

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

212 467 B

(21) A bejelentés ügyszáma: 2201/89

(22) A bejelentés napja: 1989. 05. 08.

(30) Elsőbbségi adatok:
A 1236/88 1988. 05. 05. AT

(51) Int. Cl.⁶

F 16 L 9/12

(40) A közzététel napja: 1991. 06. 28.

(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1996. 07. 29.

(72) Feltaláló:

Borth, Rainer, St. Florian (AT)

(73) Szabadalmas:

POLOPLAST Kunststoffwerk der Knoch,
Kern & Co.OHG., Leonding/Linz (AT)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,
Budapest

(54)

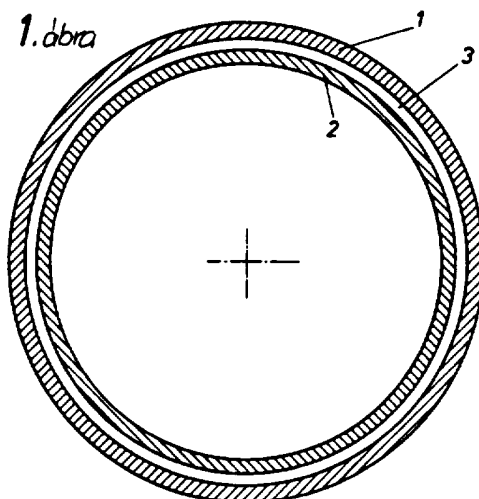
Többrétegű fallal kialakított műanyag cső vagy csőidom

(57) KIVONAT

A találmány tárgya többrétegű fallal kialakított műanyag cső vagy csőidom, elsősorban hőre lágyuló műanyagból, például polivinilkloridból (PVC-ből), poliolefinből vagy aknitril-butadién-sztirolból (ABS-ből).

A találmány szerinti műanyag cső úgy van kiképezve, hogy a csőfal egy külső rétegből (1), egy belső rétegből (2), és azok között elhelyezett, és azokkal kompakt egységet képező legalább egy közbelső ré-

tegből (3) van kialakítva, és a külső réteg (1) és a belső réteg (2) célszerűen különböző hajlítószilárdságú anyagból van kiképezve, továbbá a közbelső réteg (3) plasztikusan deformálható műanyagból, mint például ataktikus polipropilénből (aPP), poliizobutilénből (PIB), polietil-vinil-acetátból (EVA) vagy maximum 33 t% lágyítót tartalmazó lágy PVC-ből vagy ezek keverékéből van kiképezve.



A találmány tárgya többretegű fallal kialakított műanyag cső vagy csőidom, célszerűen szennyvíz elvezetésére, ahol maga a cső külső csőköpenyből és legalább egy belső rétegből áll, és célszerűen hőre lágyuló műanyagból, úgy mint PVC-ből, poliolefinből vagy ABS-ből van kiképezve.

A találmány szerint kialakított csöveket, illetőleg csőidomokat elsődlegesen tehát épületek csatornájaként célszerű alkalmazni, illetőleg olyan szennyvíz elvezető csövekként, amelyeket például a mosógépek, mosogatógépek bekötésére alkalmaznak a lefolyócsatornába. Mivel ezeknek a berendezéseknek viszonylag nagy a vízfogyasztása, az itt alkalmazott csöveknek nagy mennyiségű vizet kell elvezetniük, és ez a vízelvezetés általában nagy zajjal is jár. Az ismert műanyag lefolyócsövek hátránya, hogy gyakorlatilag semmiféle hangcsillapító tulajdonsággal nem rendelkeznek, ellentétben az öntöttvas lefolyócsövekkel, amelyeknek a nagy tömege biztosítja a megfelelő hangcsillapító hatást.

