Kiss Emese (Pipelife Hungária Kft):
A PVC-U és PE nyomócsőrendszerek alkalmazási lehetőségei az öntözőrendszerekben

VII. Magyar Öntözéstechnikai Konferencia és Kiállítás

2019. Február 7.

50 ÉVES A PIPELIFE Hungária Kft. Debreceni Gyára

FOLYTONOSSÁG és MEGBÍZHATÓSÁG

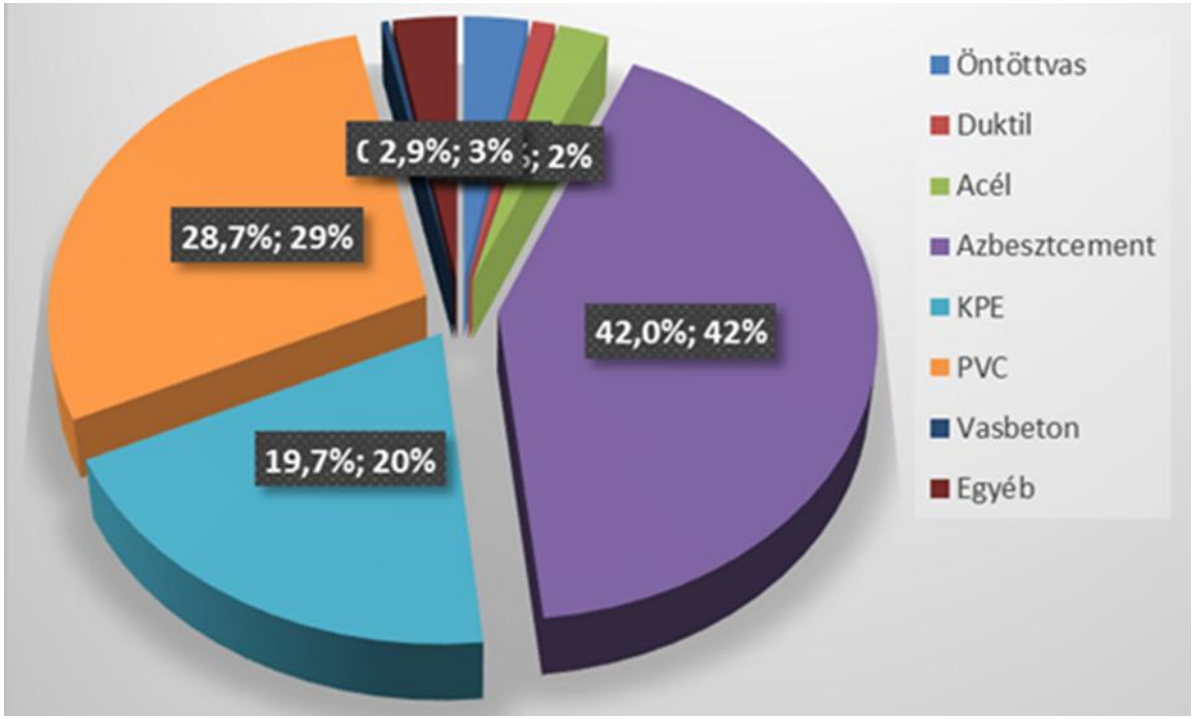
CÉGÜNK TÖRTÉNETÉNEK FŐBB ÁLLOMÁSAI:

- ***1922** – megalakul a Magyar Gomb és Műanyagipari Rt.*
- *Több tulajdonosváltás, államosítás, majd privatizálás után Nagytétényi Gumigyár, Hungária Műanyag- és Gumigyár, Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat, Pannonplast Műanyagipari Vállalat, Pannonpipe Műanyagipari Kft., majd **2006-tól Pipelife Hungária Kft.***
- *Lefolyócsövek gyártása az **1950-es** években kezdődött – az állomosítás után – a Nagytétényi Gumigyárban (célfeladatként jelölték meg az ólomcsövek kiváltását!)*
- ***1968** – felépül a Debreceni Gyár, Licencszerződés Gebrüder Anger nevű NSZK céggel:*
  - ***1970-től tokozott KM PVC nyomócsövek***
  - ***1974-től tokozott KG PVC csatornacsövek***
    - *Első építés: Budapesten, a Műegyetem rakparton 1974*
- ***1990** – privatizáció, PE és PP gyártás bevezetése*
- ***2000** évektől: épületgépészeti csőrendszerek gyártása*
- ***2006**: tulajdonosváltás - Pipelife Hungária Kft.*
- ***2012**-től a Wienerberger Csoport tagja*

A műanyag csövek a hazai ivóvízellátórendszerben

A magyar vízellátórendszerben történelmileg:

- az AC (azbesztcement) csövek a legelterjedettebbek,
- az AC csöveket a 1970-es évektől kiszorította a KM-PVC cső,
- a KM-PVC csöveket főleg a 1985-től a PE csövek váltották fel:

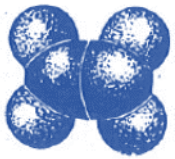


- részarány: 29+20=49% (25-30 e.km)

Megjegyzés: öntözési rendszerekben való felhasználásra nincs adat

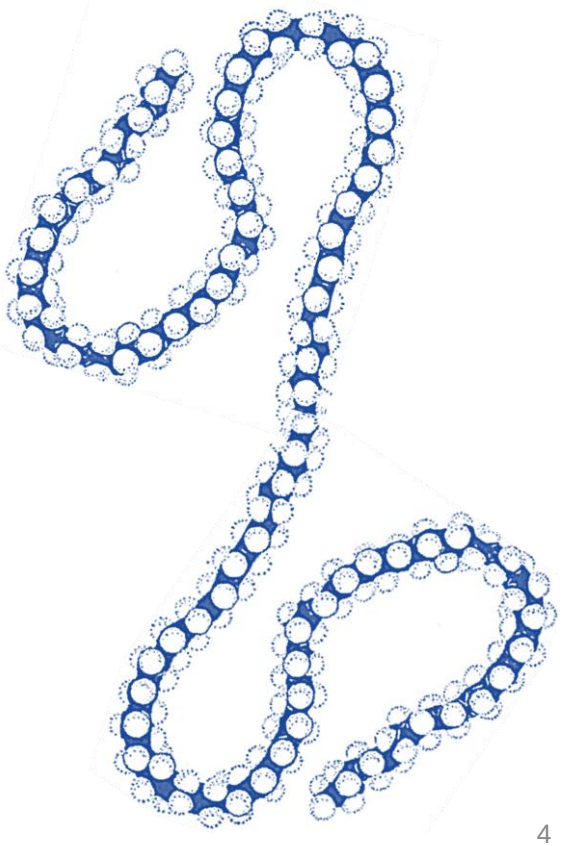
MŰANYAGOKRÓL RÖVIDEN

- Mi is az a ***„műanyag”*** ? Ez a nem túl szerencsés elnevezés a német "Kunststoffe" kifejezés magyarra fordításából származik. „Tudományos” megfogalmazásban: **POLIMERIZÁCIÓVAL LÉTREHOZOTT ÓRIÁSMOLEKULÁJÚ MŰSZAKI ANYAG – POLIMER, amely lehet:**
  - hőre lágyuló (termoplasztok):
    - poli(vinil-klorid) - **PVC**
    - polietilén – **PE**
    - polipropilén – **PP**
  - hőre keményedő (duroplasztok):
    - poliészterek
- LEGFŐBB ALKOTÓK: **C** (szén), **H** (hidrogén), **Cl** (klór)



monomer

polimerizáció



- Csőgyártás kezdete:

  1930-as évek, Közép-Kelet-Európában 1970-es évek

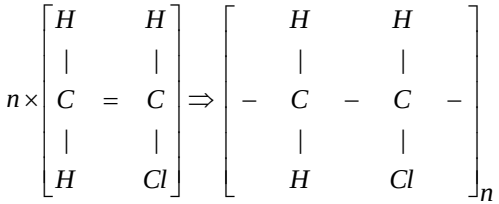
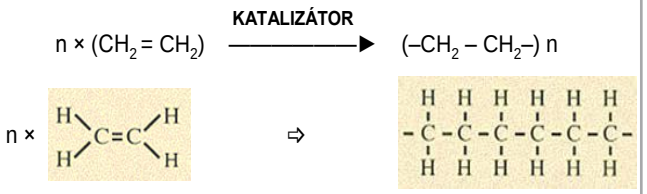
HŐRE LÁGYULÓ MŰANYAGOK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Használatos anyagok:

polietilén (PE), poli(vinil-klorid) (PVC-U), polipropilén (PP)

