



Rézcsövek alkalmazása fűtési és vízellátási rendszerekben

Szerelési útmutató



MAGYAR RÉZPIACI KÖZPONT

Tartalomjegyzék

	Bevezetés	3		
1.	Réz- és acélcsőves szereléstechológia összehasonlítása központifűtés- és vízszelés esetén	5	3.3.2 Csőfektetés	10
			3.3.3 Padlóburkolatok	10
			3.3.4 Kivitelezési előírások a rézcsőves padlófűtés szerelésére	10
2.	A rézcső jellemzőinek ismertetése	5	3.4 Vízellátás szerelése rézcsőből	11
			3.4.1 Kapilláris forrasztásos technológia	11
			3.4.2 Szorító- és vágógyűrűs kötések szereléstechológiája	12
3.	Rézcsőves szereléstechológiák	6	3.4.3 Présidomos kötés	12
3.1	Korróziós kérdések	6	3.4.4 Különböző vízhálózat-kialakítások	12
3.1.1	Fűtési rendszerek	6		
3.1.2	Ivóvízhálózatok	6	4. Szerelési útmutató műanyagbevonatos rézcsővekhez	13
3.2	Központifűtés-szerelés	7	4.1 Rendeltetés és alkalmazás	13
3.2.1	Központifűtés-szerelés műanyag bevonatos lágy rézcsőből	7	4.2 Műszaki jellemzők	13
3.2.2	Központifűtés-szerelés félkemény és kemény rézcsővel, kapillárisan forrasztott kötésekkel	8	4.3 A szerelés folyamata, csőfektetés	13
3.3	Rézcsőves padlófűtés	9	5. Lágyforrasztott kötések készítése	14
3.3.1	A padlófűtés rétegrendszerének kialakítása	9		

Bevezetés

A rezet vízvezetékként már az ókori egyiptomiak időszámításunk előtt mintegy 2500 évvel, majd később a rómaiak vízvezetékcsőként és víztárolók anyagaként széleskörűen alkalmazták. Meglehetősen jó állapotban fennmaradt réz vízvezetékek láthatók a 79-ben, a Vezúv kitörésekor elpusztult egykori Herculaneum helyén található régészeti ásatások helyszínén.

A réznek mint az épületgépészetben széleskörűen alkalmazható anyagnak az előnyeit századunk elején fedezték fel újra. Ebben az időben a rézcsövek előállítására a technológia szintje következtében még viszonylag költséges volt. Ezért elsősorban nagyméretű középületekben, kastélyokban, múzeumokban, kórházakban, előkelő lakóépületekben alkalmazták, ahol a magasabb beruházási költségeket messzemenően ellensúlyozta a réz bizonyítottan jó korrózióállósága. A réz ezen tulajdonsága meghibásodástól mentes üzemelést és elhanyagolhatóan alacsony karbantartási költségeket eredményezett. Az ekkor alkalmazott technológia még igen költséges volt, hiszen az acélcsöves szereléshez hasonlóan vastag falú csöveket alkalmazták, amelyekre menetet vágtak, majd menetes idomokból hozták létre a csőkapcsolatot is.

A XX. század első felében azonban lehetővé vált vékony falú rézcsövek gyártása. A falvastagság 50–75%-kal csökkent. Ezzel egyidejűleg megkezdődött a menetes kötésekről a forrasztásos kötésmódra való átállás. Ez a technológiaváltás jelentős anyag- és élőmunka-megtakarítást eredményezett. Az ennek révén bekövetkező költségcsökkenés a rézcső felhasználását mind szélesebb körben versenyképessé tette.

Az 1940-es évektől a réz a világ fejlett országaiiban a legkiválóbb épületgépészeti anyagnak számít. Nyugat-Európa fejlett ipari országaiiban az új létesítmények építésénél 50–90%-ban rezet alkalmaznak.

Magyarországon a második világháború előtt megkezdődött a rézcső felhasználása az épületgépészeti szereléseknél. Sajnos a háború utáni helyzetben a rezet stratégiai anyaggá nyilvánították, így épületgépészeti célokra csak kivételes esetekben lehetett felhasználni, pedig a gyakorlati tények bizonyítják, hogy a háború előtt épített épületekben, ahol a réz vízvezeték-hálózatok fennmaradtak, döntő többségükben napjainkban is meghibásodás nélkül, megbízhatóan üzemelnek. (Ezt bizonyították az Építés-

ügyi Minőségellenőrző Intézet vizsgálatai is, amelyek az ÉMI az 1980-as évek végén végzett.)

A rézcső nemcsak a külső környezetével szemben korrózióálló, hanem ellenáll a benne szállított különböző közegeknek is. Ez az előnyös tulajdonsága teszi lehetővé, hogy a rézcsöveket az épületgépészet teljes vertikumában (a hideg- és melegvízellátás, központi fűtés, hűtéstechnika, gázszállítás, kórháztechnika területe) alkalmazni lehessen.

A széles körű felhasználási területet figyelembe véve ma a rézcsöveknek rendkívül széles választékával találkozunk. A rézcsöveket gyártják:

– szálban, 5 m hosszúságban, kemény, félkemény és lágy kivitelben, továbbá

– lágy kivitelben tekercsben, külső műanyagbevonattal és bevonat nélkül.

A rézvezetékek széles körű hazai alkalmazása 1987 után kezdődött meg ismét.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy azok a szakemberek, akik a gyakorlatban is kipróbálták, ma már lehetőség szerint csak ezt a szereléstechológiát alkalmazzák, hiszen a nagyfokú megbízhatóság mellett számos további előny is jelentkezik: kisebb szállítási költség, olcsó és minimális szerszámgéniy, valamint a szerelésre fordított idő is jelentősen csökken. Mindezek alapján reálisan várható, hogy a réz alkalmazása az épületgépészet területén az elkövetkező években tovább fog növekedni.

1. Réz- és acélcsőves szerelés-technológia összehasonlítása központifűtés- és vízszelés esetén

Külföldön a fejlett ipari országokban az épületgépészet különböző területein több évtizede széles körben alkalmazzák a gyors szereléstehnológiákat. Irodalmi adatok szerint a víz- és a fűtési vezetékek 40–90%-a készül rézcsőből, országonként változóan.

Az anyag tulajdonságai nagymértékben meghatározzák a szereléstehnológiát, ezért a rézcövek alapvető tulajdonságait is ismertetjük.

A csövek anyaga foszforral dezoxidált, oxigénmentes réz, amely az MSZ EN 1057 szabvány szerint Cu-DHP vagy CW024A minőségjelű lehet. Installációs célra ajánlott minősítő intézetek (pl. a német RAL) által bevizsgált, az MSZ EN 1057 szabvány előírásain és követelményein túlmenő vizsgálati előírásoknak és követelményeknek is megfelelő rézcövet alkalmazni. A minősítést jelölő egyszerűsített RAL jelzés a rézcövön:



A csövek lágy, félkemény és kemény állapotban, bevonattal vagy bevonat nélkül kerülnek forgalomba. Tekercselt kivitelben $\varnothing 6$ mm– $\varnothing 22$ mm között gyártják, általában 1 mm-es falvastagsággal. Szálban $\varnothing 6$ mm– $\varnothing 54$ mm közötti méretekben kerülnek általában forgalomba.

A rézcövek szerelésénél kapilláris forrasztást, présidosmos kötést, vagy vágógyűrűs, illetve szorítógyűrűs kötések alkalmaznak. A nemzetközi élvonalat képviselő gyártók termékei ún. fokozott korrózióállóságú, belül oxidbevonattal ellátott rézcövek.

A következőkben táblázatos formában hasonlítjuk össze azokat a fontosabb tényezőket, amelyek a réz- és acélcsőves szereléstehnológia alkalmazása esetén jellemzőek és meghatározóak. (1. táblázat)

2. A rézcső jellemzőinek ismertetése

A réz a régi kultúráktól a jelen korig szinte semmit nem veszített vonzerejé-

1. táblázat Réz- és acélcövek összehasonlítása

	Rézcső	Acélcső
csőméretek megadása	metrikus rendszerben	coll rendszerben
fajlagos súly	kisebb	nagyobb
szállíthatóság	kedvezőbb és olcsóbb	általában teherautóval
raktározás	könnyebb	helyigényesebb
szerelési műveletek bonyolultsága	egyszerű, élőmunka-takarékos szerelés, nincs menetvágás, hegesztés	bonyolult élőmunka-igényes szerelés, menetvágás, hegesztés szükséges
darabolás	egyszerű	nehéz
hajlítás	egyszerű, lágy rézcövek nagy ívben kézzel is hajlíthatók	nehéz, csak drága berendezéssel is időigényesen hajlítható
menetvágás	nem szükséges	szükséges
kötéstehnika	egyszerű, általában lágy forrasztás	bonyolult hegesztett és metes kötések
kötések gyakorisága	fűtésnél (tekercs esetén) csak a szerelvényeknél van	0,8–1 m csőhosszra esik egy kötés átlagban
korrózióvédelem	nem szükséges	szükséges (rozsdátlanítás, fűtővezetékeknel rendszeres mázolás)
szigetelés	műanyaggal gyárilag bevont csöveknél nem szükséges	vízellátásnál mindig, fűtésnél esetenként szükséges
csőnyomvonal-vezetés	egyszerű, fűtésnél az aljzatban vezethető	bonyolult élőmunka-igényes, nagyobb helyigényű
élőmunkaigény	előnyös	rendszerből függően a rézcsőves szerelés 2–5-szöröse

ből, az anyagok között minden tekintetben az egyik legkorszerűbb. Tulajdonképpen egy fél-nemesfém, ezért rendkívül jó a korrózióállósága.