A műanyagból készült csövek, elsősorban pedig a lefolyócsövek a nagy hangsugárzó felületük és a kis belső veszteségi tényezőik miatt nagy csillapítással nem rendelkező hangátviteli elemeknek tekinthetők, amelyeknek az átvitt hangteljesítmény tartománya akár 60–70 dB is lehet. A csatornánál alkalmazott vezetékek többi eleme, úgy mint a különféle leágazások, összekötő elemek és könyök elemek felelősek elsődlegesen a hanghatásért. Ahhoz, hogy a különféle műanyag csövekből kialakított vezetékrendszerek zaja csökkenthető legyen, és a műanyagból képezett vezetékrendszerek összességében kedvezőbb hatást mutassanak zaj szempontjából, egyrészt csökkenteni kell azokat a területeket, illetőleg lehetőségeket, ahol a zaj létre tud jönni, másrészt pedig hangátvitelt, zajátvitelt, illetőleg a hangsugárzását kell megakadályozni.

A műanyag csövek tervezésénél természetesen mindig elsődlegesen azokat a szempontokat veszik figyelembe, amelyek a használatánál a legfontosabbak. Műanyag csöveket használnak például forró víz elvezetésére is, ilyen van például a DE 2 534 635 számú szabadalmi leírásban ismertetve, itt azonban a műanyag cső anyagának a kiválasztásánál elsődlegesen arra voltak tekintettel, hogy a cső a forró víz hatására ne menjen tönkre.

A különféle csővezetékek zajcsillapítását úgy próbálták megoldani, hogy a csöveket nagy tömegű elemekből állították elő, ami azonban műanyag csövek esetében gyakorlatilag azt jelentette, hogy az egyébként szükséges súlynál négyszer nagyobb felületsúllyal kellett a csöveket kialakítani, ez pedig az előállítás költségeit rendkívüli módon megnövelte.

Egy másik lehetőség a műanyag csövek által okozott zajok csökkentésére, ha a csöveket hangelnyelő anyaggal, például mikrocellás szálal anyaggal vagy habanyaggal borítják. Ennek a megoldásnak azonban hátránya, hogy a járulékos csillapító réteg rétegvastagsága sokkal nagyobb kell legyen, mint magának a csőnek a vastagsága, így a helyigénye rendkívül nagy lesz.

Végül meg kell említenünk azt, hogy rezgéscsilla-

pító hatás elérhető úgy is, hogy olyan speciális viszkozitású, illetőleg húzóirányú deformációnak kitéhető anyagot alkalmazunk, amely a hangot, illetőleg a zajt okozó elemre van felvive.

5 Ezen ismert megoldásoknál számos kombinációja is lehetséges, ezek a megoldások azonban a megfelelő hangelnyelést illetve zajcsillapítást műanyag lefolyócsövek esetében nem valósították meg.

10 A találmánnyal célul tűztük ki olyan műanyag cső, illetőleg csőidom kialakítását, amely elsődlegesen lefolyócsőként használható, és amely amellett, hogy megfelelő zajcsillapítással rendelkezik, gazdaságosan is gyártható, és a helyigénye is lényegesen kisebb, mint az ismert megoldásoké.

15 A találmány tehát többretegű fallal kialakított műanyag cső, vagy csőidom, elsődlegesen lefolyó vezetéként történő alkalmazásra, amely cső egy külső csőköpenyből, mint külső rétegből, és egy belső rétegből áll, amelyek műanyagból, célszerűen hőre lágyuló műanyagból, úgy mint PVC-ből, poliolefinből vagy ABS-ből vannak kiképezve, és a külső réteg és a belső réteg között legalább egy közbenső réteg is el van helyezve.

A találmány lényege, hogy a külső réteg és a belső réteg különböző hajlítószilárdságú anyagból vannak kiképezve, a közbenső réteg pedig plasztikusan deformálható műanyagból, mint például ataktikus polipropilénből (aPP), poliizobutilénből (PIB), etil-vinil-acetátból (EVA) vagy maximum 33% lágyítót tartalmazó lágy PVC-ből vagy ezek keverékéből van kiképezve.

30 Előnyös, ha a külső réteg és a belső réteg, valamint a közbenső réteg között egy további betétréteg van, amely adott esetben a belső réteg anyagával megegyezően poliolefinből, előnyösen polipropilénből, polibutilénből, sztírol kopolimerekből vagy ezekhez hasonló anyagokból van kialakítva, olyanokból, amelyeknek rugalmassági modulusa 1500 N/mm²-nél, előnyösen azonban 800–1000 N/mm²-nél kisebb.