- Feszültség – élettartam – hőmérséklet összefügg és együttesen értelmezendő (rövid ideig jelentősen túlterhelhetők, de ez kihat a további élettartamra)
- Rugalmas viselkedés (statikai szempontból fontos és figyelembe veendő tulajdonság)
- Fokozott kémiai ellenállóképesség és korrózióállóság
- Alacsony térfogatsűrűség (800-1500 kg/m^3)
- Hőtágulási hajlam
- Kopásállóság (rugalmas anyagok „elnyelik” a koptató energiákat)
- Sima gyártási felületek hozhatók létre (alacsony hidraulikai érdesség)
- Könnyű megmunkálhatóság ⟶ sérülékenység
- Érzékenység az ultraibolya (UV) sugarakkal szemben

PVC-U és PE FŐBB JELLEMZŐI

	PVC-U	PE
Megnevezés	kemény poli(vinil-klorid)	polietilén
Szerkezet	 monomer: **vinil-klorid (CH_2=CHCl)** polimer: **poli(vinil-klorid)**	 (monomer: ETILÉN) (polimer: POLIETILÉN)
Térfogatsűrűség (kg/m^3)	**~1530**	**~930-950**
MRS - legkisebb elvárt szilárdság* (MPa; N/mm^2)	**25**	**8; 10**
Hőtágulási együttható (1/°K)	**8×10^{-5}**	**$1{,}3\text{-}2{,}0\times10^{-4}$**
Rugalmassági modulus (N/mm^2)	**>3000**	**~800**
Szakadási nyúlás (%)	**10-60**	**≥ 350**
Alkalmazási hőmérséklet**	**45°C**	**40°C**

* A termék- és tervezési biztonsági tényezők eltérnek!

** Nyomócsövek esetén csökkentő tényezőt kell beiktatni 20°C fölött!

Megállapítások:

- a PVC nagyobb szilárdságú, és kevésbé rugalmas, mint a PE
- a PE-nek nagyobb a hőtágulási együtthatója

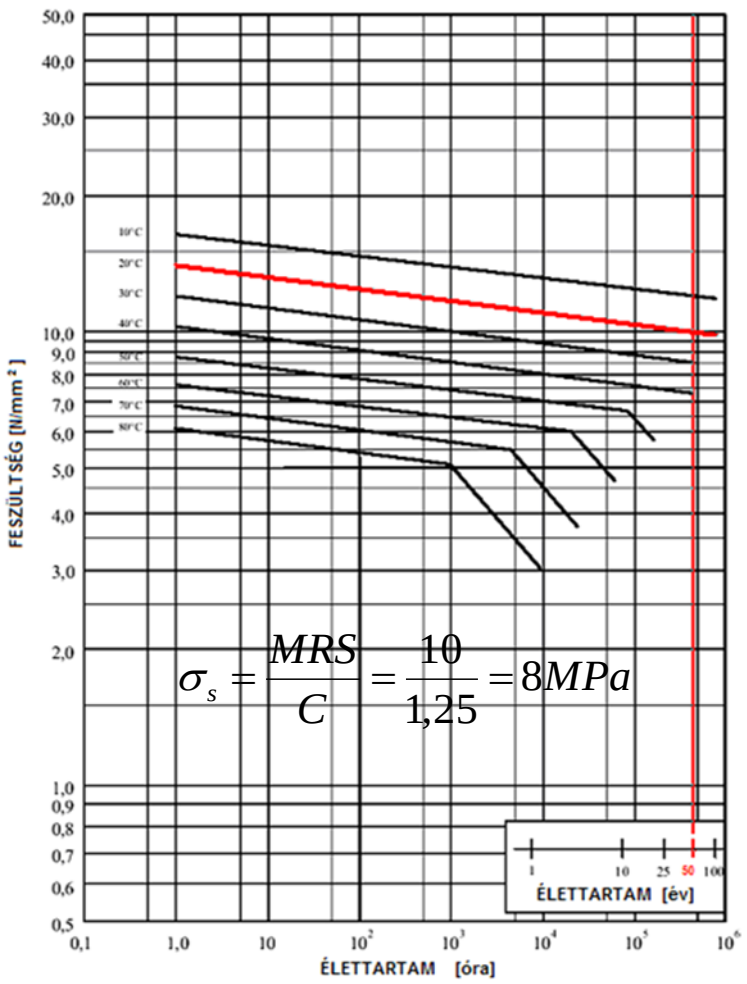
PE és PVC-U NYOMÓCSŐ SZABVÁNYOK

- **MSZ EN 12201**-es szabványsorozat (1-5. kötet): Műanyag csővezetékrendszerek vízellátáshoz, valamint nyomás alatti alagcsövezéshez és csatornázáshoz. Polietilén (PE)

- **MSZ EN ISO 1452** szabványsorozat (1-5. kötet): Műanyag csővezetékrendszerek vízellátáshoz és nyomás alatti, földbe fektetett és föld feletti alagcsövezéshez és csatornázáshoz. Kemény poli(vinil-klorid) (PVC-U)

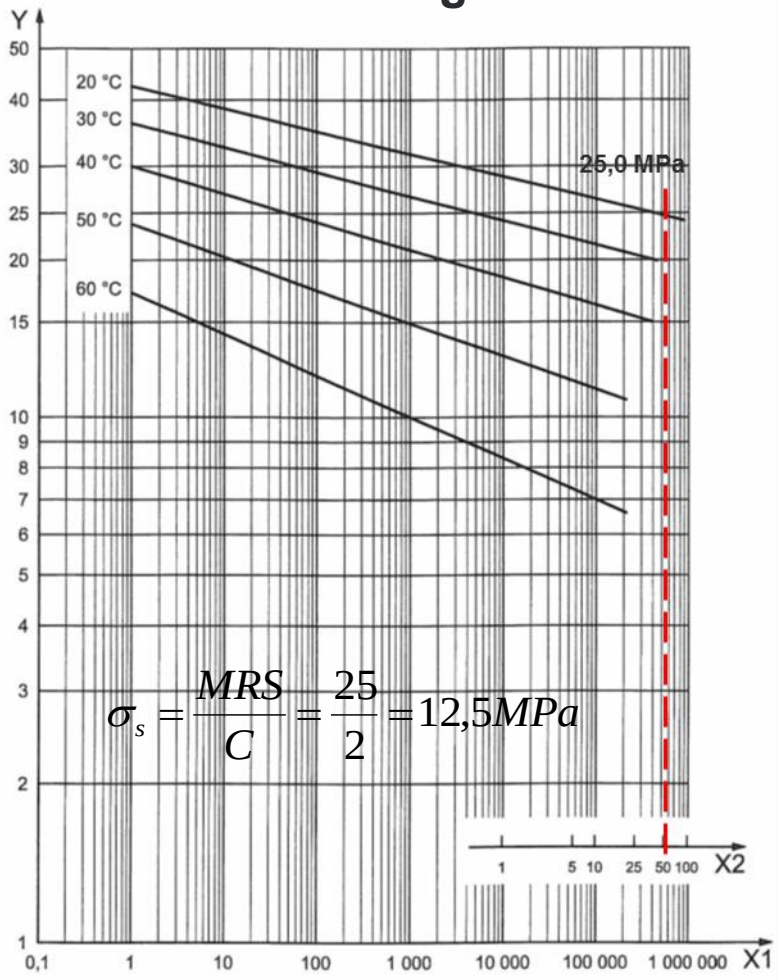
MI IS A „C” BIZTONSÁGI TÉNYEZŐ és az MRS?

PE 100 (MRS10) anyag méretezési görbéi



$$\sigma_s = \frac{MRS}{C} = \frac{10}{1{,}25} = 8MPa$$

PVC-U (MRS25) anyag méretezési görbéi



$$\sigma_s = \frac{MRS}{C} = \frac{25}{2} = 12{,}5MPa$$

II. MI IS A „C” BIZTONSÁGI TÉNYEZŐ és az MRS?

Az MRS az anyag legkisebb elvárt szilárdsága.

Ebből az elvárt szilárdságból képezik a „c” biztonsági tényezővel a tervezési szilárdságot, amely meghatározza a termék falvastagságát.

