomok nagy választékban állnak rendelkezésre D110 – 500 mm átmérőtartományban. Mindegyik tokos-gumigyűrűs kivitelű, folyásirányban sima véggel.

A D630 – 800 mm-es csövekhez nyeregídomos szűkített lecsatlakozást tudunk biztosítani.

A PVC KG és a Wavihol csatornacsövekhez D110 – 500 mm átmérőtartományban az idomválaszték a következő:

	KG tokos csatornacső D110 - 800 mm
	KGEA 45°-os ágídom egál- és szűkített kivitelben D110 - 500 mm
	KGEA 87.5°-os ágídom egál- és szűkített kivitelben D110 - 500 mm
	KGB 87.5°, 67.5°, 45°, 30°, 15°-os ívídó D110 - 500 mm
	KGMM kettős karmantyú D110-500 mm
	KGU áttoló karmantyú D110 - 800 mm
	KGT felragasztható tok D110 - 200 mm
	KGR szűkítő D110 - 500 mm
	KGRE tisztítóídom D110 - 200 mm
	KGM tokelzáró dugó D110 - 500 mm
	KGK végelező sapka D110 - 500 mm
	KGKP gumigyűrűs végelező sapka D160, 200 mm
	KGS bepattintható nyeregídom D200/125, 250/125, 315/125, 250/160, 315/160 és 400/160 mm
	KGFP csatorna aknabekötő ídom D110 - 800 mm
	KGET íves tisztítóídom D160 és 200 mm
	KGETS nagyívű tisztítóídom D160 - 315 mm

A fenti idomok aktuális választékát és méreteit az ide vonatkozó prospektuslapunk tartalmazza.

3.3. Aknák

A csatornarendszerek fontos elemei az aknák, melyek a csatornarendszer ellenőrzésére, karbantartására, tisztítására, szellőzésére szolgálnak.

A vonatkozó hazai műszaki irányelvek aknák alkalmazását írja elő:

- vízszintes- és magassági iránytöréseknél,
- ágvezetékek csatlakozásánál és
- bekötővezetékeknél a telekhatáron.

A fenti funkciók ellátása szempontjából – az utóbbi években kialakult gyakorlat szerint – megkülönböztetünk:

- munkavégzésre alkalmas mászható aknákat,
- munkavégzésre csak a terepszintről alkalmas tisztítóaknákat,
- csak korlátozott ellenőrzésre alkalmas cső- és ellenőrzőaknákat.

(A korlátozott alkalmasság az átmérő és az üzemeltető gépi berendezéseinek a függvénye.)

A kialakítás szempontjából az aknák lehetnek átfolyó-, iránytörő, csatlakozó-, bukó- és különleges egyedi funkcióknak megfelelő aknák.

Az aknák egymástól történő telepítési távolságát az üzemeltető határozza meg a csatornázás időpontjában rendelkezésre álló illetve tervezett ellenőrzési- és tisztítási technológiájának paraméterei alapján.

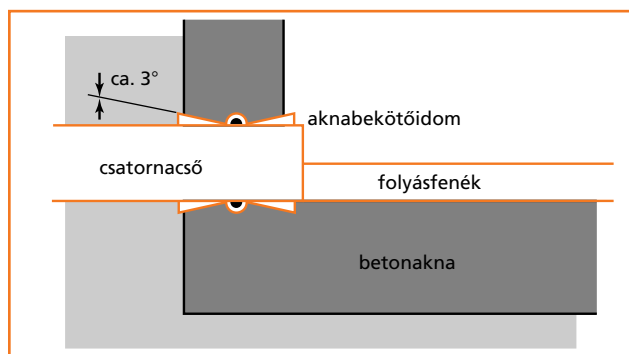
3.3.1. Mászható aknák

Ha a munkavégzést az aknában kell biztosítani, akkor lejutásra alkalmas – mászható – aknát kell építeni. (A korábbi évtizedekben – a mechanikai és a kézi csatornatisztítás időszakában – csak ilyen aknákat alkalmaztak legalább 1 m belső átmérővel.) A maximális aknaközetet a csatorna átmérőjének függvényében empiriák alapján illetve a mindenkori tisztítási technológiának megfelelően határozták meg. A lejáráshoz a vonatkozó szabvány szerint előírt, – korrózió ellen megfelelő védelemmel ellátott – hágcsót vagy létrát kell beépíteni. Az akna lezárását a terep- vagy az útpálya szintjétől öntöttvas fedlapkeret és fedlap beépítése biztosítja. Ennek átmérője az új európai előírásokkal összhangban hazai viszonylatban is 625 mm.

A hőre lágyuló műanyagok térhódítása az aknák építésében jelentős fejlődési lehetőségeket biztosít. A sima belső felület – a mélység függvényében – lehetővé teszi a belső átmérő csökkentését. A gyártási technológia fejlődésének hatására a belső átmérők növelésének (pl. 1200 mm) a lehetősége is megteremtődött. A fentieknek megfelelően a mászható aknák belső átmérője – műanyag alkalmazása esetében – 800 - 1200 mm között változhat (egyes esetekben 630 mm).

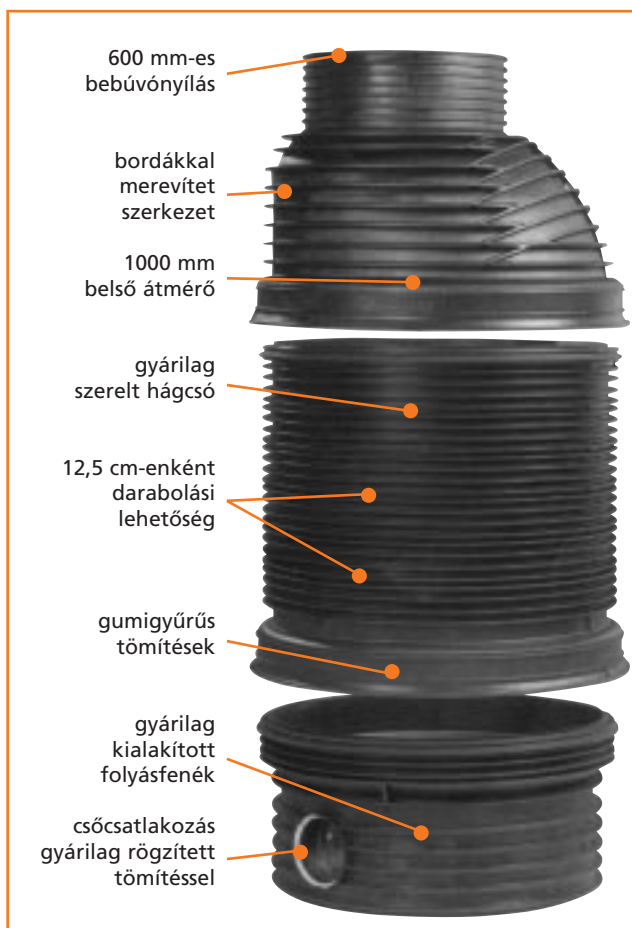
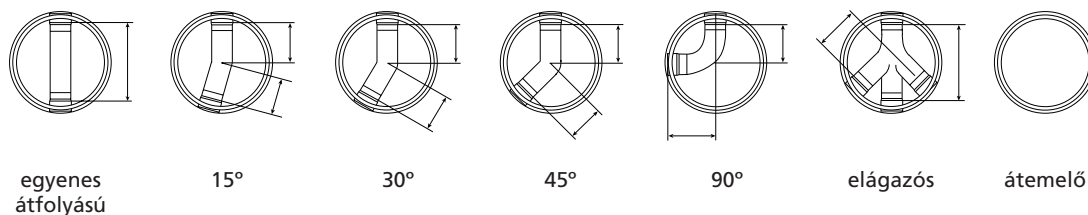
A nagyobb mélységű aknáknál az 1,00 m belső átmérőt csak a künet feletti 1 m magas akna-kamrában biztosítják. A leszálló aknarész – általában – csak 0,80 m belméretű. Hagyományosan a mászható aknák monolit vagy előre gyártott betonakna kivitelben készülnek. Ezeknél a betonaknáknál a műanyag csatornacső aknafalon történő átvezetése a KG idomok között felsorolt KGFP aknabekötőidomon (befalazóidomon) keresztül történik.

Az aknabekötő idom kialakítása biztosítja a csatorna, vagy az akna súlynyedése esetén a csatornacső hajlíkonyságát kihasználva – 2-3° szögeltérésig – az üzemszerű használatot. A belső gumigyűrű a csatornacső és az aknabekötő idom közti, a külső felületen kialakított érdesített felület a beton és az aknabekötő idom közti teljes vízzárást biztosítja.



KGFP aknabekötőidom elhelyezése az aknafalban

Az 1000 mm átmérőjű aknák fenékkiképzései:

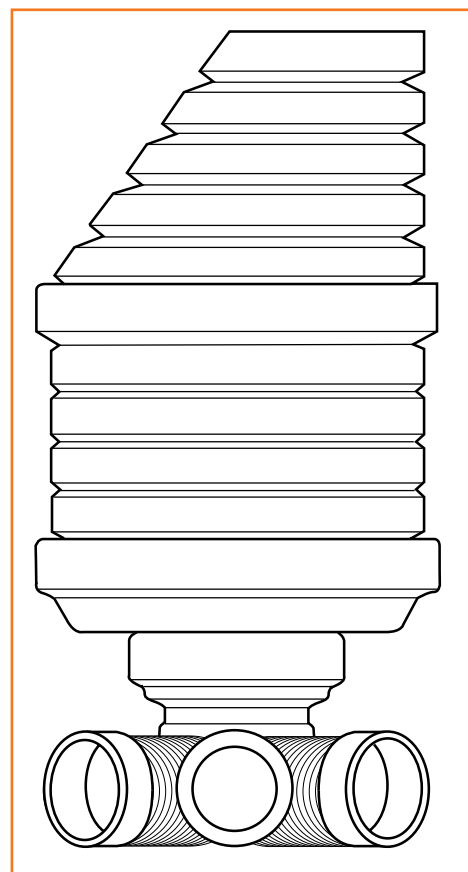


A WAVIN 1000 mm átmérőjű
TEGRA típusú műanyagaknája

az idomokkal megegyező kialakítású tokos kötése miatt az akna beépítése a csövek szerelésével megegyező szerelőmunkává vált. Az elhelyezés időigénye minimális. Utólagos munkát nem igényel, mert a csőcsatlakozásoknál és az aknaelemek egymáshoz történő illesztésénél gumi tömítőelemek biztosítják a teljes vízzáróságot az ex- és infiltrációval szemben egyaránt. Az akna anyaga a műanyag csatornacsőrendszerrel homogén, rugalmas egységet képez, ami a meghibásodási lehetőségeket a minimálisra csökkenti.

A betonaknák használatánál a legtöbb gondot a vízzáróság biztosítása okozza. Ezen a területen az utóbbi időkben az előregyártott műanyagaknák megjelenése jelentette a legmegbízhatóbb megoldást.

A teljesen műanyagból készült mászható aknák már könnyű súlyukkal is kitűnnek, hiszen az elemek nagy része kézzel mozgatható vagy csak könnyű szállítójárművet igényel. Ezen felül még a következő nagy előnye, hogy egyrészt elhelyezése és



A Wavin 1250 mm belső átmérőjű
műanyag akna szerkezete

A gyors szerelése miatt – például – magas talajvízszint esetén a szivattyúzási időigényt minimálisra csökkenti, ami szintén jelentős költségmegtakarítással jár. Az akna anyaga a csatorna-csőével megegyezően teljesen korrózióálló, így utólagos karbantartást nem igényel. Az aknák bordás fala a felúszás elleni teljes védelmet biztosítja. A terepszinthez történő pontos hozzáigazítás egyszerű kéziszerszámokkal a helyszínen történhet meg. A különféle becsatlakozásokhoz megfelelő, gyárilag kialakított folyásfenékkiképzés tartozik. A Wavin által gyártott mászható aknák elemválasztékát és pontos méreteit külön termékismertető prospektuslapunk tartalmazza.

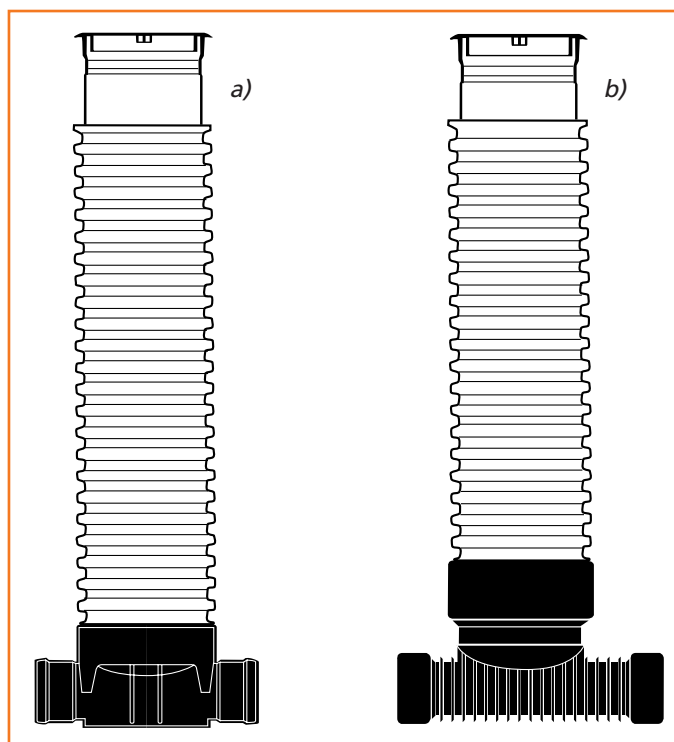
3.3.2. Vizsgáló- és tisztítónyílások

A modern csatornacső ellenőrzési és tisztítási módszerek elterjedésével a mászható aknák szerepe megváltozott és feladatukat sok helyen átveszik a kisebb átmérőjű vizsgáló- és tisztítóaknák. Ezek az aknák keresztül a folyásfenéken történő emberi segédkezés nélkül lehet a kisméretű automata kamerákat illetve a nagynyomású tisztítófejeket a csatornacsőbe bejuttatni. A tisztítási technológiák és a szennyvízkultúra hiányosságai miatt ma általában a nagynyomású csatornatisztító berendezések tömlőhosszában függvényében legfeljebb a 75 – 150 méterenként valamint a vízszintes és magassági iránytöréseknél és a csatornák egyesítésénél elhelyezett mászható aknák közé telepítenek 1 – 3 vizsgálóaknát. A vizsgálóaknák betervezésénél figyelembe kell venni, hogy a csatorna öntisztításának optimálisnak kell lennie és a megfelelő szellőzést biztosítani kell (pl. szellőzőcsővel ellátott épületen belüli csatornákkal).

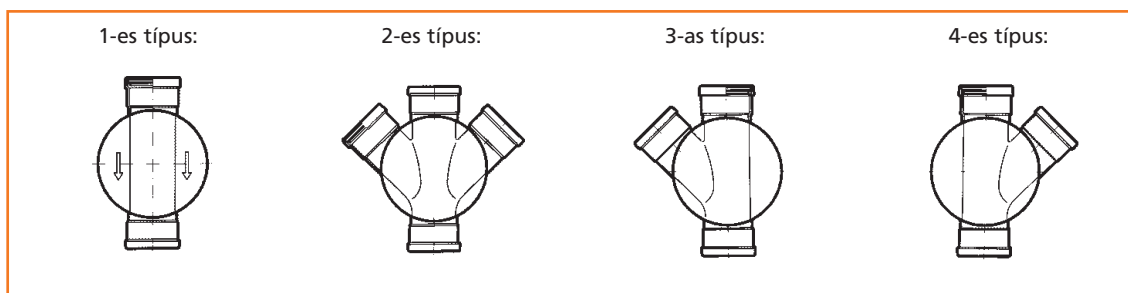
A Wavin a vizsgáló- és tisztítóaknái közül a házibekötés fogadóaknájánál és a telken belüli aknáknál általában a 315 mm-es aknaátmérőjű, a közcsonaknál a 425 mm-es belső átmérőjű aknáit javasolja beépíteni.

Az aknák szerkezeti elemekből, aknafalcsőből, teleszkópcsőből, fedlapból és a szükséges tömítőelemekből épülnek fel. Az aknafenékelemek 110, 160 és 200 mm-es csatornacsőhöz polipropilénből fröccsöntéssel, 250, 315 és 400 mm-es csőhöz pedig polietilénből rotációs öntéssel készülnek. Az aknafékelem gyárilag kialakított folyásfenéke biztosítja a tökéletes hidraulikai tulajdonságokat. A folyásfenék 1,5%-os lejtésének az irányát nyíl illetve a becsatlakozások iránya mutatja meg. Az aknafenek egyenes átfolyós kivitelben illetve 45°-os

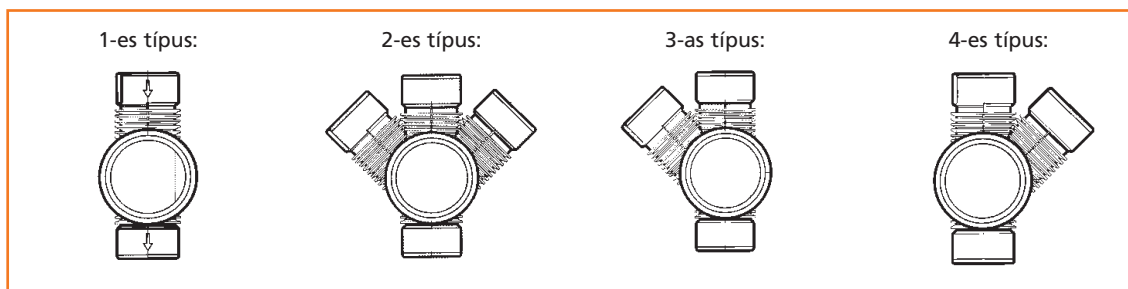
balos, jobbos vagy mindkétirányú becsatlakozásokkal készülnek. A nem kívánt becsatlakozási irányt egy későbbi rákötésig KG végelzárdugóval zárhatjuk le. A KG csövekhez kialakított csatlakozócsonkok gyárilag behelyezett és rögzített ajakos tömítőelemekkel kerülnek kiállításra (igény esetén az aknák Ultra-Rib csatlakozással is szállíthatók).



a) WAVIN tisztítóakna D110-200 mm-es csatornához
b) WAVIN tisztítóakna D250-400 mm-es csatornához



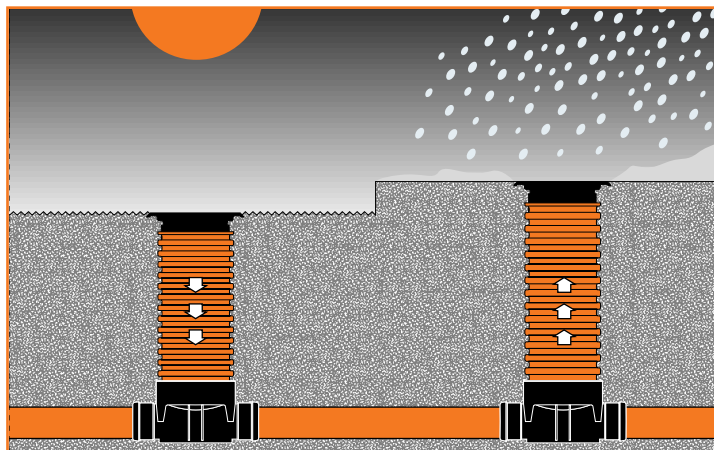
A WAVIN polipropilén tisztítóaknák különböző aknafenek kialakításai D110 – 200 mm
(az ábrák az aknákat felülről mutatják)



A WAVIN polietilén tisztítóaknák különböző aknafenek kialakításai D250 – 315 mm
(az ábrák az aknákat felülről mutatják)

Az akna falát különösen rugalmas, hullámos falú PVC-cső képezi. A bordás csövet nagyfokú rugalmassága védi a beépítés utáni talajátfagyásból vagy egyéb talajmozgásból lehetséges sérülésektől.

Az aknákat kis súlyuk miatt egy személy kézzel mozgathatja. Az aknafenek és az aknafalcső víz-záró illesztését az aknafenek tartozékaként szállított gumi-gyűrű biztosítja. Egyedi akna készítéséhez az aknafalcső 1250 mm-es hosszban (főleg a házibekötésekhez 315 mm átmérőben), több akna elhelyezésénél pedig tokos kivitelben 3000 mm hosszban áll mindkét méretben rendelkezésre. A tokos kivitelű aknafalcsövek gumigyűrű segítségével vízzáróan egymással toldhatóak, így hulladékmentesen felhasználhatók. Az aknafalcsöveket fa- illetve fémmegmunkáló szerszámokkal lehet a kívánt hosszra vágni. (Láncfűrész a PVC cső balesetveszélyes szilánkos törési veszélye miatt ne használjunk!)



A bordás aknafalcső viselkedése talajátfagyáskor

Fedlapként az aknához speciálisan illeszkedő gömbgrafitos öntvény (ductil) fedlap áll rendelkezésre. A fedlap kialakítása olyan, hogy a hozzá kapcsolódó, külön tételként szállított teleszkópcsőbe bedugva fülekkel reteszeli. A teleszkópcsővel együtt szállított puha, habosított gumigyűrű biztosítja, hogy a kapcsolat vízzáró legyen és a teleszkópcső az aknafalcsőben könnyen mozoghasson. A teleszkópcső funkciója, hogy az útfelület vagy a fedlap

esetleges megsüllyedésekor az elmozdulást ne vigye át az aknafalcsőre, tehát tehermentesítse azt. A fedlapok újbóli szintbehozása is lehetséges a teleszkópcső mozgási lehetőségét kihasználva.

Zöldterületen az aknafalcső tetejére felhelyezhető műanyag fedlap, illetve a 315-ös aknákhöz teleszkópcsőves 3t terhelhető műanyag fedlap is alkalmazható.

Az aknafalcső bármely pontján a helyszínen 110 illetve 160 mm-es átmérőjű becsatlakozás készíthető. Ehhez csőcsatlakozócsonk és a pontos méretet biztosító koronafúró szükséges. A munka kivitelezése ragasztás- és hegesztésmentesen végezhető el. A 160 mm feletti átmérőjű aknafal csatlakozócsonk egyedi igény szerint gyárilag kerül kialakításra.

Amennyiben az aknafalra történő rácsatlakozás magassága az akna folyásfenekétől mérve 75 cm-nél magasabban kerül kivitelezésre, a tisztítóaknába és a mászható aknába utólagosan beépíthető csőcsatlakozócsonk valamint KG csövek és idomok segítségével előírás szerinti külső ejtőcsőves bukóakna konstrukció alakítható ki. Törekedni kell arra, hogy az ejtőcső függőleges része lehetőleg közel legyen az aknafalhoz. Az aknafal és az ejtőcső között és körül, földbeton visszatöltés előírányása célszerű (cement – homok arány 1 : 4 – 6). Műanyag csatorna- és aknaelemekből utcai víznyelők is kialakíthatók.

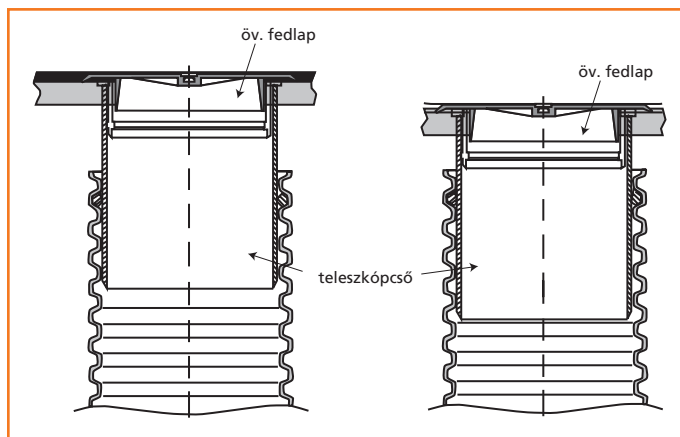
Abban az esetben, ha a házi bekötőcsatorna gerincsatornára csatlakozása a gerincen kialakított aknára és nem közvetlenül bekötőidomokkal a gerincsatornára történik, a telken belüli átadóakna KG elemekből tisztítónyílásként is kialakítható, amennyiben az üzemeltető azt engedélyezi. Az eddigiekben bemutatott WAVIN tisztítóaknákon kívül a legelterjedtebb magyar gyártású KGET és KGETS íves tisztítóidomot illetve KGA tisztítóakna elemeket is kívánságra beszerezünk és forgalmazunk.

3.4. Nyomócsövek

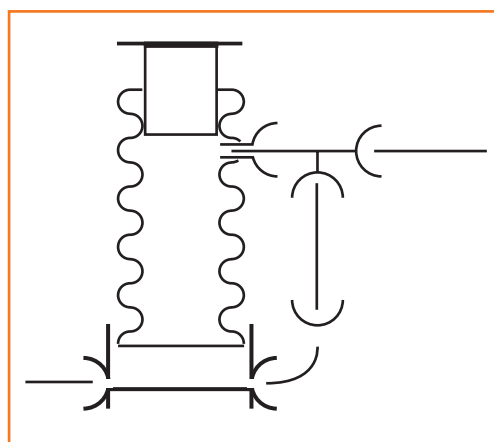
A kényszeráramlású rendszerekhez és az olyan gravitációs rendszerekhez, ahol statikailag a KG csövek nem felelnek meg, nyomócsöveket használnak.