A réz az épületgépészetben használatos hideg-, melegvíz- és fűtőcsövek (beleértve a padlófűtést is) évtizedek óta bevált anyaga.

A rézcöveket csupasz és műanyag köpennyel ellátott formában, tekercs és szál kivitelben egyaránt gyártják.

A megengedhető max. üzemi nyomás 3,5-ös biztonsági tényező és 200 N/mm²-es szakítószilárdsági érték fi-

gyelembevételével van megadva, 100 °C üzemhőmérsékletig.

Az installációs rézcövek tulajdonságai közül kiemelést érdemelnek a következők:

- nagyfokú korrózióállóság
- öregedésállóság
- a réz baktériumölő képessége (a legtöbb baktériumra pusztító hatást gyakorol)
- természetes anyag, újra felhasználható, környezetkímélő

A rézcövek szilárdsági paraméterei lehetővé teszik kis falvastagság alkalmazá-

sát. Amint az előzőekben leírtakból látszik, a rézcső könnyen megmunkálható, alakítható, jól forrasztható, hegeszthető, termikus hosszváltozása kicsi és abszolút gáztömör.

A szilárdsági és műszaki adatokat a 2. és a 3. táblázat tartalmazza.

3. Rézcsöves szereléstéchnológiák

Általános szempontok a víz- és fűtőhálózatok szerelésénél

3.1 Korróziós kérdések

Előzőleg ugyan hangsúlyoztuk, hogy a réz rendkívül jól ellenáll a korróziós hatásoknak, és ezt a tényt évezredes tapasztalatok bizonyítják, a szakember számára azonban fontos azoknak a körülményeknek a megismerése, amelyek a réz csőhálózatok sok évtizedes zavartalan üzemeltetési feltételeit lehetővé teszik.

Helytelen üzemeltetési körülmények között a legbiztonságosabban megtervezett berendezés vagy gép is tönkremehet. Bizonyos feltételek figyelmen kívül hagyása a réz vezetékrendszer károsodását idézheti elő. Annak érdekében, hogy ezt elkerüljük, célszerű néhány alapvetően fontos szabályt a tervezés és a kivitelezés során betartanunk.

3.1.1 Fűtési rendszerek

A csőrendszerek kialakításánál kerülni kell a réznek (köznapi szóhasználatban vörösréznek) az acélcsőhöz vagy acél anyagú szerkezethez (pl. fűtőttest) közvetlen csatlakoztatását. Ilyen esetben a csatlakozó fémek közé „szigetelőelemet” kell közbeiktatni. Fűtési rendszerekben az acéllemez radiátor és a rézcső közé bronz-, sárgaréz vagy nikkelezett sárgaréz szerelvényt kell szerelni. Alumínium fűtőttest esetén a fűtőttesthez kadmiumozott közcsavart, majd ahhoz bronz-, sárgaréz vagy nikkelezett sárgaréz szerelvényt kell csatlakoztatni és csak azután szabad a rézcsövet szerelni. Acéllemez radiátorok alkalmazása esetén nem okoz problémát, ha a rendszer nyitott. Alumínium fűtőttestek esetén azonban csak zárt fűtési rendszerek alkalmazha-

2. táblázat Szilárdsági adatok MSZ EN 1057 szerint

Keménység	Szakítószilárdság R_m (N/mm ²)	Hajlíthatóság
lágy (R220)	min. 220	kézzel és hajlítószerszámmal hidegen hajlítható
félkemény (R250)	min. 250	hajlítószerszámmal hidegen hajlítható
kemény (R290)	min. 290	hidegen nem hajlítható

3. táblázat A leggyakrabban használt rézcsövek jellemző adatai

Külső átmérő és falvastagság (mm)	szilárdsági állapot	hossz (m)	kb. megfelelő horg. ac. cső	súly (kg/m)	űrtartalom (l/m)	max. üzemi nyom. (bar)
15 x 1	lágy félkemény kemény	25–50/tek. 5/szál 5/szál	1/2"	0,39	0,133	82
18 x 1	lágy félkemény kemény	25/tek. 5/szál 5/szál	3/4"	0,48	0,201	67
22 x 1	lágy félkemény kemény	25/tek. 5/szál 5/szál	1"	0,59	0,314	54

tók. Zárt fűtési rendszerekben a vízben oldott oxigén mennyisége igen kicsi, így az oxidáció veszélye elhanyagolható.

Természetesen nyitott rendszerek esetében is meg kell akadályozni a tágulási tartályban a víz keringését, és így az oldott oxigéntartalom növekedését. Amennyiben egy rendszerbe folyamatosan oxigén jut, akkor acél fűtőcsövek alkalmazása esetén is bekövetkezik az acél szerkezeti elemek korróziója.

Betonba, illetve falhoronyba szerelt rézvezetékek esetén elő kell írni, hogy a vezeték nem érintkezhet savas vakolattal, savas cementekkel és kokszzporral. Biztonsági okokból célszerű ilyen esetekben műanyagbevonatos rézcsövet alkalmazni. Ma már padlófűtések szerelésénél is leginkább műanyagbevonatos rézcsöveket alkalmaznak.

Ezáltal kizárható, hogy az üzemeltetés során esetleg használt agresszív mosószer a padlószerkezetbe bejutva, a rézcsövek külső felületét megtámadják.

3.1.2 Ivóvízhálózatok

A réz teljes mértékben korrózióálló az olyan ivóvízzel szemben, amelyik kielégíti „Az emberi fogyasztásra szánt vízminő-

ség”-re, azaz a szabvány által meghatározott ivóvízminőségre vonatkozó követelményeket.

Kivételes esetekben korróziós károsodás fordulhat elő olyan lágy, természetes sókban szegény, savanyú vizekben, amelyek pH értéke 6,5 alatt van. Ezek a vizek azonban vegyi és bakterológiai tulajdonságaik miatt emberi fogyasztásra már eleve nem alkalmasak. Ilyen vizek rendkívül ritkán, ásott kutak esetén fordulhatnak elő.

Általános szabályként elfogadhatjuk, hogy a korrózió veszélye kizárható, ha a víz pH értéke 6,5 és 9,5 között van.

Korábban – kezdetleges csőhúzási technológia következtében – előfordult, hogy a rézcső felületén vékony, széntartalmú filmréteg alakult ki. (A csőhúzáskor ugyanis széntartalmú kenőanyagokat alkalmaztak.) A cső belsejében a széntartalmú film fajlagos tömege elérhette a 4 mg/dm² értéket, így kialakulhatott az ún. 1-es típusú lyukkorrózió feltétele. Az érvényben lévő szabályok (pl: MSZ EN 1057) ma már legfeljebb 0,2 mg/dm² széntartalom-értéket engedtek meg. Ez pedig azt jelenti, hogy a ma gyártott rézcsöveknél nincs meg az 1-es típusú lyukkorrózió kialakulásának feltétele. Az előzőekben felsorolt korróziós kockázatok a gyakorlatban igen

ritkán fordulhatnak elő. Nagyobb problémát okoz azonban, ha az egymáshoz csatlakozó csövek anyagát helytelenül választjuk meg.

Ivóvízhálózatokban – a fűtőberendezésektől eltérően – mindig van oldott oxigén. A réz a vízben oldott oxigénnel reakcióba lép és kialakul a cső falán egy rézoxid védőréteg. A rétegtékeződési folyamat alatt a vízben mindig van nagyon kis mennyiségű oldott vörösréz. Ez az oldott réz, ha horganyzott acéllal érintkezik, először lebontja a horganyt, majd a vasat is korrodálja. A horganyzott acél vezetékben vagy berendezésben a réz által okozott pontkorrózió jön létre. Ezért nagyon fontos szabály, hogy **az áramlás irányából a horganyzott csőből készült szerkezeti elemek legyenek elöl, és ezeket kövesse a rézvezeték.** Ezt a szabályt használati melegvíz-vezetékek szerelésénél is be kell tartani. Amennyiben cirkulációs vezetékkel alakítanak ki, úgy az egész hálózatot rézből kell elkészíteni.