Mint az előző ábra mutatta:

- a PVC szilárdsága lényegesen magasabb, mint PE100-as polietiléné,
- azonban az alkalmazott biztonsági tényező is magasabb - C=2,0(2,5) a 1,25-el szemben,
- a PVC tervezési szilárdsága – a nagy biztonsági tényező ellenére is – magasabb – 12,5 MPa a 8 MPa-al szemben

KÖVETKEZMÉNY: a PVC nyomócsövek falvastagsága lényegesen kisebb a PE-hez képest, azaz:

- KM-PVC SDR 17→ PN16
- PE100 SDR 17→ PN10

JELÖLÉSEK, CSÖVEK OSZTÁLYOZÁSA:

DN – névleges átmérő
DN/OD – a névleges átmérő a külső átmérőt jelöli

<u>Következmény:</u>
A PE és PVC-U csöveknél a külső átmérő a fix méret, így ugyanolyan DN/OD átmérőjű, de különböző nyomásfokozatú (PN) csövek belső átmérője nem azonos!
Magasabb PN osztály esetén csökken a belső átmérő!

PN – névleges nyomás [bar]

SDR – szabványos méretarány:

$$SDR = \frac{\text{külső átmérő DN/OD}}{e_n \text{ falvastagság}}$$

(kerekített számmal megadva)

S – csősorozat, csőosztály:

$$S = \frac{SDR-1}{2}$$

Példa:
PE nyomócső DN/OD=500 mm PN16 e=45,4 mm
SDR= 500/45,4=11,01 ≈ 11
S= (11-1)/2=5

Az összefüggések átmérőtől függetlenek!

ÖSSZEFÜGGÉS S, SDR és PN között

MSZ EN 1452 (PVC-U NYOMÓCSÖVEK)										
S (csőrozat) és SDR (szabványos méretarány) osztályok							Anyagminőség			
S20	**S16**	**S12,5**	**S10**	**S8**	**S6,3**	**S5**	**MRS25**			
SDR41	**SDR 33**	**SDR 26**	**SDR 21**	**SDR 17**	**SDR 13,6**	**SDR11**				
Névleges nyomásfokozat C (biztonsági tényező)=2,5 **DN ≤ 90 mm** esetén										
	PN6	**PN8**	**PN10**	**PN12,5**	**PN16**	**PN20**				
Névleges nyomásfokozat C (biztonsági tényező)=2,0 **DN > 90 mm**										
PN6	**PN8**	**PN10**	**PN12,5**	**PN16**	**PN20**	**PN25**				

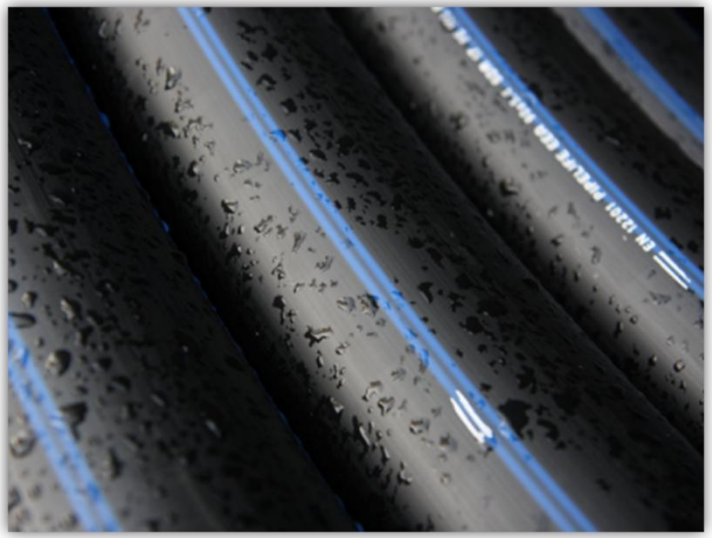
MSZ EN 12201 (PE NYOMÓCSÖVEK)										
S (csőrozat) és SDR (szabványos méretarány) osztályok										Anyag-minőség
SDR 41	**SDR 33**	**SDR 26**	**SDR 21**	**SDR 17**	**SDR13,6**	**SDR 11**	**SDR 9**	**SDR7,4**	**SDR 6**	
S 20	**S 16**	**S 12,5**	**S 10**	**S 8**	**S 6,3**	**S 5**	**S 4**	**S 3,2**	**S 2,5**	
Névleges nyomásfokozat az anyagminőség függvényében										
PN 3,2	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN12,5	PN 16	PN 20	PN 25	PE 80 MRS8
PN 4	**PN 5**	**PN 6**	**PN 8**	**PN 10**	**PN 12,5**	**PN 16**	**PN 20**	**PN 25**	**-**	**PE100 MRS10**

PE NYOMÓCSÖVEK TERMÉKVÁLASZTÉKA

ÁTMÉRŐTARTOMÁNY: **DN 20-500 mm**
Anyagminőség: **PE 100** (MSR10)
SDR-osztály:

- **SDR11 és 17**
- Külön megállapodás: SDR 21 és 26

Tekercselés: DN 110 mm-ig
Szálhosszúság: 12 (18) m



Vízellátási csövek: kék csíkozással

Pipelife csoporton belül
nagyobb átmérők is (DN2000 mm)!

MEGENGEDETT ÜZEMI NYOMÁS

A ***megengedett üzemi nyomás (PFA)*** az a legnagyobb hidrosztatikus nyomás, amelynek egy alkotóelem – a csővezetékrendszerben – képes üzemelés közben folyamatosan ellenállni, és az alábbi egyenlet szerint határozható meg:

$$PFA = f_T \times f_A \times PN$$

ahol:

f_T - nyomást redukáló tényező a hőmérséklet függvényében

f_A - alkalmazástól függő csökkentő vagy növelő tényező (vízszállítás esetén $f_A = 1{,}0$) és

PN - a névleges nyomás

Hőmérséklet	f_T tényező
20°C	1,00
30°C	0,87
40°C	0,74

Ha tehát a szállított víz hőmérséklete 30°C, akkor egy PN10 baros cső:

PFA=0,87×10=8,7 bar

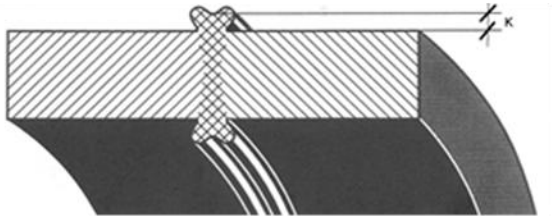
nyomásra vehető igénybe (ha egyéb hatásokkal nem kell számolni)!

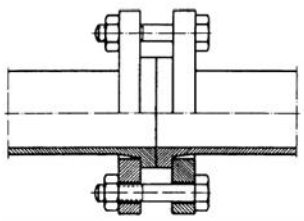
PE CSŐKÖTÉSEK:

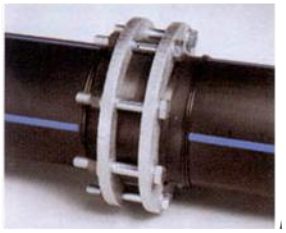
Több lehetőség, mint más csőanyagok esetében:

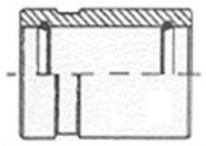
- Tompahegesztés (megbízhatóság, varrattényező > 1,0), automatizált folyamat
- Elektrofúziós (elektro-karmantyú) hegesztés
- Mechanikus kötések (gyorskötők, karimás kötések)
- Polifúziós hegesztés (alacsony nyomás esetén javasolható)

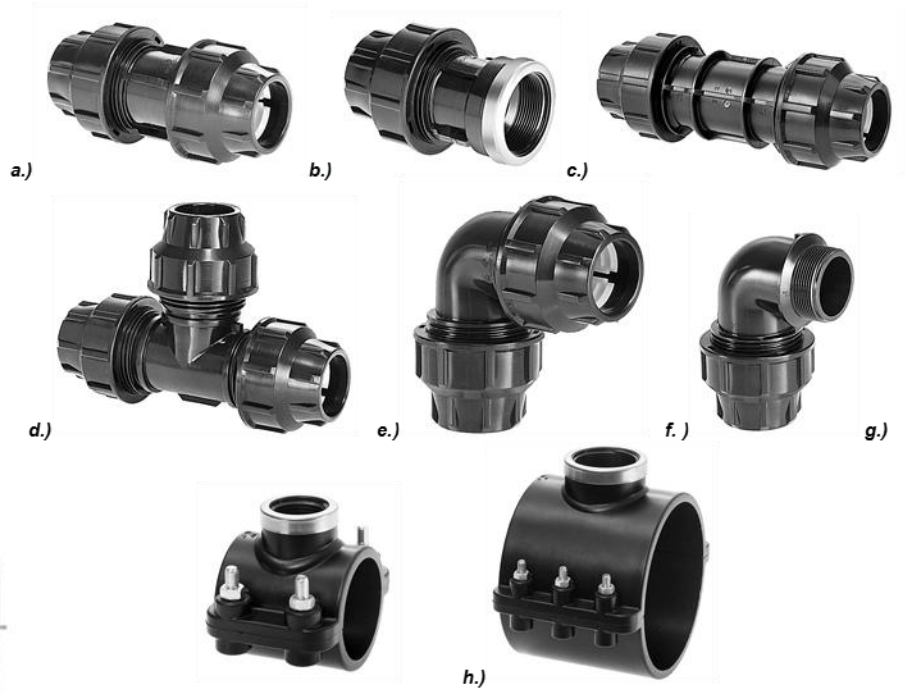
Húzásbiztos kötések!