A közbenső réteget képező műanyag(ok)hoz adott esetben maximum 40 tömeg%-ban, előnyösen azonban 40 33 tömeg%-ban polivinil-acetát (PVAC) vagy ezek kopolimerjei, vagy 40 tömeg%-ban, előnyösen azonban 30 tömeg%-ban cellulóz észter és/vagy -éter, vagy bitumen és/vagy nátráaszfalt van 50 súly%-ban, előnyösen azonban maximum 33 súly%-ban, vagy adott esetben egészen 20 tömeg%-ig, előnyösen azonban maximum 10 súly%-ban textilszálak, vagy pedig maximum 60 tömeg%-ban, előnyösen azonban maximum 40 súly%-ban bárium-szulfát (BaSO₄) van adagolva.

Előnyös továbbá, ha a közbenső réteget képező 50 műanyag(ok)hoz és/vagy a külső réteget képező műanyaghoz lángcsillapító adalékanyag, például alumínium-hidroxid [Al(OH)₃] van adagolva.

Maga a közbenső réteg szilárdan tapad a belső rétegre, illetőleg a külső rétegre, és ha van, akkor a 55 betétrétegekre, ily módon tehát olyan kompakt műanyag csövet kapunk, amely réteges felépítésű, megfelelő zaj illetőleg hangcsillapító paraméterekkel rendelkezik, emellett azonban a szilárdsága is kiváló.

A belső réteg előnyösen poliolefinből, még előnyö- 60 sebben polipropilénből (PP), polibuténből (PB) vagy

szirol kopolimerekből áll. Az alkalmazott műanyagok mindegyikére jellemző kell legyen, hogy rugalmassági modulusok 1500 N/mm²-nél, előnyösen azonban 800–1000 N/mm²-nél kisebb.

Különösen jó zajcsillapítás, illetőleg hangcsillapítás érhető el akkor, ha a külső réteg hajlítószilárdsága nagyobb, mint a belső rétegé, és ha a belső réteg B'1 hajlítószilárdságú, míg a belső réteg B'2 hajlítószilárdságú, akkor ezek arányát az alábbiak szerint célszerű megválasztani:

$$1 < \frac{B'1}{1B} < 10$$

Ha 1000–4000 Hz frekvenciatartományra kívánjuk a csillapítást megvalósítani, úgy a B'1/B'2 arányt 4 és 6 között célszerű megválasztani.

A közbenső réteg mind a külső réteggel, mind a belső réteggel erőzáró kapcsolatban van. Mivel a mechanikus veszteségi tényező nagy, a rezgésekkel szemben igen jó csillapítás valósítható meg. Azáltal pedig, hogy a külső réteg és a belső réteg hajlítószilárdsága eltérő, a belső réteg rezgései viszonylag széles tartományban, előnyösen pedig az 1000–4000 Hz frekvenciatartományban, a közbenső réteg plasztikus deformációja következtében jelentősen csökkennek. Ezen rezgés-, illetőleg zajcsökkentés különösen az olyan műanyag csöveknél bizonyult kedvezőnek, ahol a hangforrással ellentétes oldal, azaz ebben az esetben a külső réteg merevebb anyagból van, mint a hangforrással, azaz az áramló folyadékkal közvetlenül érintkező oldal, azaz a belső réteg.

A találmány szerinti műanyag csőnél célszerű, ha a vastagságot, amennyire csak lehet, kis értéken tartjuk, ily módon lehet ugyanis a kifolyó keresztmetszetet nagy értéken tartani, és nem kell az átfolyást szükségtelenül csökkenteni.

Előnyös a találmány szerinti műanyag csőnél, ha a teljes falvastagsága nem lépi túl az 5 mm-t, gyakorlatilag célszerű a 3–4 mm falvastagság, továbbá előnyös az is, ha a műanyag cső kialakítása olyan, hogy a felületsúly körülbelül 4 kg/m².