A WAVIN gumigyűrűs, tokos PVC KM nyomócsöveket D63 – D450 mm átmérőtartományban P6, P10 és P16 bar üzemi nyomásra, PE nyomócsöveket D20 – D630 mm átmérőtartományban P6, P10 és P16 bar üzemi nyomásra, PP csöveket D20 – D630 mm átmérőtartományban P6 és P10 bar üzemi nyomásra tudja szállítani.

A 6 baros PP csöveket veszélyes vagy magasabb hőfokú szennyvizek esetében gyakran használják gravitációs rendszerekben is. Ebben az esetben a hegesztett csövekből és a konfekcionált, lemezből és csőből hegesztett aknákból teljesen zárt, húzásbiztos és szétcsúszásmentes rendszer alakítható ki (pl. vegyipari gyárak, laborok, gyógyszergyárak stb.). A fenti nyomócsövek részletes méretezését és alkalmazástechnikáját a nyomócső prospektusaink és alkalmazástechnikai kézikönyvünk tartalmazza.



Teleszkópcsőves aknalap kialakítás viselkedése az útszerkezet süllyedésekor



Bukócsőves ejtőakna kialakítása KG idomokkal

4. A PVC CSATORNACSŐRENDSZEREK TERVEZÉSE

A Wawin Pemű Kft. számára nagyon fontos, hogy a csatornák építéséhez előállított világszínvonalú termékeinek felhasználásával kifogástalan létesítmények épüljenek. Ezért csupán figyelem felkeltés céljából néhány tervezéshez kapcsolódó javaslatot illetve gondolatot foglalunk össze.

A csatornahálózatok tervezése is gondos előmunkákat igényel. Ezek biztosítanak megfelelő kiindulási alapot a csőrendszer kiválasztásához, a hidraulikai- és erőtani számítások elvégzéséhez.

Az előkészítő munkálatok alatt az alábbi tevékenységeket értjük:

- geodéziai felmérések,
- meglévő közművek adatainak összegyűjtése,
- talajmechanikai, hidrogeológiai szakvélemény beszerzése,
- szakhatósági, üzemeltetői és egyéb egyeztetések, továbbá
- előkészítő- és engedélyezési tervek készítése.

A fentiek közül kiemeljük a geodéziai felmérések és a talajmechanikai valamint a hidrogeológiai adatok beszerzésének vagy gyűjtésének fontosságát. Az altalaj fizikai jellemzőinek ismerete nélkül a csőanyag- és a falvastagság, továbbá a munkaárok alakja, illetve szélessége – a szükséges segédszerkezetekkel együtt – felelősséggel NEM TERVEZHETŐ.

A fenti adatok birtokában tervezhető meg a csatorna nyomvonala magassági- és vízszintes értelemben egyaránt.

4.1. Vonalvezetés

A csatornák nyomvonalának vízszintes- és magassági elrendezését:

- a vonatkozó szabványok,
- az ágazati- és szakhatósági előírások,
- az üzemeltető helyi előírásai,
- a településföldrajz,
- a meglévő közművek helyzete és
- a topográfia adottságok befolyásolják.

Meghatározók az MSZ 7487 szabványsorozat: „Közmű- és egyéb vezetékek elhelyezése közterületen” előírásai. A közművek egymástól való távolságát és a keresztezés feltételeit is előíró fenti szabvány mellett – különösen közcsatornánál – fontos a vízvezeték és csatorna keresztezések különböző módozataira vonatkozó egészségügyi védőtávolságok betartása is.

A fentiek vonatkoznak a vízfolyások-, közutak-, vasútvonalak megközelítése, továbbá keresztezésére csatornák nyomvonalával.

A vertikális vonalvezetés tervezésénél a cső erőtani-, és a csatorna optimális üzemeltetésének szempontjai egyaránt meghatározóak.

A minimális földtakarás mértéke 0,80 m.

A D200 – D500 mm csőméret kategóriában 3,5 m-t meghaladó takarási mélységeknél a fektetési költségek exponenciális görbe szerint növekednek. Ezt a tervezés során szintén célszerű szem előtt tartani.

A magassági vonalvezetés fontos eleme a LEJTÉS. Az alacsony, 1 - 2‰ lejtés az ágyazat legkisebb mozgásaira is érzékeny. Ezért a hidraulikai számítások által nyújtott lehetőségektől függetlenül 3‰-nél kisebb lejtések alkalmazását nem javasoljuk.

4.2. Gravitációs csatornák hidraulikai méretezése

A vízvezető csatornák hidraulikai méretezése: a technikai és a közgazdasági elvárások optimális összehangolása. Az elvezető vízmennyiség $/Q/$ a sebesség függvénye $/v/$, amelyet a lejtés befolyásol.

A csővezeték átmérőjének a túlméretezése – a csőár és az öntisztuló képesség miatt – éppen úgy káros, mint az alulméretezés.

4.2.1. Alapfogalmak

A gravitációs műanyag csatornák hidraulikai méretezéséhez a hagyományos csőanyagoknál alkalmazott összefüggések használhatók. A permanens áramlásra vonatkozó mozgásegyenlet a középsebességet definiáló **Chézy**-képlettel adható meg.

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

$$R = \frac{F}{K}$$

ahol: v = a folyadék középsebessége [$m \cdot s^{-1}$]
 C = sebességi tényező [s^{-1}]
 R = hidraulikus sugár [m]
 I = hidraulikai esés [m/m]
 F = nedvesített felület [m^2]
 K = nedvesített kerület [m]

Az áramlási középsebesség ismeretében a szennyvízhozam számítható:

$$Q = v \cdot F$$

ahol: Q = szennyvízhozam [$m^3 \cdot s^{-1}$]

A gyakorlatban alkalmazott számítási módszerek közötti különbség a "C" sebességi tényező meghatározásában mutatkozik (Kutter, Manning-Stickler stb.). A legkorszerűbb számítási segédletek a **White-Colebrook**-féle összefüggéseken alapulnak.

A súrlódási tényező értékét körszelvény esetében az alábbi képlettel lehet meghatározni:

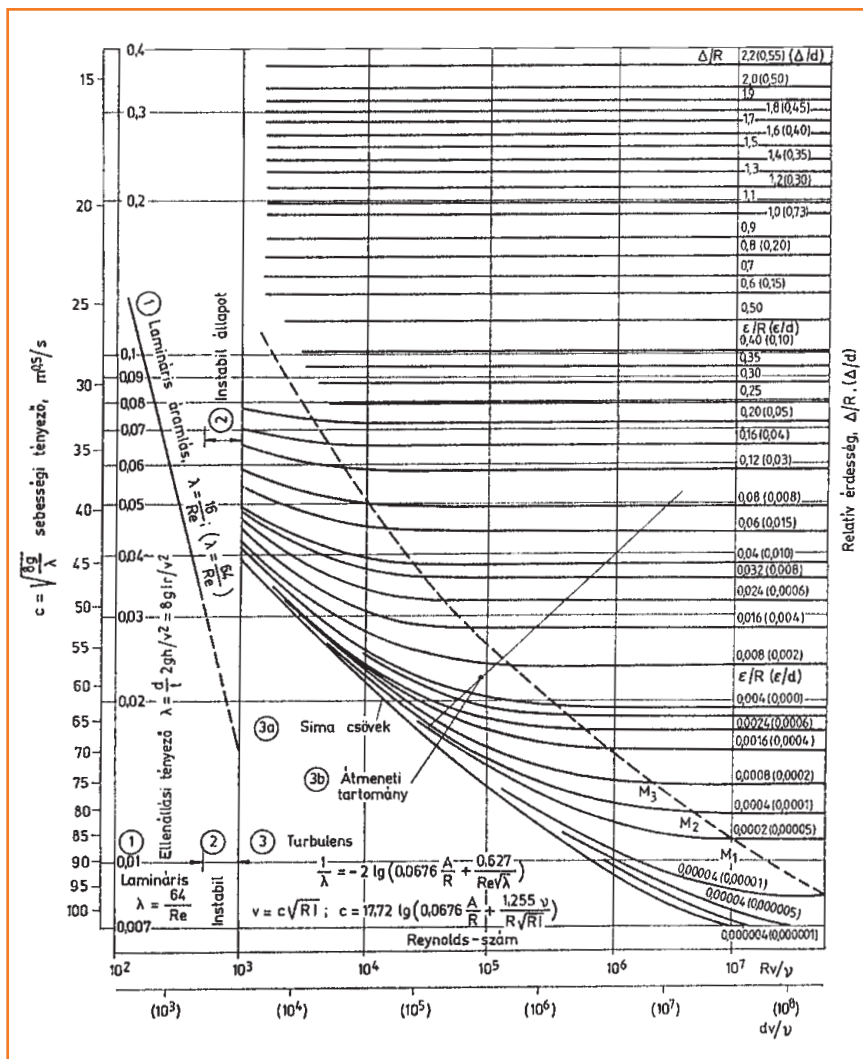
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right)$$

ahol: λ = ellenállási tényező [mértékegység nélkül]
 k = abszolút érdesség [m]
 R_e = Reynolds szám (a szállított folyadék kinematikai viszkozitásának
- hőmérséklet, lebegőanyagtartalom – függvénye, mértékegység nélkül)
 d = cső belső átmérője [m]

Az $R_e = \frac{v \cdot d}{\nu}$ és ezen belül:

ν = a szennyvíz kinetikai viszkozitása = $1,31 \cdot 10^{-6}$ [$m \cdot s^{-1}$] +10°C-nál.

(A számításoknál a fenti értékek alkalmazása általában megfelelő. Speciális feladatok esetében [9] és [10] szakirodalomban találhatóak részletesebb ismeretek.)



4.2.1.1 ábra:

A λ súrlódási tényező változásai a Reynolds-szám és a d/k értékektől függően. (MI-10-167/3-87)

A λ súrlódási tényező értékeire a 4.2.1.1 ábra tartalmaz értékeket a Reynolds-szám és a d/k függvényében.

Az áramlási középsebesség körszelvényénél:

$$v = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot I \cdot d}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot I \cdot d} \quad [m \cdot s^{-1}]$$

ahol: d = a cső belső átmérője [m].

A szükséges behelyettesítések után:

$$Q = -6,95 \cdot \log \left(\frac{0,74 \cdot 10^{-6}}{d \cdot \sqrt{d \cdot I}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right) \cdot d^2 \cdot \sqrt{d \cdot I} \quad [m^3 \cdot s^{-1}]$$

A PVC csatornák az abszolút érdesség és a belső átmérő meghatározásával a fenti képletekkel méretezhetőek.

A korábbi képletekben megismert jelöléseken túlmenően:

g = nehézségi gyorsulás: $9,80665 [m \cdot s^{-2}]$

I = lejtés: vízszintkülönbség / csatornahossz [m/m]

A belső csőfelület üzemi érdességi tényezőire az MI-10-167/3-87 1.3 pontja tartalmaz ajánlásokat. A hivatkozott irodalom – közös kalap alá véve – a műanyag-, az azbeszt-cement- és a kőgyagy csöveket:

- csatornák, oldalbekötésekkel és aknákkal $k = 0,40$ mm
- csatornák, oldalbekötések és aknák nélkül $k = 0,25$ mm

értékeket írja elő tényadatok hiányában.

A műanyag csöves csatornázásban nagyobb múlttal rendelkező országokban a PVC, PP és PE csatornák "k" tényezőire árnyaltabb ajánlások állnak rendelkezésre.

- $k = 0,10$ mm üzemi érdességi tényező alkalmazható, ha:
 - a csőkötések távolsága ≥ 12 m-nél,
 - csőrekeztések a hálózaton nincsenek,
 - az aknák szintén műanyagból készülnek,
 - minimális aknatávolság 60 m,
 - a bekötések csak aknáknál, a künetpadka felett történnek
 - csatorna lejtése: $5\text{‰} < l < 10\text{‰}$
- $k = 0,25$ mm üzemi érdességi tényező javasolható, ha
 - a csőkötések átlagos távolsága ≥ 5 m-nél,
 - az aknák szintén műanyagból készülnek,
 - minimális aknatávolság 60 m,
 - a házi rákötések 45° -os síkban a csőtengelyre merőleges ($87,5^\circ$ -os) vagy 45° -os idomokkal kerülnek kialakításra,
 - a csatorna lejtése minimum 3‰
- $k = 0,40$ mm üzemi érdességi tényezőt célszerű alkalmazni, ha
 - az előzőekből valamely feltétel nem teljesül.
- A tervező egyéni mérlegelése alapján $k = 1,00$ mm vagy $1,50$ mm érték alkalmazása is előtérbe kerülhet kedvezőtlen feltételek halmozódása esetében. (Például rövid csövekből épülő csatorna, függőleges – ejtővezetékes – rákötéseknél, sűrűbb, monolitbeton aknakiosztásnál, átlagos aknatávolság < 40 m, $l < 2\text{‰}$ lejtésnél.)

A hőrelágyuló csöveknél a gyártók „d”-vel mindig a külső átmérőt jelölik. A falvastagság a teherbíróképesség igénye szerint tervezhető. A D110 – D630 mm átmérőtartományban SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú csőtípus különböztetünk meg.

Az SDR – szabványos méretarány – nem más, mint a névleges külső átmérő és a névleges falvastagság hányadosa:

$$SDR = \frac{d_k}{s}$$

4.2.1.2 táblázat

Az SDR 34 és SDR 41 szabványos méretarányú PVC csövek külső és belső átmérőit a 4.2.1.2 táblázat tünteti fel.

A PVC csövek előzőek szerinti hidraulikai méretezéséhez a rendelkezésre álló táblázatok, illetve diagramok extrapoláció segítségével használhatóak.

Külső névleges átmérő d_k mm	Belső átmérő d mm	
	SDR 41	SDR 34
D 110	104.0	103.6
D 125	119.0	117.6
D 160	152.8	150.6
D 200	191.0	188.2
D 250	237.8	235.4
D 315	299.6	296.6
D 400	380.4	376.6
D 500	475.6	470.8
D 630	599.2	-

4.2.2 Méretező táblázatok

A hazai méretező segédletek közül a 4.2.2.1 grafikon közismert.

A grafikon a – műanyag – csövek gyors hidraulikai előméretezéséhez az egyszerűbb szerkezetű:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Stickler – Manning képletén alapul.

Előméretezési példa

A 4.2.2.1 grafikonban feltüntetett **1. példa** szerint adott $Q = 120$ liter/sec szennyvíz-mennyiség elvezetése TELT SZELVÉNNYEL;

$d_k = 315$ mm (SDR 41 szabványos csőosztálynál) $I = 6,5$ ‰ és $v = 1,63$ m/s,

vagy $d_k = 250$ mm, $I = 22$ ‰ és $v = 2,75$ m/s,

illetve $d_k = 200$ mm, $I = 60$ ‰ és $v = 4,10$ m/s képes elvezetni.

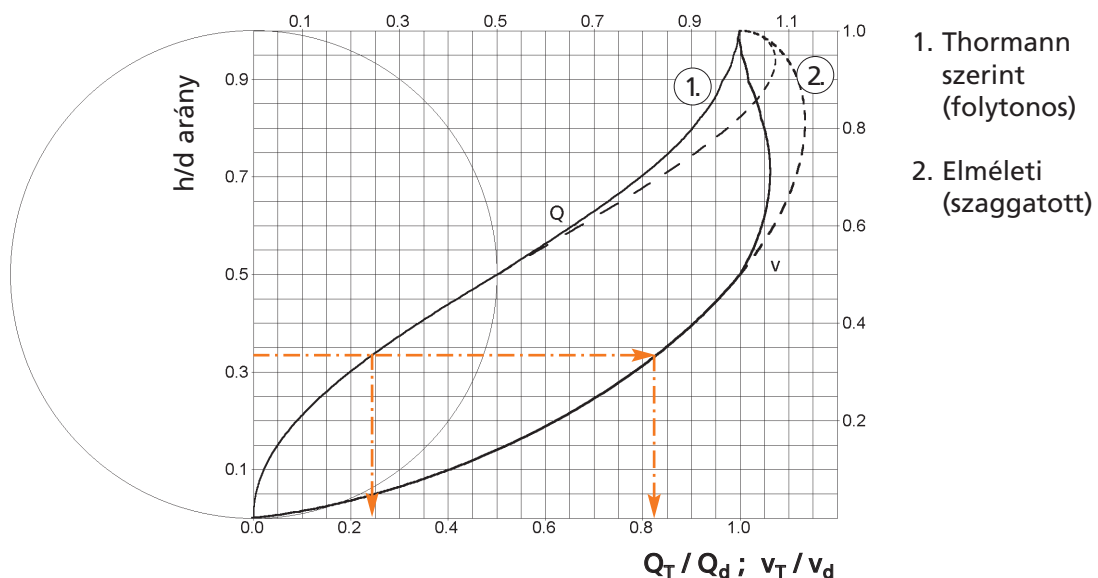
A telt szelvényű szállításhoz a 4.2.2.2. grafikon segítségével az egyéb szükséges adatok számíthatók. A használatra a **2. példa** mutat be egy lehetőséget.

Az 1. példa szerint $Q = 120$ liter/sec csúcsideji szennyvízmennyiség levezetésére $d_k = 315$ mm (SDR 41) csőmérethez $I = 6,5$ ‰ és $v = 1,63$ m/s sebesség tartozik.

A $h = 100$ mm (kb. egyharmados) szelvénytöltésnél:

$$\frac{h}{d} \% = \frac{100}{299,6} \cdot 100 = 33,38\% \quad \text{a 4.2.2.2. grafikonból.}$$

4.2.2.2. Grafikon: Haldiagram a szelvénytöltettség számításához



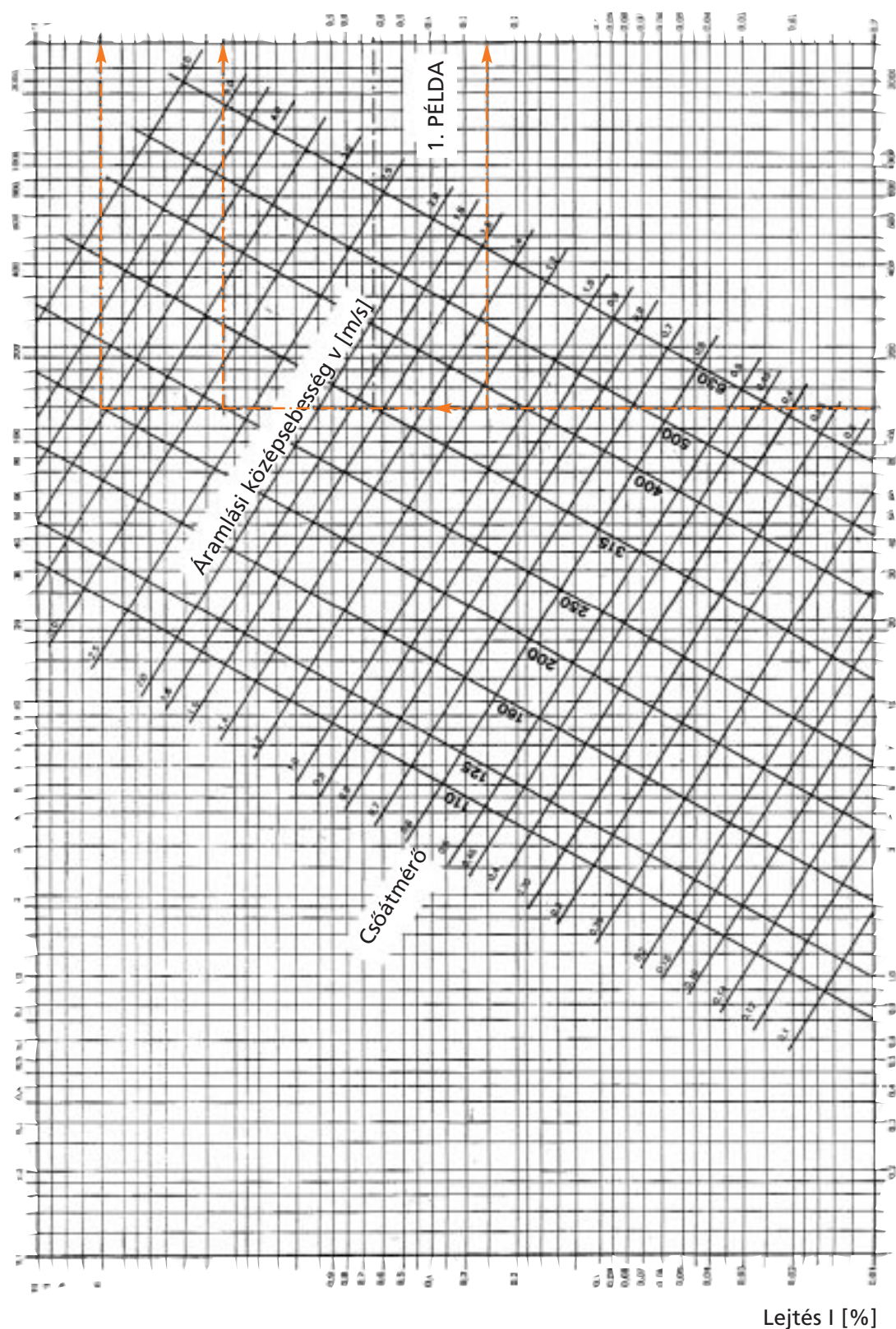
$Q_T / Q_d = 25\%$ és $v_T / v_d = 82,5\%$ és így:

$Q_T = 0,25 \times 120 \text{ l/s} = 30 \text{ l/s}$ illetve $v_T = 0,825 \times 1,63 \text{ m/s} = 1,345 \text{ m/s}$

A fentiekben részletezett grafikonok használata elsősorban előméretezésekhez illetve közelítő hidraulikai számításokhoz javasolható.

4.2.2.1. grafikon: Hidraulikai előméretező grafikon SDR 41 szabványos méretarányú PVC KG csövekhez. $k = 0,25$ (Stickler szerinti 120)

Lejtés I [%]

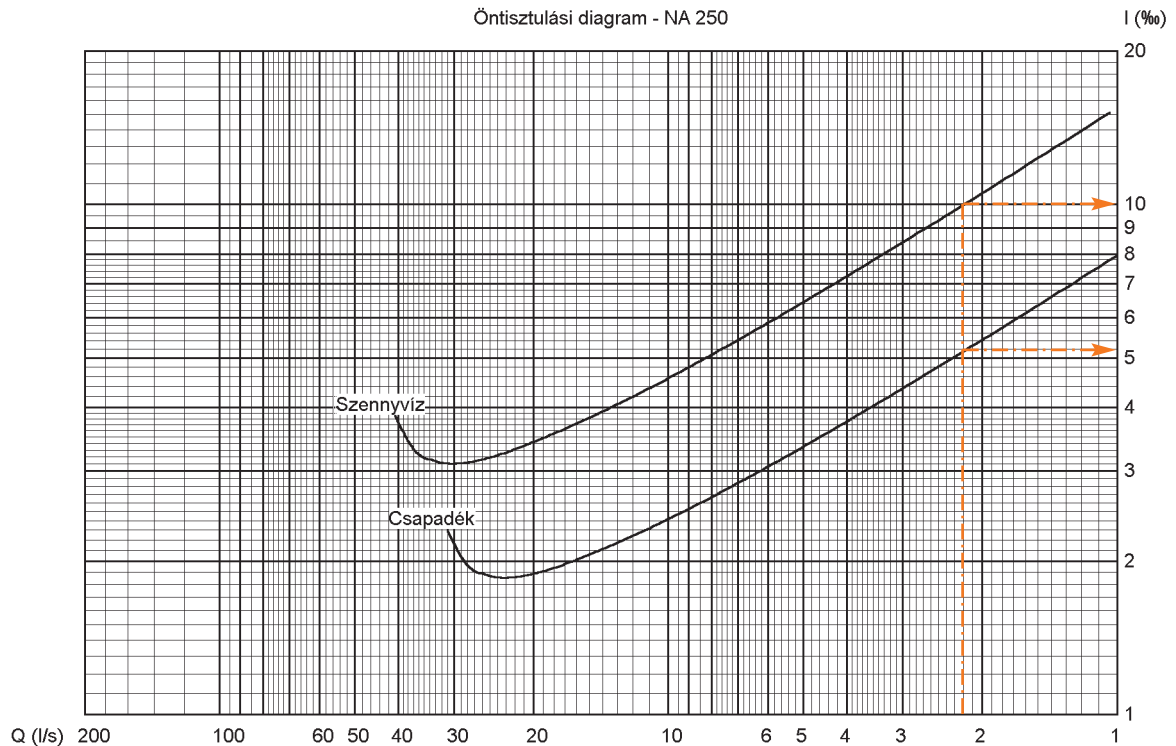


Térfogatáram: Q [l/s]

Lejtés I [%]

4.2.3 WAVIN grafikonok használata

A WAVIN – a PVC csőrendszer megalkotója – fontos feladatának tekintette a műszaki fejlesztést a hidraulikai méretezés területén is. A nemzetközileg elismert WAVIN méretező grafikonok közül a hazai viszonylatban használhatókat az alábbiakban ismertetjük.

