

ÚTMUTATÓ RUGALMAS ANYAGÚ VÍZVEZETÉKEK NYOMÁSPÓBÁJÁHOZ

Az ivó- és egyéb rendeltetésű vízvezetékek nyomáspróbáját az **MSZ EN 805 Vízellátás. Az épületeken kívül lévő rendszerek és elemek követelményei** c. magyar szabványként 2000-ben közzétett európai szabvány útmutatása alapján célszerű végezni. A szabvány 11. fejezete valamennyi csőanyagra alkalmazható módszereket határoz meg a csővezetékek nyomáspróbájára.

A műanyag csővezetékek viselkedése azonban anyaguk alapvető tulajdonságai, az un. viszko-elasztikus viselkedés miatt eltér a fém és beton csővezetékektől. A viszko-elasztikus anyagokból épült csővezetékek javasolt nyomáspróbáját az MSZ EN 805 szabvány A mellékletének 27.pontja írja le. Ennek alapján készült az Útmutató.

Szövetségünk ennek a módszernek/eljárásnak az alkalmazását javasolja minden hőre lágyuló csövekből épített csőrendszer (különösen a polietilén rendszerek) nyomáspróbájához.

1. Általános elvek a nyomáspróbához

Általános követelmény, hogy valamennyi elkészült csővezetékét nyomáspróbának kell alávetni a csövek, csőkötések, csőidomok és egyéb elemek, például a lehorgonyzó, kitámasztó tömbök megfelelőségének, rendeltetésszerű működésekének ellenőrzése, biztosítása céljából.

A nyomáspróbát vízfeltöltéssel kell végezni. Ivóvíz vezetésére szánt csővezeték feltöltésére ivóvizet kell használni. A csővezetékét lassan, óvatosan kell vízzel feltölteni a légtelenítő szerelvényeket nyitva tartva, hogy a levegő szabadon távozhasson a csővezetékéből.

A nyomáspróba végrehajtása előtt meg kell győződni arról, hogy minden vizsgálati mérőeszköz kalibrálva van, jól működik, és megfelelően van rögzítve a csővezetékhez.

Normál körülmények között a vizsgálati berendezést a vizsgált szakasz legmélyebben fekvő pontjára kell felszerelni. (Ha ez nem lehetséges, akkor a próbanyomást korrigálni kell a vizsgálati szakasz legmélyebben fekvő pontjára számított rendszerpróbanyomás, mínusz a magasságkülönbség okozta nyomásértékkel.)

A nyomáspróba alatt valamennyi légtelenítő/légbeszívó szerelvénynek zárva, míg a közbenső szakaszlezáróknak nyitva kell lenniük.

A nyomáspróbát követően a csővezeték nyomását lassan kell csökkenteni és a csővezeték leürítése alatt valamennyi légtelenítő/légbeszívó szerelvényt ismételt ki kell nyitni.

2. Előkészületek

A nyomáspróba előtt a csöveket a visszatöltés anyagával, az ágyazatra előírt minőségben, be kell temetni kb. a munkaárok kb. 2/3-ig. A kötések szabadon kell hagyni. Az állandó megtámasztásokat vagy lehorgonyzásokat úgy kell elkészíteni, hogy a nyomáspróba során

keletkező erőknek ellenálljanak, a betonból készült kitámasztó tömbök a nyomáspróba idejére ériék el a kellő szilárdságot.

Napsütéses időben (főként a nyári hónapokban) gondoskodni kell a vizsgált csővezeték árnyékolásáról (a munkáerőkben a cső hőmérséklete az azt tartósan érő napsugárzás hatására akár 70-90°C-ot is elérheti.) A nem megfelelően árnyékolt csővezeték a próbanyomás hatására jelentősen deformálódhat, akár ki is szakadhat.

3. A vizsgált csőszakasz kiválasztása

A csővezeték egységes egészként, vagy ha szükséges és lehetséges, szakaszokra osztva kell vizsgálni. A vizsgálati szakaszokat úgy kell kiválasztani, hogy a vizsgálati nyomás legalább a legnagyobb tervezési nyomást (MDP) valamennyi szakasz legmagasabb pontján elérje (kivéve, ha a tervező másképpen rendelkezik).