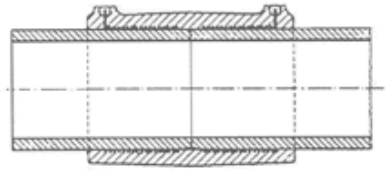








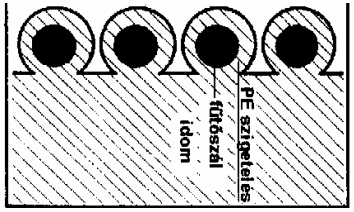
AZ ELEKTROFÚZIÓS HEGESZTÉSRŐL



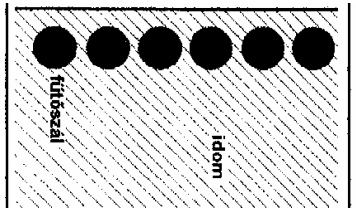
- PIPELIFE CSAK FORGALMAZÓ AZ ELEKTROFITTINGEK TEKINTETÉBEN! FORGALMAZOTT MÁRKÁK:
  - GEORG FISCHER, FRIATEC (Glynwed)
- ELÉRHETŐSÉG: SDR 11 és SDR 17
- „VIZES” ÁGAZATBAN NINCS KÖTELEZÉS (jogszabály) VIZSGÁZOTT HEGESZTŐK KÖZREMŰKÖDÉSÉRE. JAVASOLT INGYENES TANFOLYAMOKON VALÓ RÉSZVÉTEL (lásd: MAVÍZ honlap)
- HEGESZTÉS AUTOMATIZÁLT – LÉZERES VONALKÓDLEOLVASÓK VISZIK BE AZ ADATOKAT

FŰTŐSZÁL HELYZETE A KARMANTYÚBAN:

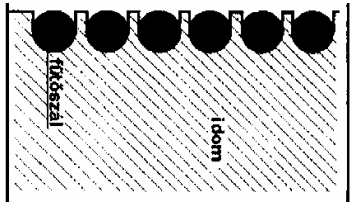
- fedett (*a.*)
- süllyesztett és fedett (*b.*)
- süllyesztett, de fedetlen *(c.)*



a.)



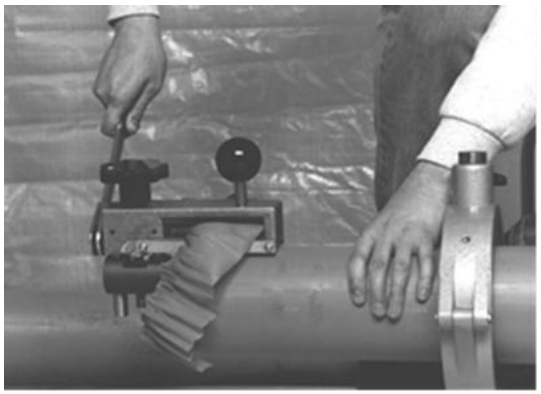
b.)

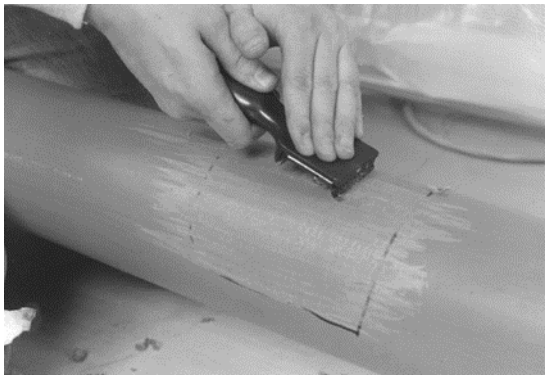


c.)

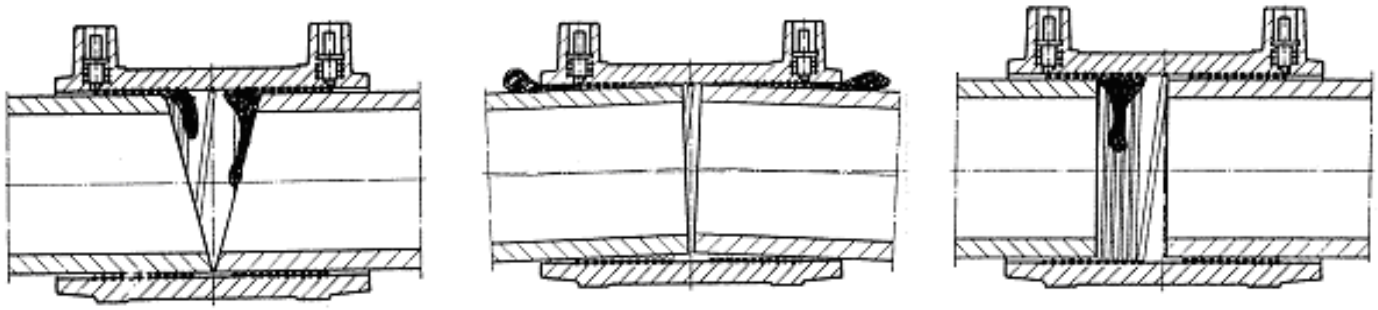
KIVITELEZÉSI ALAPSZABÁLYOK:

- a hegesztendő felületek tisztasága, és a cső felületének oxidmentesítése,
- a csatlakozó csővégek:
  - merőleges vágása
  - tengelyközpontos illesztése
- célszerszámok használata:
  - hántolók,
  - kaparók,
  - csőmegfogás és rögzítés,
  - körkörösítők,
  - csőösszehúzó





LEHETSÉGES HIBÁK:



a.) ***b.)*** ***c.)***

Típushibák elektrofúziós kötéseknél:
a.) *csővégek nem merőleges levágása,*
b.) *tengelyközpontosítás hiánya,*
c.) *nemkívánatos hézagnagyság az illesztendő csövek között*

IVES FEKTETÉSI A RUGALMAS TULALJDONSÁG KIHASZNÁLÁSÁVAL:

- hidraulikailag kedvezőbb állapot hozható létre, mint a kissugarú ívidomok és többlet csőkötések alkalmazásával,
- gazdaságosság
- alkalmazható hajlítási sugarak a környezeti hőmérséklet függvényében:

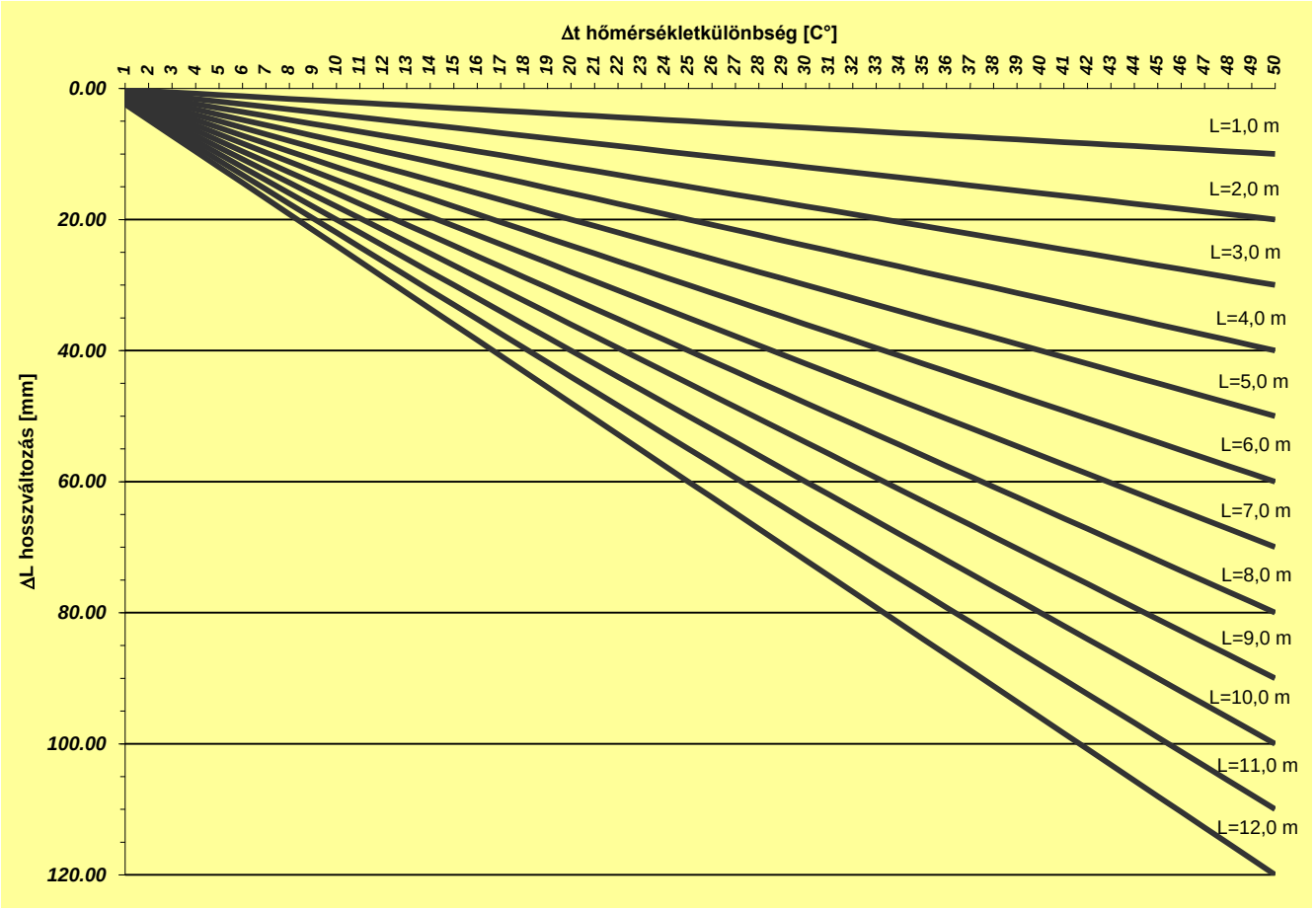
SDR	Minimális hajlítási sugár		
	20°C-nál	10°C-nál	0°C-nál
17	$20 \times d_n$	$35 \times d_n$	$50 \times d_n$
11	$20 \times d_n$	$35 \times d_n$	$50 \times d_n$

AZ OVALITÁSRÓL…

- PE cső ovalitás: adódhat tekercselésből, helytelen tárolásból
- A cső szabványos mérettűrésén belül is lehetséges, hogy a elektrofittinges kötéshez nem megfelelő
- A fedett fittingek érzékenyebbek a csőovalitásra! Körkörösítés szükséges célszerszámokkal!

HŐTÁGULÁSRÓL…

- Földvisszatöltés után nincs hosszváltozás! A gátolt mozgás azonban tengelyirányú feszültséget kelt! Ezt a hatást figyelembe kell venni a méretezéskor!
- Csőbélelés esetén – ha szabad az elmozdulás - jelentős erők keletkeznek a hőmozgásból



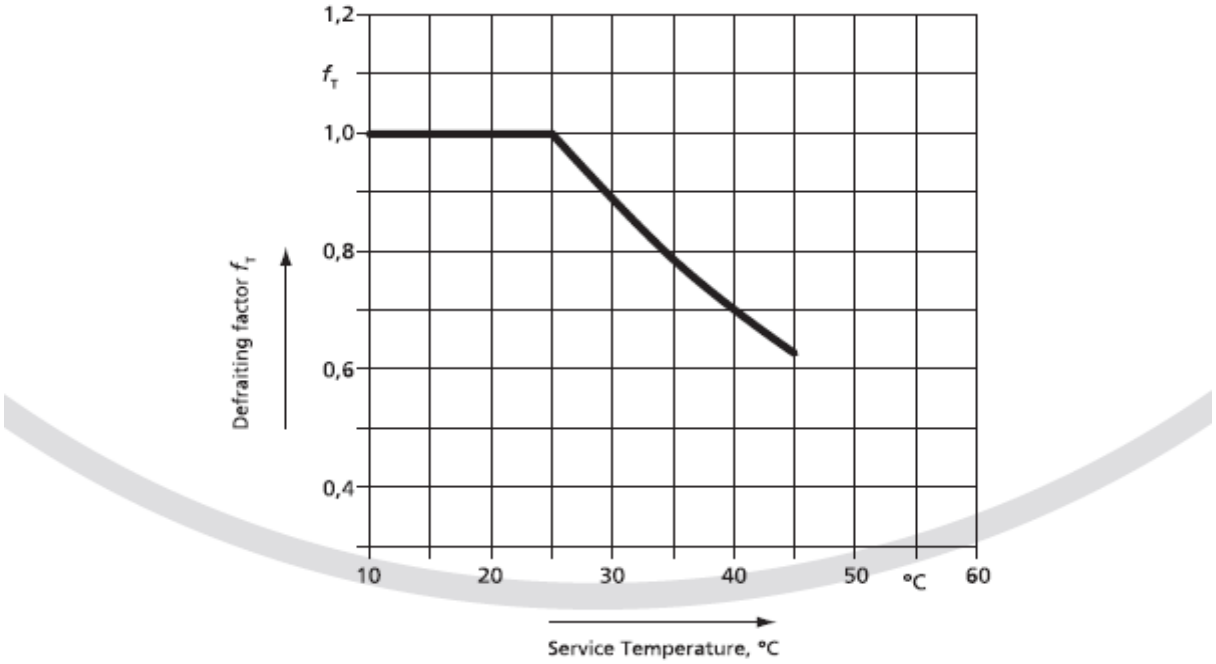
PVC-U (KM) nyomócsőrendszer

NYOMÁSFOKOZATOK: **PN 6 -** (PN 8) **– PN 10 –** (PN 12,5) bar

ÁTMÉRŐTARTOMÁNY: **DN 90- 500** mm

SZÁLLÍTOTT KÖZEGHŐMÉRSÉKLET**: max. 45°C**

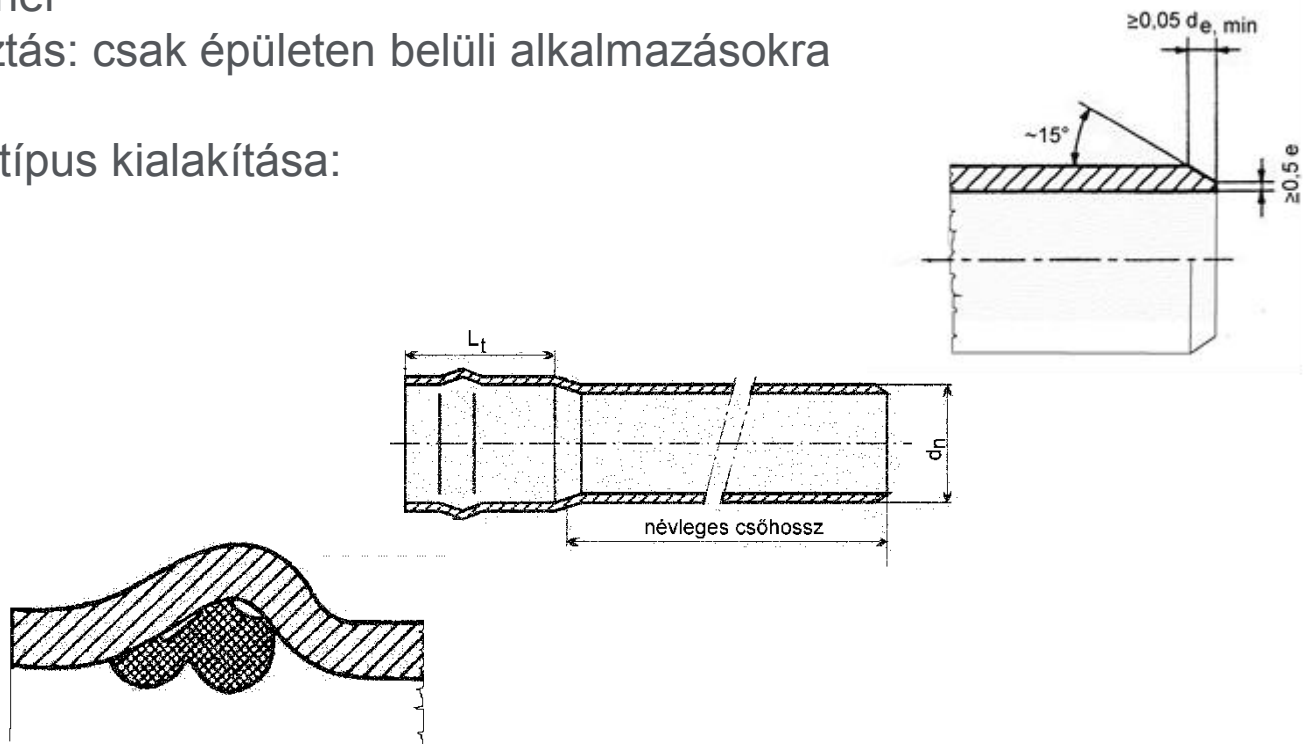
Hőmérséklet[C°]	10-25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45
f_T csökkentő tényező	1,0	0,95	0,90	0,85	0,8	0,75	0,7	0,67	0,64