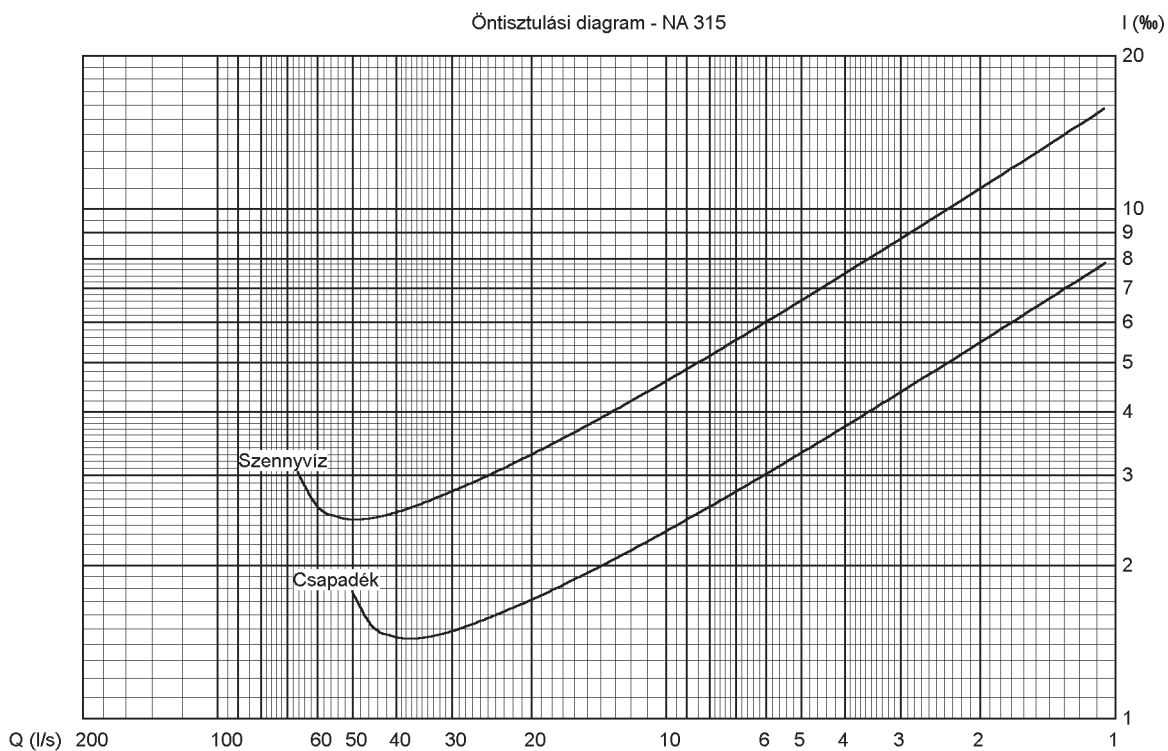


4.2.3.1 Grafikon: Öntisztulási görbe D250 mm átmérőjű KG-PVC szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez.

A 4.2.3.1 – 4.2.3.5 ábrák csőátmérőnként adnak öntisztulási grafikonokat szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez. A grafikonok öntisztulási görbék KG-PVC csövekhez.

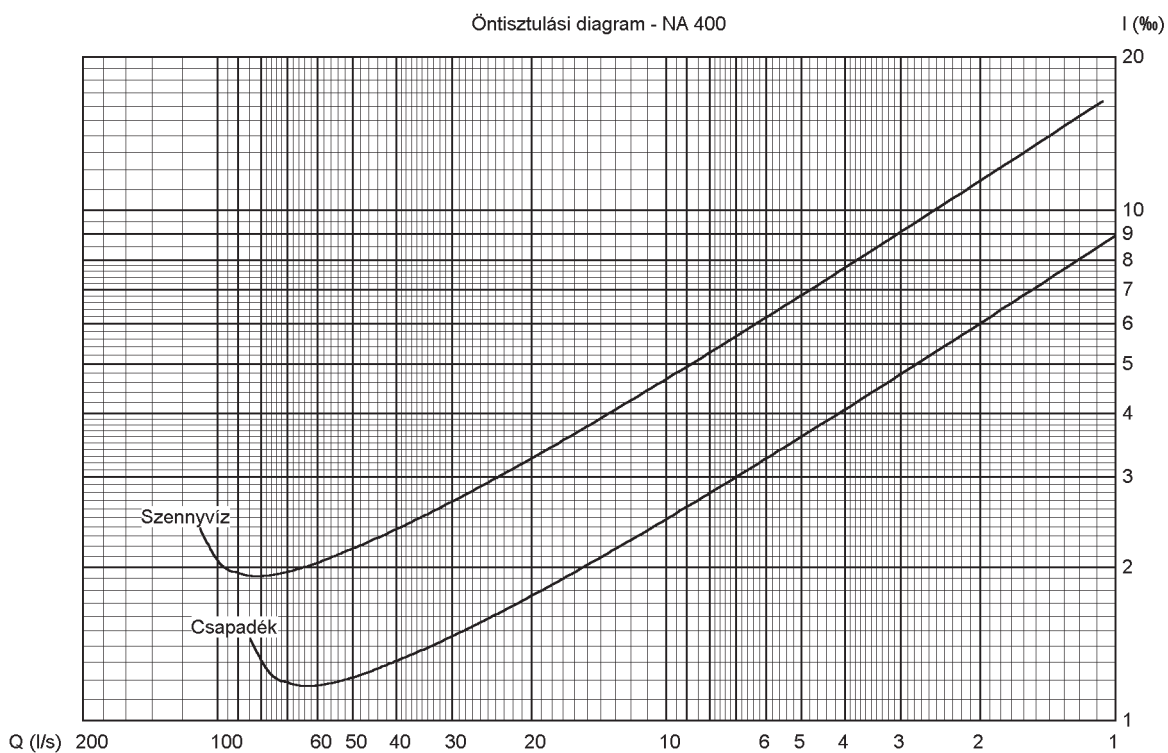
A 4.2.3.1 grafikonon jelölt **3. példa** szerint D250 KG-PVC csőben elvezetendő minimum 2,2 l/s csapadékvízhez 5,2 ‰, szennyvízhez 10,0 ‰ minimális lejtés szükséges.

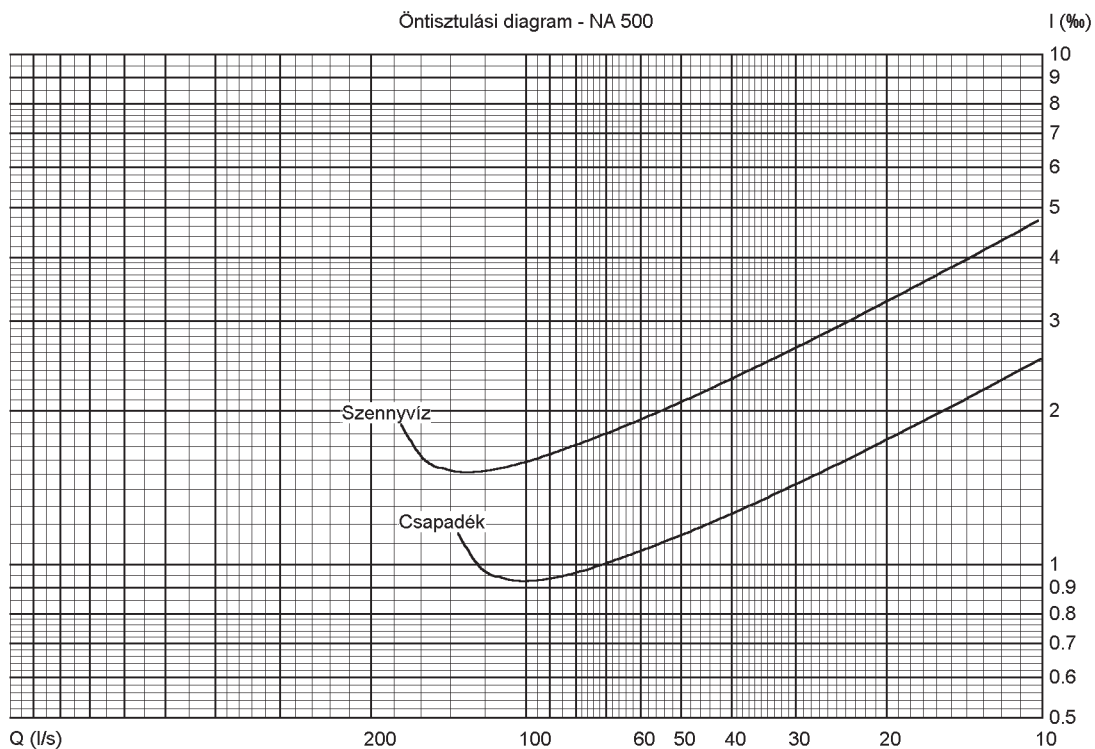
Csapadékvíz esetében alkalmazzunk 5 ‰ lejtést. A mértékadó szennyvízmennyiség $10 \cdot 2,2 = 22$ l/s. A 4.2.2.1 ábrán elvégezve a visszaellenőrzést látható, hogy a csőszelvény túlméretezett. Maximálisan $d = 110$ mm-es szelvény felel meg gazdaságosan az elvezetendő csapadékvíz mennyiségének.



4.2.3.2 Grafikon: Öntisztulási görbe D315 mm átmérőjű KG-PVC szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez.

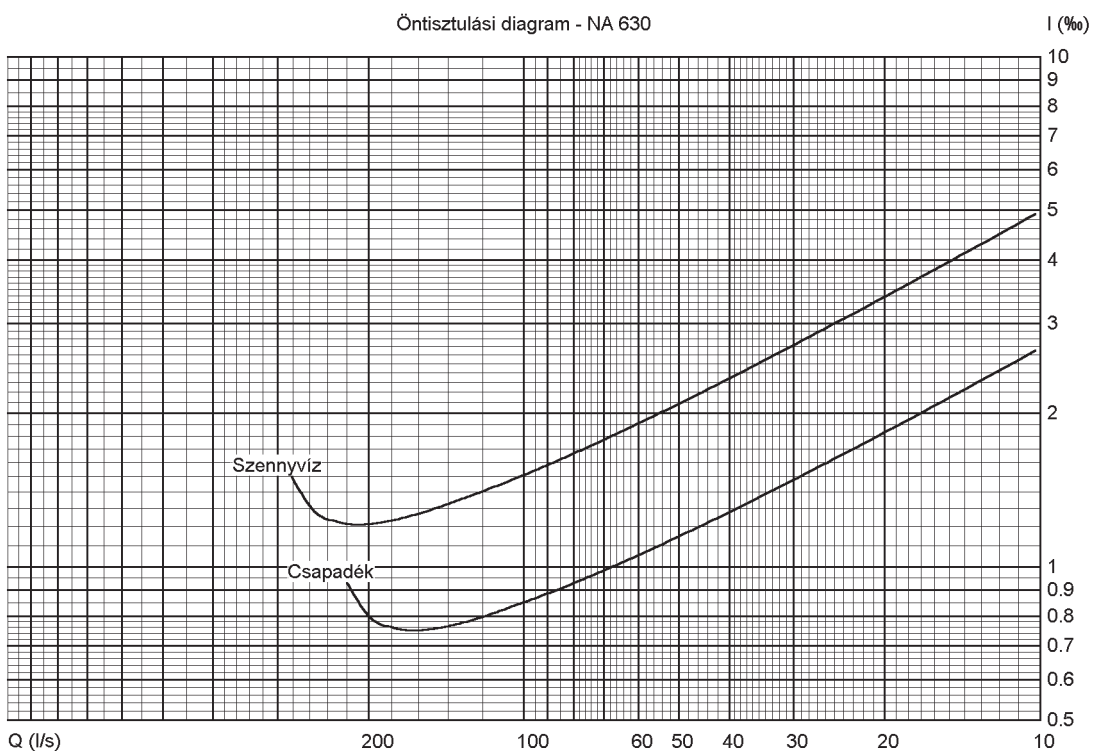
4.2.3.3 Grafikon: Öntisztulási görbe D400 mm átmérőjű KG-PVC szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez.





4.2.3.4 Grafikon: Öntisztulási görbe D500 mm átmérőjű KG-PVC szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez.

4.2.3.5 Grafikon: Öntisztulási görbe D630 mm átmérőjű KG-PVC szenny- és csapadékvízcsatornák méretezéséhez.



A 4.2.3.6 – 4.2.3.7 ábrákon feltüntetett grafikonok SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú KG-PVC szennyvízcsatornákhöz készültek. A grafikonon szereplő eredményvonallal jelölt határegyenesek a /12/ irodalom szerint kerültek feltüntetésre.

A grafikonok használata azonos a 4.2.2.1-nél ismertetett eljárással. Látható, hogy az SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarány jelentéktelen mértékben befolyásolja az elvezető képességet.

A 4.2.2.1 és 4.2.3.6 illetve 4.2.3.7 összehasonlításából megállapítható, hogy az 4.2.2.1 szerint mintegy 15 %-kal nagyobb szennyvízmennyiségek adódnak azonos lejtések mellett. Ez a körülmény megerősíti javaslatunkat, mely szerint a 4.2.2.1 grafikon elsősorban előtervezéseknél használható eredményesen.

A 4.2.3.8 – 4.2.3.10 grafikonok is azt jelzik, hogy az SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányoknál a minimális falvastagság különbség miatt nem mindig indokolt a megkülönböztetés.

A grafikonok a Bretting képlethez kapcsolódó White-Colebrook képlet grafikus ábrázolásai. Az öntisztulási határegyenes a DS 432 (dán előírás, lefolyó csatornák, berendezések) szerint került ábrázolásra. Az 4.2.3.8 – 4.2.3.10 grafikonok minden változtatás nélkül hazai viszonylatokban is jól hasznosíthatók, elsősorban házi bekötővezetékek, illetve kis települések hálózatainak hidraulikai méretezéséhez KG-PVC cső esetében. A fenti grafikonok használatához az alábbiakban példákat mutatunk be.

Legyen a feladat egy egyesített rendszerű bekötővezeték telekhatáron belüli szakaszának megtervezése.

4. példa (4.2.3.8 grafikon): A szennyvíz rész 1,8 l/s. A szükséges minimális csővezeték lejtés: $I = 10,8 \text{ ‰}$.

5. példa (4.2.3.9 grafikon): A mértékadó csapadékvíz mennyiség: 3,8 l/s. A szükséges min. csővezeték lejtés: $I = 13 \text{ ‰}$.

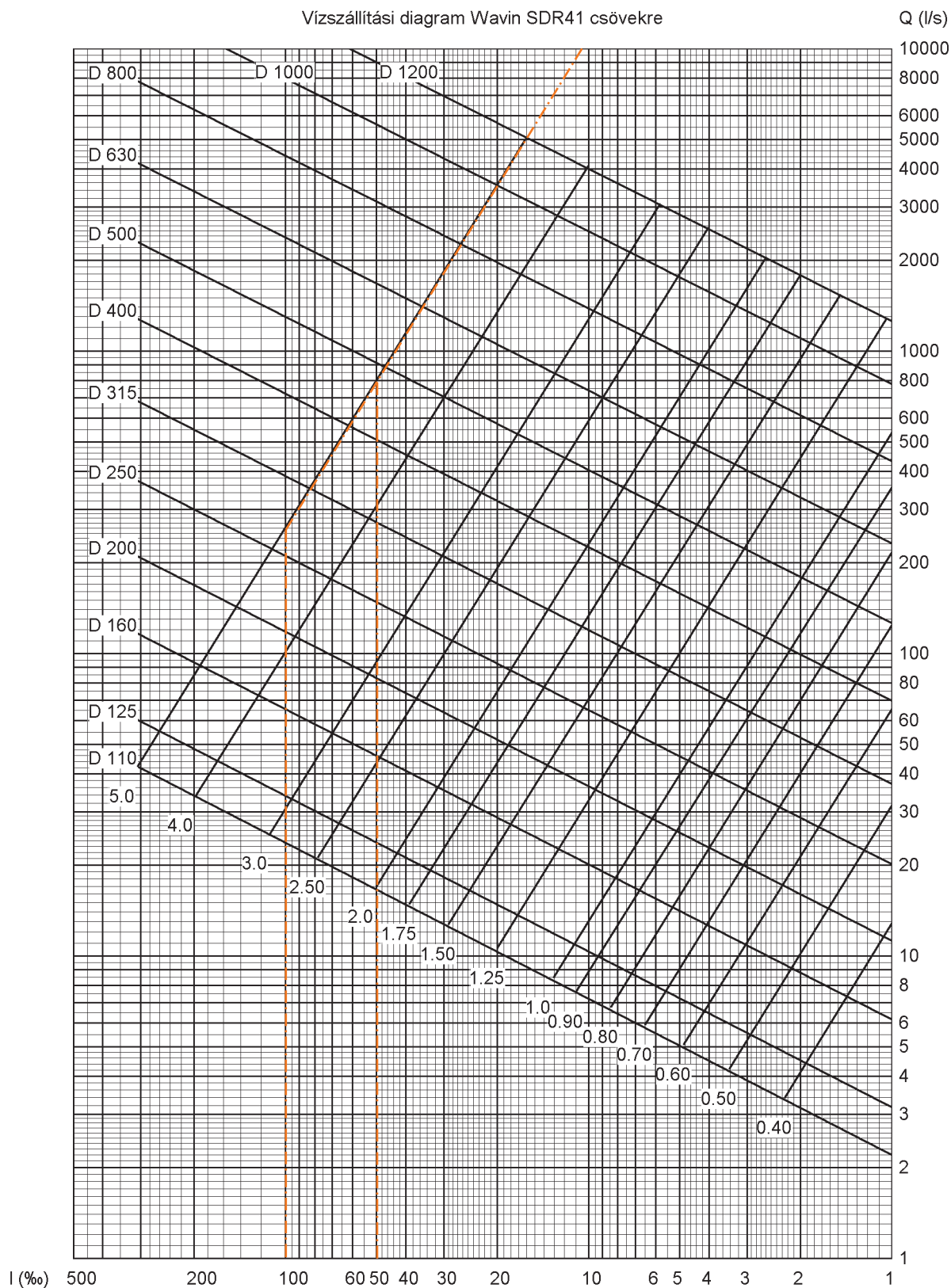
A bekötővezeték minimális lejtését 12 ‰-ben rögzítve a **6. példa (4.2.3.10 grafikon)** szerint. $I = 12 \text{ ‰}$ -hez; $Q = 6,6 \text{ l/s}$ egyesített szennyvíz mennyiség tartozik

0,7 relatív vízmélységnél és $d = 110 \text{ mm}$ szelvényméretnél

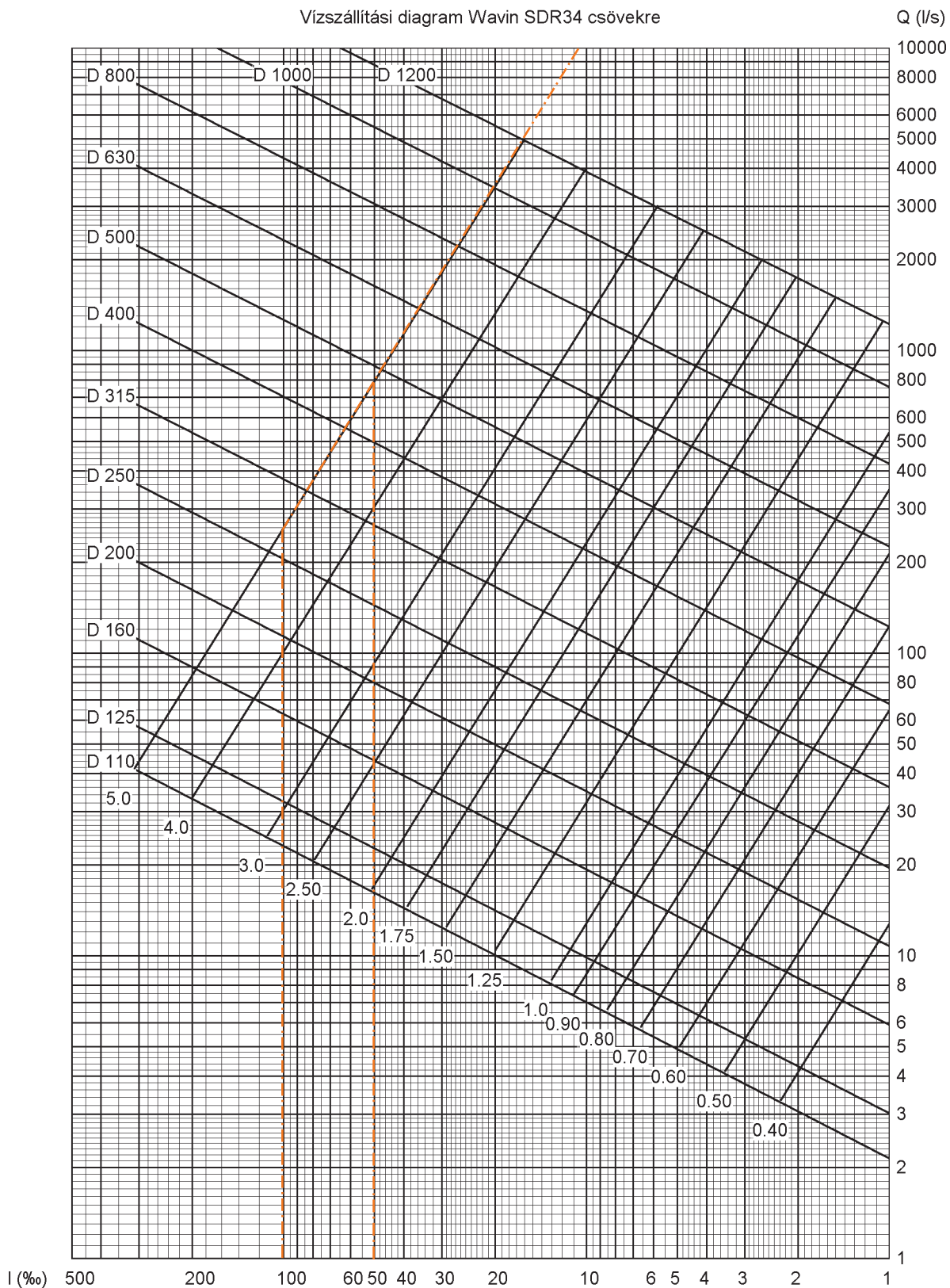
$$Q_T = 6,6 \text{ l/s} > Q_{SZ} = 1,8 \text{ l/s} + Q_{CS} = 3,8 \text{ l/s}$$

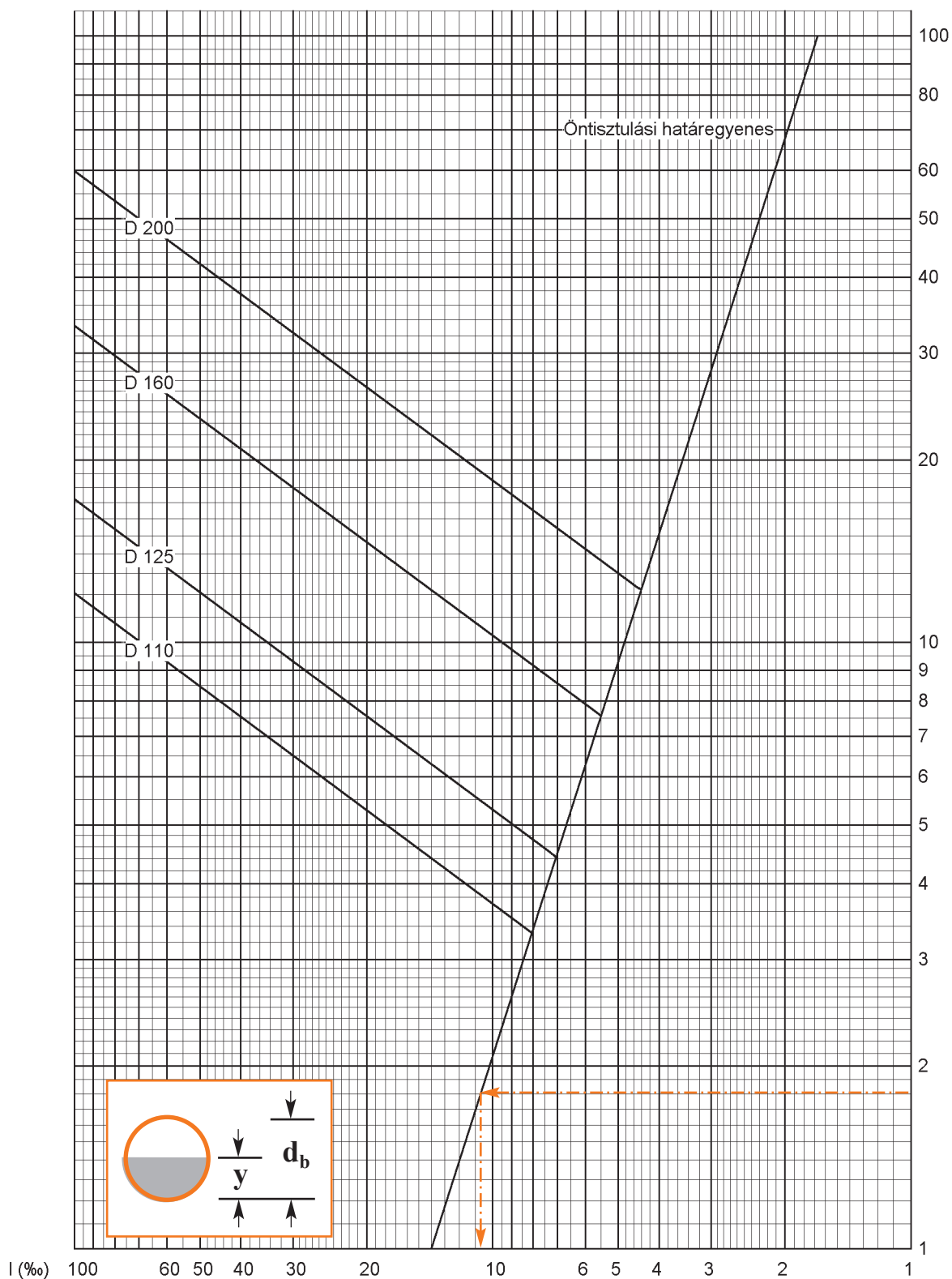
$$Q_T > Q_e = 5,6 \text{ l/s}$$

4.2.3.6 Grafikon: Hidraulikai méretező grafikon SDR41 szabványos méretarányú KG-PVC csatornacsőhöz telt szelvényű szállítás esetében