Összefoglalóan megállapítható: ha a réz fűtési és vízellátási rendszereknél az előzőekben felsorolt előírásokat betartjuk, több évtizeden keresztül problémamentes üzemeltetési feltételeket biztosíthatunk. A jól megtervezett és kivitelezett berendezésben érvényesülnek a réz előnyös tulajdonságai. Nem következik be lassú korrózió, mint az acél-, illetve horganyzott acél hálózatoknál, ugyanakkor a műanyag vezetékkel ellentétben a rézcsövek mechanikai tulajdonságai az idő folyamán nem változnak, a rézvezetékek nem öregednek.

3.2 Központifűtés-szerelés

3.2.1 Központifűtés-szerelés műanyag bevonatos lágy rézcsőből

A műanyag bevonatos rézcsöveket két rendszerben lehet szerelni:

a. Egycsöves rendszer

b. Kétsöves rendszer

15 x 1 vagy 15 x 0,8-as fűtőcsővel, központi elosztóval az előbbi, vagy 12 x 1-es, ill. 12 x 0,8-as méretű fűtőcsövekkel az utóbbi megoldást. Kizárólag fűtéshez gyártják a 14 x 0,8-as csövet.

Mindkét rendszer lényeges tulajdonsága, hogy a fűtőcsöveket kötéseik nélkül az aljzatba (esztrichbe) fektethetjük.

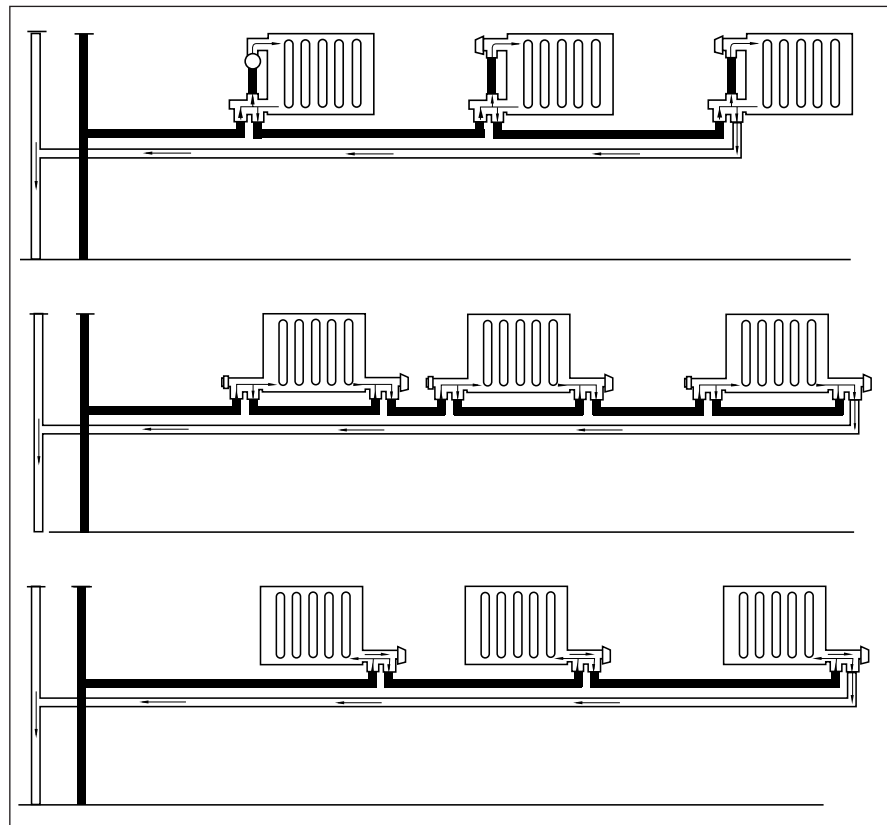
Egycsöves rendszer

Gazdaságossága következtében az utóbbi években egyre jobban terjed. Jellemzője a lakásonként vagy emeletenként kialakított körvezeték, amelyre a fűtőtestek csatlakoznak. Különleges szelepekkel érhető el, hogy a körfolyamatban lévő vízmennyiségnek csak egy bizonyos része (kb. 20–60%-a) folyik át az egyes fűtőtesteken. Jellemzője továbbá, hogy a fűtővíz-hőmérséklet fűtőtestenként változik (az áramlás irányának megfelelően csökken). Az egy körre csatlakoztatható radiátorok számát, valamint a radiátorok nagyságát számítással kell meghatározni. A köröket hidraulikai szempontból ellenőrizni kell. A lehetséges kialakításokat az 1. ábra szemlélteti.

Kétsöves rendszer

Mindegyik fűtőtest saját előremenő és visszatérő vezetékkel csatlakozik a központi osztó-gyűjtőre.

1. ábra Egycsöves rendszer



A szivattyú méretezéséhez a leghosszabb vezetékben keletkező nyomásvesztés és az összes vízmennyiséget kell figyelembe venni. A lehetséges kialakításokat a 2. ábra szemlélteti.

A szerelés folyamata, csőfektetés mindkét rendszernél

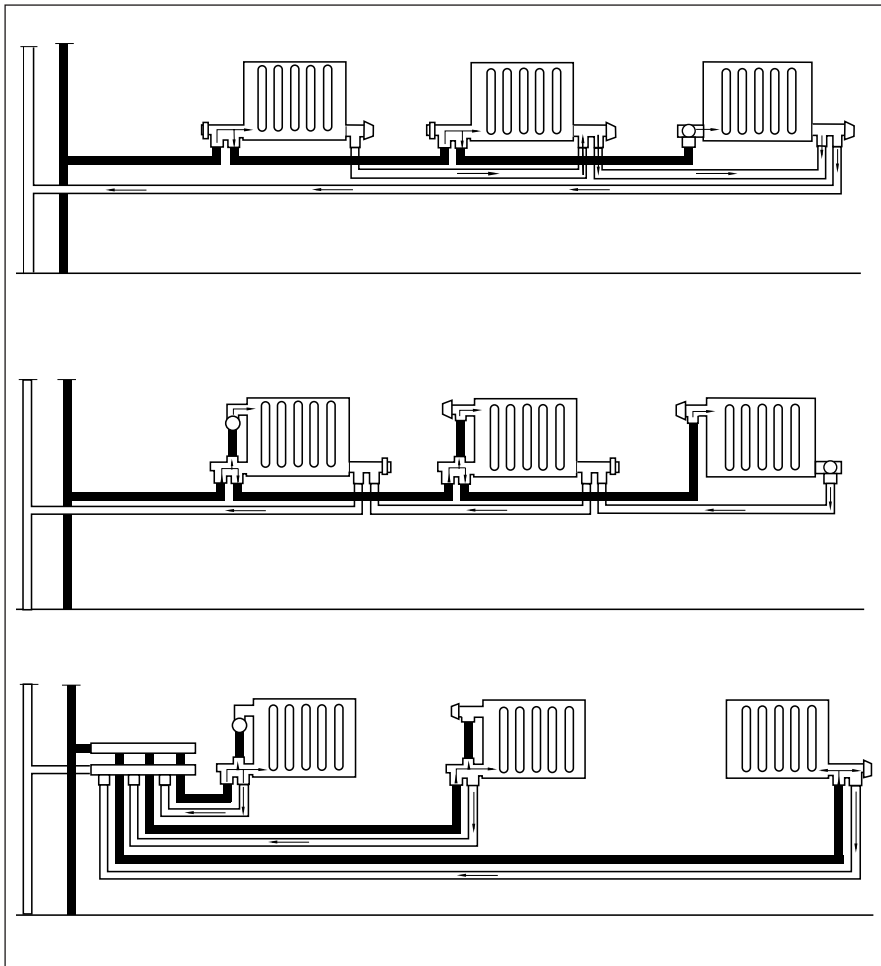
A szerelés folyamatát az 5. fejezet részletezi.

Csővek szigetelése

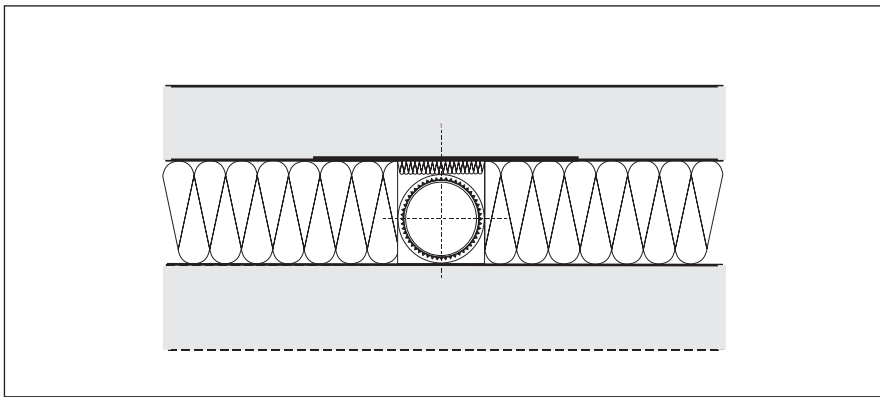
A csövön lévő gyárilag készített műanyag bevonat általában megfelelő hőszigetelést biztosít. Ha elkerülhetetlen a külső falon történő elhelyezés, akkor pótlólagos szigetelés szükséges. Ugyancsak pótlólagos szigetelés szükséges parkettás helyiség esetén is. Aljzatban történő elhelyezés helyes módját a 3. ábra szemlélteti.