A találmányt a továbbiakban példakénti kiviteli alakjai segítségével a mellékelt ábrákon ismertetjük részletesebben.

Az 1. ábrán

a találmány szerinti műanyag cső egy olyan kiviteli alakjának keresztmetszete látható, amely három rétegből áll, a

2. ábrán a találmány szerinti műanyag cső egy olyan kiviteli alakjának keresztmetszete látható, amely öt rétegből van kialakítva, és

a 3. ábrán a találmány szerinti műanyag cső hangcsillapítása látható összehasonlítva az ismert megoldásokkal.

Az 1. ábrán látható tehát a találmány szerinti műanyag cső egy olyan kiviteli alakja, amelynek a fala három rétegből, azaz 1 külső rétegből, 2 belső rétegből és egy közöttük elhelyezett 3 közbenső rétegből van kialakítva.

A 2. ábrán látható kiviteli alak az 1. ábrán bemuta-

tott kiviteli alaktól abban tér el, hogy két 3 közbenső réteget tartalmaz, amelyek között egy további 4 betétréteg is el van helyezve, így ez a kiviteli alak ötrétegű fallal van kialakítva.

A 3. ábrán a találmány szerinti műanyag cső összehasonlítása látható az ismert és lefolyó csövekként alkalmazott csövekkel. Feltüntetjük az ábrán, hogy az egyes görbék milyen anyagból készült csövekre vonatkoznak. Mindegyik cső esetében a görbét úgy vettük fel, hogy az adott csövet a WC-k öblítése során keletkező zajnál mértük. A függőleges tengelyen látható a zajszint dB értékben, a vízszintes tengelyen pedig a lefolyócsövekben érzékelhető zajnak a frekvenciamelete látható. Az ABS-PK-val illetőleg HDPE-vel jelölt görbék olyan ismert WC lefolyócsövekre vonatkoznak, amelyek a legszélesebb körben elterjedten alkalmazott műanyag csövek. A GG-ML anyagból készült cső egy öntöttvas lefolyócsövet jelöl, a REF 11 illetőleg az A4 a találmány szerinti műanyag csőre vonatkozó adatokat tartalmazza.

A 3. ábrán jól látható, hogy a találmány szerint kialakított műanyag csövek hangcsillapító hatása az öntöttvas lefolyócsövek hangcsillapító hatásával mérhető össze, az ismert és elterjedten alkalmazott műanyag csövekkel összehasonlítva azonban legalább 10 dB zajcsökkenés tapasztalható, amely ha a hangenergiát nézzük, úgy a hangenergia felének felel meg.

A REF 11-gyel jelölt minta egy a találmány értelmében kialakított olyan műanyag cső, ahol a 2 belső réteg és az 1 külső réteg ABS-ből volt kialakítva, és mindkettőnek a vastagsága 2,4 mm. A 3 közbenső réteget 1 mm vastagra képeztük ki, így a cső falának összvastagsága 5,8 mm volt.

Az A4-gyel jelölt, és a találmány értelmében kialakított másik minta csőnél a 2 belső réteg 1,2 mm vastag volt és polipropilénből készült, az 1 külső réteg 2 mm vastag PVC-ből készült, míg a 3 közbenső réteg aPP és PIB keverékéből készült, vastagsága pedig 0,6 mm volt. Ennél a kiviteli alaknál a műanyag cső falvastagsága összességében 3,8 mm volt.

A találmány szerinti műanyag csőnél alkalmazhatók az ataktikus polipropilének (aPP), a poliizobutilén (PIB), az etil-vinil-acetát (EVA) vagy a lágy PVC, ez utóbbinál max. 33% lágyítóanyaggal, illetőleg alkalmazható ezeknek a keveréke is, aholis az egyes anyagokat egy megfelelő csőfejben keverjük össze, és három illetőleg többretegű extrudálással alakítjuk ki magát a műanyag csövet. Ily módon különféle csövek, csőrészek, idomdarabok alakíthatók ki.