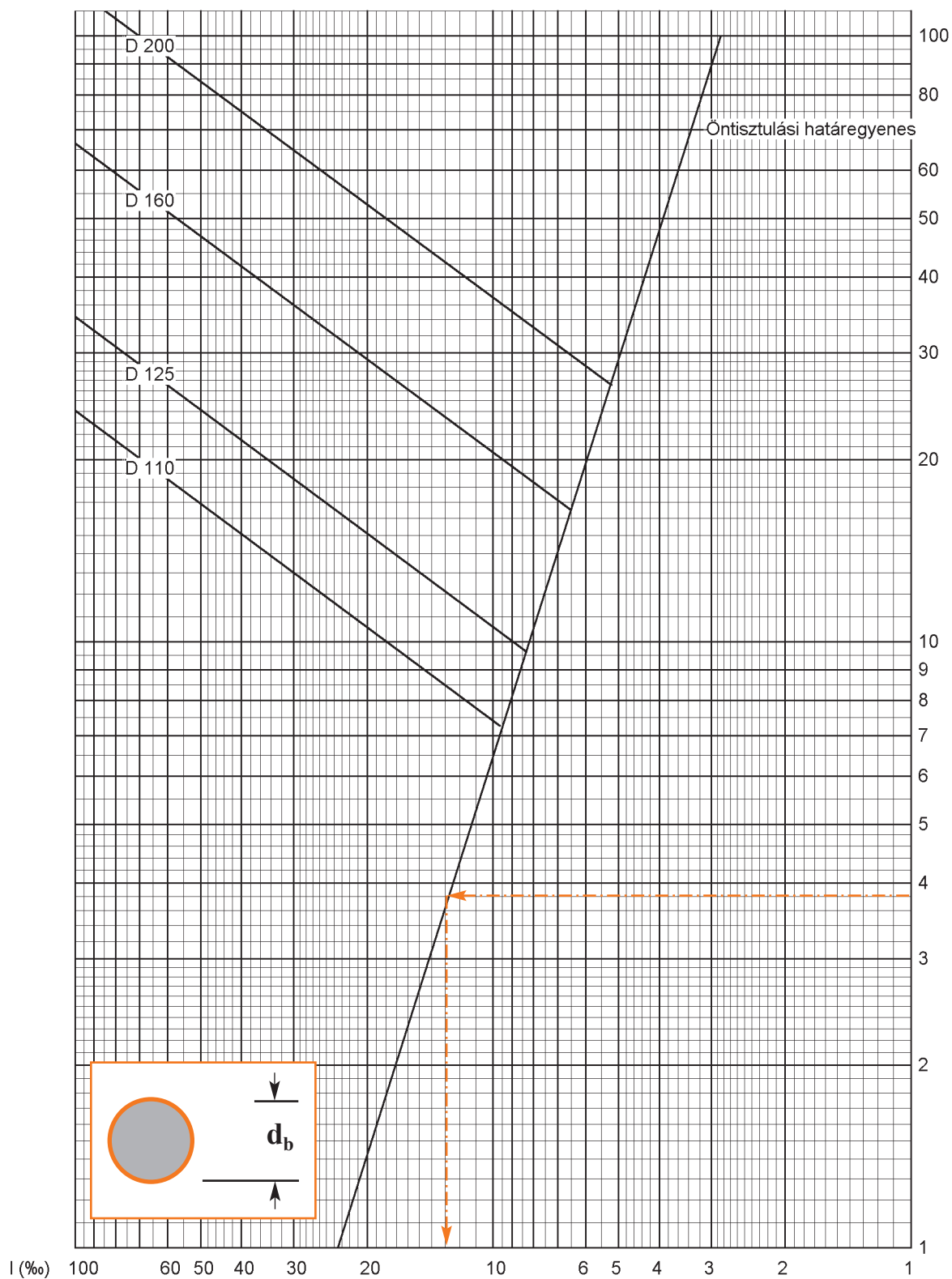


4.2.3.7 Grafikon: Hidraulikai méretező grafikon SDR34 szabványos méretarányú KG-PVC csatornacsőhöz telt szelvényű szállítás esetében

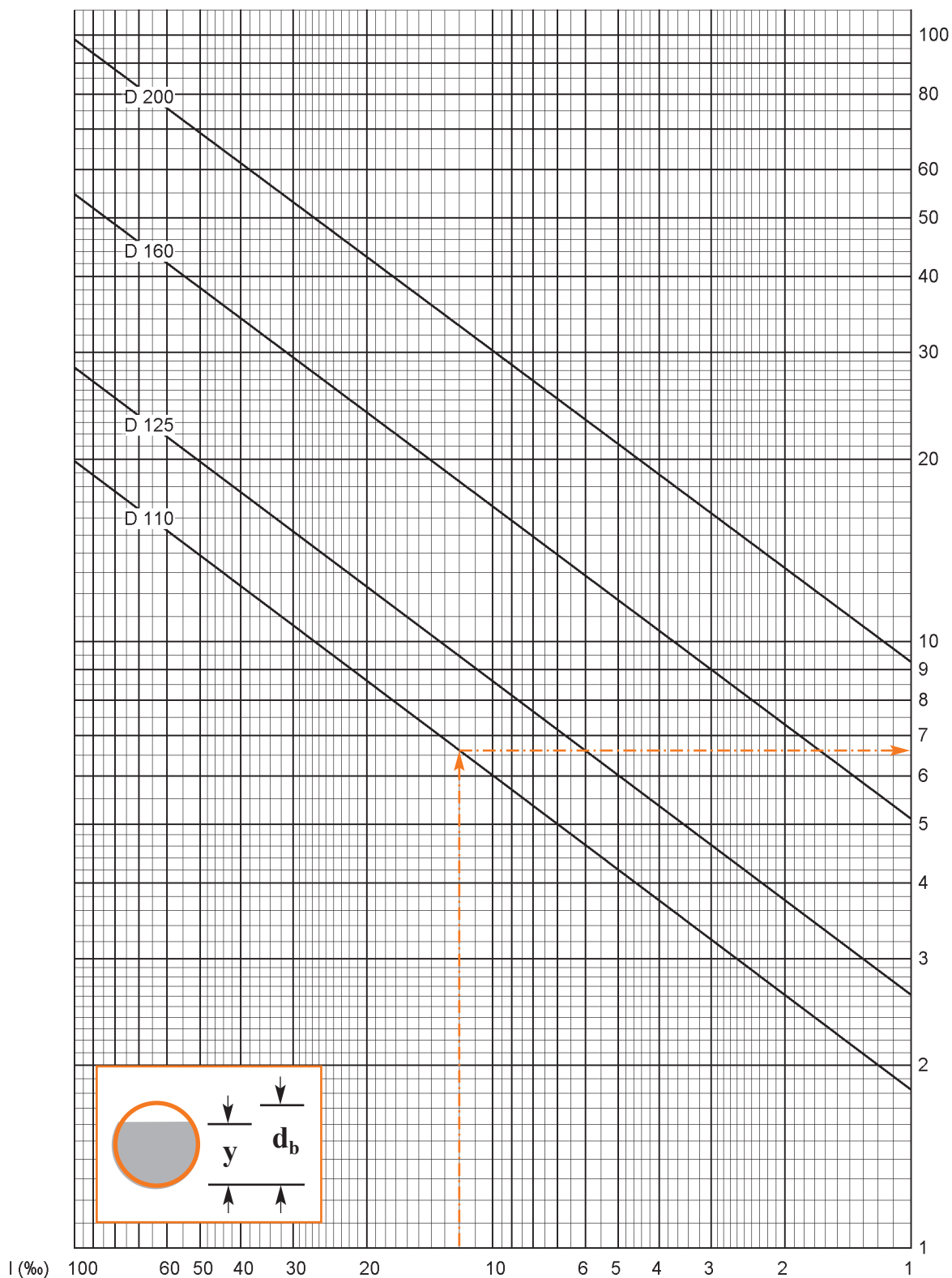




4.2.3.8 Grafikon; SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú – földbe fektetett – szennyvíz csatornacsövek (kiszellőztetett) hidraulikai méretezéséhez. A " d_b " a cső belső átmérője, " y " a vízmélység a " k " érdességi tényező: 0,00025 m és a relatív vízmélység $y / d_b = 0,5$.



4.2.3.9 Grafikon; SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú – földbe fektetett – esővíz csatornacsövek hidraulikai méretezéséhez. A " d_b " a cső belső átmérője. A " k " érdességi tényező: 0,00025 m.



4.2.3.10 Grafikon; SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú – földbe fektetett – egyesített szennyvíz csatornacsövek (szellőztetett szenny- és csatornavíz) hidraulikai méretezéséhez. A " d_b " a cső belső átmérője, " y " a vízmélység a " k " érdességi tényező: 0,00025 m és a relatív vízmélység $y / d_b = 0,7$.

4.2.4. Összefoglalás

A KG-PVC csővezetékek hidraulikai méretezéséhez az alábbiak javasolhatók:

- Az 4.2.2.1 és 4.2.2.2 méretező grafikonok együttes használata; főleg közelítő – előtervező – feladatokhoz és nagyobb települések részegységeinek megtervezéséhez használható.
- Az 4.2.3.1 – 4.2.3.5 átmérők szerinti öntisztulási görbék használata sok lehetőséget kínál a tervezéshez. Ezen görbék segítségével – az 4.2.3.6 és 4.2.3.7 hidraulikai méretező grafikonokkal – bármilyen település KG -PVC csatornahálózata a megkívánt pontossággal megtervezhető.
- Az SDR 41 és SDR 34 szabványos méretarányú csövek minimális belső átmérő különbsége miatt a "Q" , "v" és "I" összefüggések eltérései minimálisak. Érzékelésükhöz a /12/ irodalom szerint ábrázolt HATÁROLÓ GÖRBÉK nyújtanak segítséget.
- Nagy általánosságban rögzíthető, hogy a szokásos feladatoknál - egyéb alapadat bizonytalanságokra tekintettel az SDR 41 grafikon (4.2.3.6), más szabványos méretarányú csöveknél is alkalmazható.
- Az 4.2.3.8 – 4.2.3.10 grafikonok – általában – bekötővezetékek méretezéséhez készültek. Hazai viszonylatban a kis települések $d = 200$ mm KG – PVC gerincvezetékek hidraulikai tervezéséhez is jól hasznosíthatók.

4.3. PVC KG csatornák statikai méretezése

Hollandiában az első PVC csatornák építése az 1960-as évek elején kezdődött. Az első alkalmazások után sokan foglalkoztak a rugalmas cső alakváltozásainak elméleti meghatározásával. Néhány kutató az elméleti fejlesztéseit kísérletekkel, mérésekkel is kiegészítette. /13/

Az elméleti számítások eredményei egymástól jelentősen eltérnek és a mérési értékekkel gyakran nem is egyeznek meg.

Az alakváltozási elméletek közül a legismertebbek: BOSSEN, MOLIN, LEONHARDT és SPANGLER munkássága.

Mind a négy elmélet alap gondolata azonos:

$$\text{ALAKVÁLTOZÁS} = \frac{\text{KÜLSŐ TERHELÉS}}{\text{TALAJMEREVSÉG} + \text{CSŐMEREVSÉG}}$$

Spangler a vékonyfalú acélcsövek alakváltozásával kapcsolatos munkássága a "IOWA" – képlet néven vált közismertté.

A svéd J. Molin elméletét gyakorlati kísérletekkel alapozta meg. Erre épült a PVC csövek SKANDINÁV méretezési módszere /2/.

Leonhardt alakváltozási elmélete sok helyesbítő – módosító – tényező figyelembevétele miatt kissé bonyolult. Ez lett az ATV ajánlása /3/,/4/ amelyet a szakma egyszerűen NÉMET-MÓDSZER-nek nevez. A két alapvető eljárás mellett a különböző országok gyakorlata egyes részletekben további kisebb-nagyobb eltérést mutat. Ezek főleg a föld- és jármű-terhek meghatározásában jelentkeznek.

A rendkívül szerteágazó témakörből a gyakorló mérnökök számára néhány praktikumot a következő fejezetekben foglalunk össze.

4.3.1 Elméleti alapok

A PVC csatornacsövek kis önsúlya, nagy szálhosszúsága, a csőkötések funkcionális biztonsága, továbbá tengely- és érintőirányú hajlékonysága miatt a tervezésben, illetve a kivitelezésben egyaránt kedvelt alternatívát jelentenek.

A cső- és környezetének kölcsönhatását a **VOELLMY**-képlettel lehet meghatározni:

$$n = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cs}}{E_t} \cdot \left(\frac{s}{d-s} \right)^3$$

ahol :

- n** = rendszermeresség,
- E_{cs}** = a cső rugalmassági modulusza,
- E_t** = a talaj rugalmassági modulusza,
- s** = a cső falvastagsága és
- d** = a cső külső átmérője.

Ha $n = 0,083$; akkor a cső és a talaj flexibilitása azonos. Az $n < 0,083$ értékeknél a cső rugalmasan viselkedik, a függőleges tengely mentén létrejövő deformáció horizontális támasztóerőket aktivizál és a vertikális terheket is csökkenti.

A PVC cső rövid- és hosszú idejű rugalmassági moduluszát a korábbiakban már ismertettük. Ezek az adatok megbízhatóak; annak ellenére, hogy a PVC cső viszkoelasztikus viselkedése terhelés hatására a **HOOKE**-törvénnyel nem modellezhető.

A talajok rugalmassági moduluszaira a hazai- és külföldi szakirodalomban fellelhető adatok jelentős szórást mutatnak. Pontosabb adatok hiányában a /13/ irodalomban szereplő 4.3.1.1 táblázatban megadott értékek használatát javasoljuk.

4.3.1.1 táblázat

Talaj		Halmaz- sűrűség [KN/m³]	Sűrítési szög [φ°]	Rugalmassági modulusz [N/mm²], ha a tömörség		
jele	megnevezés			85%	90%	95%
1	Kavics, murva	18-22	35.0	2.5	6.0	16.0
2	Homok	18-21	32.5	1.2	3.0	8.0
3	Kötött szemcsés vegyes	17-20	25.0	0.8	2.0	5.0
4	Kötött talajok	18-21	20	0.6	1.5	4.0

(Talajvízszint alatt a táblázatban szereplő értékek 75%-át lehet alkalmazni.)

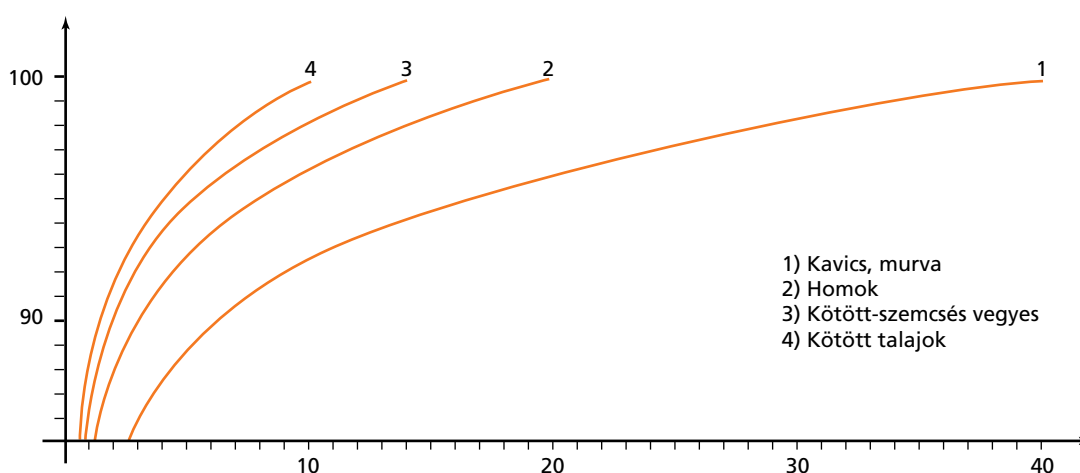
A cső- és a talaj kölcsönhatásának elméleti – illetve gyakorlati megítélése bizonytalanná válik, ha a környező (in situ) talaj-, továbbá az ágyazati anyag fizikai jellemzői jelentősen eltérnek. Ebben az esetben:

$$n = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cs}}{k \cdot E_t} \cdot \left(\frac{s}{d-s} \right)^3 \quad \text{képlettel célszerű a számítást elvégezni.}$$

A "k" tényező értéke az alábbi képletből határozható meg: $k = \frac{1}{0,4 \cdot 0,6 \frac{E_t}{E_{tt}}}$

A képletben E_{tt} az ágyazat mellett lévő termett talaj rugalmassági modulusza. A képlet alkalmazása csak jelentős – pl.: tömör agyag termett talaj és homok ágyazat – rugalmassági modulusz eltéréskor (és főleg ezen vizsgálatokon alapuló meghatározása esetén) indokolt.

A 4.3.1.1 táblázatban jól látható a talaj rugalmassági moduluszának függősége a tömörségtől. A 4.3.1.2 ábrán a fenti táblázat összefüggéseit grafikonon ábrázoltuk.



4.3.1.2 ábra: A tömörség hatása a rugalmassági moduluszra különböző talajoknál /13/

A PVC csövekkel kapcsolatos kb. 30 éve folyó kísérletek igazolták, hogy az alakváltozást az ágyazati kategória (lásd.: később) döntően befolyásolja. Az alakváltozások jelentős része a fektetés során kialakul. A megfelelően elkészített ágyazat elősegíti a cső-talaj komplexum stabilizálódását, amely kb. 2 év elteltével a terhelések leépülését eredményezheti.

A függőleges földteher a rugalmas csöveknél kevésbé függ a munkaárok alakjától és méretétől, mint a merev csövek esetében. Ez utóbbiakhoz rendelkezésre álló számítási módszerek csak módosító tényezőkkel használhatók. Különleges – összetett szelvényű – (lásd.: 4.3.1.4 ábra) és a 4.3.1.3 ábra szerinti nagyméretű ($\beta < 60^\circ$) munkaárok kivételével általában elégséges a cső feletti földteher figyelembevétele.

A következő fejezetekben – a különböző méretezési módszereknél – ezekkel részletesebben foglalkozunk.

A járműteher rugalmas csövekre gyakorolt hatásáról a szakmai körök véleménye jelentős különbségeket mutat.

A kutatási eredmények többsége azt igazolja, hogy útburkolat alatt legalább a 1,5 m takarási mélységnél a min. 40 km/óra sebességű járműteher hatása nem mutatható ki.

A járműteher konfigurációja – keréktávolság, súly, felfekvési felület stb. – is jelentősen eltérő országoként. A DIN 1072 szerinti SLW 60, SLW 30 és LKW 12-vel szemben Svédországban egy idealizált tengelyteher, hazai viszonylatban a Közúti Hídszabályzatban A, B és C terhelési osztály szerepel /2/, /11/.

A hazai kutatások tükrében /11/ a járműteher figyelembe vétele az alábbiak szerint javasolható:

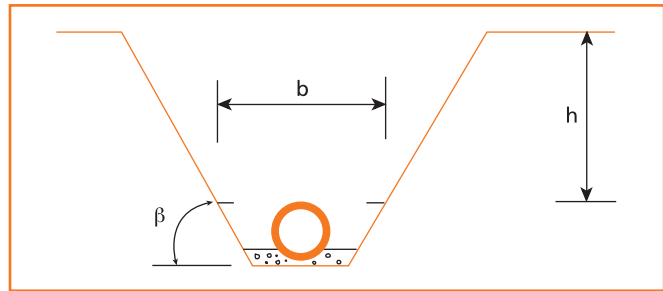
- Burkolatlan – zöld – területek alatt a K. H. szerinti A, B vagy C osztály a Boussinesq-elmélettel is számítható.
- Ha a földtakarás: $H \geq 1,0$ m-nél vagy a nyomvonal burkolat alatt helyezkedik el, a járműteher a szélső kerékfelületek által bezárt négyszöggel osztott jármű összsúlyból 45° -os teherelosztással határozható meg. (Burkolat alatt feltétel: $H > 0,60$ m-nél).
- A μ dinamikus tényező 0,5 m mélységig: $\mu = 1,5$; 2,0 m mélységben: $\mu = 1,0$. A közbelső értékek interpolációval határozandók meg.

Végezetül a különböző szabványos méretarányú – hőre lágyuló – műanyag csövek erőtani méretezésének főbb tudnivalóit foglaljuk össze.

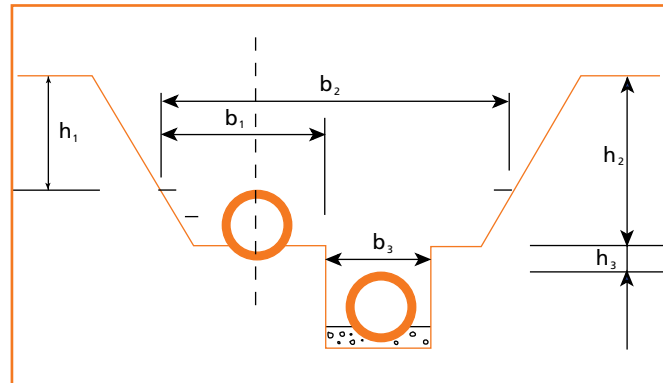
A külföldi /2/, /13/ és hazai kísérletek, illetve elméleti kutatások a 4.3.1.5 táblázatban összefoglalt koncepciót igazolják, a környező talaj rugalmassági modulusza függvényében.

A szabványos méretarány SDR 11 – 18-as kategóriák a KPE csőre jellemzőek. Ennek megfelelően a továbbiakban a PVC csövek alakváltozási és helyi stabilitási (horpadás), erőtani tervezési lehetőségeit részletezzük.

Az alakváltozások erőtani tervezésénél a hazai – európainál szigorúbb 5%-os megengedett értéket tekintjük a megfelelőség kritériumának.



4.3.1.3. ábra: Részös oldalfalú munkaárok



4.3.1.4. ábra: Összetett munkaárok szelvény

4.3.1.5 táblázat

Jellemzők	A cső típusa		
	merev	közepesen rugalmas	rugalmas
Élettartam meghatározója:	a cső fizikai jellemzői + falvastagság	a cső + a talaj szilárdság	a talaj szilárdság + cső alakváltozás
Teherviselő szerkezet:	csak a cső	a cső + talaj	a talaj + a cső
Szabványos méretarány: (SDR)	SDR 11	SDR 18-26	SDR 34-41
Erőtani tervezés:	feszültségre	feszültségre + alakváltozásra	alakváltozásra + stabilitásra

4.3.2 Közelítő méretezés

Mint minden más csőanyagnál, a PVC csöveknél is vannak közelítő-, előméretező számítási módszerek. A /13/ irodalomban részletezett gyakorlati- és elméleti kutatások, továbbá hazai számítógépes vizsgálatok /22/ alapján készült a 4.3.2.1 táblázat.

Az $SDR > 41$ azt jelzi, hogy a jelölt takarás- és ágyazati kategória mellett az $SDR 51$ kategóriába tartozó lefolyócső minőség is megfelelne erőtani szempontból.