CSŐKÖTÉSEK

- Tokos gumigyűrűs kapcsolat a földbe fektetésre alkalmazott csöveknél
- Ragasztás: csak épületen belüli alkalmazásokra

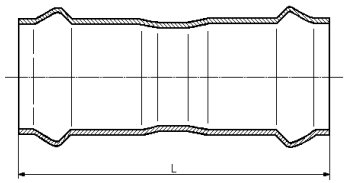
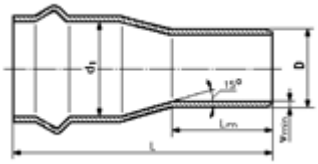
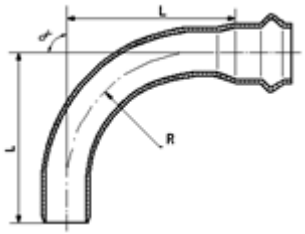
Tokos csőtípus kialakítása:



Névleges – beépítési – csőhossz: 6,0 m

Idomválaszték KM nyomócsövekhez

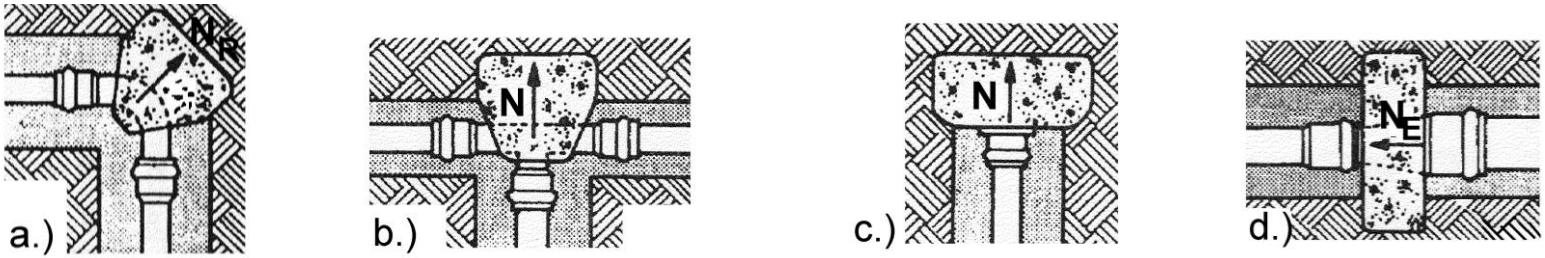
- **CSŐBŐL FORMÁZOTT – PVC ANYAGÚ – IDOMOK:**
  - áttoló- és kettős karmantyúk,
  - szűkítők,
  - ívidomok (11, 22, 30, 45 és 90°)

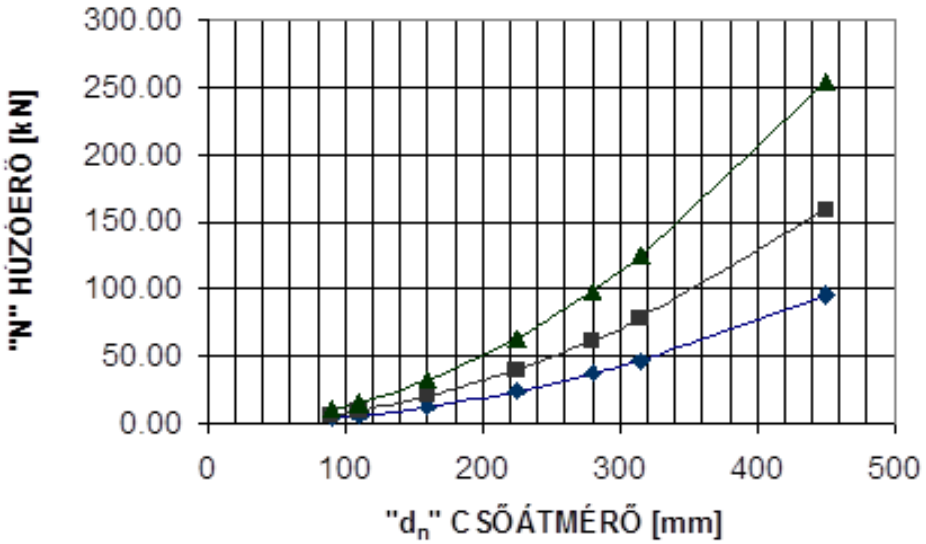
- **ÖNTÖTTVAS IDOMOK:**
  - karimás idomok: EK-S és FK-S,
  - T-idomok (tokos és karimás),
  - könyökök,
  - megcsapolók

A TOKOS KÖTÉSRŐL…

A húzóerő felvételére alkalmatlan és nyomás alatt üzemelő csővezetékek néhány csomóponti kialakításánál, a felnyíló csőkötés miatt a belső nyomófeszültségből HÚZÓERŐK keletkeznek. Ezek felvételéről gondoskodni kell.

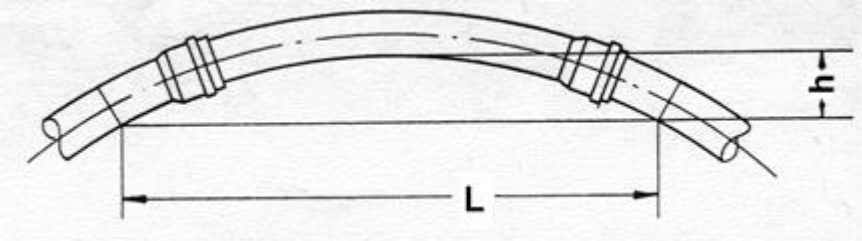


Kitámasztó betontömbök elrendezése:
***a.)** iránytörésnél, **b.)** T-leágazásnál, **c.)** végponton, **d.)** átmérőváltásnál*



KM NYOMÓCSŐ HAJLÍTHATÓSÁGA

A KM-PVC nyomóvezetékeknél a csőszakaszok kismértékű ívelt vonalvezetése a megengedett (kevésbé rugalmas, mint a PE):



L [mm]	d_n [mm]			
	110	125	160	225
	h_{max} [m]			
8,00	0, 24	0, 21	0, 17	0, 13
12,00	0, 54	0, 48	0, 38	0, 30
16,00	0, 97	0, 85	0, 67	0, 53

Az ív kialakítása min. 20°C csőfal hőmérsékleten történhet.

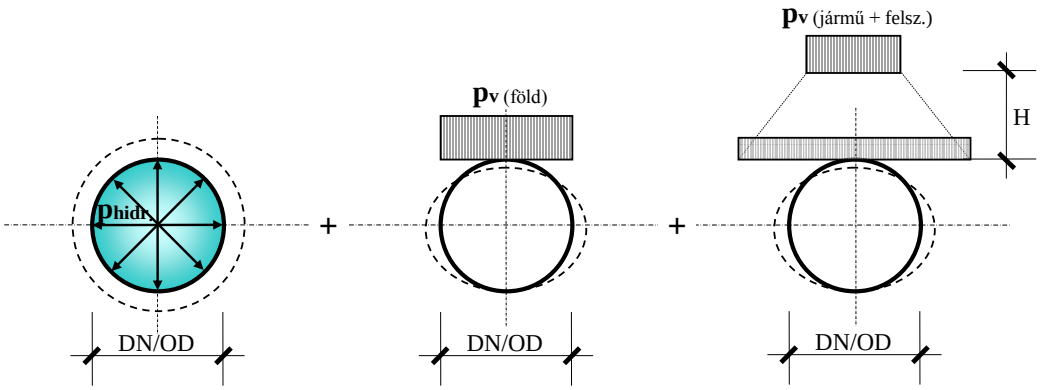
FIGYELEM: Az európai csőfektetési gyakorlat a PVC-U csővezetékek fektetését 0°C hőmérséklet határig javasolja. Ezt a csőanyag ridegtörésének fokozott veszélyessége indokolja. (A 0°C hőmérséklet alatt a cső az ütőmunka hatására – például szerszám-, vagy szemcsés ágyazati anyag csőre ejtése – repedés érzékennyé válik. Már +5°C alatt is fokozott óvatossággal kell eljárni!)