4. Próbnnyomás értékének meghatározása

Az MSz EN 805 szabvány általános eljárása:

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

- a számítás (tervezési nyomás) során figyelembe vett nyomáslengés esetén:
$$STP = MDPc + 100 \text{ kPa}^{(1)}$$
- a számítás (tervezési nyomás) során figyelembe nem vett nyomáslengés esetén:

$$STP = MDPa \times 1,5 \text{ vagy} \\ STP = MDPa + 500 \text{ kPa}$$

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.

A nyomáslengésre figyelembe vett nyomásnövekmény az MDPa esetén ne legyen kisebb 200 kPa-nál.

Kivételek a fentiek alól:

- rövid, 100 m-t meg nem haladó csővezeték hosszak,
- $DN \leq 80$ mm bekötővezetékek.

Ezekben az esetekben, ha a tervező másként nem rendelkezik — elégséges rendszerpróbnnyomásként (STP) a csővezeték megengedett üzemi nyomását (MDP) alkalmazni.

$$STP = MDP = PFA$$

A hőre lágyuló műanyag csövek speciális eljárása:

A hőre lágyuló csöveket jellemző PN osztályok és a PFA, a PEA valamint az STP értékek közötti összefüggést a CEN/TS 15223 szerint a következő képletekkel határozzuk meg:

$$PFA = f_T \times f_a \times [PN]$$

⁽¹⁾ 100 kPa=100000 Pa=1 bar

Ahol:

PFA = megengedett üzemi nyomás

PN = a cső névleges üzemi nyomása

f_T = hőmérsékleti tényező (értékei az 1. és 2. táblázat szerint)

1. táblázat

Az f_T értéke PE cső esetében

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

2. táblázat

Az f_T értéke PVC cső esetében

Hőmérséklet	f_T tényező
20°C	1,00
30°C	0,9
35°C	0,8
40°C	0,7
45°C	0,6

f_a = alkalmazási tényező (vegyi hatások stb. figyelembevételére víz esetén az értéke 1)

Az összefüggést a cső névleges nyomásosztálya (PN) és a próbanyomás maximális értéke (PEA) között a viszko-elasztikus anyagú csövekre a CEN/TS 15223 az alábbiak szerint adja meg:

$$PEA = 1,5 \times PN$$

FIGYELEM! Az alkalmazandó rendszer vizsgálati próbanyomást (STP) víz esetében, az előzmények figyelembevételével a következő képlettel kell meghatározni:

$$STP = PEA \times f_T = 1,5 \times PN \times f_T$$

5. Integrált nyomáspróba

A vizsgálati eljárás

Szövetségünk az MSz EN 805 szabványra alapozva egy összevont eljárást javasol a hőre lágyuló műanyag csőrendszerek nyomáspróbájára, azzal a kiegészítő megjegyzéssel, hogy a vizsgálati eljárást a tervezőnek kell előírnia és/vagy jóváhagynia.

A vizsgálat több szakaszból áll, úgymint:

- szemrevételezés, feltöltés, légtelenítés
- előzetes vizsgálati fázis,
- (egyesített) nyomásesésvizsgálat (opcionális),
- fő vizsgálati fázis.

5.1 Szemrevételezés, feltöltés, légtelenítés

A csővezeték a vizsgálat előtt nagy gondossággal szemrevételezni kell, hogy minden szerelvény megfelelően van-e beépítve, a támaszok, horgonyok elhelyezése, rögzítése megfelelő-e, a légbeszívó/légtelenítő szerelvények elhelyezésre kerültek-e és nyitott helyzetben vannak-e stb. A vezetékből minden szemetet és idegen anyagot el kell távolítani. A vizsgált szakaszt fel kell tölteni vízzel. Ivóvízvezetékek esetében a vizsgálatához ivóvizet kell használni.

A levegőt lehetőleg teljesen el kell távolítani a rendszerből. A feltöltést lassan, a csővezeték legmélyebben fekvő pontjában kell kezdeni úgy, hogy légzsákok ne alakulhassanak ki, és a levegő a megfelelően méretezett légtelenítőkön keresztül eltávozhasson a rendszerből.