A 3 közbenső réteghez alkalmazott műanyagok a hangcsillapítás, illetőleg a zajcsillapítás növelése érdekében további különféle adalékanyagokkal is keverhetők. Különösen előnyös, ha olyan adalékanyagot viszünk a 3 közbenső rétegbe, amellyel ezen 3 közbenső réteg csillapító hatása is nő, és így az egész csőnek a hangcsillapító paraméterei is kedvezőbbek lesznek.

Az alábbi táblázatban különféle lefolyócsövekre adjuk meg a felületsúly értékeket, a lefolyócső átmérője és névleges értékének a függvényében, és megadjuk az ezen csövekkel elérhető zajcsillapítás mértékét is.

	G_F				
N_W	1	2	3	4	5
70	1,9	24,0	3,4	–	–
100	2,4	24,3	4,3	11,0	7,5
125	2,7	27,8	4,7	–	–
150	3,5	28,1	5,7	–	–
Zajküszöb-szint dB	0	10–12	10–11	10–11	3–5

ahol

N_W a cső névleges mérete

G_F a csövek felületsúlya kg/mm²-ben.

A számokkal megjelölt, 1–5-ig beszámozott mintadarabok a következő anyagból készültek:

- 1 ABS műanyag lefolyócső (ismert)
- 2 öntöttvas lefolyócső (ismert)
- 3 a találmány szerinti kialakított műanyag cső,
- 4 műanyag cső nehéz habköpennyel (ezen megoldás a CH-PS 628 721 számú szabadalomban van ismertetve),
- 5 vastag falú kemény PVC-ből készült műanyag cső.

A táblázatból jól látható, hogy a találmány szerinti kialakított műanyag csövekkel elért zajcsillapítás úgy valósul meg, hogy emellett igen nagy a nyereség a felületsúlyban is, azaz jó zajcsillapító hatású, ugyanakkor azonban kis tömegű műanyag csöveket tudunk létrehozni.

A G_F felületsúly alatt egy adott műanyag csőből kivágott teljes keresztmetszet súlya értendő, 1 m² felületre vonatkoztatva, azaz a cső hossza és fajsúlya alapján számoljuk vissza az 1 m² felületre eső súlyt.

A találmány szerinti műanyag cső előnyös akkor, ha G_F felületsúly és a csőnek a névleges N_W mérete között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\frac{G_F}{N_W} \times 100 = 2.5 - 6$$

előnyösen azonban ez az érték 3,5–5,5 közötti tartományban van.

Ugyancsak előnyös a találmány szerinti műanyag csőnél, ha az 1 külső réteg B'_1 hajlítószilárdsága nagyobb, mint a 2 belső réteg B'_2 hajlítószilárdsága, és $A_{B'_1}$ és B'_2 hajlítószilárdságok egymáshoz képesti aránya az alábbi egyenlőtlenség szerint van megválasztva:

$$1 < \frac{B'_1}{B'_2} \leq 10$$

Az 1 külső réteg és a jól hajlítható 2 belső réteg közötti 3 közbenső réteg tehát egyrészt a rezgéseket csillapítja, másrészt pedig csökkenti a 2 belső rétegben keletkező zaj és hang továbbjutását a nagyobb B'_1 hajlítószilárdságú 1 külső réteg felé. Elvileg a találmány szerinti többretegű fallal kialakított műanyag cső leggyorsabb kiviteli alakja az, amikor a műanyag cső fala az 1 külső rétegből, a 3 közbenső rétegből és a 2

belső rétegből van kialakítva. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy három cső van egyszerűen egymásba dugva, az 1 külső réteget képező külső cső, a 2 belső réteget képező belső cső és egy közöttük elhelyezett, a 3 közbenső réteget képező közbenső cső. A találmány szerinti műanyag cső kialakítható úgy is, ahogyan erre már utaltunk, hogy egy vagy több 4 betétréteg is el van helyezve az 1 külső réteg és a 2 belső réteg között. Azt, hogy hány 3 közbenső réteget, illetőleg 4 betétréteget alkalmazunk, attól függ, hogy milyen vastagságúra kell a csövet kialakítani, illetőleg mennyi anyag használható el.

