

HÍRADÁS- TECHNIKA

 **Műszaki Világ**

A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

4-5

XXIX. ÉVFOLYAM 4—5. SZÁM, 97—160 OLDAL. BUDAPEST, 1978. ÁPRILIS—MÁJUS

HÍRADÁS TECHNIKA

1978. április—május, XXIX. évfolyam, 4—5. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. LACKÓ MIHÁLY: Az olvasóhoz	97
IPOLYI ISTVÁN: Vazelintöltésű helyi távbeszélőkábeleink minősége	98
IPOLYI ISTVÁN—KÁLMÁN-PIKÓ ISTVÁN—RÓNAI MIKLÓS: Vazelintöltésű helyi távbeszélőkábelek gyártása a Magyar Kábel Műveknél	104
DR. BOKOR ÁRPÁD—IPOLYI ISTVÁN—RÓNAI MIKLÓS: A vazelintöltésű telefonkábelek üzemi kapacitásának beállítása	113
NÁDASI LÁSZLÓ—CSONKA JÁNOS: SZ—5 típusú kiskoaxiális kábelek műszaki paramétereinek alakulása, a legyártott vonal kábeleinek kiértékelése	119
NAGY ZOLTÁN—SOLTÉSZ FERENC: Hírközlő kábelek vizsgálata, különös tekintettel az automatikus mérésekre	129
DR. DUDÁSNÉ PINTÉR MÁRTA: Gáz- és olajvezetékek hírközlő rendszerének kábelei	140
KÖRÖSI ANDRÁS—DR. DUDÁSNÉ PINTÉR MÁRTA: Alumíniumvezetőjű kiskoaxiális kábel pár méretezése	147
TÓTH ATTILÁNÉ—KÖRÖSI ANDRÁS: Rugózó vezetékek	150
RÓNAI MIKLÓS: Falutefon-kábel	154
Tartalmi összefoglalások	160
Обобщения	160
Zusammenfassungen	161
Summaries	162
Résumés	163

LAPUNK KÖVETKEZŐ, 6. SZÁMA JÚNIUSBAN JELENIK MEG

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL,
DR. FLESCHE ISTVÁN, MAY PÉTER, MÉREY IMRÉNÉ. — Szerkesztőségi
és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ.
Telefon: 495-098

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1900 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149



78.2413 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

Tisztelt Olvasó!

A magyar távbeszélő hálózatban a soron következő hatodik és azt követő ötéves terv-időszakokban nagy fejlődés megy végbe. Ezt a fejlődést immár halaszthatatlanul szükségessé teszi népgazdaságunk fejlettségi szintje, ami a jelenleginél lényegesebb magasabb színvonalú távbeszélő szolgáltatást igényel. Ez a soron következő fejlesztés igen nagy feladatokat ró a hazai kábeliparra a hírközlőkábelek területén mind a mennyiség, mind pedig a minőség tekintetében. Ezen igényeket a Magyar Kábel Művek 15 éves távlati tervének kialakításánál figyelembe vettük: a hírközlőkábelek alkotják az egyik olyan gyártmányosztályt, amelyet az elkövetkező tervidőszakban kiemelten kívánunk fejleszteni. Ezen elképzelés megvalósításának első üteme Szegedi Kábelgyárunkban a korszerű töltött terű (TT) telefonkábelek gyártásának beindítása volt, második üteme ugyancsak Szegedi Kábelgyárunkban a kiskoaxiális kábelgyártás továbbfejlesztése, harmadik üteme pedig a Szegedi Kábelgyárnak teljes egészében hírközlő kábelgyártásra való átállítása lesz. Ezen nagyszabású fejlesztés egyik szakasza a Szegedi Kábelgyár Kisteleki Gyáregységében korszerű gyengeáramú vezetékgyártás kialakítása, ami elsősorban a telefonközpontok kábelezéséhez és huzalozásához szükséges szigetelt vezetéket hivatott megfelelő választékban és mennyiségben a híradástechnikai ipar rendelkezésére bocsátani.

Az előzőekben vázlatosan ismertetett nagyszabású fejlesztési program szükségessé teszi ezen terület tudományos-műszaki színvonalának folyamatos emelését. Ezen tevékenységünk első szerény eredményéről szeretnénk a Híradástechnika olvasóit e számban megjelenő közleményekben tájékoztatni.

Dr. Laczkó Mihály
a Magyar Kábel Művek
műszaki igazgatója

Vazelintöltésű helyi távbeszélőkábeleink minősége

ETO 621.315.211:621.395.743:665.772.3

A Magyar Kábel Művek — figyelembe véve híradástechnikai kábeleik fő felhasználójának, a Magyar Postának igénybejelentését — elhatározta, hogy kifejleszti a hossz- és keresztirányban vízzáró, vazelin-töltésű helyi telefonkábelek családját.

A szükséges gépsorok a Művek Szegedi Kábelgyárában újonnan épült, mintegy 4000 m²-es csarnokrészben kerültek felállításra.

Teljesen új gyártmányt kellett kialakítani.

A Magyar Postával a gépvásárlás előtt egyeztettük a jövőbeli kábel konstrukciós felépítését és az üzemi kapacitás értékét. Tárgyalásokon rögzítettük, hogy a Posta legalább 100×4-es keresztmetszetig vazelin-töltéssel kéri a kábeleket. A nagyobb keresztmetszetű kábelek pedig vazelin-töltés nélkül, pneumatikus védelműek lesznek. Annak érdekében, hogy a kábelek geometriai méretei a korábbi típusokhoz képest gyakorlatilag változatlanok maradjanak, vállaltuk, hogy — hasonlóan a legtöbb vazelin-töltésű kábelt gyártó céghez — érszigetelésül tömör polietilén helyett habosított polietilén érszigetelést fogunk használni.

A Posta — ismerve a különböző országok és postai igazgatóságok előírásait — olyan műszaki követelményeket írt elő, amelyek betartása a lehető legjobb és legbiztonságosabb kábelhálózat kialakítására nyújt lehetőséget. A Magyar Kábel Művek műszaki kollektívája tisztában volt azzal, hogy e követelmények teljesítése nehéz, de tudtuk, hogy ez az egyetlen lehetőség gyártmányunk világszínvonalának biztosítására. Tudtuk azt, hogy ha modern gépsort vásárolunk, akkor nemcsak a hazai igényeket tudjuk majd kielégíteni, hanem kábelexportra is lehetőségünk nyílik. Ahhoz azonban, hogy exportképesek legyünk a jelenlegi gazdasági körülmények között, amikor a fejlett tőkés kábelgyárak jelentős kapacitása kihasználatlan, az szükséges, hogy termékeink — amelyeket még nem ismernek a piacon — legalább olyan minőségűek legyenek, mint a világ élenjáró kábelgyárainak termékei.

E szempont értelmében végeztük gépvásárlási és fejlesztési munkánkat. Így a postai igények tisztázása után a Magyar Kábel Művek vállalta, hogy kifejleszti a jelenlegi nemzetközi irodalom szerint egységesen legjobbnak és leginkább üzembiztosnak tartott habosított polietilén érszigetelésű, vazelinnal töltött, pászmáz felépítésű, rétegelt köpenyszerkezetű helyi távbeszélő kábelcsaládot.

Eddigi helyi távbeszélő-kábeleink koncentrikus sodrásúak voltak. Az általunk használt 13-as rendszert (13×4 egész számú többszöröséből épül fel a kábel) Magyarországon kívül sehol sem használják.

Az új felépítés szerint öt csillagnégyest sodrunk alappázmává, öt alappázmából alakítjuk ki a főpázmát. Így az alappászma tíz, a főpászma ötven érpárt tartalmaz.

Jelenlegi vazelin-töltésű kábeleink 5×4, 10×4, 15×4, 25×4, 50×4, 75×4 és 100×4 keresztmetszetekben készülnek. Amennyiben a kábelben levő érpárok számát vesszük alapul, úgy az a tíz érpárnak egész számú többszöröse. A nemzetközi gyakorlat ezt a felépítési rendszert decimális rendszernek nevezi. Kábeleink 0,4, 0,6 és 0,8 mm átmérőjű rézvezetővel készülnek, tehát ezen család összesen 21 különféle keresztmetszetű, illetve érméretű kábelből áll.

Jelen közlemény célja vázolni kábeleink főbb fejlesztési problémáit, majd ismertetni a kifejlesztett kábel elektromos paramétereit.

A fejlesztésben megoldott problémák

A Magyar Postának újonnan kidolgozott vonalcsilapítás-terve alapján olyan kábelekre van szüksége, amelyeknek átlagos üzemi kapacitása nem lépi túl a 46 nF/km értéket. A megvásárolt érszigetelő és négyesítő gépek konstrukciós megoldása miatt a kísérleti gyártások megkezdése előtt a gépeket szállító cégnek meg kellett adni a gyártásra tervezett szigetelt erek átmérőjét. A gyártáshoz felhasznált szerszámok ugyanis csak egy meghatározott érmérethez használhatók. Magyarország ilyen szerszámokat nem gyárt, a nem helyes méretűeket viszont gyártásunkhoz nem tudjuk felhasználni. Az érátmérő meghatározására nem állt rendelkezésre a kísérlettel igazolt irodalom. Nagy biztonsággal megadott szerszámméret pedig igen jelentős tőkés importanyag-felhasználást jelentett volna a gyártás folyamán.

A kábelek gyártására nagy teljesítményű gépeket vásároltunk. Mivel licenc vagy know-how vásárlása nem állt módunkban, a fejlesztést teljes egészében saját erőből kellett megoldanunk.

Első feladat a szigetelt erek gyártásának megoldása volt. Eddig még nem volt habosított polietilén érszigetelésű gyártmányunk, de azzal tisztában voltunk, hogy ennek gyártása sokkal nagyobb gyártási precizitást igényel, mint a tömör polietilén érszigetelésé, mert a gyártás során az előírt hőmérsékleteket (huzal és extruder hőmérsékleteket) rendkívül pontosan kell tartani.

Minőségi változást jelentett az is, hogy eddigi legnagyobb teljesítményű érszigetelő gépeinkben 500 méter eret tudtunk szigetelni percenként, az új gépsornál viszont 1700 m/perc kihúzási sebességet tudtunk előírni a technológiában.

Megfelelő módszert kellett keresni, hogy a kettős huzalleadóról a huzalt folyamatosan és biztonságosan lehessen lefejteni.

A kettős leadó és az érszigetelő gép közé beépített dróthúzó és lágyító megfelelő beállítása, a húzókövek kívánt pontosságban való elkészítése mind olyan probléma volt, melyek miatt az első időszakban több volt a huzalszakadás miatti kiesett idő, mint a produktív munka.

1. táblázat

Villamos ellenállás előírása

Vezetőátmérő mm	Hurokellenállás: ohm/km	
	átlagérték max.	egyedi érték max.
0,4	290	300
0,6	125	130
0,8	70	73,2

2. táblázat

Egyedi maximális hurokellenállás

Vezetőátmérő	Kábelek egyedi maximális hurokellenállása [ohm/km]
0,4	270—285
0,6	115—123
0,8	68—71

A négyesítések megkezdésénél igen kedvezőtlen csatolási értékeket kaptunk. Sikerült azonban rövid idő alatt az érgyártásnál egy olyan ellenőrzési módszert kidolgozni, amely biztosította a csatolások kedvező alakulását.

Jelentkezett újabb probléma is. Az érgyártás után ellenőriztük az érszigetelés-nyúlást. Mindegyik érték kedvező volt. A kész termékénél azonban sok nagyon gyenge (20—60%-os) nyúlású érszigetelést találtunk. Egy célirányos kísérlettel megtaláltuk a hiba okát és azt elhárítottuk. Jelenlegi kábeleink érszigetelés-nyúlása (átlag kb. 600%) már felveszi a versenyt a legjobb külföldi kábelgyárak termékeivel.

A pászmás felépítésű kábelek sodrási paraméterei teljesen eltérnek a koszorús felépítésű kábelektől. Ennek ellenére ez jelentette számunkra a legkisebb problémát. Az íróasztal mellett kidolgozott sodrási menetmagasságokon nem kellett változtatni. Mivel alappázmán belül a négyesek összehangoltan különböző sodrási menetmagassággal készültek, és az alappázmák sodrat-menetemelkedései is eltérnek egymástól, így biztosítottuk az alappázmán belüli és pászmák közötti kedvező kapacitív csatolási értékeket. Várhatóan ezen konstrukcióval sokkal jobb átviteltechnikai paraméterek fognak adódni PCM üzemmódra, mint a hagyományos kábelek esetében. Erre a kérdésre csak 1978-ban fogunk feleletet kapni, mert a méréseket a Posta Kísérleti Intézettel és a Posta Központi Kábelüzemmel akkor fogjuk elvégezni.

A kábelek töltése, a rétegelt köpenyszerkezet kialakítása és a köpeny tömlőzése egy műveletben készül. A kábelek töltési technológiájának kidolgozása is igen nehéz feladat elé állította fejlesztő kollektívánkat.

A kifejlesztett kábel elektromos paraméterei

Szigetelési ellenállás

A Posta kívánsága volt, hogy bármely ér szigetelési ellenállása az árnyékoláshoz kötött összes többi érhez képest 500 V egyenfeszültséggel mérve legalább 5000 Mohmkm legyen.

Mivel tapasztalati értékkel nem rendelkezünk, és a nemzetközileg legismertebb angol szabvány [1] 1600 Mohmkm-t írt elő, tartottunk ezen érték elfogadásától. Aggodalmunk alaptalannak bizonyult. A kész kábelek eddig mért összes értéke legalább egy nagyságrenddel nagyobb a Posta által kért értéknél.

Villamos szilárdság

Bár a fent említett BS szabvány nem ír elő villamos szilárdsági vizsgálatot, figyelembe vettük a Posta jövőbeli fejlesztési elképzeléseit, és ezért villamos szilárdsági vizsgálatokat végzünk. A vizsgálat egyenfeszültségen, 2 perc időtartammal, ér-ér között 900 V, az összes ér és az árnyékolás között 1500 V feszültség-szinten történik. E kábelek a feszültségpróbát maradéktalanul kiállják.

Egyenáramú ellenállás

A Posta előírása szerint [2] a kész kábelben mért hurokellenállás értékét az 1. táblázat tartalmazza.

Technológiánkban előírtuk a gyártás egyes folyamatainál maximálisan fellelhető húzóerőt. A techno-

lógia szigorú betartásával elértük, hogy a vezetők hurokellenállása jóval az előírás alatt van. Így a kábelek egyedi maximális hurokellenállására a 2. táblázatban közölt értékeket kaptuk.

Az értékekből azt a következtetést vonhatnánk le, hogy a rézvezető méretét minimális mértékben ugyan, de csökkenteni lehetne.

Figyelembe kell azonban venni, hogy a külföldi előírásokban a villamos ellenállás értékét szigorítják, ami miatt nagyon kell ügyelni a rézátmérő alsó tűrési határának betartására. Pl. a BS 3573:1972 és az annál szigorúbb Post Office Telecommunications CW 128 [3], Deutsche Bundespost FTZ 72 TV 1 [4], The Norwegian Telecommunications Administration No. 14 [5].

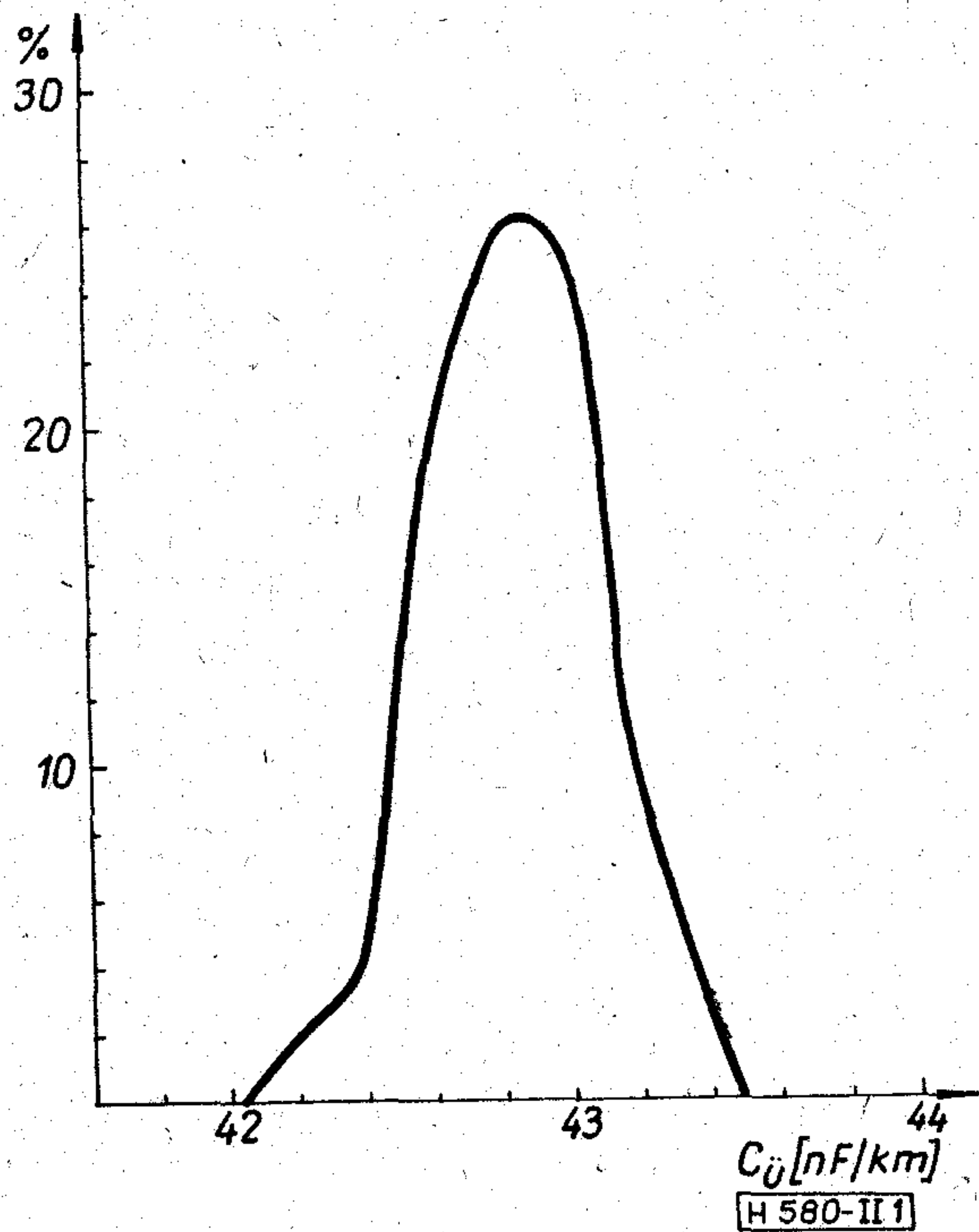
A fentiek alapján a rézvezető méretének csökkentését nem lenne célszerű megvalósítani.

Üzemi kapacitás

Az érpárok üzemi kapacitására elfogadtuk, hogy bármely kábel üzemi kapacitásának átlaga nem haladhatja meg a 46 nF/km átlagértéket, egyedi értékei pedig az 50 nF/km-t.

Ha csak az előírás teljesítését vagy nem teljesítését vizsgáljuk, a felelet igen egyszerű: egyetlen kábelünk, illetve egyetlen érpárunk sem volt, mely ezt a feltételt ne elégítette volna ki. Ahhoz azonban, hogy a gyártásunkat kiértékelhessük, más oldalról kell ezt a kérdést megvizsgálni.

Az üzemi kapacitás egy kábelben belüli mérése, illetve ugyanazon érmérethez tartozó teljes keresztmetszetsor összes kábelein mért üzemkapacitások terjedelme megmutatja a gyártás egyenletességét. E gondolat szem előtt tartásával nézzük meg a vazelintöltésű kábelek üzemi kapacitásának alakulását. Az 1. ábra szemlélteti egy 100×4×0,4 kábel üzemi kapacitásának eloszlásgörbét. Hasonlítsuk össze az újonnan kifejlesztett kábel eloszlásgörbét egy hagyományos konstrukciójú, 52×4×0,8 mm szerkezetű papír érszigetelésű, ólomköpenyes kábel eloszlásgörbéjével (2. ábra). A két ábra összevetéséből látható, hogy míg az 1. ábra közelítőleg Gauss-görbe, addig a hagyományos kábelnél (2. ábra) nem normál eloszlású görbe adódott. Egy távbeszélő hálózat annál



1. ábra. Vazelinnal töltött, 1114 m gyártási hosszú, $100 \times 4 \times 0,4$ kábel üzemi kapacitásának eloszlásgörbéje

homogénebb, minél egyenletesebb az egyes áramkörök vonalcsillapítása. A vonalcsillapítást a hangfrekvenciás tartományban az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

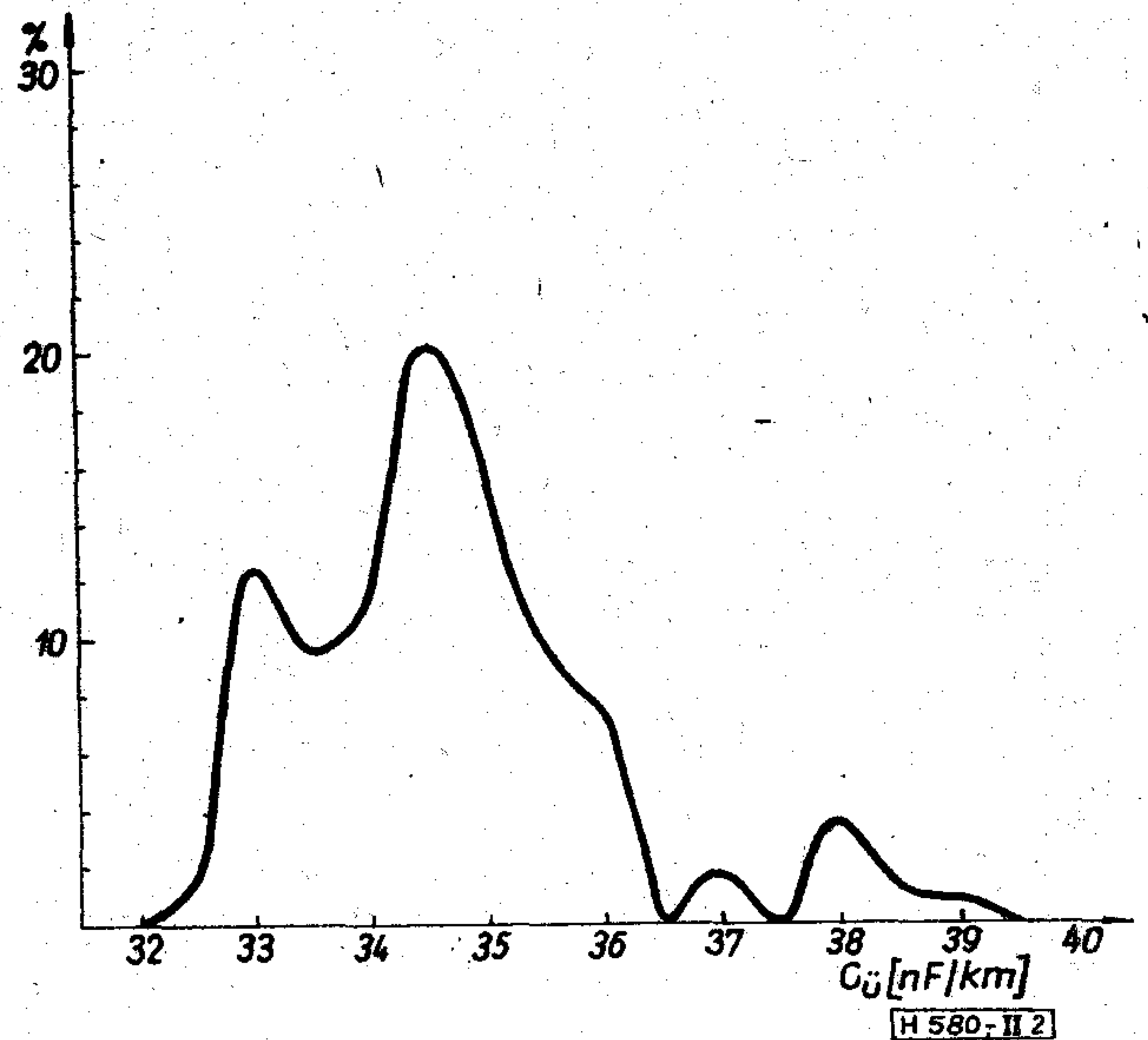
$$a = \sqrt{\frac{R\omega C}{2}},$$

ahol R a hurokellenállás, C az üzemi kapacitás.

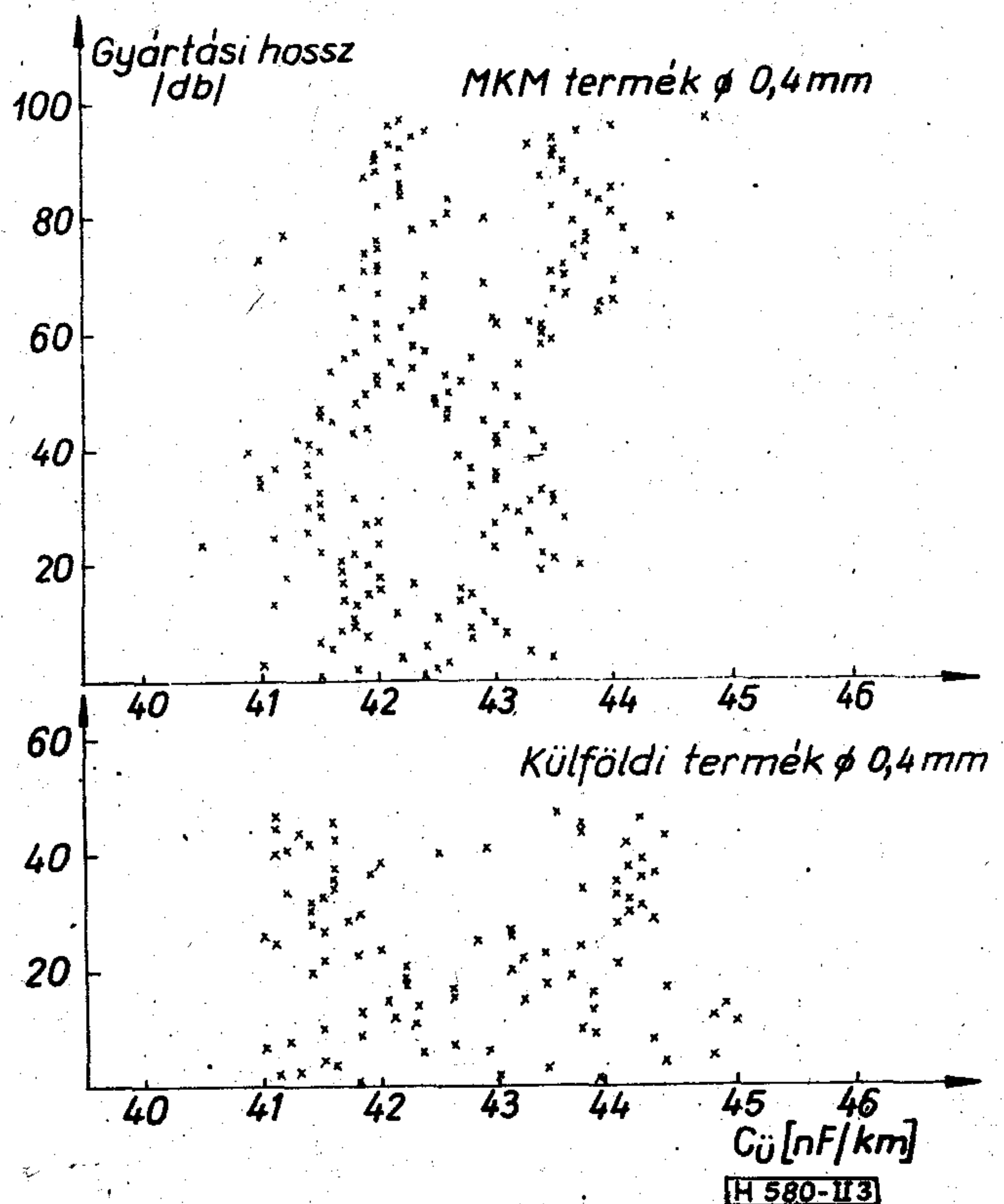
Mivel az egyenáramú ellenállás szórása jóval kisebb az üzemi kapacitás szórásánál — és annak értéke statisztikusan eloszlik —, így a vonalcsillapítás változásának vizsgálatánál figyelmen kívül hagyhatjuk. A helyi kábelek összekötésénél nem vehetjük figyelembe az egyes érpárok üzemi kapacitás értékeit. Kiszámítottuk az 1. és 2. ábrán szereplő kábelek minimális és maximális értékéből adódó vonalcsillapítás-változást. Az 1. ábrán szereplő kábel üzemi kapacitás terjedelme (1,4 nF) megegyezik a 0,4 mm vezető-átmérőjű kábelek átlagterjedelmével (1. a 3. táblázatot). A vazelintöltésű kábel vonalcsillapítás-változása 1,5%, míg a papírszigetelésű kábelé 11,1%. A két értékből egyértelműen belátható, hogy a vazelintöltésű kábelekkel felépített hálózat összehasonlíthatatlanul nagyobb homogenitást mutat, mint a korábbi gyártmányainkból felépített.

Tapasztalataink szerint a papír érszigetelésű telefonkábelek üzemi kapacitásának szórása nagyobb,

mint a műanyag érszigetelésű kábeleké. Meg kell azonban jegyezni, hogy míg a tömör polietilén érszigetelés gyakorlatilag összenyomhatatlan, a habosított polietilén érszigetelés igen nagy mértékben deformálódhat, ha sodrása nem az ideálisan méretezett sodrószer számmal történik. Nagyobb sodrószer szám alkalmazása viszont a kábel töltését teszi teljesen megbízhatatlanná. Teljesen egyértelmű képet kapunk, ha termékünket más gyártmányú, habosított polietilén érszigetelésű, vazelintöltésű kábellel vetjük



2. ábra. Papírszigetelésű, ólomköpenyű, 500 m gyártási hosszú, $52 \times 4 \times 0,8$ kábel üzemi kapacitásának eloszlásgörbéje

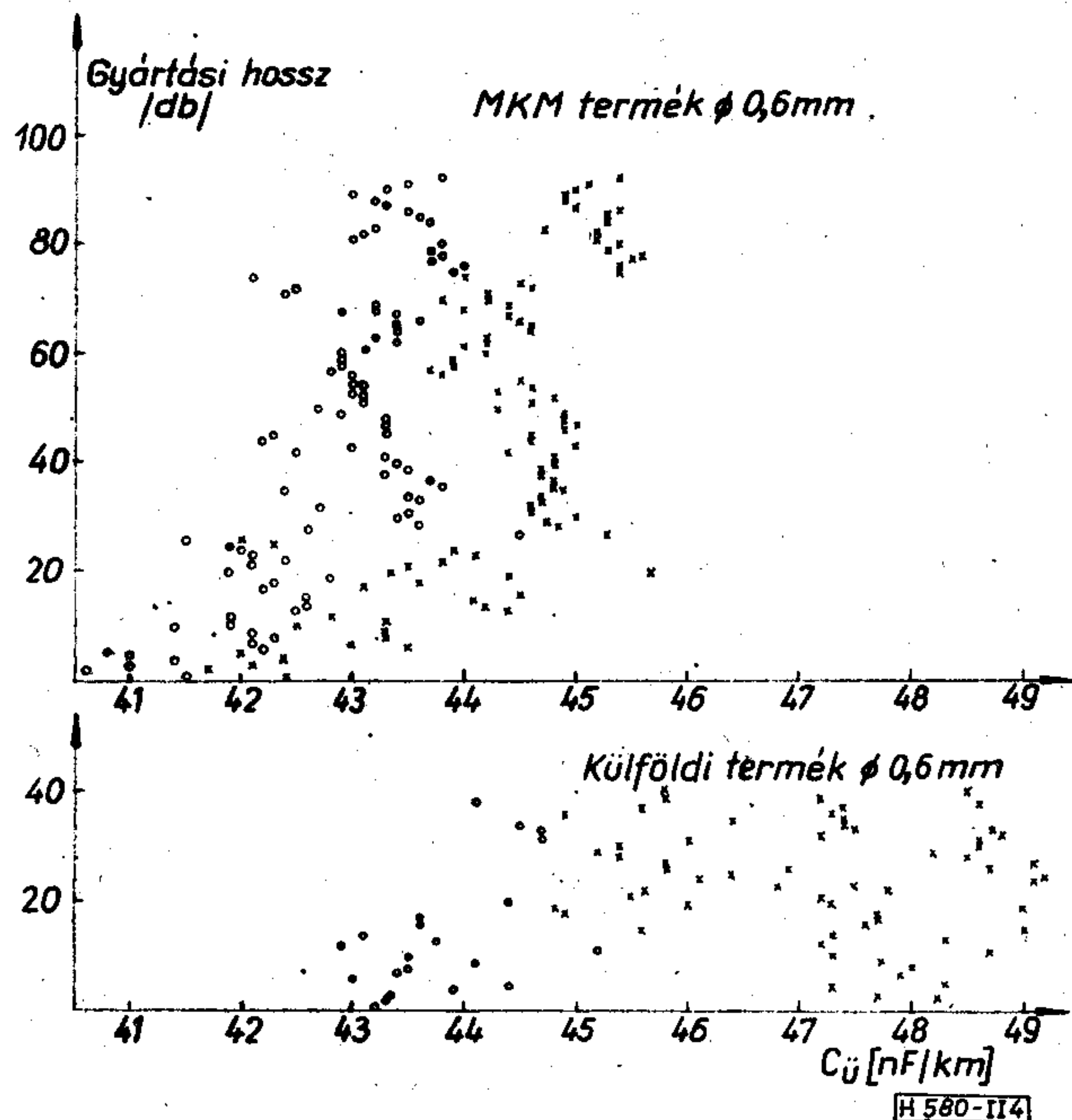


3. ábra. $\varnothing 0,4$ mm rézvezetőjű, vazelintöltésű kábelek üzemi kapacitás terjedelme

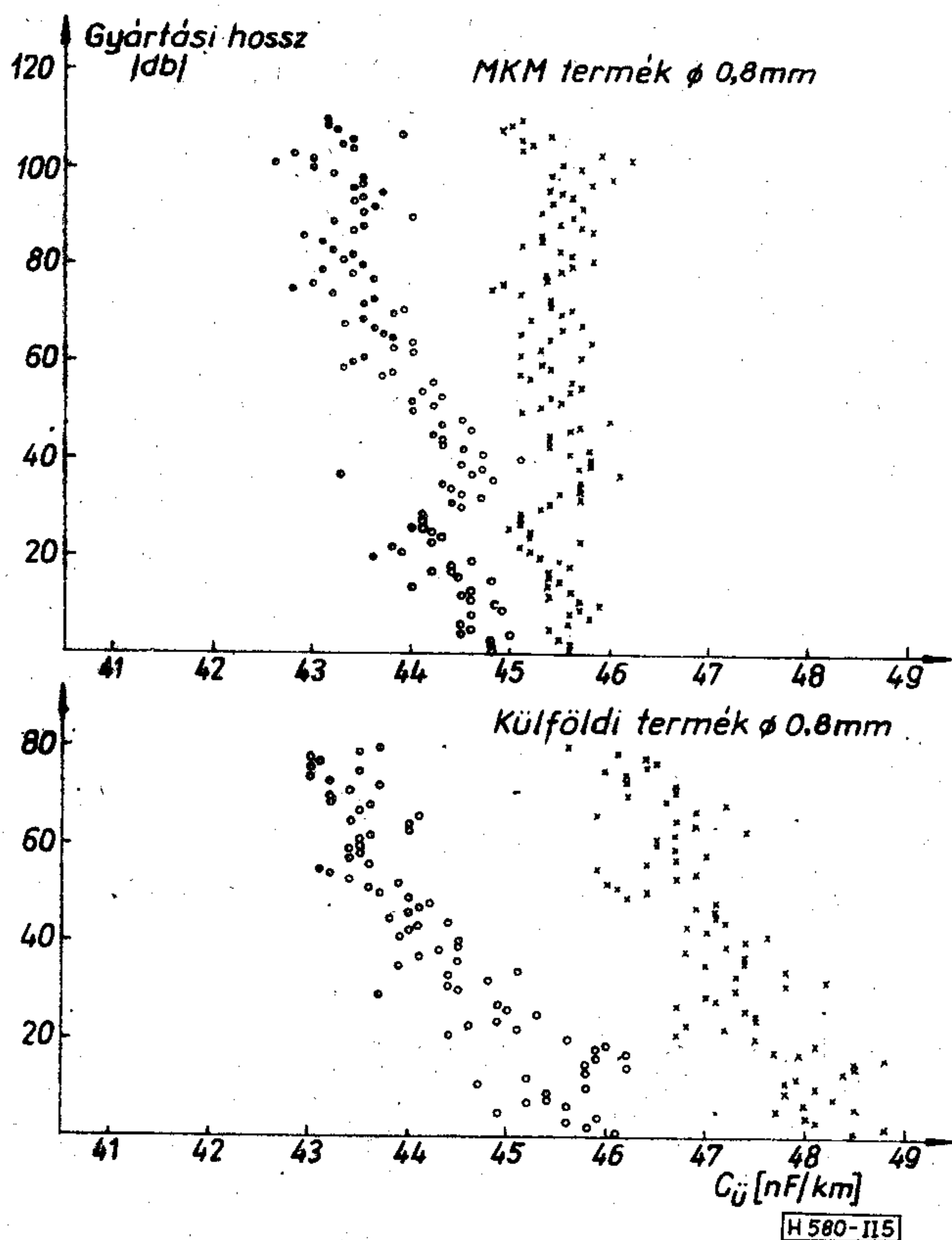
3. táblázat
Üzemi kapacitás átlagos terjedelme

Vezetőátmérő mm	MKM termék nF/km	Külföldi termék nF/km
0,4	1,376	2,22
0,6	1,43	3,27
0,8	1,77	2,68

össze. Az alábbiakban összehasonlítjuk az új konstrukciójú, üzemszerűleg gyártott kábeleink minimális és maximális értékeit a Magyar Posta egyik szállítójának termékével. A 3. ábra az $\varnothing 0,4$ mm vezetővel, a 4. ábra az $\varnothing 0,6$ mm vezetővel és az 5. ábra az $\varnothing 0,8$ mm vezetővel készült kábelek adatait tartalmazza (az ábrákon vízszintesen egymás mellett helyezkednek el az egyes gyártási hosszak minimális és maximális üzempkapacitás értékei). Az ábrákból lát-



4. ábra. $\varnothing 0,6$ mm rézvezetőjű, vazelinoltású kábelek üzemi kapacitás terjedelme



5. ábra. $\varnothing 0,8$ mm rézvezetőjű, vazelinoltású kábelek üzemi kapacitás terjedelme

ható, hogy a magyar vazelinoltású kábelek teljes terjedelme kedvezőbb a külföldi gyár termékénél. Ezen összehasonlítás önmagában nem teljes, hiszen egy-egy kiugró érték kedvezőtlenül befolyásolhatja a teljes kiértékelést.

A gyártás egyenletességére egyértelműen feleletet kapunk, ha érdemekenként meghatározzuk a különféle szerkezetű kábelekből adódó átlagos üzempkapacitás terjedelmét. Az átlagos üzemi kapacitási terjedelmeket a különféle érdemekre a 3. táblázat tartalmazza.

A táblázatból látható, hogy minden érdemre jobb eredményeket kaptunk az összehasonlításra szolgáló termékénél. Meg szeretnénk jegyezni, hogy a legkedvezőtlenebb eredményt adó $\varnothing 0,8$ mm vezetővel kezdtük el gyártásunkat. A külföldi gyár adatainak feldolgozásából látható, hogy ennél a méretnél az üzemi kapacitás átlagterjedelménél még javulásra számíthatunk. Az eredmények kiértékelésénél figyelembe kell venni, hogy az összehasonlításnál mindkét gyár teljes gyártmányválasztékát vizsgáltuk.

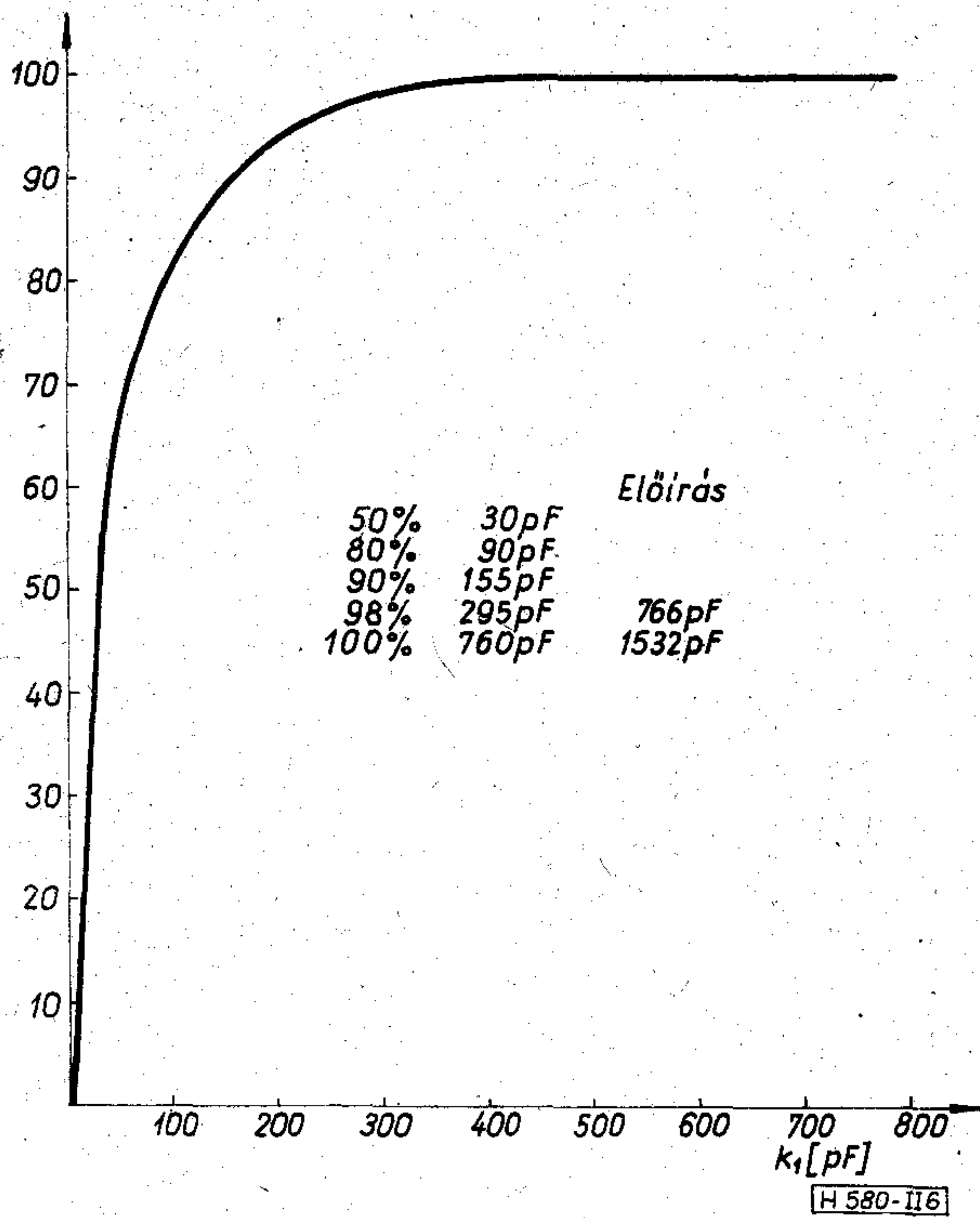
Kapacitív csatolás

Az üzemi kapacitás mellett a kapacitív csatolás is egyértelműen feleletet ad a gyártás precizitására. A korábbi helyi távbeszélő kábeleinkre vonatkozó szabvány (KGSz. 48.3001) [6] 500 m-re vonatkoztatva 1340 pF-t engedélyezett. Ez az érték a szabványban rögzített átszámítás alapján 300 m-re vonatkoztatva 1038 pF-nak felel meg (átszámításnál a gyártási hossz és a vonatkozási hossz hányadosából vont négyzetgyökkel kell a mért értéket korrigálni). A Magyar Kábel Művek vállalta ezen előírásnál szigorúbb érték tartását. Az új, vállalt érték a négyesen belüli kapacitív csatolási értékre — 300 m-re vonatkoztatva — a mért értékek 100%-ra 800 pF, 98%-ra 400 pF.

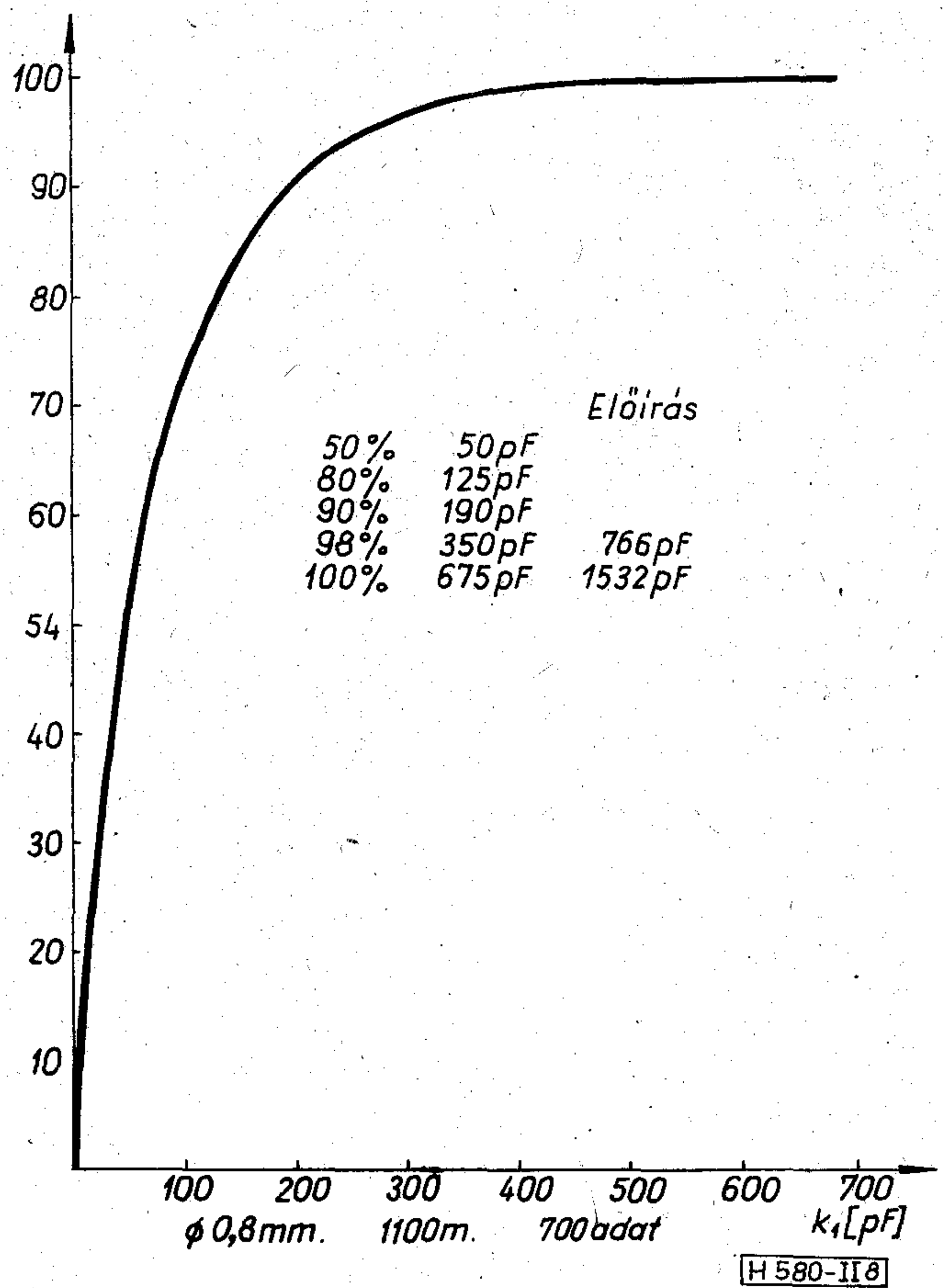
Megvizsgáltuk a különböző érátmérőjű kábeleknél a kapacitív csatolások értékének alakulását. Azon kábelek értékeit dolgoztuk fel, amelyeknek gyártási hossza 1050 és 1150 m között volt. A mért értékeket nem korrigáltuk a hossz függvényében, hanem úgy tekintettük, mintha mindegyik gyártási hossz 1100 m-es lett volna. A 6. ábra az $\varnothing 0,4$ mm, a 7. ábra az $\varnothing 0,6$ mm, a 8. ábra az $\varnothing 0,8$ mm érátmérővel készült kábelek négyesen belüli kapacitív csatolásának alakulását tünteti fel.

Figyelembe véve, hogy elsőként sorozatban gyártott, 0,8 mm érátmérőjű kábeleinkre kaptuk a legkedvezőtlenebb átlagos értékeket — ezért ezt a típust hasonlítottuk össze a szintén 0,8 mm érátmérővel készült papír érszigetelésű ólomköpenyes kábelek kapacitív csatolásával. Az ólomköpenyű kábelek 500 m-es gyártási hosszban készültek és gyakorlatilag mindegyik kábel a Magyar Kábel Művek és a Magyar Posta között megkötött Műszaki Feltétel (MKM MF 23.804—76/77) szerint kiváló minőségű. A kiváló minőség azt jelenti, hogy megrendelünk a jó kapacitív csatolás értéke miatt minőségi felárat (+2%) fizet. A 9. ábrán feltüntettük a kétféle konstrukció kapacitív csatolásainak alakulását, valamint a vazelinoltású kábelek értékeinek alakulását, ha a KGSZ 48.3001 szabvány szerinti átszámítást alkalmazzuk.

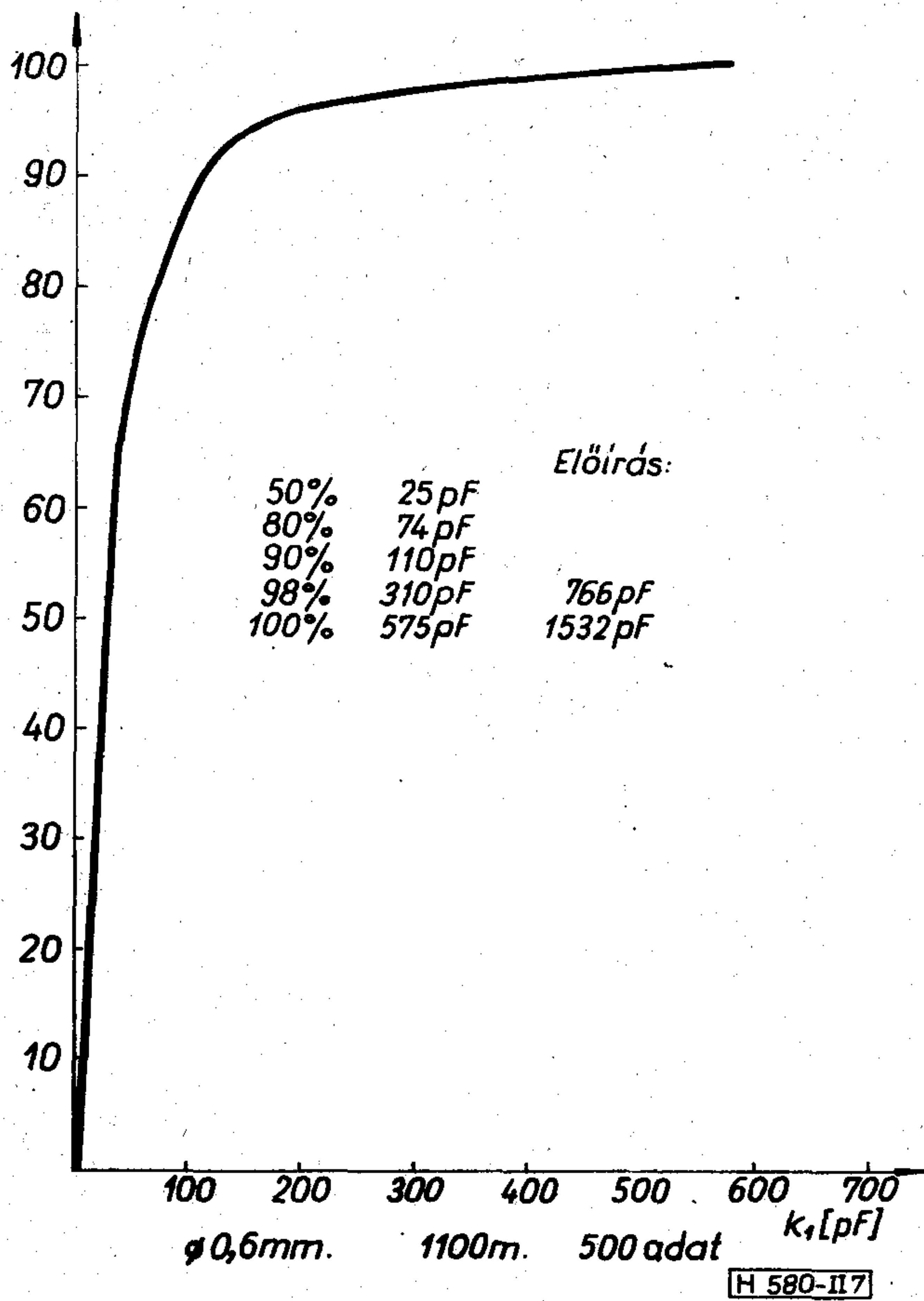
A 9. ábrán látható, hogy az átlag 1100 m-es gyártási hosszúságú, vazelinoltású kábelek csatolásérté-



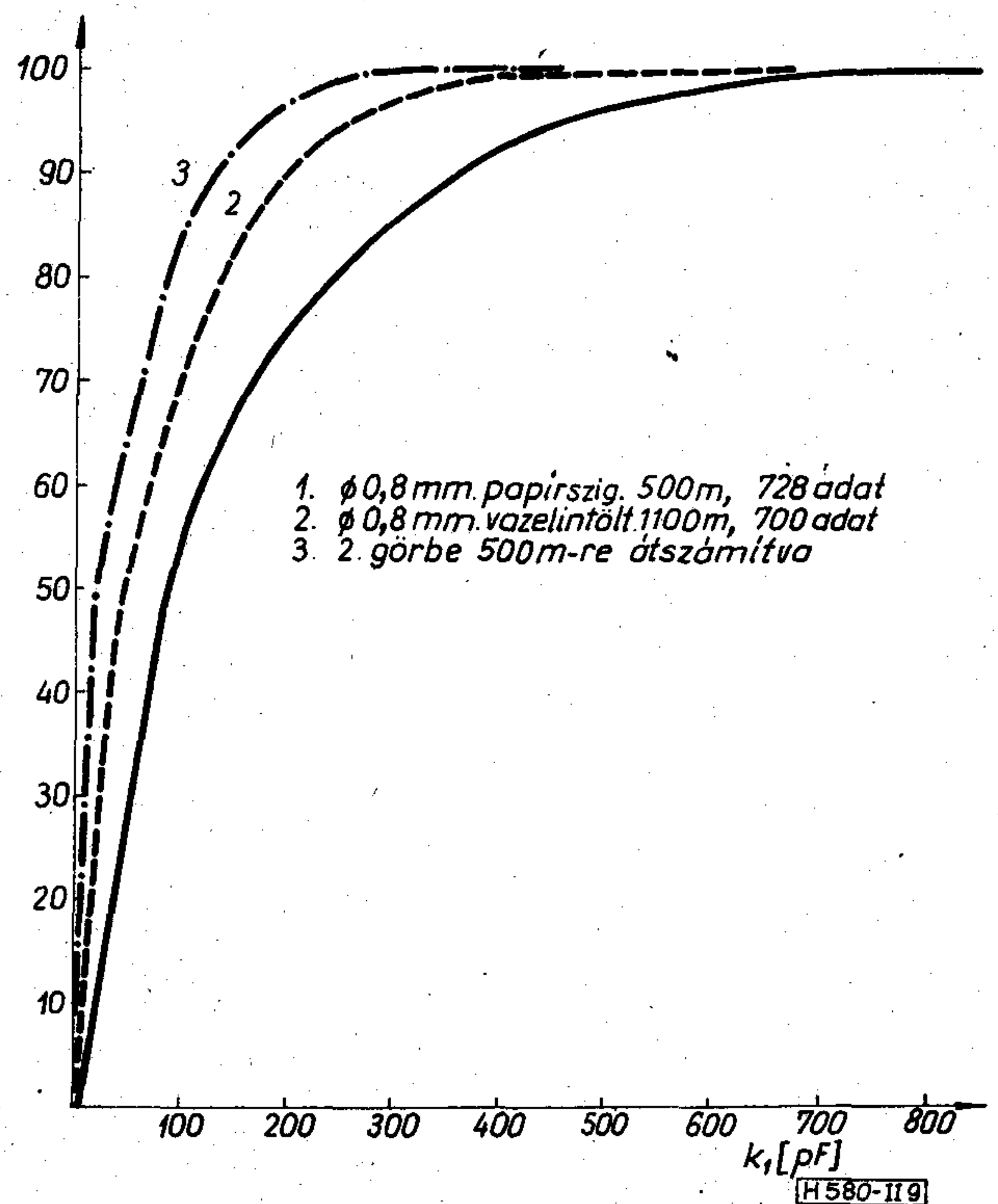
6. ábra. $\varnothing 0,4$ mm rézvezetőjű, vazelintöltésű kábelek k_1 csatolás értékeinek halmozott eloszlásgörbéje. Gyártási hossz 1100 m, 1115 mérési adat



8. ábra. $\varnothing 0,8$ mm rézvezetőjű, vazelintöltésű kábelek k_1 csatolás értékeinek halmozott eloszlásgörbéje. Gyártási hossz 1100 m, 700 mérési adat



7. ábra. $\varnothing 0,6$ mm rézvezetőjű, vazelintöltésű kábelek k_1 csatolás értékeinek halmozott eloszlásgörbéje. Gyártási hossz 1100 m, 500 mérési adat



9. ábra. Vazelintöltésű és papírszigetelésű ólomköpenyű kábelek k_1 csatolás értékeinek összehasonlítása

kei kedvezőbbek, mint az 500 m-es gyártási hosszúságú, papírszigetelésű kábelek értékei. Mivel a fent említett minősítő Műszaki Feltételben 500 m-es gyártási hosszra átszámítva 600 pF-ot engedélyez a kiváló minőségű kábelekre, így a vazelintöltésű kábel kiváló minőségűnek értékelhető.