5.2. Előzetes vizsgálati fázis

Az előzetes fázis elvégzése és megfelelősége a fő vizsgálati fázis előfeltétele.

Az előzetes vizsgálat célja:

- a csővezeték stabilizálása, az időfüggő változások lehetővé tétele,
- az esetlegesen beépített vízfelvevő anyagok telítődése,
- a rugalmas csövek nyomásfüggő térfogatnövekedését lehetővé tenni a fő nyomáspróba előtt.

Az előzetes fázis kivitelezése:

- A feltöltés és légtelenítés után hagyjuk a csővezetékben a nyomást légköri nyomásra esni és hagyjuk a rendszert legalább 60 percig nyugalmi állapotban, hogy a nyomás hatására létrejött feszültségek leépüljenek. Ügyeljünk arra, hogy ne kerüljön levegő a vizsgált csőszakaszba!

(A nyomáspróba lépései az 1. ábrán követhetők nyomon.)

- A nyugalmi időszak után emeljük a nyomást folyamatosan és gyorsan (kevesebb mint 10 perc alatt) a rendszerpróbanyomásig (STP). Folyamatos vagy rövid időközönkénti szivattyúzással 30 percig tartjuk szinten a rendszer próbanyomását (STP). Időközben szemrevételezéssel ellenőrizzük a rendszer víztömörtségét.
- Hagyjunk a csővezeték viszko-elasztikus kúszásainak lejátszódására további 60 percet, de ezalatt az időszak alatt már ne végezzünk szivattyúzást (a rendszer nyomása enyhén csökken);
- A 60 perc letelte után rögzítsük a maradék nyomás pontos értékét.

Az előzetes fázis eredményének értékelése:

- Ha a nyomás az STP több, mint 30%-ával csökkent, akkor a próbanyomás eredménytelen. Szakítsuk félbe az előzetes vizsgálatot, nyomásmentesítsük a vizsgálati szakaszt és az eredmények értékelése után végezzük el a szükséges javításokat.
- Ha a nyomás az STP kevesebb, mint 30%-val csökken, az előzetes fázis sikeres. Sikeres előzetes fázis esetén folytassuk a vizsgálati eljárást.

5.3. Egyesített nyomásesés vizsgálat

Az egyesített nyomásesés vizsgálat elvégzése csak akkor ajánlott, ha nem vagyunk biztosak abban, hogy a légtelenítést sikeresen hajtottuk végre. A biztonság kedvéért célszerű a fő vizsgálati fázisban a nyomáscsökkentéshez kiengedett víz mennyiségét pontosan mérni, hogy szükség esetén a számítások el tudjuk végezni.

A fő vizsgálati fázis eredményeit csak akkor lehet jól megítélni, ha a vizsgálati szakaszban maradt levegő térfogata kellően kicsi. Ennek megítéléséhez a következő lépések szükségesek:

- az előzetes fázis végén mért tényleges maradó nyomást a rendszerből elfolyó vízzel gyorsan csökkentjük az STP 10–15%-ával, ΔP -vel (ez gyakorlatilag a fő vizsgálati fázis első lépése);
- mérjük meg pontosan az eltávolított víz térfogatát, ΔV -t;
- számítsuk ki az elfogadható vízvesztéséget, a ΔV_{max} -ot és vessük össze ΔV vízmennyiséggel:

$$\Delta V_{max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_w} \cdot \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

ahol:

- | | | |
|------------------|---|---|
| ΔV_{max} | - | a megengedhető vízvesztés, literben; |
| V | - | a vizsgált csővezeték szakasz térfogata, literben; |
| Δp | - | a mért nyomásvesztés, kilopascalban; |
| E_w | - | a víz összenyomhatósági modulusa, kilopascalban;
($\sim 2,2 \times 10^6$ kPa) |
| D | - | a cső belső átmérője, méterben; |
| e | - | a csőfal vastagsága, méterben; |
| E_R | - | a csőfal rugalmassági együtthatója, a hossz tengelyre merőleges irányban,
kilopascalban; (kPa) |
| 1,2 | - | többször (például a légtartalom miatt) a fő vizsgálati fázisban. |

Az eredmények megfelelő értelmezése szempontjából fontos, hogy a vizsgálat során a hőmérséklet és a vizsgálat időtartamát is figyelembe vevő korrekt E_R értékkel számoljunk. Különösen kis átmérők és rövid vizsgálati szakaszok esetében a Δp -t és a ΔV -t a lehető legpontosabban kell mérni.