A B' hajlítószilárdságot jó közelítéssel az alábbi paraméterek segítségével határozzuk meg:

15 $B' =$ az egy hosszúságegységre jutó dinamikus hajlítószilárdság,

$E' =$ dinamikus rugalmassági modulusz

$J_{ax} =$ egy hosszúságegységre jutó tengelyirányú felülettehetetlenségi nyomaték

20 $d_a =$ a cső külső átmérője

$d_i =$ a cső belső átmérője

$\mu =$ Poisson-féle szám

$$B' = \frac{E' J_{ax}}{(1 - \mu^2)} |Nm|$$

100 mm-es N_W névleges méretű csőre a következő hajlítószilárdságokat próbáltuk ki:

1. külső

30 réteg: $E_1 = 3000 \text{ N/mm}^2$

$d_a = 110 \text{ mm}$

$d_i = 106 \text{ mm}$

$\mu = 0,31$

$J_{ax} = 98,8 \text{ cm}^4$

35 $B'_1 = 32\,800 \text{ kNcm}$

2. belső

réteg: $E_2 = 900 \text{ N/mm}^2$

$d_a = 105 \text{ mm}$

$d_i = 103 \text{ mm}$

$\mu = 0,34$

$J_{ax} = 44,1 \text{ cm}^4$

$B'_2 = 4454 \text{ kNcm}$

$B'_1/B'_2 = 7,4.$

45

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Többretegű fallal kialakított műanyag cső, vagy csőidom, elsődlegesen lefolyóvezetéként történő alkalmazásra, amely cső egy külső csőköpenyből, mint külső rétegből (1), és egy belső rétegből (2) áll, amelyek műanyagból, célszerűen hőre lágyuló műanyagból, úgy mint PVC-ből, poliolefinből vagy ABS-ből vannak kiképezve, és a külső réteg (1) és a belső réteg (2) között legalább egy közbenső réteg (3) is el van helyezve, *azzal jellemezve*, hogy a külső réteg (1) és a belső réteg (2) különböző hajlítószilárdságú anyagból vannak kiképezve, a közbenső réteg (3) pedig plasztikusan deformálható műanyagból, előnyösen ataktikus polipropilénből (aPP), polizobutilénből (PIB), polietil-

vinil-acetátból (EVA) vagy maximum 33 t% lágyítót tartalmazó lágy PVC-ből vagy ezek keverékéből van kiképezve.

2. Az 1. igénypont szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteg (3) ataktikus poli-propilénből (aPP), poliizobutilénből (PIB), poli-etil-vinil-acetátból (EVA), maximum 33 t% lágyítót tartalmazó lágy PVC-ből vagy ezek keverékéből van kiképezve.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a külső réteg (1) és a belső réteg (2), valamint a közbenső réteg (3) között egy további betétréteg (4) van elhelyezve, amely adott esetben a belső réteg (2) anyagával megegyezően polipropilénből, polibutilénből, sztirol kopolimeréből van kialakítva, olyanokból, amelyeknek rugalmassági modulusa 1500 N/mm^2 -nél, előnyösen azonban $800\text{--}1000 \text{ N/mm}^2$ -nél kisebb.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz maximum 40 tömeg%-ban, előnyösen azonban 33 tömeg%-ban polivinil-acetát (PVAC) vagy ennek ismert kopolimerjei vannak keverve.

5. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz maximum 40 tömeg%-ban, előnyösen 30 tömeg%-ban cellulóz észter és/vagy -éter van adagolva.

6. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz bitumen és/vagy natúrasz-falt van maximum 50 tömeg%-ban, előnyösen 33 tömeg%-ban van adagolva.

7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti mű-

anyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz egészen maximum 20 tömeg%-ig, előnyösen 10 súly%-ban textilszál van adagolva.

8. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz maximum 60 tömeg%-ban, előnyösen 40 tömeg%-ban bárium-szulfát (BaSO_4) van adagolva.

9. Az 1–8. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteget (3) képező műanyag(ok)hoz és/vagy a külső réteget (1) képező műanyaghoz lángcsillapító adalékanyag, például alumínium-hidroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3$) van adagolva.