Hőtágulás

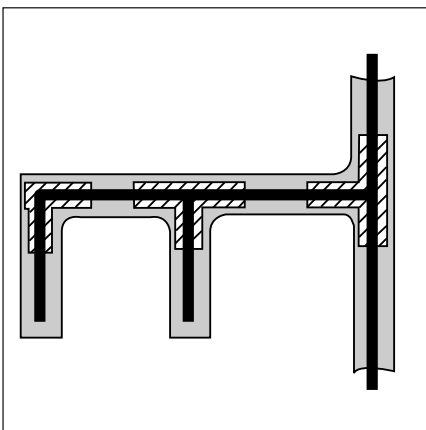
1 m rézcső az átmérőtől függetlenül 60 °C hőmérséklet-különbség esetén 1 mm-rel lesz hosszabb. Ezt a csövek szerelésekor figyelembe kell venni. A csöveknek tá-



2. ábra Kétcsöves fűtési rendszer



3. ábra



4. ábra

gulasi lehetőséget kell biztosítani, mert ellenkező esetben a keletkező feszültségek miatt a csőben, idomban vagy a kötésben repedés keletkezhet, s így tömítetlenség adódik.

Alapszabály, hogy két fix pont között a cső számára tágulási lehetőséget kell biztosítani. Rövid csőszakaszok esetén ezt célirányos csővezetéssel és a csőbilincsek helyes elrendezésével lehet megvalósítani.

A csőbilincsekben és a falon vagy födémbe való átvezetéseknel a csövet úgy kell megfogni, hogy az a hőtágulás hatására el-

mozdulhasson (csúszhasson). Ha a tágulás megfelelő csővezetéssel nem oldható meg, akkor tágulási íveket vagy kiegyenlítőket kell beépíteni.

Vakolat alatti szereléskor és aljzatban figyelembe kell venni, hogy a táguló helyeket nem szabad szilárdan beépíteni (bevakolni, bebetonozni). Az íveket elágazáskor alkalmas szigetelőanyaggal kell burkolni (pl. POLIFOAM), amelyet a 4. ábra szemléltet.

A műanyaggal bevont rézcsöveket max. 90 °C hőmérsékletig 3 m csőhosszig a két ív között kiegészítő tágulási párna nélkül is be lehet építeni, mert a műanyag burkolat párnahatása veszi fel a nyúlást.

3.2.2 Központifűtés-szerelés félkemény és kemény rézcsővel, kapillárisan forrasztott kötésekkel

A fűtési rendszer szintén lehet egy- és kétcsöves, amelyek kialakításának vázlatát az 1. és 2. ábra szemlélteti.

A csövek elhelyezhetők az aljzatban (esztrichben), a falban és falon kívül. A csövek általában bevonat nélküliek, de beszerezhetők műanyag- és hőszigetelőanyag-bevonattal is. A kötések kapillárisan forrasztott csőidomokkal, nem oldható kivitelben készülnek.

Aljzatban való elhelyezésnél mindig keményforrasztásos kötetést kell alkalmazni. A forrasztás szakszerű előkészítése és elvégzése lényeges hatással van a rendszer későbbi üzembiztonságára.

A forrasztás technológiai ismertetését részletesen a 3.4.1 fejezet tartalmazza, amely fűtési és vízellátási rendszerekben azonos.

A csövek méretezése során a vonatkozó szabványok, előírások szerint kell eljárni.

Csővek szerelése

Födémbe, vagy egyéb szerkezeteken való csőátvezetésnél csőhüvelyt (védő csövet) kell alkalmazni (pl. műanyag csövet). Átvezetéseknel vagy horonyban való szerelésnél a csupasz rézcső közvetlenül gipsszel, vakolattal vagy betonnal lehetőleg ne érintkezzen, a korróziós kockázat miatt. Ennek kiküszöbölésére a ve-

zetéket burkolni kell (filc, polifoam csőhéj-szigetelés stb.)

A csőmegfogásokra az erre a célra kifejlesztett műanyag bilincsek szolgálnak. Ennek hiányában a hagyományos csőbilincsek is alkalmazhatók, de a bilincs és a rézcső közé minden esetben szigetelőanyagot (szigetelő szalag, műanyag-, ill. gumilap) kell elhelyezni. A bilincsek elhelyezésénél figyelembe kell venni a dilatációt. Ívek, hajlatok, könyökök közelébe csőmegfogások nem tehetők.

A párhuzamosan vezetett fűtési csövek tengelyvonalai közötti távolság 4 D legyen. Menetes szerelvényekhez való csatlakozások átmeneti idomokkal oldhatók meg. Az idom egyik oldalára az előre kialakított szükséges méretű menetre hagyományos módon rögzíthetők a szerelvények, s a másik felére forrasztható a rézcső. Az esetlegesen alkalmazott fekete vagy horganyzott acélcsővekhez való csatlakozás szintén az átmeneti idomokkal valósítható meg.

Csővek szigetelése

A rézcső-vezetéseket a hővesztés ellen a hagyományos acélcső-vezetéseknél használatos anyagokkal szigetelni kell (filc, POLIFOAM csőhéj stb.) Aljzatban való elhelyezésnél, ha a cső felett parketta van, a szigetelés mindenképpen célszerű a parketta védelme miatt.

A csővezeték tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a vezetékek lehetőleg ne a külső falakba kerüljenek, a hővesztés csökkentése érdekében.

Csővek védelme külső hatások ellen

Falon kívüli elhelyezésnél korrózió elleni védelemre, a réz nagyfokú korrózióállósága miatt, még nedves helyeken sincs szükség. Azokban a ritka esetekben, amikor a rézcső-vezetéseket agresszív légkörben (pl. istállókban, galvanizáló helyiségekben, ammónium-, nitrit- vagy szulfidtartalmú környezetben stb.) kell vezetni, műanyagbevonatos rézcsöveket célszerű alkalmazni.

Falon kívüli szerelésnél gondoskodni kell a csővezeték mechanikai védelméről is. Ez általában eltakarással oldható meg. Egyéb

szempontok (hőtágulás, a réz és más anyagok kölcsönhatása) az előző, 3.1.1 és 3.2.1 fejezetekben közöltekkel egyezők.

Oldható kötéseknél, eltakart vagy vakolatba helyezett vezetéseknél a hozzáférhetőséget mindig biztosítani kell, az esetleges utánhúzás szükségessége miatt.

Kapilláris forrasztással létesített kötések elvakolhatók (eltakarhatók).

A bevonat nélküli csövek szigetelését – a körülményektől és helytől függően – el kell végezni (hővesztések csökkentése, esetleges páralecsapódás elleni védelem stb.).

3.3 Rézcsöves padlófűtés

A fűtéstechikában a padlófűtést az 50 °C alatti vízhőmérsékletből adódó gazdaságos energiafelhasználás, a helyiség optimális hőmérséklete nyújtotta előnyök miatt régóta szívesen alkalmazzák. A rézcső, mint a padlófűtés anyaga, több ge-

neráció alatt bizonyította kiváló tulajdonságait, élettartamát.