A két szabványos méretarányt tartalmazó soroknál a döntéshez részletesebb vizsgálatokra van szükség (az SDR definícióját lásd a 4.2.1. fejezetben).

4.3.2.1 táblázat

Takarási mélység (m-ben)	A javasolt cső szabványos méretaránya „SDR”		
	Á G Y A Z A T I K A T E G Ó R I Á K		
	A	B	C
Homok; kavicsos homok, agyagos-homok, murva ($D_{max} = 20 \text{ mm}$)			
<i>Járműteherrel</i> 0.6 – 1.0	SDR > 41	SDR 41	SDR 34
<i>Járműteher nélkül</i> 0.6 – 1.0	SDR > 41	SDR > 41	SDR 41
1.0 – 3.0	SDR > 41	SDR > 41	SDR 41 – 34
> 3.0	SDR 41	-	SDR 34
Agyag; talajok max. 10% egyéb anyaggal			
<i>Járműteherrel</i> 0.6 – 1.0	-	SDR 41 – 34	SDR 34
<i>Járműteher nélkül</i> 0.6 – 1.0	-	SDR 41	SDR 41
1.0 – 3.0	-	SDR 41	SDR 34
> 3.0	-	SDR 34	SDR 34
Iszap és öntés talajokban			
<i>Járműteherrel</i> 0.6 – 1.0	SDR 41	SDR 34	-
<i>Járműteher nélkül</i> 0.6 – 1.0	SDR > 41	SDR 41	-
1.0 – 3.0	SDR 41	SDR 41	-
> 3.0	SDR 34	SDR 34	-

Az ágyazati kategóriák A, B és C betűjeleinek értelmezése:

- **"A" KATEGÓRIA:** Az ágyazati anyag optimális (homok, iszapos-, agyagos-homok, kavicsos-homok, murva $D_{\max} = 20$ mm), a cső felfekvése egyenletes. Vonal- és pontszerű felfekvés nincs, az utólagos ülepedés mértéke csekély. Az árok további részének feltöltése is gondos munkával készül.
- **"B" KATEGÓRIA:** A cső alátámasztása nem teljesen egyenletes, pont- és vonalmenti felfekvések is előfordulnak. A csőzónában a feltöltés és tömörítés kielégítő, de nem teljesen egyenletes. Kismértékű lokális ülepedésekkel számolni kell.
- **"C" KATEGÓRIA:** A cső alátámasztása szabálytalan, uralkodó a pontszerű- és vonalmenti felfekvés. A csőzóna tömörítése erősen változó, jelentős ülepedésekkel kell számolni.

A 4.3.2.1 táblázat és az ágyazati kategóriák realitásainak ismeretében (4.3.2.2 táblázat) a legkülönbözőbb előtervezési feladatok megoldására nyílik lehetőség. Így például a csőzónában hasznosíthatók helyi anyagok, ezáltal jelentős költségmegtakarítások realizálhatók.

4.3.2.2 táblázat

AZ ÁGYAZAT		A megvalósítás REALITÁSAI:
anyaga	kategóriája	
Homok	A	Csak iszapolásos ágyazatkészítésnél.
	B	Általános és reális követelmény.
	C	Elfogadásra nem javasolható minőség.
Agyag	A	Megoldhatatlan.
	B	Min. 10% homoktartalom és gondos tömörítés.
	C	Nem célszerű előírni.
Iszap	A	Csak teoretikus lehetőség.
	B	Optimális nedvességtartalom és min. 10% homok, illetve intenzív tömörítés esetében lehetséges.
	C	Csak száraz és csomómentes iszap minimális kézi tömörítéssel.

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy a 4.3.2.1 és 4.3.2.2 táblázatok közelítő-, tájékoztató jellegűek. Felhasználásuk az előtervezési stádiumban indokolt.

4.3.3 Számítási módszerek

A gravitációs hőre lágyuló műanyag csövek alakváltozását a méretező eljárások két – különböző – módszerrel közelítik meg.

Az egyik módszer a cső falának külső – zömében földterhek hatására létrejövő – alakváltozásait vizsgálja.

A másik koncepció a talajjal körülvelt cső, mint rendszer együttdolgozását, a cső stabilizációjának kérdését helyezi a középpontba.

A különböző módszerek tárgyalása előtt a terhelések meghatározásának lehetőségeit ismertetjük.

4.3.3.1 Terhelések

A függőleges földteher elméleti meghatározását minden szabályzat azonosan:

$$G_{fr} = C' \cdot G_{fm} \quad \text{képlettel értelmezi.}$$

A kifejezésben: G_{fr} = földteher a rugalmas csőre,
 C' = a cső-talaj rendszer merevségi tényezőjén alapuló hajlékonysági faktor.
 (Merev csőnél $C' = 1,0$; rugalmas csőnél - pl.: SDR 41 - $C' = 0,6$)
 G_{fm} = földteher merev csőre

A gyakorlatban némi – a biztonság javára tett – közelítéssel a földteher:

$$G_f = \gamma_t \cdot H \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ahol: γ_t = a talajtérfogat – tömege (kN/m³) és
 H = a takarási mélység (m)

A jármű terheket – vonat, villamos, repülő és közúti jármű – a vonatkozó hídszabályzatok és egyéb eseti előírások szerint kell meghatározni. A hazai viszonylatban leggyakrabban előforduló "A" terhelési osztályú közúti járműteher (Közúti Hídszabályzat szerint):

$$P_j = \frac{800 \text{ kN}}{(3,60 + 0,2) \text{ m} \cdot 3,5 \text{ m}} = 60,15 \text{ kN/m}^2$$

térszínen ható egyenletesen megoszló teherből 45°-os eloszlással számolható.

Ez a terhelés meghatározás 1,0 m és azt meghaladó takarásoknál egyszerű, a valós feszültségeket jól követő számításokat tesz lehetővé. A terhelés 1,00 m takarásnál:

$$P_j^{1,00} = \frac{800}{5,8 \cdot 5,5} = 25,08 \text{ kN / m}^2$$

általánosságban:

$$P_j^H = \frac{800 \text{ kN}}{(3,80 + 2H) \text{ m} \cdot (3,50 + 2H) \text{ m}}$$

Ha a földtakarás 0 – 0,60 m közötti érték, akkor a terhelést egy kerék (100 kN) és 0,2 · 0,8 m térszíni felfekvési felületből ugyancsak 45°-os eloszlással lehet meghatározni.

(Különböző országok szabályzatában a járműteher meghatározására beépített Boussinesq-módszer pontszerű csúcsterhei csak útburkolat nélkül és merev csövek esetében korlátozott; legfeljebb 2,0 m mélységig javasolható /11/.)

$G_f + P_j = q$ függőleges terhek ismeretében a behajlás különböző módszerekkel számolható

4.3.3.2 Alakváltozás meghatározása /8/ szerint

A /8/ irodalom tartalmaz az alakváltozásokra egy számítási eljárást, amelyet hazai viszonylatban az elmúlt évtizedekben PVC csöveknél alkalmaztak.

A deformáció számítására - a 4.3.3.2.1 ábra szerint - két képlet használható.

A deformáció rosszul beágyazott ("C" ágyazati kategória) csöveknél:

$$\delta = 0,223 \cdot \frac{q}{E} \cdot \left(\frac{d_m}{s} \right)^3$$

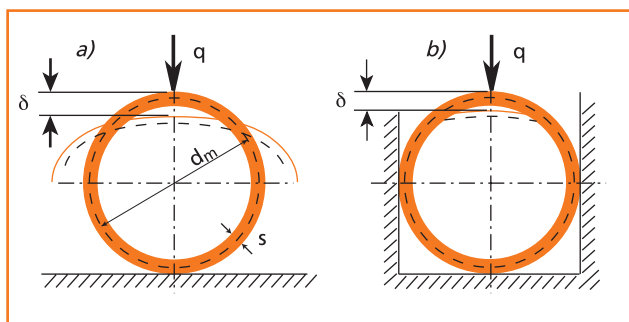
ahol :

δ = deformáció

q = mértékadó függőleges terhelés (4.3.3.2.1 ábra)

E = a PVC cső rugalmassági modulusza

d_m és s = a 4.3.3.2.1 ábra szerint.



4.3.3.2.1. ábra: Deformáció számítása

a) rosszul beágyazott csőnél

b) jó beágyazásnál

A megfelelően beágyazott PVC cső deformációja:

$$\delta = 0,03 \cdot \frac{q}{E} \cdot \left(\frac{d_m}{s} \right)^3 \text{ képlettel számítható}$$

("A" és "B" ágyazati kategóriák)

Alkalmazási példa:

Alapadatok:

– cső: D 315 KG PVC (SDR 41)

$$E_{cs}^r = 3.200 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cs}^b = 2.000 \text{ N/mm}^2$$

– munkaárok: $b = 90 \text{ cm}$ széles, függőleges fallal,
 $H = 2,00 \text{ m}$ takarás a cső felett

– ágyazat: kavicsos homok

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 33^\circ$$

$$E_t = 4,0 \text{ N/mm}^2 (T_{ry} 90\%)$$

TERHELÉSEK:

– földteher: $G_f = H \cdot \gamma = 2,0 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 40,00 \text{ kN/m}^2$

– járműteher: $P_j = \frac{800}{7,8 \cdot 7,5} = 13,67 \text{ kN/m}^2$

dinamikus tényező: $\mu = 1,0$

– mértékadó függőleges teher:

$$q = 40,00 + 1,2 \cdot 13,67 = 56,40 \text{ kN/m}^2 = 0,0564 \text{ N/mm}^2$$

DEFORMÁCIÓ SZÁMÍTÁSA:

– rövid időtávra: $\delta = 0,03 \cdot \frac{17,76}{3200} \cdot \left(\frac{307,3}{7,7} \right)^3 = 10,59 \text{ mm}$

$$\frac{10,59}{315} \cdot 100 = 3,36\% < 5,0\%$$

- hosszú időtávra: $\delta = 0,03 \cdot \frac{17,76}{2000} \cdot 63564,62 = 16,93 \text{ mm}$

$$\frac{16,93}{315} \cdot 100 = 5,38\%$$

A 0,38%-os többlet ellenére megfelel, ld. az előbbi megjegyzést.

(Ez utóbbi vizsgálat némileg formális, mert az alkalmazott jó ágyazat esetében a mértékadó függőleges teher kb. 1/3-ára épül le 2 év alatt az átboltozódás miatt.)

4.3.3.3 Alakváltozás meghatározása SKANDINÁV módszerrel

A skandináv-, vagy svéd módszert **MOLIN** fejlesztette ki, elméleti számítások és megvalósult létesítmények ellenőrzése alapján.

A számítási módszer elvét a $\left(\frac{\delta}{d}\right)_M = \left(\frac{\delta}{d}\right)_E + I_f + B_f$

képlet fejezi ki. Vagyis a mértékadó alakváltozás meghatározásához először számítani kell az elméleti alakváltozást:

$$\frac{\delta}{d} = \frac{f(q)}{s_r + s_s}$$

majd ehhez hozzá kell adni

I_f – a cső fektetési és

B_f – a cső beágyazás értékeit.

Az átlagos alakváltozás mértékét a B_f ágyazási faktor elhagyásával lehet becsülni.

A külső terhelések okozta alakváltozás elméleti meghatározása a

$$\left(\frac{\delta}{d}\right)_E = q \cdot \frac{c \cdot b_1 - 0,083 \cdot K_0}{8S_r + 0,061 \cdot E'_s} \quad \text{képlettel történik, amelyben:}$$

c = terhelési faktor (értéke általában 1,0)

b_1 = terhelés eloszlás tényezője, értéke: 0,083

q = mértékadó függőleges terhelés (kN/m²)

K_0 = a földnyomás együttható, értéke: 0,5

S_r = a cső gyűrűirányú merevsége

E'_s = az ágyazat szekáns együtthatója, értékeire szemcsés anyag esetében

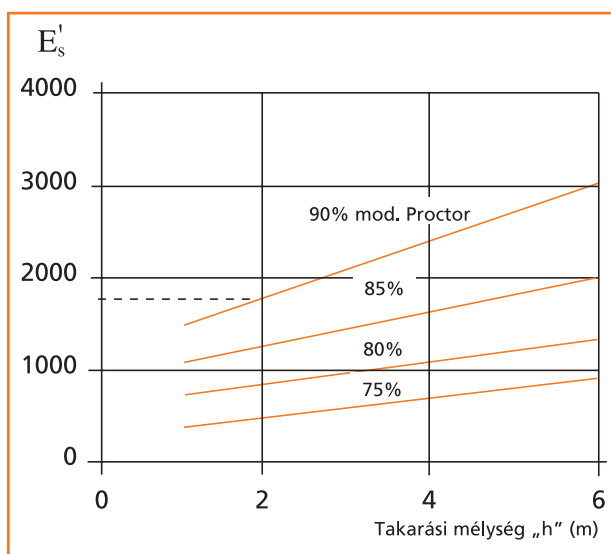
– a tömörség függvényében – a 4.3.3.3.1 ábra ad tájékoztatást.

Szemcsés- és megfelelően tömörített ágyazati anyag és elfogadható minőségű kivitelezés esetében a fenti képlet az alábbiak szerint módosul:

$$\left(\frac{\delta}{d}\right)_E = \frac{0,0415}{8S_r + 0,061 \cdot E'_s}$$

A csőfektetés és a cső beágyazás tájékoztató értékeit a 4.3.3.3.2 illetve 4.3.3.3.3 táblázatok tartalmazzák.

Az ismertett skandináv módszer láthatóan az elméleti megközelítést kísérletekkel alátámasztott gyakorlati tényezőkkel módosítja. Ez teljes összhangban van azzal a gyakorlattal, amely szerint a legjobb cső és a legkörültekintőbb tervezés is kárba vész a csőzóna rossz kialakításával.



4.3.3.3.1. ábra: Szemcsés ágyazati anyag szekáns együtthatója.

S_r gyűrűmerevség értékek az SDR függvényében /2/ szakirodalom szerint:

SDR	51	41	34	26	21
S_r (kPa)	2	4	8	16	32

4.3.3.3.2 táblázat

TÉNYEZŐK	Csőfektetési faktor $I_f(\%)$
Cső lépcsőzetes árokban:	
- felügyelet nélkül ágyazva	1 - 2
- felügyelettel ágyazva	0
Erős térszíni forgalom szerelésekor $H < 1.5 \text{ m}$	1 - 2
Földvisszatöltés tömörítése a cső felett nehéz gépekkel $> 0.6 \text{ kN}$	0 - 1

4.3.3.3.3. táblázat

Tényezők	Ágyazati fokozatok $B_f(\%)$	
	Körültekintő kivitelezés	Normál kivitelezés
Felügyelet nélkül ágyazva		
– kövektől mentes /1/ talaj	2	4
– sziklás vagy köves talaj	3	5
Felügyelettel ágyazva		
– kövektől mentes /1/ talaj	1	2
– köves talaj	2	3

Megjegyzés: /1/ a cső alatti ágyazat viszonyaira vonatkozik

A 4.3.3.2-ben lévő **példát** a skandináv módszerrel méretezve az alábbi eredmények adódnak:

E'_s = a 4.3.3.3.1 ábra segítségével 90% tömörségnél: 1.800 kPa

$$\left(\frac{\delta}{d}\right)_E = \frac{56,40 \cdot 0,0415}{8 \cdot 4 + 0,061 \cdot 1800} = \frac{2,34}{141,8} = 0,0165 \longrightarrow 1,65\%$$

A fentiekhez a szerelési erős térszíni forgalom miatt:
felügyelettel; kövektől mentes normál ágyazat miatt
a maximális deformáció

$I_f = 1\%$ és
 $B_f = 2\%$ -ot hozzáadva,
 $1,65 + 1,0 + 2,0 = 4,65\%$

Ez az érték nem haladja meg az előírt 5%-ot.

A számítási módszer – a B_f ágyazati faktor előrebecsülhetőségi problémái miatt – első-sorban kivitelező szervezet által irányított "fővállalkozás"-nál indokolt.

4.3.3.4. Az ATV (Abwassertechnische Vereinigung) módszer

A Leonhardt elméleti kutatásaira alapozott számítási eljárás, csak a terhelés hatására létrejövő - rövid időtartamú - maximális alakváltozás meghatározását teszi lehetővé.

A számítási eljárás menete - megtartva a /3/ és /4/ irodalmak szerinti jelöléseket - az alábbi:

$$\left| \frac{\delta}{d} \right|_q = C_v^+ \cdot \frac{q_v - q_h}{S_{R(ATV)}} \cdot 100\%$$

ahol: q_v illetve q_h = a függőleges- és a vízszintes terhelés,

$$C_v^+ = C_{v1} + C_{v2} \cdot K^+$$

$$K^+ = \frac{C_{h1}}{V_{RB} - C_{h2}}$$

$$V_{RB} = \frac{S_{R(ATV)}}{S_{Bh}}$$

$$S_{R(ATV)} = \frac{E \cdot I}{r^3} \text{ és}$$

$$S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2$$

A C_{v1} , C_{v2} , C_{h1} és C_{h2} szorzótényezők, a ζ faktor az árok alakjától és a visszatöltött anyag, valamint az eredeti talaj arányától függ. Ezek tárgyalása meghaladja kézikönyvünk terjedelmi lehetőségeit. A részletek után érdeklődők a /3/ és /4/ irodalmakban találják meg a szükséges ismereteket.

Az eljárás munkaigényes és az előző pontban ismertetett skandináv módszerhez képest alacsonyabb maximális alakváltozási értékeket szolgáltat.

A számítható értékek – részletes összehasonlító vizsgálatok alapján – jó egyezést mutatnak a 4.3.3.2-ben ismertetett módszerrel.

4.3.3.5 Alakváltozás számítása az IOWA-képlettel

Az alakváltozás a Spangler-től származó **IOWA**-képletből az alábbiak szerint számítható:

$$\frac{\delta_x}{d} \cong \frac{\delta_y}{d} = A_3 \cdot \frac{q_v}{E_t} \leq 0,05$$

ahol:

$$A_3 = \frac{0,125}{n + 0,061}$$

n = rendszermerevség (Voellmy szerint),

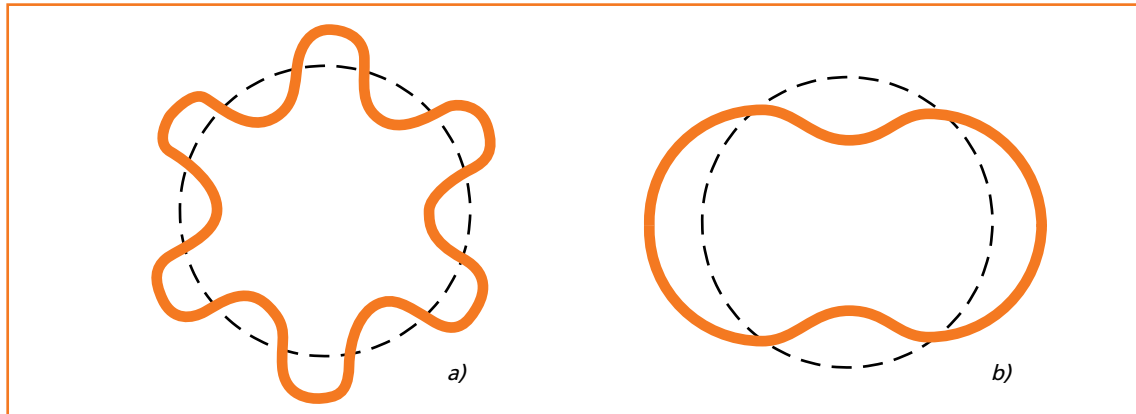
q_v = az összes függőleges teher

E_t = a talaj összenyomódási modulusza

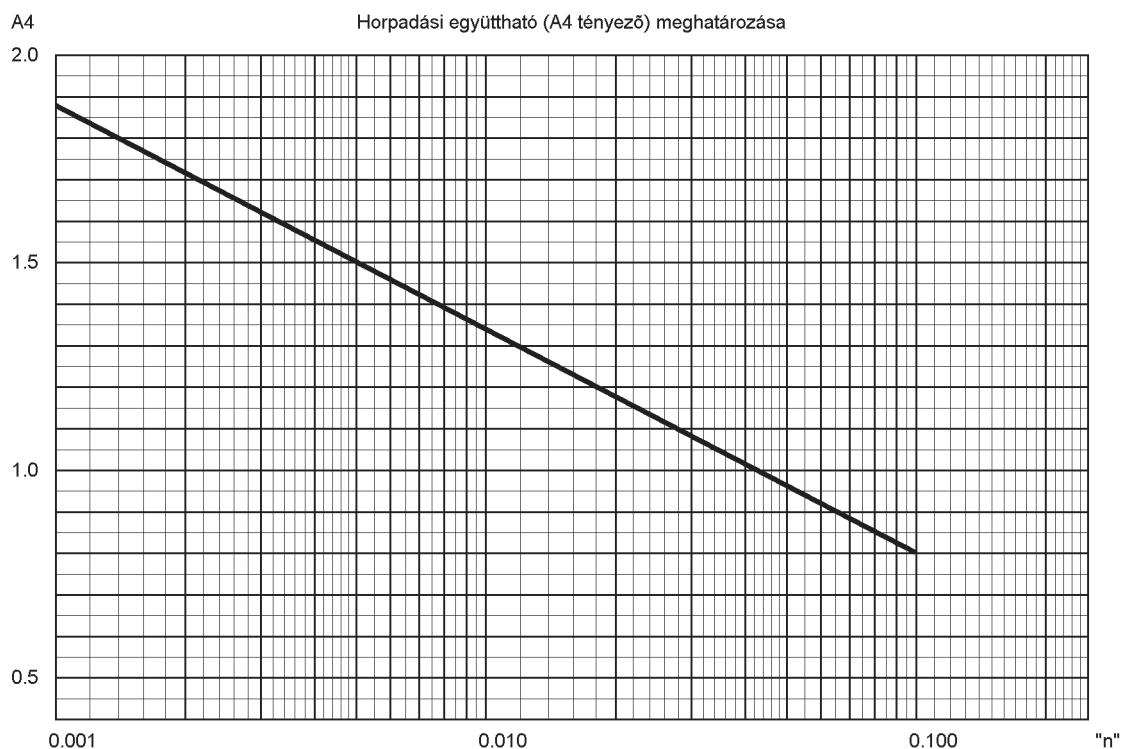
A méretezés viszonylag egyszerű, az SDR 34 és SDR 41 szabványos méretarányú PVC csöveknél megbízható elméleti értékeket eredményez. Részletesebb elméleti és gyakorlati megfontolások a /22/ irodalomban találhatók.

4.3.4 Helyi horpadási vizsgálatok

A külső talaj- és talajvíz nyomása lokális gyűrűerőt ad át a cső falára. Ha ezek a kompressziós erők nagyok, a csőfal lokális behorpadásához vezethetnek. A vékony héjaknak ez a stabilitással összefüggő problémája közismert, ezért az – elsősorban gravitációs – PVC csövek behajlási biztonságának vizsgálata nem mellőzhető.



4.3.4.1 ábra: Horpadási formációk; a) tömör – és b) laza ágyazatnál



4.3.4.2 ábra: Grafikon A_4 tényező meghatározásához

A csövek behajlását az ágyazat tömörsége szintén jelentősen befolyásolja. (Lásd.: 4.3.4.1 ábra) Különösen veszélyes a 4.3.4.1/b ábrarész szerinti behajlás, amely a cső számított feszültség - és alakváltozás viszonyaitól függetlenül helyi tönkremenetelt eredményezhet. A különböző szakirodalmak egymástól eltérő módszereket adnak a behajlási biztonság megállapításához.

Az egyik hazai viszonylatban alkalmazott számítási eljárás a:

$$C_S = P_k/q_m \geq 3,0 \quad \text{képletet alkalmazza}$$

Ahol : q_m = a mértékadó függőleges terhelés
 P_k = (a horpadást előidéző kritikus nyomás) $A_4 E_t \sqrt{n}$
 A_4 = (horpadási együttható) - $0,54 \log(n) + 0,26$

Az A_4 értékek a 4.3.4.2 ábráról "n" (rendszermerevség) függvényében leolvashatók.

A /2/ szakirodalomban rossz altalajviszonyok (hordalék, agyag, iszap stb.) és kis földtakarás $h < 1,00$ m mellett nagy közlekedési terhelés eseteire találhatók jól alkalmazható számítási módszerek.

– Rossz altalajnál:

$$q_{kr} = \frac{5,63}{F} \cdot \sqrt{S_R \cdot E_t'}$$

ahol : q_{kr} = a kritikus függőleges terhelés
 F = biztonsági tényező, értéke 2 - 3 között
 S_R = $E \cdot I / d^3$ (hosszú időtartamra!)
 E_t' = $2 \cdot E_s'$ (E_s' a korábbiak szerint)

A mértékadó függőleges terhelés nem lehet nagyobb q_{kr} -nél.

– Nagy járműteher és kis földtakarás esetében a

$$q_M \leq \frac{64 \cdot S_R}{\left(1 + 3,5 \frac{\delta}{d}\right)^3} \quad \text{képlet használata javasolható}$$

Az S_R számítása a rövid időtartamú értékkel végezhető.