Az eredmények értékelése

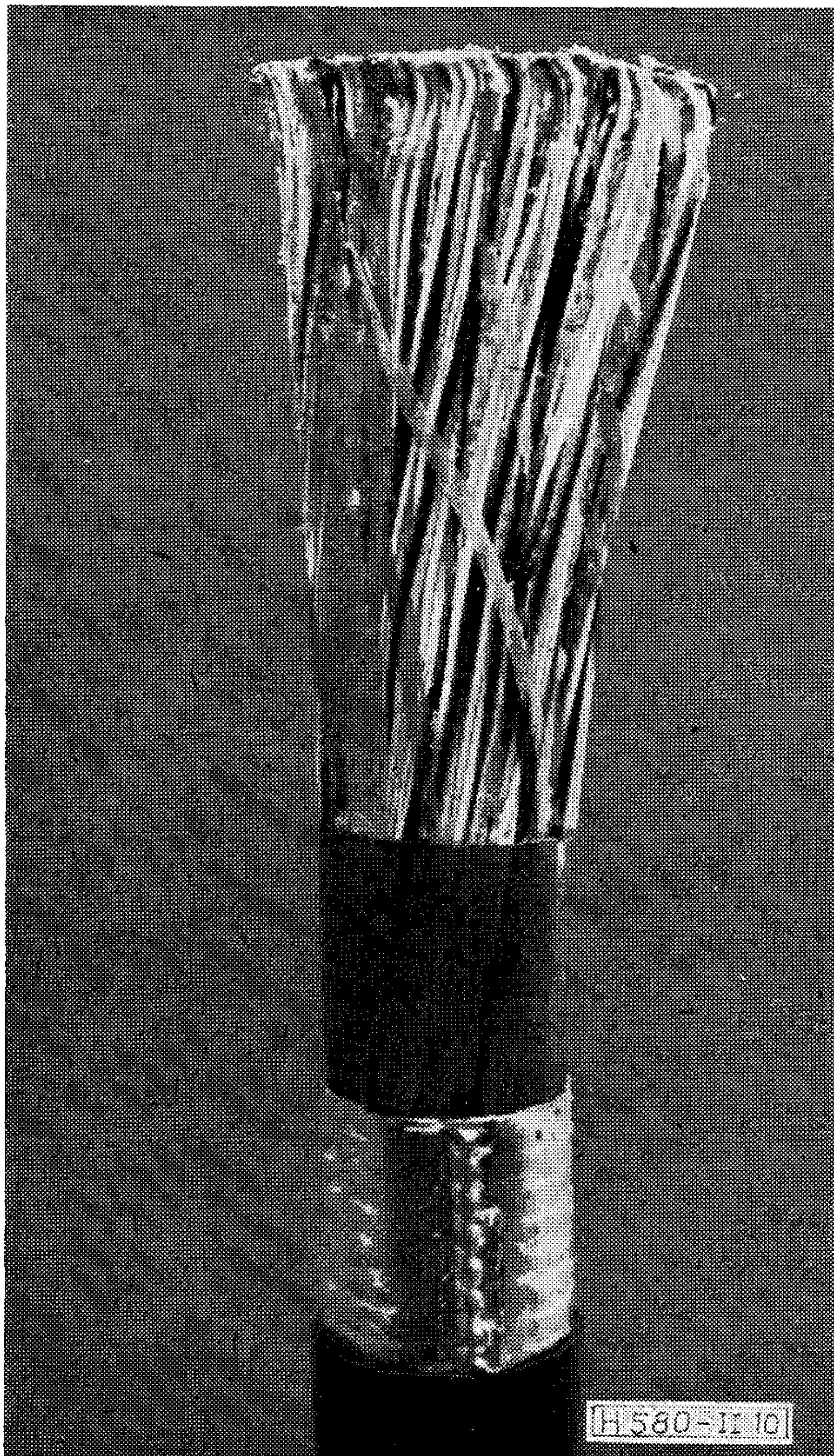
A Magyar Kábel Műveknek sikerült a habosított polietilén érszigetelésű, vazelintöltésű helyi távbeszélő kábelek fejlesztési célkitűzéseit megvalósítani.

Ezek szerint tehát:

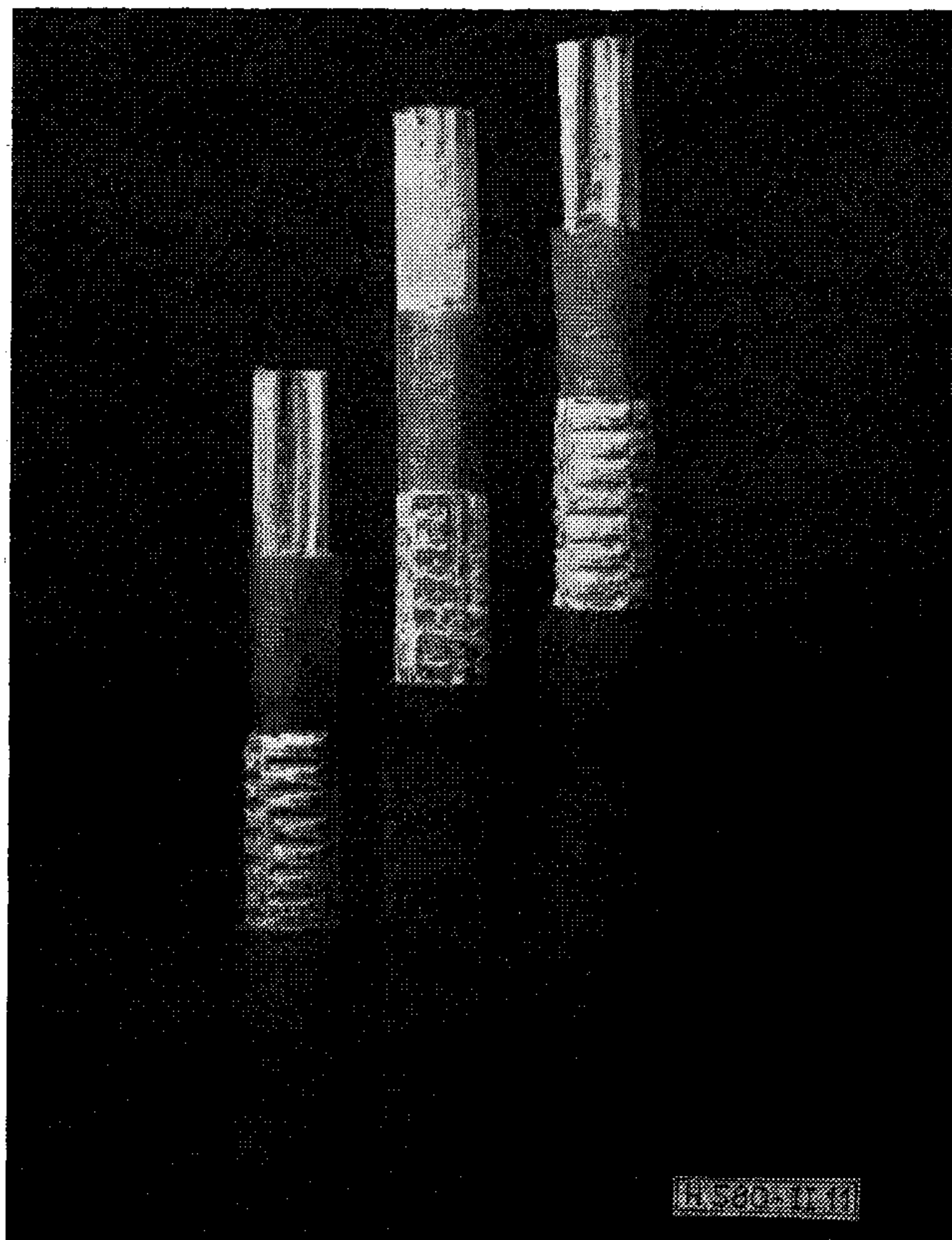
1. A kábelek szigetelési ellenállása több, mint egy nagyságrenddel nagyobb a kívánt értéknél.

2. A vezetők egyenáramú ellenállása teljesíti nemcsak a hazai, hanem az annál szigorúbb brit, német és norvég postai követelményeket is.

3. A kábelek üzemi kapacitása biztonsággal teljesíti az előírást. A kábeleken belüli üzemi kapacitás szórása lényegesen kisebb a papír érszigetelésű telefonkábeleknél. Külföldi hasonló típusú kábellel összehasonlítva a teljes gyártmányválasztékban gyártásunk egyenletesebb, így igen homogén távbeszélő hálózatot lehet a közeljövőben megvalósítani.



10. ábra. A Magyar Posta részére kifejlesztett vazelintöltésű kábel



11. ábra. Angol szabvány szerint elkészített, páros sodrású, vazelintöltésű kábel

4. A kábelek kapacitív csatolásának értéke nemcsak teljesíti a vállalt szigorúbb előírást, hanem annak a tartománynak is csak a felét használja ki, ezért igen jó áthallásmentességet biztosít.

Ismereteink szerint ezen kábelcsalád felveszi a versenyt a nemzetközi piacon kapható legjobb gyártmányokkal. A Magyar Kábel Művek így ki tudja elégíteni a Magyar Posta igényeit, és ezzel népgazdaságunkat jelentős tőkés import terhe alól mentesíti.

Eddigi eredményeink alapján minden reményünk megvan ezen kábelek tőkés relációjú exportjára is. Ennek érdekében nem állunk meg a fejlesztéssel. Következő feladatunknak a nemzetközi piacon szinte egyeduralkodó brit szabvány (BS 3573:1972) szerinti gyártmányválaszték megvalósítását tekintjük, amely elsősorban érpáros felépítésében tér el a jelenleg gyártott konstrukcióktól.

I R O D A L O M

- [1] Specification for Polyethylene-insulated Copper-conductor Telecommunication Distribution Cables BS 3573:1972
- [2] Rézvezetőjű, habosított polietilén szigetelésű, vazelin térkitöltésű, helyi kábel MKMMF 23836—77
- [3] Specification CW/M/128T for Cable, Polyethylene, Twin Cable, Polyethylene, Twin, Screened Post Office Telecommunications Headquarters (July 1972.)
- [4] Polyäthylen-isolierte Ortskabel (Pe-Ok) in Bündelverseilung und mit Schnichtenmantel. Aufbau und Eigenschaften. Deutsche Bundespost, FTZ 72 TV 1 Nov. 1966 és az azt kiegészítő Änderungen der Norm FTZ 72 TV 1, Bleibblatt 3. Aug. 1973
- [5] Plastic Insulated, Petroleum Jelly Filled Local Telephone Cable The Norwegia Telecommunications Administration, May 1973. Specification No 14. F
- [6] Rézvezetőjű, papírszigetelésű, ólomköpenyű helyi távbeszélő kábel. KGSZ. 48.3001.
- [7] Helyi és távkábelek minősítése MKM—MF 23.804—76.

Vazelintöltésű helyi távbeszélőkábelek gyártása a Magyar Kábel Műveknél

ETO 621.315.211:621.395.73:665.3:677.73

A tudomány, a technika és a gazdasági élet rohamos fejlődése megköveteli az információs rendszerek további elterjesztését és fejlesztését is. Ennek a munkának egyik alapvető követelménye a kábelipar korszerűsítése.

Vazelintöltésű kábelek bevezetésének szükségessége

Egyre jelentősebb az igény a telefonhálózatok bővítésére és üzembiztonságának fokozására. Hazánkban a korábbi lemaradást a felszabadulás után sem sikerült pótolni, hiszen amíg a fejlett tőkés országokban 1976-ban 100 lakosra 30–60 telefonállomás, addig hazánkban 10 telefonállomás jutott.

Nehezíti helyzetünket a meglevő hálózat előregedése is. Nézzük meg, hogy ez utóbbi minek tulajdonítható.

A hagyományos kábelek rézvezetőjű, papírszigetelésű, ólomköpenyes felépítésűek.

E kábelek addig biztosítanak tökéletes átviteli lehetőséget, amíg fémköpenyük teljes hosszában sértetlen. Ha a köpenyen valahol repedés vagy lyuk keletkezik, az erek szigetelésére használt kiszáritott papír a külső térből magába szívja a nedvességet, így szigetelési ellenállása lecsökken, és egy bizonyos idő múlva a kábel használhatatlanná válik.

Nagyobb esőzéskor a kábelaknába és a tömbcsatornába víz kerül, a folyamat felgyorsul, és a kábel erei között zárlat keletkezik.

Az ólom fizikai tulajdonságai elősegítik a beázást. Ha a kábel rázkódásnak van kitéve (pl. hidaknál, erős forgalmú utaknál), az ólom átkristályosodik, és a köpeny a kristályfelületek mentén megrepedezik. Sok köpenysérülés keletkezik külső mechanikai behatásokra is. Beázás miatt keletkező üzemzavarok általában csak nagy esőzések után jelentkeznek.

A gyorsuló fejlődés és az üzembiztonság egyre több és megbízhatóbb kábelt követel. A kábelek mennyiségi növelését szerte a világon a papírszigetelésűnél jóval termelékenyebben gyártható műanyagszigetelésű kábelekkel igyekeztek biztosítani.

A hatvanas évek elején a Magyar Kábel Művek bevezette a rézvezetőjű, polietilén érszigetelésű és köpenyű kábelek gyártását. Ezek a kábelek a termelékenyebb gyártás mellett olcsóbbak és kisebb súlyúak is voltak a korábbi típusnál.

A műanyag kábelipari felhasználásától a szakemberek azt várták, hogy a kábelek beázása gyakorlatilag teljesen meg fog szűnni. A telefonkábelekhez kiválasztott polietilén ugyanis jó villamos tulajdonságai mellett a vizet nem szívja magába.

A műanyagszigetelésű kábelek elektromos paraméterei megközelítően megegyeztek a hagyományos kábelekéivel, így egy vonalszakaszban való közös felhasználásuk sem jelentett problémát.

A gyakorlat azonban sajnos nem igazolta a szakemberek reményeit. Bár a polietilén igen csekély mennyiségű vizet vesz fel, bizonyos mértékű vízgőzáteresztő képessége van, amelynek hatására a kábelek átviteli tulajdonsága idővel leromlik. Az az elképzelés, hogy vízhatlan érszigetelés felhasználásával a kábel a vízbehatással szemben gyakorlatilag érzéketlenné válik, nem valósult meg. Az érszigetelés gyártásánál ugyanis túhegynyi lyukak keletkezhetnek. Amennyiben a nem megfelelő szerelés következtében vagy bármilyen más okból víz kerül a kábelbe, zárlatot okozhat az esetleg néhány száz méter távolságra levő két hibahely között is.

Ismert tény, hogy a beázott papírszigetelésű kábeleknel a beázás helyén a papír megduzzad, és így megakadályozza a további vízmennyiség bejutását a kábelbe. A polietilén érszigetelésű kábelekben nincs olyan anyag, ami a vizet felvegye, ezért a kábel belsejébe

kerülő víz gyorsan tovább vándorol, a kábel egész hosszát kitöltheti. A hibát csak akkor lehet észlelni, ha két hibahelyet — amely két kötési pont is lehet — a víz rövidre zárt.

A kábelgyárak keresték azt a megoldást, amivel egy valóban üzembiztos kábeltípus gyártása biztosított.

Egyik ilyen próbálkozás az érgyártás utáni vízfürdős vizsgálat volt. Más gyárak a kábeleket 18 méterenként záródugókkal látták el.

Mindkét eljárásnál a kábelek előállítási költsége növekedett, de a kívánt eredmény elmaradt.

A kábelek beázásának megakadályozására évtizedek óta ismert egy megoldás: a pneumatikus védelem. Ennél a módszernél a kábelt túlnyomás alá helyezik.

Köpenysérülés esetén a lyukon kiáramló levegő megakadályozza a víz-behatolását a kábelbe. A kábelben a nyomást fenntartva, ill. a veszteséget kompresszorból pótolva, a sérült kábel még hosszú ideig — a hiba kijavításáig — változatlan paraméterekkel üzemeltethető. A túlnyomás védelem bevezetése elég költséges, és bár a vizsgálatok szerint ezek a kiadások hamarosan megtérülnek, mégis inkább csak a távkábelhálózatban és az ún. átkérőkábeleken alkalmazzák.

A vízzárás megoldására más módszert is kerestek. 1963-ban az angol G. A. Dodd, az Institution of Electrical Engineers (IEE) Londonban tartott konferenciáján egy új kábelgyártási lehetőséget javasolt.

Javaslat: töltsék meg a kábelt víztaszító, a víz vándorlását gátló anyaggal, és azért, hogy a kábel eredeti átviteli karakterisztikáját biztosítsák, a tömör polietilén érszigetelés helyett habosított polietilén érszigetelést alkalmazzanak. Angliában a javaslatot hamarosan a megvalósítás is követte.

A kábel kitöltéséhez olyan anyagot kellett keresni, amely a kábel élettartamát károsan nem befolyá-

solja. A főbb követelmények a következők voltak:

1. összeférhető legyen az érszigetelő anyaggal,
2. dielektromos állandója aránylag kicsi legyen, hogy jelentős méretváltozás nélkül a kábel üzemi kapacitása ne növekedjen,
3. hőmérséklet-tartománya olyan legyen, hogy az előforduló legmagasabb üzemi hőmérsékleten se cseppenjen ki a kábeltől, és a legalacsonyabb hőmérsékleten se akadályozza a kábel hajlékonyságát,
4. bevezetésével a kábelgyártás selejtszintje nem emelkedhet,
5. fajlagos térfogati ellenállása nagy legyen,
6. emberre nem lehet mérgező,
7. kábelszereléskor vezeték sérülése nélkül könnyen eltávolítható legyen,
8. könnyen beszerezhető, állandó minőségű, viszonylag olcsó legyen.

A kijelölt szempontok alapján esett a választás a vazelinra. Ez ugyan a polietilén érszigetelés mechanikai tulajdonságát kis mértékben rontja, de legjobban megfelel a kábeltöltés céljára.

Az új típusú vazelintöltésű kábel beváltotta a hozzá fűzött reményeket. Sikerült megvalósítani a hossz- és keresztirányban tökéletesen víz-záró kábelt. A legfejlettebb tőkés országok kábelgyárai az utóbbi években egyre nagyobb részarányban gyártják a vazelintöltésű helyi távbeszélő kábeleket.

A kábel felépítése

A Magyar Kábel Művek is felismerte ennek a kábelkonstrukciónak az előnyeit, és elhatározta a vazelintöltésű kábelgyártás hazai bevezetését. A beruházás előkészítése során egyeztettük fejlesztési elképzeléseinket a Magyar Posta-

val, hogy az új gyártmány hosszú távon kielégítse a jelentkező hazai igényeket.

A véglegessé vált konstrukció szerint a habosított polietilén érszigetelésű négyeseket nem a hagyományos — és csak a Magyar Postánál alkalmazott — 13 négyesből vagy annak egész számú többszöröséből felépülő rendszerben, hanem a ma már szinte egyeduralkodó pászmás felépítésben fogjuk gyártani. A köpenyszerkezet kialakítására a jelenleg legjobbnak tartott műanyagköpenyű megoldást, a rétegelt köpenyszerkezetet választottuk.

A Magyar Posta és az MKM által közösen kiválasztott szerkezeti rendszerben a legkisebb egység az öt csillagnégyesből összesodort alappászma, amely 10 telefonbeszélgetés lebonyolítására alkalmas.

Annak érdekében, hogy az alappászmában levő négyesek egymástól megkülönböztethetők legyenek, mindegyik sodrási elem egyik ere más-más színű (1. táblázat).

A jelenleg gyártott kábelek 5, 10, 15, 25, 50, 75 vagy 100 négyest tartalmaznak.

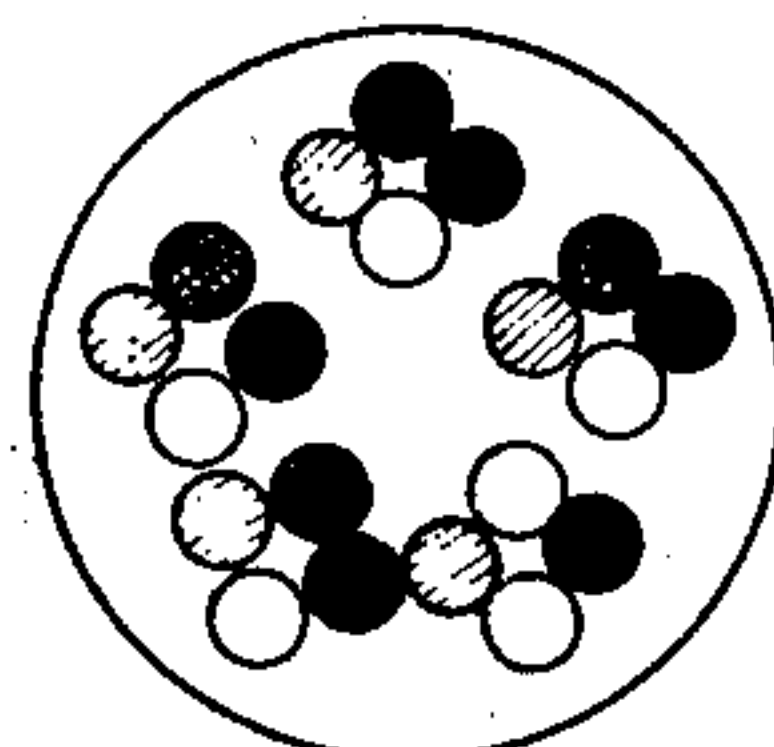
A 15 és 25 négyesből álló kábeleket alappászmákból egyetlen sodrási műveletben, az 50 négyesű kábeleket két sodrási műveletben (3+7) készítjük.

A 25 négyesű kábelsodratot — a külföldi irodalomból átvéve — főpázmának nevezzük.

A főpázmák összesodrásával alakul ki a 75×4 és 100×4-es szerkezet.

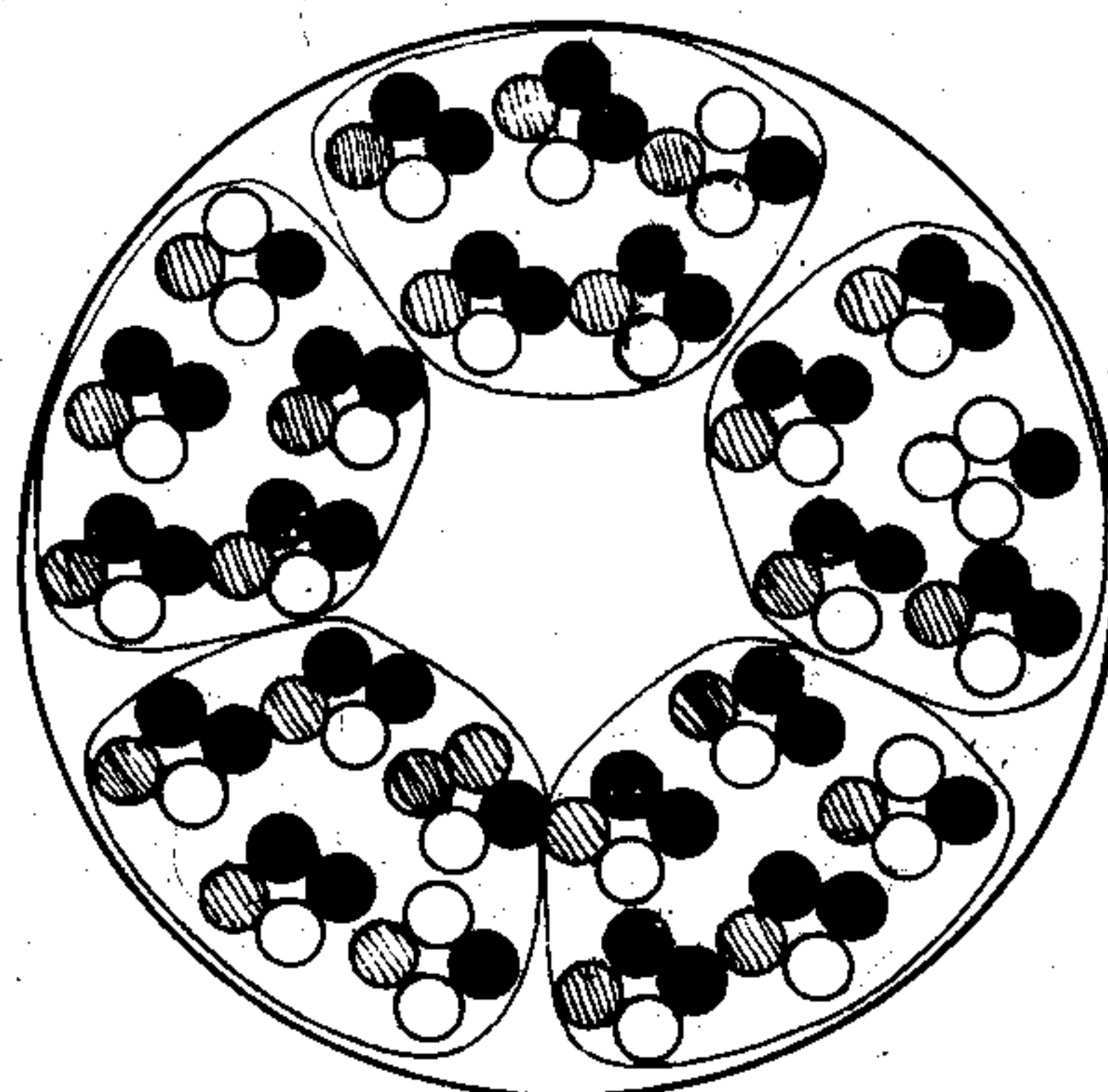
100×4-es szerkezetet — szintén külföldi irodalom alapján — szuperpázmának nevezzük.

A 10×4-es kábelszerkezetet több műszaki probléma miatt nem két alappászmából készítjük, hanem koncentrikusan sodorjuk. A kábel két alappászmához szükséges négyesek színösszeállításával készül azért, hogy a leágazó kötések el-



H581-1KR1

1. ábra. 5×4-es alappászma elrendezése



H581-1KR2

2. ábra. 25×4-es főpászma elrendezése

készítése ne jelentsen problémát a felhasználóknak.

A kábelszerkezet 0,4; 0,6 és 0,8 mm átmérőjű rézvezetővel készül.

Az egyeztető tárgyalások után kerültek kiválasztásra azok a gépek, amelyekkel világszínvonalon lehet habosított érszigetelésű, vazelintöltésű, műanyagköpenyű kábelt gyártani.

A szükséges gépek kiválasztásánál döntő szempont volt az is, hogy az új gyártósorba igen termelékeny és megbízható berendezések kerüljenek.

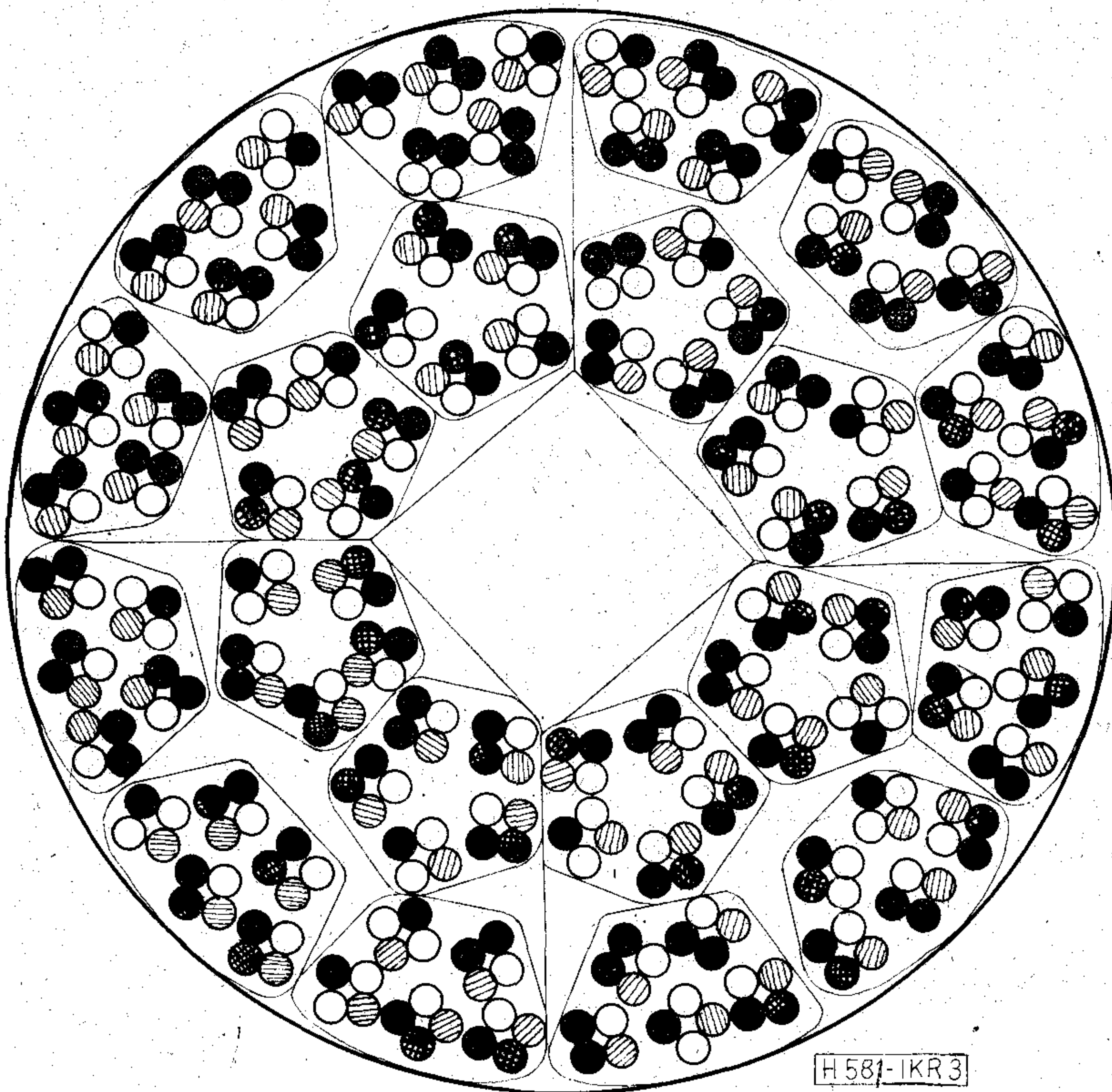
A gépek beszerzése 1975-ben indult meg az OMFB jelentős anyagi támogatásával. A megrendelt berendezések 1975. év végétől 1976. év közepéig érkeztek Szegedre. A gépeket a Szegedi Kábelgyár nagycsarnokának bővítésével létrejött kb. 4000 m²-es alapterületű új gyártócsarnokába telepítették.

A Szegedi Kábelgyár gyártási profilját korábban az erősáramú

1. táblázat

Az erek színezése

A négyes sorszám az alappázmában	1. érpár		2. érpár	
	a ér	b ér	c ér	d ér
1. Kezdő négyes	piros	fehér	fekete	szürke
2. Irányjelző négyes	zöld	fehér	fekete	szürke
3. Négyes	sárga	fehér	fekete	szürke
4. Négyes	kék	fehér	fekete	szürke
5. Négyes	barna	fehér	fekete	szürke



3. ábra. 100 × 4-es szuperpárizma elrendezése

vezetékek és kábelek, valamint a hírközlő vezetékek alkották. Az MKM távlati terve szerint — melynek egyik célkitűzése a profiltisztítás — a hírközlő kábelek gyártását Szegedre fogjuk koncentrálni. Ennek az elképzelésnek első lépése a vazelintöltésű helyi kábelek gyártásának megvalósítása volt.

A kábelek gyártási technológiája

A vazelintöltésű kábelek gyártására vásárolt gépsor elhelyezését a 4. ábra szemlélteti.

Érgyártás

Az érgyártáshoz szükséges lágy, 2,5 mm átmérőjű huzalt a dróthúzó üzem hántolt oxigénmentes alapanyagból biztosítja. A 630 mm átmérőjű dobon levő huzal belső vége ki van vezetve azért, hogy a kettős huzalleadón a huzal végtelenítésével a folyamatos gyártás biztosítható legyen.

A Niehoff gyártmányú, 17 köves húzógép folyamatos lágyítóval (5. ábra) biztosítja az egyenletes, lágy vezetőeret.

Lágyítás után a huzal az előmelegítő berendezésen halad keresztül. A huzalelőmelegítő berendezésnek

különösen a habosított polietilén érszigetelés gyártásában van nagy jelentősége. A huzal előmelegítése nélkül ugyanis a habosított polietilén érszigetelés nyúlása gyakorlatilag nulla lenne.

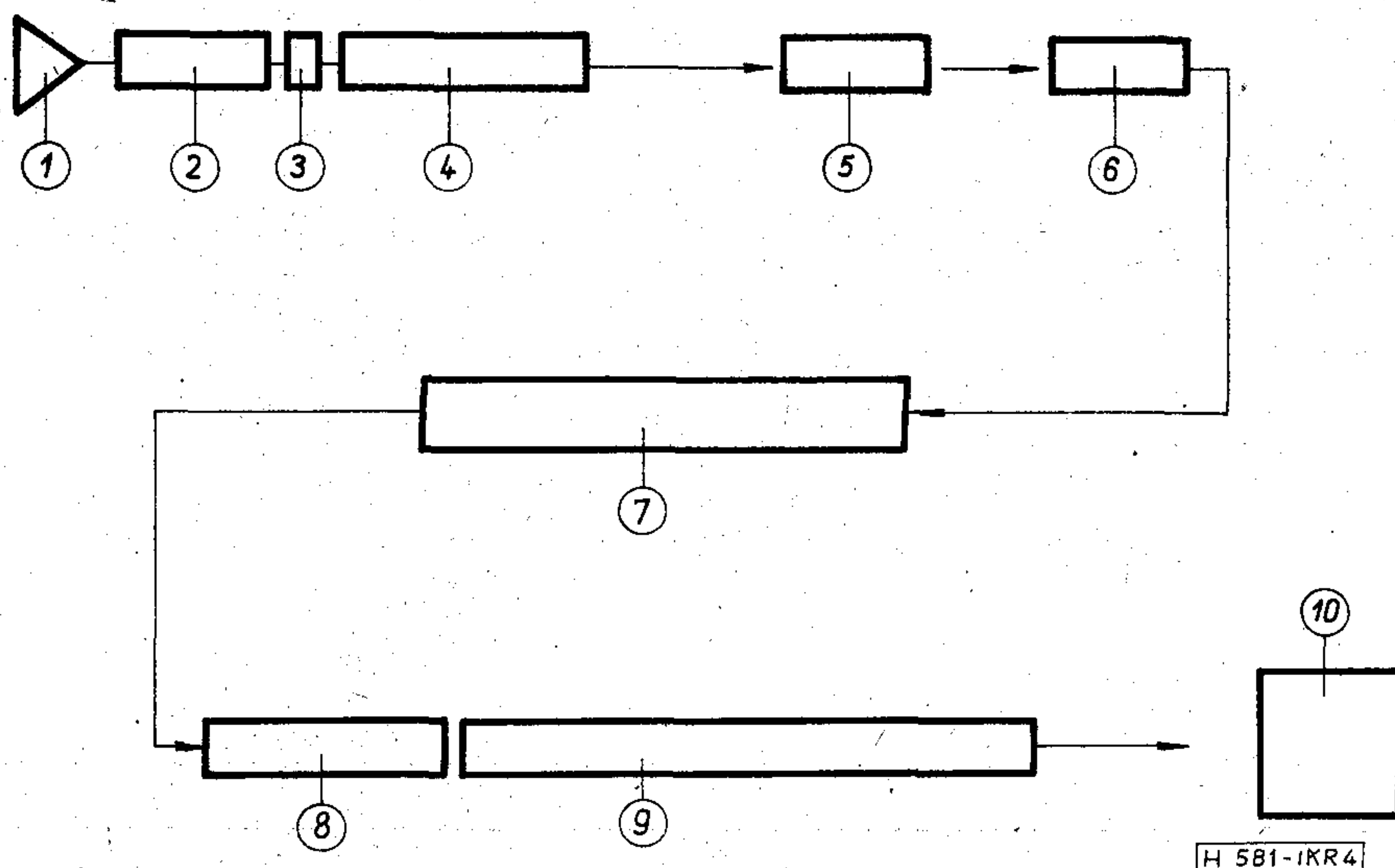
Az alkalmazott huzalhőmérséklet nagymértékben befolyásolja az érszigetelés nyúlását. A kísérleti úton megállapított huzalhőmérsékleten az érszigetelés szakadási nyú-

lása 500—800%. A kívánt hőfoknál alacsonyabb értéken a huzalfelülettel érintkező polietilén réteg túl hamar dermed meg, így az érszigetelő anyagban levő gázfejlesztő anyag nem tudja megfelelő mértékben kihabosítani a polietilént. A szükségesnél nagyobb huzalhőmérséklet esetén a huzal felületének környezetében 10—20 mikron átmérőjű cellák helyett nagy méretű cellák képződnek. A túlhabosított anyag feszültségállósága igen kicsi.

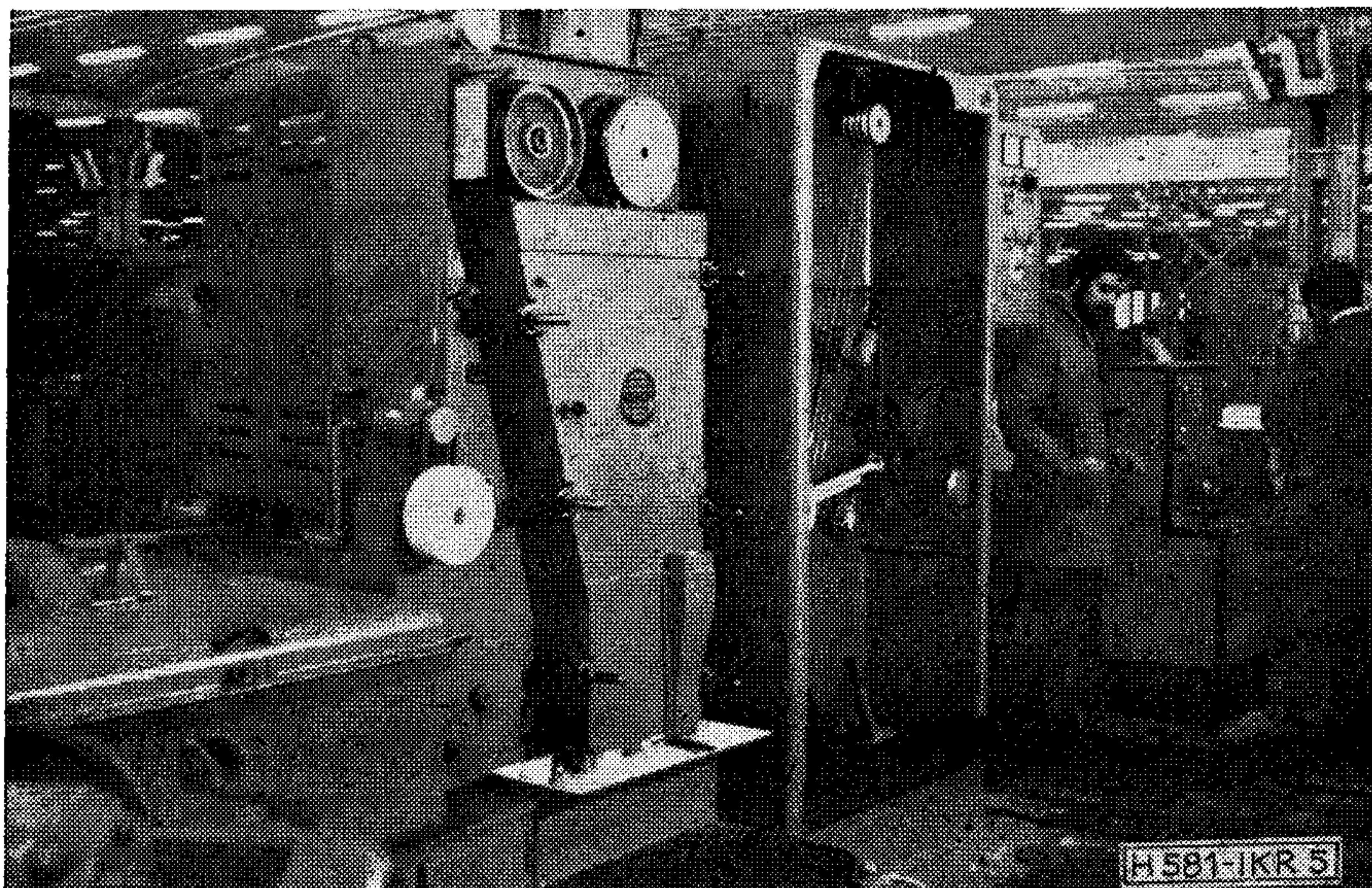
A megfelelően előmelegített huzalra a Maillefer BM 80-as típusú érszigetelő gépen (6. ábra) extrudálják a habosított polietilén érszigetelést. Az érszigetelés gyártási sebessége huzalmérettől függően 1200—1700 m/perc. Ilyen sebességű gyártásnál a mesterkeverék adagolását és egyenletes elkeverését az alapgranulátumhoz nagy pontossággal kell végezni. Ezt a kettős feladatot egy mesterkeverék adagoló (Color-Meter) felszerelésével biztosítjuk.

Az érszigetelő sor iker felcsévével, amely a folyamatos gyártáshoz nélkülözhetetlen. Az üres dobok berakása és a teli dobok kigurítása automatikusan történik. Az egybeépített gépsor szinkronvezérlésű átmérő-ellenőrző és -szabályozó, valamint érkapacitás-mérő és -szabályozó rendszerrel van ellátva (7. ábra).

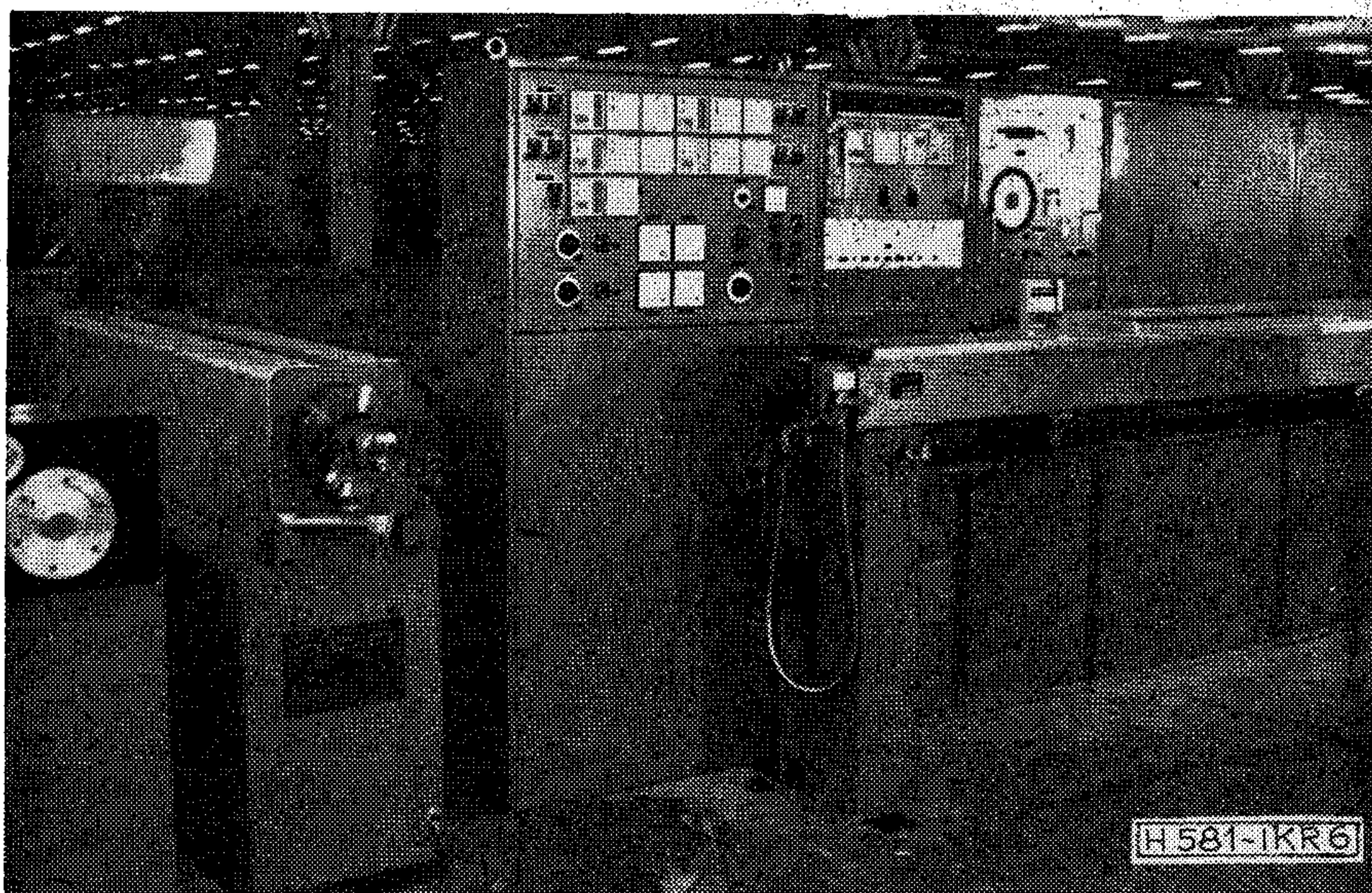
A szabályozás az érkapacitás mérésén alapul. A kapott információ alapján a gép automatikusan változtatja a fűtési zónák hőmérsék-



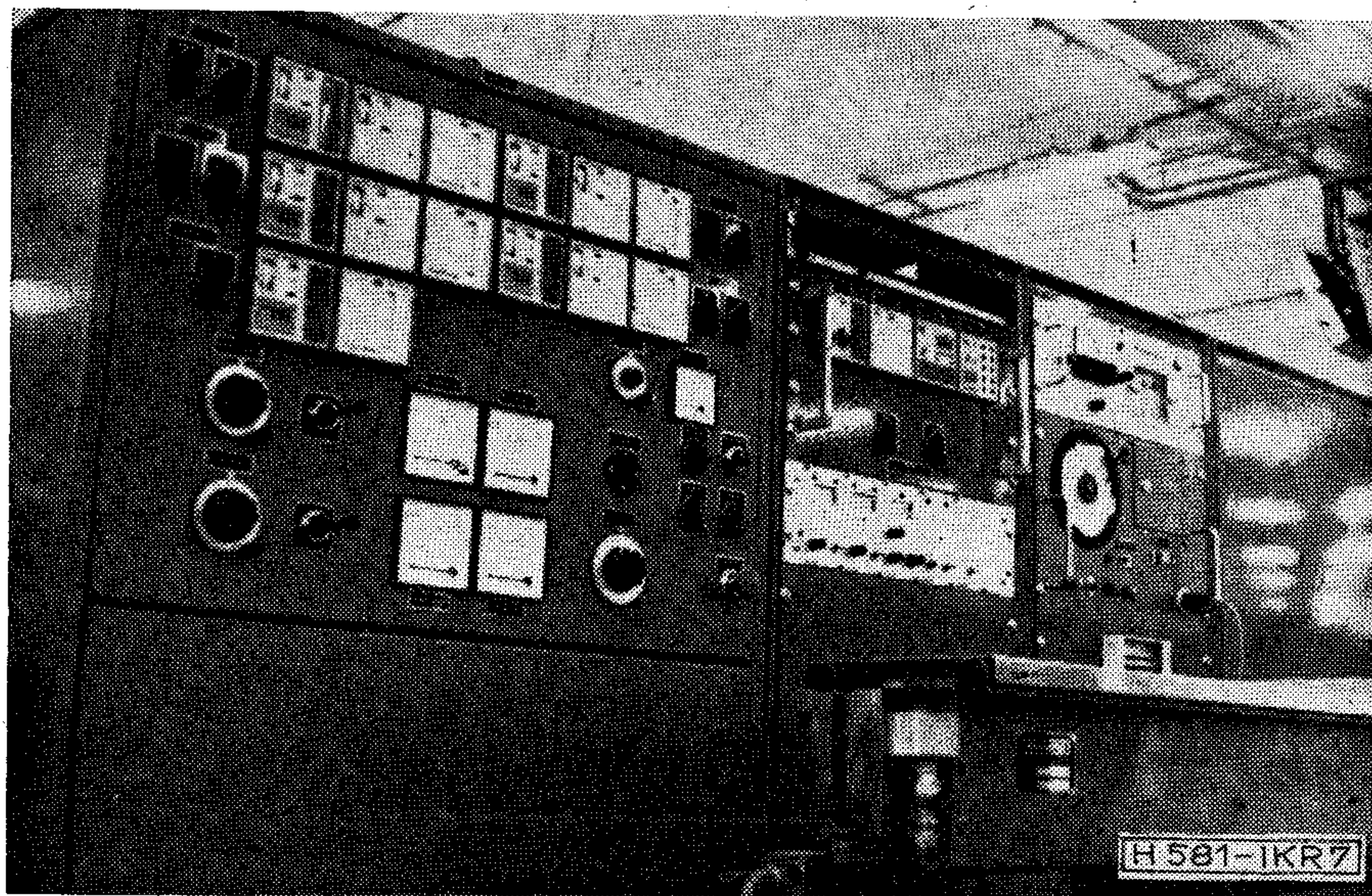
4. ábra. A gépsor elrendezési rajza: 1. kettős huzalleadó, 2. Niehoff-húzógép, 3. előmelegítő, 4. Maillefer BM 80 típusú érszigetelő, 5. Maillefer TC típusú négyesítő, 6. Pouffier 1000 típusú alappázasodró, 7. Pourtier 2200 típusú sodrógép, 8. Felten und Guillaume töltő és rétegelt köpenyező, 9. Maillefer BM 120 típusú köpenyítő, 10. MEO



5. ábra Húzógép folyamatos lágyítóval, háttérben az előmelegítő



6. ábra. BM 80-as extruder



7. ábra. Az extruder vezérlőszekrénye

letét, illetve a hűtővályú helyzetét az extruder fejéhez képest. Így biztosítható a termék egyenletes, jó minősége.

Az erek szigetelésére az Union Carbide cég PN 225/3 típusjelű granulátumát használjuk, amely már tartalmazza a habosodást biztosító anyagot. Az erek színezésére használt speciális mesterkeverék (PZ 157) szintén az Union Carbide terméke.

A gyártás kezdeti szakaszában problémát jelentett a habosodás mértékének beállítása. Kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy kb. 30%-os kihabosodás esetén (8. ábra) tudunk igen jó, egyenletes terméket biztosítani.

Annak érdekében, hogy rossz minőségű anyag ne kerüljön további feldolgozásra, az érszigetelő gépen dolgozók minden dobroló mintát vesznek. Megmérjük a huzal átmérőjét, szakadási nyúlását, és az értékeket rögzítjük (9. ábra). Amennyiben szükséges, korrigáljuk a huzallágyító feszültséget. Szakítógépen ellenőrizzük az érszigetelés szakadási nyúlását. Gyártásközi minőségi követelményeink sokkal szigorúbbak, mint a kész termékre vonatkozó előírásban foglaltak.