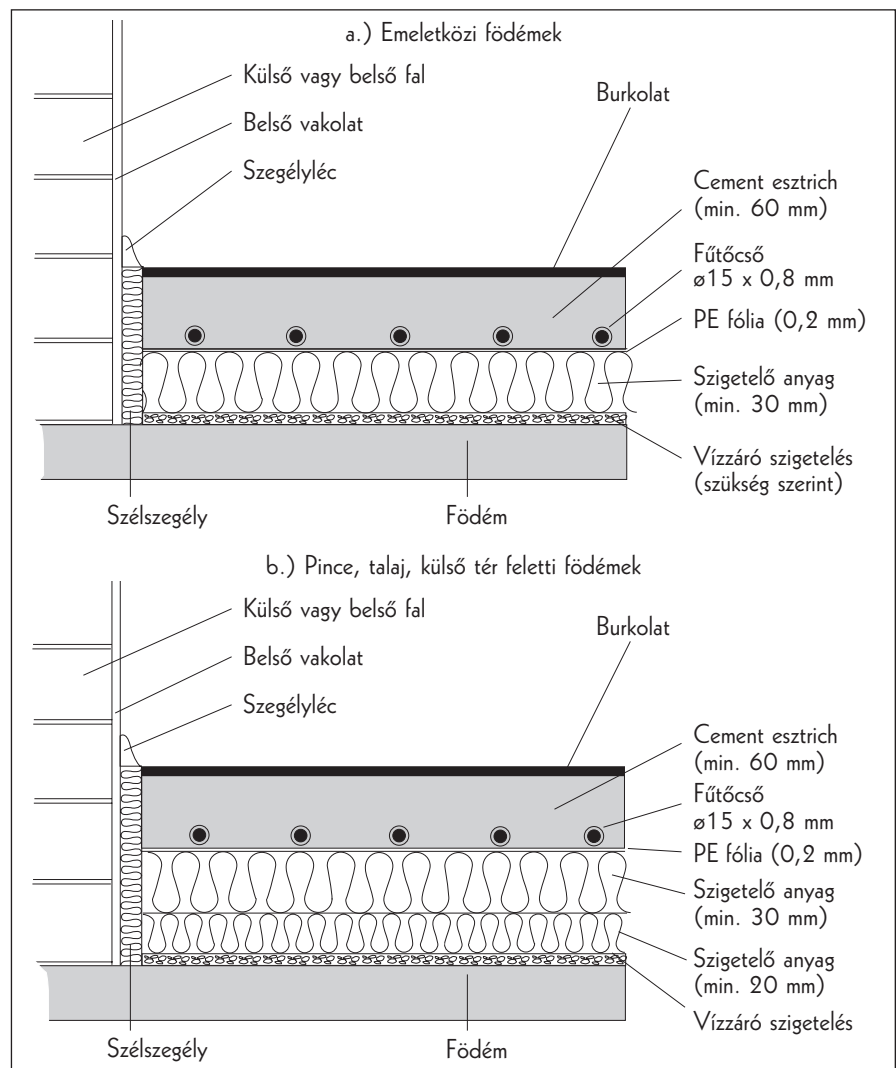
3.3.1 A padlófűtés rétegrendszerének kialakítása

A rétegrendszer kialakításánál az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- a födém kellően sík legyen,
- az egyes rétegek gyorsan és egyszerűen legyenek szerelhetők,
- az ún. „nedves” fektetési eljárás alkalmazható legyen,
- lehetőleg minél kevesebb rétegre legyen szükség,
- üzembiztos (oxigén, diffúziómentes), gazdaságos működést, megvalósítást tegyen lehetővé.

Hazai viszonylatban általában hő- és hangszigetelő rétegnek lépésálló kőzetgyapotot, therwoolint vagy hungarocell (nikecell) lemezt alkalmaznak.

5. ábra A műanyag bevonatos rézcső padlófűtési rendszerhez javasolt rétegrendje



Külföldön általában polisztirol keményhabot, illetve poliuretán lemezeket alkalmaznak. Felületükre alumínium pigmentált PE-fólia vagy speciális műanyag réteg van kasírozva 3 cm-es öntapadó átlapolással. Ezen szigetelő lemezek alkalmazása esetén a külön fóliával való lefedés szükségtelen.

Javasolt szigetelőréteg-vastagságok:

- pince, talaj és külső tér feletti födémeknél: 50 mm hőátbocsátási ellenállás szigetelőanyagtól függően
kb.: 1,25 m²K/W
- közbülső födémeknél: 30 mm hőátbocsátási ellenállás
kb.: 0,75 m²K/W

A helyes rétegrend-kialakításokat az 5.a. és b. ábrák szemléltetik.

A nedves fektetési eljárásnál (rábetonozásnál) a vízszigetelésre különös gondot kell fordítani. A szélszigetelő sávok gondos fektetése lényeges a jó lépésszaj tompítása és az esztrich akadálytalan hőtágulása szempontjából. (Az esztrich 5 mm-es mozgását tegyék lehetővé.)

3.3.2 Csőfektetés

A csőfektetést csiga alakban vagy meander (kígyó) alakban végezhetjük. (Lásd a 6. ábrákat)

a) A csiga alakú vagy bifiláris fektetésnél az egymás melletti előremenő és visszatérő vezetékek egyenletes padlőhőmérsékletet biztosítanak. A 90°-os ívek kézzel is hajlíthatók.

b) A meander alakú fektetésnél az előremenő és visszatérő ág közti folyamatos fűtővízhőmérséklet-csökkenés miatt a helyiségben is hőmérsékletesés adódik. (Ez egyes esetekben viszont kívánatos, pl. ha a fajlagos hőleadásnak a külső falak és ablakok mentén nagyobbak kell lennie, mint a helyiség belsejében.)

A meander alakú fektetés 20 cm-nél sűrűbben hajlítható szerszám nélkül nem készíthető el.

A sűrűbb szélzóna-kialakítás mindkét fektetési módnál megvalósítható a 6.c. és d. ábrák szerint.

3.3.3 Padlóburkolatok

Korlátlanul alkalmazhatók a természetes kő- és kerámiaburkolatok (márvány, klincker, kerámia stb.).

Ezen burkolatok alkalmazása esetén gondolni kell a burkolat hőtágulásának biztosítására (4–5 mm széles fugával való fektetés, hőálló rugalmas műanyag kittel való kitöltés).

Szőnyegpadló esetén a hővezetési ellenállás nem lehet nagyobb 0,15 m² K/W-nál. Parkettánál a hőkezelt, vékonyabb típusok (szalag- és mozaikparketta) alkalmazása célszerű.

A burkolatot csak az aljzatbeton kiszáradása után szabad lefektetni, nehogy a betonból távozó vízgőz nyomása a burkolatot „megemlje”. A fektetés során ügyelni kell arra, hogy az esztrich és a padlóburkolat alsó lapja között levegőréteg vagy levegőzárványok ne maradjanak.

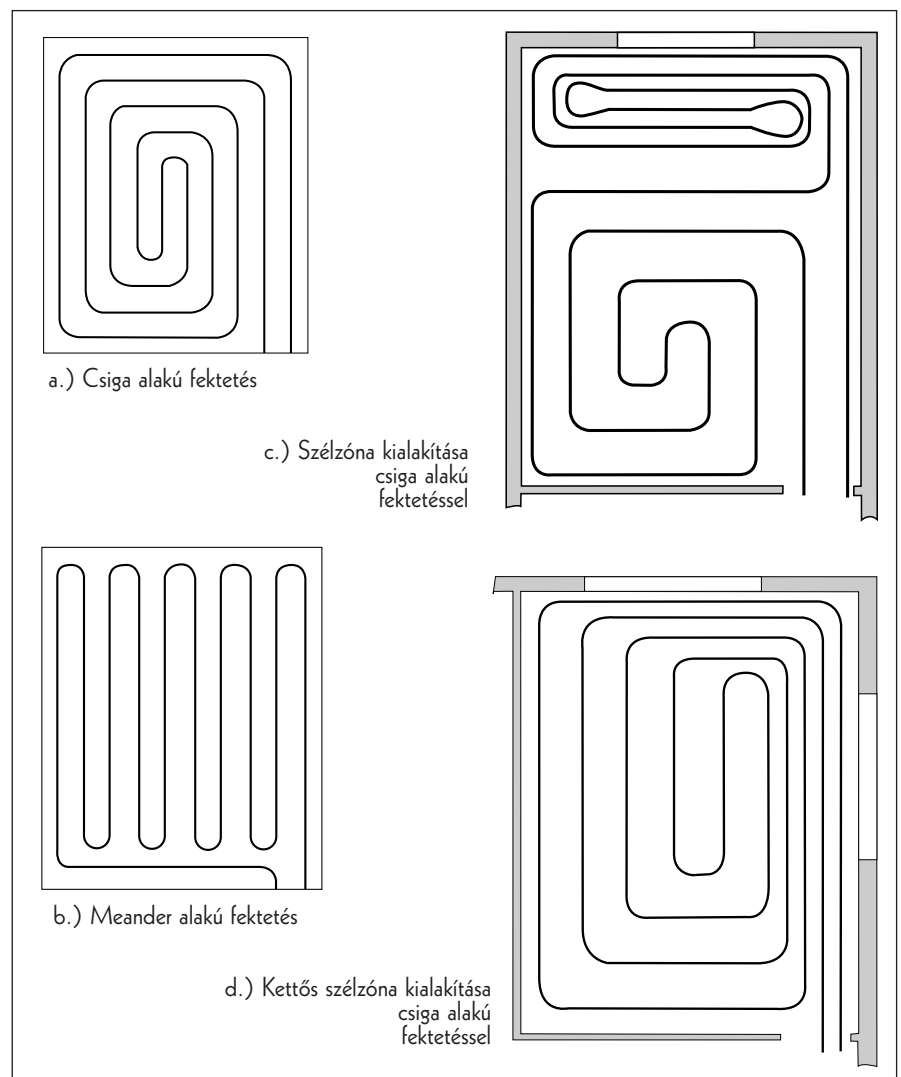
Ezért a szőnyegpadlót, parkettát és rugalmas padlóburkolatot (PVC, linóleum) a teljes felületen 50 °C-ot tartósan álló anyaggal kell ragasztani.