4.3.5 Feszültség vizsgálatok

A 4.3.1.5 táblázatban összefoglalt általános tervezési koncepció mellett – az SDR függvényében – felmerülhet a feszültségek ellenőrzésének szükségessége. Különösen nagy ($d > 315$ mm) csőátmérőknél előtérbe kerülhet a vízszintes terhelés – oldalnyomások – értékének meghatározása.

Ez - pontosabb eljárás hiányában - a

$$q_H = K \cdot q_M \quad \text{képlettel lehetséges.}$$

A $K = 0,074 / (n + 0,06)$ és "n" Voellmy szerint határozható meg.

A fentiek után:

$$\sigma = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{K}$$

ahol : N = $q_m \cdot r$ (N/mm)
 M = $(0,250 - 0,196 \cdot K) \cdot q_m \cdot r^2$ (Nmm)
 F = a felület és
 K = a körgyűrű keresztmetszeti tényezője;

a számítási lépések sorrendje.

4.3.6. Összefoglalás

A 4.3.1 - 4.3.5 pontokban részletesen összefoglaltuk a rugalmas PVC csövek méretezési koncepcióit. Ez a témakör az utóbbi évtizedek jelentős elméleti és gyakorlati kutatásai ellenére még nem tekinthető lezártnak.

A terhelések meghatározásán kívül leírt csőméretezési alapelvek kizárólag a tömőrfalú hőre lágyuló csatornacsövekre érvényesek. A bordás, üreges stb. műanyag csövek szilárdsági méretezése egyedi megfontolásokat igényel.

A különböző számítási módszerek eredményei helyenként nem kis szórást mutatnak. Úgy tűnik, hogy a számítási munkaigény sok esetben nincs összhangban az elért eredménnyel.

Az összeállítás egyértelműsíti - minden a témakörben tevékenykedő szakember véleményével összhangban -, hogy

- a csőzóna anyaga,
- a csőágyazat szakszerűsége,
- a csőszerelés szakértelme és
- a földvisszatöltés előírásainak betartása

a csővezeték használati értékének meghatározó tényezői.

A csőzóna és környezetének talajfizikai jellemzői csak becslhető értékek. Ezek számszerű értékei sok bizonytalanságot rejtenek. Ezért az egyszerűbb számítási eljárások mellett:

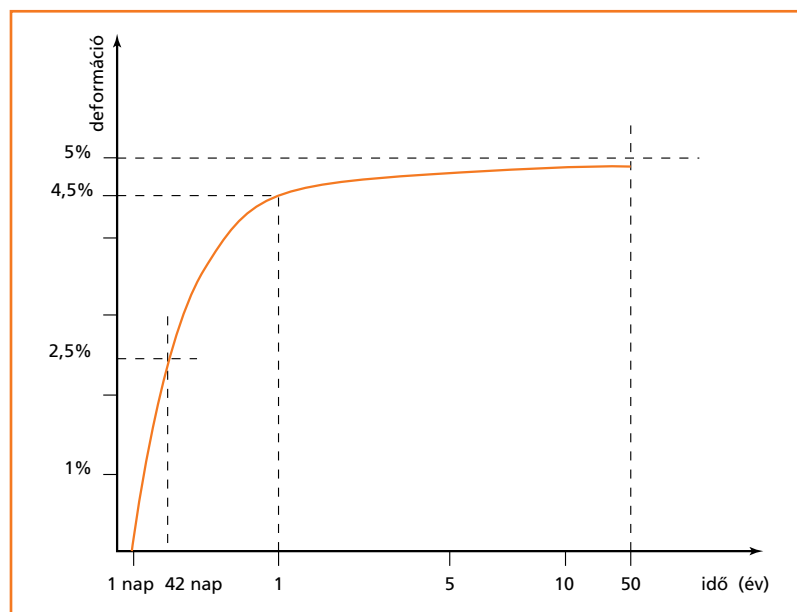
- a munkaárok szelvényének,
- a csőágyazat anyagának, továbbá minőségének és
- a földvisszatöltés szakszerűségének

tervezésére, ellenőrzésére kell az energiát összpontosítani.

Az ágyazat és a földvisszatöltés szakszerűségét a hőre lágyuló műanyag csöveknél a deformáció - idő összefüggéseit bemutató általános diagram segíti (4.3.6.1 ábra).

A deformáció - idő általános összefüggésre a mért - tényleges értékek felrakásával azok indokoltága eldönthető.

Így példaként - biztosra vehető, hogy a csőfektetés után 42 napon belül mérhető 5%-nál nagyobb behajlás rossz beágyazást és 50 év élettartam távlatában sok bizonytalanságot okoz.



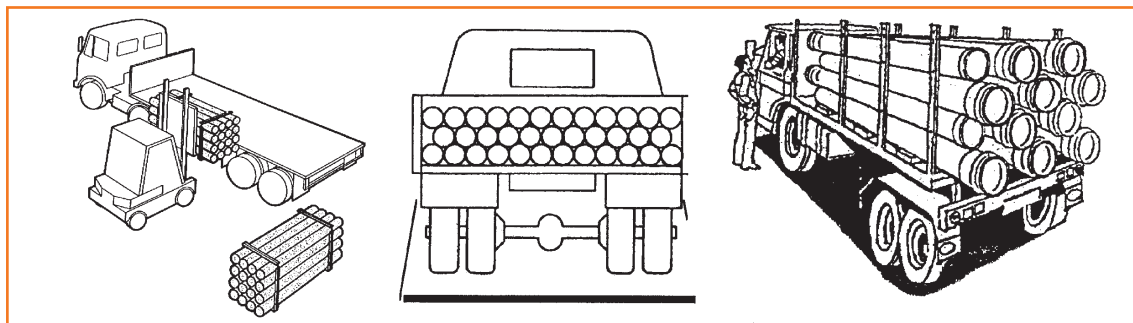
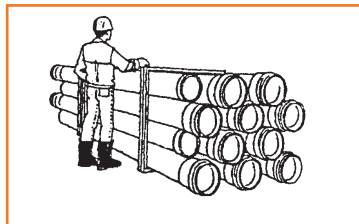
4.3.6.1. ábra Hőre lágyuló műanyag csövek és aknák deformáció-idő függvénye

5. SZÁLLÍTÁS, RAKTÁROZÁS

5.1. Szállítás

A műanyag csöveket és idomokat – más anyagú csövekhez hasonlóan – szakszerűen kell szállítani és tárolni.

A PVC csövek szálaban, kalodázva, a PE csövek 110 mm (max. 160 mm) átmérőig általában 2-300 m-es tekercsben, 110 mm átmérő felett 6–18 m-es szálaban (általában 12 m), kalodázva kerülnek kiszállításra. Lehetőség van a kisebb átmérőknél is a szálaban történő gyártásra.



A csövek mozgatása gyárunkban targoncával vagy daruval történik.

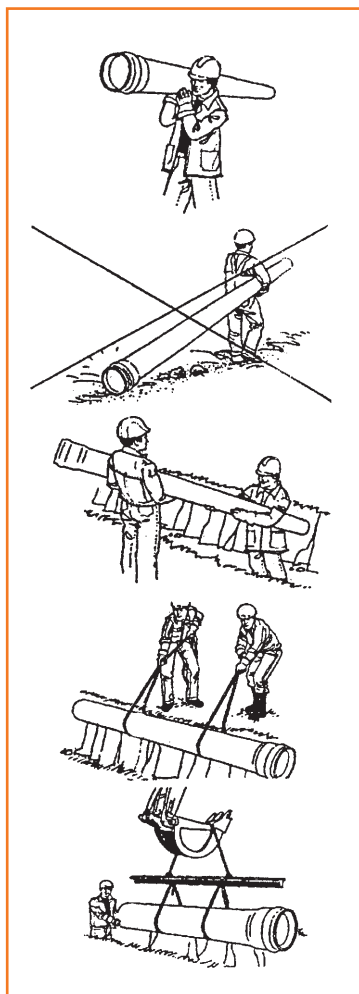
A csőkötegek mozgatásakor lánc vagy más éles fémtárgy a csövek felületével közvetlenül nem érintkezhet. Targonca villájával közvetlenül csak szálcöveket szabad emelni, tekercselt árunál a villára védőcsövet kell húzni (pl. PE cső). A szállítás közben a csöveknek lehetőleg teljes hosszban fel kell feküdniük, ne lógnak túl a platón. A kalodázott – vagy ömlesztett csöveket csak a jármű rakfelületével párhuzamosan szabad szállítani. A rakfelületen a csövekkel egyidejűleg idegen (egyéb) anyagok nem szállíthatók. A legalsó csősoroknak szállítás közben maradéktalanul fel kell feküdni a rakfelületen. A rakat a rakfelületen legfeljebb 1,0 m-t nyúlhat túl. A túlnyúló csőrészeket a belengés megakadályozása céljából egymáshoz kell rögzíteni.

A közúti szállításoknál az érvényes közúti közlekedési szabályokat maradéktalanul be kell tartani (űrszelvény).

A csöveket darabonkénti szállításnál megfelelő óvatossággal kell kezelni. Ütősszerű behatásokat kerülni kell, lerakáskor a platóról nem szabad a csöveket a földre ledobni, a csöveket főleg tokjukkal a földön nem szabad húzni.

Az árokba a csöveket tilos ledobni. Azokat kézzel, vagy nehezebb csövek illetve nagyobb árokmélység esetében kötéllel, esetleg emelőgéppel kell lerakni illetve leereszteni.

A PVC csövek +5°C alatt erősen ridegednek. Ezért e hőmérséklet alatti szállításnál és rakodásnál különös gonddal kell eljárni.

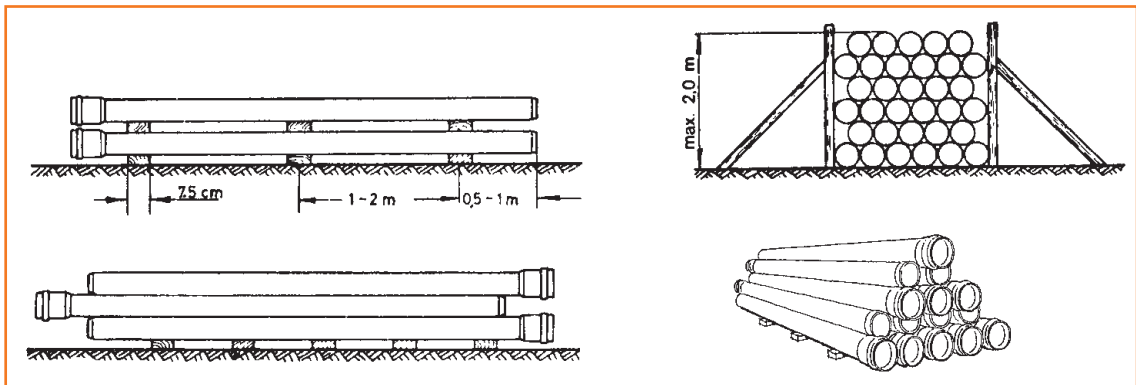


5.2. Raktározás

A műanyag csövek és idomok korlátlan ideig felhasználhatók az alábbi feltételek betartásával: A műanyag csövek szabadban tárolhatók. Az ultraibolya sugárzás műanyagot károsító hatása miatt azonban a csöveket napfénynek kitett helyen egy évnél hosszabb ideig ne tároljuk (a korommal stabilizált fekete PE csöveknél ez az idő 1,5 év). Amennyiben hosszabb idejű tárolásra van szükség, a csöveket fényt át nem eresztő fóliával le kell takarni. A PVC csöveken több hónapos tárolás után kifakulás jellegű elszíneződés jelentkezhet, mely a fenti tárolási időket betartva minőségkárosodást nem okoz.

Az idomokat napfénytől elzártan, dobozban vagy zárt helységben korlátlan ideig lehet tárolni.

A csövek tárolásánál vagy egyenesen felfekvést, vagy az ábra szerinti alátámasztást kell biztosítani a csövek deformálódásának elkerülése érdekében.



Az egyes rétegek közé fa alátéteket is lehet helyezni. Amennyiben távtartó faléceket nem alkalmazunk, a teljes felületen történő felfekvés érdekében a csövek tokjait a rakaton túl kell lóztatni.

A csőrakat magassága a 2 m-t ne lépje túl. Kalodázott árunál 3 kalodánál többet ne rakjunk egymásra.

Tekercses áru tárolásánál a 110 mm-es csöveket lehetőleg állítva tároljuk, a kisebb átmérőket lehet fektetve is tárolni. Amennyiben a raktárterület padlófelülete indokolja, a csövek alá gumilapot célszerű helyezni.

A gumigyűrűk napfény ellen stabilizáltak, tehát rájuk is a cső tárolási feltételei vonatkoznak. A gumigyűrűket vegyszerekkel, olajokkal, továbbá üzemanyagokkal való érintkezésnek nem szabad kitenni.

6. FEKTETÉSI IRÁNYELVEK

6.1. A munkaárok kialakítása és ágyazat készítése

A munkaárok kialakítása, az ágyazat elkészítésének szakszerűsége és a földvisszatöltés – továbbá annak tömörítése – alapvetően meghatározza a csővezeték élettartamát, illetve használati értékét. /2/, /12/, /13/.

A felsorolt tényezők befolyásolják az erőtani méretezést, így ezek megtervezése elsőrendű feladat. A tervezéshez ismerni kell az altalaj főbb fizikai jellemzőit, a talajvíz jellemző adataival egyetemben.

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk azokat a főbb ismereteket és kívánalmakat, amelyek betartásával a PVC csatornák 50 éves élettartama, valamint zavartalan üzemeltetése garantálható.

6.1.1 A munkaárok kialakítása

A munkaárok kialakításánál a tervezés és a kivitelezés alapvető feladata, hogy minimális ráfordítással biztonságos munkaterület álljon rendelkezésre.

A munkaárok méreteinek meghatározásánál alapvető célkitűzés, a talaj természetes egyensúlyi állapotának lehető legkisebb zavarásával:

- a balesetvédelem,
- a gépek illetve berendezések állagmegóvása és
- a szakszerű csőfektetés

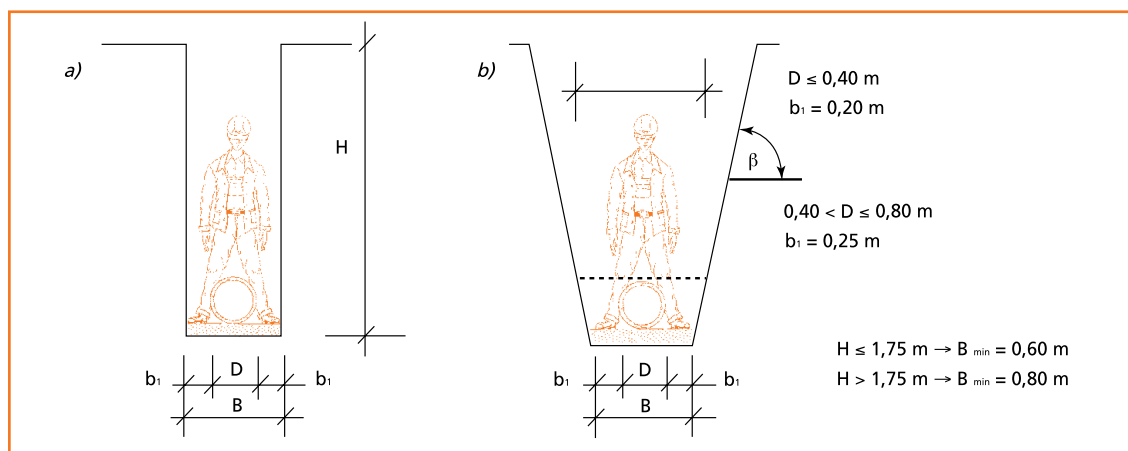
feltételeinek biztosítása.

A méreteket befolyásolják:

- az altalaj- és talajvízviszonyok,
- a csatornacső mérete, – a fektetési mélység,
- a szomszédos létesítmények távolsága,
- a felszíni terhelések,
- a keresztező közművek,
- a kivitelezés időtartama és
- a várható időjárási tényezők.

Az optimális munkaárok méreteket a PVC csőből építendő csatornák részére az 6.1.1. ábra tünteti fel. Az a) ábrarész a függőleges-, a b) ábrarész a rézsús oldalfalú árokszelvényt szemlélteti.

Ha a munkaárok oldalfalait biztosítani kell, akkor az 6.1.1.1. ábra szerinti „B” méret a dúcolat belső fal síkjától értendő.



6.1.1.1. ábra: Munkaárkok minimális méretei a mélység és a csőátmérő függvényében:

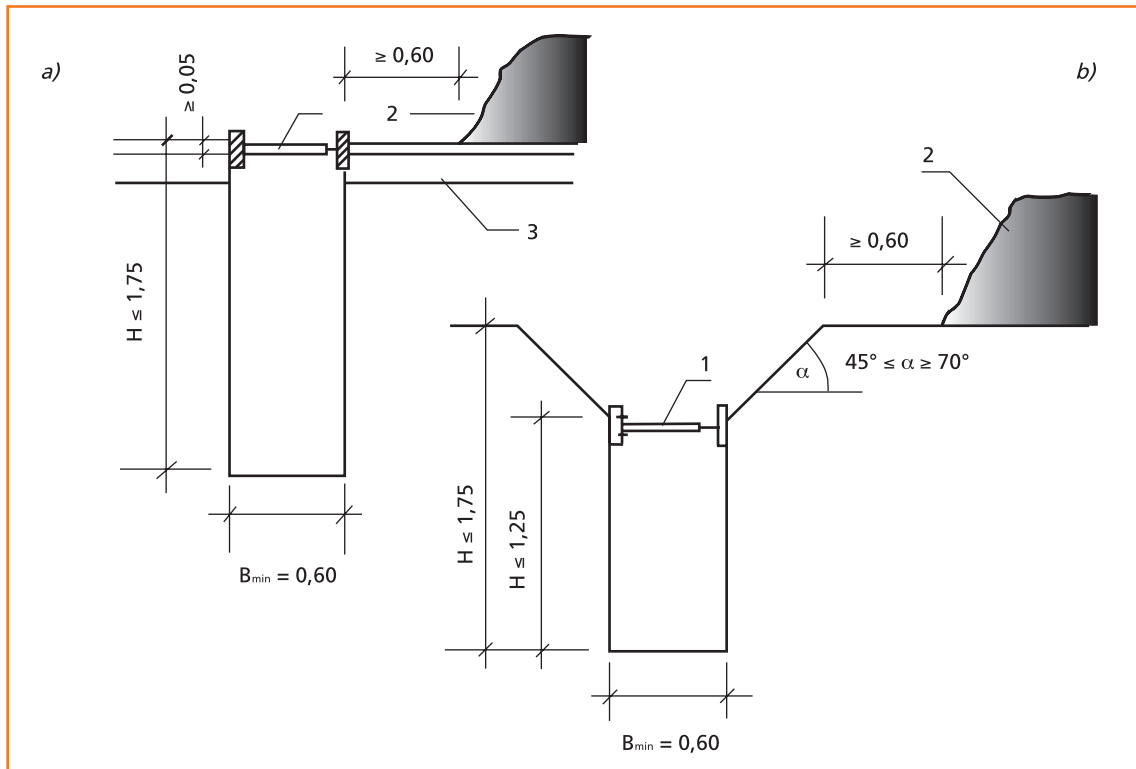
a) függőleges oldalfallal

b) rézsús oldalfallal

A rézsús falú munkaárok kialakítást PVC csövek esetében szilárd talajoknál (vízmentes kötött talaj, szikla stb.) javasoljuk elsősorban, ahol a rézsú hajlásszöge: $\beta > 60^\circ$ -nál. Az összetett munkaárok szelvényeknek a csőre ható terhelések meghatározásánál van kiemelt jelentősége.

6.1.2. Munkaárok biztosítás, dúcolás

A hazai és külföldi előírások egyaránt szabályozzák a dúcolás feltételeit. A DIN 4124. szabvány a 6.1.2.1. ábra alapján – a hazai előírásokhoz képest kevésbé szigorúan – írja elő a dúcolást.



6.1.2.1. ábra: Dúcolás alkalmazásának feltételei (DIN 4124)

a) függőleges árokfal; b) függőleges és rézsús kombinált árokfal;

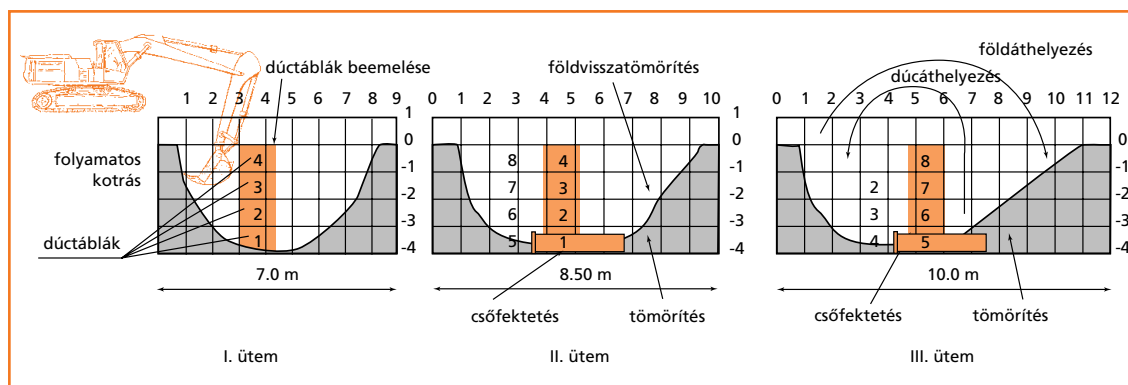
1) szegélypalló kitámasztó dúccal; 2) visszatöltendő föld (depónia), 3) útburkolat

Az ábra b) részénél – a feltételesen bejelölt – kitámasztás segítségével a rézsúhajlás α / csökkenthető.

Az alkalmazandó dúcolat rendszerét a talaj állékonysága határozza meg. Három kategória különböztethető meg:

- Állékony talajban (száraz kötött – és szikla talajok III. talajosztály felett) a munkaárok biztosítása csak a dolgozók védelmét szolgálja.
- Közepesen állékony talajok a munkaárok kinyitása után egy rövidebb ideig függőlegesen megállnak. Ez a rövid idő általában elégséges a végleges biztosítást szolgáló dúcolat beépítésére. Itt a dúcolási rendszerek alkalmazhatóságának köre meglehetősen széles. A hagyományos (idő- és költségigényes) módszerek és könnyű táblás dúcolási rendszerek egyaránt tervezhetők. (Lásd: 6.1.2.2. ábra). A PVC csatornák gyors építését elsősorban az alumínium és fa anyagú táblás dúcolatok segítik elő.

Magyarországon a PVC csatornaépítések mintegy 65%-át ebben a talajkategóriában kell megvalósítani.

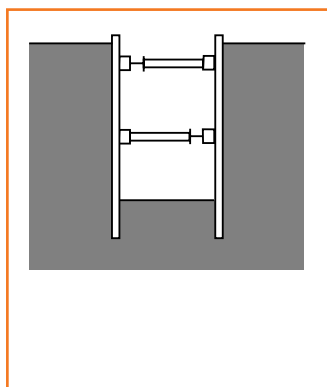


6.1.2.2. ábra: PVC csatorna építése könnyű táblás dúcolat védelmében

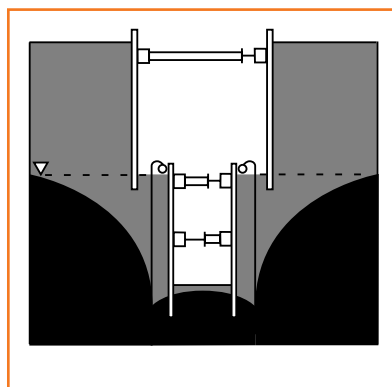
- Nem állékony talajoknál a munkavégzéssel egyidejűleg, vagy azt megelőzően kell – könnyebb-, nehezebb nagytáblás dúcolati rendszerekkel – a munkaárkot biztosítani.
- A magas talajvízszint, a 4,0 m-nél mélyebb munkaárok és a két tényező kedvezőtlen kombinációja a 6.1.2.3. – 6.1.2.5. ábrákon vázolt – élőmunka- és költségigényes – megoldások alkalmazását helyezi előtérbe.

A dúcolatok méreteit erőtani számításokkal kell meghatározni.

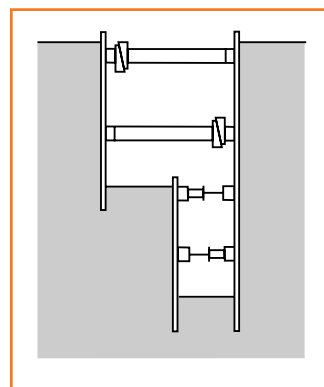
A dúcolatok méretezése, vagy statikai ellenőrzése speciális mélyépítési feladat. Ezek ismertetése meghaladja kiadványunk lehetőségeit.