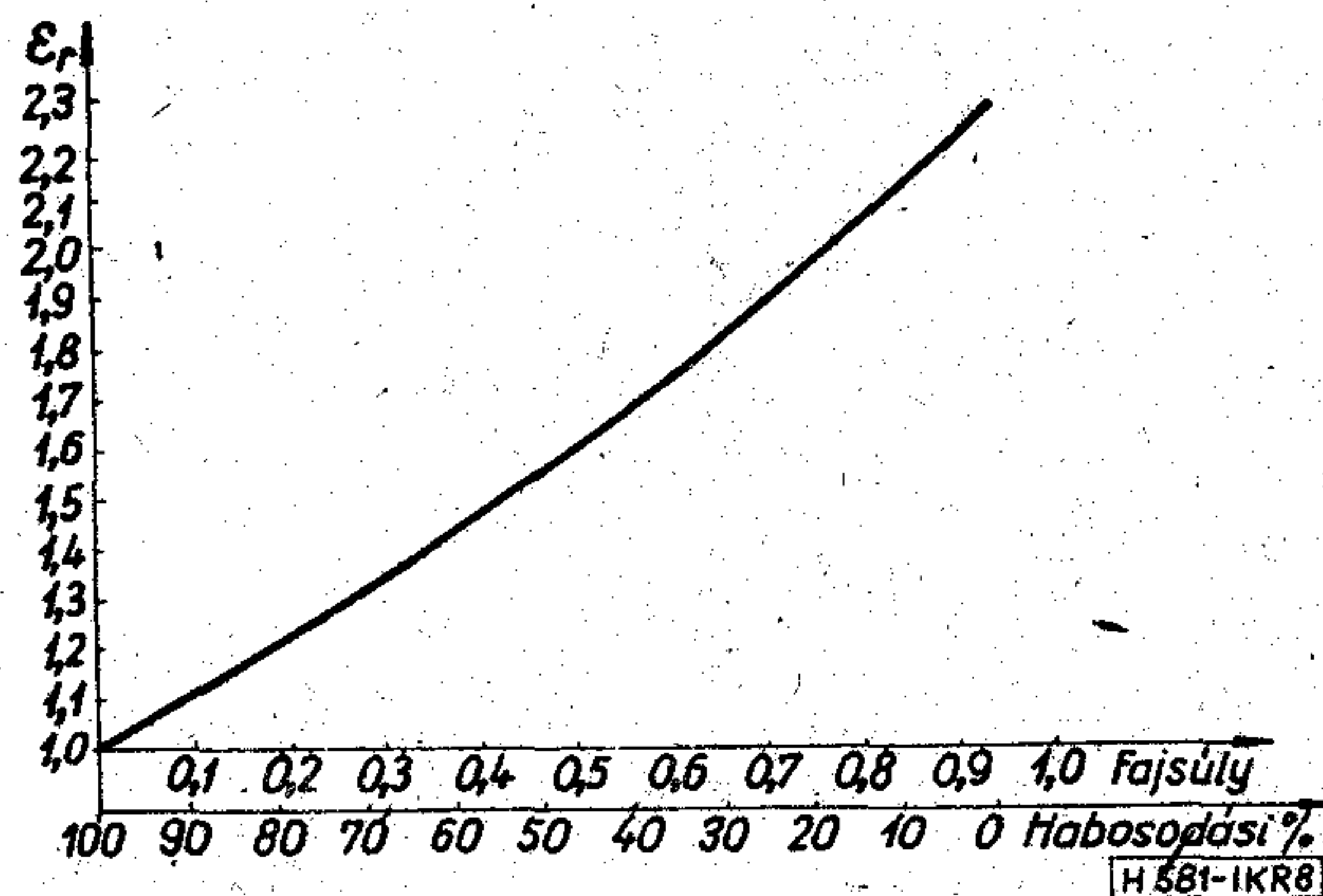
Négyesítés

Az érgyártás után megfelelőnek bizonyult ereket a Maillefer cég TC típusú, kettős összezapó rendszerű gépeink (10. ábra) négyesítjük.

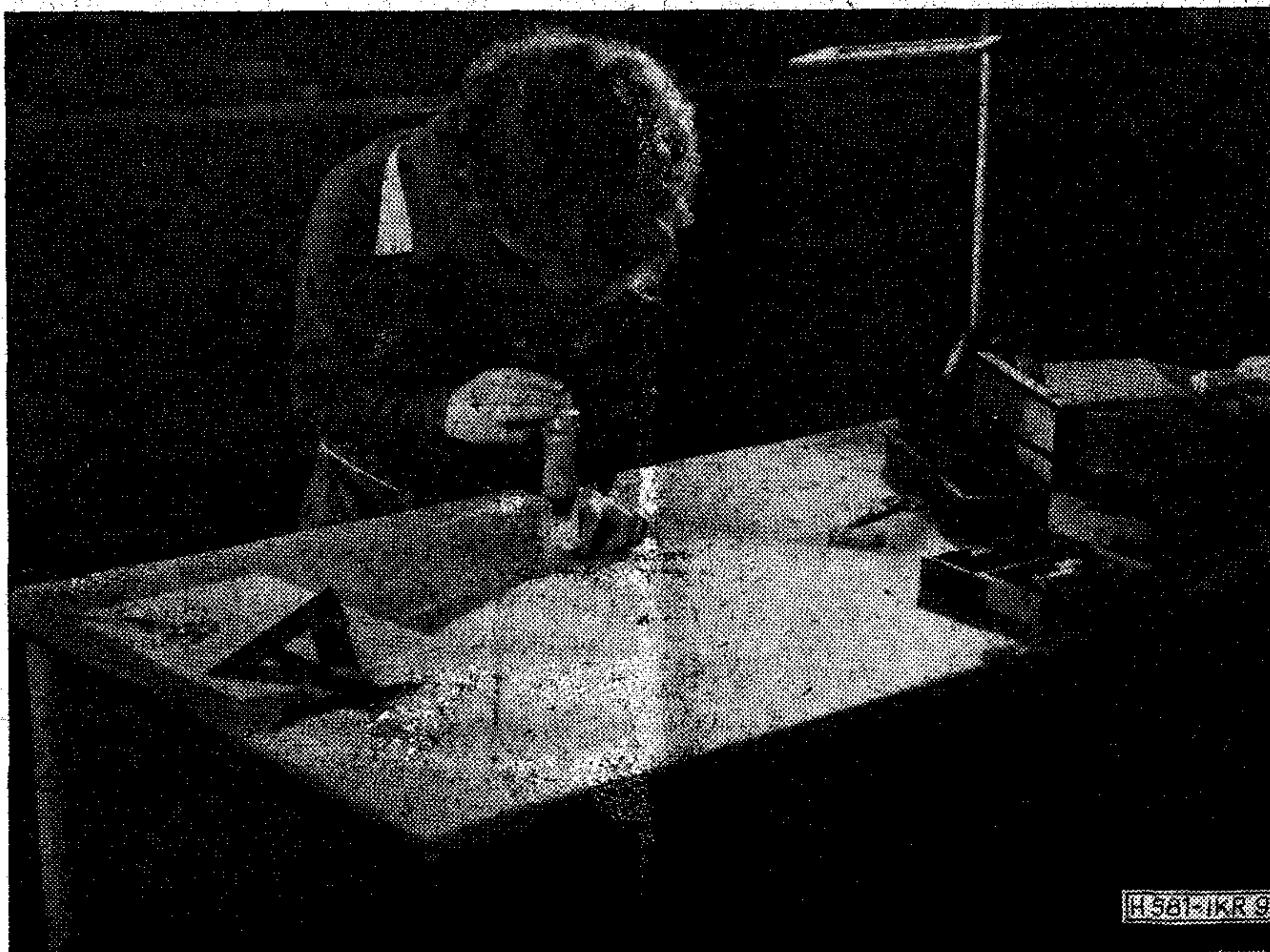
A gyártást a vezető átmérő függvényében 900–1700/perc közötti keretfordulattal végezzük.

Négyesítés után a gyártás kezdeti szakaszában minden dobba mértük a négyesen belüli k_1 kapacitív csatolási értéket. A rendelkezésünkre álló műszerrel maximum 3000 m körüli gyártási hosszban tudtuk ezt az értéket mérni. Kísérleteink bebizonyították, hogy ha homogén minőségű erek kerülnek négyesítésre, és a leadó dobok fordulatszámát is jól állítjuk be, akkor minden esetben jó kapacitív csatolási értéket kapunk. Mérési eredményeink kiértékelése után elrendelhettük a négyesítés utáni csatolásmérés megszüntetését, és ezzel egyidejűleg a nagyobb gyártási hosszak bevezetését. 0,4 mm érátmérővel így kb. 11000 m-es gyártási hosszakban történik a négyesítés.

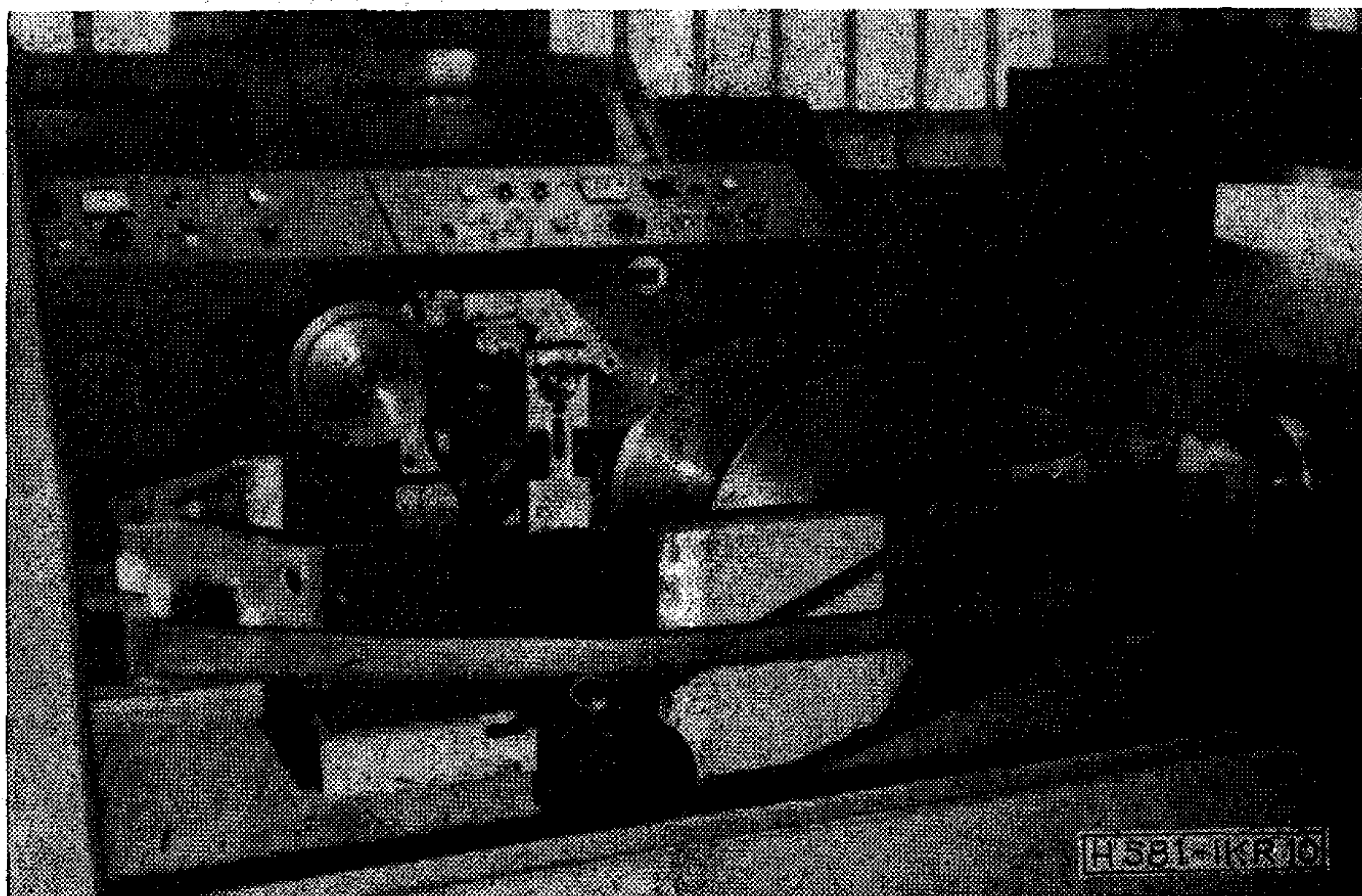
A nagyobb gyártási hossz a gyártási mellékidőt nemcsak a négyesi-



8. ábra. Összefüggés a relatív dielektromos állandó és a habosodási fok, ill. fajsúly között



9. ábra. Gyártásközi ellenőrzés



10. ábra. TC négyesítőgép

tésnél, hanem a további gyártásoknál is lerövidíti.

Kábelsodrások

Az alappászmasodrás a Pourtier 1000-es típusú forgó felcsévévelő sodrógépen történik (11. ábra). Ennek a gépnek az ikerleadója 2×5 dob befogadására alkalmas. Ez a berendezés lehetővé teszi, hogy amíg az egyik alappászmát sodorjuk, a következő sodrás előkészíthető. A 10×4 -es szerkezet koszorújának sodrásához mindkét leadósört felhasználjuk.

A gépen az egyenletes szálfeszességet a huzalakkumulátorról vezérelt fékmotorok biztosítják. A sodrógép forgó felcsévévelője $\varnothing 800$ és $\varnothing 1000$ mm-es dobok befogására alkalmas.

A továbbsodrásra kerülő alappászmákat színes polipropilén szalaggal kötjük le. A szalag színe az alappászma későbbi helyét határozza meg. A sorkezdő alappászmát piros, az irányjelzőt zöld, a további minden páratlan számút sárga, a páros számút kék színű szalaggal kötjük le. A főpázmák színjelölése megegyezik az alappázmák jelölési rendszerével.

A további kábelszerkezetek sodrása a Pourtier 2200-as típusú forgó-felcsévévelő gépen történik. A sodrógép alkalmas lesz nagyobb kábelszerkezetek (200×4 -től 1000×4 -ig) gazdaságos hosszban történő gyártására is.

Az alappázmák és a kábelsodratok kapacitív csatolását a gyártásközi ellenőr megméri, és csak a követelményeket teljesítő félkész gyártmányt engedi továbbgyártásra.

Vazelintöltés és rétegelt köpenyszerkezet

A vazelintöltés és a rétegelt köpenyszerkezet új elemek az MKM gyártási technológiájában.

A töltőanyagtól elvárt követelményekben ismertettük, hogy a vazelin felelt meg legjobban erre a célra. Nem közömbös azonban, hogy a kereskedelemben forgalomban levő vazelinek közül melyiket választjuk ki kábeltöltésre. A különböző polietiléntípusok ugyanis egészen eltérően viselkednek vazelinben. A két anyag kölcsönhatását öregítési vizsgálatokkal lehet megállapítani. Öregítéshez az érszigete-

lési mintákat 14×24 órán át 60 ± 2 °C hőmérsékletű szekrényben tartják, majd szobahőmérsékleten 24 órán át kondicionálják. Az öregítetlen és öregített mintákat szakítógépből elszakítják.

Összehasonlítják a szakítószilárdság és szakadási nyúlás eredményeket. Nem megfelelő vazelin-polietilén párosításnál az érszigetelés nyúlása teljesen megszűnhet, vagy igen nagy mértékben csökkenhet. Megfelelő anyag kiválasztásával csak 10–20%-os nyúláscsökkenés jelentkezik.

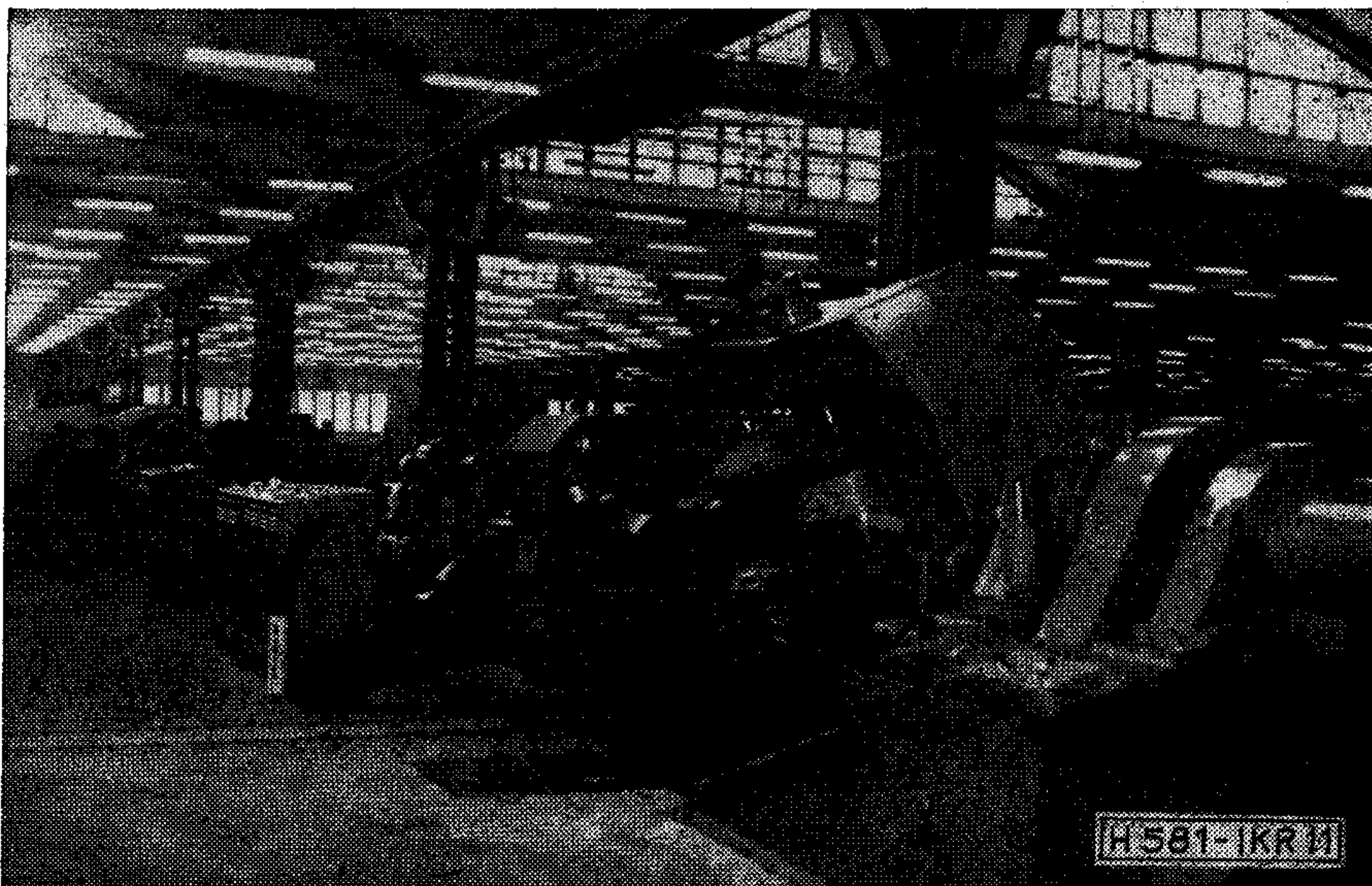
Egyes országok (pl. Norvégia) szabványai maximálisan 50%-os szakadásinyúlás-romlást engedélyeznek. Az anyag kiválasztásánál szerencsés helyzetben voltunk, mert az általunk használt PN 225/3 típusú anyagot használják a brit kábelgyártók is. Ők is a Dalton cég Silkolene Grade 947 típusjelű anyagát használják töltőanyagul. Az ellenőrző vizsgálatokat a Posta Kísérleti Intézettel párhuzamosan elvégeztük, és mindkét vizsgálat kedvező eredménnyel zárult.

Az öregítésvizsgálat mellett igen fontos az érszigetelő anyag vazelin-felvétele. Méréseink szerint a habosított polietilén érszigetelés vazelin-felvétele kb. 20 súlyszázalék. Az érszigetelésbe behatolt vazelin azáltal, hogy a cellákban levő gázt kiszorítja, az érszigetelés 1,75–1,8 közötti relatív dielektromos állandóját megnöveli, ami azonban semmiképpen sem éri el a tömör polietilén 2,3-as relatív permittivitását.

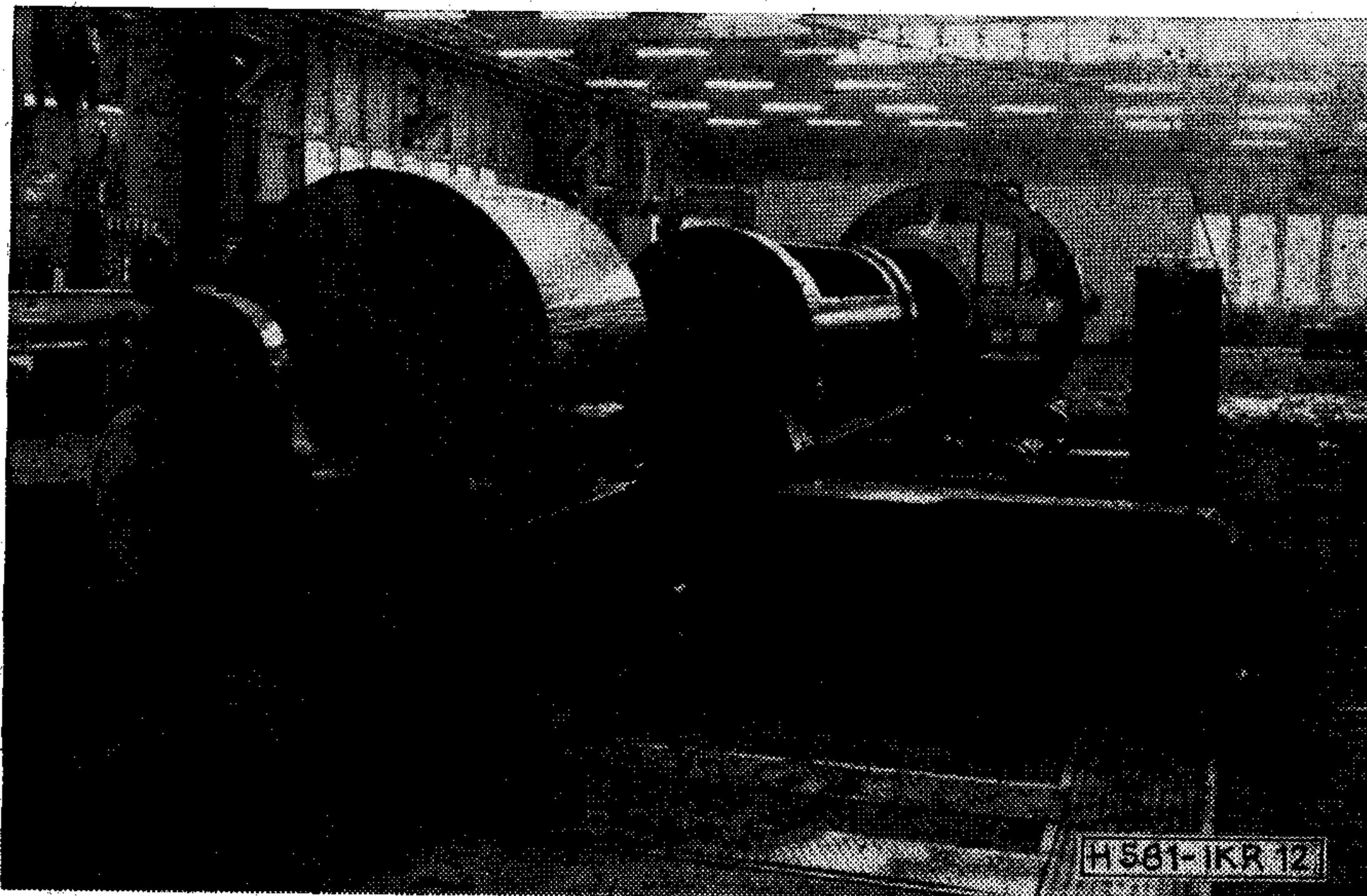
A kábel tervezésénél figyelembe kell venni, hogy a vazelin relatív dielektromos állandója kb. 2,3. Méréseink szerint a vazelinnal töltött kábel üzemi kapacitása minegy 30%-kal nagyobb a töltetlen kábelénél.

A kábelsodratot a Dalton cég Silkolene Grade 947 típusú vazelinjével, a Felten und Gailleume kábelgyártól vásárolt töltőberendezésben töltjük meg. Ez a berendezés felépítésében a hazai kábelgyártásban teljesen újszerű, ezért szükségesnek tartjuk működését ismertetni (13. ábra).

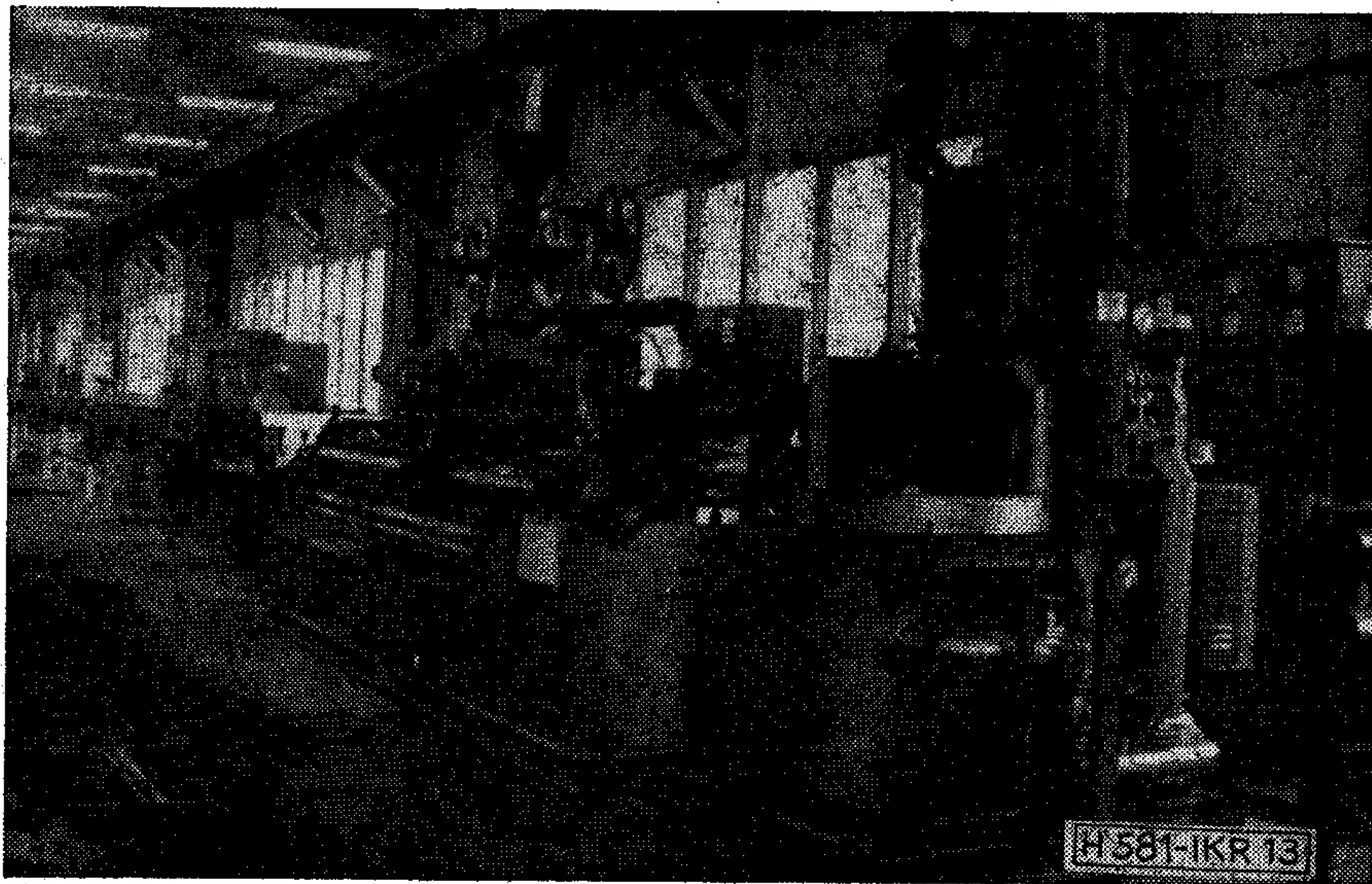
A vashordóban érkező vazelint a berendezés kiolvasztja, amely így a készlettartályba folyik (14. ábra). Ebből a készlettartályból egy hőcserélőn keresztül nyomjuk át a vazelint a töltőberendezés munkatartályába. A munkatartályban az



11. ábra. Pourtier 1000-es alappászmasodró



12. ábra. Pourtier 2200-as sodrógép



13. ábra. Felten töltőberendezés



14. ábra. A vazelin kiolvasztása a hordóból

anyag hőmérsékletét állandó keverés mellett kb. 60 °C-ra állítjuk be.

A munkatartályból a töltőanyag szivattyú segítségével került a nyomókamrába. A nyomókamrában a sodratot nagy mennyiségű, nyomás alatt levő vazelin öblíti körül oly-

módon, hogy a meleg, folyékony vazelin a sodrat közepéig hatol, és eközben kiszorítja a levegőt.

A nyomókamrából kiömlő vazelinnal a töltési hatásfok növelése céljából a befutó oldalon, tehát mielőtt a kábel a nyomókamrába jut,

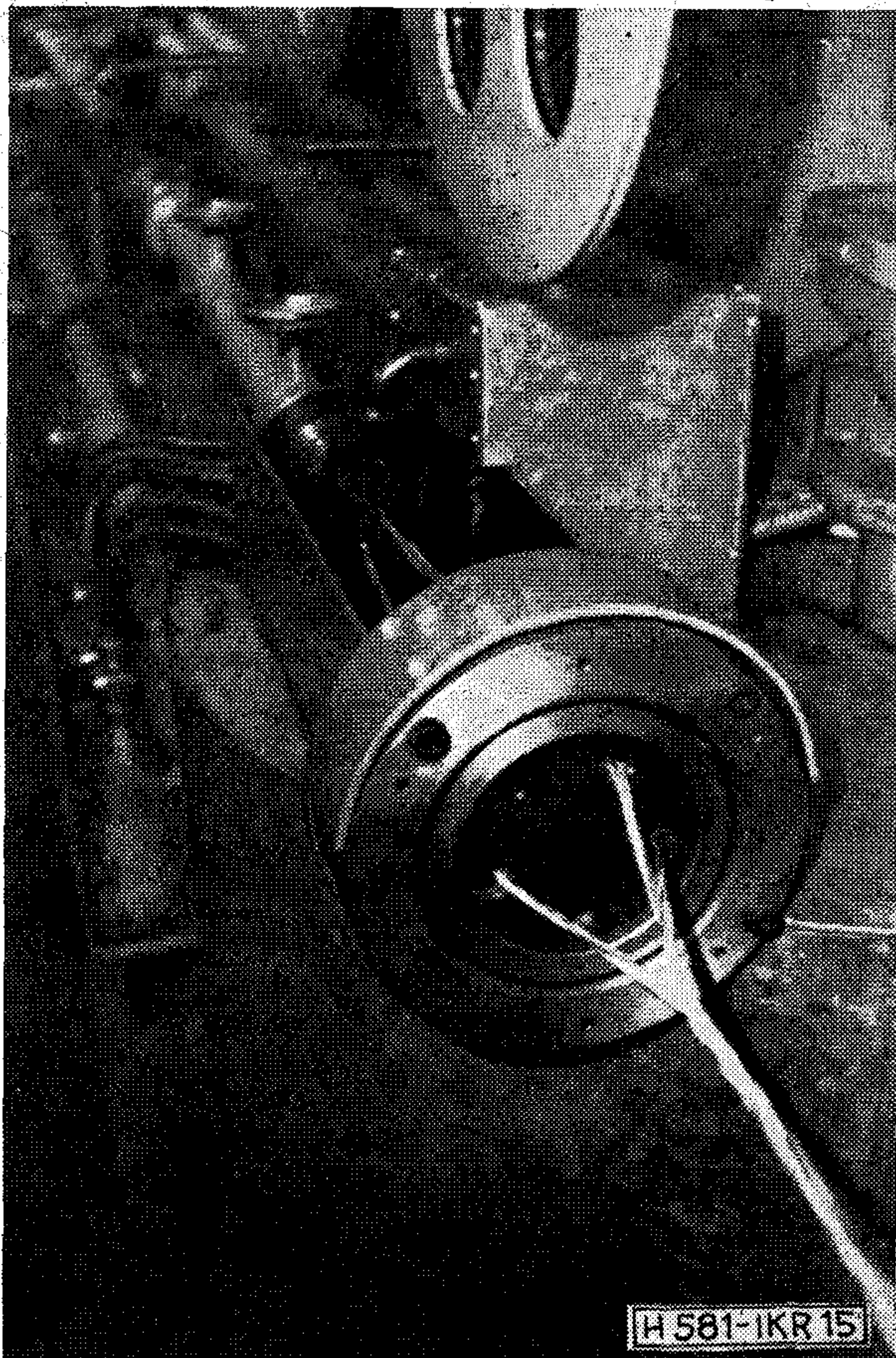
a fellazított pászmákat átöblítjük (a 15. ábra a sodratlazító tárcsát, a 16. ábra a fellazított sodrat átöblítését mutatja). A felesleges öblítőmassza szűrőn keresztül a munkatartályba folyik vissza.

A nyomókamrában megtöltött sodrat hűtőszakaszon megy keresztül, ahol a vazelin megdermed, ezáltal megakadályozza azt, hogy a töltőanyag a nyomókamrában uralkodó négy-hat atmoszférai nyomás hatására a kábelén keresztül kicsurogjon. Ha a dermedés nem tökéletes, a nyomókamrában nem biztosítható a szükséges nyomás.

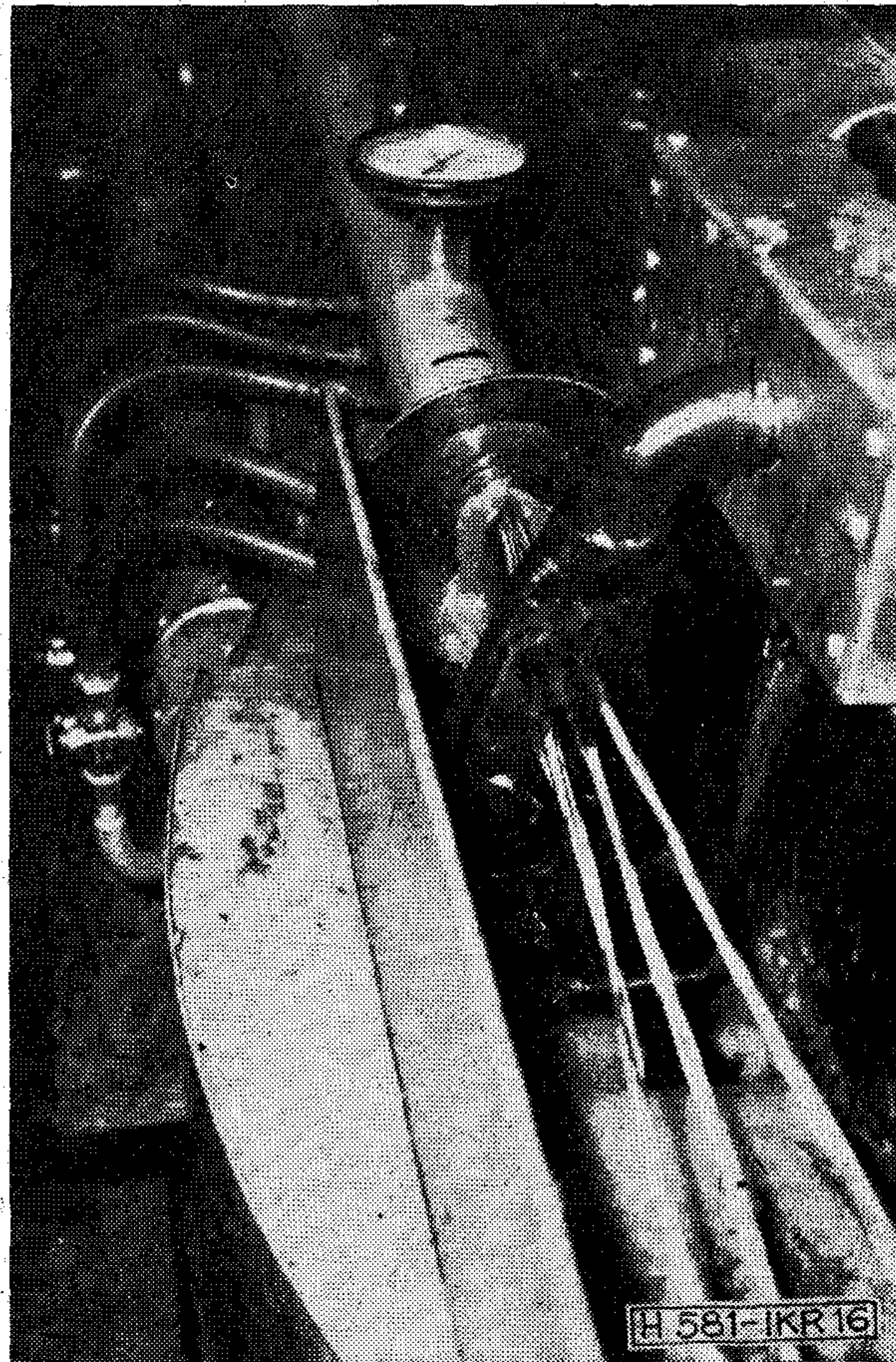
A rendszer hőfokszabályozása megfelelő víz áramoltatásával történik. Üzem közben általában hűteni kell a töltési zónát, tehát kellő mennyiségű hideg vízre van szükség a gyártáshoz.

Ha a hűtés nem kellő intenzitású, a vazelin egy része kicsurog a kábelből, ezért a kábel vízzárósága nem lesz megfelelő. A gyártási sebesség a hűtővíz hőmérsékletétől függ. Egy hűtőaggregát beállításával biztosítottuk, hogy a rendszer hűtésére szolgáló víz kb. 4 °C hőmérsékletű legyen.

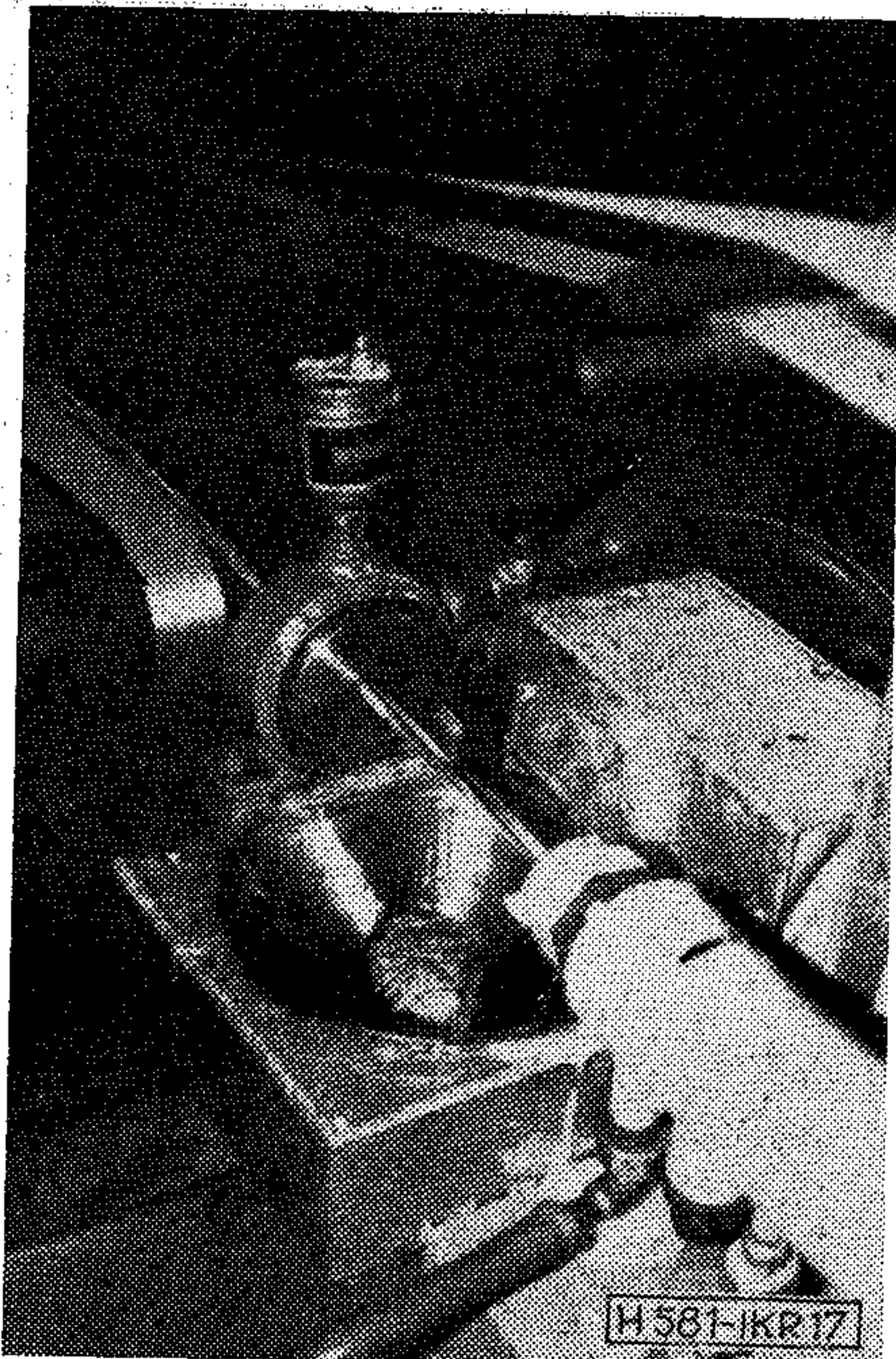
A töltőszakaszból kilépő kábelt



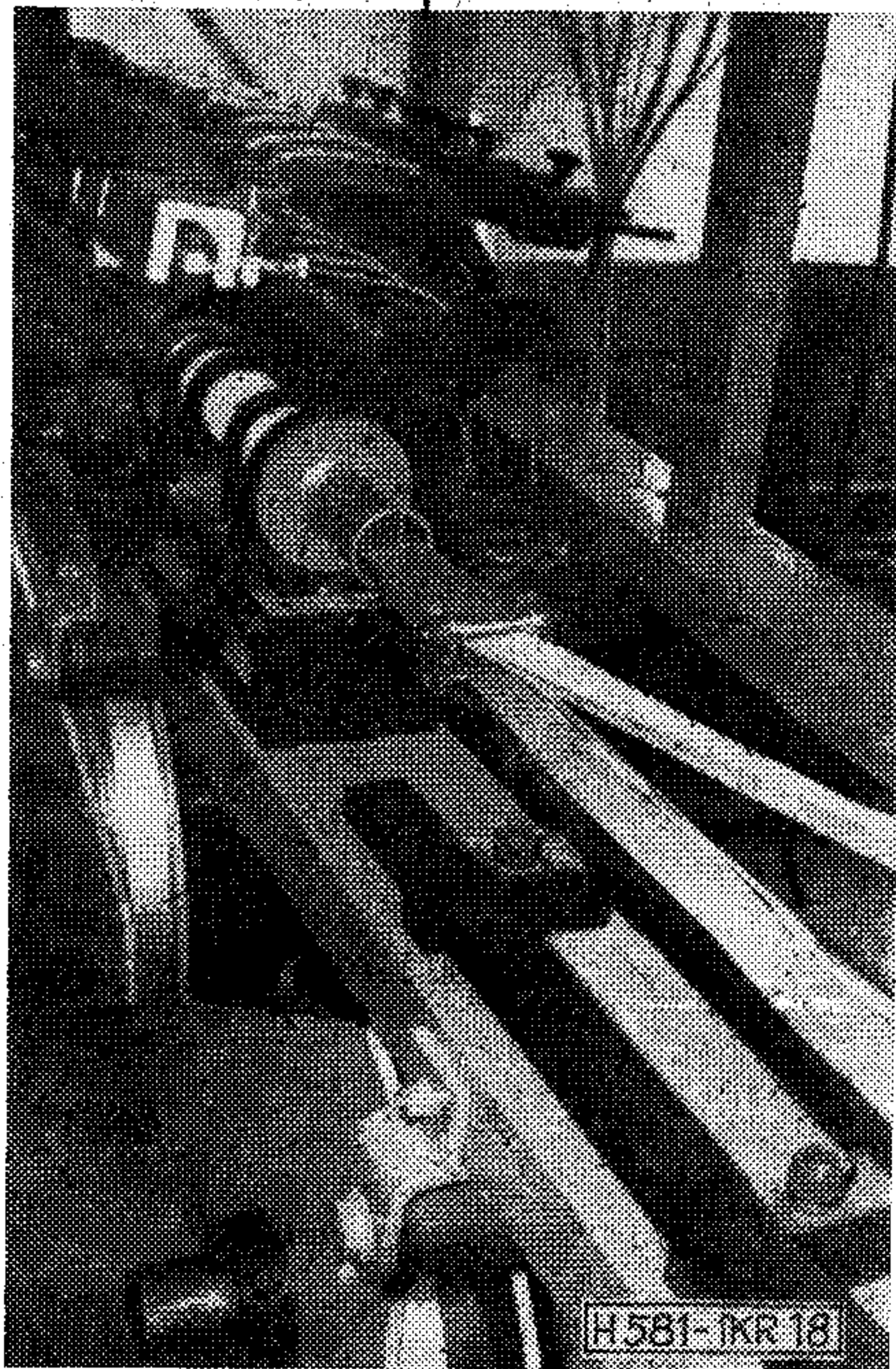
15. ábra. A sodratlazító tárcsa



16. ábra. A fellazított sodrat átöblítése vazelinnel



17. ábra. A kalibráló gyűrű



18. ábra. A kasírozott alumíniumszalag felvitele

egy fűtött kalibráló gyűrűn húzzuk keresztül (17. ábra), amely a felesleges vazelint lehúzza.

A töltőberendezéssel egybeépített, ugyancsak Felten gyártmányú rétegelt köpenyező berendezés hosszirányban juttatja a kábelsodratra a vazelinnal előitatott papíróvszigetelést és a 0,2 mm vastag alumíniumszalagot (18. ábra), amely mindkét oldalán 0,05 mm vastagságú kopolimer réteggel van bevonva.

Rétegelt köpenyszerkezetnél a kopolimer réteggel ellátott alumíniumszalag zárt fémburkolatot képez, amely biztosítja azt, hogy a vízgőz ne tudjon a kábel belsejébe diffundálni. A műanyag bevonat nemcsak az alumínium szalagot ragasztja össze, hanem a köpennyel is összeragad.

A papír és a kopolimerrel bevont alumíniumszalag felvitelét egy kombinált szerszám teszi lehetővé. A papír túlfedése alul, az alumíniumszalagé felül van.

Az alumíniumszalag a szalagformáló szerszámokon áthaladva cső alakban az övszigetelt kábelre préselődik (19. ábra). A felül átlapolt, kasírozott alumíniumszalag összehegesztését egy hosszanti varrathegesztő berendezés végzi (20. ábra). A sor végén beépített hullámosító szerszám (21. ábra) hossz- és keresztirányú hullámokat visz az összehegesztett szalagba.

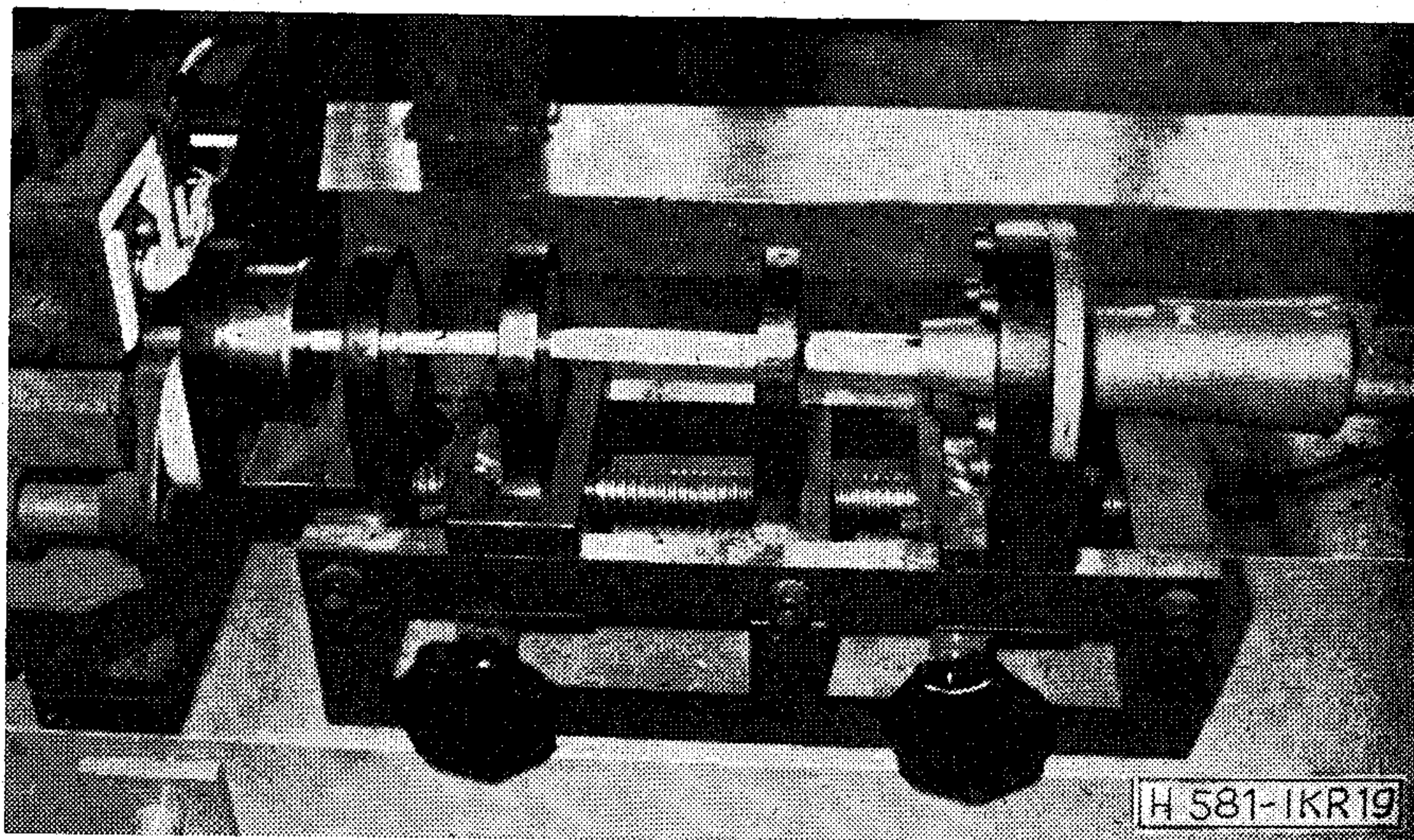
Ez a művelet kismértékű kereszt-

metszet-csökkenéssel jár, ami kompenzálja a megdermedő vazelin összehúzódását és ezáltal a kábel jobb vízzáróságát eredményezi.

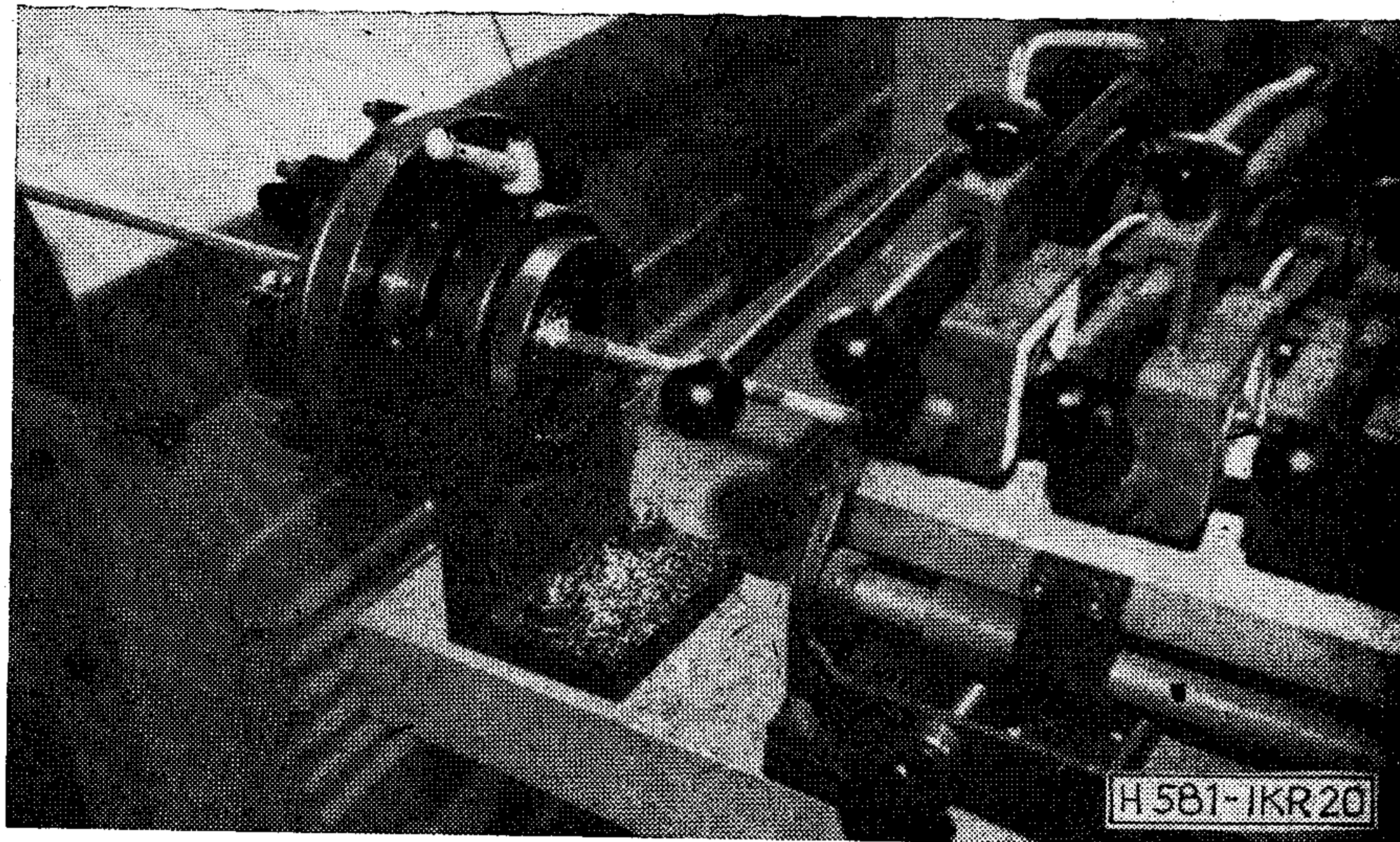
A hullámosított alumíniumszalag árnyékolású kábellélek köpenyezését a sor utolsó tagja a Maillefer BM 120-as tömlőzőgép végzi (22. ábra). A köpenyező gép hűtőszakaszánál felállított hosszmérő berendezés méterenként benyomja a köpenybe a kábel hosszát, gyárunk nevét és a gyártási évet.

Annak érdekében, hogy nem megfelelő töltésű kábel lehetőleg ne készüljön, minden gyártási hossz első darabján a kitöltés tömítettségét megvizsgáljuk. A kábel töltési fokának minősítésére kétféle módszerünk van.