3.3.4 Kivitelezési előírások a rézcsöves padlófűtés szerelésére

A padlófűtés szerelésénél az alábbiakat kell betartani:

- a csöveket vízszintesen, lejtés nélkül kell fektetni.
- az áramköröket egy szál csőből kell készíteni. Amennyiben ez elkerülhetetlen, csak keményforrasztásos kötés engedhető meg.
- a csöveket beépítés előtt szemrevételezéssel meg kell vizsgálni és csak sérülésmentes csövet szabad fektetni.
- a cső legkisebb hajlítási sugara 100 mm (ha nem használunk hajlító szerzőt).

6. ábra Csőfektetési formák



- fektetés után az áramköröket nyomáspróbnak kell alávetni, nyomás nagysága: 5 bar, nyomás ideje: 12 óra.
- fektetés előtt a csöveket ki kell mosni, majd ledugózni (a dugókat kivenni közvetlen az osztóra, ill. gyűjtőre való csatlakozás előtt szabad).
- a csőhálózat bebetonozása csak megfelelő konzisztenciájú, 4 mm szemcse-nagyságú, hígfolyós betonnal történhet.
- padlófűtéssel ellátott helyiségek határoló falainál körbe rugalmas tömítőszalagot kell elhelyezni (byturán vagy Isolyth) a csőtágulás kompenzálására.
- a csőhálózat szerelését 0 °C felett kell végezni (nyomáspróba és leürítési nehézség miatt).

A padlófűtés kivitelezésének műveleti sorrendje:

- aljzatbeton készítése.
 - 20 cm átlapolással 0,2 mm műanyagfólia leterítése.
 - hőszigetelő lemez elhelyezése.
 - rugalmas falszegély felragasztása (5–10 mm vastag, 13 cm magas).
 - 20 cm átlapolással műanyag fólia leterítése.
 - csövekből a dugó kivétele után csatlakoztatás az osztóhoz, ill. gyűjtőhöz.
 - terv szerinti nyomvonalon a vezeték lefektetése, vízszintes ellenőrzése, nyomáspróba megtartása.
 - a csővezeték nyomás alá helyezése.
- Betonozás előtt a csőhálózat közé téglákra szögtelenített pallókat kell helyezni. A betont célszerű pallókon, gumikerekű talicskával szállítani. A betonozást zárt ablakoknál kell végezni, a napsütötte felületek árnyékolását biztosítani kell. A beton nedvesítéséről 30 napon át zárt ablak mellett kell gondoskodni.
- Az első próbafűtést a 30. nap után lehet megtartani. Kerámiaburkolat készítésekor 4–5 mm széles fugákat kell kialakítani, a hőtágulásból keletkező feszültségek elkerülése érdekében. (A fugákat célszerű rugalmas kittel kitölteni.) A burkolatot csak az aljzatbeton kiszáradása után szabad lefektetni, nehogy a betonból távozó vízgőz nyomása a burkolatot megemlje.

3.4 Vizellátás szerelése rézcsőből

3.4.1 Kapilláris forrasztásos technológia

A forrasztás az egyik legrégebbi kötésmód, amely műszaki és gazdasági szempontból a legkedvezőbb eljárások közé sorolható. A forrasztási technológia mai fejlettségi állapotát új, az alapfémekhez és a kötések igénybevételéhez igazodó forrasztóanyagok, célszerű technológia és nagyfokú automatizálás jellemzi.

A kapilláris forrasztás munkafázisai:

- a csövek és idomok előkészítése, a forrasztandó felületek megtisztítása.
- a forrasztandó felületekre a folyósítószert felhordása.
- a forrasztási hely felmelegítése a forrasztási hőmérsékletre.
- a forrasztóanyag adagolása, megolvasztása és a kötés elkészítése. (A kötés akkor jön létre, amikor az első felesleges forrasztóanyag-csepp a tokon kívül megjelenik.)

A rézvezetékek forrasztható idomokkal történő szerelésénél (kötésénél) az úgynevezett kapillárforrasztást kell alkalmazni. Az egymásba helyezett összekötendő csőfelületek között egyenletes méretű és csőmérettől függően max. 0,25 mm-es rés engedhető meg. A forrasztóanyag saját kapillár aktivitása következtében tölti ki a teljes részt.

A forrasztási rés, a rézszélesség és a forrasztási felületek tisztasága befolyásolja a kapilláris hatást. Nagy rézszélesség és nem kellőképpen tisztított felület a kapilláris hatást csökkenti, a forrasztási rés csak részben lesz kitöltve.

A DIN-előírások szerint a rézcsövek és idomok között a forrasztási rés 0–50 mm csőátmérőig 0,02–0,3 mm. A javasolt átfedési mélységeket a 4. táblázat tartalmazza:

Javaslat különböző forrasztóanyagokra:

A forrasztóanyagok és a folyósítószerek megválasztásánál egészségügyi szempontokat is figyelembe kell venni. Mivel ivó-

4. táblázat

Cső külső átmérő (mm)	Átfedési mélység (mm)
6	5
8	6
10	7
12	7
15	8
18	9
22	11
28	13
35	15
42	18
54	22

víz- és fűtési szerelések forrasztott kötésére hazai előírás nincs, az EN- ill. DIN-előírásokat vesszük alapul kizárólag kapilláris forrasztás figyelembevételével. (Nem foglalkozunk gázvezeték-szerelésekre vonatkozó különleges kikötésekkel.)

A rézcsövek forrasztásánál külön figyelmet kell fordítani a forrasztási hely túlhevülésének elkerülésére.

A forrasztóanyagok olvadási hőmérséklete a lágyforrasztás esetén kisebb, mint 450 °C, keményforrasztás esetén 450 °C-nál nagyobb. A keményforrasztás elkészíthető idommal vagy idom nélkül (csőtágítással). Csak olyan forrasztóanyagokat lehet alkalmazni, amely az egészségügyi előírásokat kielégíti. Hazai előírás hiányában vízvezetékek lágyforrasztásához az alábbi, az MSZ EN 29453 szerinti forrasztók használhatók.

A lágyforrasztáshoz azok a lágyforrasztási folyósítószerek alkalmazhatók, amelyeket az MSZ EN 29454-1, 3.1.1.; 3.1.2.; és 2.1.2.; típusként határoz meg. Feladatuk, hogy a fémes felületet a forrasztóanyag munkahőmérsékletére történő melegedésekor oxidmentesen tartsák és elősegítsék a forrasztóanyag egyenletes eloszlását.

(A betűk jelentése: S: nehézfém; Sn: ón; Cu: réz; Ag: ezüst.)

A jelölésnél lévő szám a %-os mennyiséget jelenti.

A vezeték idomok nélküli keményforrasztásához vagy a kapilláris forrasztási fit-

5. táblázat

Forrasztó	Olvadási hőmérséklet
S–Sn97Ag3	221–230 °C
S–Sn97Cu3	230–250 °C

tingekkel történő keményforrasztásához az MSZ EN 1044 szabvány szerinti forrasztanyagok alkalmazhatók. (6. táblázat) Az esetben, ha sárgarézből vagy vörösötvezetből készült idomokat és szerelvényeket keményforrasztással forrasztanak, a foszfortartalmú CP 105 és CP 203 keményforrasztók csak folyósítószer-

rel használhatók. A fenti forrasztókhoz az MSZ EN 1045 szerinti FH 10 típusú keményforrasztási folyósítószerrel kell használni. (F: folyósítószer, H: keményforrasztás)

A folyósítószer felvitelére – mindkét eljárásnál – a forrasztás utáni tennivalókra (pl. a cső belsejének öblítésére) külön

szabványos előírások vannak. Ugyancsak külön előírások vannak a forrasztás utáni alkalmazására is. (pl. forrasztáskor kiegészítésként forrasztóanyagot kell hozzáadni, hogy a forrasztási rész szükséges feltöltése biztosítva legyen.)

3.4.2 Szorító- és vágógyűrűs kötések szereléstecnológiája

Ez a szereléstecnológia az oldható kötések kategóriájába tartozik. Ezeket általában szerelvények és készülékek csatlakoztatására, valamint rézcsövek és más anyagú csövek összekötésére használják. A kötési módokat a 7. ábra szemlélteti.