Ha:

$$\Delta V > \Delta V_{max}$$

akkor a vizsgálati eljárást meg kell szakítani, a csővezeték nyomásmentesíteni és újra légteleníteni kell. Ha:

$$\Delta V \leq \Delta V_{max}$$

a vizsgálat folytatható.

5.4. Fő vizsgálati fázis

Az előzetes vizsgálati fázis végén maradó vizsgálati nyomást a csőrendszerből kiengedett vízzel gyorsan csökkentjük az STP 10-15%-val (ΔP).

Az STP keltette feszültség hatására létrejövő viszko-elasztikus kúszást a nyomáscsökkentés megszakítja.

A nyomás gyors (pillanatszerű) csökkentése a csővezeték időben elnyújtottabb összehúzódásához (relaxációs fázis), azaz növekvő nyomáshoz vezet (viszko-elasztikus hatás). A nyomásszint alakulását 30 percen keresztül figyeljük meg és rögzítjük a cső összehúzódása által keltett nyomásnövekedést (ΔP). (A gyors nyomáscsökkentést viszko-elasztikus anyagú csővezetékben időben elnyújtott nyomásnövekedés követi.)

A fő vizsgálati fázis sikeresnek tekinthető, ha a nyomásgörbe emelkedő jelleget mutat és a 30 perces időtartam alatt nem csökken (lásd az 1. ábra nyomásgörbéje utolsó szakaszának lefutását). Ha ebben a fázisban a nyomásgörbe csökkenő tendenciát mutat, akkor az a rendszer tömítetlenségét jelzi!

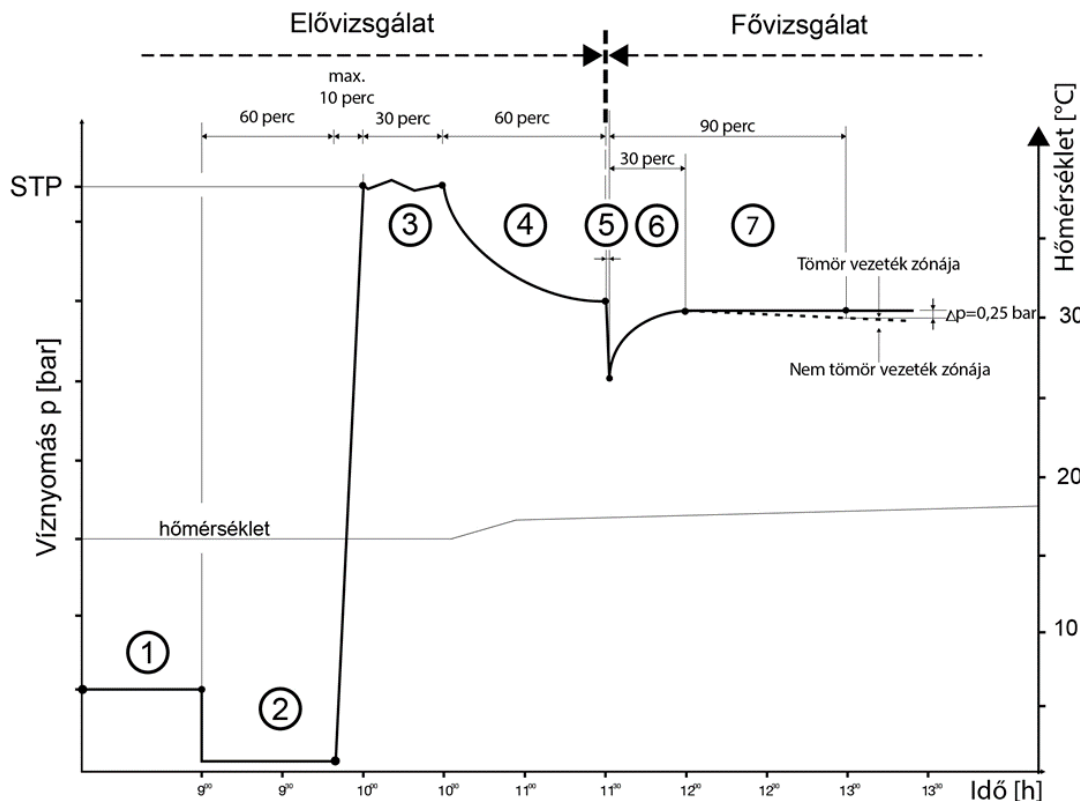
Kétség esetén növeljük a fő vizsgálati fázis időtartamát 90 percre (a relaxációs fázis hosszát kell növelni).