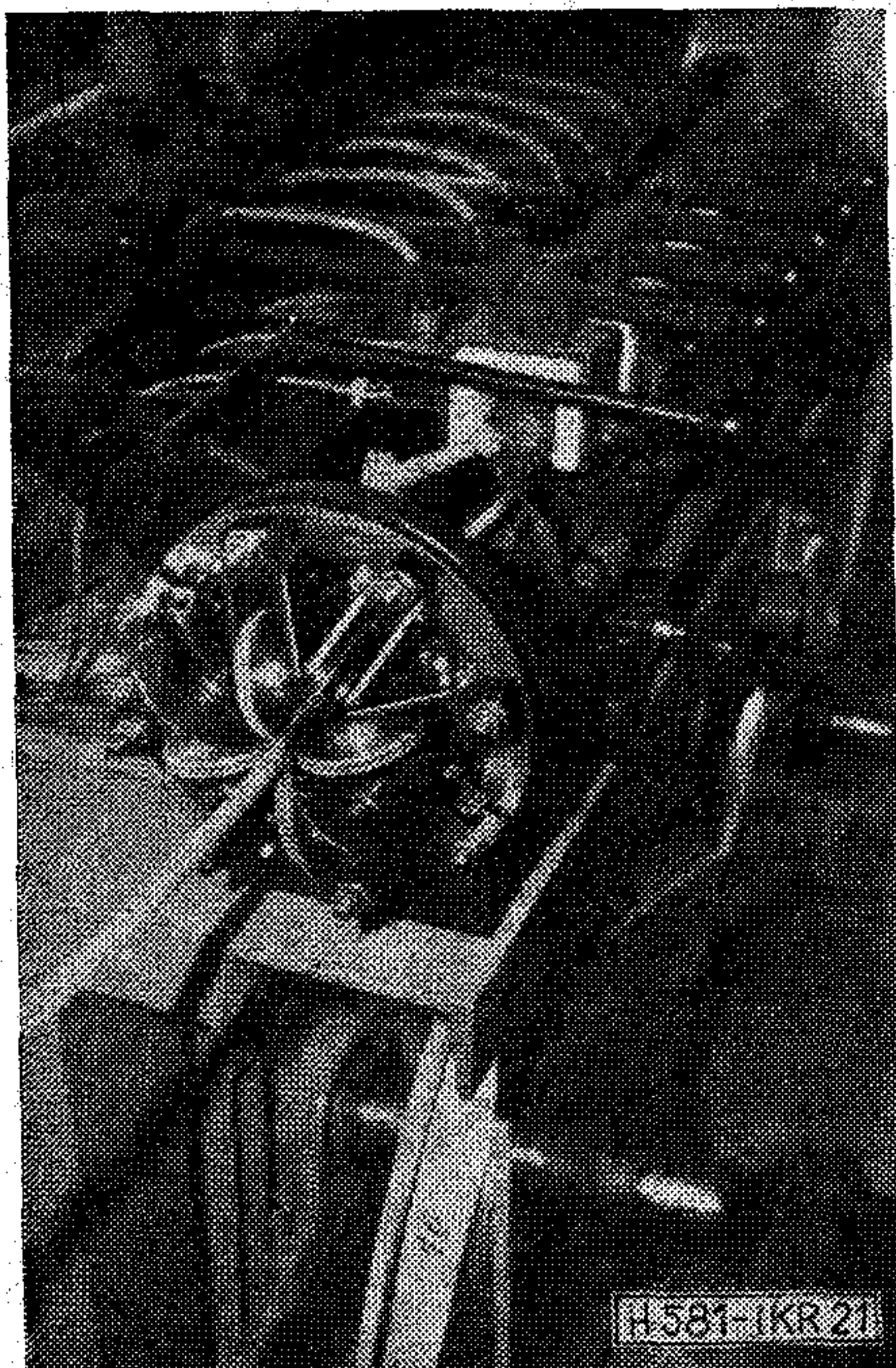
A vízzáró képesség vizsgálatát a Német Szövetségi Posta vizsgálati rendjéből vettük át. A megfelelően előkészített mintából levágott 1 m kábelt 1 m magas vízoszlop nyomá-



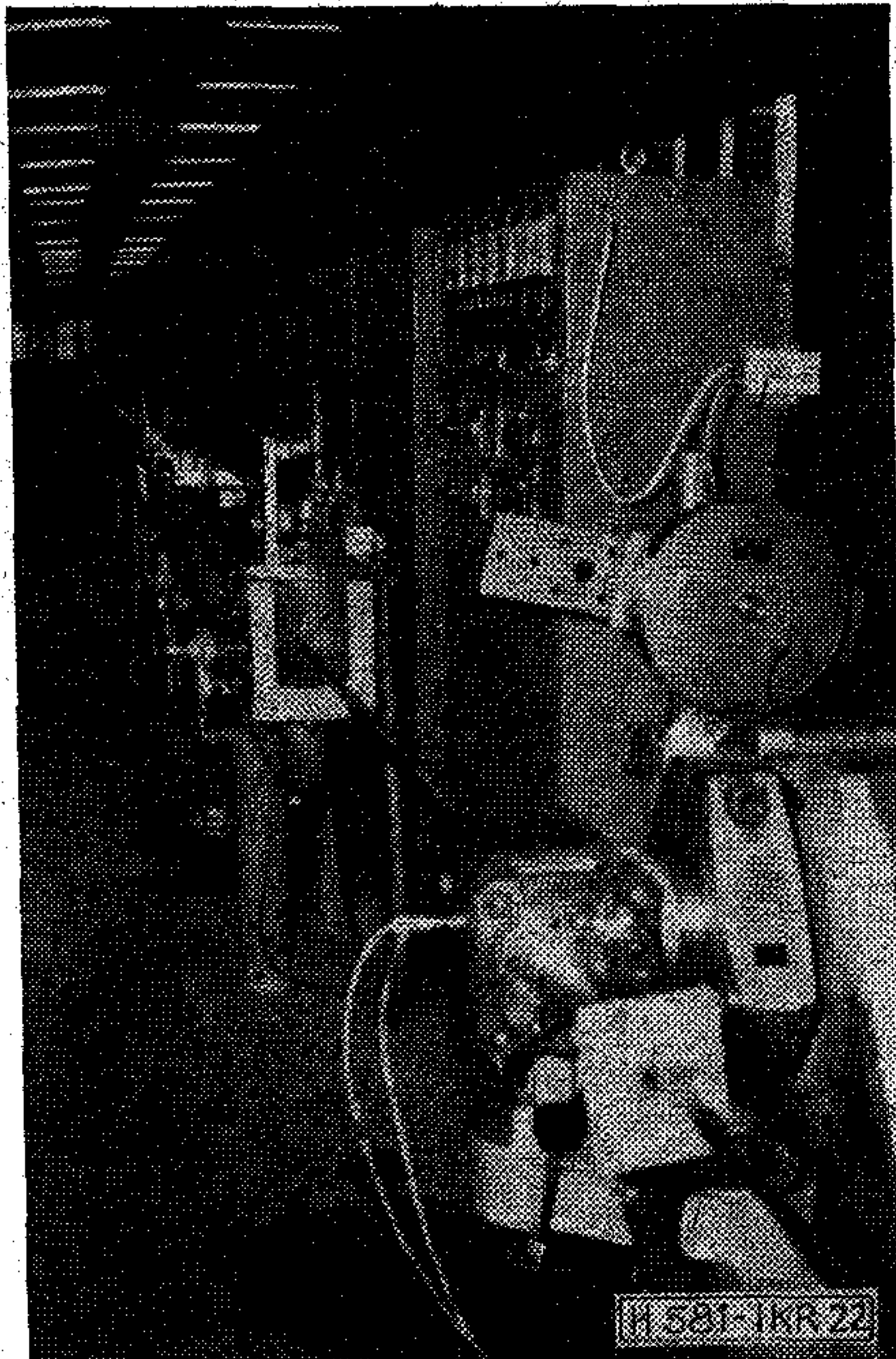
19. ábra. A szalagformáló szerszám



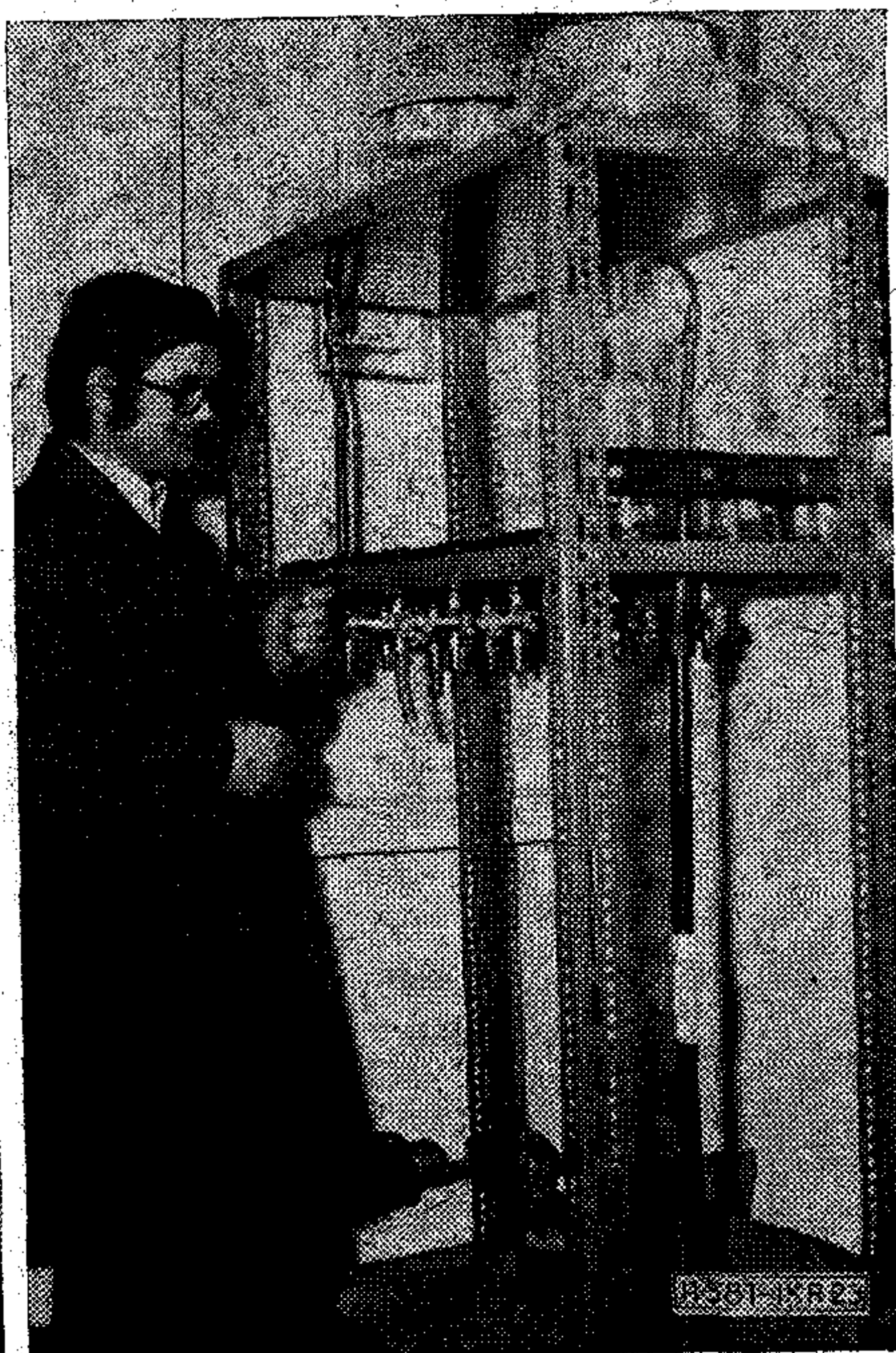
20. ábra. A szalaghegesztő



21. ábra. A hullámosító



22. ábra. A BM 120-as tömlőző



23. ábra. Levegőáthatolási vizsgálat

sának vetjük alá. Ha a kábel 14 nap alatt egyetlen csepp vizet sem engedett át, akkor a kábel tömítettsége megfelelő. Ez az eljárás azonban igen hosszú, gyártásközi ellenőrzésre nem alkalmas.

A Posta Kísérleti Intézet kidolgozott egy olyan vizsgálati módszert, amely az előbbi vizsgálatnál egyenértékű, és 30 perc alatt minősíthető értéket ad (23. ábra). A levegőzáró képesség vizsgálatánál az 1 m hosszú, előkészített mintadara-bon 0,2 atm nyomású levegőt áramoltatnak át. Amennyiben 30 perc eltelte után a levegőáthatolás sebessége nem nagyobb, mint 200 ml/óra, a kábel tömítettsége megfelelő.

Kábelek értékelése

Az eddig legyártott több száz kábelhossz mérési eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a kábel

- szigetelési ellenállása egy nagyságrenddel jobb az 5000 Mohmkm-es előírásnál,
- egyenáramú ellenállása nagy biztonsággal az előírt maximum alatt van,
- üzemi kapacitásának átlaga alatta van a 46 nF/km-es előírt értéknek. A maximumként

megadott 50 nF/km értéket egyetlen értékünk sem érte el,

- kapacitív csatolása jóval kisebb a 300 m-re engedélyezett 98% 400 pF, 100% 800 pF értéknel,
- villamos szilárdsága (ér—ér között 900 V, összes árnyékolás között 1500 V egyenfeszültség) 2 percig minden esetben megfelelő volt,
- hossz- és keresztirányú vízzárása biztonsággal teljesíti az előírást.

Összefoglalás

A Magyar Kábel Művek Szegedi Kábelgyárában kifejlesztett rézvezetőjű, habosított polietilén érszigetelésű, vazelin térkitöltésű helyi távbeszélőkábelek gyártása megkezdődött, és a sorozatgyártás igen jó eredménnyel folyik.

Fejlesztő kollektívánk sikeresen oldotta meg az újszerű gyártástechnológia hazai bevezetését, így megoldottuk a habosított polietilén érszigetelés gyártását, bevezettük a pászmás kábelsodrást és a kábelek töltését, valamint a rétegelt köpenyszerkezet gyártását. A kifejlesztett kábeltípussal — amely hossz- és keresztirányban teljesen vízzáró — nagy üzembiztonságú hálózat valósítható meg.

I R O D A L O M

- [1] N. S. Dean—B. J. Wardley—J. R. Walters: A Report on the Further Progress Made in the Application of Cellular Plastics to Telephone Cable Design and Manufacture. Published Dec. 1968. BICC
- [2] El. L. Winterhorn: Aluminium-Conductor Cables in the Telephone Distribution Network. Post Office Electr. Eng. Jour., Oct. 1971. pp. 146—153
- [3] I. Nagakura: Jelly-Filled Cable and New Underground Distribution System. Japan Telecommunication Review, Oct. 1970. pp. 273—278
- [4] N. S. Dean: The Development of Fully-Filled Cables for the Telephone Distribution network. Published Dec. 1968 BICC
- [5] E. Kertscher: Neue Fortschritte in der Fabrikation vor kunststoffisolierten Telefonader Höchster Qualität. Maillefer Technische Mitteilung, No. 13.
- [6] J. K. Normanton: Extrusion of Telephone Cable Insulation Using Expandable Medium Density Polyethylene Compounds. Bakelite Xylonite Limited Polyethylene Division
- [7] Polyäthylen-isolierte Ortskabel PE—OK/in Bünde 1. Verseilung und mit Schichtenmantel. Deutsche Bundespost, FTZ 72 TV 1. Aug. 1970.
- [8] Plastic Insulated Petroleum Jelly Filled Local Telephone Cable. The Norwegian Telecommunication Administration Specification, No. 14. F. May 1973.
- [9] Rézvezetőjű, habosított polietilén szigetelésű, vazelin térkitöltésű, helyi távbeszélő kábel. Magyar Kábel Művek, Műszaki Feltétel MKMMF 23836-77

Vazelintöltésű telefonkábelek üzemi kapacitásának beállítása

ETO 621.315.211.011.4:665.772.3

A hazai telefonkábel-igények mielőbbi és maradéktalan kielégítése érdekében került sor az 1975–76-os években az ún. TT program keretében új kábelgyártó gépsor nyugati importból való beszerzésére. Ennek a beruházásnak a termelésbe állítása várhatóan megoldja a hazai problémákat, sőt a létesített kapacitással híradástechnikai kábelexportra is gondolhatunk.

Természetes, hogy a gyártást a meglevő, illetve kialakuló magyar előírások szerint indítjuk el. A magyar előírások azonban többé-kevésbé eltérnek a világ más részein érvényben levő előírásoktól. E cikkünknek nem képezi tárgyát az esetleges különbségek feltárása és értékelése, mindenesetre azt meg kell állapítanunk, hogy ezek az eltérések az exportálási lehetőségeket nehezítik.

Arra legkevésbé sem számíthatunk, hogy a legfejlettebb, vagy akár csak a fejlettebb tőkés országok is telefonkábeleiket Magyarországról fogják beszerezni. Számunkra piacot elsősorban a közepesen fejlett kapitalista országok, a harmadik világ, és nem utolsósorban a szocialista országok jelentenek.

Bár az egyes országok nemzeti szabványai és előírásai eltérőek, azok nagyjából követik a világszerte legjobban elterjedt szabványokat (Egyesült Királyság, USA, NSZK). Fel kell tehát készülnünk arra, hogy a fenti országok szabványainak megfelelő kábeleket gyártsunk, megfelelő villamos és mechanikai paraméterekkel. Fel kell készülnünk arra is, hogy ezektől is eltérő, általunk mindeztideig nem ismert előírásokat kell követnünk a gyártás során.

Mit jelentenek ezek az eltérések? Vessünk talán futó pillantást a helyi telefonkábelek szerkezetére, felépítésére.

Kétféle szerkezeti rendszer ismeretes és használatos, attól függően, hogy a beszélgetések átvitelére szolgáló egyes érpárok a kábelben hogyan helyezkednek el.

Az ún. érpáros rendszerben a jelzett érpárok egymással összesodorva képezik a kábel alapelemét. Az érnégyes vagy csillagnégyes rendszernél négy szigetelt eret sodornak össze, amelynek egymással szemben levő tagjai képezik az alapáramköröket. Az alapelemeket a továbbsodrástól függően kétféle rendszerben építik össze kábellé. Egyrészt az alapelemeket koszorúban egymásra sodorják, így a kábel tengelyétől a köpeny felé haladva az egyes koszorúkba egyre több alapelem kerül. Másrészt néhány alapelem összesodrásával ún. alappásmát készítenek, több alappásmát összesodrásával pedig pásmákat. A szükséges érpárszámnak megfelelően a pásmákat összesodorva készül el a helyi telefonkábel.

Gyakori, hogy a pásmákból összesodort kábel egy-egy pásmája koszorús szerkezetű.

A páros típusú kábelekből általában pásmás kábeleket, a négyes típusúakból pedig koszorús kivitelű kábeleket készítenek.

Példaként érdemes megemlíteni, hogy négyes sodrási elemű hírközlőkábeleket inkább Közép-Európában alkalmaznak. A vonatkozó VDE, illetve FTZ előírás $\varnothing 0,4$ -es rézvezetőjű, tömör polietilénszigetelésű, töltött terű, illetve $\varnothing 0,6$ és $\varnothing 0,8$ -as rézvezetőjű, habosított érszigetelésű, töltetlen kábelekre vonatkozik. Az angol BS szabvány érpáros szerkezetű, töltött terű kábelt ír elő, 100 érpárosig koszorús felépítésben, fellette 25×2 -es alappásmákból sodorva, ahol maga az alappásmát 25×2 -es, koszorús felépítésű.

Az előbbieken jelzett eltérések elsősorban — a kábelek felépítését keresztül — az alapáramkörök ún. üzemi kapacitásának előírt értékéből adódnak. Az üzemi kapacitás az alapáramkörök erei között mérhető kapacitás értéke, miközben a többi ér és a köpeny földpotenciálon van. A mérést 800–1000 Hz frekvencián végzik. Ezt az értéket a hírközlő hálózatok gyakorlatában a szerkezettől, a szigetelési rendszertől függően — 20 nF/km–120 nF/km nagyságrendben — írják elő a különböző szabványok (GOSZT távkábel — hazai bányatelefon kábel).

Az alkalmazott szigetelőanyag papír, papír légűr, műanyag, habosított műanyag, műanyag légűr lehet; a helyi hálózatban általában a papír és a polietilén jöhet számításba; illetve a nemrég bevezetett habosított polietilén—vazelin kombináció. Ezt az utóbbi típusú szigeteléssel ellátott kábelt nevezzük TT — azaz töltött terű kábelnek. A gyakorlat és a szakirodalom tanúsága szerint a papír relatív dielektromos állandója 1,4–1,6, a polietiléné 2,1–2,3, habosítva lényegesen kisebb lehet, a szerkezetüktől függően. A vazelin — külföldi irodalomban petróleumzselé — relatív dielektromos állandója 2,3 körül van.

Az export rendeléseknél az üzemi kapacitás előírása általában kétféle lehet:

- a) az áramkörök maximális kapacitását írja elő;
- b) a maximális értéken túl az átlagok ugyancsak maximumát kötik meg.

Nem megy egyik napról a másikra az, hogy jóminőségű termékeinkkel betörjünk a piacra. Különösen addig, amíg széleskörű referencia hálózattal nem rendelkezünk, esetenként csak néhány km-nyi kábel rendelésére számítunk. Ezeknek a kis tételeknek a jó minőségű és számunkra is gazdaságos előállításával lehetséges csak a piac biztosítása, amelyet már nagyobb tételek szállítása követhet.

Egy-egy kábelszállítási versenytárgyalást követően nincs sok idő arra, hogy a prototípus és a nullszéria-

Beérkezett: 1978. január 26.

* BME Elméleti Villamosságtan Tanszék.

gyártást külön válasszuk, hiszen a piac megnyerésének egyik feltétele a kedvező szállítási határidő.

Belföldi kötelezettségeink miatt arra nem is válnak, hogy az összes gyártható kábeltípusból, amelyekre egyáltalában rendelés érkezhet, prototípust készítsünk. Évekkel később természetesen már abban a helyzetben leszünk, hogy semmilyen rendelés sem érheti váratlanul vállalatunkat. Ehhez azonban olyan mennyiségű gyártási tapasztalatra van szükség, amelyet valóban csak évek alatt lehet összegyűjteni.

Rendkívül fontos feladat az áramkörök kapacitásának pontos beállítása. Nem járható az az út, hogy az előírtnál sokkal kisebb üzemi kapacitást állítunk be, mert a kábelek túlméretezése, túlbiztosítása méret- és költségnövekedést is jelent. Az érszigetelés falvastagságának túlzott megemelése tehát értelmetlen és gazdaságtalan. Az üzemi kapacitást úgy kell a gyakorlatban beállítani, hogy az a gyártás gazdaságosságát ne veszélyeztesse, hiszen a megrendelő a specifikált termékekért fizet.

Éppen azért, hogy a különféle rendeléseknek mielőbb és minél jobb minőségben eleget tudjunk tenni, és gyártásunk gazdaságos legyen, különféle számításokat és gyártási vizsgálatokat végeztünk a töltött terű kábelek üzemi kapacitás-értékének megbízható és pontos beállítása érdekében. Kidolgoztunk egy olyan eljárást, amely viszonylag egyszerűen és olcsón előállítható és egyetlen rövid kísérleti kábeldarab elkészítése, bemérése, továbbá a paraméterek (geometria, dielektromos állandó) megváltozásának hatását kellő pontossággal leíró számítási eljárás kombinálásával lehetővé teszi teljes kísérleti kábelgyártások elhagyását. Jelen cikkünk a továbbiakban ezt az eljárást ismerteti.

1. A szigetelt érpár kapacitásának számítása

Feladatunk tehát az, hogy gyors, megbízható és nem utolsósorban olcsó eljárást dolgozzunk ki a Szegei Kábelgyár TT kábelgyártó során gyártható kábelek — elsősorban töltött terű kábelek — üzemi kapacitás-értékeinek beállítására.

A telefonkábel egy-egy érpárjának hosszegységére vonatkoztatott kapacitását a gyakorlatban a

$$C = \frac{\lambda \epsilon r 10^{-6}}{36 \ln k(d/r)} \frac{F}{\text{km}} \quad (1)$$

képlettel állítják be. Itt

- d — a vezetők tengelytávolsága,
- r — a vezetők sugara,
- ϵ_r — a vezetők körülvevő közeg „átlagos” relatív permittivitása,
- λ — a kábelelem sodratából eredő hosszabbodási tényező,
- k — a különböző kábeltípusokra tapasztalati úton megállapított arányossági tényező.

Az (1) képlet elméletileg akkor használható két hengeres vezető hosszegységre vonatkoztatott kapacitásának a számítására, ha a vezetők körülvevő közeg homogén (ennek relatív permittivitását jelöli ϵ_r) és a vezetők sugara sokkal kisebb tengelyeik tá-

volságánál. Elvileg nem érvényes a képlet szigetelővel koncentrikusan bevont hengeres vezetők kapacitására, minthogy ilyenkor a vezetők körülvevő közeg inhomogén. A kapacitás értéke alulról is, felülről is becsülhető; mindenképpen nagyobb, mintha mindennél légszigetelés lenne, és kisebb, mintha a közeg teljesen ki lenne töltve a szigetelő anyagával. Már futó gyártásban gyakorlati tapasztalatok birtokában — a geometriai adatok és a szigetelő permittivitásának ismeretében — becsülhető egy átlagos dielektromos állandó, amellyel az (1) képlet jó közelítéssel megadja a szigetelt vezetékekből készített, különálló érpár kapacitását.

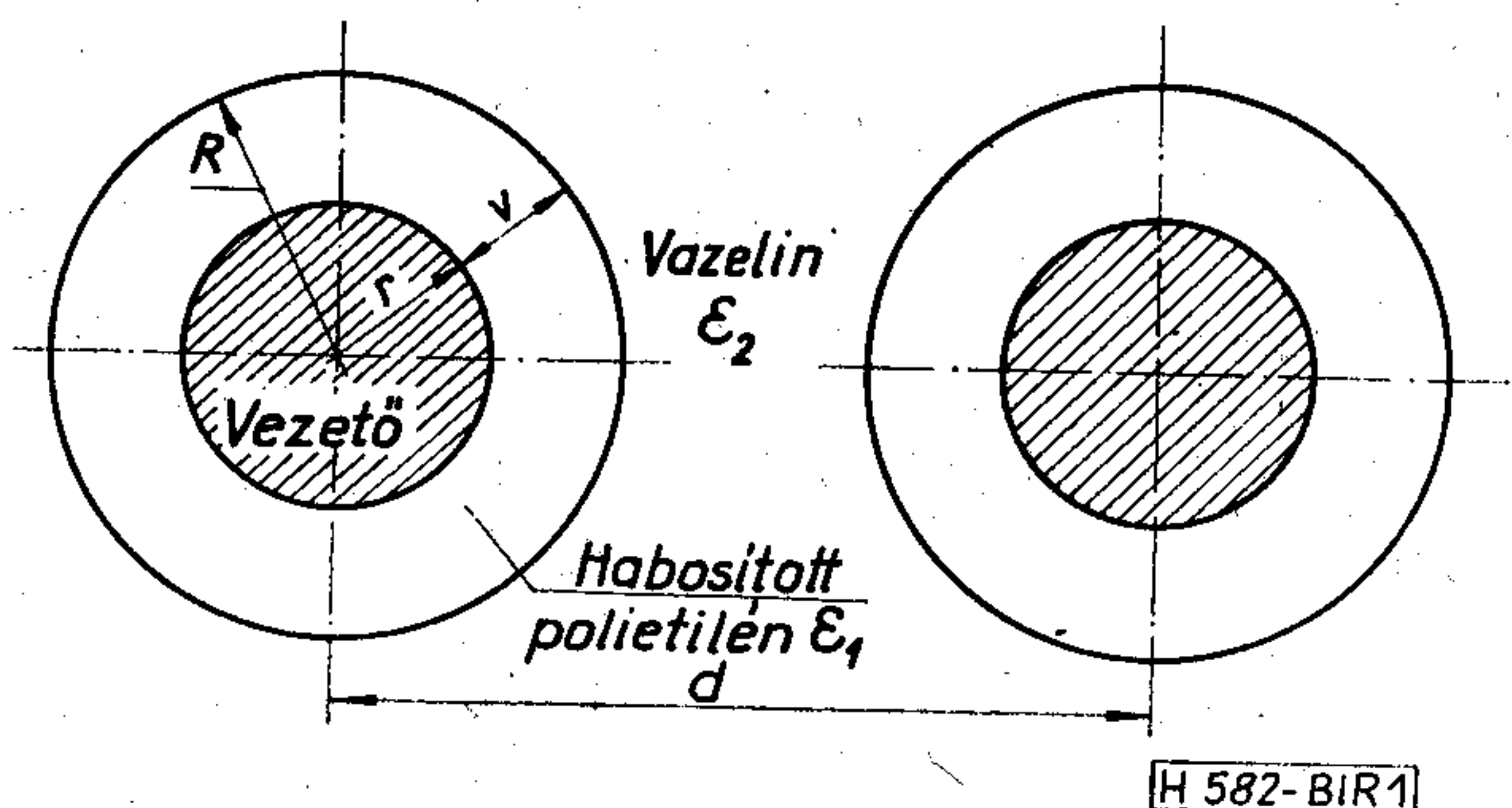
Amikor a kábel készítése során egy-egy érpárt a többivel összesodornak, kapacitása a többi vezető árnyékoló hatása, illetve azok szigetelésének jelenléte következtében megváltozik, és pedig megnő. A növekedés mértéke futó gyártásban szintén becsülhető, gyakorlati adatok birtokában. Ezt a hatást figyelembe veszik az (1) képlet k tényezőjében (k értéke: $0,55 \sim 0,94$; [3]).

Az eddig kialakult számértékek azért nem használhatók a TT helyi kábelek készítésekor, mert itt a szigetelővel bevont vezetékeket körülvevő közeg nem a szigetelőbevonatnál kisebb permittivitású levegő, hanem az annál nagyobb permittivitású vazelin.

A most következő számítási eljárásnál lemondunk arról, hogy a sodrat egy-egy érpárja kapacitásának meghatározásakor a többi érpár árnyékoló hatását, illetve azok szigetelőbevonatának jelenlétét figyelembe vegyük, ez ugyanis nagyon bonyolult feladatot jelent. Eleve csak valamilyen numerikus térszámító módszer jöhet szóba, és az inhomogén közeg, valamint a sok elektróda jelenléte szinte reménytelenül bonyolulttá teszi a számítást. Az üzemi kapacitás beállítására egy számítás és a kísérleti kábeldarab elkészítésén és bemérésén alapuló módszert dolgoztunk ki.

Egy önmagában álló, habosított polietilén szigeteléssel ellátott, és vazelinba ágyazott vezeték-pár kapacitását számítjuk. A gyakorlat azt igazolja, hogy ha ily módon az üzemi kapacitást nem is lehet kiszámítani, a geometriai méretek vagy a permittivitások kis mértékű változtatására fellépő — számítással meghatározott — kapacitásváltozásból az üzemi kapacitás megváltozásának a mértékére következtetni lehet. Így lehetőség van arra, hogy egy kísérleti kábeldarab elkészítése, majd bemérése után a kívánt üzemi kapacitáshoz tartozó paraméterek megállapíthatók.

Az önmagában álló, szigetelt érpár esetében is (keresztmetszeti rajzát ld. az 1. ábrán) az elektromos teret csak valamilyen numerikus módszerrel lehet kiszámítani. Esetünkben azonban nincs szükség nagyon pontos értékre, hiszen igen jelentős körülményt — a többi érpár jelenlétét — hagyunk figyelmen kívül. Megelégszünk ezért két kapacitásérték kiszámításával, egyik ezek közül a ténylegesnél feltétlenül nagyobb, a másik pedig biztosan kisebb annál. A két korlátra egymáshoz közeli érték adódik (az eltérésük $10-20\%$) így az önmagában álló érpár kapacitását kellő pontossággal tudjuk számítani. Ezen kapacitáskorlátok kifejezésében a permittivitások és a geometriai paraméterek szerepelnek, és ezen változók



1. ábra. A szigetelt érpár keresztmetszeti rajza

növelésének vagy csökkentésének a hatása számítás-sal követhető. A gyakorlati méretek mellett igen durva közelítést jelent annak feltételezése, hogy a vezetők sugara sokkal kisebb tengelyek távolságánál, számításunkban ezért ezzel a közelítéssel nem élünk.

A kapacitásérték alsó és felső korlátja igen egyszerű modell alapján megadható. Ugyanis elemi úton és pontosan számítható az olyan elrendezés kapacitása, ahol a keresztmetszetben a vezetők kontúrját jelentő körök, valamint a kétféle dielektrikum határát jelentő körök ugyanazon két pontra „támaszkodó” ún. Apollonius körök, ekkor ugyanis a két dielektrikum elválasztó felülete ekvipotenciális (részletesebben 1 pl. [1]-ben).

Kézenfekvő, hogy a 2. ábrán vázolt elrendezésben a vezetékpár kapacitása nem kisebb, mint az 1. ábra elrendezésében: a fémelektrodák azonosak a két elrendezésben, mindössze annyi a különbség, hogy az 1. ábra elrendezésében ε_1 permittivitású anyaggal kitöltött térrész egy része ε_1 permittivitású, a fennmaradó része ε_2 permittivitású a 2. ábrán vázolt elrendezésben, és $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$. Hasonlóan belátható, hogy a 3. ábrán vázolt elrendezésben a két érpár kapacitása nem nagyobb, mint az eredeti elrendezésben: az eredetihez képest annyiban más ez az elrendezés, hogy az ε_1 permittivitású anyaggal kitöltött térrész bővült. A 2. ábra elrendezésével tehát felülről, a 3. ábra elrendezésével alulról lehet becsülni az 1. ábra elrendezésének megfelelő kapacitást. Páros felépítésű kábelek esetében $d = 2R$, így tehát az alsó becsülésnek megfelelő a 3. ábrán vázolt elrendezésben $R_2 \rightarrow \infty$ (azaz úgy számolunk, mintha az egész térrész a vezetékpár körül ε_1 permittivitású anyaggal lenne kitöltve).

A 2. és 3. ábrán vázolt elrendezésben a közegek határát jelző Apollonius körök (pontjaik P_0 , ill. P'_0 , ponttól vett távolságának aránya állandó), így az ilyen elrendezésben a kapacitás az ún. hengeres tükrözés módszerével elemi úton számítható. Mielőtt erré rátérnénk, mutassuk meg, hogyan adhatók meg a 2. és a 3. ábrán bejelölt geometriai adatok az eredeti elrendezésre vonatkozó geometriai adatokból. Az 1. ábrán d jelöli a vezetők tengelytávolságát, r a vezető sugara, R a szigetelt vezető külső sugara, tehát $v = R - r$ adja meg a szigetelő bevonat falvastagságát.

A P_0 , ill. P'_0 pont helyét az Apollonius körök azon tulajdonsága alapján tűzhetjük ki, hogy egy-egy kör sugara mértani közép a kör középpontjának P_0 -tól, ill. P'_0 -tól vett távolsága között:

$$r^2 = t(d-t), \quad (2)$$

ahonnan

$$t = \frac{d}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2r}{d} \right)^2} \right] \quad (3)$$

(A másodfokú egyenlet másik gyöke megegyezik az ezen gyökhöz tartozó $d-t$ értékkel.)

Az R_1 sugárnak és a kör középpontjának P_0 -tól való t_1 távolságának a kiszámítására két feltételünk van. Egyrészt az R_1 sugarú kör is Apollonius kör, tehát

$$R_1^2 = t_1(t_1 + d - 2t), \quad (4)$$

másrészt az r és az R_1 sugarú körök által határolt síkrész „legnagyobb vastagsága” v , eszerint

$$R_1 + (t_1 - t) = r + v = R \quad (5)$$

A (4) és (5) egyenletrendszerben t_1 és R_1 ismeretlen, az egyenletrendszer ezekre megoldva:

$$t_1 = \frac{(R+t)^2}{2R+d}; \quad R_1 = R + t - \frac{(R+t)^2}{2R+d} \quad (6)$$

Hasonlóan két feltétel vonatkozik a 3. ábrán vázolt, R_2 sugarú Apollonius körre. Egyrészt

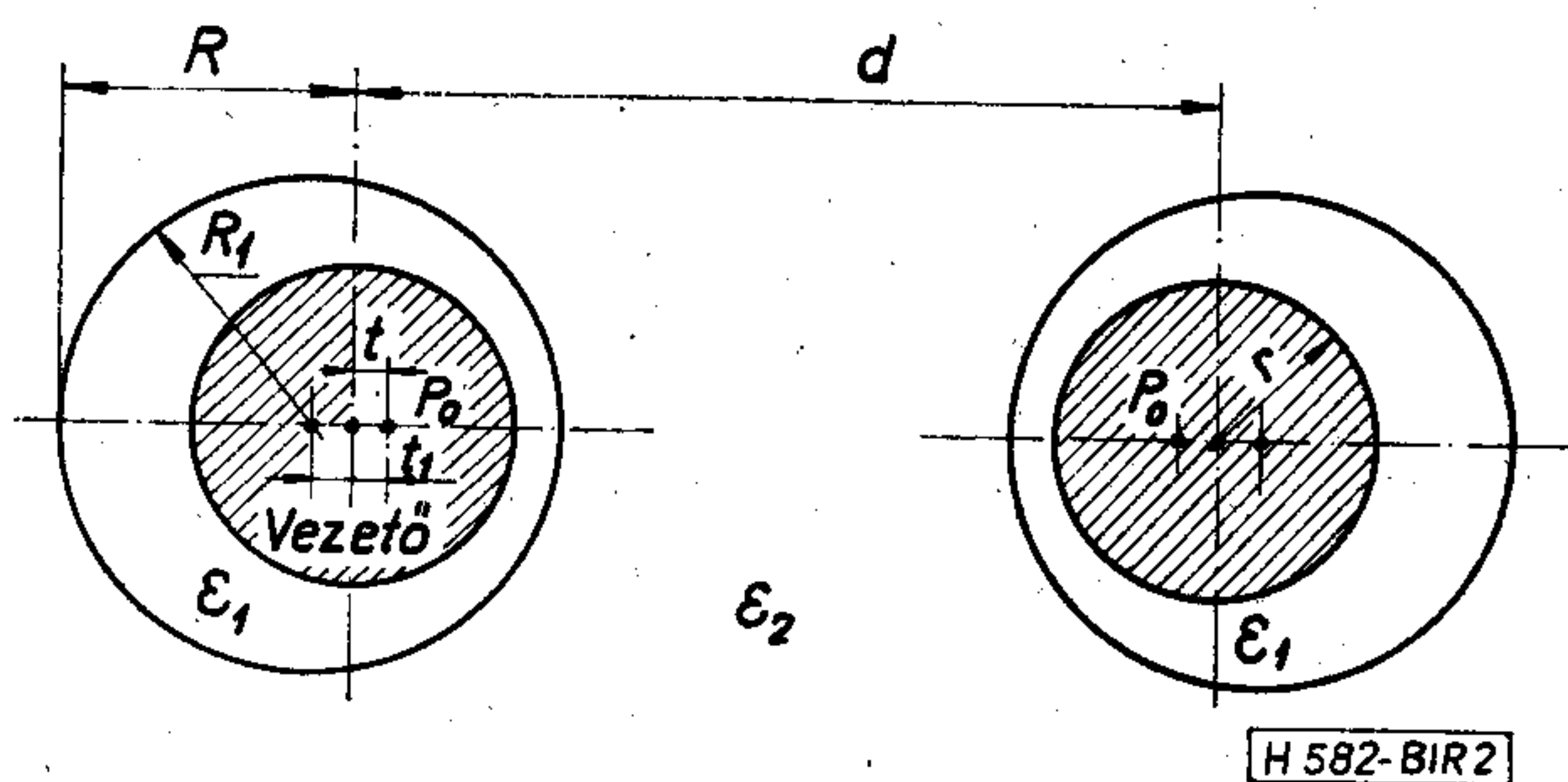
$$R_2^2 = t_2(t_2 + d - 2t) \quad (7)$$

másrészt az r és az R_2 sugarú körök által határolt síkrész „legkisebb vastagsága” v , tehát

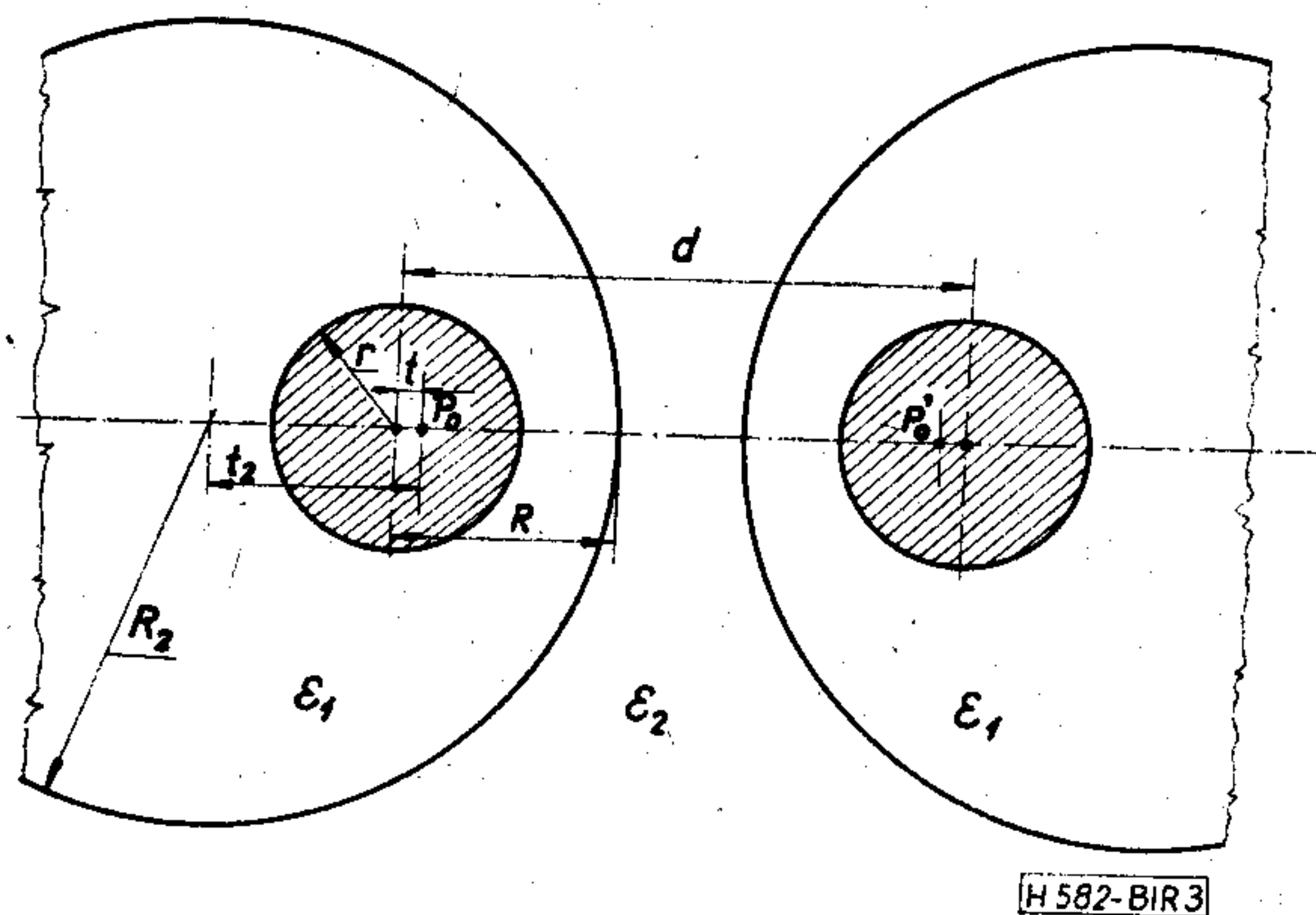
$$R_2 - (t_2 - t) = r + v = R \quad (8)$$

A (7) és (8) egyenletből álló egyenletrendszert t_2 -re és R_2 -re megoldva

$$t_2 = \frac{(R-t)^2}{d-2R}; \quad R_2 = R - t + \frac{(R-t)^2}{d-2R} \quad (9)$$



2. ábra. Az eredetnél nagyobb kapacitású elrendezés



3. ábra. Az eredetnél kisebb kapacitású elrendezés

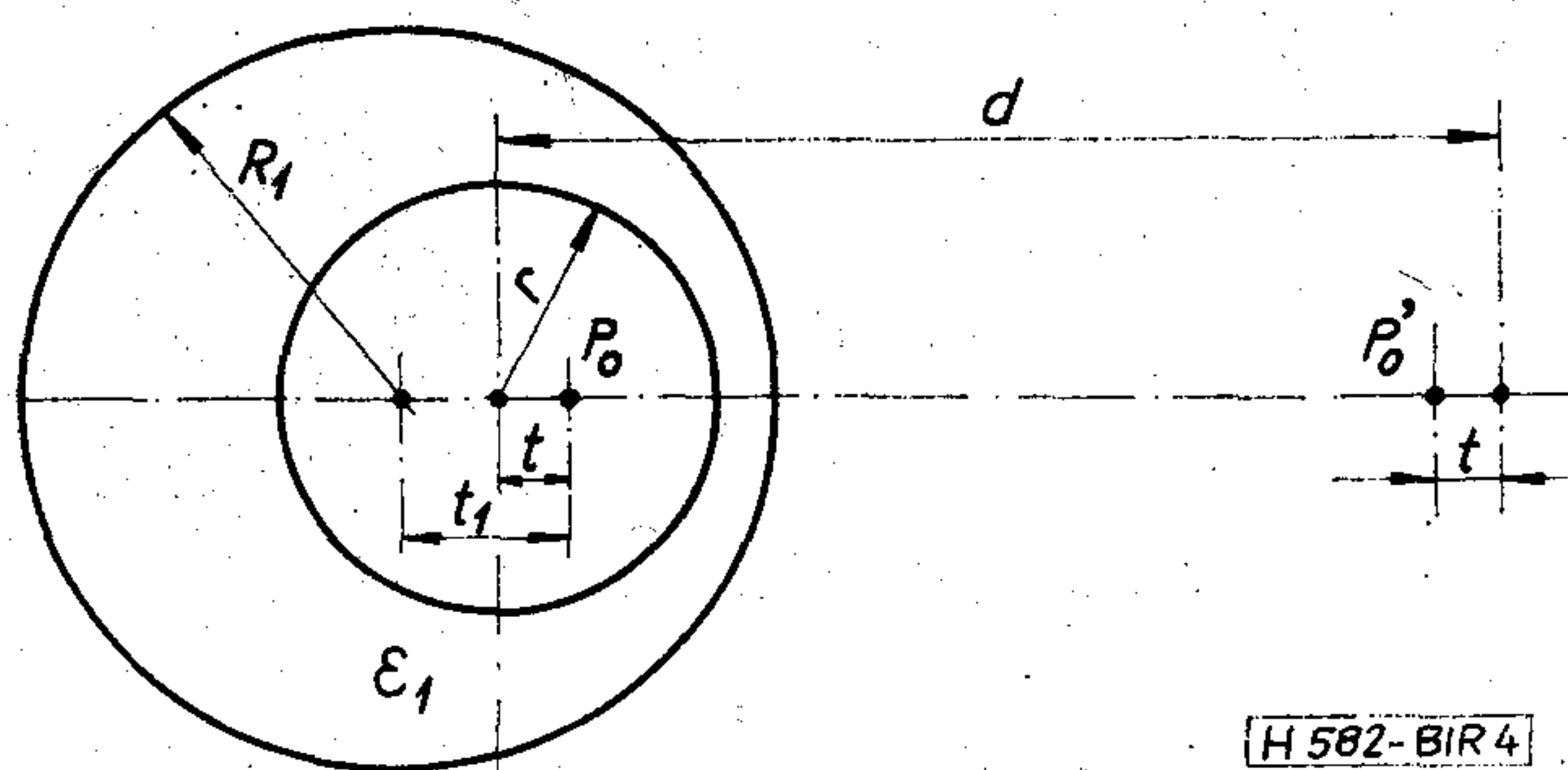
A kapacitás számítása szempontjából nincs elvi különbség a 2. és 3. példában vázolt elrendezés között, csupán az adatok értéke más. Ezért elegendő a 2. ábrán bejelölt adatokkal megadnunk az érpár kapacitását, $t_1 \rightarrow t_2$, $R_1 \rightarrow R_2$ betűcserével a másik elrendezés kapacitását is megkapjuk.

A vezetékpárra kapcsolt feszültség hatására olyan elektromos tér jön létre, amelyben a kétféle dielektrikum határa ekvipotenciális, ezért ha ide vékony, töltetlen fémhengert tennénk, egyik térrészben sem változna az elektromos tér. Az elrendezés kapacitása így három sorbakapcsolt kondenzátor eredő kapacitásként kapható. Az egyik kondenzátor a baloldali vezetőből és a dielektrikumok határát képező fiktív henger elektródából áll (4. ábra), kapacitását C_a -val jelöljük, a másikat a két vezető körüli — a két különböző dielektrikum határát képező — fiktív hengerlektródák alkotják (5. ábra), kapacitása (C_b) a harmadik kondenzátor elektródái pedig a jobboldali vezető, és az őt körülvevő fiktív henger elektróda a dielektrikumok határán (ennek kapacitása nyilván megegyezik az elsőével a szimmetria miatt). Tehát az elrendezés kapacitásának reciproka (valamivel egyszerűbb a reciproka kapacitással számolni a soros kapcsolás miatt):

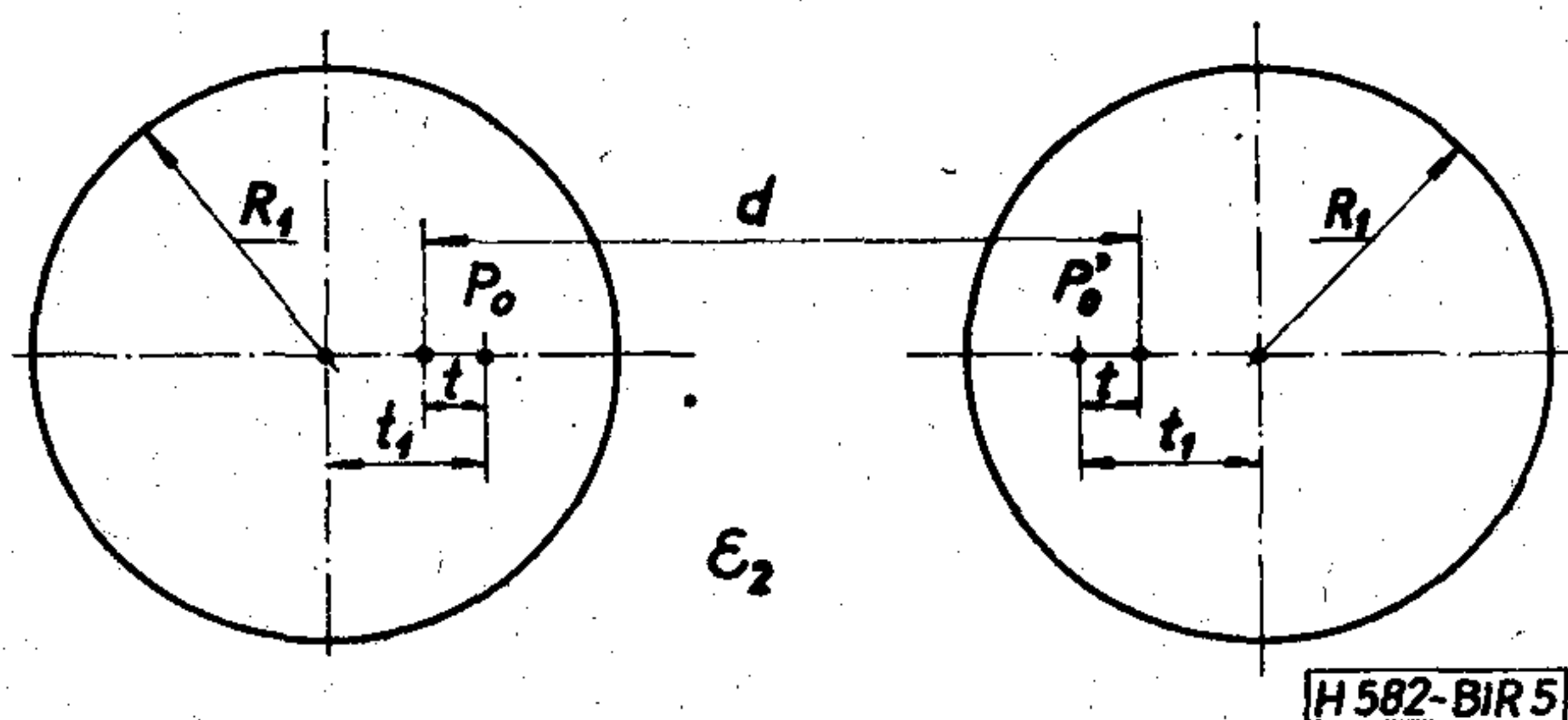
$$\frac{1}{C} = 2 \cdot \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_b} \quad (10)$$

Az egymást burkoló, nem koncentrikus körhengerek hosszegységre jutó C_a kapacitását (4. ábra), továbbá a tengelytávolsághoz képest nem elhanyagolhatóan kicsi sugarú henger elektródák hosszegységre jutó C_b kapacitását (5. ábra) (2)-ből vettük át. A 4., ill. az 5. ábrán bejelölt adatokkal

$$C_a = \frac{2\pi\epsilon_1}{\ln \frac{(R_1 - t_1)(d - t - r)}{(d r t_1 - 2t - R_1)(r - t)}} \quad (11)$$



4. ábra. A C_a kapacitású elrendezés



5. ábra. A C_b kapacitású elrendezés

$$C_b = \frac{\pi\epsilon_2}{\ln \frac{d + t_1 - 2t - R_1}{R_1 - t_1}} \quad (12)$$

Végeredményben a hosszegységre jutó kapacitás felső (C_1) és alsó (C_2) korlátjára vonatkozó képlet (itt is a reciproka kapacitását adjuk meg):

a) Csillagnégyes elrendezésnél

$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\epsilon_{r1}} \ln \frac{(R_1 - t_1)(d - r - t)}{(r - t)(d + t_1 - 2t - R_1)} + \frac{1}{\epsilon_{r2}} \ln \frac{d + t_1 - 2t - R_1}{R_1 - t_1} \right] \quad (13)$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\epsilon_{r1}} \ln \frac{(R_2 - t_2)(d - r - t)}{(r - t)(d + t_2 - 2t - R_2)} + \frac{1}{\epsilon_{r2}} \ln \frac{d + t_2 - 2t - R_2}{R_2 - t_2} \right] \quad (14)$$

b) Érpáros elrendezésre $1/C_1$ képlete azonos (13)-mal:

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{\pi\epsilon_0\epsilon_{r1}} \ln \frac{d - r - t}{r - t} \quad (15)$$

A kapacitás számításához alapadatnak tekintjük tehát a permittivitásokat, valamint r és v értékét, ($2r$ a huzalátmérő, v a polietilén érszigetelés vastagsága.)

Csillagnégyes elrendezésnél

$$d = 2\sqrt{2} (r + v), \quad (16)$$

érpárosnál pedig

$$d = 2(r + v) \quad (17)$$

Ezek után t számítható (3)-ból, majd (6)-ból t_1 és R_1 (9)-ből t_2 és R_2 . (Utóbbi képletekben $R = r + v$. Ezekkel a (13)–(15) képletek geometriai paraméterei ismertek. ϵ_{r1} és ϵ_{r2} a relatív permittivitás, ϵ_0 pedig a vákuum permittivitása, melynek értéke SI egységekben négy értékes jegypontossággal: $8,854 \cdot 10^{-12}$ As/Vm.

Tájékoztatásul megadjuk, hogy egy legyártott kábeltípus $r = 0,2$ mm, $v = 0,17$ mm, $\epsilon_{r1} = 1,78$, $\epsilon_{r2} = 2,30$ valóságos adataival csillagnégyes elrendezésre $C_1 = 36,84$ pF/m, $C_2 = 33,68$ pF/m (a két korlát eltérése kevesebb 10%-nál), érpáros elrendezésre $C_1 = 48,40$ pF/m, $C_2 = 40,40$ pF/m (az eltérés 17%). Tekintve, hogy a kábelbe való beépítéssel az érpáros kapacitás jelentékenyen megnő, a gyakorlati igényeknek maradéktalanul megfelel a különálló érpár kapacitásának 10–15% pontosságú számítása. Ha a kísérleti kábel darab elkészítése és bemérése után a kapacitás értékét változtatni kell, a szükséges üzemi kapacitásváltoztatás értékéből becsülhető a különálló érpár kapacitásváltoztatásának szükséges mértéke, és ezek után számítás alapján beállíthatók a megfelelő paraméterek.

Felmerülhet az a gondolat, hogy a képletek átrendezésével az adott kapacitásból fejezzük ki a geometriai adatokat (pl. rögzített ϵ_1 , ϵ_2 és r esetén v elvileg számítható). Ezt egyrészt azért nem tesszük meg, mert a gyártás során a polietilén habosításának mértékével ϵ_1 is változtatható, másrészt az itt közölt

képleteket úgyis asztali (esetleg zseb-) számológépre programozva célszerű számítani, és ekkor gyakorlatilag nem jelent kényelmetlenséget, ha próbálgatással állapítjuk meg ν és ε_1 értékét.

2. Kísérleti eljárás vazelinnal töltött kábelek üzemi kapacitásának meghatározására

Kábelgyártási tapasztalatokból jól tudjuk, hogy a matematikai méretezés során nem lehet figyelembe venni az összes, elsősorban technológiai változót, amely az üzemi kapacitás értékére hatással lehet. Éppen ezért a hírközlőkábel méretezésének nagyon fontos része a gyakorlat — a gyártás és szerkezet hatásainak figyelembe vétele. Ennek megfelelően kísérleti kábeldarab elkészítésére olyan eljárást dolgoztunk ki, amely az üzemi kapacitás szempontjából megfelel az üzemszerűen gyártott kábelnek, ugyanakkor gyorsan és olcsón előállítható.