TÁMPONTOK AZ ANYAGVÁLASZTÁSHOZ

- Rendelkezésre álló gépek és eszközök (pl. hegesztőgép)
- Rendelkezésre álló kivitelezési idő: DN110 mm-ig a tekercses PE cső nagy haladási sebességgel fektethető!
- Nyomvonal összetettsége: PE-ből homogén anyagú csomópontok alakíthatók ki, íves fektetés lehetősége, nem felnyíló kötések
- Beruházási költség összehasonlítás: anyag + kivitelezési ktg. (az átmérő és a körülmények függvényében ismeretében adható egzakt válasz, a KM-PVC anyagköltsége kedvezőbb)

AZ ERŐTANI MÉRETEZÉSRŐL…

A csőanyagtól független megfontolások:



A feszültségek halmozódása nyomócsöveknél:

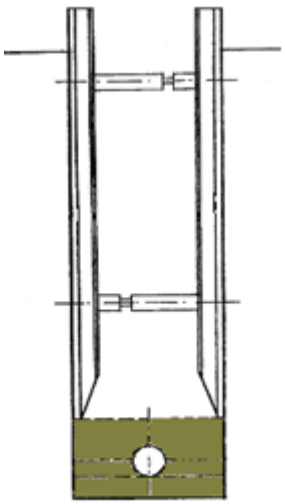
- belső túlnyomás (vákuummal történő szállításnál a vákuumterhelés, mely az ábrán jelölt feszültségekhez képest ellentétes előjelű)
- földteher,
- felszíni-, vagy járműteher

AZ ÁGYAZATRÓL…

A csőzónában-, illetve az ágyazatként felhasználható építőanyagokkal szemben támasztott követelményeket az ***MSZ EN 1610*** írja elő. Az ágyazati anyagnak – a szabvány szerint – általában az alábbi feltételeket kell kielégíteni:

- biztosítsa a csővezeték tartós állékonyságát és teherbírását,
- ne legyen (káros) hatással a csőre, csőanyagra és a talajvízre,
- fagyott anyag nem használható,
- legyen összhangban a terv előírásaival,
- ne tartalmazzon olyan anyagrészeket, amelyek mérete > 22 mm

A műanyag nyomócsövek ágyazására finomszemcsés talaj (homok, aprószemű kavicsos homok) javasolható!
Éles szélű köveket az ágyazati anyag ne tartalmazzon, és tömöríthető legyen min. 85%-ra.



A NYOMÁSPRÓBÁRÓL…

MSZ EN 805 figyelembe vételével a **Műanyag-Csőgyártók Szövetsége** (MCSSZ) ajánlása:

A rendszer próbanyomását **(STP)** a legnagyobb tervezési nyomásból (MDP) kell kiszámítani a következők szerint:

- a számítás (tervezési nyomás) során figyelembe vett nyomáslengés esetén:

$$\mathbf{STP = MDPc + 100\ kPa^*}$$

- a számítás (tervezési nyomás) során figyelembe nem vett nyomáslengés esetén:

$$\mathbf{STP = MDPa \times 1{,}5 \text{ vagy}}$$

$$\mathbf{STP = MDPa + 500\ kPa}$$

közül a kisebbik érték.

ahol:

- **MDPa:** az MDP megjelölése, ha a nyomáslengés lehetősége korlátozott (nem vették figyelembe).
- **MDPc:** az MDP megjelölése, ha a nyomáslengés mértékét kiszámították.

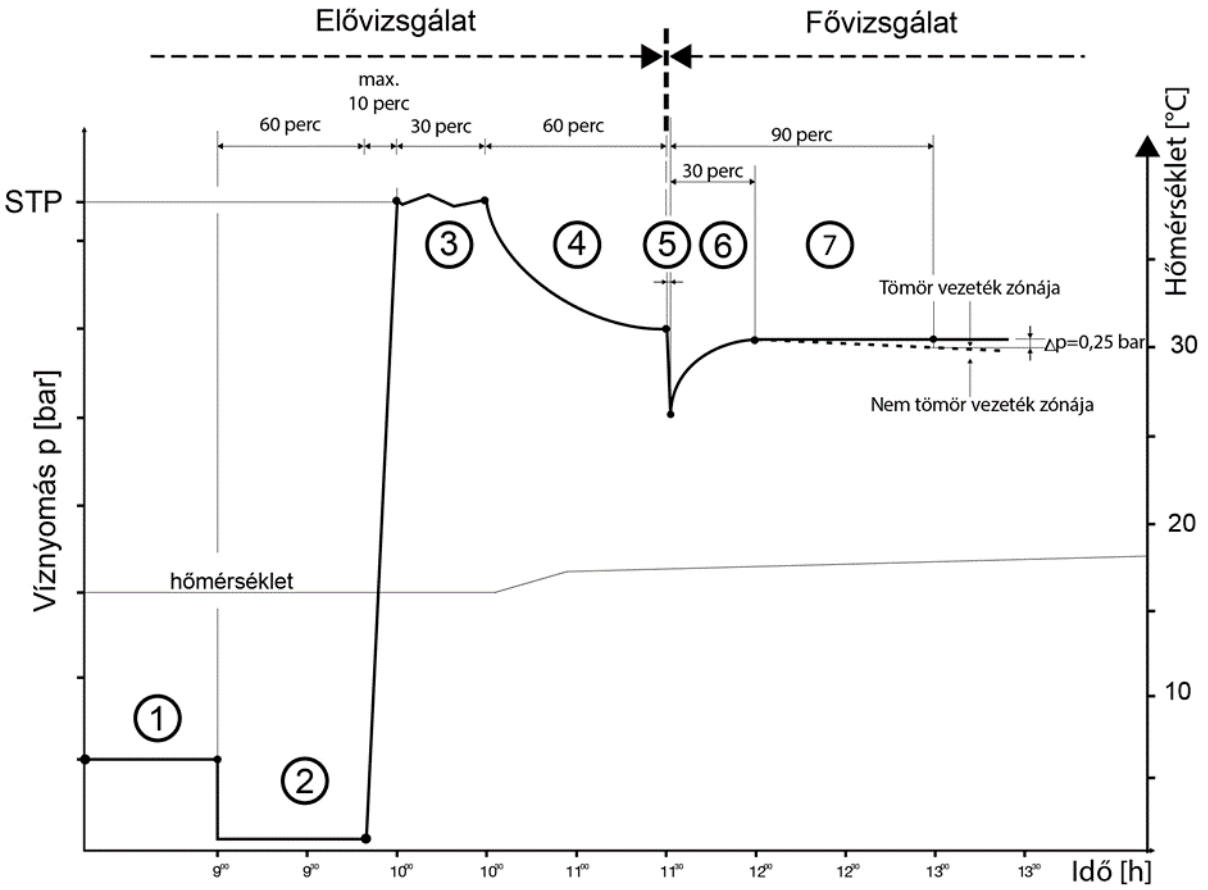
De figyelembe veendő a hőmérsékleti faktor is:

$$\mathbf{STP = MDP = PFA = f_T \times f_a \times [PN]}$$

A próbanyomás maximuma: $\mathbf{STP = 1{,}5 \times PN \times f_T}$

*100 kPa = 1 bar

A NYOMÁSPRÓBA FOLYAMATA



Jelmagyarázat:

1 Feltöltés, légtelenítés; **2** Pihentetés; **3** Nyomásnövelés vizsgálati nyomásra (STP); **4** Relaxáció (pihentetés); a nyomásesés a szakasz végén nem haladhatja meg az STP 30%-át; **5** Nyomás ejtés, Δp = az STP 10-15%-a (kPa); **6** Relaxációs szakasz: 30 perc, az összehúzódás hatására létrejött nyomásnövekedés megfigyelése, regisztrálása; **7** Relaxációs szakasz: 60 perc

HIDRAULIKAI MÉRETEZÉS

Klasszikus kérdés :

„MENNYIT VISZ EL A CSŐ?”

Egzakt választ erre a kérdésre sem tudunk adni!