6.1.2.3 ábra: Előrevert csatornapallós keretes dúcolás



6.1.2.4 ábra: Kétlépcsős munkaárok keresztmetszet nagymértékű vákuumkutas – talajvízszint süllyesztéshez



6.1.2.5 ábra: Asszimmetrikus kétlépcsős munkaárok elrendezés, nagyobb áteresztőképességű talajok víztelenítéséhez.

6.1.3. Ágyazat készítés

A PVC cső élettartamát – csakúgy, mint minden más csővezetékét – az ágyazat szakszerű elkészítése,

- a megfelelő ágyazati anyag,
- a rétegelt, egyenletes elterítés és
- a kellő tömörítés

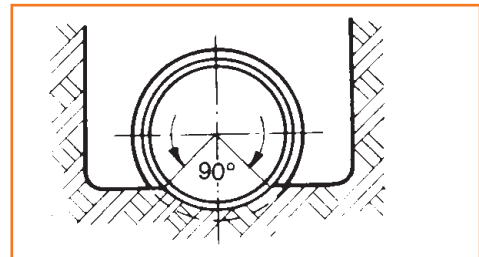
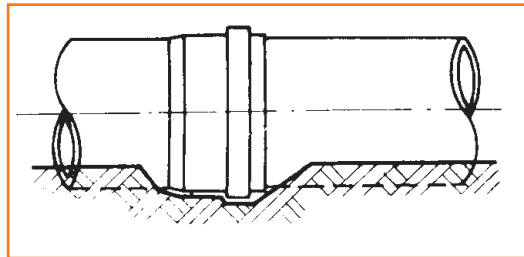
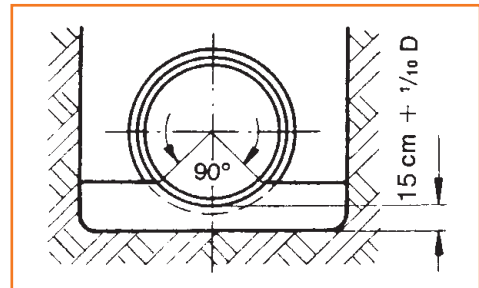
határozzák meg.

A 6.1.3.1 ábrán jelöltük az ágyazat és a földvisszatöltés különböző zónáit, a tömörítés helyét, intenzitását és irányát.

A csőzónában az ágyazati anyagot legalább 15 cm. vastag rétegekben kell elteríteni és tömöríteni.

Ha a munkaárok szemcsés talajban kerül kiemelésre, akkor a csőzóna alsó ágyazati része elhagyható. A fenéksík tömörítését ilyen esetben is el kell végezni.

90°-os beágyazású cső szabályos ágyazatkialakítása feltöltött ágyazatnál illetve termett talajon.

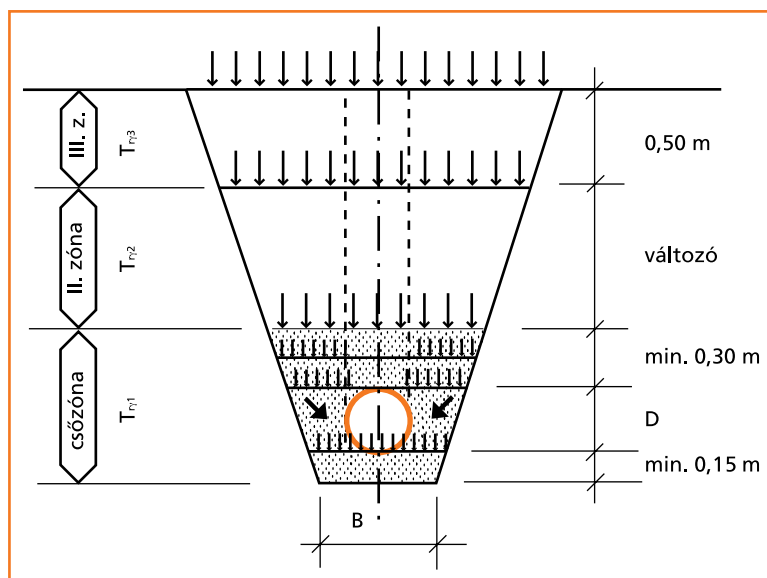


Az ágyazati anyag összeállt rögöktől mentes legyen és a szemcse nagyság nem haladhatja meg a 20 mm-t. Kedvezőtlen altalaj – talajvíz alatti szerves iszap, roskadásra hajlamos lösz stb. – esetében az alsó ágyazati réteg alatt további alépítmény (homokos kavics, zúzottkő, geotextília stb.) beépítése válhat szükségessé.

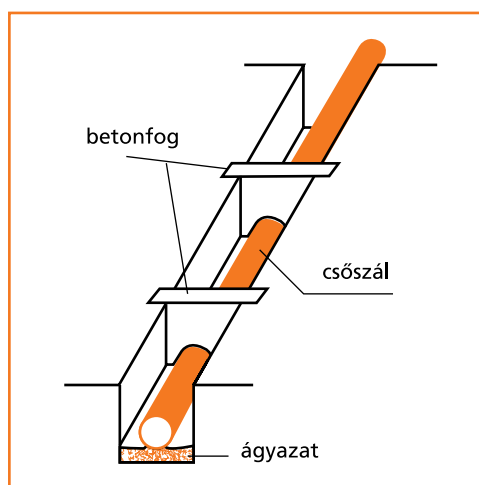
A tömörítéshez fa- vagy könnyűfém anyagú – legömbölyített szélű – kézi döngölők alkalmazhatók. A csőzóna tetején könnyű gépi döngölők használata is megengedett.



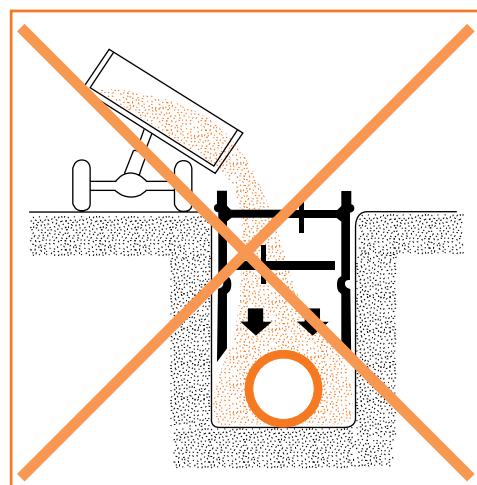
6.1.3.1 ábra: Munkaárok visszatöltés zónái és a tömörítés intenzitása



Az ágyazat iszapolással ugyancsak tömöríthető. A 15 cm vastag rétegekben betöltött szemcsés talaj – a PVC cső leterhelése mellett – folyamatos vízpermete-zéssel kellően bedolgozható. A 10%-ot meghaladó lejtésnél ajánlatos az ágyazat védelméről a 6.1.3.2. ábra szerint gondoskodni.



6.1.3.2 ábra: Ágyazat és PVC cső szétcsúszás elleni védelme lejtős terepen



6.1.3.3 ábra: A döntéssel földvisszatöltés következményei beláthatatlanok a PVC csöveknél.

A PVC csatornánál a csőzóna ágyazati anyagát csak kézi erővel szabad mozgatni. A 6.1.3.3 ábra szerinti anyagmozgatás TILOS! A lezúduló ágyazati anyag a megengedettnél nagyobb deformációkat eredményez. Az alakváltozási folyamat hosszan elnyúlik, a cső teljesen eldeformálódik. A 6.1.3.1 ábra szerinti zónák megkívánt tömörségi értékeit a 6.1.3.4. táblázat tünteti fel. A táblázatban feltüntetett értékek betartásával biztosítható az előírásokon belüli deformáció, az árok szelvényen belüli zónák gyors, 1-2 éven belüli konszolidációja.

Felszíni terhelés típusai	Megkívánt tömörség $Tr\%$		
	csőzóna	II. zóna	III. zóna
	Tr_1	Tr_2	Tr_3
Főútvonalak	85	90	95
Mellékutak	85	85	90
Gyalogjárdák	85	80	85
Zöldterület	85	80	80



A PVC csatornacső kézzel is könnyen mozgatható (Székesfehérvár)

6.2. Csatornacsövek és idomok fektetése

A házbekötés és a csatornacső lejtését a tervező határozza meg. Ehhez a csőhidraulikai számításoknál ajánlunk irányelveket. Házi bekötővezetékeknél is be kell tartani a max. 150 ezrelékes esést. A minimális takarás a csőtető felett 0,8 m, ennél kisebb takarásnál a fagyveszély miatt védőintézkedés szükséges.

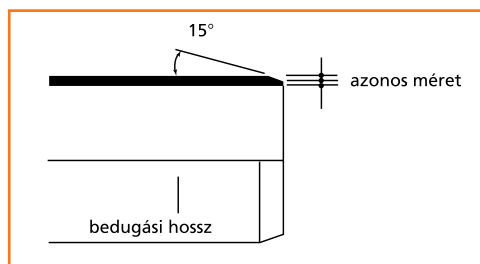
A csatornacsövek fektetésénél előnyt jelent, hogy a csövek D110 – 500 mm átmérőtartományban 1, 2, 3 és 5 méteres hosszokban rendelhetők. Ezekkel a hossz-méretekkal a legtöbb egész méterben megadott műtárgy- és elágazástávolság kiosztható.



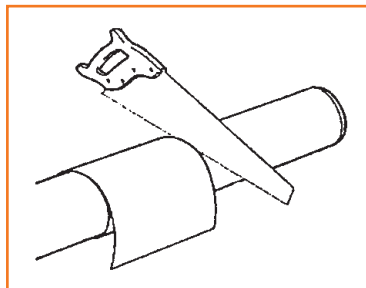
Az M-Wavin KG csatornacső a dúcolások között is könnyen fektethető

Ahhoz, hogy a leszabott cső vége a csőkötés létesítésekor a gumigyűrűt ne sértse meg, a csővég élettörése (rézselése) szükséges. A Wavin által szállított csövek és idomok a gyárból rézselve kerülnek ki.

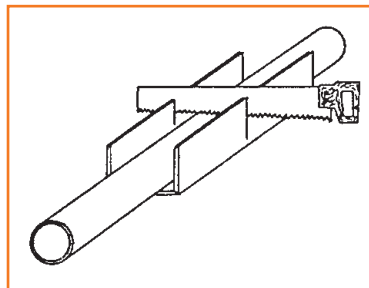
Abban az esetben, ha a csomóponttávolság megköveteli, szükség lehet a PVC csövek darabolására.



A PVC csövek vágása általában a palástra merőlegesen történik. Ehhez jó segítséget nyújt egy egyenesre vágott papírcsík, melyet a csővön körbe tekerve a vágásvonal bejelölése megtörténhet illetve mellette a vágás elvégezhető. Szokásos a vágókaloda használata is.



Ha a csövek darabolása fűrészeléssel történik, alkalmazható kézi fémfűrész vagy 2 – 3 mm fogosztású faipari kézi darabolófűrész. Gépi darabolásnál hasonló fogazású fűrészlapokat lehet alkalmazni. A gép fordulatszámát úgy kell megválasztani, hogy



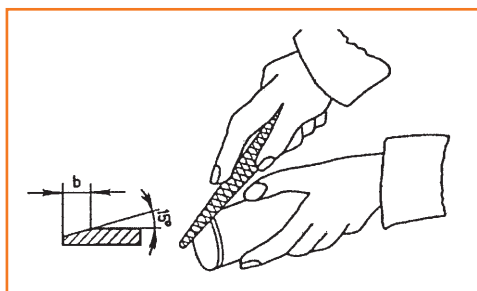
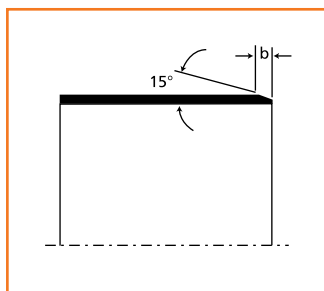
a PVC ne olvadjon meg és ne kenődjön. Láncfűrész alkalmazása a szilánkos törés miatt balesetveszélyes, nem javasolt.



A fentieken kívül alkalmazhatók még kézi és gépi műanyagcsődaraboló célberendezések is (Ezek egyes típusai a csővégrézselésre is alkalmasak).



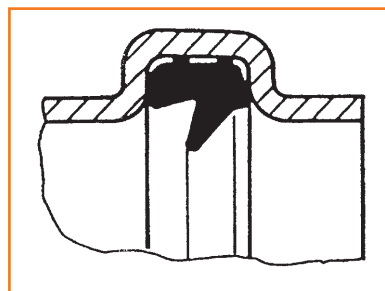
A helyszínen leszabott csövek utólagos rézselési szöge a csőtengelyhez viszonyítva kb. 15°-os legyen. A csövek rézselése történhet reszelővel, ráspollal, köszörűkoronggal vagy speciális rézselőszerszámmal (a csőanyag megolvadásának, kenődésének elkerülésére a fordulatszám ne haladja meg a 300 – 400 ford/percet). A rézselés után a műanyagforgácsot gondosan el kell távolítani.



A rézselés ajánlott hosszát az alábbiakban adjuk meg:

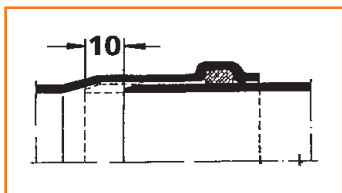
Cső külső átmérője:	110	125	160	200	250	315	400	500
Rézselés hossz b (mm):	6	6	7	9	10	12	15	18

A WAVIN a KG csatornacsöveket és -idomokat gyárilag behelyezett ajakos gumigyűrűvel szállítja. A gumigyűrű csak a tok vége felőli csőbefűzést teszi lehetővé. Az áttoló karmantyúnál segédcsődarabot kell alkalmazni (ld. a csőjavítás fejezetben). Amennyiben a beépítéskor a gumigyűrű mégis hiányozna, a WAVIN ezt pótolja.



Behelyezéskor a gumigyűrűt szív (vese) alakúra hajlítjuk és így helyezzük el a horonyban. Ne használjon csöveinkhez más gyártótól származó gumigyűrűt, mert az esetlegesen más formájú horonykialakítás miatt tömítetlenség léphet fel!

A csőkötés létesítése előtt a tokot, a gumigyűrűt és a csővéget törléssel gondosan por- és sármentesíteni kell. Meg kell vizsgálni, hogy a gumigyűrű alatt nincs-e szennyeződés (pl. műanyagforgács).



A csövek hőtágulásánál fellépő feszültségek elkerülése érdekében a sima csővégen a kötési hosszat be kell jelölni úgy, hogy az a tok hosszánál legalább 1 cm-el, de méterenként legalább 3 mm-rel rövidebb legyen a hőtágulás esetén a tokban fellépő axiális feszültségek elkerülése érdekében.

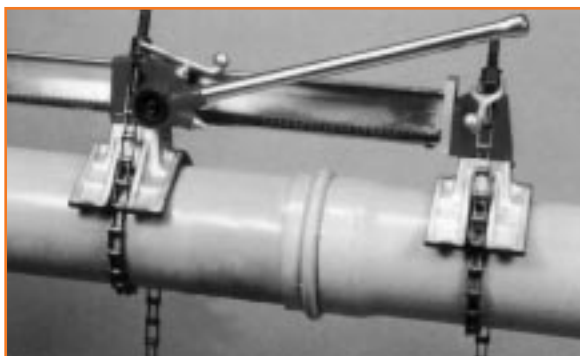


A csővégeket az összedugás megkönnyítése és a gumigyűrű sérülése illetve kinyomódásának elkerülése érdekében csúszássegítő anyaggal (pl. kenőszappan vagy lágy szilikonszír) be kell kenni. Nagyobb átmérőknél a gumigyűrű bekenése is szükséges lehet. Szappanozáskor egy kevés vizet is ajánlatos használni. Egyéb zsír vagy olajszármazék használata nem megengedett, mert az a gumigyűrű élettartamát jelentősen lecsökkentheti.

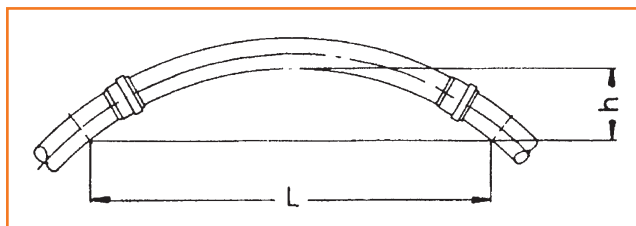
1 kg kenőszappannal bekenhető csőkötések száma:

Cső külső átmérője (mm)	110	125	160	200	250	315	400	500
csőkötések száma (db)	35	30	22	18	15	12	8	5

Ezután a sima csővéget csavarás nélkül a bejelölt mélységig betoljuk a tokba. Betoláskor ügyeljünk a csövek egytengelyűségére. Nagyobb átmérőknél egyszerűbb segédeszköz, vagy csőösszehúzó készülék alkalmazása javasolható. (Ne használjuk a markológép kotrókanalát



az összetételéhez, mert az akkora erő kifejtésére képes, amely a tokot tönkreteszheti!) Az idomok és a műanyag tisztítóaknak csatlakoztatása is a fentiek szerint történik. A maradék, tok nélküli csöveket a helyszínen tokozni tilos! Földtakarás alá csak gyárilag kialakított tokos kötés kerülhet.



Beépítéskor a tokok mérete (kb. 2-3°-ig) valamint a kisebb átmérőjű csövek rugalmassága kismértékű vonalkorrekciót is lehetővé tesz. Ügyeljünk arra, hogy a tokokat ne feszítsük meg, mert ez a tok hosszútávú meghibásodásához, tokrepedéshez vezethet. A PVC KG csövek hajlíthatóságának mértékéhez ad segítséget az alábbi

táblázat, mely a vonalkorrekció maximális (csőátmérőfüggő) mértékét (h) és a hozzátartozó csőhosszat (L) adja meg méterben:

L méret (m)	h méret (m)			
	D 100	D 125	D 160	D 200
8 m	0,24	0,21	0,17	0,30
12 m	0,54	0,48	0,38	0,30
16 m	0,97	0,85	0,67	0,53
Sugár R (m)	33 m	38 m	47 m	61 m

250 mm átmérő felett a csövek nem hajlíthatók, feszültségmentesen fektetendők

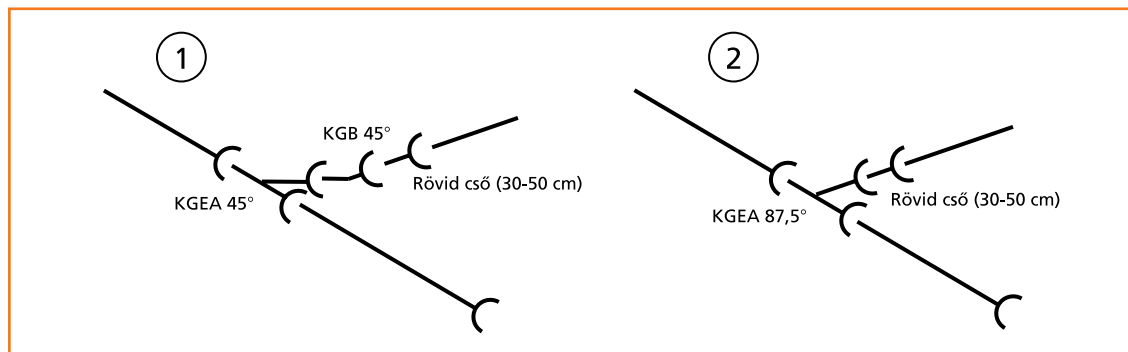
A hulladék csöveket a fentiek alapján mindkét csővégen előkészítve, KGMM kettős karmantyúval (ennek hiányában KGU áttoló karmantyúval vagy KGT felragasztható tokkal) lehet használni.

A KG idomok beépítéskészen, behelyezett gumigyűrűvel kerülnek kiszállításra. Ezeken utólagos megmunkálást végezni, méreteit megváltoztatni, melegíteni nem szabad. Amennyiben valamilyen csomóponti megoldásra nem talál megoldást az általunk ajánlott idomokkal és aknákkal, kérjük keressen meg minket és mi segítünk Önnek az optimális megoldás kiválasztásában, megtervezésében.

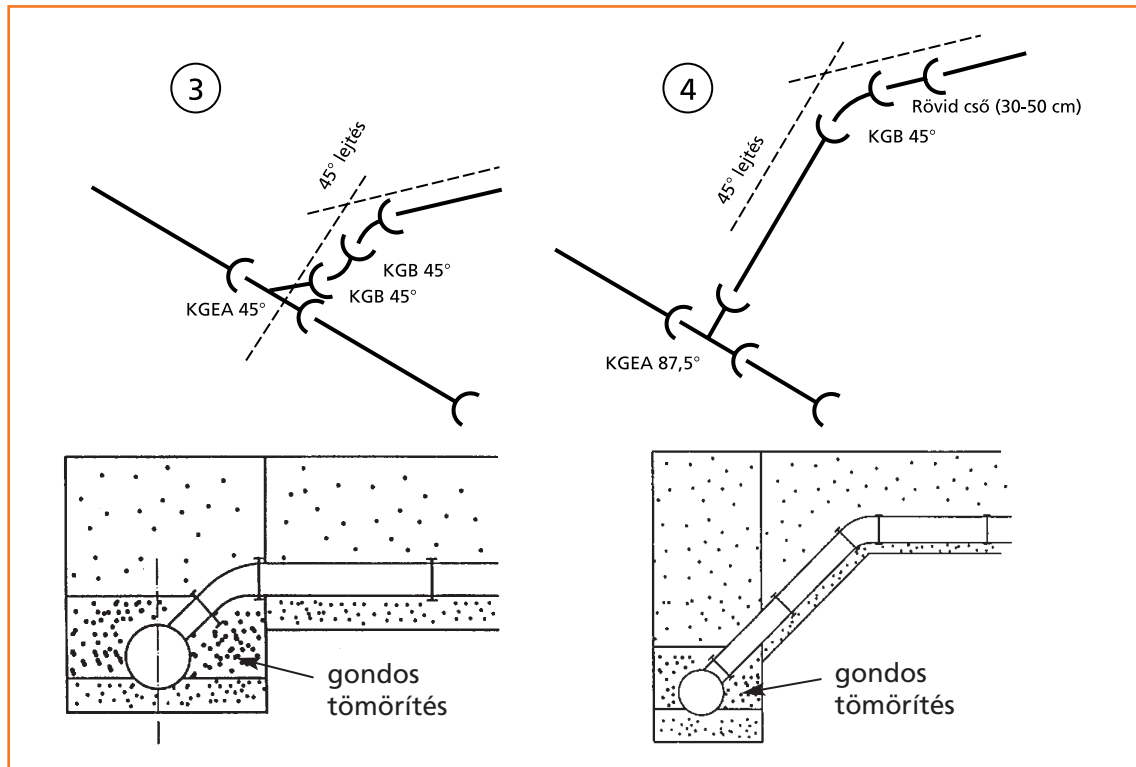
6.3. Csőcsatlakozások elkészítése csatorna építéskor

A házibekötések gerincre történő csatlakozásánál minden esetben ajánljuk tisztítóaknaink alkalmazását (ld. külön fejezetben), melyek az üzembiztos hidraulikai tulajdonságaik mellett vizuális betekintést is biztosítanak a csatornába.

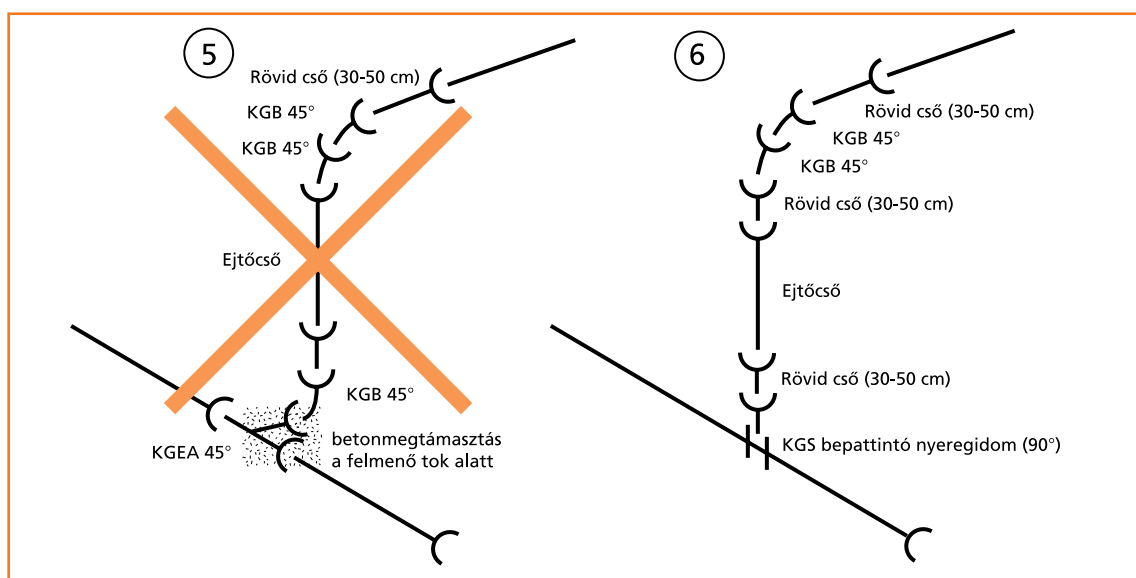
Amennyiben a bekötések gyűjtőcsatornára történő csatlakoztatása nem aknánál történik, többféle csatlakozási lehetőség jöhet szóba. Közvetlen csőrákötésnél alapvetően biztosíta-



ni kell minden csőszakasz, így a bekötővezetékek tisztíthatóságát is dugulás esetén. Ezért ebben az esetben a házi bekötő aknának olyan kivitelűnek kell lennie, melyből a kamerázás és a csatornatisztítás is elvégezhető. Amennyiben a csatlakozás a folyásfenékszinthez közel történik, a 45°-os rácsatlakozás hidraulikai, áramlási előnnyel jár (1. sz. csomóponti ábra), a 90°-os rácsatlakozásnál pedig a gerincből a becsatlakozócső a beláthatóság mértékéig bekamerázható (2. sz. csomóponti ábra).