Ebben az esetben a megengedett nyomásveszteség 25 kPa (0,25 bar) az összehúzódási fázis során mért legnagyobb nyomáshoz képest.

Ha a nyomásesés több mint 25 kPa, akkor a vizsgálat sikertelen.

Sikertelen nyomáspróba esetén ajánlatos az összes mechanikus-, hegesztett kötés és egyéb szerelvény ellenőrzése. A hiányosságok kijavítása után ismételjük meg a teljes vizsgálati eljárást.

A megismételt nyomáspróba csak a teljes (előzetes és fő fázis) vizsgálati eljárás megismétlésével végezhető el.



1. ábra: Példa a viszko-elasztikus viselkedésű csővezetékek nyomáspróbájára

Az ábra jelmagyarázata:

- 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 (bar)
- 6 Relaxációs szakasz: 30 perc, az összehúzódás hatására létrejött nyomásnövekedés megfigyelése, regisztrálása.
- 7 Megnyújtott relaxációs szakasz: 60 perc

Javasoljuk, hogy minden hőre lágyuló műanyag csőnél a fentiek szerint történjen meg a nyomáspróba végrehajtása, mivel az eljárás figyelembe veszi a műanyagok egyik alapvető tulajdonságát, a viszko-elasztikusit. A nyomáspróba során olyan mérőberendezés használata célszerű, amely a próbanyomás teljes folyamatát idő-nyomás-hőmérséklet összefüggésében regisztrálja, és az eredményt dokumentálja.

Utószó

A csőrendszerek nyomáspróbája kapcsán megjegyezzük, hogy ez, az anyagbeszállító (gyártó), a kivitelező, és a felhasználó szempontjából is igen fontos része egy csőrendszer építésének. Ugyanakkor elengedhetetlen a mérnöki gondosság, hiszen a műanyag csövek (és egyre inkább más alapanyagú csőrendszerek, mint például a gömbgrafitos öntöttvas és az acél csövek esetében is megfigyelhető tendencia) az optimalizált gyártmány-, vagy terméktervezés és gyártás. Ez azt jelenti, hogy a gyártás biztonságosságával, az alapanyagok homogénebbé válásával a csövekbe (és más csőrendszer elemekbe) beépített biztonsági tényező a korábbi 2,0 – 2,5 értékről egyre inkább közelít az 1-hez. Polietilén csőrendszer esetében vizes alkalmazásban például 1,25. Ez egyben azt is jelenti, hogy indokolatlanul magas vizsgálati nyomás és/vagy időtartam alkalmazása maradandó, káros változásokat idézhet elő a vizsgált rendszerben, ami akár jelentősen csökkentheti annak várható élettartamát is.

A nyomáspróba leírásából az alkalmazandó nyomások mellett kiszámítható a nyomáspróba teljes időtartama is. Az előzetes vizsgálati fázistól a nyomáspróba befejezéséig terjedő időtartam 90 perc. Ezt az időtartamot a fővizsgálat kérdéses eredményének eldöntése érdekében további 60 perccel meg lehet hosszabbítani.

Természetesen azokban az esetekben amikor az STP = MDP = PFA = PN az időkorlátnak nincs jelentősége.

MCsSz Közmű Munkacsoport

Budapest, 2018. október