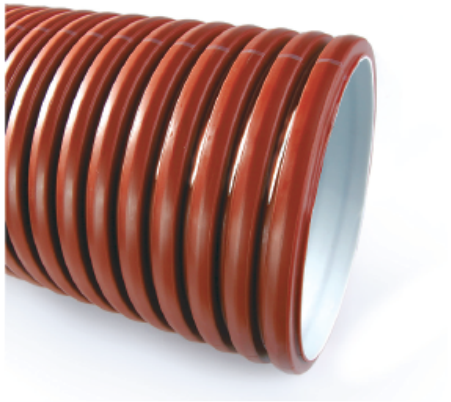
- Gravitációs csöveknél a belső átmérőn és az érdességen kívül a lejtés mértéke meghatározó!
- Nyomócsöveknél az átmérőn és érdességen kívül fix adatként ismerni kell a vezeték hosszát, az áramlási sebességet vagy induló nyomást.

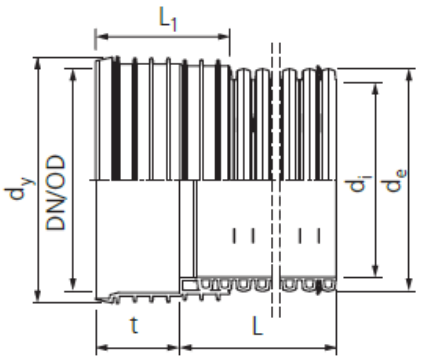
Honlapon ingyenes használható hidraulikai méretező programok elérhetősége:

http://www.pipelife.hu/hu/Onlineszolgaltatasok/Meretezoprogramok.php

PRAGMA DRÉNCSÖVEK

Nagy merevségű csövek, standard méretsor:





PP-B Pragma dréncsövek								
DN/OD [mm]	d_i [mm]	d_e [mm]	d_y [mm]	t [mm]	L_1 [mm]	L [mm]	Perforáció a keresztmetszet mentén	Vízátbocsátási felület [cm²/fm]
160	139	160	184	94	140	6,0	TP LP MP	>50
200	174	200	227	113	162	6,0		
250	218	250	283	129	185	6,0		
315	276	315	355	148	211	6,0		
400	348	400	451	158	251	6,0		

A DN/OD névleges méret a külső átmérőre vonatkozik.
Szabványok: EN 13476-3
DIN 4262-1
A Pragma dréncsövekhez a DN/OD névleges méretű csőrendszer idomai alkalmazhatók.
A gyártó a geometriai paraméterek vonatkozásában a változtatás jogát fenntartja!

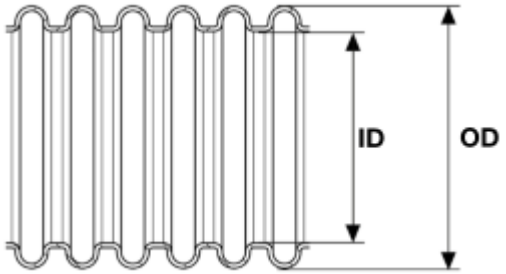
TP - teljesen perforált
LP - részlegesen < 220°-ban perforált
MP - többfunkciós < 120°-ban perforált

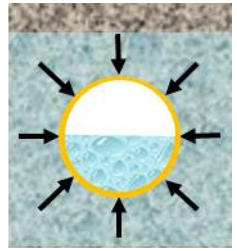
Egyedi megrendelésre – a mennyiség függvényében – a teljes csatornacső gyártási méretsorban elérhető!

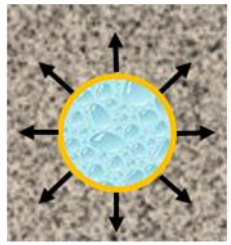
Referenciák: vasútrekonstrukciós projektek

TEKERCSELHETŐ PVC-U DRÉNCSÖVEK

- Alk. terület: mezőgazdaság, épületek alapozása, útépítés







Névleges méret DN (NA) [mm]	OD külső átmérő	ID belső átmérő	Nyílások felülete	Perforáció		Tekercs-hosszak
				sorok száma	elhelyezése	
	[mm]	[mm]	[cm²/fm]	[db]	[°]	[m]
50	50,5	43,9	≥28	8	360 (TP)	50; 250
65	65,5	58,0	≥30	8		50; 150
80	80,5	71,5	≥20	8		50; 100
100	100,5	91,0	≥24	8		50
125	126	115,0	≥40	12		50
160	160	144,0	≥40	12		50
200	200	182,0	≥40	12		45

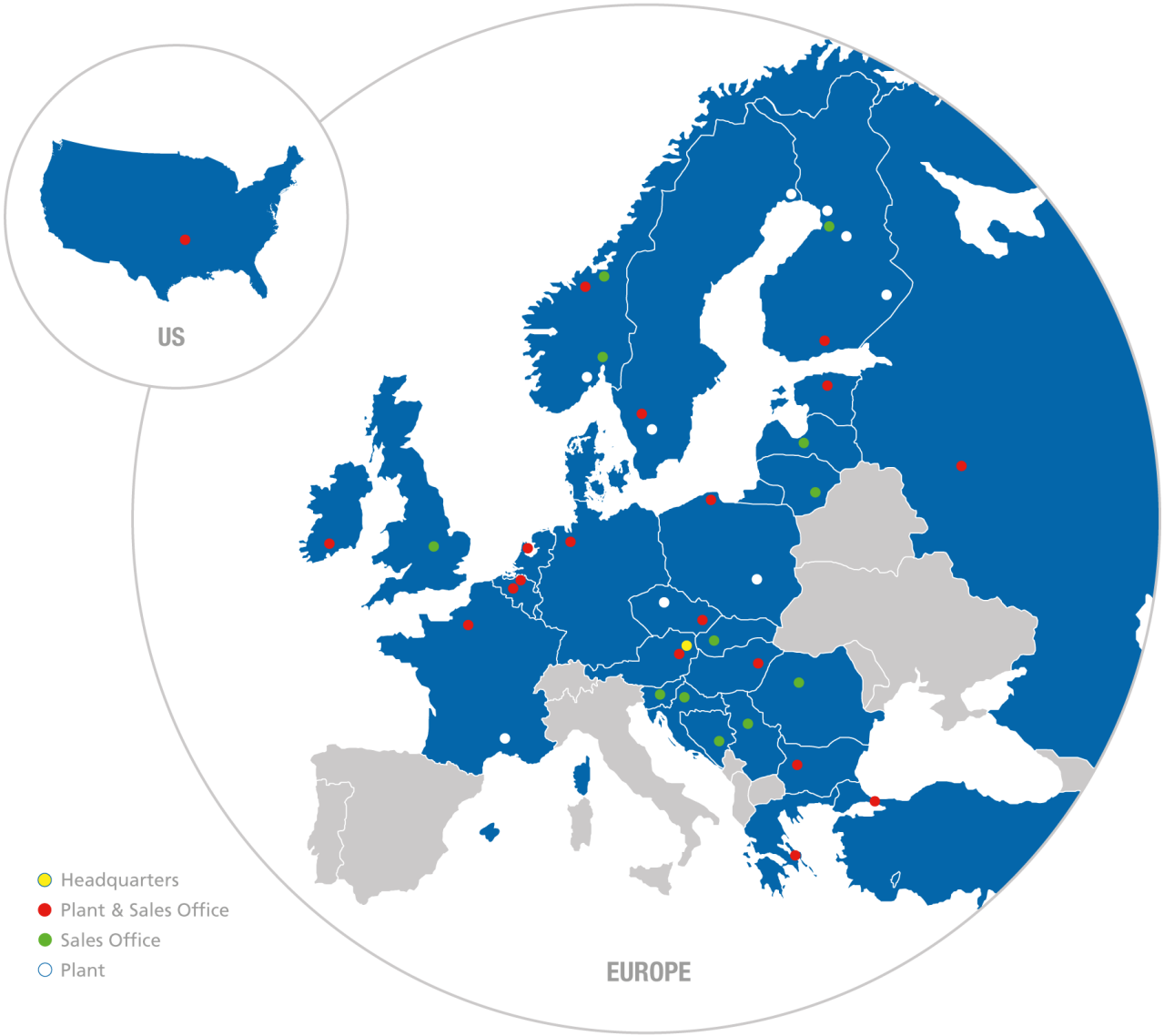
Keresztirányú merevség: ≥ SN4

- részélesség: 1,2 mm
- réshossz: 4-4,8 mm

A TELJESÍTMÉNY-NYILATKOZATRÓL…

MCSSZ dok\Építési termékek beépítésének 275-2013 Korm. rend. szerinti feltételei.pdf

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



648.000 km pipes installed worldwide in 2017