2.1. A kísérleti kábeldarab előállítása

Olyan eljárást dolgoztunk ki, amely 10 méter jó minőségű alappászma előállításával alkalmas a gyártandó kábel tervezett üzemi kapacitásának kimérésére, tehát a tervezés adatainak és eredményeinek ellenőrzésére. Ennek az alappászmanak az előállításához néhány száz méter szigetelt ér elegendő, mégpedig az egyszerűség kedvéért szintelen polietilénnel szigetelve. A mesterkeverék hatása ugyanis ismert, tehát kiküszöbölhető. A szintelen érszigetelés előnye abban van, hogy az érszigetelő gépen a színek váltására több ezer méter ér, és sok idő elmenne. Így sem lehetséges csak néhány száz métert gyártani, hiszen a továbbgyártáshoz az anyagot négy orsóra kell felvinni, és a dobok átváltása, a váltódob felpergetése is viszonylag idő- és anyagigényes tevékenység. A színváltás csak rontaná — és bizonytalanná is tenné — a helyzetet.

Így dobonként 2–3 km-nyi eret kell legalább elkészíteni, ez persze ugyanolyan alaperből több kísérletet tesz lehetővé, pl. különféle sodróüregek, sodróüreg sorok alkalmazásával.

Méréseink szerint így a tömlőzőgépen — a beállítás után — mintegy negyedórai munkával az erek rendelkezésre állhatnak.

A kísérleti alappászma készítésének egy másik problémája a négyesítőnél keletkezik. A gép ugyanis a négyesátmérő pontos és állandó tartása érdekében sodróüregsorral van kombinálva, amely sodróüregeket századmilliméteres pontossággal készítették.

Egy új gyártmánynál az új négyes méretre új sodróüregeket is kell tervezni.

Az általunk ismertett ellenőrző gyártásnál csak az utolsó sodróüreg cseréjét végezzük el, amely végül megadja a négyes átmérőt és az alacsony csatolást is biztosítja, a többi sodróüreget változatlanul hagyhatjuk, hiszen nem nagy sorozatról van szó.

Így egyetlen sodróüreg cseréjével a kívánt négyes átmérőt biztosítani lehet. Ezzel megtakarítjuk egy esetleg feleslegesen előállított sodróüreg sor elkészítését is, ha egyetlen sodróüreg előállítására szorítkozunk, és csakis akkor készítettjük el a gyártmányok-

hoz szükséges méretű sodrozatot, amikor már pontosan megállapítottuk a méretét. Érpáros felépítésénél ez a kérdés nem lényeges, mert annál nem következhet be értáugrás, aminek megakadályozására tervezték a viszonylag kényelmetlen sodróüregsort.

A további sodrásnál — az alappászma előállításához is — pontos sodróüregre van szükség, hiszen ezeknek a nagysága is kihat a geometriai méretekre, és ebből a villamos paraméterekre is.

Az ismertett eljárás kikísérletezése során vizsgáltunk töltetlen alappászmat és kábelszerkezetet, ugyanezeket megtöltöttük és műanyag fóliával szalagoztuk, ezután alumínium szalaggal tekertük be. Minden lépésnél megmértük az üzemi kapacitást, megállapítottuk a változást. A sodratokat folyékony vazelinbe mártogatva, majd a zselé teljes megdermedéséig benne tartva töltöttük.

2.2 A mérési eredmények értékelése

Az előbbieken ismertett módszerrel 10–10 m kísérleti kábeldarabot készítettünk. Egyelőre csak csillagnégyes felépítésű kábel sorozatgyártása folyik, így a kísérleti kábeldarabon végzett méréseket ilyen szerkezetre tudtuk ellenőrizni. A kísérleti kábeldarabok átlagos kapacitásértékei és a sorozatgyártásbeli kapacitásértékek igen jó egyezést mutattak.

Először az $5 \times 4 \times 0,6$ alappászma kézzel töltött és fóliázott kísérleti darabján végeztük el a kapacitásmérést. A kapacitásértékek (egység: pF/m) a sodratra: 31,3; 31,7; 31,6; 31,4; 31,5; 31,0; 31,6; 32,3; 31,9; 32,0;

vazelinnal töltve: 39,6; 39,7; 39,2; 39,7; 39,4; 39,2; 39,8; 40,1; 39,7; 39,5;

árnyékolva: 42,4; 43,6; 43,6; 43,6; 43,9; 43,4; 44,0; 44,1; 43,1; 43,7.

Az átlagértékek rendre 31,62; 39,59; 43,60.

A növekedés a vazelinnal való töltés után 25,2%, vazelinnal töltve és árnyékolva 37,9%.

A sorozatgyártásból 15 gyártási hossz $15 \times 4 \times 0,6$ szerkezetű kábelt mértünk; az átlagos kapacitásra 43,642 pF/m-t kaptunk, tehát az $5 \times 4 \times 0,6$ -os kísérleti alappászma az átlagos kapacitásérték ezzel gyakorlatilag pontosan megegyezik. Készítettünk $50 \times 4 \times 0,6$ szerkezetű kísérleti kábelt is, ennél a kapacitás átlagos értéke nagyobb eltérést mutatott (2%), de ez az eltérés is kisebb a sorozatgyártásban előállított kábelek érpárjai üzemi kapacitásának szórásnál.

Készítettünk 0,4 mm átmérőjű huzalból is kísérleti kábelt. A $15 \times 4 \times 0,4$ -es kísérleti kábelre az átlagos üzemi kapacitás 42,85 pF/m-re adódott, míg az $\varnothing 0,4$ -es sorozatgyártásbeli teljes gyártmányválaszték ($5 \times 4 \times 0,4 - 100 \times 4 \times 0,4$) 96 kábelének átlagos üzemi kapacitása 42,61 pF/m (az eltérés 0,6%).

Az itt szereplő kábelekben az erek szigetelésének falvastagsága 0,17 mm. Rendelkezésünkre állt 0,16 mm falvastagságú szigeteléssel ellátott vezeték is.

Ennek felhasználásával is készítettünk kísérleti kábeldarabot. Ezzel az átlagos üzemi kapacitás 43,68 pF/m-re adódott, ez az érték 2,5%-kal nagyobb, mint a 0,17 mm-es szigetelő falvastagság esetén.

Ha elvégezzük a számítást az 1. fejezetben ismertett módon — a kétféle falvastagság esetén a vase-

linbe ágyazott, különálló érpár kapacitására —, a kapacitás relatív megváltozására ugyancsak 2,5%-ot kapunk. (A 2. fejezetben alsó és felső korlátot adtunk a kapacitásra. Mindkét esetben a különálló érpár kapacitására — önkényesen — a két korlátérték számítani közepét tekintettük.)

A fentiekből egyrészt az látható, hogy a kísérleti kábeldarab az üzemi kapacitás szempontjából a sorozatgyártásbeli kábel igen pontos másának tekinthető. Másrészt a geometriai méretek kismértékű változtatásának hatása az 1. fejezetben ismertetett számítással követhető.

Készítettünk kísérleti kábelt érpáros szerkezettel is. Mivel jelenleg érpáros szerkezetű kábelt sorozatban nem gyártunk, összehasonlító adataink nincsenek. Mindenesetre az egyébként ugyanolyan méretű huzalokról készített csillagnégyes szerkezetű kísérleti kábel átlagos üzemi kapacitásának és az érpáros szerkezetű kísérleti kábel átlagos üzemi kapacitásának aránya tűrhető pontossággal megegyezik a megfelelő, vazelinbe ágyazott, különálló érpár kapacitására számítással kapott értékek arányával.

3. Összefoglalás

A telefonkábelek üzemi kapacitására vonatkozóan igen sokféle előírás van érvényben azokon a területeken, ahol az MKM kábelértékesítésre számíthat.

A sok típus gazdaságos előállítása céljából jelentős az általunk ismertetett eljárás a telefonkábel üzemi kapacitásának beállítására, minthogy lehetővé teszi több teljes kísérleti kábel gyártásának elhagyását.

Kidolgoztunk egy eljárást mintegy 10 m-es kísér-

leti kábeldarab olcsó, gyors előállítására, amelyen az üzemi kapacitás ellenőrizhető.

Számítási eljárást adtunk önmagában álló, inhomogén közegben elhelyezkedő vezetékpár kapacitásának becslésére.

A kábelbe való beépítéskor a többi érpár jelenléte miatt az üzemi kapacitás ennél nagyobb, tehát az üzemi kapacitás ezen számítással még nem állítható be. De a geometriai adatok kismértékű megváltoztatására vagy a polietilén érszigetelés habosítása mértékének (a dielektromos állandónak) megváltoztatására bekövetkező üzemi kapacitásváltozás a különálló érpár kapacitásának számításával meghatározható.

A számítás jól kiegészíti a kísérleti kábeldarab előállítását. Ha ugyanis a kísérleti kábeldarab bemérése után a kapacitás kis mértékben tér el az előírttól, számítással megállapítható a geometriai adatok (esetleg a dielektromos állandó) szükséges változtatásának mértéke.

I R O D A L O M

- [1] *Fodor*: Elméleti elektrotechnika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972. (egyetemi jegyzet)
- [2] *Fodor*: Villamosságtan példatár III. Elektrosztatika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. (egyetemi jegyzet)
- [3] MKM műszaki kollektívája: Kábel-zsebkönyv II. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [4] *Grodnyev I. I.*—*Miller B. R.*: Hírközlő kábelek. Közlekedési Kiadó, Bp. 1954.
- [5] *H. J. C. Spencer*: Some Principles of Local Telephone Cable Design. The Post Office Electrical Engineers Journal. 1970 okt.
- [6] *H.E. Martin*: Übertragungseigenschaften van Leitungen A. E. U. Band 18. 1964. 5. füzet.

Sz—5 típusú kiskoaxiális kábelek műszaki paramétereinek alakulása, a legyártott vonal kábeleinek kiértékelése

ETO 621.315.212.011

A sokcsatornás hírközlőrendszer megvalósítása nálunk is szükségessé tette a koaxiális kábelek alkalmazását és gyártását. A Magyar Kábel Műveknél a koaxiális kábelek gyártása a SAT francia előírásoknak megfelelően és az általuk szállított gépek segítségével indult meg. A kész kábel és az alapanyag műszaki paramétereit is a SAT előírások tartalmazzák [4].

A gyártás megindulása óta többféle kombinált — koaxiális érpárt is tartalmazó — kábel került ki fejlesztésre és gyártásra [5].

A Magyar Posta igényeinek kielégítése után felmerült a kábeltípus exportjának lehetősége is. A Szovjetunióban a KGST keretén belül kötött szerződés igen nagymennyiségű koaxiális kábel gyártását irányozza elő. A teljes hírközlő vonal elkészítése több vállalat közös munkájának eredménye lesz. E szerződés keretében 1975-ben elkészültek szovjet megrendelésre az első kb. 220 km-es vonal kábeleik.

A koaxiális párok jellemzői

A Magyar Kábel Művek által gyártott koaxiális kábelek ún. kiskoaxiális párokat tartalmaznak. A kiskoaxiális párban a belső vezetők 1,2 mm névleges $\varnothing$ -jú tömör rézhuzal, a külső vezető pedig vékony rézszalagból hajlított körgyűrű keresztmetszetű cső, melynek névleges $\varnothing$ -je 4,4 mm. A belső és külső vezető között helyezkedik el az ún. ballonszigetelés. Ez olyan vékonyfalú polietilén cső, mely egyenlő távolságokban rá van szorítva a belső vezetőre. Különleges kialakítása folytán a ballonszigetelés dielektromos állandója kicsi. Mechanikai állékonysága nagy, és megfelelő hosszirányú vízzárást is biztosít. A kiskoaxiális pár fontos szerkezeti eleme még az árnyékolás, amely a külső vezetőre tekercselt két réteg rézzel bevont acélszalagból áll.

A koaxiális párok ellenőrzése

A kész koaxiális csövekkel szemben igen szigorú elektromos követelményeket támasztanak, ezért a gyártás különböző fázisaiban méréseket kell végezni.

Mérések szigetelés közben

Az átmérő és a kapacitás folyamatos mérése.

Ellenőrzés szalagozás folyamán

A szalagozás folyamán végzett ellenőrzés a szigetelés átütési szilárdságának vizsgálatából áll, a feszültségpróbát 6000 V-os váltófeszültséggel, hibaérzékelővel végzik.

Mérések koaxiális párokon

Valamennyi koaxiális páron elvégzik a következő méréseket:

- átlagos impedancia meghatározása;
- teljes kapacitás meghatározása;
- reflexiómérés 60 nsec-os impulzussal;
- villamosszilárdság vizsgálata 4000 V egyenfeszültséggel.

Mérések a kábelben, gyártás folyamán

A gyártás különböző fázisaiban célszerű reflexióméréseket végezni, pl. a kábelsodrasi és köpenyezési művelet után.

Mérések a kész kábelben

Az alábbi méréseket a kész kábeleken végezzük, amelyeknek a pontos hosszát is ismerjük:

- belső vezető ellenállása;
- fajlagos kapacitás;
- hullámimpedancia;
- reflexiótényező;
- lezárási impedancia.

A hullámimpedanciából és a hosszegységre eső fajlagos kapacitásból célszerű kiszámítani minden hosszra a szigetelés dielektromos állandóját az alábbiak szerint:

$$Z_{\infty} = \frac{60}{\sqrt{\epsilon}} \cdot \ln \frac{D}{d}$$

$$C = \frac{\epsilon}{18 \cdot \ln \frac{D}{d}}$$

ezekből $\epsilon = (0,3 \cdot C \cdot Z_{\infty})^2$

A gyártási hosszak meghatározott %-án a frekvenciafüggvényben csillapításméréseket és az egyes koaxiális párok között áthallásmérést is végzünk.

A koaxiális párokra vonatkozó előírások

Gyártáshoz használt anyagok minősége

A koaxiális pár belső vezetője tömör, 1,18 mm tényleges $\varnothing$ -jú, sima, hengeres, hajszálrepedés nélküli, tiszta és zárványmentes rézszalag. Mind a belső, mind a külső vezető fajlagos ellenállása 20 °C-on $0,01724 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$.

A huzal átmérője a névleges értéktől $\pm 0,005$ mm-rel térhet el.

A szalag vastagsága bármely ponton mérve legfeljebb $\pm 0,008$ mm-rel térhet el a névleges vastagságtól.

Az árnyékolás anyaga rézzel bevont lágyított acél-szalag, névleges vastagsága: 0,9 mm.

Az alsó szalag névleges szélessége 10 mm, a felső szalagé 12 mm. A szalag vastagsága bármely ponton mérve legfeljebb $\pm 0,01$ mm-re térhet el a névleges értéktől. A szalagot bevonó rézréteg mennyisége $6,5 \text{ g/m}^2$, a szakítószilárdság 38 kp/mm^2 . A szakadási nyúlás 15–30%. A szigetelést képező polietilén folyási indexe: 1,8.

Villamos paraméterek

Egyenáramú ellenállás

A belső vezető egyenáramú ellenállásának névleges értéke 20°C -on $15,72 \text{ ohm/km}$. A 20°C -ra átszámított tűrésmező $15,34$ – $16,09 \text{ ohm/km}$.

Szigetelési ellenállás

A szigetelési ellenállás 20°C -on 500 V feszültséggel mérve $1 \cdot 10^4 \text{ Mohm} \cdot \text{km}$.

Üzemi kapacitás

A koaxiális párok 800 Hz -en mért üzemi kapacitásnak névleges értéke $49,5 \text{ nF/km}$.

Áthallási csillapítás

A párok közötti áthallási csillapítás értéke 60 kHz -en mérve nem lehet kevesebb, mint

500 m-ig $13,3 \text{ Np}$,
500–1000 m-ig $12,6 \text{ Np}$.

Hullámimpedancia egyenletesség

Az impedancia egyenletességét 60 nsec -os jelszélességű impulzussal kell meghatározni, reflexiómérővel. Az impulzus alapja hozzávetőlegesen $\sin^2$ függvénynek feleljen meg. A reflexiós görbék maximális csúcsa a gyártott hosszak 100%-án nem haladhatja meg a $0,6 \text{ ohm}$ -ot (4%).

A hosszak 80%-án a maximális csúcs kisebb, vagy legfeljebb egyenlő az alábbi értékkel:

- 500 m-es, vagy annál kisebb hosszánál $0,3 \text{ ohm}$ (2%),
- 500 m-nél nagyobb hosszánál $0,45 \text{ ohm}$ (3%).

A gyártási hosszak névleges értéke 500 m . Az ettől való $\pm 5 \text{ m}$ -es eltérés esetén a kábel 500 m -es hosszának minősül.

Végimpedancia

Külön-külön meghatározandó a koaxiális párok mindkét végén mért ún. bemenő, vagy végimpedancia. A két végén mért impedanciák valós része között legfeljebb $0,4 \text{ ohm}$ eltérés lehet.

Hullámimpedancia

A koaxiális kábel hullámimpedanciája valós részének névleges értéke 1 MHz -en 75 ohm . Az ettől megengedett maximális eltérés $\pm 0,75 \text{ ohm}$. A koaxiális párok hullámimpedanciája jellemezhető a végtelen frekvencián felvett értékkel is. Ebben az esetben a névleges érték $73,05 \text{ ohm}$, vagyis $1,95 \text{ ohm}$ -mal kisebb, mint az 1 MHz -re megadott érték. Ettől kell számítani a megengedett $\pm 0,75 \text{ ohm}$ -os eltérést. A kábelben belül koaxiális párok úgy sorolandók, hogy a legkisebb hullámimpedanciájú a 3. érpár legyen, ezt kövesse a 4. és a 2., és végül az 1. számú pár.

Meg kell határozni a hullámimpedancia értékét ún. rezonancia-módszerrel is. E módszerrel kapott impedanciának 1 MHz -re átszámított értékét fel kell jegyezni, de a kábelre nézve ez nem minősítő érték.

A hullámcsillapítás

A hosszegységre eső hullámcsillapítás értéke 1 MHz -en:

$617 \pm 10 \text{ mNp/km}$ 20°C -on,
 $605 \pm 10 \text{ mNp/km}$ 10°C -on.

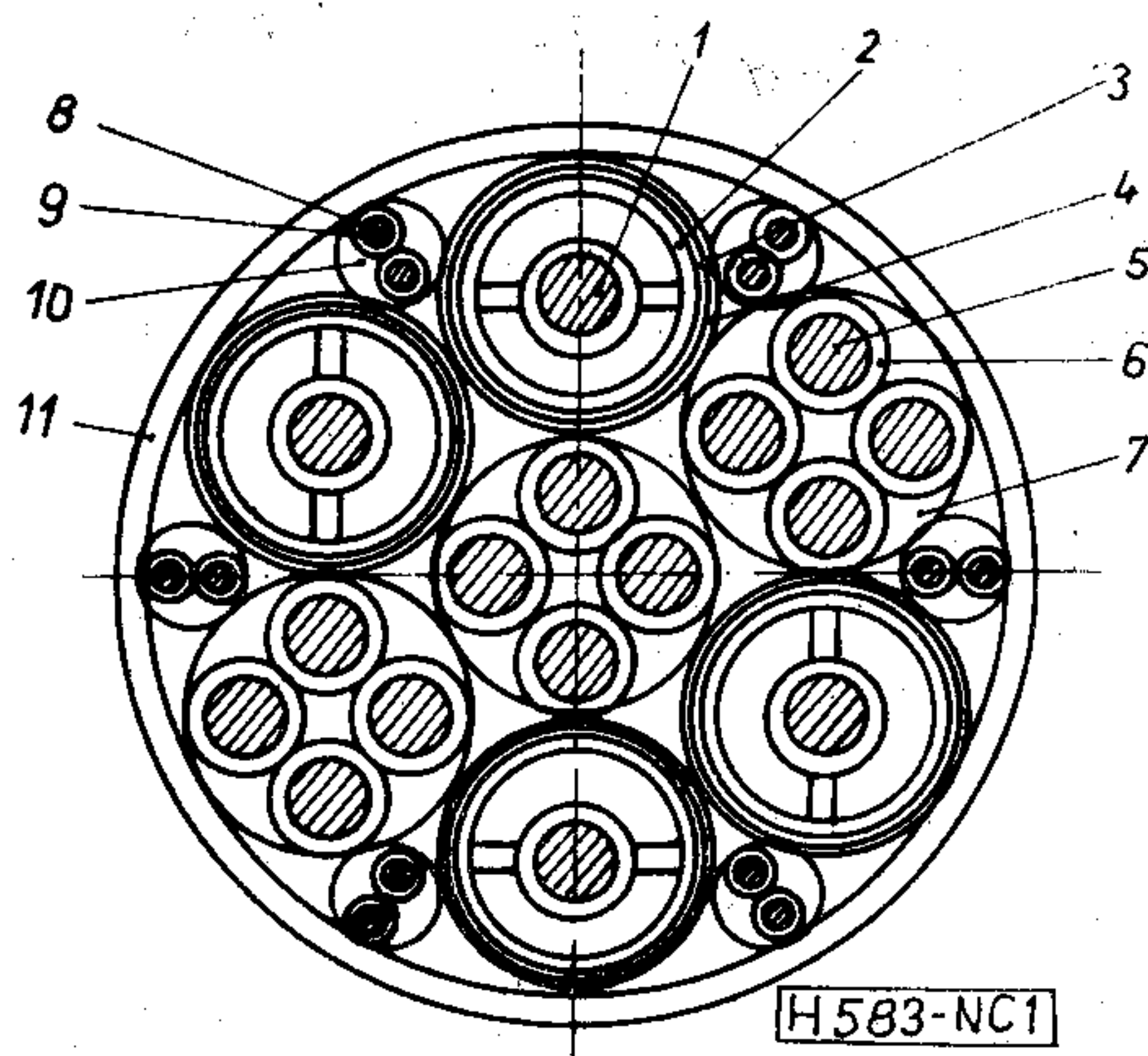
Villamosszilárdság

A koaxiális kábelben átütés nem következhet be, a koaxiális pár belső és külső vezetője közé, valamint a pároknak a kábel fémköpenyével összekötött külső vezetője, és a többi szigetelt ér vezetője közé kapcsolt 1 perc ig tartó, $2000 \text{ V}_{\text{eff}}$ értékű, 50 Hz frekvenciájú váltakozó fesz. (vagy 3000 V egyenfeszültség) hatására.

1. táblázat

Koaxiális csövek előírásai

	SAT Magyar Posta	Deutsche Post CCITT	Sz-5 előírás	Sz-5 tényleges
Hullámimpedancia, ohm	$75 \pm 0,75$	75 ± 1	75 ± 1 (90%) $75 \pm 1,5$ (100%)	$75 \pm 0,9$ (100%)
Reflexió, ‰	4 (100%) 2 (80%)	4 (100%) 2,5 (95%) 2 (80%)	4 (100%)	4 (100%) 2 (80%)
Áthallási csillapítás 500 m-re, Np	13,3	13,0	12,9	13,3



1. ábra. Az Sz-5 kiskoaxiális kábel szerkezete:

- 1 — $\varnothing 1,18$ mm Cu vezető,
- 2 — polietilén ballon érszigetelés,
- 3 — rézszalag, rezeztett acélszalag,
- 4 — műanyag szalag,
- 5 — $\varnothing 1,2$ mm Cu vezető,
- 6 — polietilén érszigetelés,
- 7 — csillagnégyes,
- 8 — $\varnothing 0,9$ mm Cu vezető,
- 9 — polietilén érszigetelés,
- 10 — érpár,
- 11 — óvszigetelés

Az ismertetett felépítésű és jellemzőkkel rendelkező koaxiális csöveket felhasználva minimális módosítással született meg az Sz-5 elnevezésű 4 csöves koaxiális kábel, amelynek szerkezete az 1. ábrán látható.

Az átviteli paraméterek értékelésének szükségessége

Mivel a koaxiális kábel a teljes hírközlő vonalnak csak egy része, szükséges ennek a rendszerbe való tökéletes illesztése.

A hírközlő kábelnek az információ továbbításában résztvevő valamennyi elemének átviteli tulajdonságait ismernünk és összegeznünk kell, hogy a komplett vonal összeállítható legyen (erősítő mezők válogatása, az erősítőkhöz való illesztése). Ezen túlmenően a már legyártott 220 km kábel átviteli paramétereinek ismerete azért is lényeges, mert a több ezer km-es hírközlőrendszer első fázisáról levont következtetések nemcsak a későbbi gyártás várható eredményeit adják, hanem esetleg korrekcióval optimálisabb vonal kialakítását is lehetővé teszik.

A legyártott teljes mennyiség valamennyi hosszáról vizsgálati jegyzőkönyvet készítettünk, amelyet átadásakor a megrendelő rendelkezésére bocsátottunk.

A félkész és készgyártmány műszaki paramétereit a gyártás folyamán regisztráltuk, hogy a teljes vonal főbb jellemzői tekintetében kiértékelhető legyen.

Részletes kimutatást készítettünk az alábbiakról:

- érpárkapacitás;
- négyeskapacitás;
- k_1 csatolások
- csőkapacitás;
- végimpedanciák;
- reflexió;
- gyártási hosszak.

Az eredmények értékelésére gyártási szakaszon-

ként lélekszám szerint eloszlási görbéket vettünk fel, amelyek a névleges értéktől való eltérés százalékos eloszlását mutatják.

Az eredmények értékelése

Általános értékelésként az egyes paraméterek eloszlásának tanulmányozásakor az alábbiakat állapíthatjuk meg.

Az érpárok kapacitása

Az üzemi kapacitások valóságos értéke 44,5 nF/km névleges érték körül mozog.

A tűrésmező alsó és felső határán átlagosan az érpárok 1,5%-a található (2. és 3. ábra).

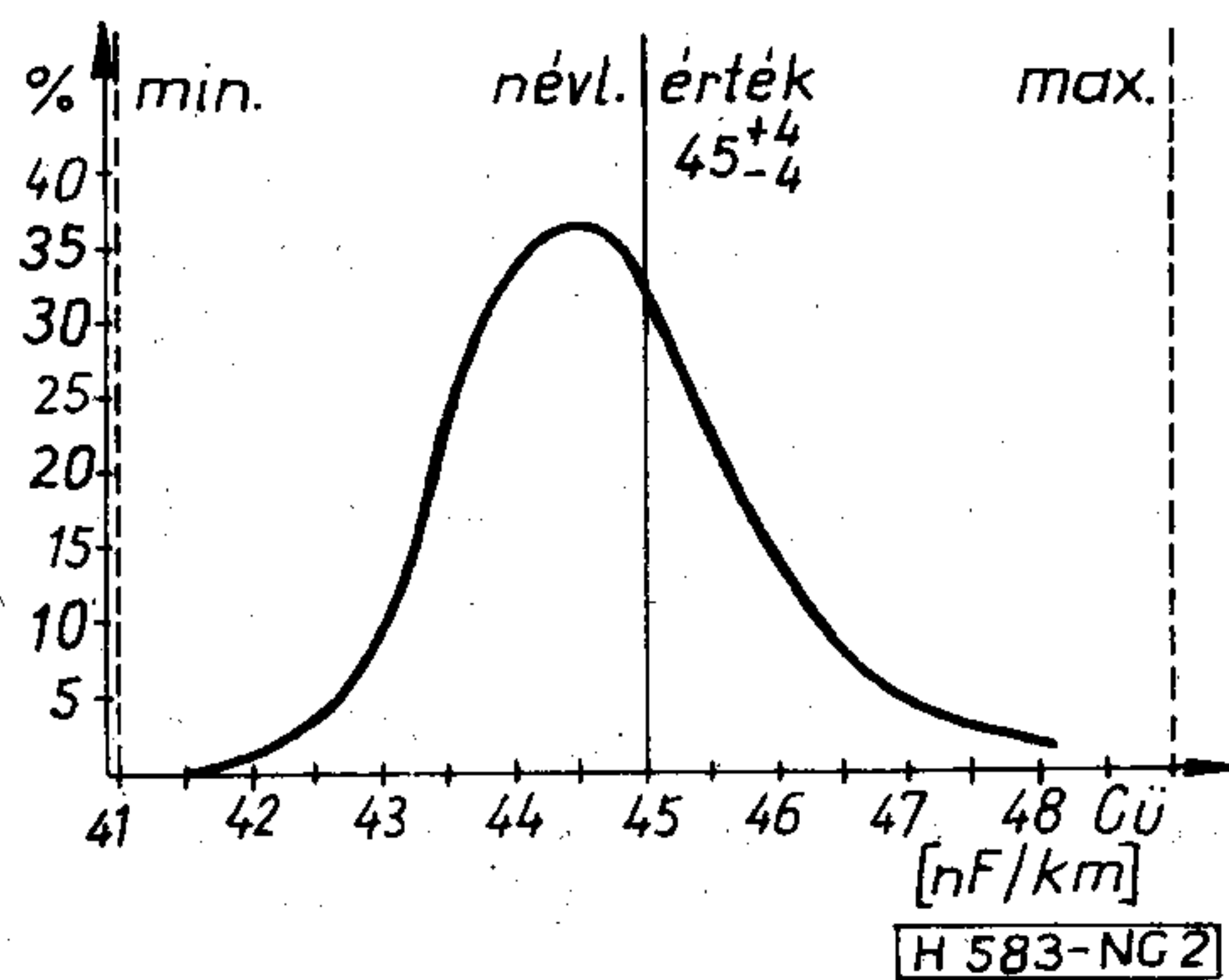
Megállapítható, hogy a gyártás beindulásakor a kapacitásértékek a teljes tűrésmezőt kihasználják, az érpárok nagyrészenek üzemi kapacitása a névleges érték fölött található.

A vizsgálati eredmények ismeretében megtett visszajelzés eredményezte a későbbiek folyamán az eredmények kisebb mértékű szórását. Az értékek névleges érték alatt változtak (4. ábra).

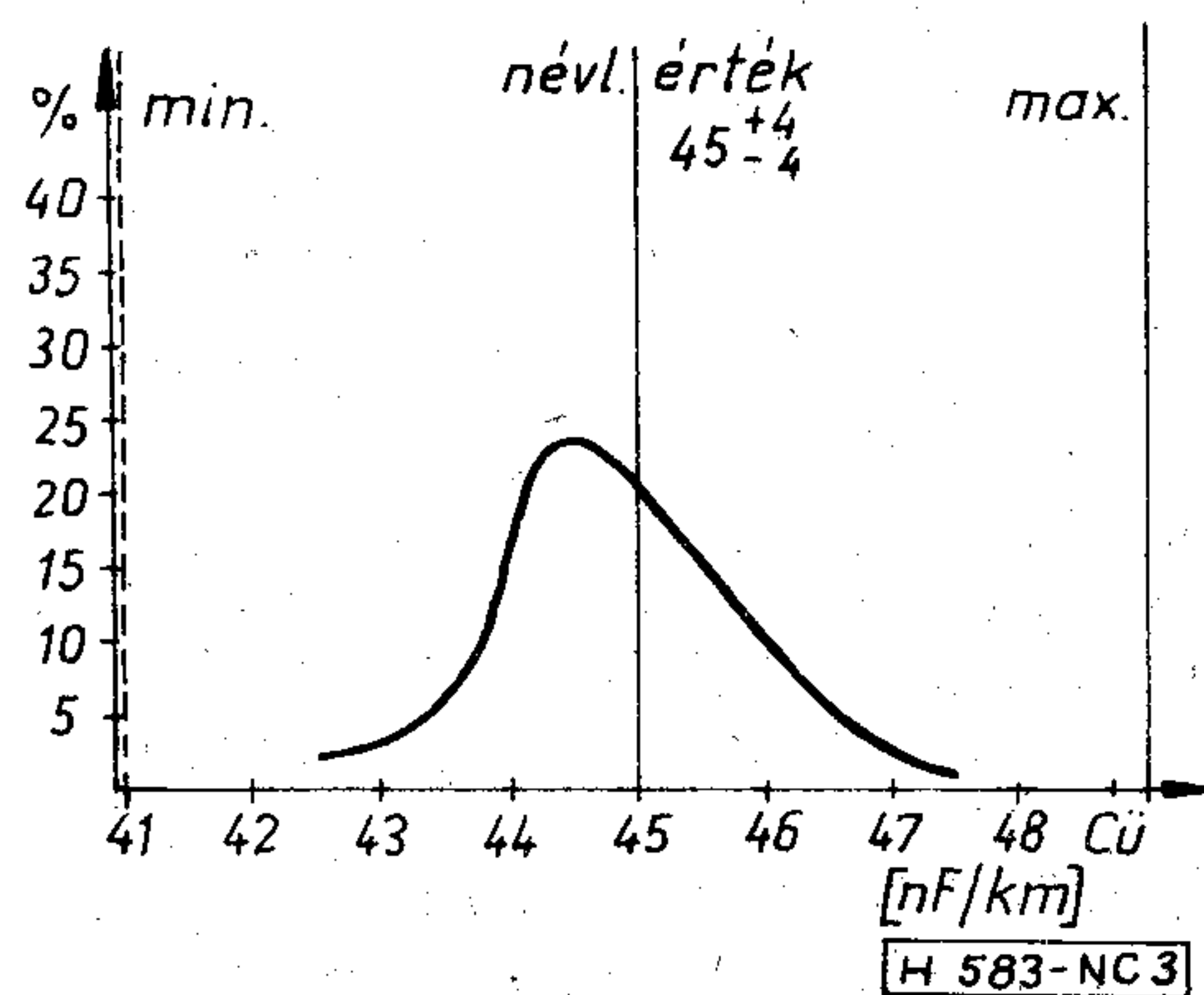
Csillagnégyesek kapacitása

Az üzemi kapacitások valóságos értéke a zöld négyeseknél 41 nF/km, a kék négyeseknél 41,7 nF/km, a piros négyeseknél 43,5 nF/km érték körül mozog.

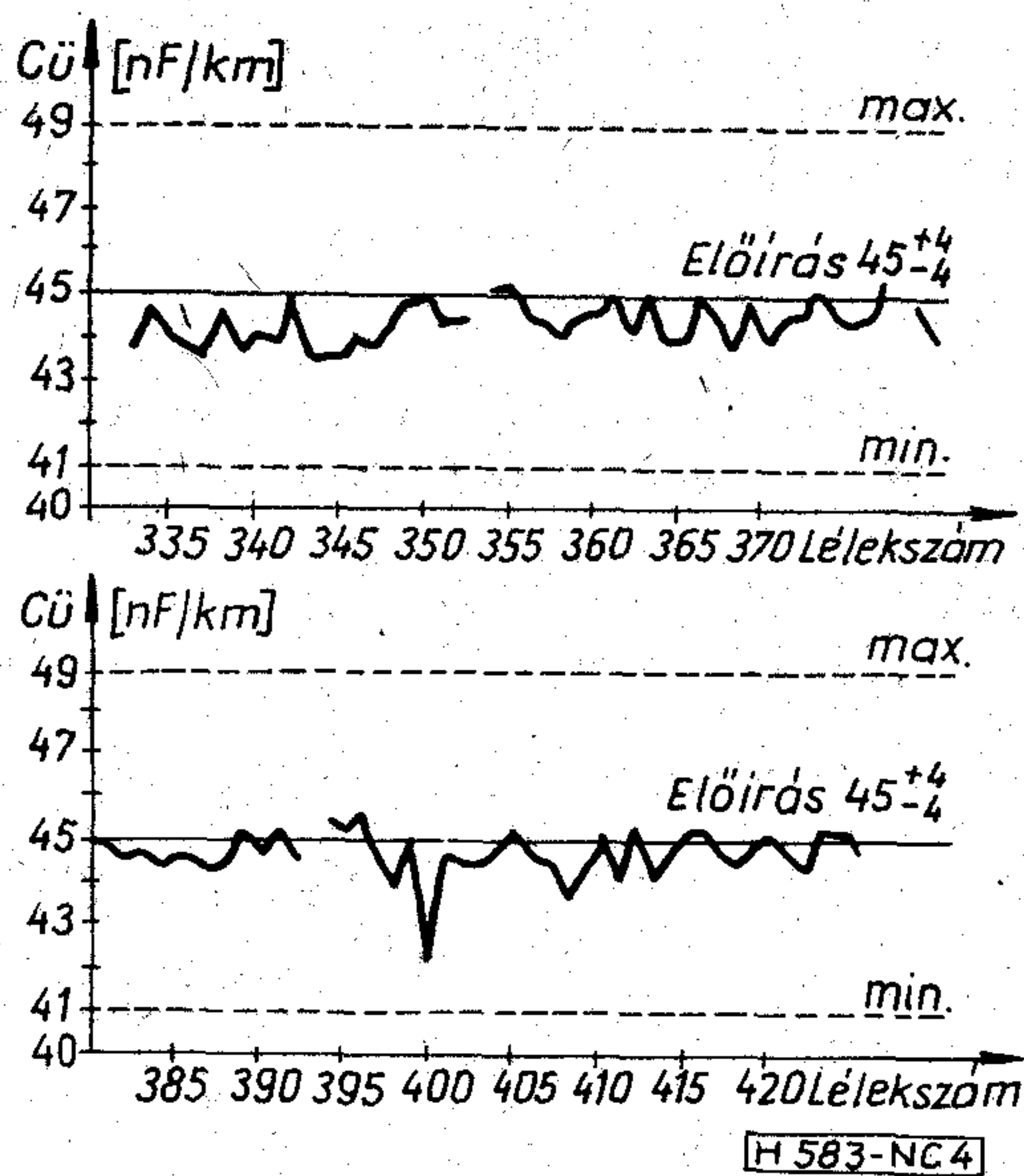
A II. és III. negyedévi gyártásnál az összes érték 5%-a a tűrésmező alsó határán található. A IV. ne-



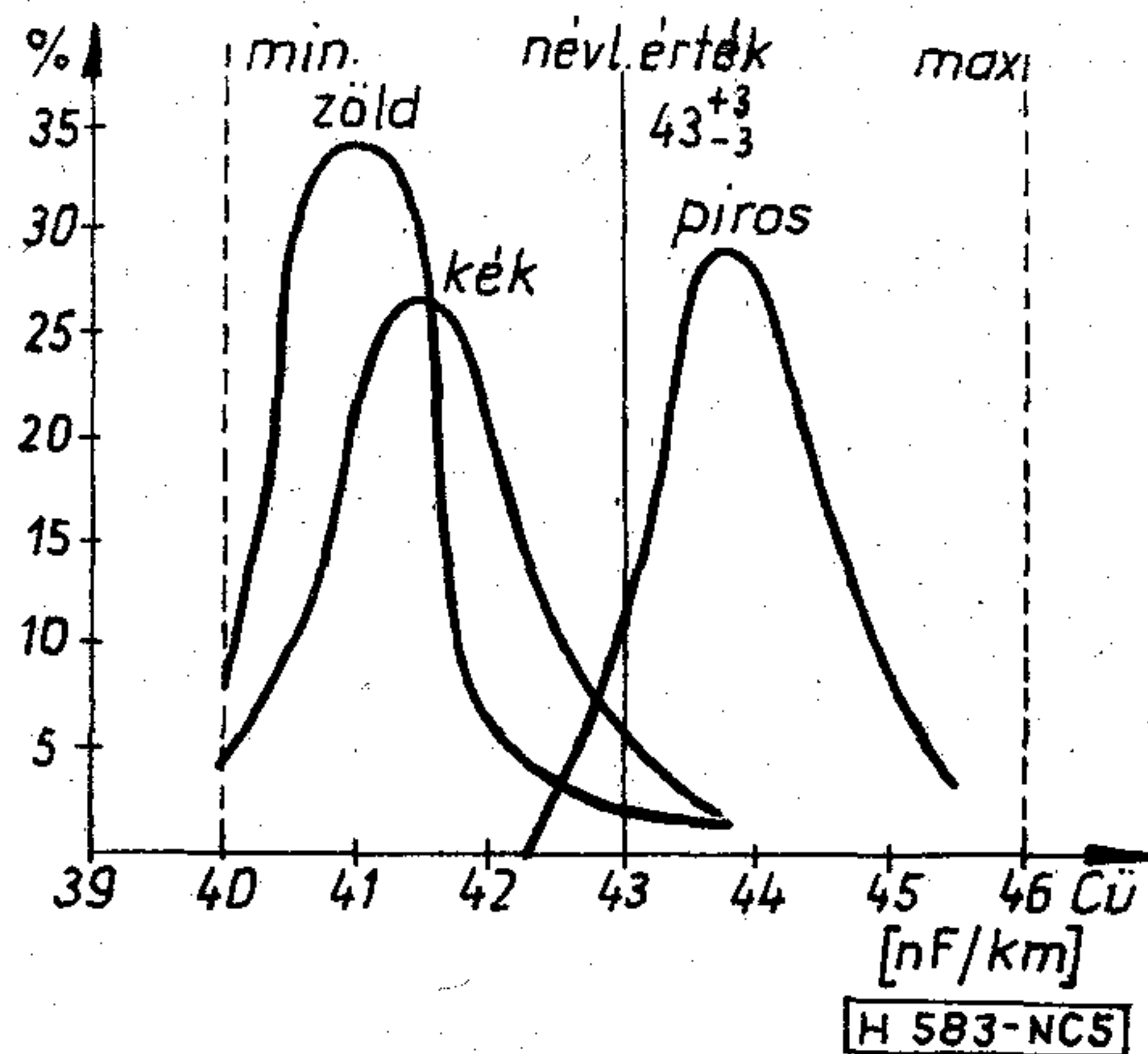
2. ábra. Érpárok üzemi kapacitásának eloszlása (II. és III. negyedév)



3. ábra. Érpárok üzemi kapacitásának eloszlása (IV. negyedév)



4. ábra. Érpárok üzemi kapacitása a lélekszám függvényében (A lélekszám a kábelhossz — kábeldarab — gyártási sorszáma, amely végigkíséri a gyártás és vizsgálat minden fázisában. Célja a gyártási hossz azonosítása)



5. ábra. Csillagnégyesek üzemi kapacitásának eloszlása (II., III. negyedév)

gyedévi gyártás valamennyi értéke a tűrésmezőn (40,5–45,6) belül van (5., 6., és 7. ábra). A gyártás későbbi szakaszában tehát szűkebb tűrésmezőt sikerült megvalósítani.

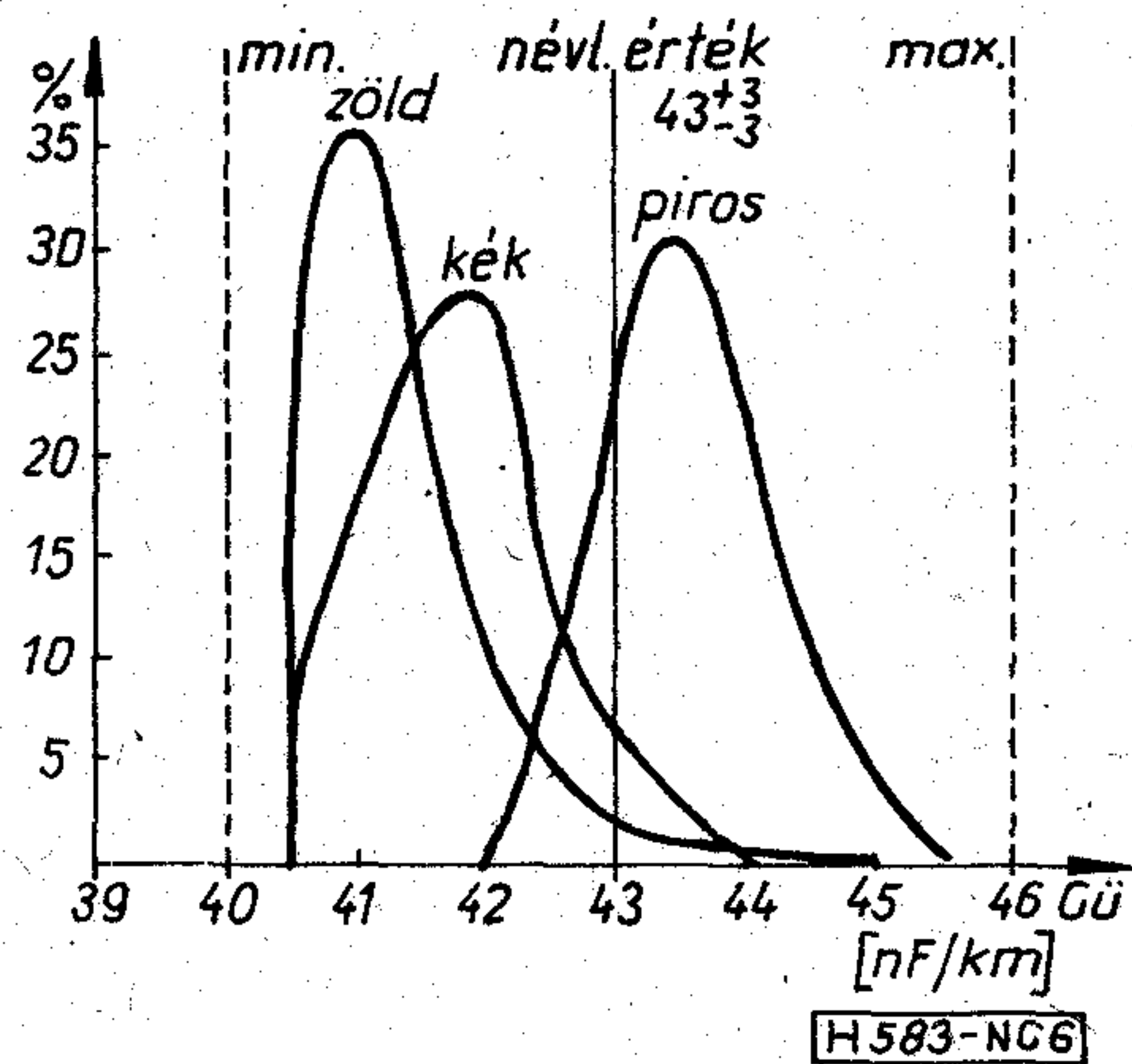
A csillagnégyesek k_1 csatolása

A csatolások értéke valamennyi érnégyst figyelembe véve max. 160 pF volt. Általában a piros négyesek maximális csatolása a többi alatt marad, kivéve a III. negyedévi gyártást (8., 9., 10., 11., 12., 13. ábra).

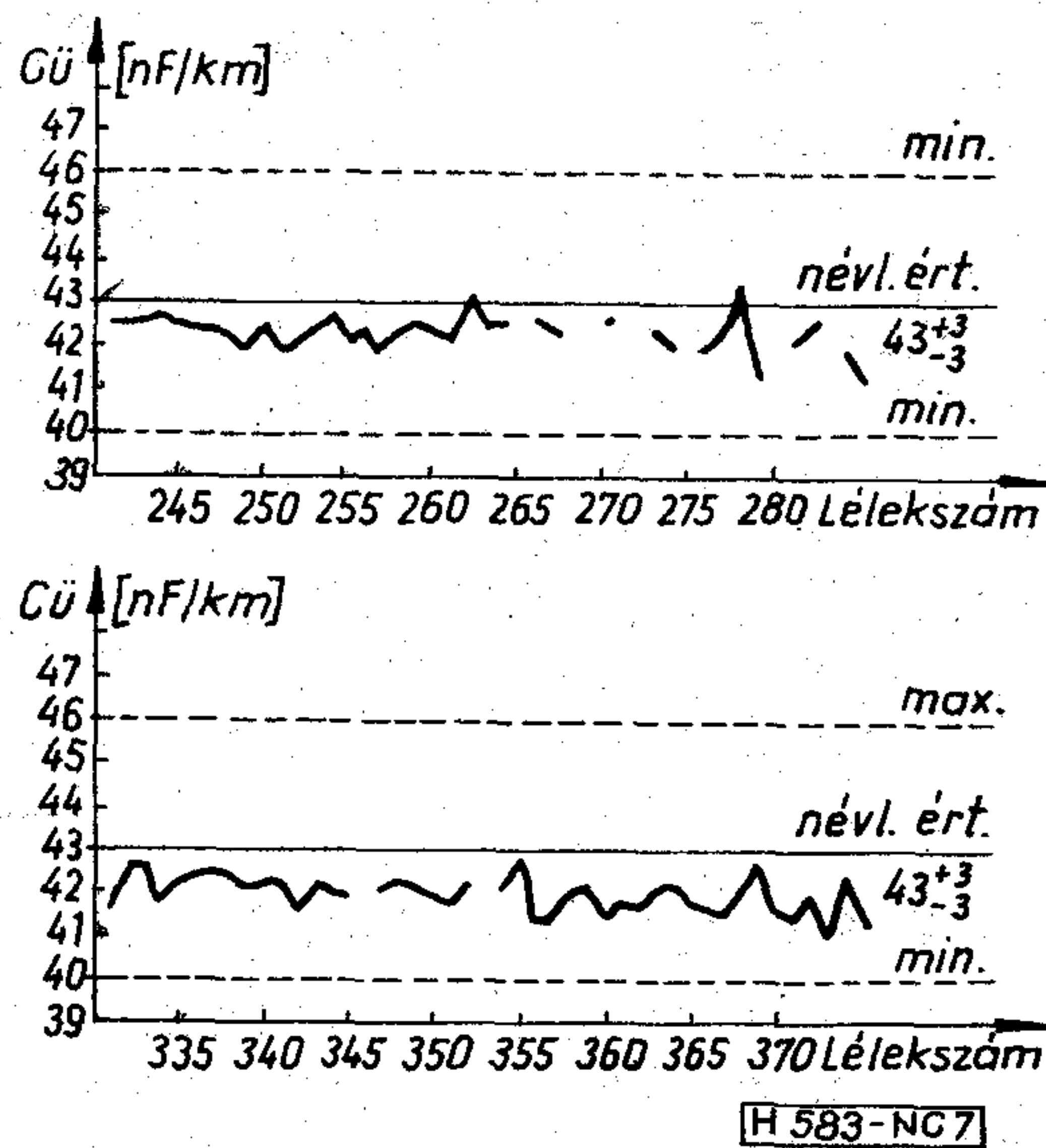
A csatolási értékek lélekszám szerinti előjelhelyes ábrázolása lehetőséget ad arra, hogy minimális csatolási értékkel és ennek következtében magas áthallási csillapítással, mint másodlagos paraméterrel rendelkező erősítő mezőket állítsunk össze, ami az információátvitel alapvető követelménye (14. ábra).

Koaxiális csövek üzemi kapacitása

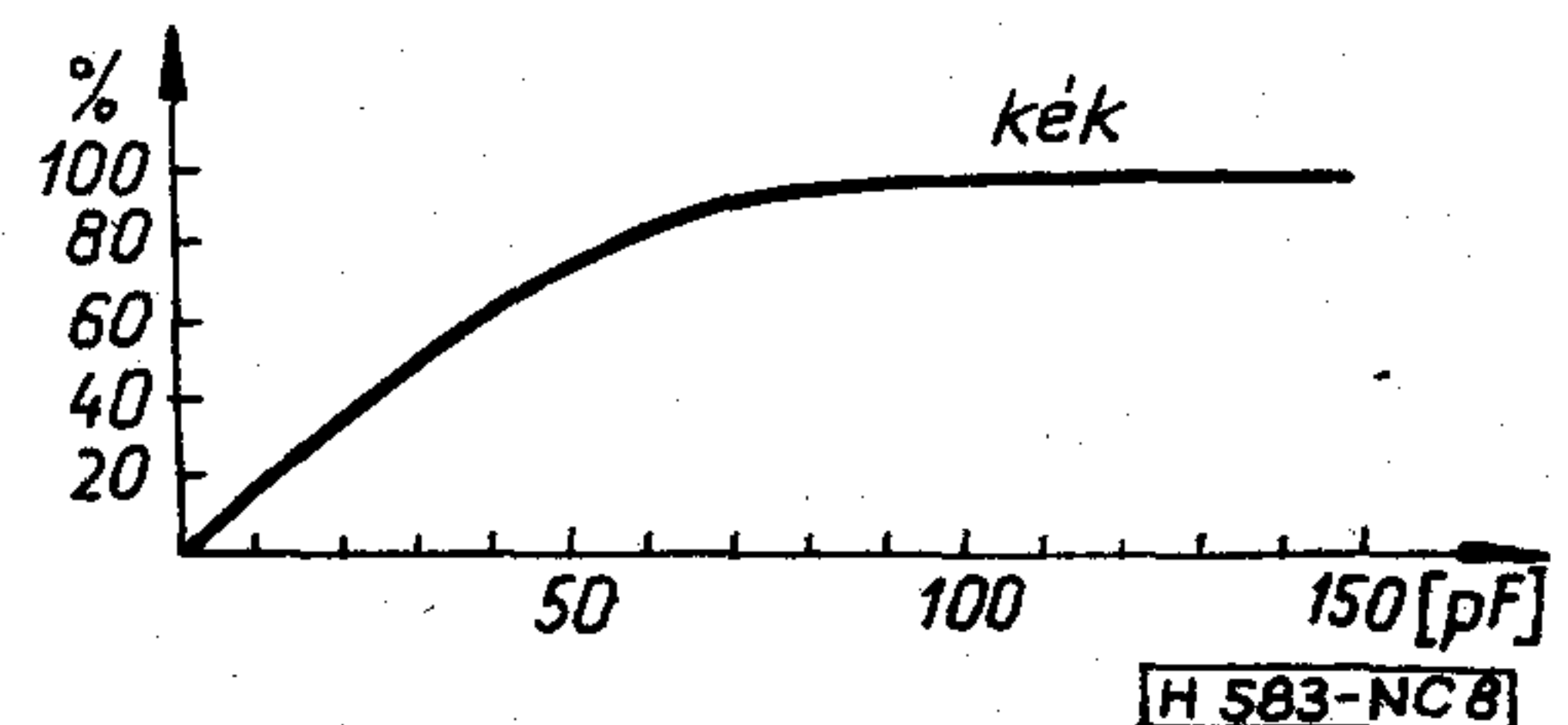
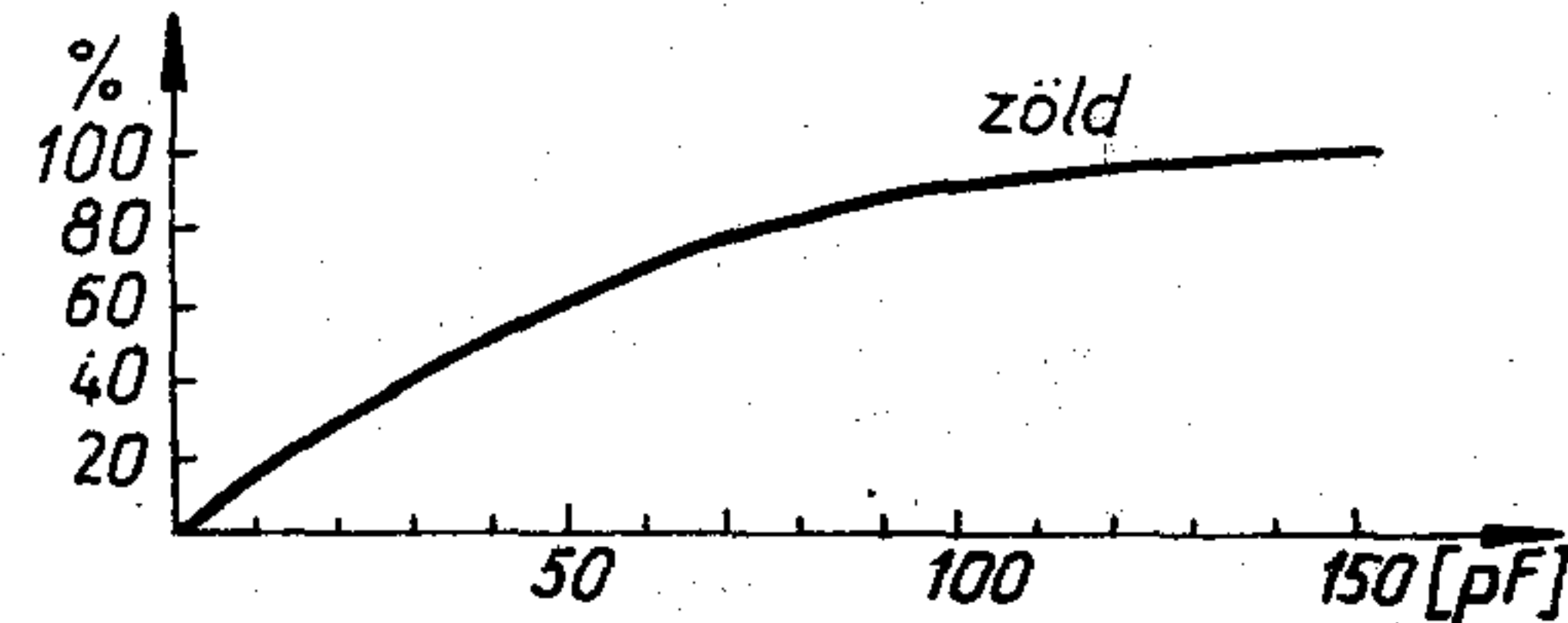
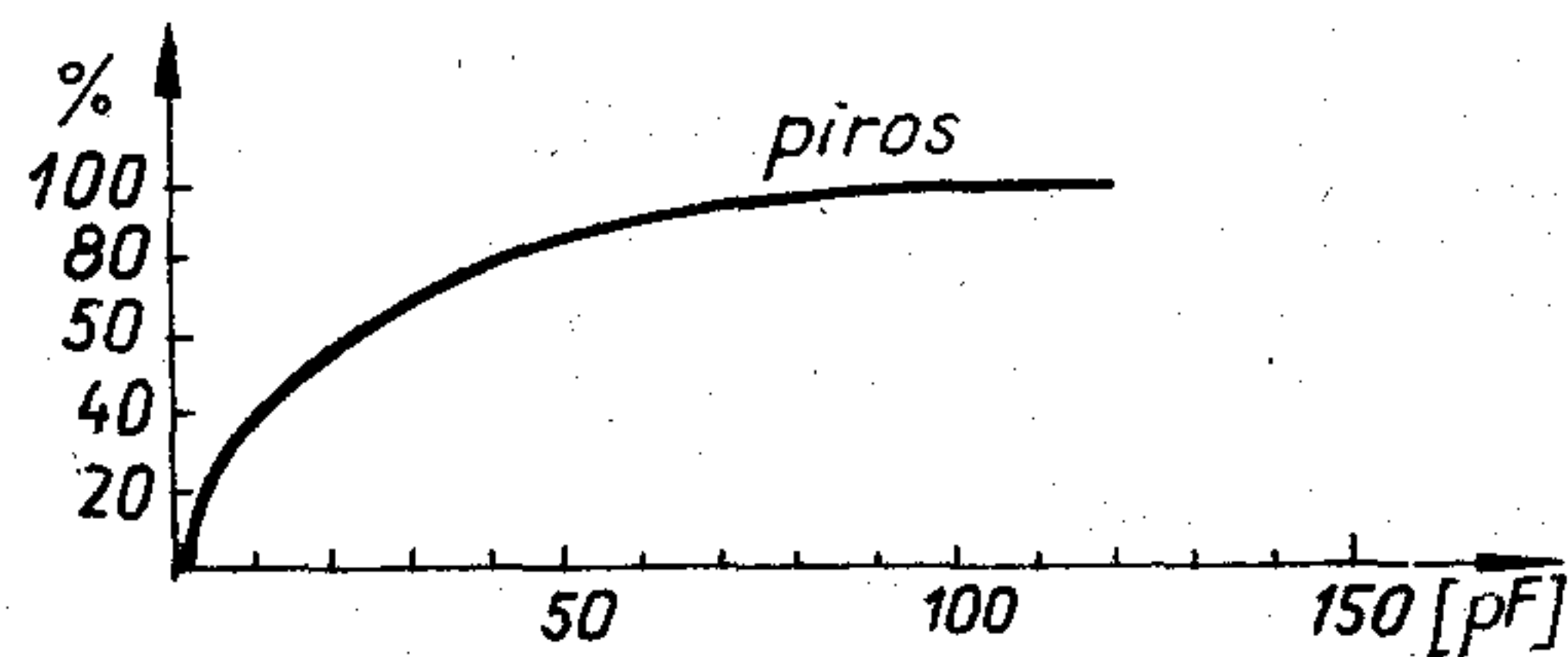
A csőkapacitások valóságos értéke 49,35 nF/km körül változik.