Lágy tömitések alkalmazásánál ügyelni kell arra, hogy a csővégek ne tudjanak a csőköthető idomból kicsúszni, ezért lágy csőveknél (a c. ábra szerinti kötésnél) a csőveket belülről mindig ki kell támasztani. Csőkuplungot csak félkemény és kemény csövekhez szabad használni. A b., c., d. ábrák szerinti kötésekhez a hozzáférhetőséget biztosítani kell. Elvakolt (süllyesztett) szerelések esetén ellenőrző nyílásokat kell kialakítani.

3.4.3 Présidomos kötés

Egy speciális szerszámmal egy kötés 4–6 másodperc alatt készíthető el. Természetesen speciális idomok is kellenek hozzá. Az élőmunka-megtakarítás miatt egyre gyakrabban használják.

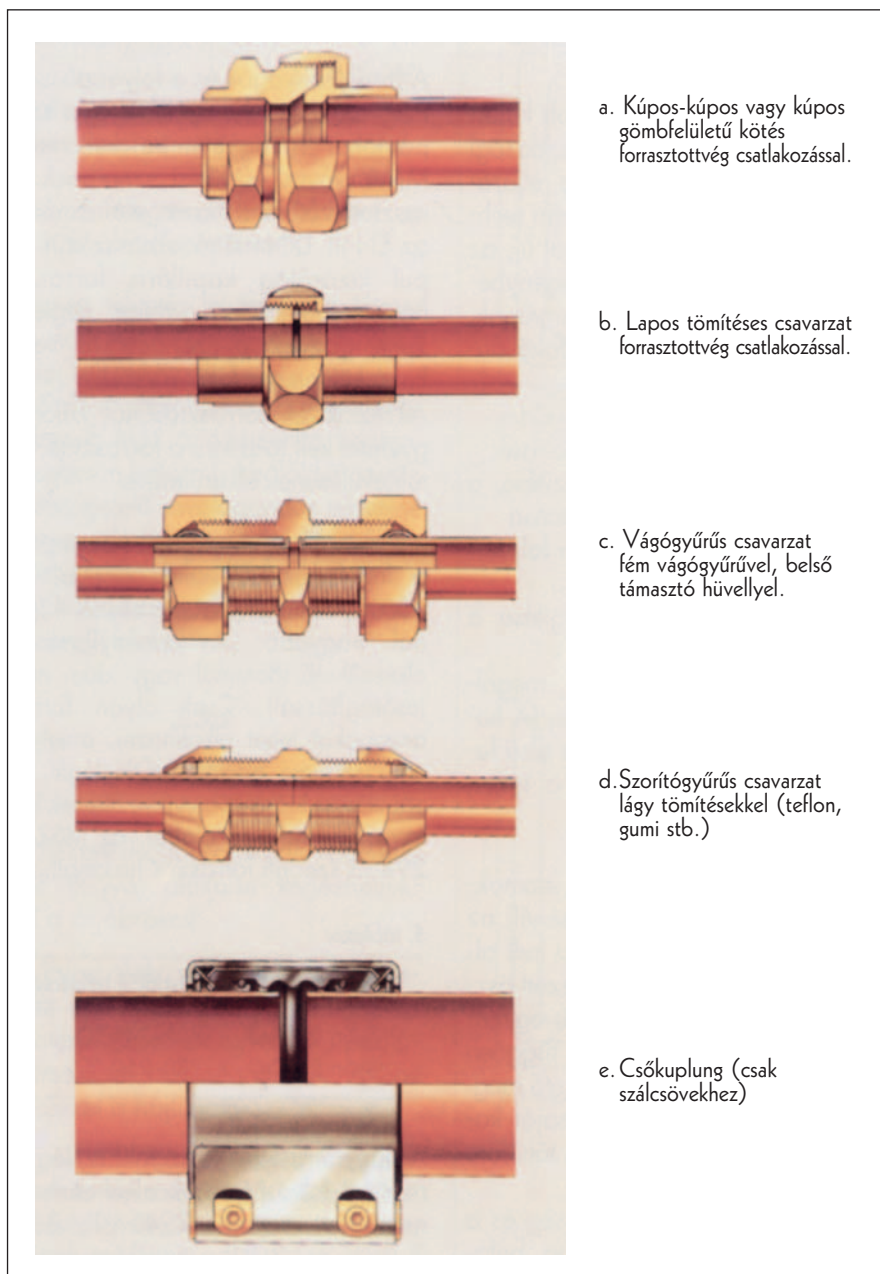
3.4.4 Különböző vízhálózat-kialakítások

Rézcsövek felhasználása esetén, a vízellátó rendszerek szerelésénél, a lágyforrasztásos és az oldható kötések egyaránt alkalmazhatók.

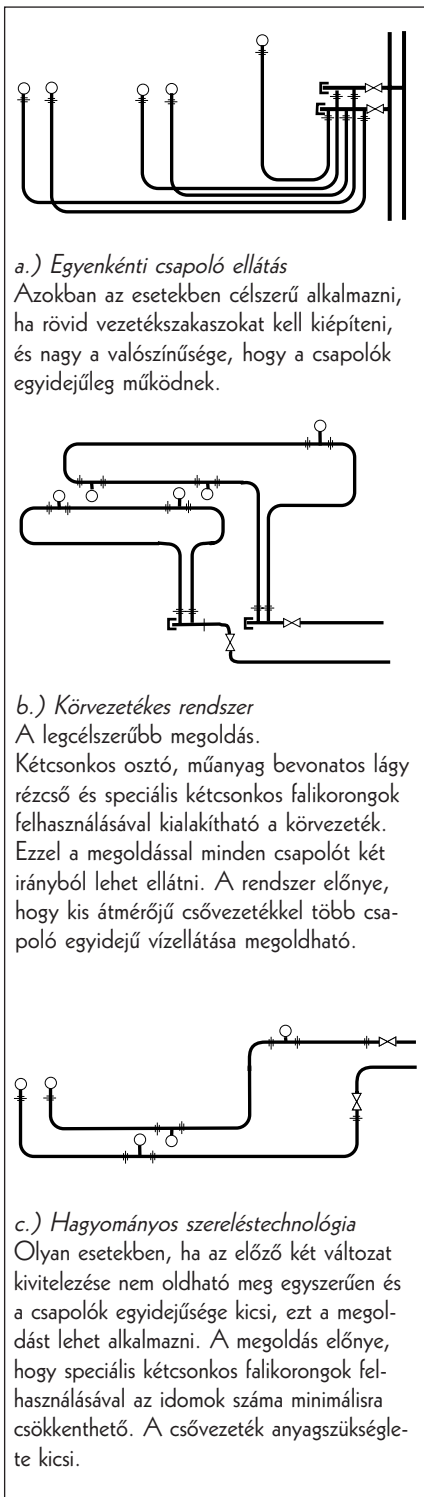
Az utóbbinál a kötéshez mindig hozzáférhetőséget kell biztosítani, azokat tartósan eltakarni (vakolatba helyezni) nem lehet. Ebből adódóan a vezetékek a falon kívül vagy külön csatornában helyezhetők el. (Hétfégi házak, felvonulási épületek, konténer-vizesblokkok, egyéb könnyűszerkezetes épületek stb.)

6. táblázat Keményforrasztanyagok

Forrasztanyagok	Olvadási hőmérséklet	Hőmérséklet	Folyósítószer
AG 106 (L-Ag34 Sn)	630–730 °C	710 °C	
AG 203 (L-Ag44)	675–735 °C	730 °C	folyósítószerrel
AG 104 (L-Ag45 Sn)	640–680 °C	670 °C	
CP 105 (L-Ag 2P)	645–825 °C	740 °C	folyósítószer nélkül
CP 203 (L-Cu P6)	710–890 °C	760 °C	



7. ábra Oldható kötések



8. ábra A vezetékhálózat kialakításának lehetséges változatai

4. Szerelési útmutató műanyag-bevonatos rézcsövekhez

4.1 Rendeltetés és alkalmazás

A műanyag bevonatos installációs lágy rézcső a legkorszerűbb fűtési és vízellátó rendszerek egyik eleme. Számos egyéb területen is alkalmazható különböző légnemű és folyékony anyagok szállítására.

Évtizedek óta bevált csőanyag, kiváló minőség, gyakorlatilag korlátlan élettartam, nagyfokú korrózióállóság (nedves helyeken is), oxigéndiffúzió-mentesség jellemzi. Nincs izapadosás, karbantartást nem igényel, egyszerű és biztos kötésteknológia, nem keletkeznek maradék darabok. A műanyag bevonat tartós védelmet nyújt a külső mechanikai és vegyi behatásokkal szemben is.

Hazai előírások hiányában ezen szerelési útmutató a német DVGW GW 2. sz. munkalapja: „Rézcsövek összekötése tetelken, épületeken belüli gáz- és vízszállításához” tartalmi előírásaira épül, s elsősorban épületek vízellátó és fűtési rendszereinél történő alkalmazásokra vonatkozik. A rézcsövek szerelésére vonatkozó legfontosabb előírásokat alkalmazási területenként a 9. táblázat tartalmazza.