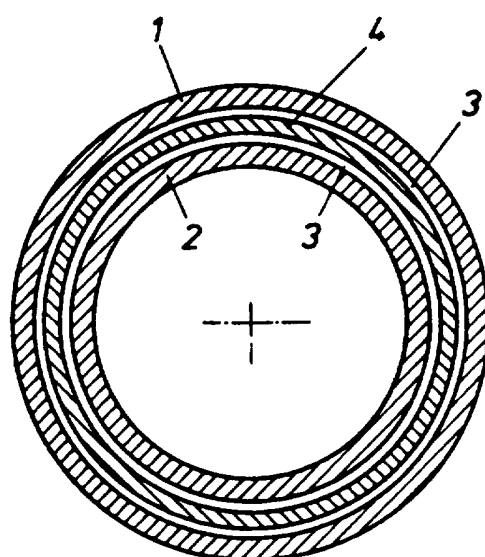
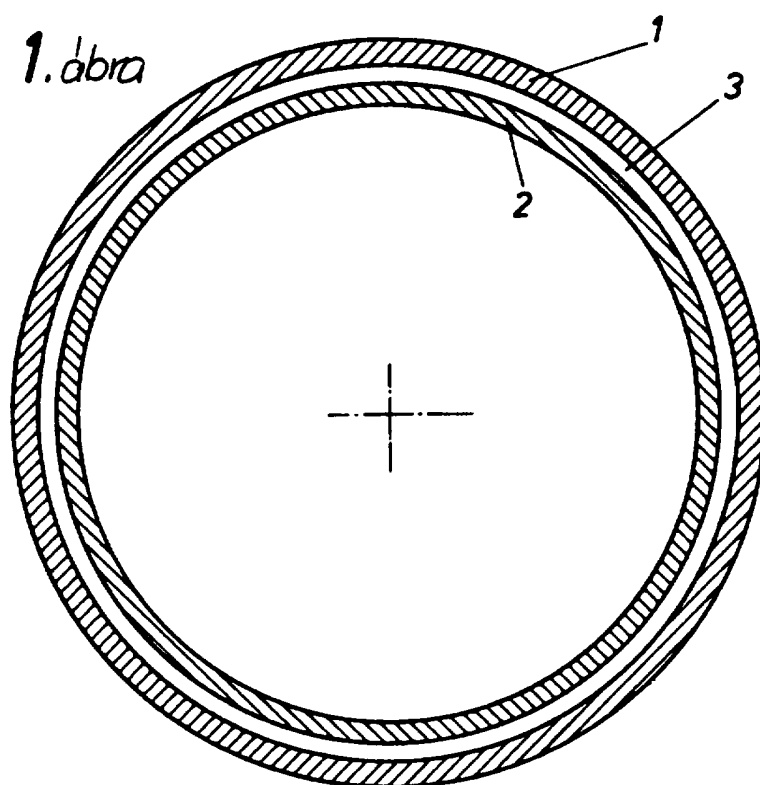
10. Az 1–9. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a külső réteg (1) nagyobb hajlítószilárdságú, mint a belső réteg (2), és a külső réteg (1) hajlítószilárdságának (B'_1) aránya a belső réteg (2) hajlítószilárdságához (B'_2)