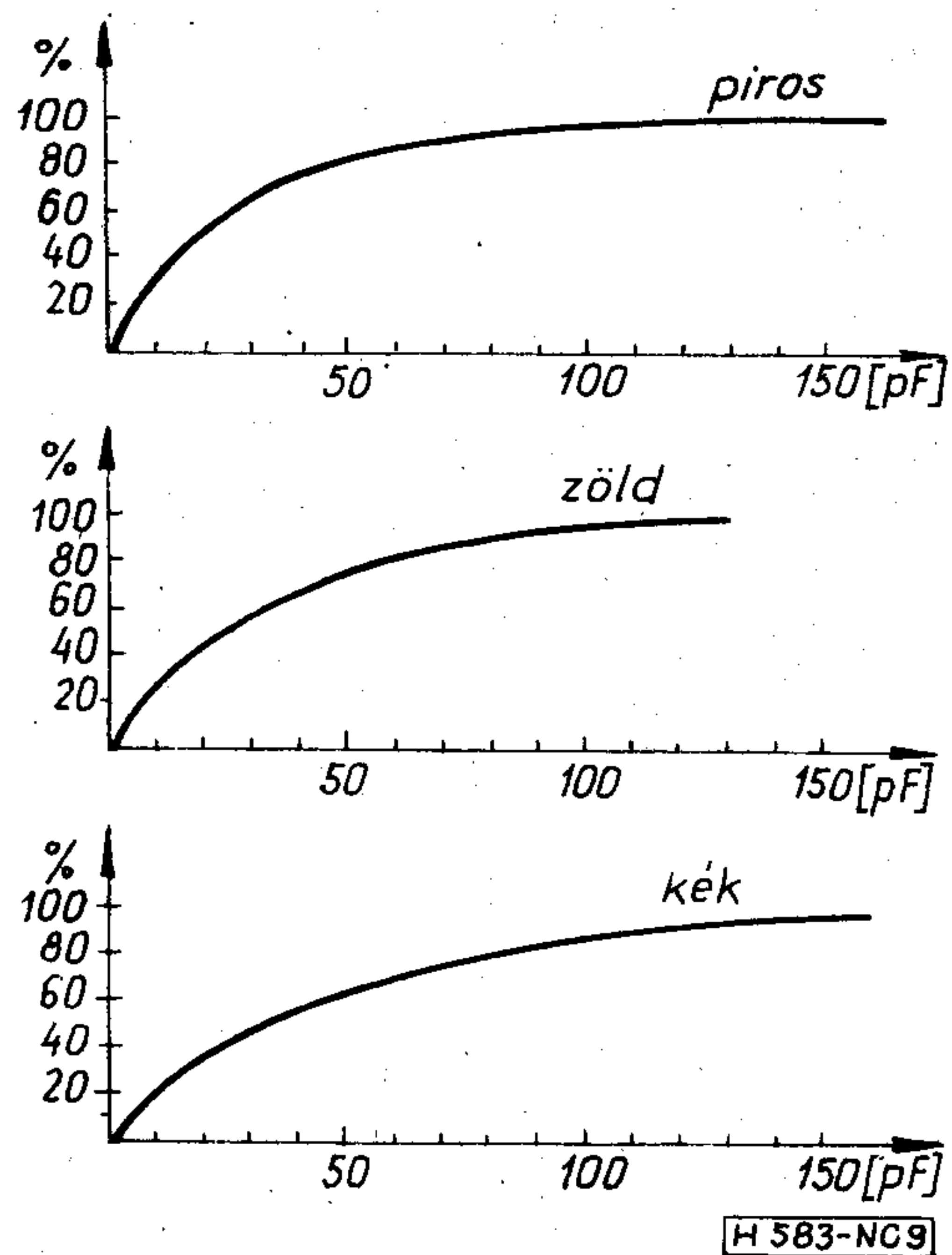
6. ábra. Csillagnégyesek üzemi kapacitásának eloszlása (IV. negyedév)



7. ábra. Csillagnégyesek üzemi kapacitása a lélekszám függvényében



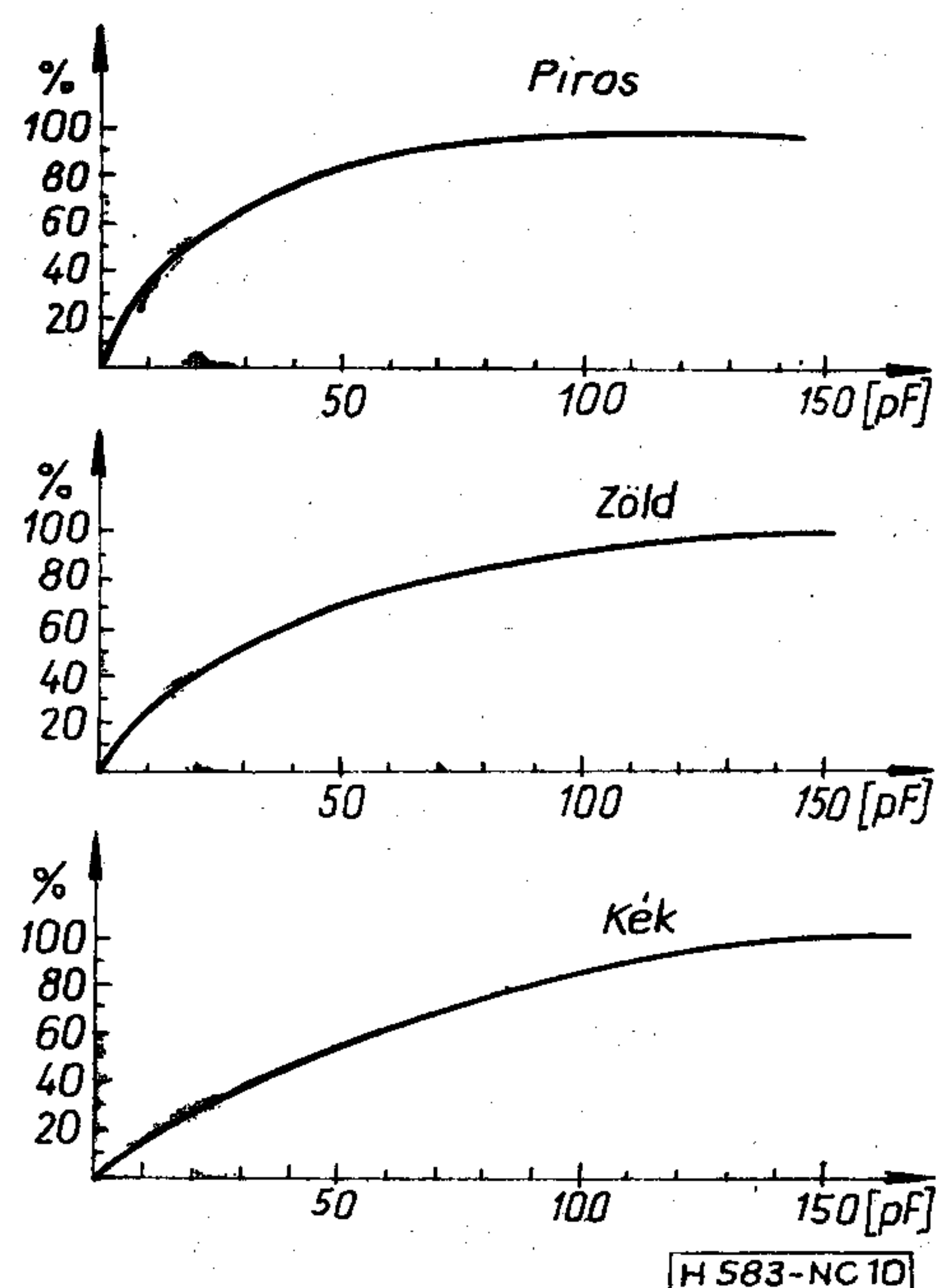
8. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai abszolút értékben (II. negyedév)



9. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai abszolút értékben (III. negyedév)

Minimális értéke 48,6 nF/km max. értéke pedig 50,1 nF/km volt.

A koaxiális párok üzemi kapacitása ugyan nem minősítő érték, de a hullámimpedanciának — mint a koaxiális csövek legfontosabb másodlagos villamos paraméternek — meghatározója. Ismerete és állandó figyelemmel kísérése elengedhetetlenül szükséges (15. és 16. ábra).

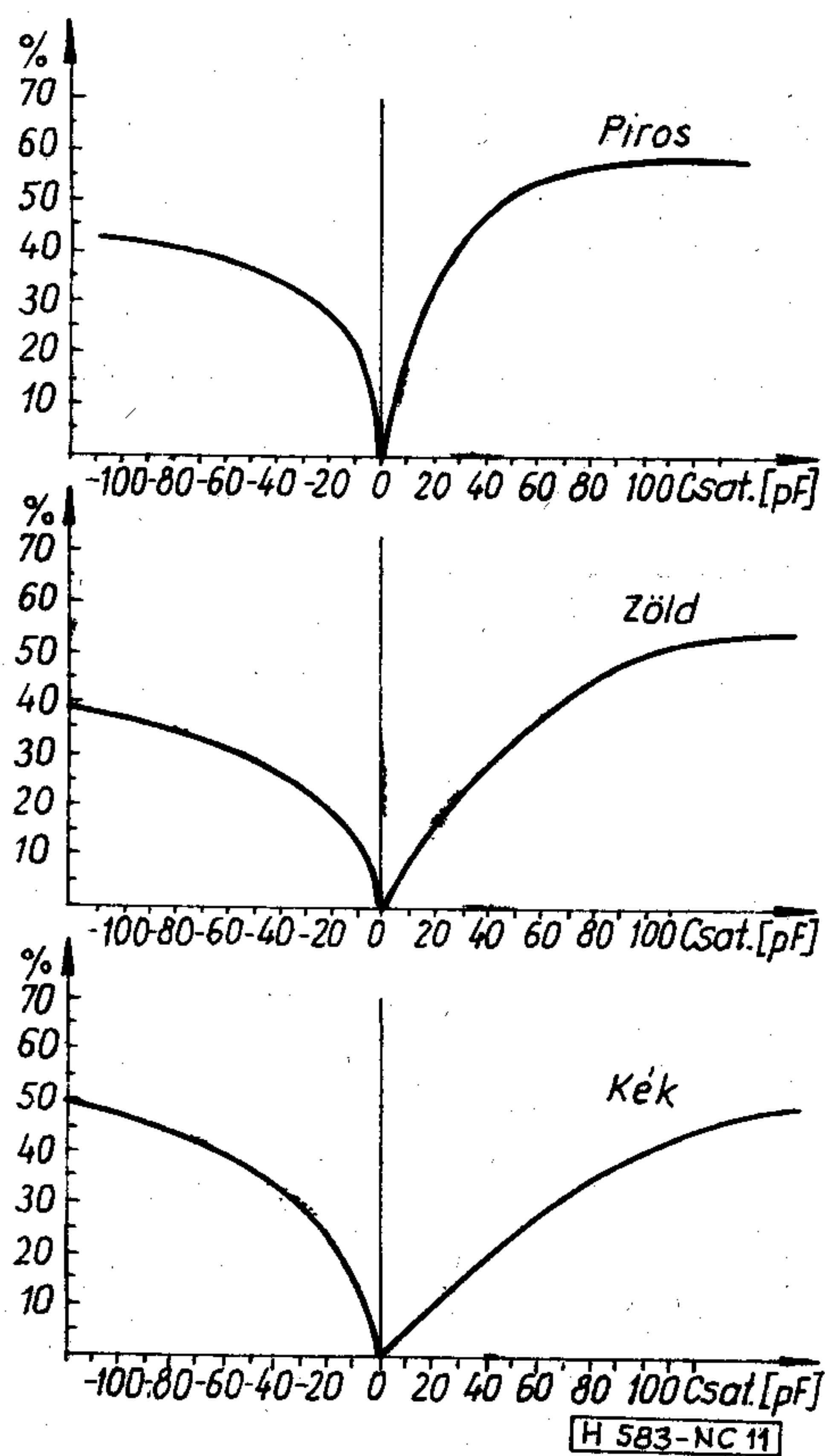


10. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai abszolút értékben (IV. negyedév)

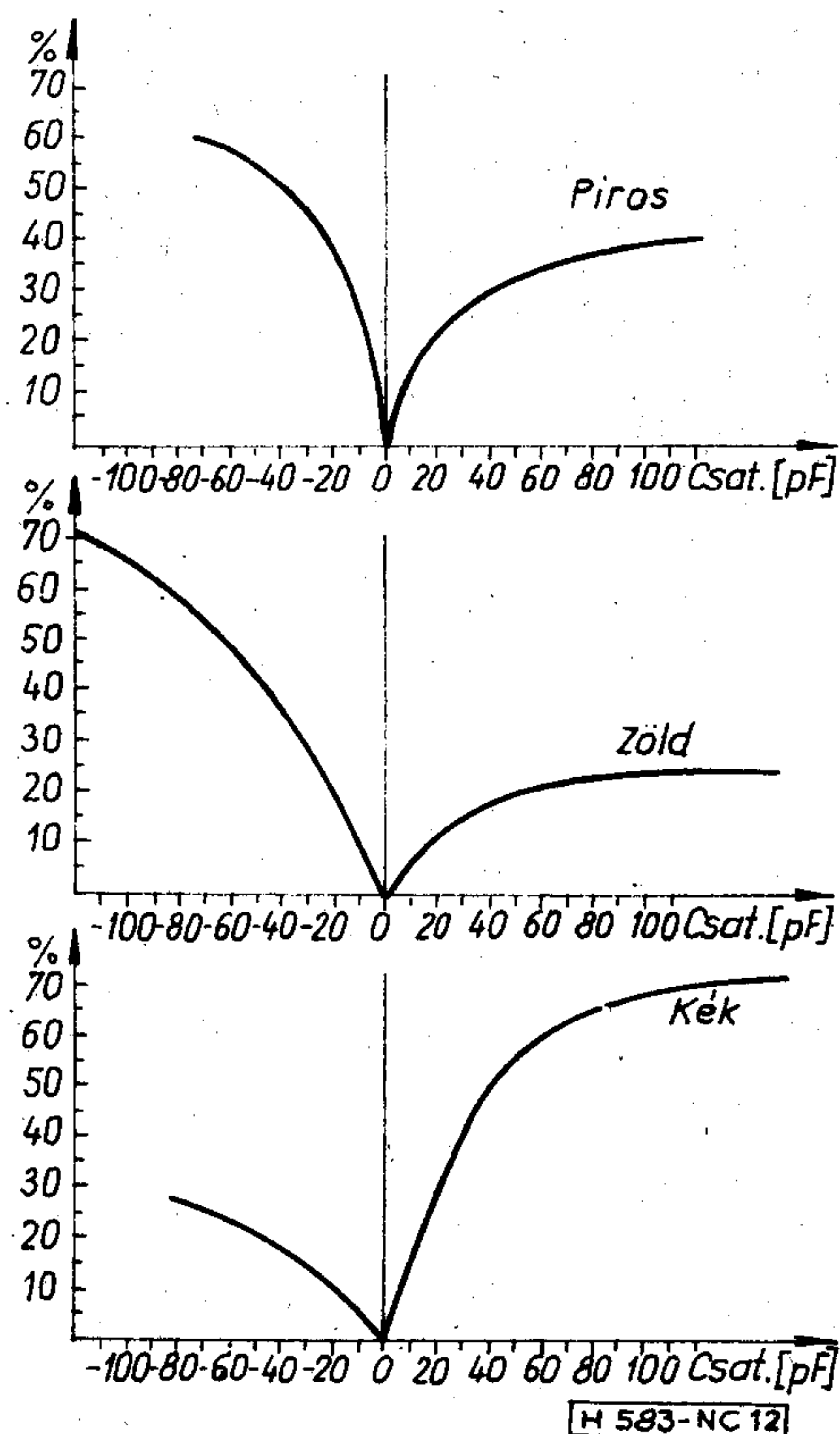
Koaxiális csövek végimpedanciája

A végimpedanciák mért értékei 75,35 ohm érték körül változnak. Az értékek jóval a tűrésmezőn belül találhatók, a mért min. érték 74,2 ohm, a max. pedig 76,1 ohm volt (17. és 18. ábra).

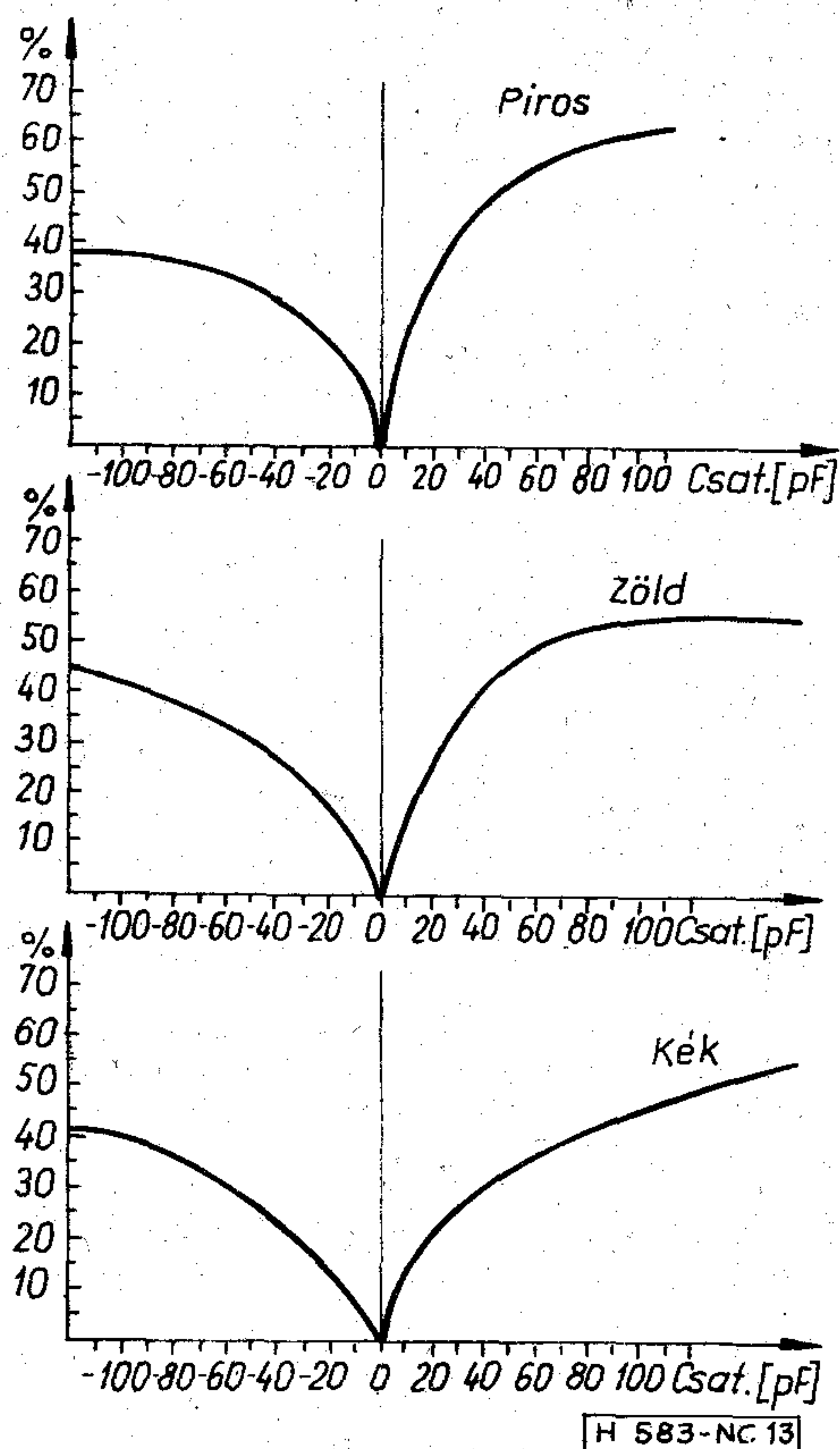
A végimpedanciák ismerete lényeges azért, mert a kábelek kötésekor ügyelni kell a minimális reflexió-



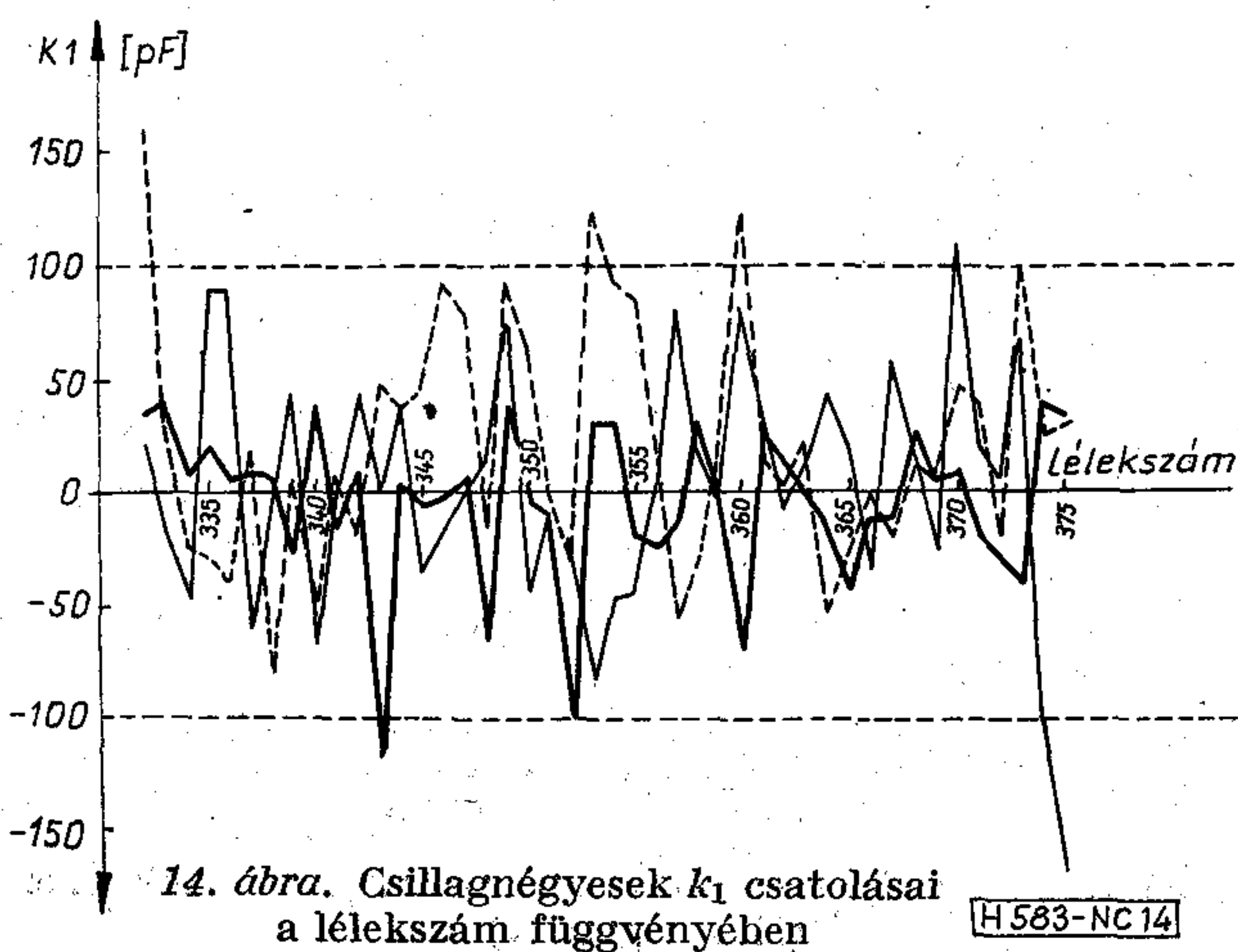
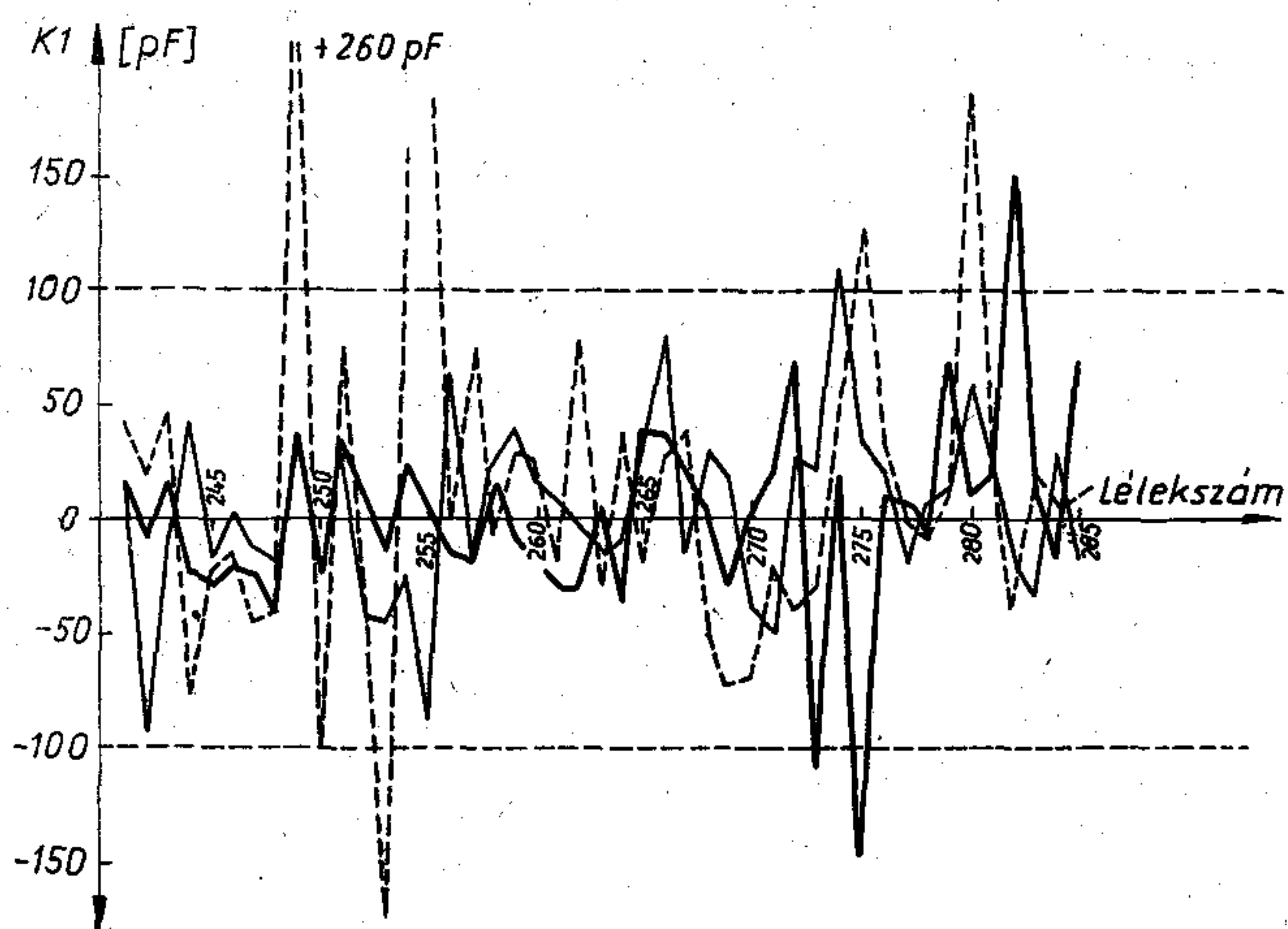
11. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai előjeles értékekben (II. negyedév)



12. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai előjeles értékekben (III. negyedév)

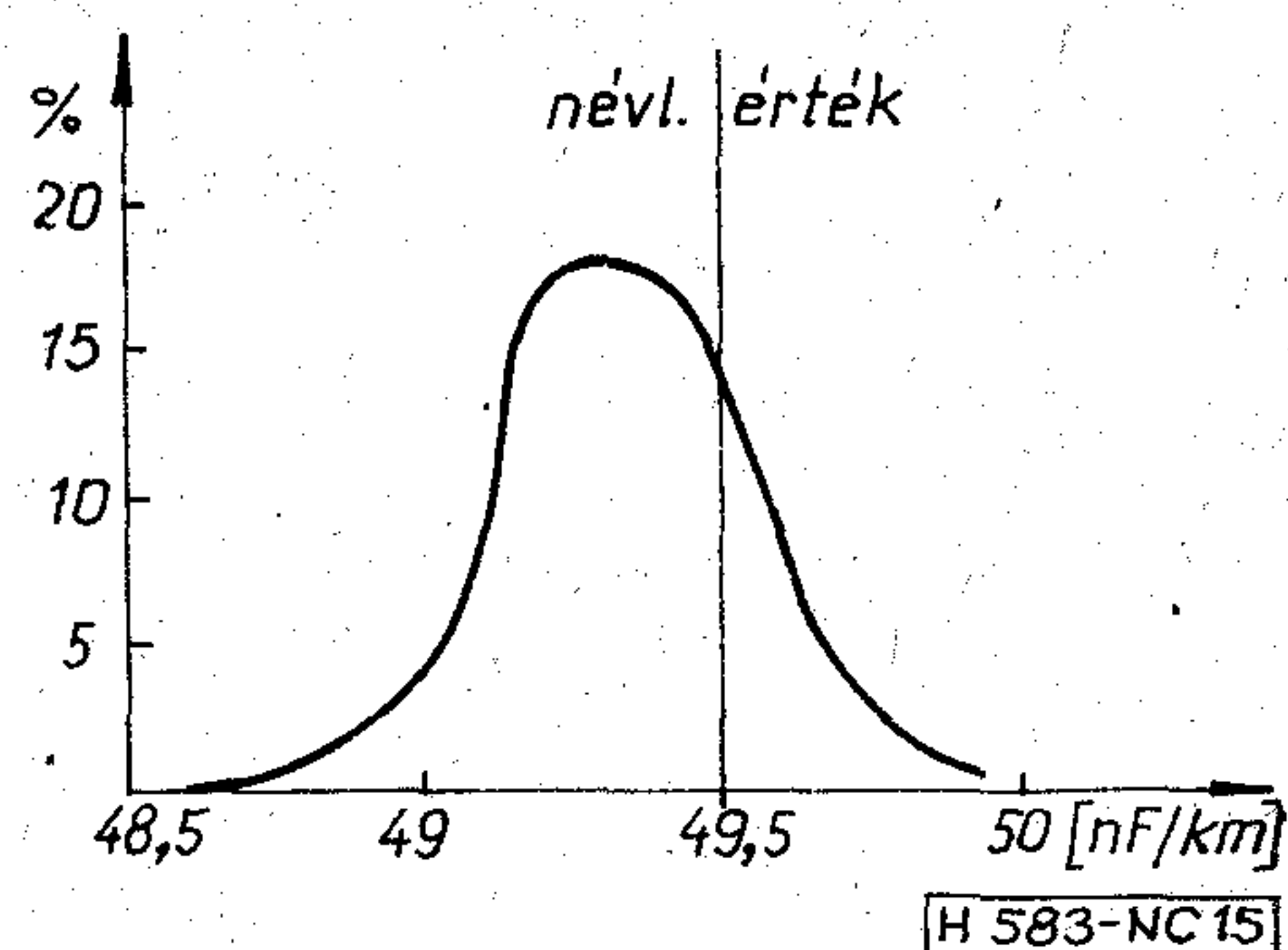


13. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai előjeles értékekben (IV. negyedév)

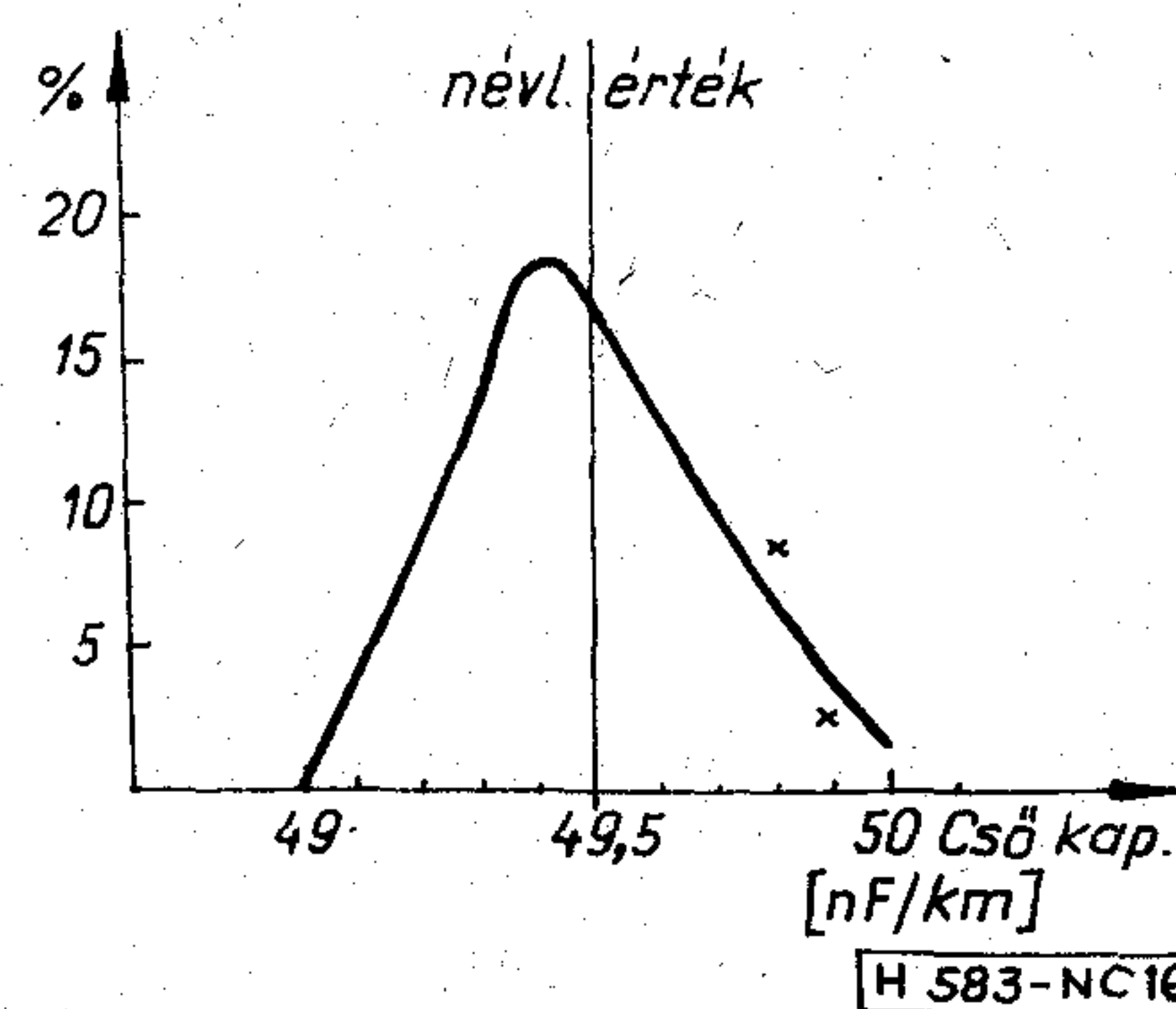


14. ábra. Csillagnégyesek k_1 csatolásai a lélekszám függvényében

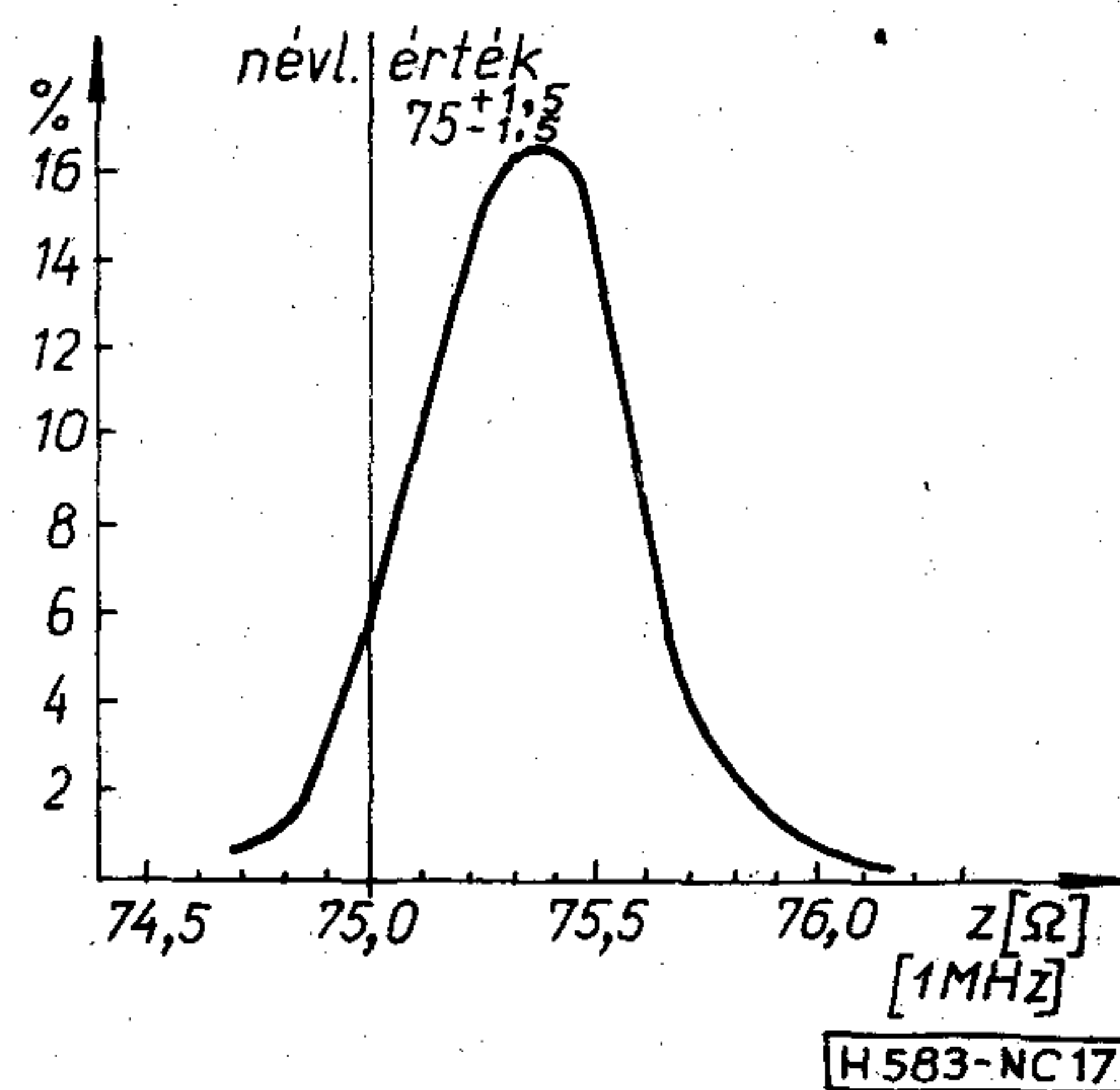
H 583-NC 14



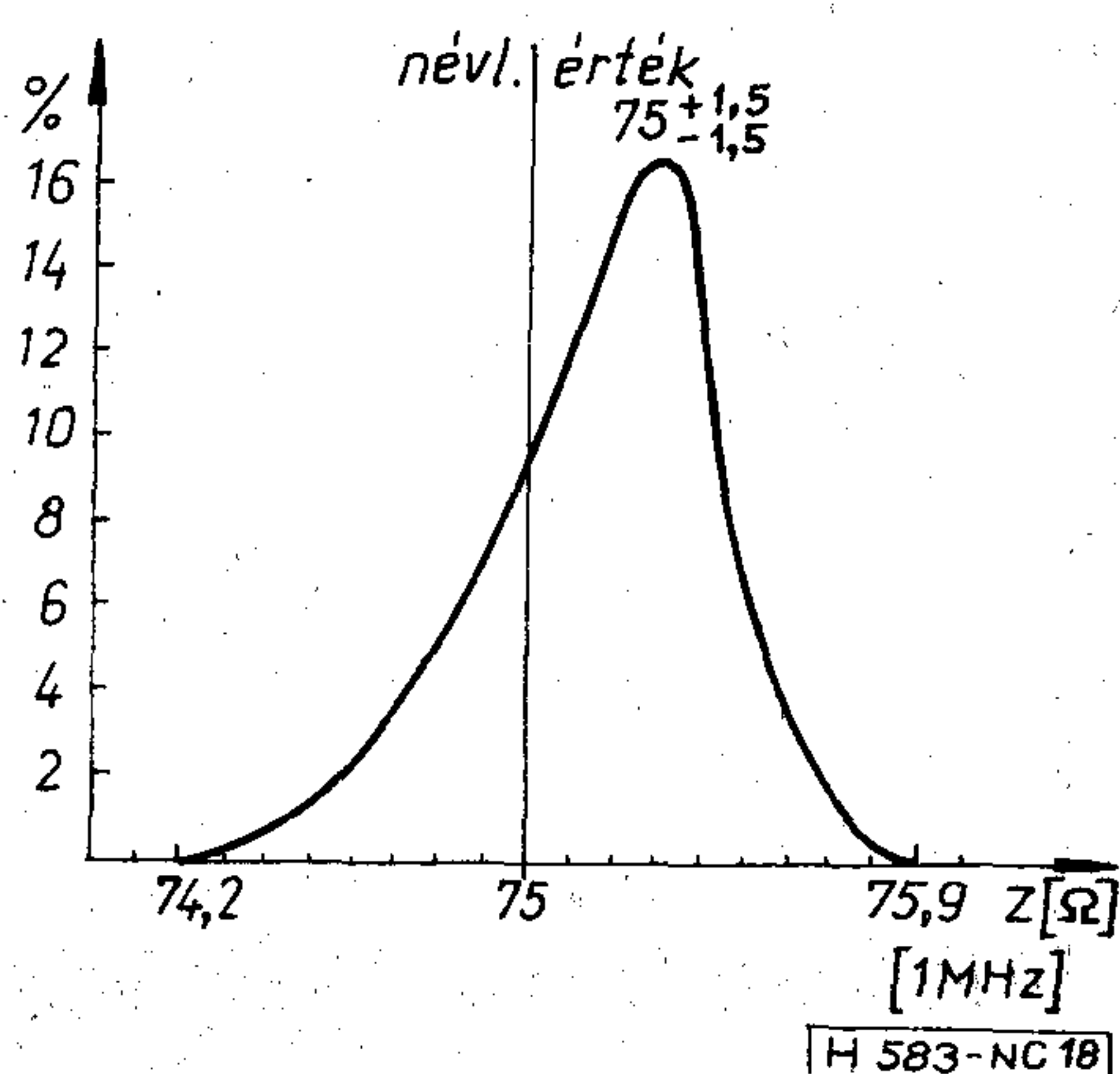
15. ábra. Koaxiális csövek üzemi kapacitásának eloszlása (II., III. negyedév)



16. ábra. Koaxiális csövek üzemi kapacitásának eloszlása (IV. negyedév)

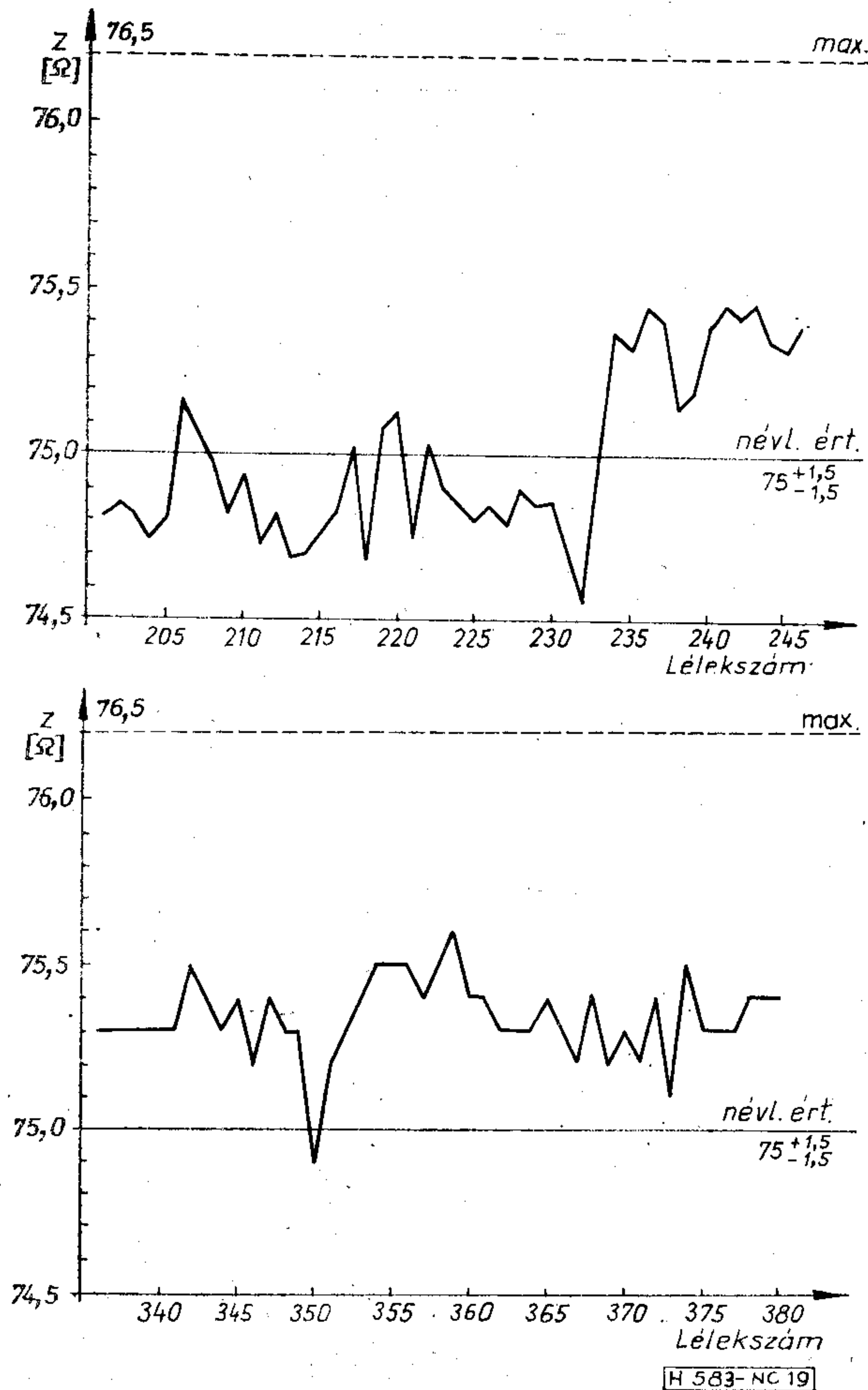


17. ábra. Koaxiális csövek végimpedanciáinak eloszlása (II., III. negyedév)



18. ábra. Koaxiális csövek végimpedanciáinak eloszlása (IV. negyedév)

H 583-NC 18



19. ábra. Koaxiális csövek végimpedanciái a lélekszám függvényében

ra. Jóllehet a végimpedanciák a tűrésmezőn belül találhatók, a szélsőértékek távolsága miatt bármelyik kábel nem köthető bármelyikkel. A lélekszám szerinti impedanciaváltozást figyelve megállapítható, hogy a gyártás beindulásakor többnyire a névleges alatt mozgott az értékek, a későbbiek folyamán viszont a névleges fölé tolódtak (19. ábra).

Koaxiális csövek kábelként maximális reflexiója

A mért névleges érték 0,3 ohm, a vizsgált 120 kábelből 46 db max. reflexiója volt 0,3 ohm. A min. érték 0,1 ohm, a max. pedig 0,6 ohm volt (20. ábra).

Külön felvettük a vizsgált csövek max. reflexiójának alakulását is (21. ábra).

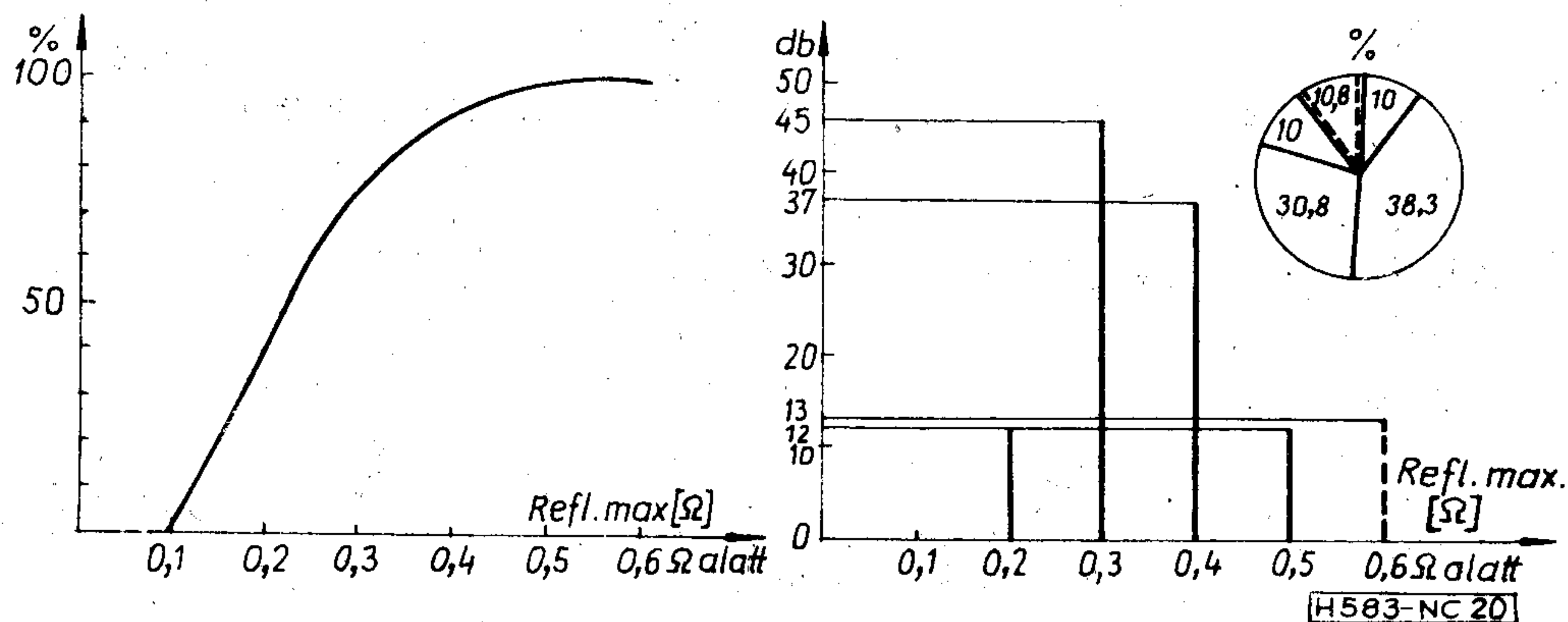
Gyártási hosszak alakulása

Ennek a figyelemmel kísérése azért volt szükséges, mivel a rendelés és a vonatkozó szabvány szigorúan megszabja a szállítható rövid hosszak számát.