Gyakran előfordul, hogy a bekötő- és a gerincvezeték között nagyobb szintkülönbség van. Ebben az esetben 45°-os ejtőcső alkalmazása célszerű (3., 4. sz. csomóponti ábra). A gyűjtőcsatornán lévő csatlakozó idomot legalább a csőátmérőig célszerű betonnal vagy földbetonnal megtámasztani. A 45°-os szögben elhelyezett bekötés a csővek rugalmassága miatt az esetleges süllyedéseket kompenzálja.



Ha a bekötőcsatorna és a gerinc közötti szintkülönbség nagy, hazánkban a függőleges ejtőcsöveket előszeretettel alkalmazzák. A rácsatlakozáshoz a 45°-os ág- vagy 87,5°-os T-idom függőleges beépítésű használata nem megengedett, ugyanis a tömörítéskor és az utótömörödésnél fellépő süllyedés miatt a gerincen lévő elágazóidom tokjában axiális erők illetve forgató-nyomaték léphet fel, mely az idomok idő előtti tönkremeneteléhez vezet (5. sz. csomóponti ábra). Az említett megsüllyedés az ejtőcső és a bekötőcső közti 90°-os ívben is feszülést okoz.

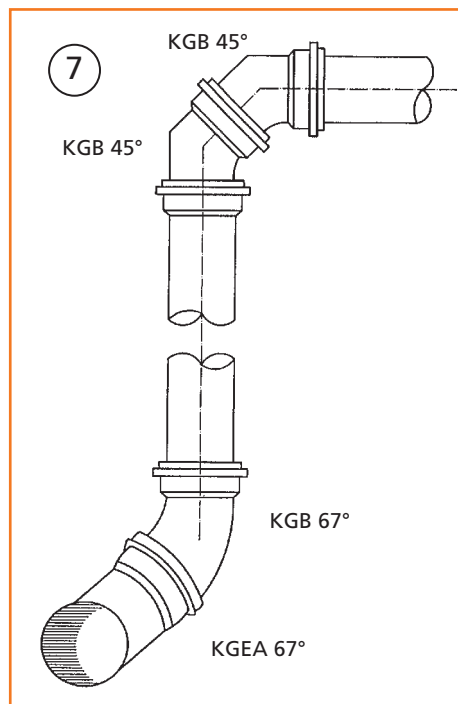
Amennyiben az 5. sz. csomóponti ábra szerinti megoldást kénytelenek alkalmazni, az alapvezeték ágyazatát 50 cm hosszban különösen ellenőrzött tömörítéssel szükséges kivitelezni, a csőkötéseknel pedig az előírtnál hosszabb csővisszahúzást kell alkalmazni.

Az 5. sz. csomópont helyett olyan rákötést ajánlott tervezni, amelynél egy 45°-os szögben elhelyezett ágidom rugalmas elhajlása biztosítja a tok feszültségmentesítését. Az oldalra kivezetett ágidomnak feltétlenül tömörített ágyazaton kell feküdnie! (7. sz. csomóponti ábra).

A 6. sz. csomóponti ábra szerinti megoldás céljára a WAVIN bepattintható nyeregidoma használható, melyben egy erő hatására kiszakadó csúszógyűrű (ld. 6.4. fejezetben található ábra) kritikus esetben hosszú tokot biztosít.

Minden az előzőekben ismertetett rácsatlakozásnál gondoskodni kell az ágyazat megerősítéséről, mert a talaj mozgása az idomok töréséhez vezethet. Az iránytöréseknél rövid csövekkel, mint csuklóelemekkel kell biztosítani a cső mozgási lehetőségét. Ahhoz, hogy a tömörítéskor és az utólagos földmozgásból eredő axiális elmozdulás felvételét biztosítani tudjuk, továbbá a tokban és az idomban tönkremenetelt előidéző húzófeszültségek ne léphessenek fel, a csőcsatlakozásoknál a tokokban a csővisszahúzások mértéke a korábban előírtakkal szemben hosszabb legyen.

A 90°-os ívek használatát a tisztítóberendezés üzembiztos működése érdekében kerülni kell a házi bekötéseknél. Helyettük nagysugarú ív hiányában 2 db 45°-os vagy 3 db 30°-os ívidomot használunk. Gerincvezeték és gyűjtővezeték csatlakozásánál minden esetben emberi beavatkozásra alkalmas mászható aknára van szükség minden ág kamerázhatóságának és tisztíthatóságának érdekében. Ezek a csomópontok 1,0 m átmérőjű és legalább 1,0 m magas aknakamrával és legalább 80 cm átmérőjű felszálló aknarésszel illetve a hazai gyakorlat szerint 2,50 m mélységig legalább 80 cm átmérőjű aknával alakíthatók ki. Ehhez a WAVIN könnyű, anyagában a műanyagcsővel azonos rugalmasságú, teljes mélységében 1,0 m átmérőjű teljesen műanyag aknákat tud biztosítani (3.3. fejezet).



6.4. Csőcsatlakozások utólagos készítése

Abban az esetben, ha a csatornacsőre utólagos rákötést kell végezni, célszerű ezt nem ágidommal kivitelezni, mert az az ágyazat teljes megbolygatásával jár.

Ennek kiküszöbölésére az ilyen csatlakozásokat nyeregidom felhelyezésével lehet elvégezni.

Az egyik nyeregidomfajta a bepattintható nyeregidom. A cső pontos méretre fúrása után az idomot egy mozdulattal el lehet helyezni, nem igényel semmilyen időigényes rögzítést. A tömítést a beépített gumi tömítőelem látja el a gerincvezeték felé. A süllyedéskiegyenlítő kosár



az esetlegesen fellépő nagy axiális erők hatására kiszakadásával biztosítja a cső axiális elmozdulását, így megakadályozva az idom túlterhelését. Az idomot 90°-os felső rákötéshez lehet használni, mert vízszintes elhelyezésnél a süllyedéskiegyenlítő kosárnál nem lehet sima folyásfeneket biztosítani, a belógó körmök pedig a kamerázásnál okozhatnak gondot.

A bepattintható nyeregidom a következő méretekben áll rendelkezésre:

Cső külső átmérője (mm)	200	250	250	315	315	400
Csatlakozóvezeték mérete (mm)	125	125	160	125	160	160



Az idom elhelyezésének lépései a következők:

A Wavin által biztosított koronafúróval (a pontos furatméret meghatározó a kapcsolat szí-



lárdsága szempontjából) az igényelt helyen kifúrjuk a csövet, majd a furatot sorjáltanítjuk.

Ügyelve az egytengelyűségre az idomot enyhe nyomással bepattintjuk, majd a reteszelőgyűrűt ütközésig lenyomjuk.



A fentiekől eltérő méretben felragasztható nyeregidomot lehet az alábbiak szerint használni:

A csatlakozás helyén a furat átjelölése után a csövet róka fark- vagy rezgőfűrésszel kifúrjuk (1-3. ábra).

A ragasztás legfontosabb előfeltétele a ragasztási felületek megfelelő előkészítése. Poros, zsíros felületen a ragasztóhatás minimális, a csőkapcsolat nem lesz időálló.

Zsírtalanítószerként diklórmétánt, denaturált szeszt vagy más zsírtalanítószer használhatunk. Papírvattával vagy tiszta pamut gépronggyal – melyet csak egyszer használhatunk –

gondosan elvégezzük a zsírtalanítást. A felületet fel is érdesíthetjük (pl. fűrészlappal, 4. ábra). Ezután a tubusból vagy a dobozból kellően átitatott ecsettel felhordjuk a ragasztót. Csak fanyelű tiszta szőr ecset használható. (A műsört megoldhatja a ragasztó!)

A ragasztáshoz csak VINILFIX vagy TANGIT ragasztó használható (A PVC 6 használata tilos!).

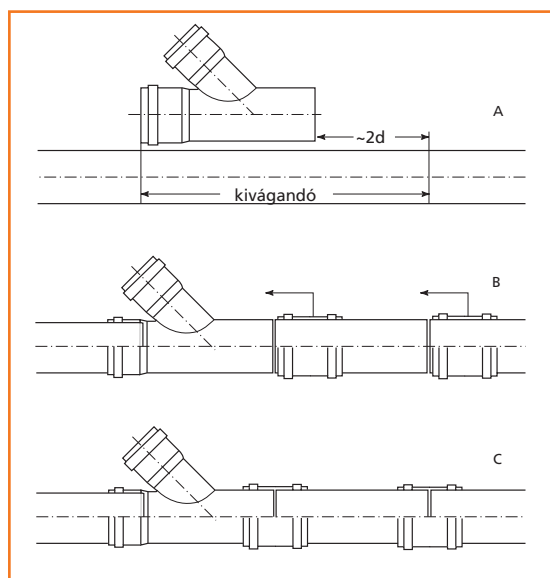
Ezek a ragasztók a PVC-t anyagában oldják, így a PVC-vel egyenszilárdságú kötés jön létre. A ragasztók gyorsan illó tetrahydrofurán bázisúak. Ez az egészségre ártalmas, koncentrá-



tan belélegezni tilos! A ragasztó dobozát a művelet után azonnal le kell zárni.

Ragasztás páras, nedves környezetben illetve fagypont alatt nem eszközölhető!

A ragasztó felkenése után a két felületet gyorsan össze kell nyomni, hogy az oldószer ne párologhasson el, majd ezután a felületeket elmozdulásmentesen, összenyomva 30 percig rögzíteni kell. Ezután már kismértékű igénybevételnek a ragasztási hely kitéhető.



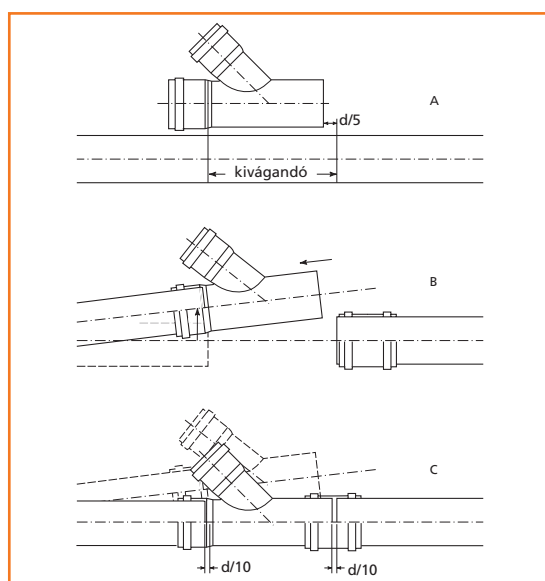
leírt módon az áttoló karmantyút rátoljuk (az ajakos tömítőgyűrű miatt a csővégre ellenirányban csak segédeszközzel tolható rá), a másik csővéget óvatosan kihajlítjuk és így toljuk rá az elágazóidomot („B” ábra). A csővéget visszanyomjuk a helyére és az áttólókarmantyút az előre bejelölt pontig a csővégre visszatolva a csőcsatlakozást létrehozuk. Az átmérő ötödének megfelelő kivágás többletet a két csatlakozás között egyenletesen el kell osztani.

Amennyiben az utólagos rácsatlakozást ági-dommal kívánjuk megoldani, akkor a követ-kező két eset lehetséges:

Amennyiben a már lefektetett csatornacső elvágás után legalább az egyik ágán kimozdítható, akkor a beépítendő idom beépítési hosszánál az átmérő ötödével hosszabb csődarabot ki kell vágni az ábra „A” képe szeri-

Mindkét csővéget sorjábanítjuk és lehetőség szerint rézselyjük.

Az egyik csővégre a „javítás” fejezetben



Amennyiben egyik csővéget sem lehet kimozdítani, akkor az idom teljes hosszánál az átmérő kétszeresével hosszabb csődarabot kell kivágni („A” ábra). A csővégek sorjátlanítása és lehetőség szerinti rézselése után a csővégekre a „B” ábra szerint a „javítás” fejezetben leírt módon az áttoló karmantyúkat a csővégre és az illesztő csődarabra rátoljuk (az ajakos tömítőgyűrű miatt a csővégre ellenirányban csak segédeszközzel tolható rá), majd az illesztő csődarabot az áttolókkal bekötjük.

6.6. Wavin tisztító- és ellenőrzőaknák

1. A Wavin műanyag tisztító- és ellenőrzőaknák valamint házibekötőaknák rendkívül könnyűek.

Az aknafenek átfolyó szelvénye megegyezik a csatornacső alsó felületével. Így az akna nem



igényel külön felfekvő felületet, az alsó ágyazati rész folyamatosan készíthető a cső és az aknafenek elhelyezéséhez.

2. Az akna folyásfenékképzése tartalmazza a szükséges esést, így az akna felső peremét csak vízszintbe kell állítani.

3. Az aknafalcső a bordák külső felületén bárhol darabolható. A leeső utolsó maradék darab a tokjával a következő csővel gumigyűrű segítségével összetoldható.

Levágásnál figyelembe kell venni, hogy teleszkópcsőves megoldásnál nem a talaj szintjéig, hanem az alatt 15 cm-rel kell az aknafalcső felső szélének lennie. Kivétel a teleszkópcső nélküli zöldterületi fedlap, ahol az aknafalcső felső széle a talajszint alatt 6 cm-rel legyen.

4. A toldáshoz a gumigyűrűt a cső külső felén lévő bordába helyezük.

Ugyanide helyezük az alsó gumigyűrűt, mely az aknafenek és a bordás cső közötti tömítést biztosítja.



A gumigyűrűt az aknafenekelemben találjuk meg kisméretű aknánál a porfogó fedél alatt, nagyméretű aknánál egy az aknafenekhez rögzített műanyagzacskóban.

5. Az aknafenekről eltávolítjuk a porvédő fedelet, majd a fenékelem belső falát és a bordás csőben elhelyezett gumigyűrűt kenőszappannal vagy lágy szilikonzsírral (Szilorett lágy) bekenjük.



6. Az aknafalcső kézzel betolható az aknafenékbe.
7. A feltöltés, tömörítés idejére a porfogó fedél az aknafalcső tetejébe helyezhető.
8. Az öntöttvas fedlapot a teleszkópcsővel össze kell pattintani.
9. A bordás cső legfelső bordájában belül kell elhelyezni a lágy gumigyűrűt, amely a teleszkópcső felé tömít. Ahhoz,



hogy a teleszkópcső hosszú ideig könnyen mozogjon az aknafalban, a gumigyűrűt és a teleszkópcső felületét szilikonzsírral (Szilorett lágy) kenjük be, mert az nem keményedik meg idővel, mint a kenőszappan. A fedlap először teljesen belesüllyed az aknafalcsőbe, majd amikor az útfelület készül, akkor fel lehet emelni az út szintjéig.

Kis terhelésnél használt zöldterületi aknafedlapok közül a teleszkópcsőves fedlapot a közterületivel azonos módon, a zöldterületit pedig a legfelső, félbevágott bordába ültetve használjuk.

Az aknafalcsőre 110 és 160 mm átmérőjű utólagos csatlakoztatást a helyszínen is el lehet készíteni.

A Wavin által biztosított koronafúró garantálja azt a pontos furatméretet, amelynél a csatlakozás vízzárása tökéletes.

A csatlakozóidomot különválasztjuk a külső tömítőelemtől, melyet behelyezés után csúsztatóanyaggal (szilikonzsír vagy kenőszappan) bekenünk. Ezután a csatlakozóidom elhelyezhető a tömítőelemben.



A csatlakozócső a korábban leírt módon csatlakoztatható ebbe a leágazásba.

A Wavin tisztítóaknákhöz hasonló kivitelűek a Wavin esővíznyelői is. Rácsos víznyelőfedlapjuk szintén teleszkópcsőves kivitelű, így megsüllyedésük esetén könnyen újból szintbe

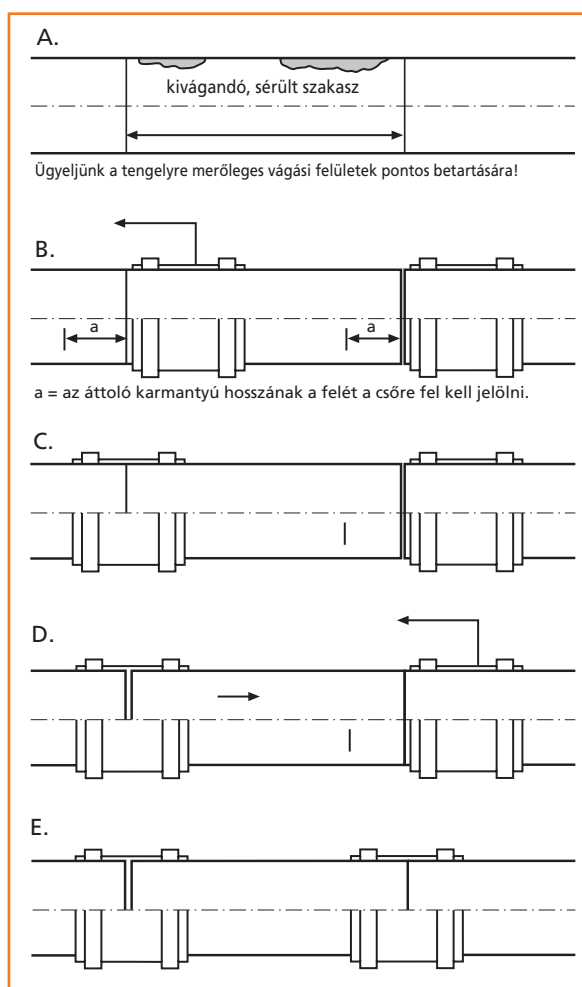
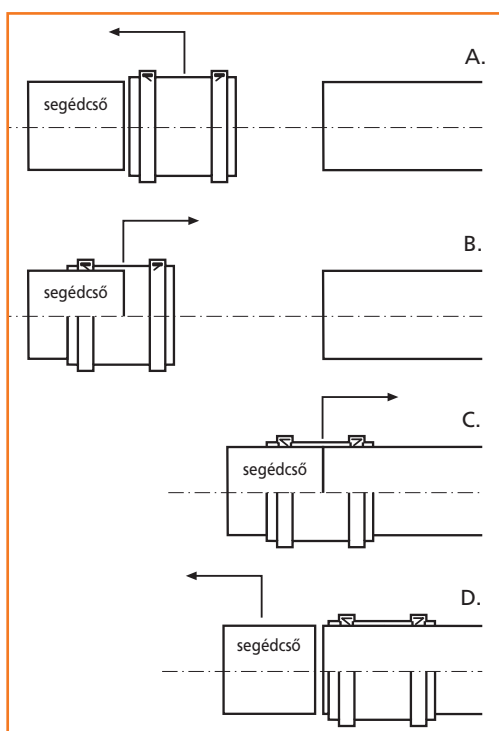
hozhatók.

Alsó csatlakozásuk búzzárójának kivitelezése Wavin csatornaidomokkal egyszerűen megoldható a mellékelt ábra alapján. A víznyelő fenékelemének tökéletes vízzárása miatt az akna fenekén az elfolyócső szintjéig álló víz a lebukó csatlakozórészben búzzarat képez.

7. Javítás, karbantartás

A tokos-gumigyűrűs csatornacsövek szokásos javítódoma az áttoló karmantyú. Az ezzel történő csőjavítást a mellékelt ábraszorozat mutatja.

Az ajakos tömítőgyűrűk bevezetésével a csőkötéseknek a gumigyűrűkitolódás veszélye minimálisra csökkent. Az áttoló karmantyúnak a csőre történő feltolása-kor az egyik ajakos gumigyűrű azonban helytelen irányban áll. Ennek kiküszöbölésére egy segédcső segítségével az alábbi ábraszor



lására egy segédcső segítségével az alábbi ábraszor szerint kell az áttoló karmantyút a csővégre rátolni.

8. Csatornarendszerek rekonstrukciója műanyag csövekkel

A sérült csatornarendszerek ma már kitakarás nélkül, a meglévő csőbe történő csőbéléssel is javíthatóak. A Wavin többféle csőbélési módszerhez tud megfelelő anyagot biztosítani. Ilyen jellegű kérdéseikkel kérjük, keressék meg szakembereinket, akik készséggel állnak rendelkezésükre.

9. IRODALOM

1. Lars – Eric Janson: PLASTIC PIPES FOR WATER SUPPLY SEWAGE DISPOSAL Neste Chemicals Stockholm 1989.
2. Lars-Eric Janson and Jan Molin: Design and Installation of Buried Plastics Pipes, Wavin Stockholm in January 1991.
3. ATV Regelwerk. 1988. – Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und – Leitungen. Arbeitsblatt A 127. Abwassertechnische Vereinigung /ATV/ Dezember 1988.
4. Von R. Nowack, Ehringshausen, und H. Schneider, Aachen: Statische Berechnung von erdverlegten Entwässerungskanälen und – Leitungen aus PVC – U /PVC hart/, PE-HD /HDPE/ und UP-GF /GFK/. Kunststoffrohrverband – EV - Fachverband der Kunststoffrohr – Industrie - Dyroffstrasse 2. 5300 Bonn. Sonderdruck aus "3R international" 29. Jahrgang, Heft 5/90 und 6/90.
5. Teknisk information: Aflob i jord Nordisk Wavin A/S December 1994.
6. DIN – Taschenbuch: Rohrleitungsteile aus thermoplastischen Kunststoffen Beuth 1990.
7. 59 /III/ tti / 1981 PVC CSÖVEK Tervezési segédlet Átdolgozott kiadás.
8. dr. Túri Istvánné : MŰSZAKI FELTÉTELEK kemény PVC és kemény polietilén közművezetékrendszerekre. Budapest, 1973. március.
9. dr. Horváth Imre: Csatornázás TERVEZÉS-ÉPÍTÉS. ÉTK. Budapest. 1985.
10. dr. Horváth Imre: A CSATORNÁZÁS és SZENNYVÍZKEZELÉS HIDRAULIKÁJA. VIZDOK. Budapest. 1976.
11. Mészáros Pál: KIS MŰTÁRGYAK tervezése, építése és karbantartása. Műszaki Könyvkiadó Budapest. 1986.
12. MÉSZÁROS és Társai Mérnöki Tanácsadó KKT: KIS TELEPÜLÉSEK SZENNYVÍZ CSATORNÁZÁSA. Javaslatok üzemeltetők, beruházók, tervezők és önkormányzatok részére. Víz- és Csatornaművek Országos Szakmai Szövetsége Budapest. 1994.
13. MÉSZÁROS és Társai Mérnöki Tanácsadó KKT: Csatornák építése és rekonstrukciója KPE csőből. K+F kiadvány Budapest. 1991. / Kézirat /
14. W.J.Elzink, Jr.J.F. Gehrels, Ing. P.J.M. van der Woude, Dedemsvaart /NL.: Das Verhalten der KUNSTSTOFF-KANALROHRE in Theorie und Praxix. TIS. 1/1984-2/1984.
15. FLEXIBILITY a promotion tool for plastics pipes. Wim Elzink Wavin R and D NL. Paper for CICAP meeting London 16. July 1993.
16. ÉVM I.sz. Építőipar Fejlesztése Célprogram Bizottság: Hazai megvalósult dúcolati rendszerek és fejlesztési lehetőségek. Külön kiadvány. Készült a IV. Közművesítési konferenciára. GYŐR. 1989. október 12-14.
17. Dr.Ing. Reihard Seeling, Aachen : Arbeitsvorbereitung zur Herstellung grosser Baugruben. Baumaschine + Bautechnik 1977.5.
18. MSZ 8000/1-6 KEMÉNY POLIVINILKLORID /KEMÉNY PVC/ CSÖVEK.
19. MI – 10-167/1-6 KÖZCSATORNÁK TERVEZÉSE.
20. MSZ – 10-311-86 VÍZÜGYI LÉTESÍTMÉNYEK zárt szelvényű gravitációs csatornák.
21. MI – 10-455/1-6 BELTERÜLETI VÍZRENDEZÉS.
22. Kunststoffrohrhandbuch, Vulcan-Verlag, Essen, 1977.