$$1 < \frac{B'_1}{B'_2} \leq 10$$

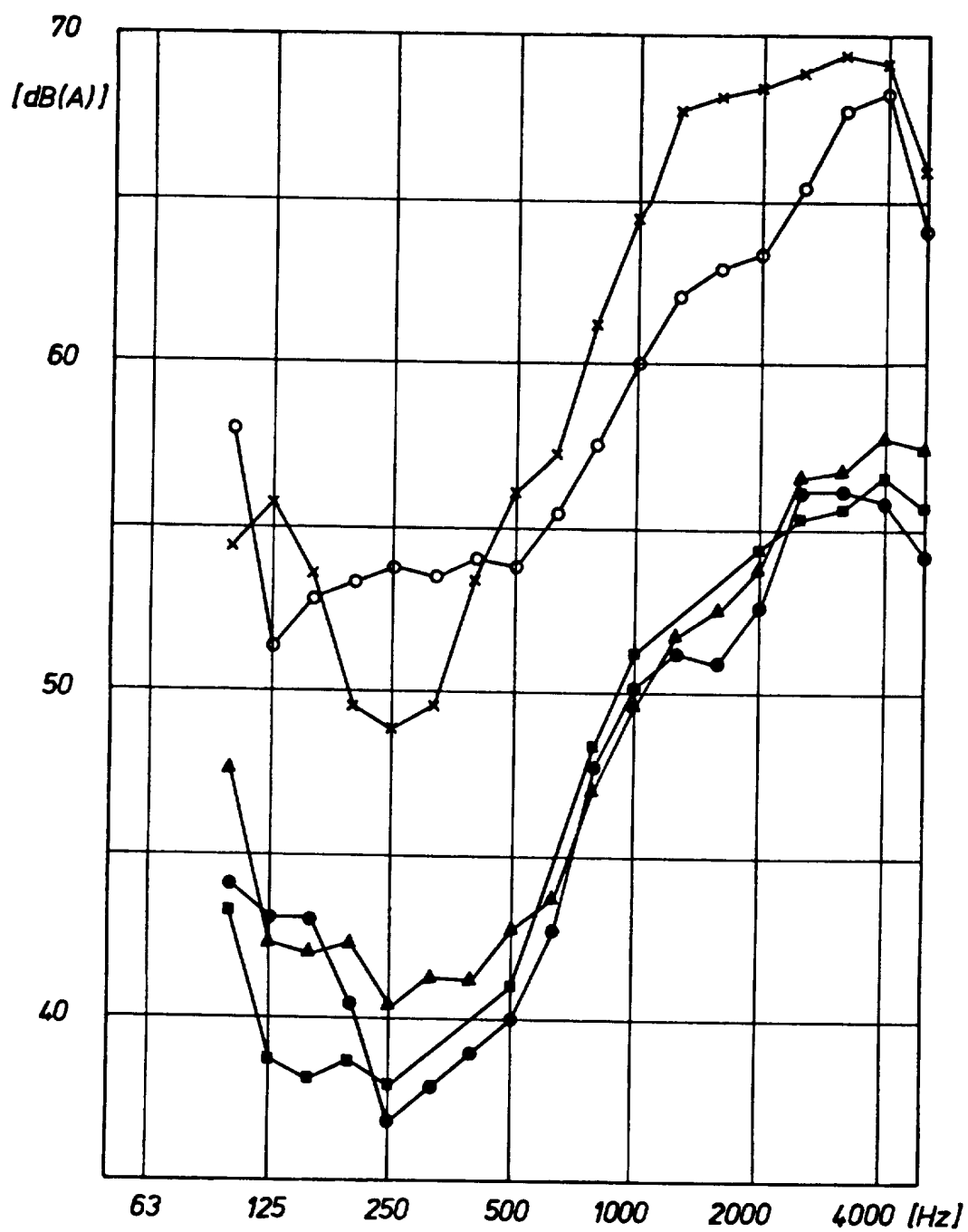
11. A 10. igénypont szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy $1000\text{--}4000 \text{ Hz}$ frekvenciatartományú csillapításhoz a B'_1/B'_2 arány 4 és 6 között van megválasztva.

12. Az 1–11. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a közbenső réteg (3) $0,1\text{--}1 \text{ mm}$, előnyösen $0,4\text{--}0,6 \text{ mm}$ vastag.

13. Az 1–12. igénypontok bármelyike szerinti műanyag cső, *azzal jellemezve*, hogy a csövek felületsúlya (G_F) aránya a névleges mérethez (N_W), azaz $(G_F/N_W) \times 100$ egyenlő $2,5\text{--}6$, előnyösen pedig $3,5\text{--}5,5$.



2. ábra



○—○ ABS-PK
 ×—× GUSZ GG-ML
 ●—● HDPE
 ▲—▲ REF 11
 ■—■ A4

3. obra