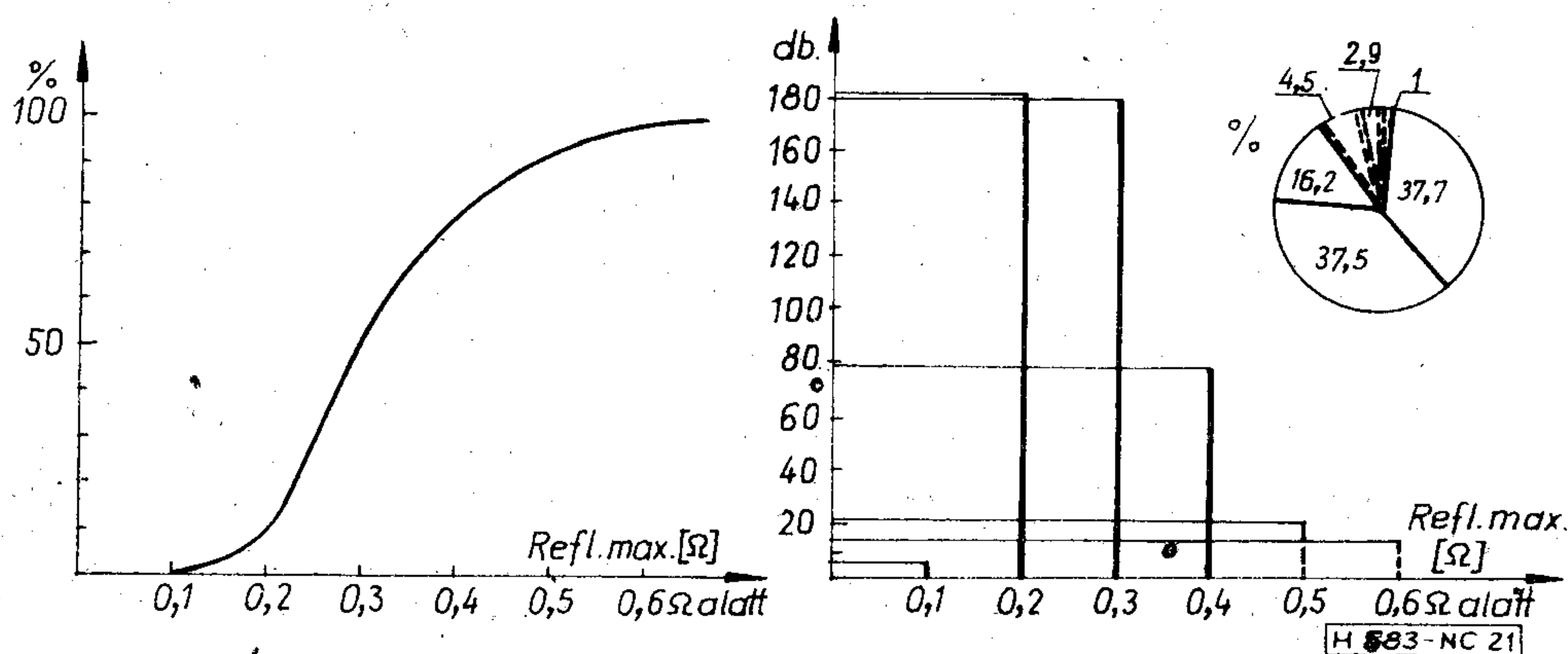
A teljes mennyiség 80%-a 500, ill. 1000 m-es hosszakban került szállításra, a fennmaradó 20% volt az ún. rövid hossz, ez lényegesen kevesebb a megengedett 30%-nál (22. ábra).

A gyártás hatása a villamosparaméterekre

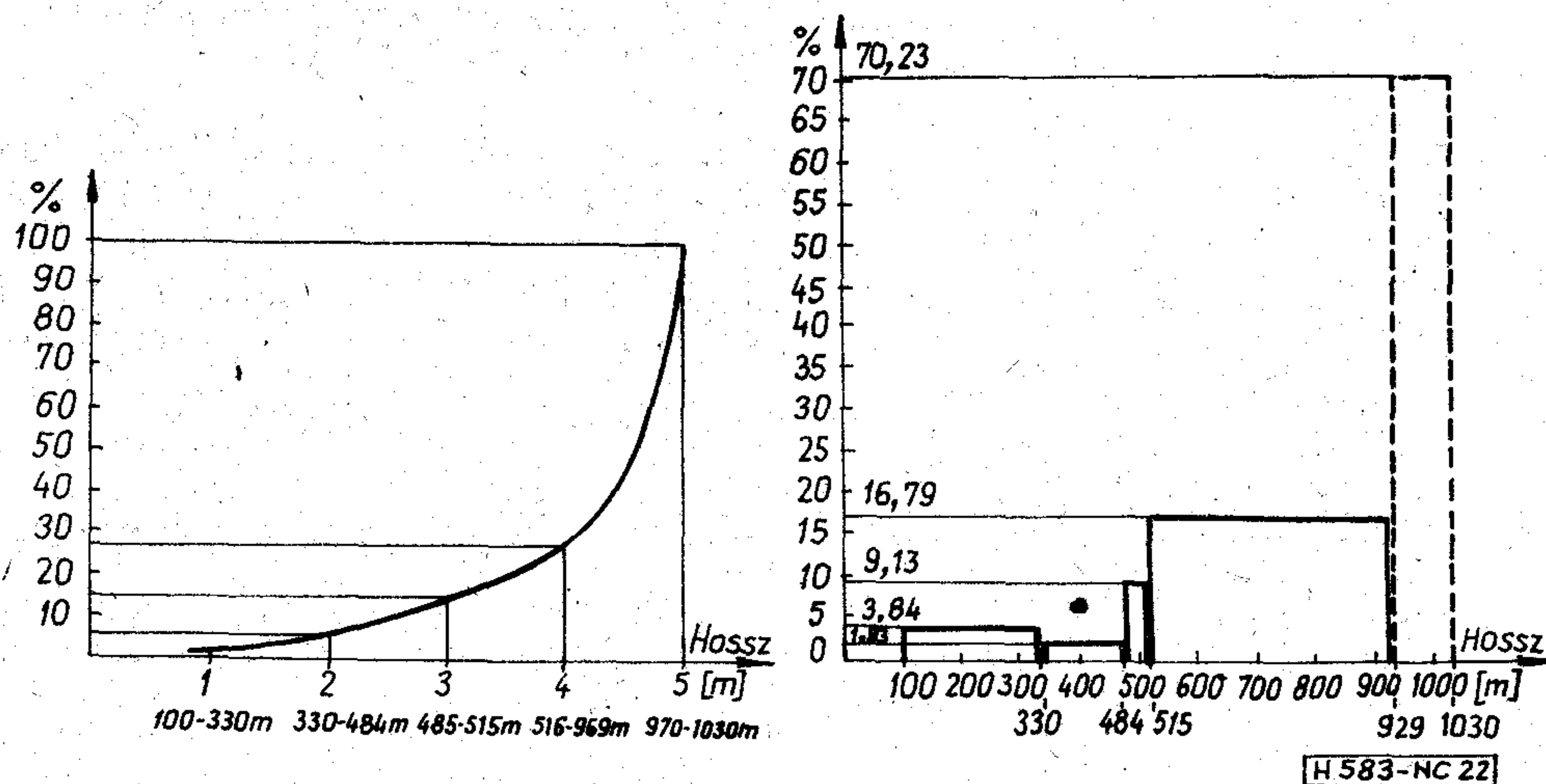
Egy kiemelt 10 km-es gyártási hosszon vizsgálatokat folytattunk arra vonatkozóan, hogy a gyártás



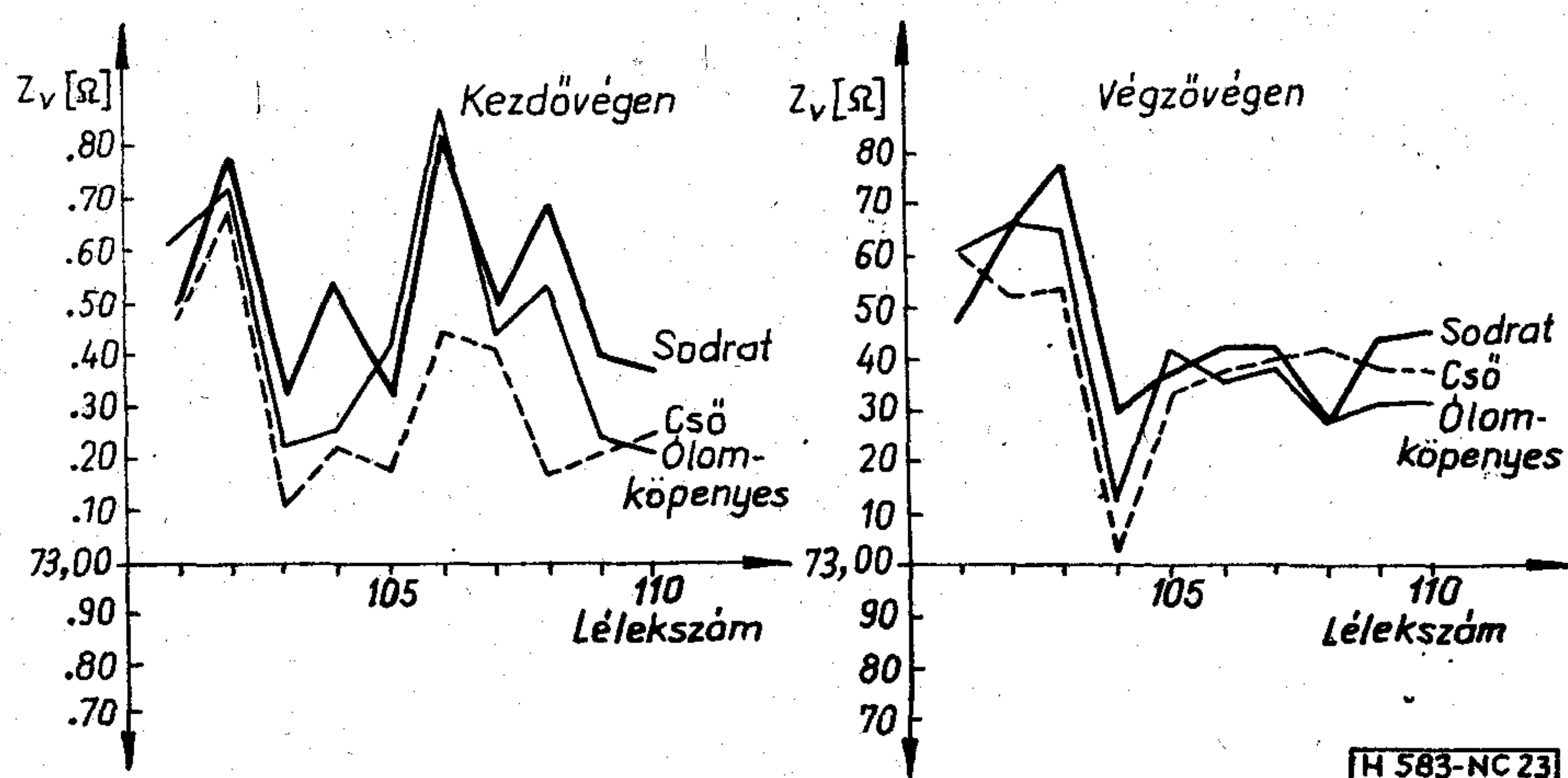
20. ábra. 120 db kábel max. reflexióinak eloszlása



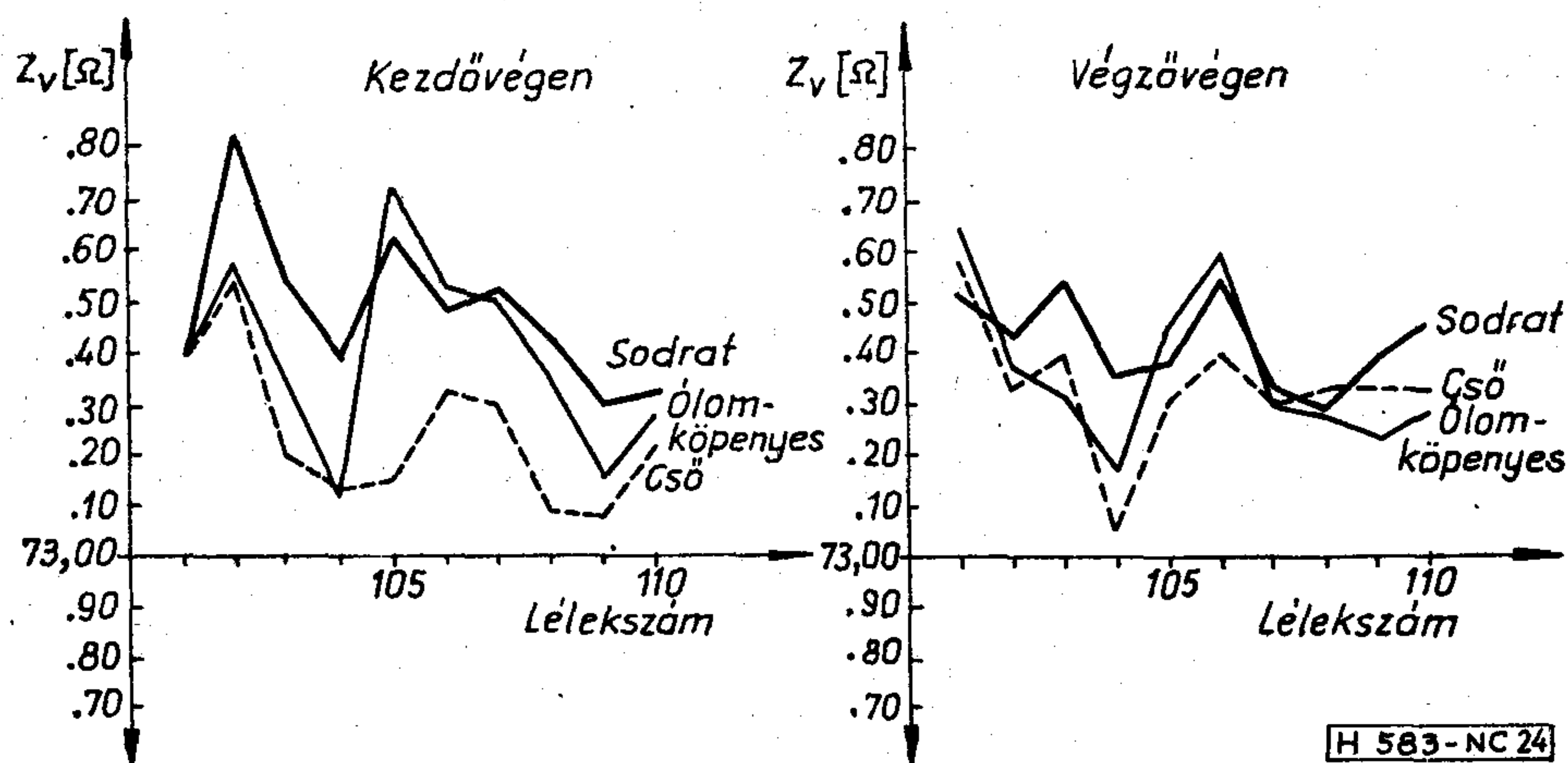
21. ábra. 480 db cső max. reflexióinak eloszlása



22. ábra. Kábelek hosszainak megoszlása



23. ábra. Az 1. cső végimpedanciái a gyártás különböző fázisaiban



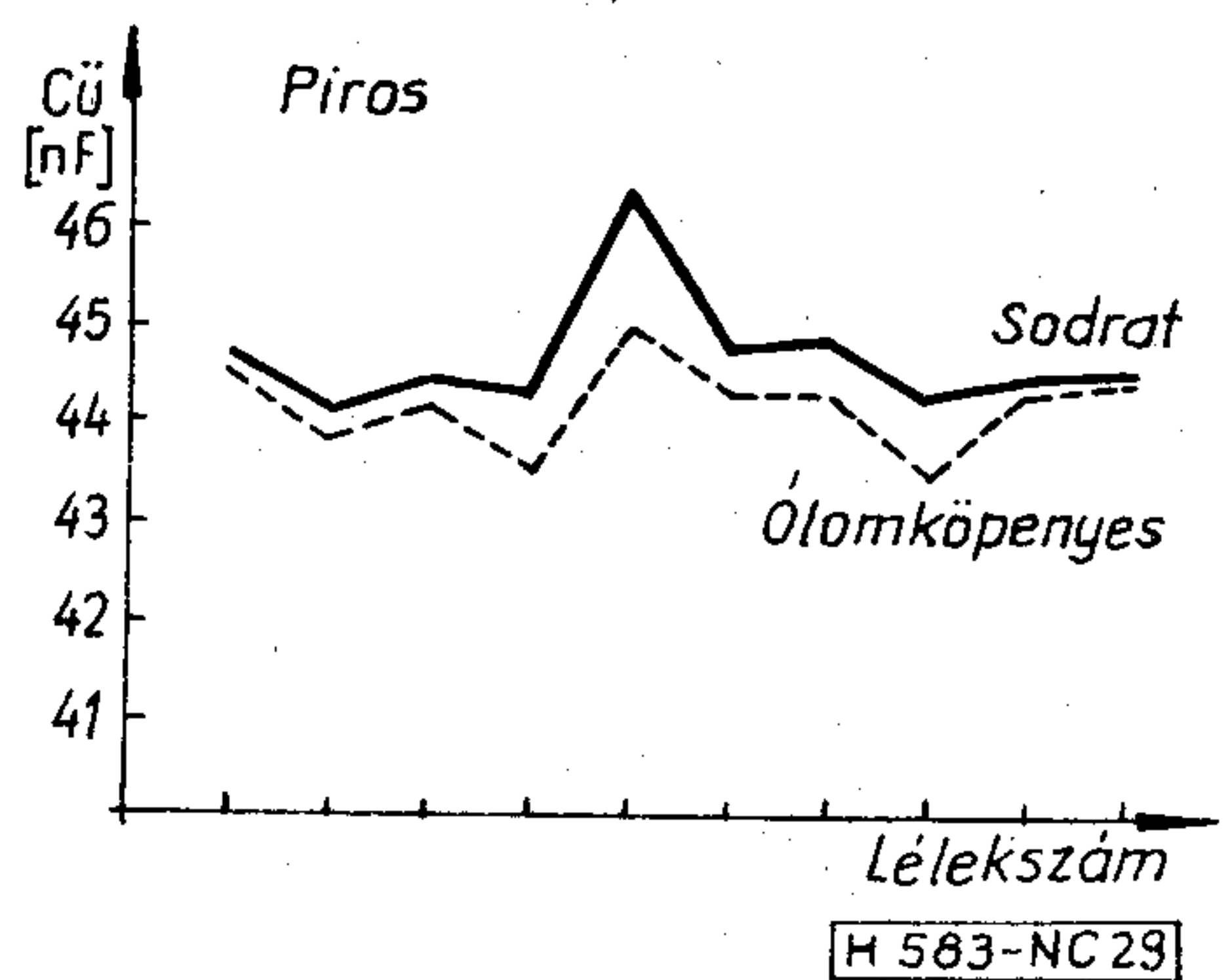
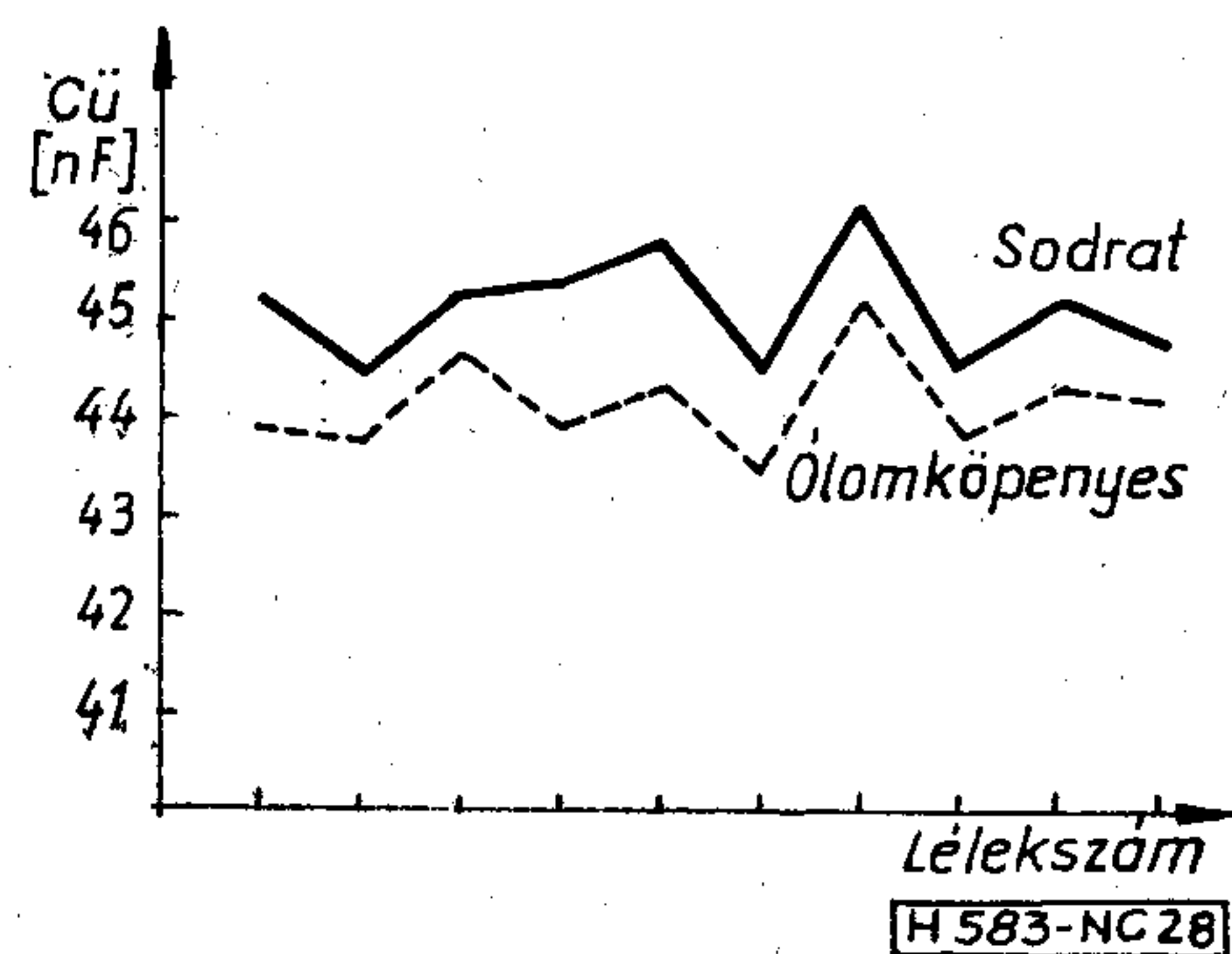
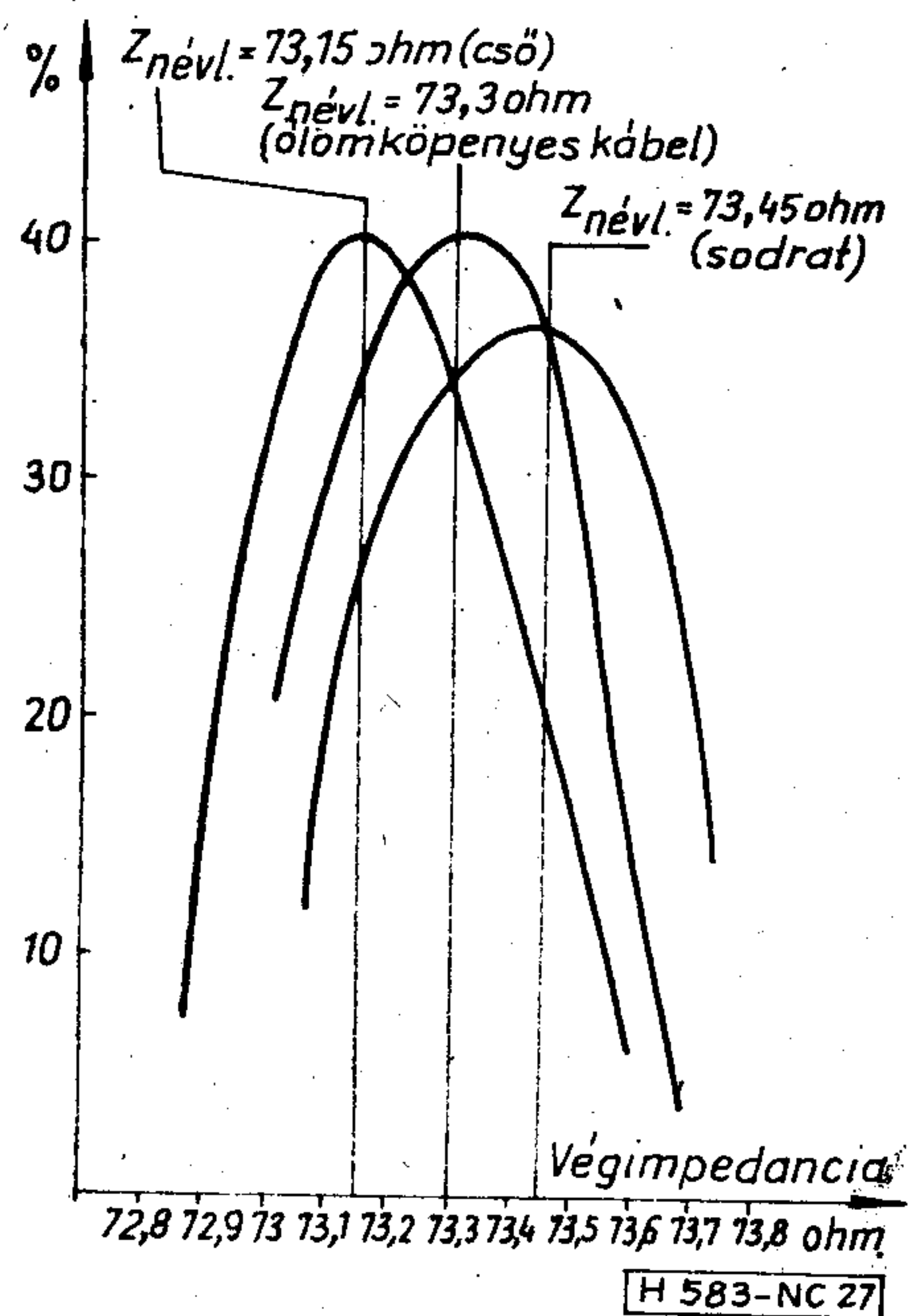
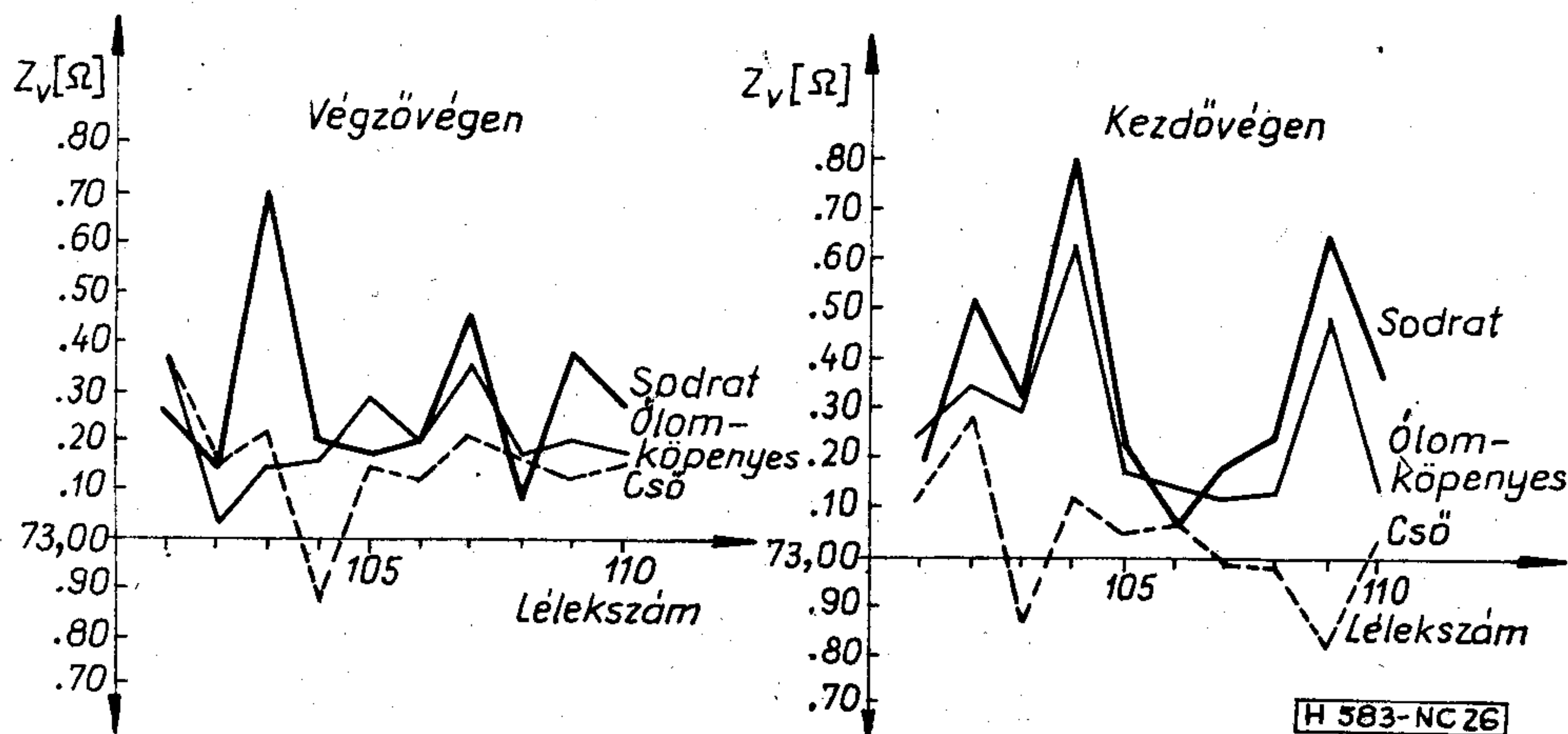
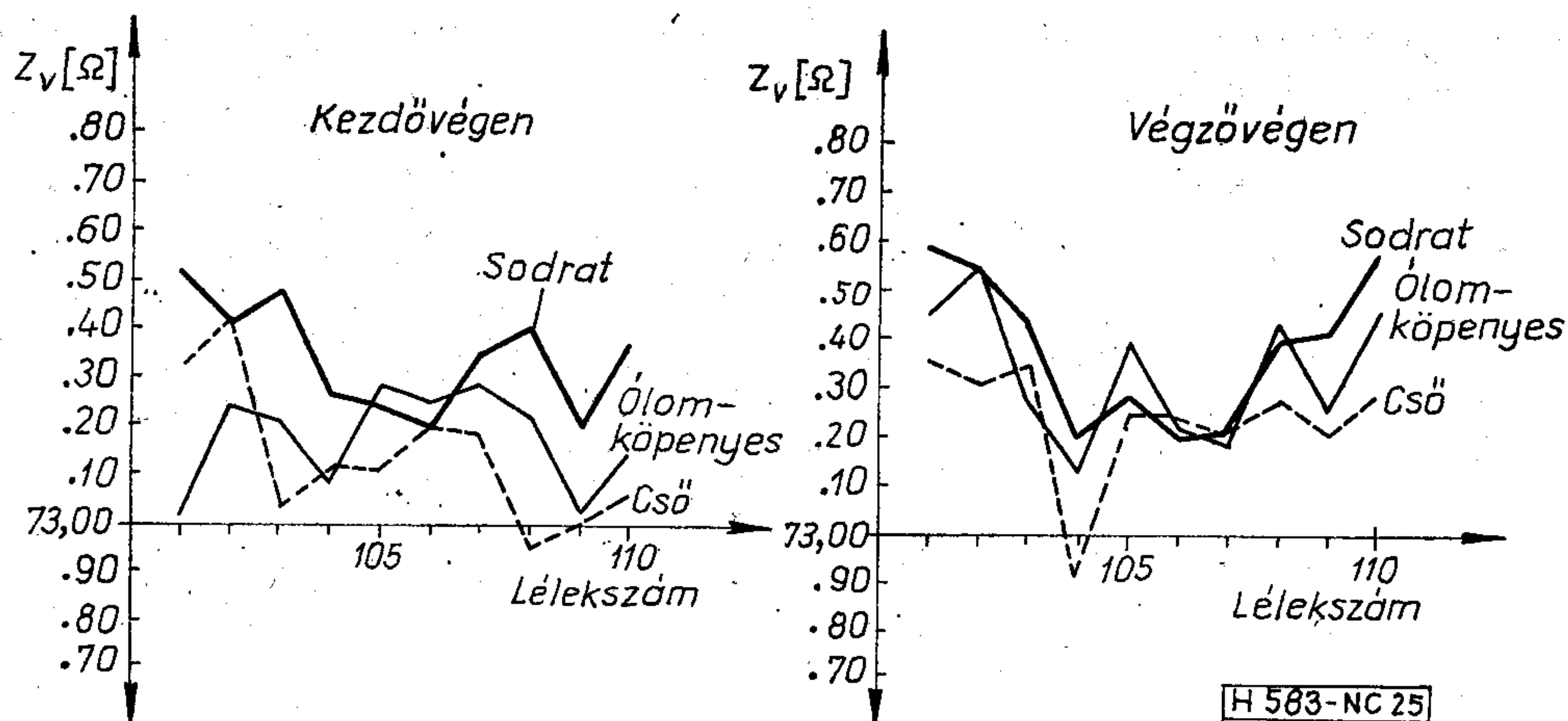
24. ábra. A 2. cső végimpedanciái a gyártás különböző fázisaiban

különböző szakaszaiban hogyan változnak a kábel főbb villamos paraméterei.

Külön végigkísértük a kezdő és végimpedanciák alakulását cső-, sodrat-, és ólomköpenyes állapotban (23., 24., 25., 26., és 27. ábra). Kimutatást készítettünk a kábelben levő érnégyesek és érpárok üzemi kapacitásának alakulásáról, sodrat- és ólomköpenyes állapotú kábelek esetén (28. és 29. ábra).

A levonható következtetések igen hasznosak lesznek a további gyártás folyamán, hiszen előzetes becslést adnak az indulási paraméterek megválasztására.

Általános értékelésként mondhatjuk, hogy a kezdő és végimpedanciák átlagértéke 10 km-es gyártási periódust vizsgálva sodráskor kb. 0,3 ohm-mal nőtt, az ólomköpeny rásajtólása után viszont ez a növekedés átlagosan csak 0,15 ohm.



A kapacitások viszont átlagosan 0,5 pF csökkenést mutatnak a sodrott és az ólomköpenyes állapotokat vizsgálva.

Összefoglalás

A műszaki paraméterek vizsgálata és értékelése csak a villamos tulajdonságok eloszlásgörbéjének felvételére terjedt ki, hiszen ezek az átviteli tulajdonságok főbb meghatározói. Nem foglalkoztunk e kábelek tartósságának vizsgálatával, és a várható meghibásodási valószínűség megállapításával sem.

A kábelek tartóssága egyrészt a villamos paraméterek állandóságát, másrészt az alkalmazott védelem hatásosságát jelenti.

A kész kábelt egy sorozat statikus és dinamikus terhelésnek kell alávetni. Az impedanciaváltozásokat, az esetleges reflexiókat az időfüggvénybe regisztráló reflektométerrel kell meghatározni.

Hasonlóan folyamatos mérést kell végezni a kábel fektetése előtt, közben és után. E mérések laboratóriumi meghatározására módszert dolgozunk ki, hogy a várható igénybevételek rekonstruálásával a kábel megbízhatóságára, esetleges meghibásodási valószínűségére mérőszámot alkothassunk.

Az elkészült teljes mennyiség átviteli jellemzőit

vizsgálva megállapíthatjuk (figyelembe véve a minimális selejtet is), hogy egyes jellemzőiben igen jó tulajdonságokkal rendelkező kábeleket készítettünk. Az érpárok, érnégyesek paraméterei, a koaxiális csövek impedanciái, üzemi kapacitása mind cső-, mind pedig készkábelállapotban megfelel a nemzetközi előírásoknak. A csövek maximális reflexiója az egyes gyártási műveletek elvégzése után bizonyos fokú emelkedést mutat, átlagértéke a gyártás minőségének javításával csökkenthető.

A csövekre vonatkozó fontosabb jellemzők előírásait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Mindent összevetve a fejlődésre még van lehetőség, mind a gyártás, mind az értékelés területén.

I R O D A L O M

- [1] *Béres György*: Magyarországi koaxiális kábelgyártás. Kábelipari Közlemények MKM. 1971. p5.
- [2] *Béres György*: A koaxiális kábelgyártás fejlődése, távlatai a MKM-nél. Kábelipari Közlemények MKM. 1973. p18.
- [3] *Halász László*: A nyugati fő irány kiskoaxiális kábelének mérése. Műszaki Közlemények MKM. 1970. 3/4
- [4] *Détáry György*: Koaxiális kábelek. Műszaki Közlemények MKM. 1963/2
- [5] MKM. Gyártmányismertető; 86.5.1. lap.
- [6] *Kuti Edit*: Sorolási modellek. Kábelipari Közlemények MKM. 1968. p11.

Hírközlő kábelek vizsgálata

ETO 621.315.21.621.317.34:621.395.73

Bevezetés

A hírközlő kábelek gyártásakor, mint általában a kábelgyártás minden területén, nagyértékű anyagokat dolgozunk fel. Az anyagféleségek között jelentős az importanyagok mennyisége, például réz, ólom, kábelpapír, különféle műanyagok. A gyártás folyamán igen nagy jelentőséget tulajdonítunk a fokozott ellenőrzésnek. Csak magas szintű gyártásközi ellenőrzéssel biztosíthatjuk, hogy a gyártás közben előforduló meghibásodásokat időben észleljük, megelőzzük, a selejt keletkezését elkerüljük.

Felhasználóink jogosan egyre szigorúbb minőségi követelményeket támasztanak termékeinkkel szemben, kábeleink tulajdonságairól egyre többet kívánnak tudni.

Új típusú kábelek gyártásánál új mérési módszereket kell bevezetni. Ezzel egyidőben gondoskodnunk kell a hagyományos mérési módszerek továbbfejlesztéséről is.

Ezek a szempontok igen nagy feladatot rónak minőségellenőrző szerveinkre.

A következőkben a hírközlő kábelek méréseiről adunk rövid összefoglalást.

Ellenállásmérés

A törzsáramkörök erei egyenáramú ellenállásának mérésére Wheatstone-hidat használunk. Egyébként ez a mérés szolgál az erek folytonosságának ellenőrzésére is. A mérési kapcsolás az 1. ábrán látható.

R_x a mérendő törzsáramkör ereinek ellenállása;

R_m a mérővezeték ellenállása.

A hídgyensúly feltétele:

$$R_1 R_3 = R_2 (R_x + 2R_m)$$

$$R_x + 2R_m = R_3 \frac{R_1}{R_2}$$

Mint látható, a műszer által mért érték magában foglalja a mérővezeték ellenállását is. Ezt a mérési eredményből le kell vonni. A híd kiegyenlítetttségét galvanométer jelzi. A mérési módszer hátránya, hogy a mért eredményt utólag korrigálni kell, vagy egy külön kiegyenlítő ellenállás-hálózatot kell beépíteni a mérővezeték kiegyenlítésére.

Pontosabb mérési eredményt kapunk a HIKI digitális multiméter és áramgenerátor összeállítással.

Az ismeretlen R_x ellenállású éren meghatározott erősségű áramot hajt át egy áramgenerátor. Az éren eső feszültség és az átfolyó áram ismeretében R_x meghatározható. A mérővezeték ellenállását tehát a mérési eredmény már nem foglalja magában.

A mérési eredményt 1 km hosszúságra és 20 °C-ra az alábbi képlettel lehet átszámolni.

$$R_{20} = R_t [1 + \alpha(20 - t)] \cdot \frac{1000}{l}$$

ahol R_t a t hőmérsékleten mért ellenállás;

α a hőmérsékleti együttható;

t a hőmérséklet.

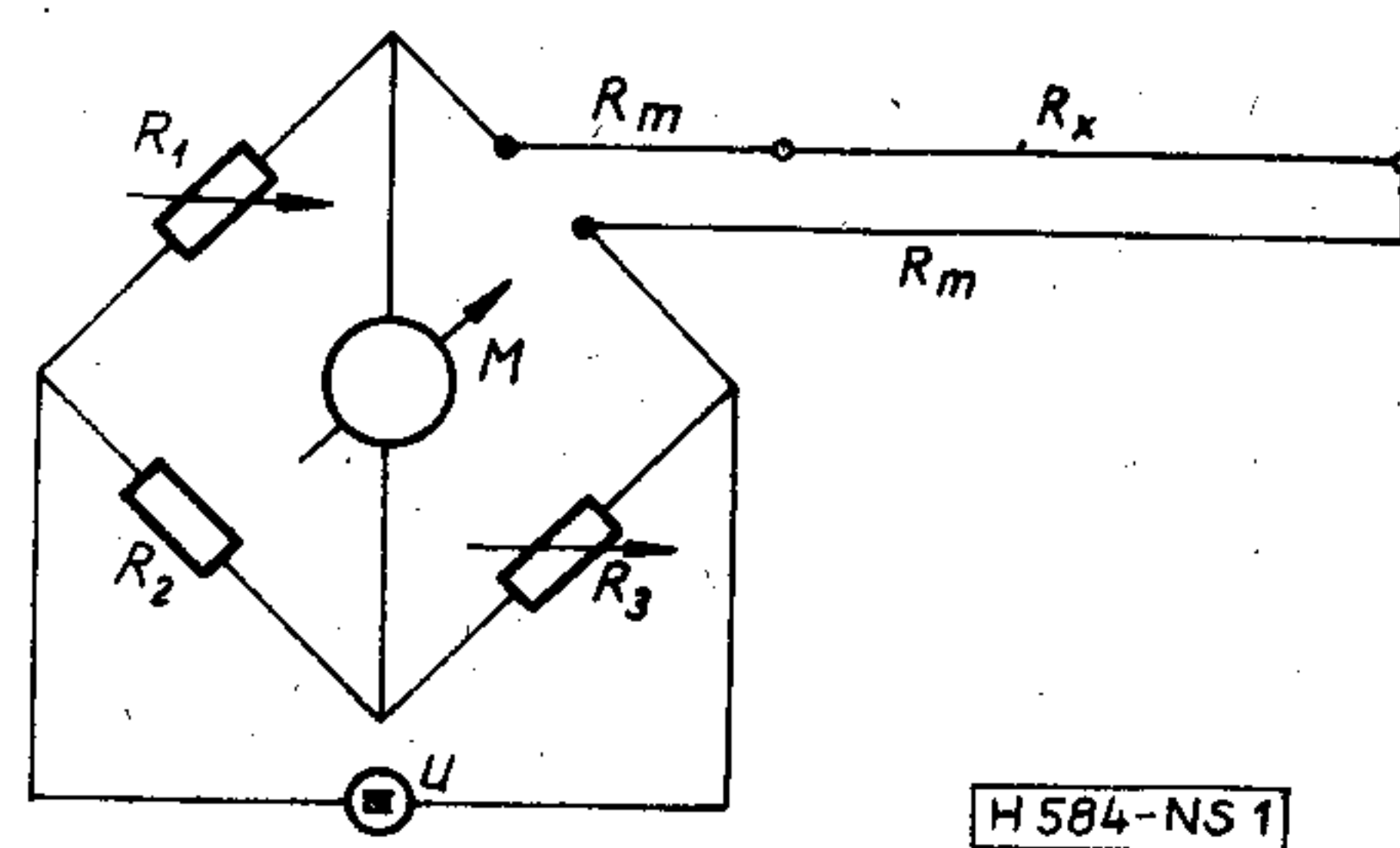
Szükség van az ellenállásdifferencia meghatározására. Ellenállásdifferencián valamely törzsáramkör egy-egy ereinek ellenállása és a hurokellenállás aránya értendő.

$$\Delta R = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R_h} [\%]$$

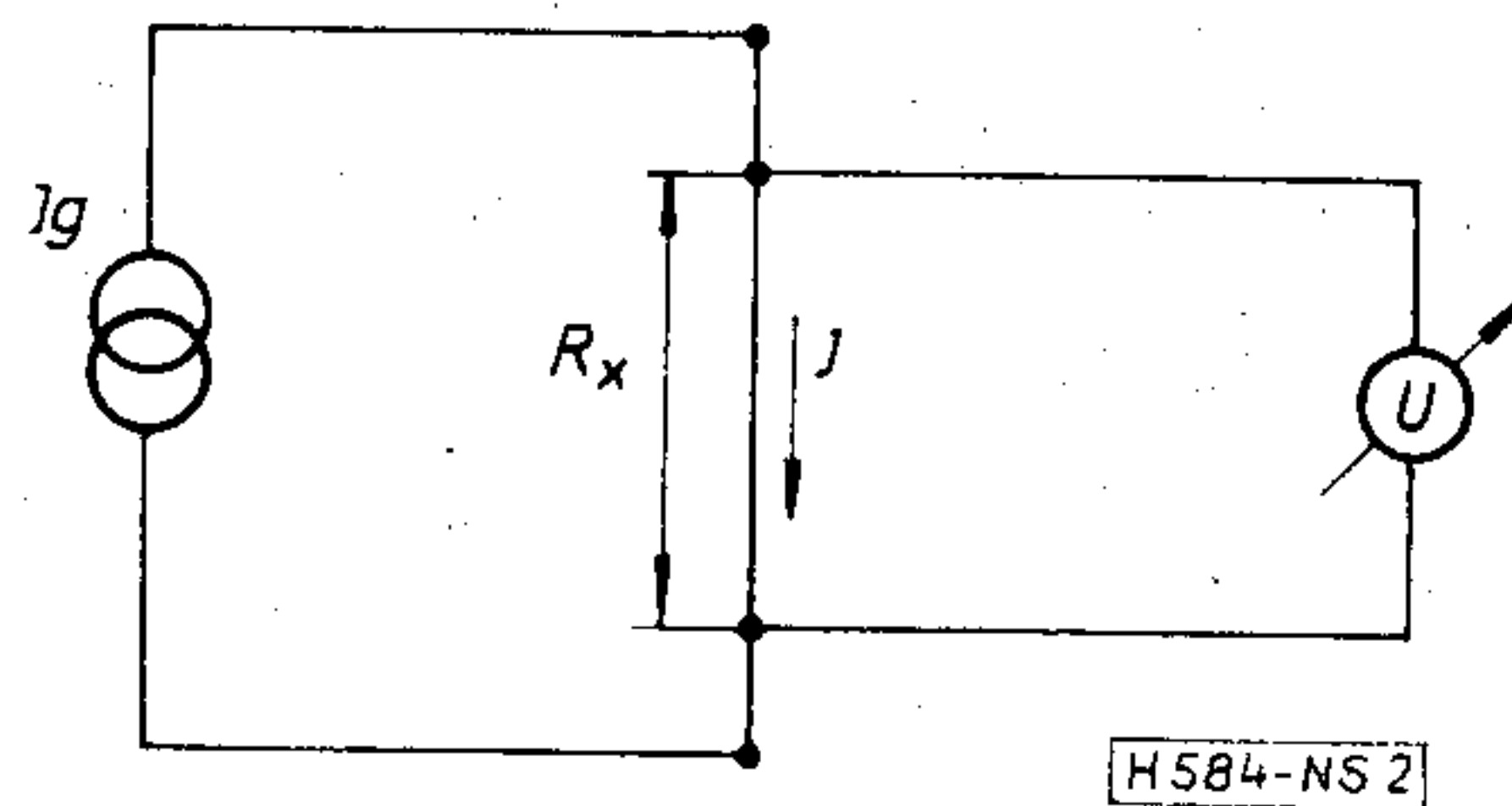
Ezt az értéket számíthatjuk az érelenállások értékéből, vagy a 3. ábra szerinti elrendezésben mérhetjük.

R_a és R_b a törzsáramkör két ere;

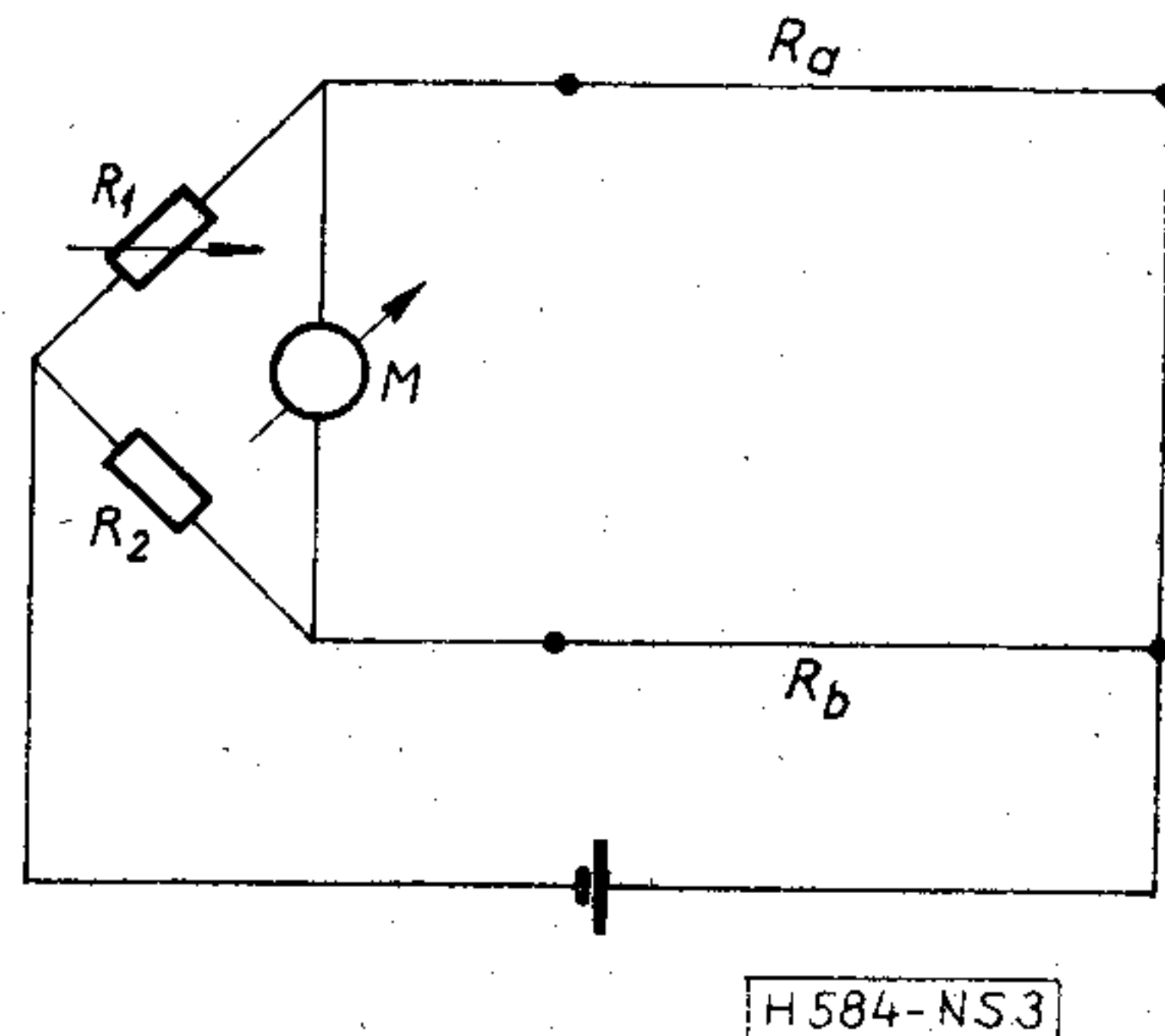
R_1 és R_2 megfelelő megválasztásával az M műszerrel közvetlenül %-ban olvasható le ΔR értéke.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Üzemi kapacitás

Az üzemi kapacitás a 4. ábrán látható részkapacitásokból tevődik össze.

Az 1. és 2. ér a törzsáramkör két ere.

Az üzemi kapacitás értéke:

$$C_{\bar{u}} = C_{12} + \frac{C_{10}C_{20}}{C_{10} + C_{20}}.$$

Mérése az alábbi kapcsolással lehetséges.

$C_{\bar{u}}$ a fent meghatározott üzemi kapacitás, $G_{\bar{u}}$ az üzemi levezetés. A kapcsolás három fő egységből áll:

- 800 Hz-es G generátor,
- A erősítő és M indikátor,
- mérőhíd.

A mérőhíd a 800 Hz-es G generátor által táplált TR_2 differenciáltranszformátorból áll. Ha a $Z_{\bar{u}} = Z_N$ feltétel teljesül a transzformátor jobb és baloldali mérőhurokjának áramai kioltják egymást, így a transzformátor középkivezetése között nem jelenik meg feszültség, amit a TR_1 transzformátor kimenetére kapcsolt nullindikátorral jelezhetünk.