4.2 Műszaki jellemzők

A műszaki jellemzőket táblázatos formában a 7. és 8. táblázatban foglaltuk össze.

A megengedhető üzemi nyomás 3,5-ös bizt. tényező és 200 N/mm²-es szakítószilárdsági érték figyelembevételével van megadva, 100 °C üzemhőmérsékletig. A 15 x 0,8 mm-es csövet csak fűtőtest-csatlakozóvezetéknek vagy padlófűtés-csőként használjuk. (Az MSZ EN 1057 az 1 mm falvastagság alatti rézcsövek használatát hideg- és használati melegvíz-vezetéknek nem engedélyezi.)

7. táblázat

rézcső jellemzői	műanyag bevonat
MSZ EN 1057 szerint	– alapanyag: polietilén, hőálló PVC
– szakítószilárdság: min. 220 MPa	– hőállóság: 95 °C
– nyúlás: A5 min: 40%	– szakítószilárdság: 33 MPa
– anyagminőség: Cu-DHP vagy CW024A	– szakadási nyúlás: 500%
	– kivitel: kívül sima, belül bordázott

8. táblázat

rézcső külső ø x fal v. (mm)	bevonat-vastagság (mm)	megengedhető üzemi nyomás (bar)	vízterfogat (l/m)	rézcső-súly (kg/m)
14 x 0,8	2,0	62	0,121	0,295
15 x 0,8	2,0	64	0,141	0,318
15 x 1,0	2,0	82	0,133	0,391
18 x 1,0	2,5	67	0,201	0,475

4.3 A szerelés folyamata, csőfektetés

Tekercsbontás, darabolás

A csővéget kb. 1 m hosszban kézzel kiegyengetjük. A kiegyengetett csővégre állva a tekercsköteget magunk előtt gurítva egyenesítjük ki a kívánt hosszra. Darabolás elvégzéséhez finom fogazású fűrész javasolható. (9. ábra).

Hajlítás

Kisebb ívek hajlítása kézi hajlító szer számmal végezhető, nagyobb íveket kézzel hajlíthatunk. A földemen – pl. padlófűtés szerelésnél – egyik lábbal a csövön állva, a másik lábunkon lévő cipőnk orra előtt végezzük a hajlítást (180°-os íveknél is). Osztók, gyűjtők, szelepek bekötésénél szükséges hajlításokat mindig hajlító szer számmal végezzük. (10. és 11. ábra)

Műanyag bevonat eltávolítása és sorjátlanítás

A műanyagbevonat eltávolítása szer számmal – amivel egyúttal a külső és belső sorjátlanítás is elvégezhető – vagy készel kb. 20–40 mm hosszban, a szerelvénytől és kötési módtól függően. Késsel történő csupaszításnál a csövön karcok „bevágások” ne keletkezzenek. A csővég sorjátlanítása kívül-belül speciális szer számmal, vagy reszelővel, hán-



9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

tolóval történik, ügyelve arra, hogy forgács ne maradjon a csőben.

Kalibrálás

A csőkötésnél a csővég külső és belső átmérőjét mindig kalibrálni kell. Külső kalibrálás gyűrűvel, belső csővégét tűskével, vagy kalibráló fogóval lehetséges. A kalibrálás elhagyása tömítetlenséget eredményezhet (12. ábra).

Vezetékfektetés, elhelyezés

Új fűtési vezetékek létesítésénél a csövet célszerű az aljzatban kötés nélkül elhelyezni egyvezetékes (egycsöves) kivitelben. (Amennyiben kötés válik szükségessé, az csak keményforrasztással végezhető.) Fűtőkörönként a maximális fűtési teljesítmény 15 x 1 mm-es csőnél (0,6

m/sec áramlási sebességnél 20 °C-os hőfokesésnél) kb. 6700 W. A szivattyú méretezéséhez a leghosszabb körben keletkező nyomásvesztéséget és az összes vízmennyiséget kell figyelembe venni.

Kétvezetékes (kétszöves) fűtési rendszernél, aljzatban történő vezetékfektetés esetén mindegyik fűtőtést saját előremenő és visszatérő vezetékkel csatlakozik a központi elosztóra.

Szerelés alatt a csővégeket mind a fűtési, mind a vízellátási vezetékeknek dugókkal zárjuk le, nehogy hulladék kerüljön a vezetékbe.

Próbanyomás, tömörségi vizsgálat

Fűtési vezetékeknel, változó térfogatú zárt tágulási tartállyal szerelt rendszereknél 2,5 bar (a biztonsági szelep nyitó nyomása). Időtartama 1 óra. Ezen idő alatt nyomás-

esés nem következhet be. Cseppegés, szivárgás esetén a hibát meg kell szüntetni és a nyomáspróbát ismételtelen el kell végezni. Vízellátási rendszereknél 13 bar a próbanyomás értéke, időtartama 1 óra.

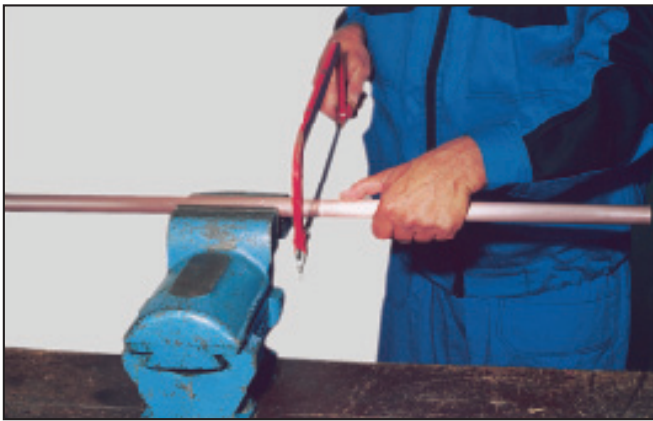
A fűtővíz minősége feleljen meg a 201/2001. (X.25.) számú, „Az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről” című kormányrendelet előírásainak. A fűtővíz pH értéke 7,0–8,5 közötti legyen.

5. Lágyforrasztott kötések készítése

A kapilláris lágyforrasztott kötéseknél gyakoriságuk miatt különleges szerepük van a réz- és fűtési hálózatok létesítésénél. Az alábbiakban 10 munkafázisban adjuk meg a szakszerű lágyforrasztás elkészítését bevonat nélküli rézcsővekre. (A bevonat eltávolítását lásd a 4.3 fejezetben.)

9. táblázat A rézcsövek szerelésére vonatkozó legfontosabb előírások

Alkalmazási terület	A forrasztott kötés fajtája					
	Forrasztott kötés MSZ EN 1254, I. része szerinti fittingekkel		Kézzel készített			
			Tokos (karmantyús) kötés		T-darabok és ferde elágazások	
Lágy	Kemény	Lágy	Kemény	Lágy	Kemény	
Ivóvíz	+	+ (≤ 28x1,5 nem)	+	+ (≤ 28x1,5 nem)	-	+ (elágazó vezeték ≤ 28x1,5 nem)
Fűtés	+ (110 °C-ig)	+	+	+	-	+
Gáz	-	+	-	+	-	-
Folyékony gáz	-	+	-	-	-	-
Fűtőolaj	-	+	-	-	-	-



13/a. ábra Csődarabolás
Szerszám – finom fogazású fűrés



13/b. ábra Csődarabolás
Szerszám – görgős csővágó



14. ábra Külső-belső sorjátlanítás
Szerszám – külső-belső sorjátlanító
– reszelő



15. ábra Csővégkalibrálás
Szerszám – kalibráló garnitúra
– fa- vagy műanyag kalapács



16/a. ábra Csővég- és fittingtisztítás
Szerszám – fémentes tisztítógyapot csőhöz



16/b. ábra Csővég- és fittingtisztítás
Szerszám – tisztítókefe fittinghez



17. ábra Folyósítószer felvitele

Szerszám – félcolos ecset (csak a csövet kenjük be)



18. ábra Forrasztott kötés összeillesztése



19. ábra Folyósítószer-maradvány eltávolítása

Munkaeszköz – törlőrongy
– papír



20. ábra Kötéshely melegítése

Munkaeszköz – PB forrasztókészülék



21. ábra Forraszanyag-felvétel



22. ábra Forraszanyag-maradvány eltávolítása

Munkaeszköz – törlőrongy
– papír

A kiadvány a CODELCO-Chile és az INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION támogatásával készült

A réz kapcsolatot teremt

www.hcpcinfo.org



MAGYAR RÉZPIACI KÖZPONT

1053 Budapest, Képiró u. 9. Tel.: (06 1) 266 48 10, Fax: (06 1) 266 48 04, e-mail: info@hcpcinfo.org