A hídegyensúly tehát

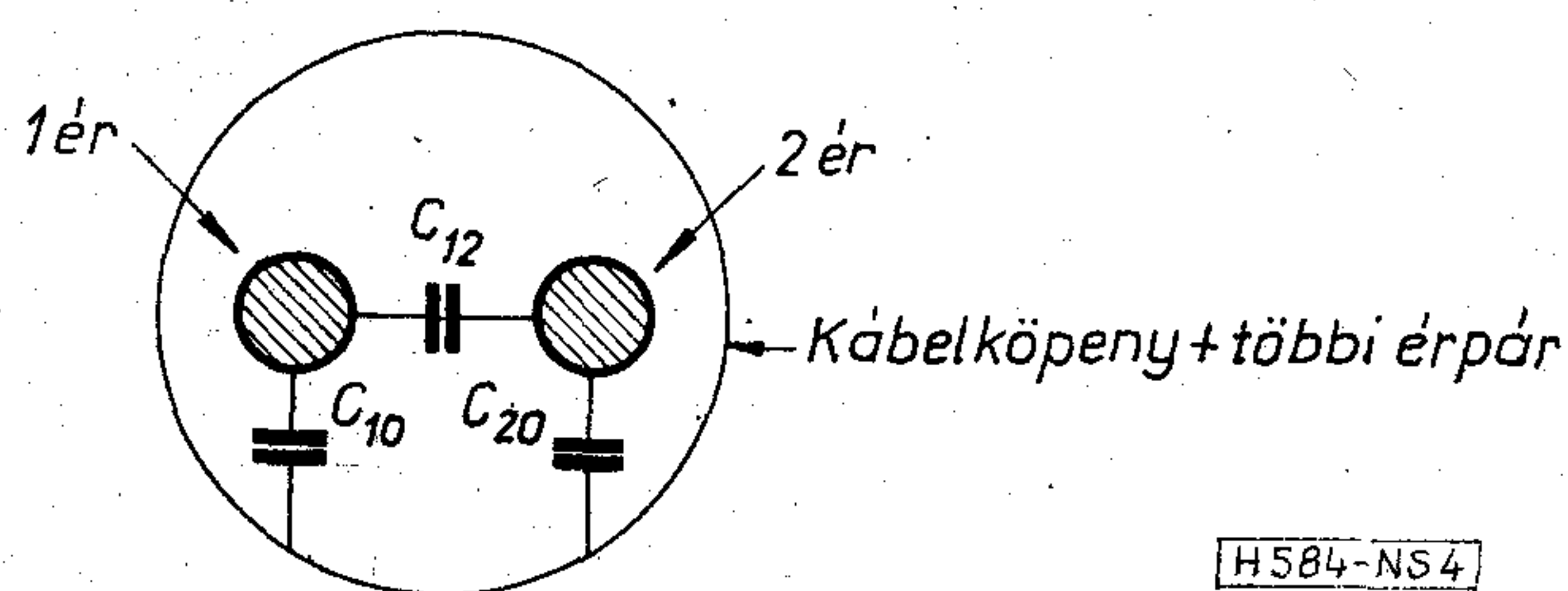
$$R_N + \frac{1}{j\omega C_N} = Z \operatorname{cth} \gamma$$

ahol a jobboldali tag a kábel üresjárás bemeneti impedanciája. Az egyenletet megoldva kapjuk:

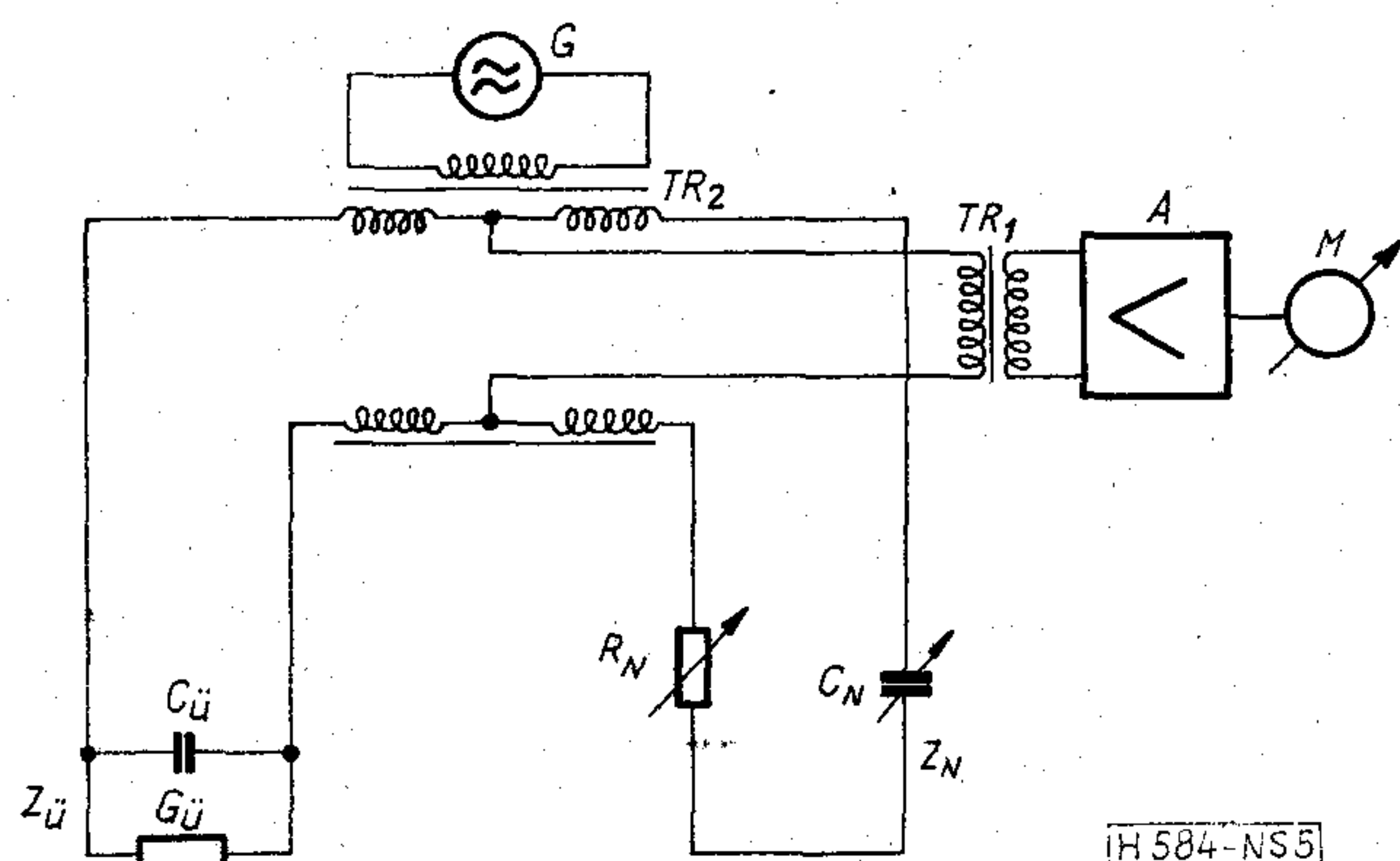
$$C_{\bar{u}} = C_N$$

$$G_{\bar{u}} = \left(R_N - \frac{R_{\bar{u}}}{3} \right) \omega^2 C_N^2.$$

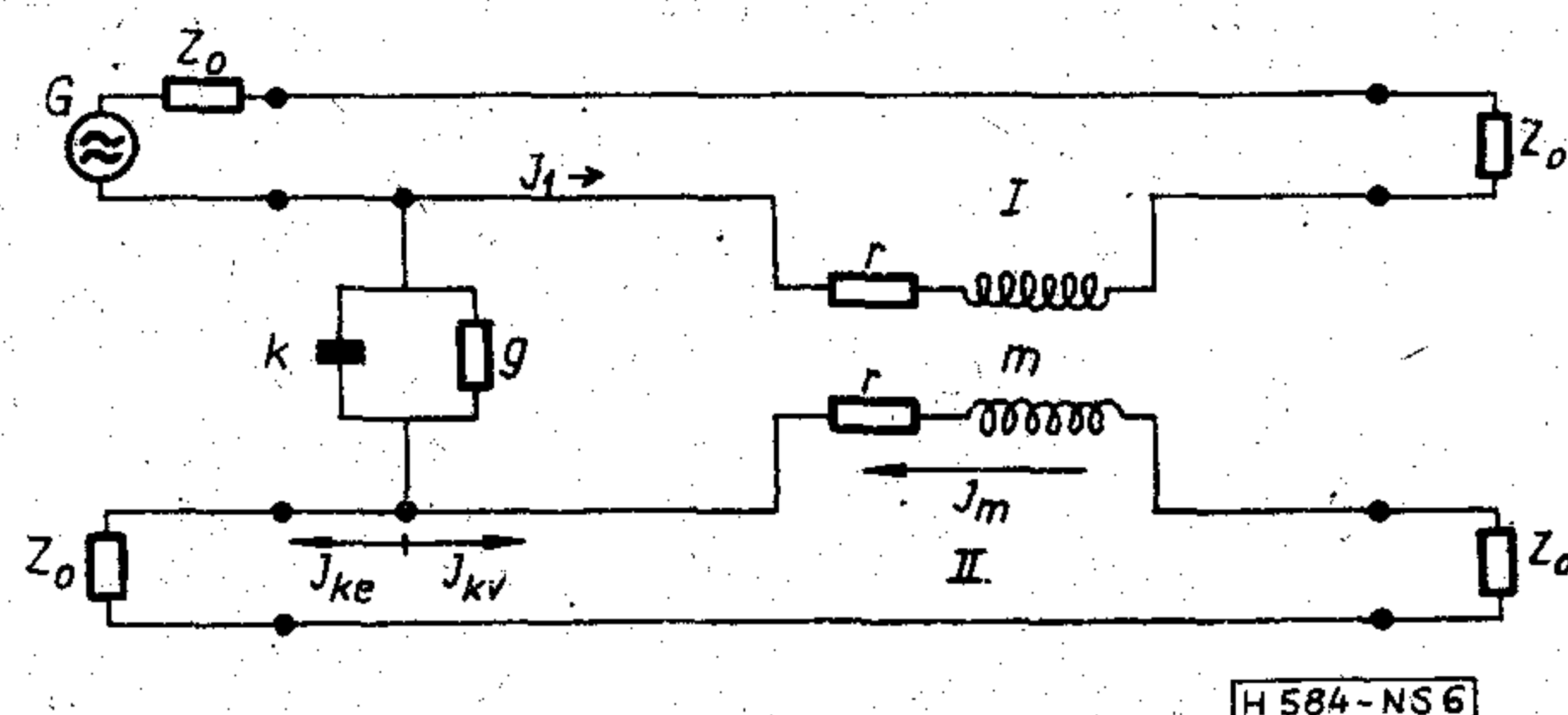
Az üzemi kapacitás közvetlenül olvasható le a kapacitásdekádról.



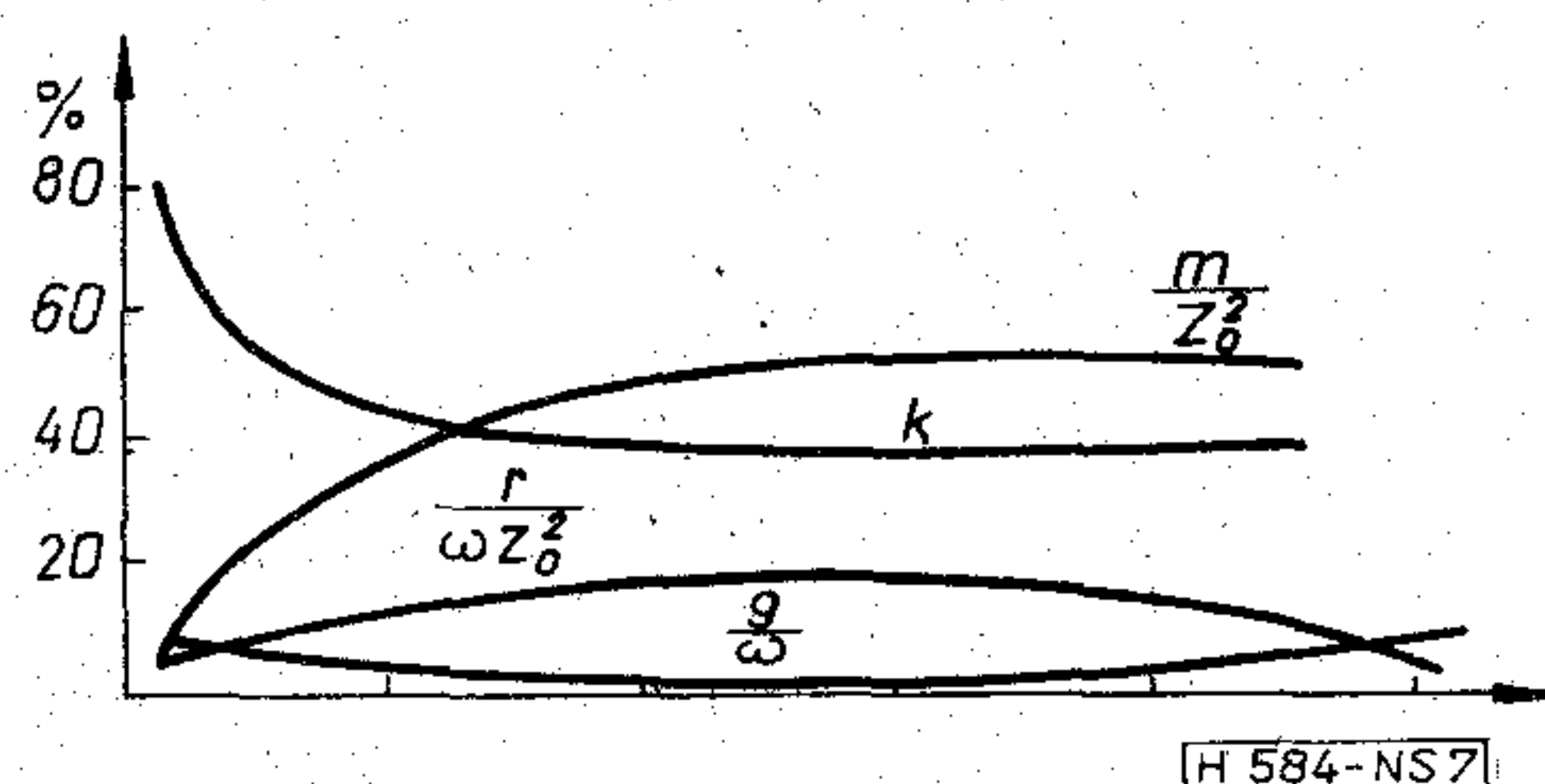
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Az üzemi levezetésénél szereplő $R_{\bar{u}}$ az áramkör veszteségi ellenállása, amely 800 Hz-en jó közelítéssel megegyezik az egyenáramú hurokellenállással.

Az áramkör veszteségi tényezőjét jellemző G/C viszony a fentiek figyelembevételével a következő:

$$\frac{G_{\bar{u}}}{C_{\bar{u}}} = \left(R_N - \frac{R_h}{3} \right) \omega^2 C_{\bar{u}}.$$

Csatolások

Az áramkörök közötti áthallást az okozza, hogy a vonalra adott energia nemcsak az adótól a vevő felé terjed, hanem az áramkörök közötti csatolásokon keresztül egyik áramkörből a másikba is. A csatolások lehetnek mágneses és kapacitív csatolások, melyek komplex mennyiségek. E csatolások a következőképpen ábrázolhatók (6. ábra).

A két áramkör közötti eredő csatolás

$$K = \left(\frac{g}{\omega} + jk \right) \pm \frac{\left(\frac{r}{\omega} + jm \right)}{Z_0^2},$$

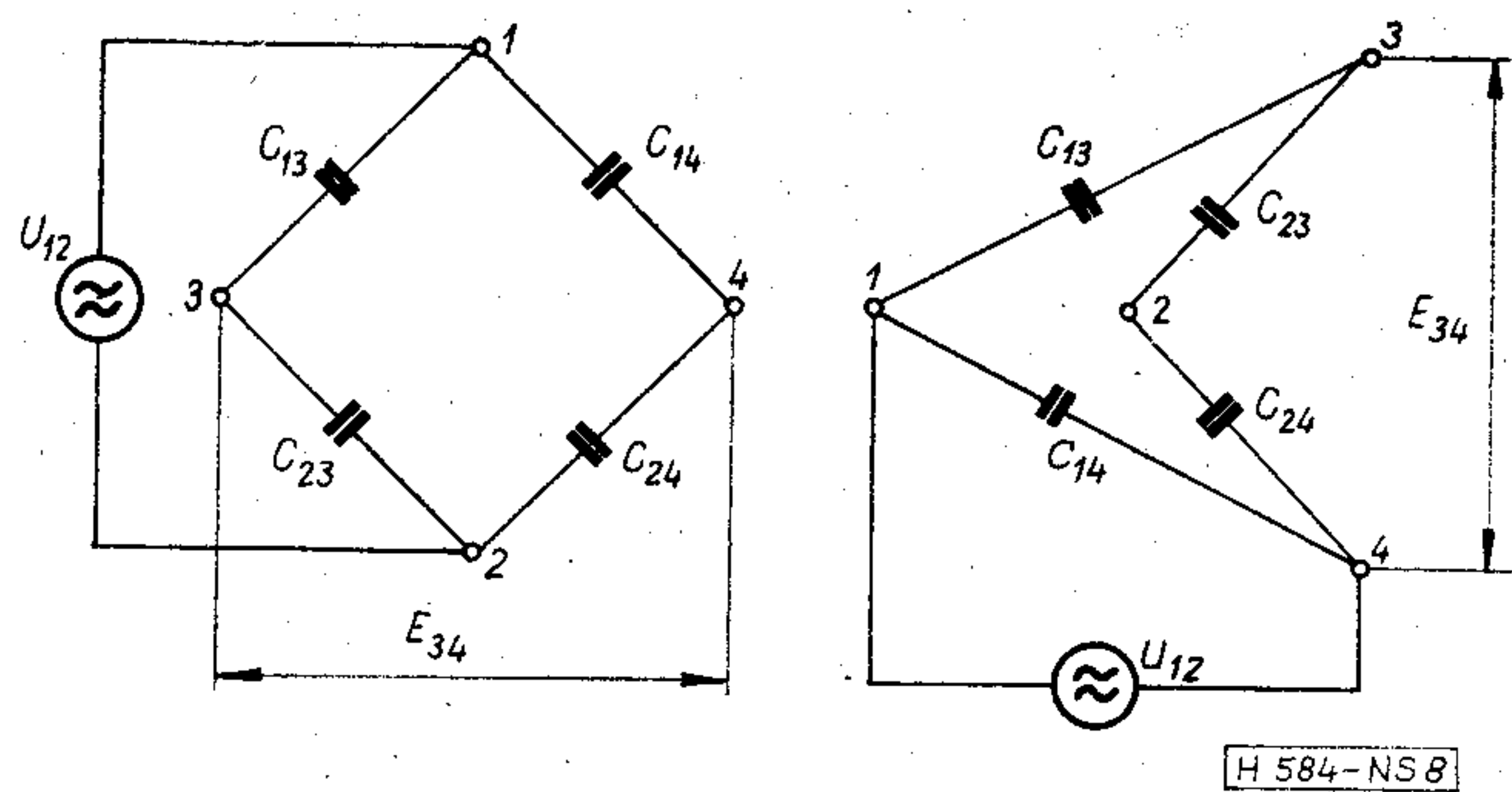
ahol K az eredő csatolás;

- k a kapacitív csatolás képzetes összetevője;
- g a kapacitív csatolás valós összetevője;
- m a mágneses csatolás képzetes összetevője;
- r a mágneses csatolás valós összetevője.

A képletben szereplő $+$ jel a közeli, $-$ jel pedig a távoli eredő csatolásokra vonatkozik. A zavaró áramok a II. áramkör elején összegeződnek, a végén pedig kivonódnak. Az egyes csatolásfajták százalékos megoszlása a 7. ábrán látható.

Kapacitív csatolás

Az MKM által gyártott hírközlő kábelek egy-két kivételtől eltekintve négyes felépítésűek. A 8. ábra egy csillagnégyes és egy DM négyes ereinek geometriai



8. ábra

elhelyezését, valamint az erek között jelentkező részkapacitásokat mutatja. Az I. törzsáramkört az 1. és 2., a II. törzsáramkört pedig a 3. és 4. ér alkotja. A négyesen belül az erek között a C_{13} ; C_{14} ; C_{23} ; C_{24} részkapacitások jelentkeznék, melyek egy hidat alkotnak.

Ha ez a híd nincs kiegyenlítve, akkor az U_{12} zavaró feszültség hatására a 3. és 4. ér között az E_{34} üresjárási feszültség jelenik meg.

$$E_{34} = U_{12} \left[\frac{\frac{1}{j\omega C_{14}}}{\frac{1}{j\omega C_{14}} + \frac{1}{j\omega C_{24}}} - \frac{\frac{1}{j\omega C_{13}}}{\frac{1}{j\omega C_{13}} + \frac{1}{j\omega C_{23}}} \right]$$

Az egyenletet rendezve, a $k_1 = C_{13} + C_{24} - C_{14} - C_{23}$ jelölést bevezetve, valamint a $C_{13} \approx C_{14} \approx C_{23} \approx C_{24} \approx C$ közelítéssel élve.

$$E_{34} = U_{12} \frac{k_1}{4C}$$

Ha $k_1 \neq 0$, akkor a 3. és 4. érre jutó feszültséget a 9. ábra alapján kaphatjuk.

$$U_{34} = E_{34} \frac{R_k}{R_b + R_k},$$

ahol

$$R_b = \frac{1}{j\omega C}$$

$$R_k = \frac{Z_2}{2},$$

így az áthallási feszültség

$$U_{34} = U_{12} \frac{\omega k_1 Z_2}{8},$$

ill. a K eredő csatolás bevezetve

$$U_{34} = U_{12} \frac{\omega K Z_2}{2},$$

ahol

$$K = \frac{k_1}{4}.$$

Mint az eddigiekből látható, az I. áramkörből a II. áramkörbe jutó zavaró feszültség nagyságát k_1 értéke határozza meg, ha az U_{12} zavaró feszültséget, a frekvenciát és Z_2 -t adottnak vesszük.

Két áramkörből kialakítható fantomáramkör ka-

pacitív csatolása a törzsáramkörhöz a 10/a és 10/b ábra alapján a k_1 csatoláshoz hasonlóan levezethető.

Az I. törzsáramkör és a fantomáramkör közötti kapacitív csatolást k_2 -vel, a II. törzsáramkör és a fantomáramkör közötti csatolást k_3 -mal jelölve.

$$k_2 = C_{13} + C_{14} - C_{23} - C_{24}$$

$$k_3 = C_{13} + C_{23} - C_{14} - C_{24}$$

Az eredő csatolás $K = \frac{k_2}{2}$, ill. $K = \frac{k_3}{2}$ lesz.

Egy négyesen belül még beszélhetünk az úgynevezett földcsatolásokról. Ezek a 11. ábra jelöléseivel a következőképpen határozhatók meg.

I. törzsáramkör és föld között $e_1 = C_{10} - C_{20}$;

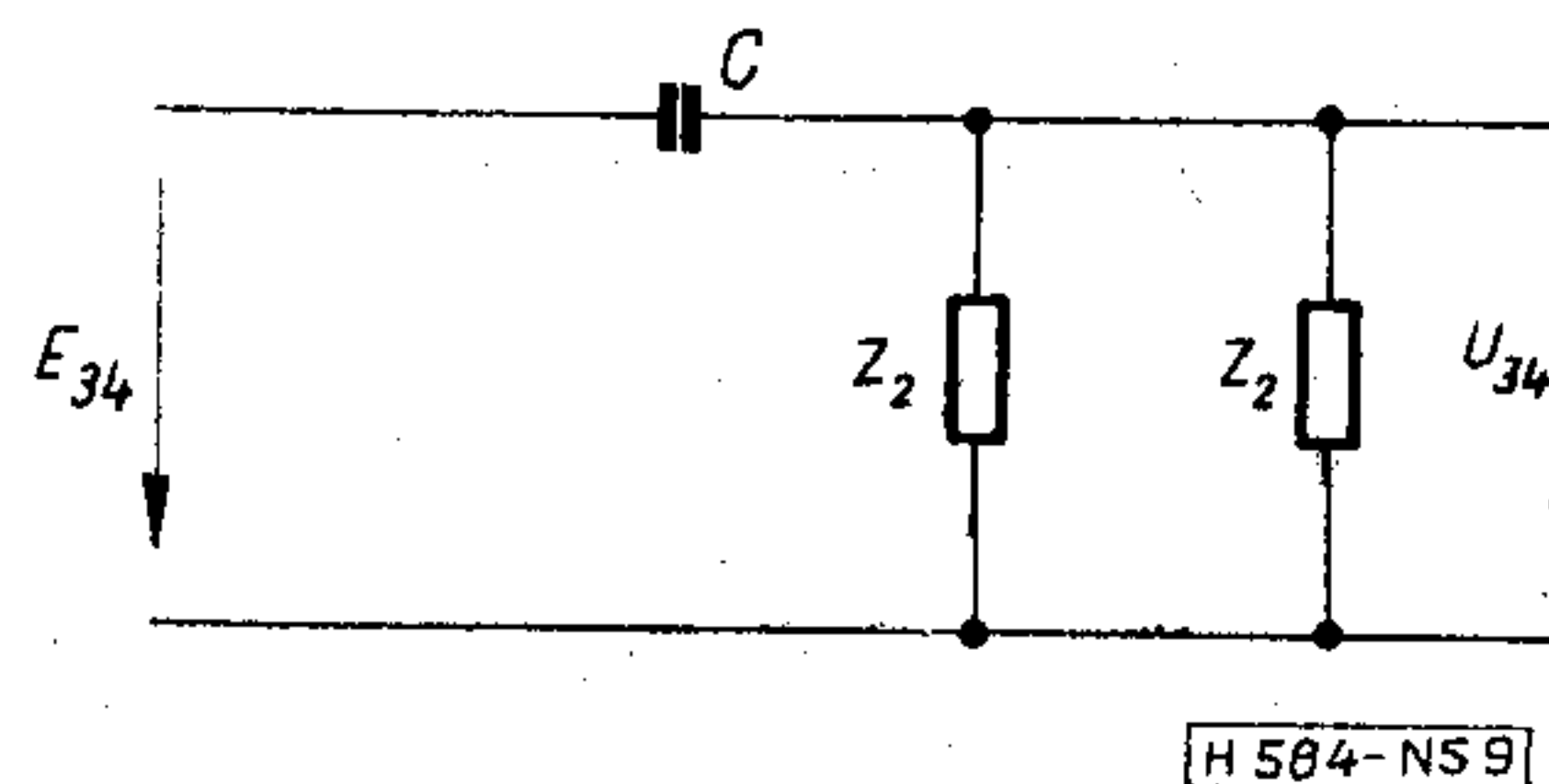
II. törzsáramkör és föld között $e_2 = C_{30} - C_{40}$;

Fantomáramkör és föld között $e_3 = C_{10} + C_{20} - C_{30} - C_{40}$.

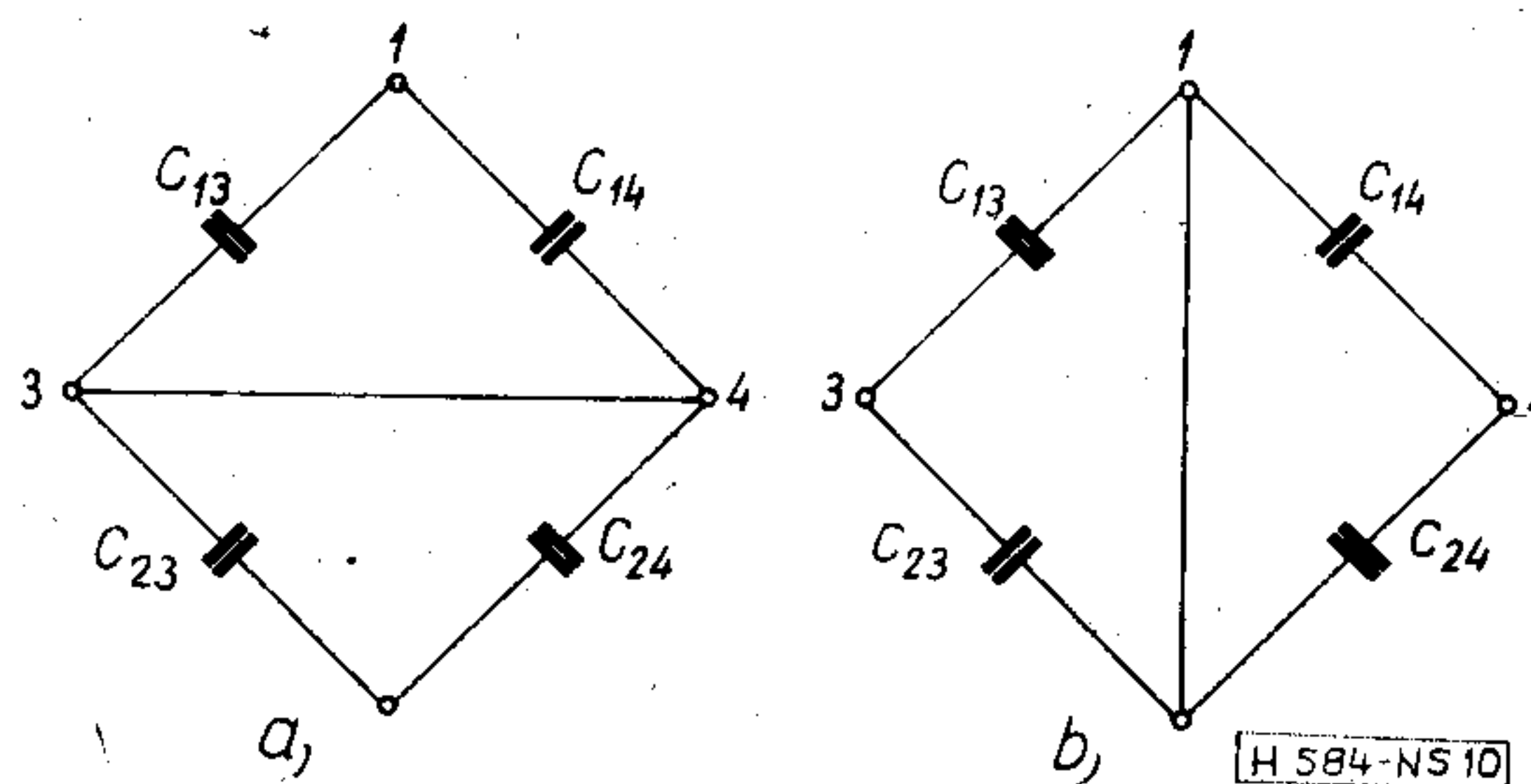
Két négyes között még 9 kapacitív csatolást lehet megkülönböztetni. Ezek a 12. ábra jelöléseivel a következők.

I. n., II. n.

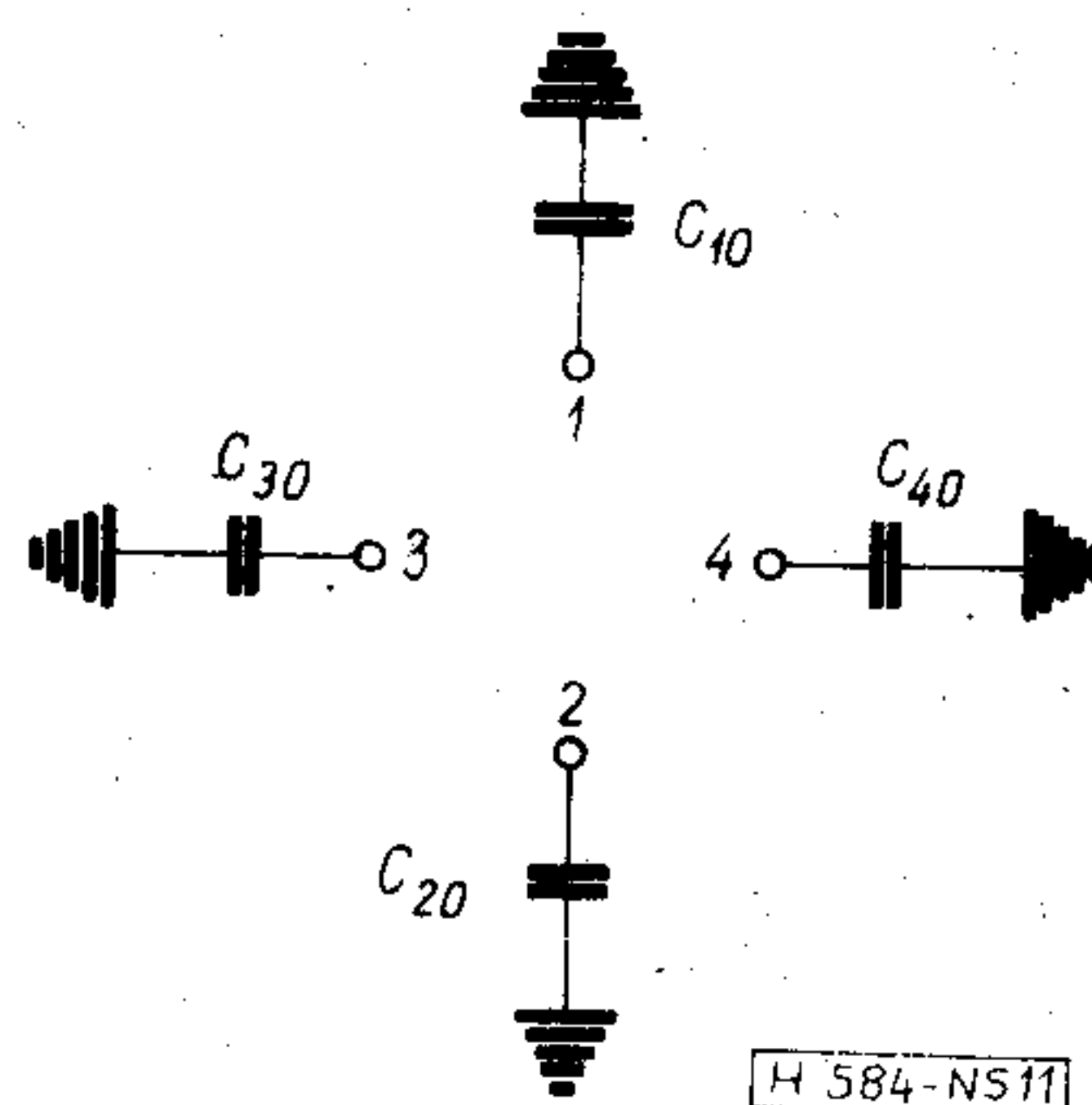
F	F	$k_4 = C_{15} + C_{16} + C_{25} + C_{26} + C_{37} + C_{38} + C_{47} + C_{48} - C_{17} - C_{18} - C_{27} - C_{28} - C_{35} - C_{36} - C_{45} - C_{46}$
1	F	$k_5 = C_{15} + C_{16} + C_{27} + C_{28} - C_{17} - C_{18} - C_{25} - C_{26}$
2	F	$k_6 = C_{35} + C_{36} + C_{47} + C_{48} - C_{37} - C_{38} - C_{45} - C_{46}$
F	1	$k_7 = C_{15} + C_{25} + C_{36} + C_{46} - C_{16} - C_{26} - C_{35} - C_{45}$
F	2	$k_8 = C_{17} + C_{27} + C_{38} + C_{48} - C_{18} - C_{28} - C_{37} - C_{47}$
1	1	$k_9 = C_{15} + C_{26} - C_{16} - C_{25}$
1	2	$k_{10} = C_{17} + C_{28} - C_{18} - C_{27}$
2	1	$k_{11} = C_{35} + C_{46} - C_{37} - C_{45}$
2	2	$k_{12} = C_{37} + C_{48} - C_{38} - C_{47}$



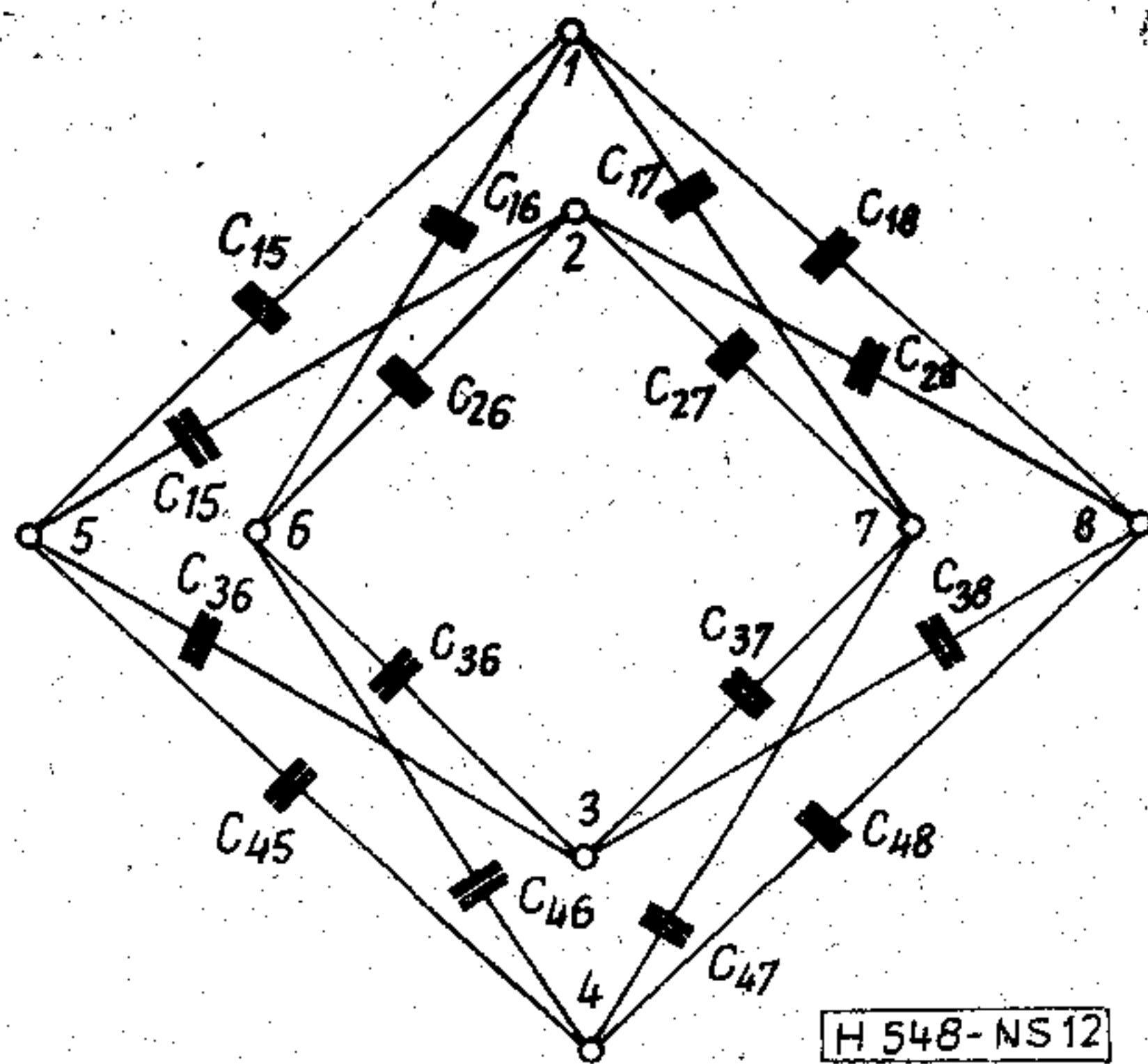
9. ábra



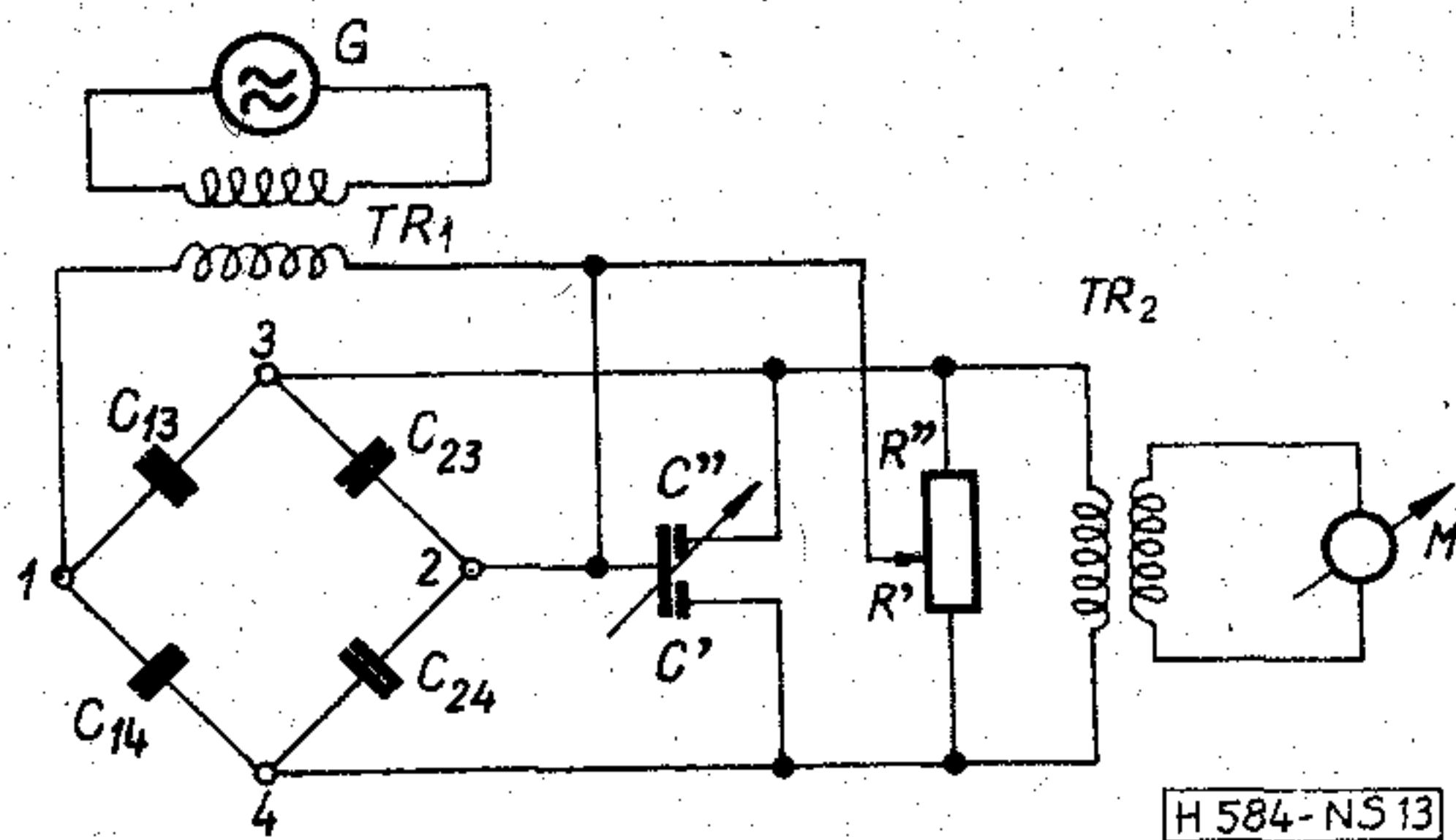
10. ábra



11. ábra



12. ábra



13. ábra

A K eredő csatolás $\frac{k_4 \dots k_{12}}{4}$ lesz.

Mint az eddigiekből kitűnt a kapacitív csatolásokat a $k_1 - k_{12}$ -ig és $e_1 - e_3$ -ig a részkapacitások alkotta híd kiegyenlítetlensége okozza. Ezzel már adva is van a mérési módszer. A kiegyenlítetlenségének mértékét kell meghatározni. A csatolások mérésére alkalmas hídkapcsolást a 13. ábra mutatja.

A hidat a TR_1 transzformátoron keresztül a 800 Hz-es G generátor táplálja. A híd kimenetelén kapott jelet a TR_2 transzformátoron keresztül az M nullindikátor jelzi. Egy kapcsoló egység (az ábrán nincs feltüntetve) a műszerhez csatlakoztatott két négyes ereit a kívánt kombinációba kapcsolja. Az ábrán a k_1 csatolás mérésére létrehozott kapcsolást tüntettük fel. A hidat a $C' + C''$ differenciál kondenzátorral lehet kiegyenlíteni.

A hídegyensúly feltétele:

$$C_{13} + C_{24} + C' - C_{23} - C_{14} - C'' = 0.$$

A kiegyenlítés folyamán tehát a differenciál kondenzátorral egyik vagy másik hídághoz adunk plusz kapacitást. A kiegyenlített híd 3. és 4. pontja között nincs feszültség, ami a nullindikátorral jelezhető. A k_1 csatolás értéke $(C' - C'')$ -vel egyenlő. Ez az érték közvetlenül olvasható le a differenciál kondenzátor skálájáról.

Induktív csatolás

Két vezetékpár közötti induktív csatolás mértéke a zavaró áramkörben folyó áram által a zavart áramkörben indukált feszültség nagysága.

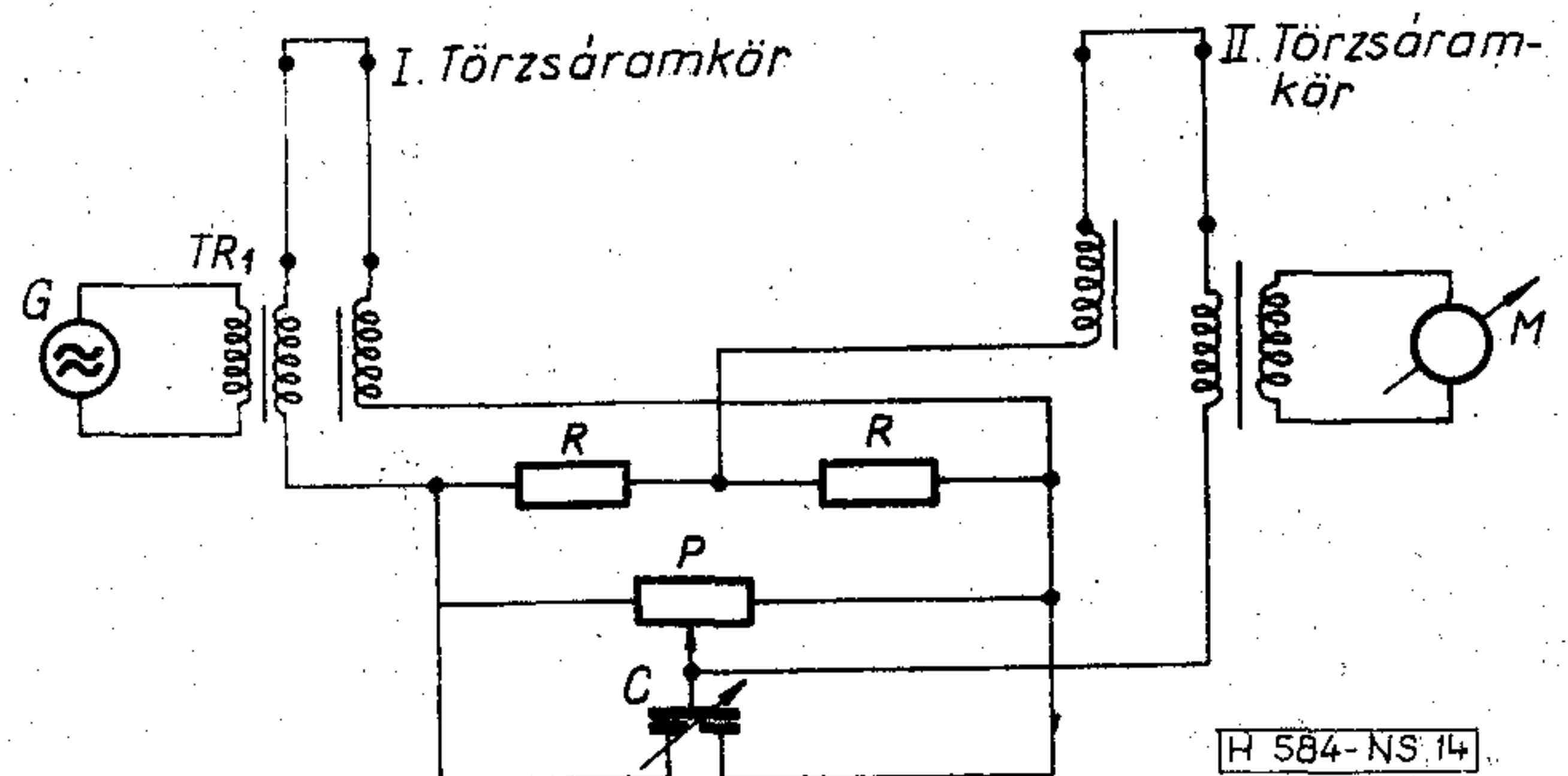
Az induktív csatolás a k kapacitív csatoláshoz hasonlóan $m_1 - m_{12}$ -ig terjedő kapcsoláskombinációban

mérhető. Egy induktív csatolás mérésére alkalmas kapcsolás látható a 14. ábrán. A G generátor a TR_1 transzformátoron keresztül táplálja a végén rövidre zárt I. törzsáramkört. A II. törzsáramkörben indukált feszültséget a P potenciométerrel és a C differenciál kondenzátorral lehet kiegyenlíteni, így a TR_2 transzformátor kimenetén nem kapunk feszültséget, amit az M nullindikátorral lehet érzékelni. A C differenciál kondenzátort nHy osztású skálával ellátva az m mágneses csatolás közvetlenül leolvasható.

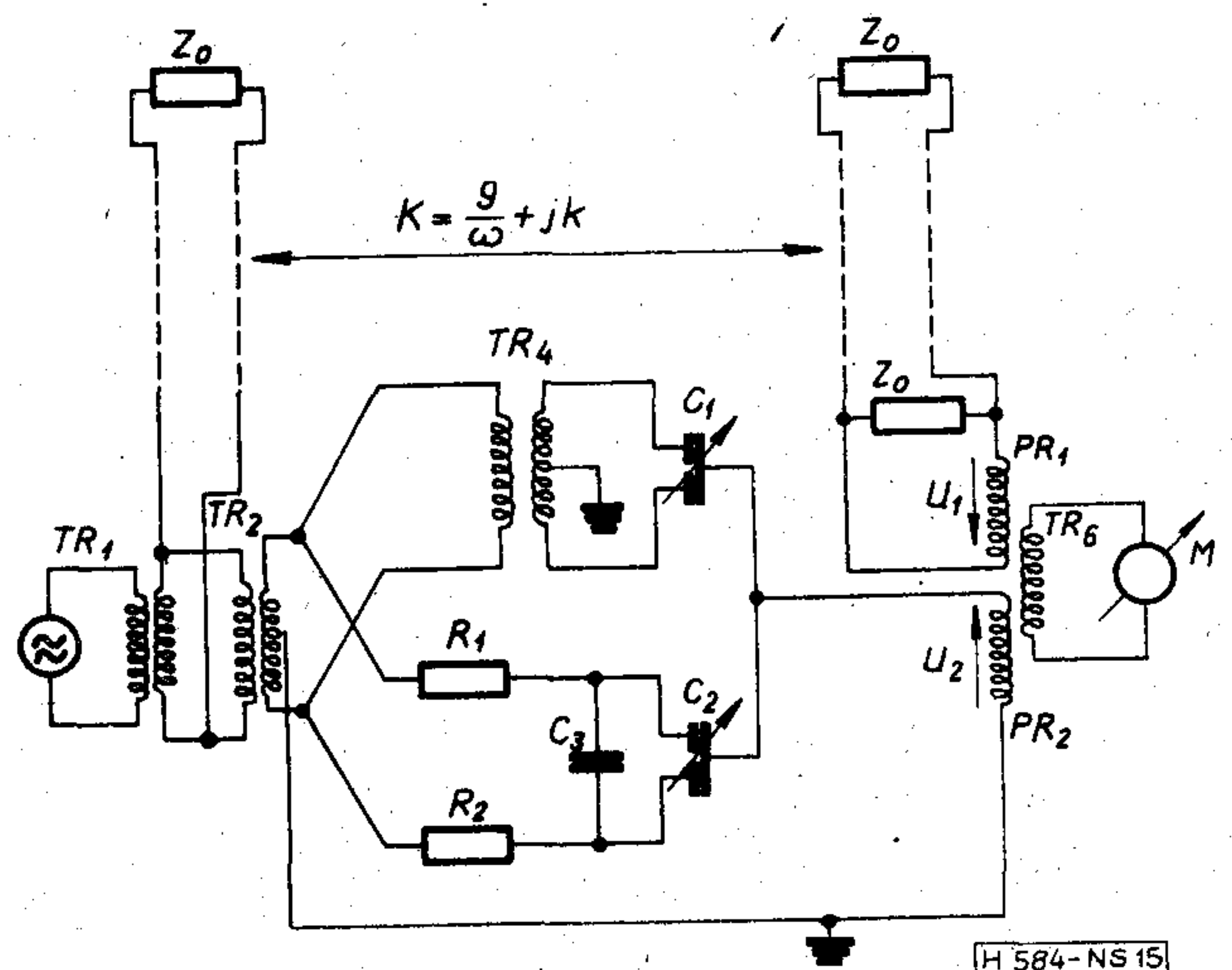
Komplex csatolás

A komplex csatolást üzemi lezárások mellett lehet mérni, vagyis a kapacitív és induktív csatolás mérésekor az érpárok végeit Z_0 hullámellenállással kell lezárni. A méréshez olyan műszer szükséges, amelyen g/ω , r/ω , k és m értékeit külön-külön mérni lehet. A komplex kapacitív csatolás a 15. ábrán látható kapcsolásban mérhető.

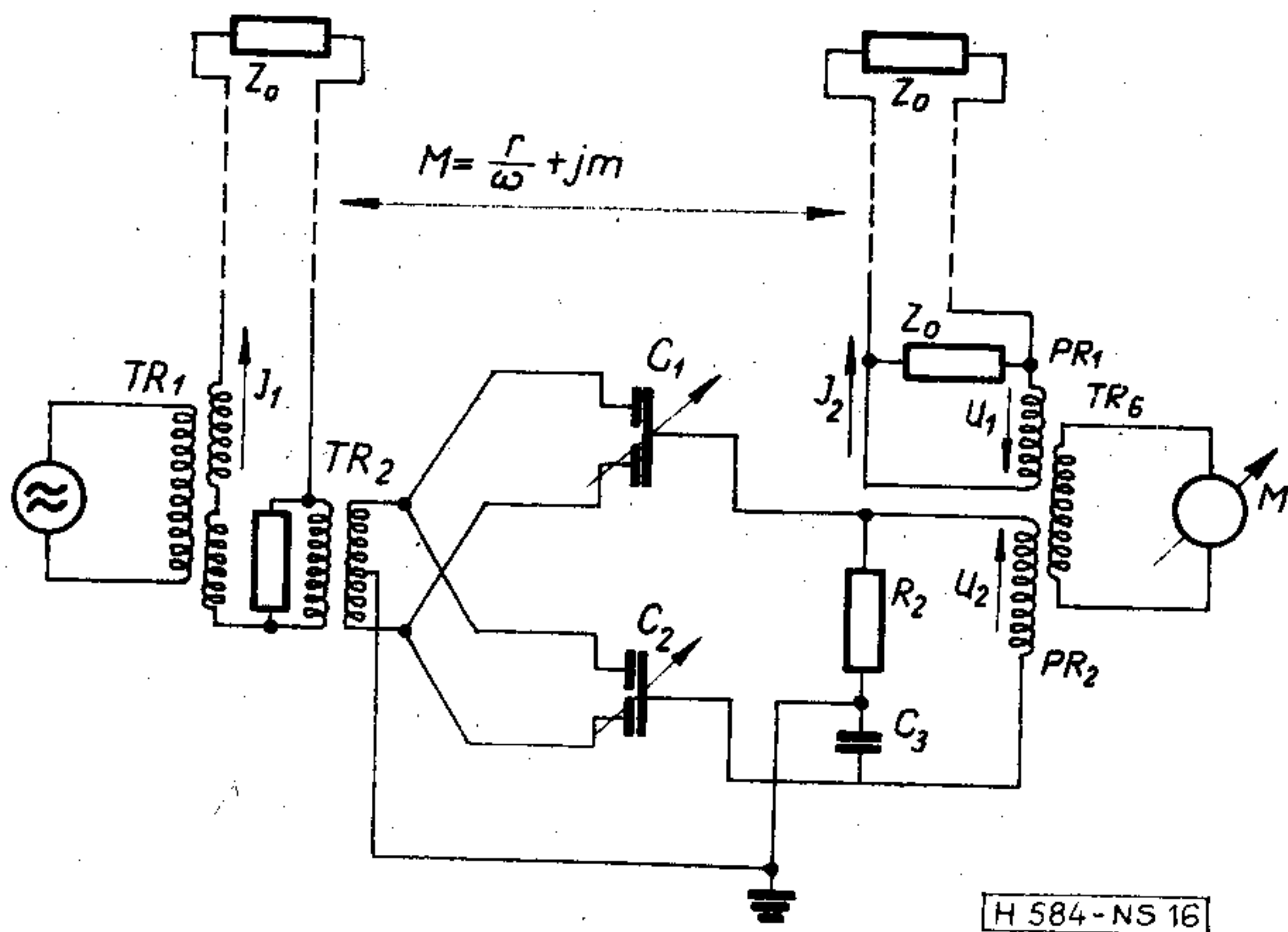
A G generátor feszültsége a zavaró áramkört képező I. áramkörre jut. Ugyanaz a feszültség a fokozatosan állítható áttételű TR_2 , valamint a TR -transzformátoron keresztül a C_2 differenciál kondenzátorra jut. A C_3 kondenzátor értékét a mérőgenerátor frekvenciájának függvényében változtatni kell az állandó feszültségosztás eléréséhez. Ha $R_1 + R_2 \gg 1/\omega C_3$, akkor a C_1 és C_2 kondenzátorra jutó feszültség egymáshoz képest 90° -kal tolódik el. A II. áramkörben a csatolási tényezővel arányos feszültség keletkezik. Ez



14. ábra



15. ábra



16. ábra

a feszültség a TR_6 transzformátor primer tekercsére (PR_1) jut. Ugyanennek a transzformátornak a másik primer tekercsére (PR_2) kapcsolódik a C_1 és C_2 differenciál kondenzátorok állásától függő nagyságú feszültség. Ha a feszültség egymást kompenzálja, a TR -transzformátor secunder tekercsére kapcsolt M null-indikátor nem jelez feszültséget, akkor a C_1 kondenzátor forgórészének a középhezlyezettől való elfordulása g/ω -val, a C_2 kondenzátoré pedig k -val arányos. C_1 és C_2 forgórészét skálával el lehet látni, amely egy meghatározott fm mérőfrekvencián a komplex kapacitív csatolás értékét adja pF-ban.

A komplex induktív csatolás mérésére szolgáló kapcsolás a 16. ábrán látható.

Ez a kapcsolás az előzőhöz hasonlóan kompenzációs módszerrel mér. A kompenzálendő feszültségek a TR_6 transzformátor PR_1 és PR_2 primer tekercseire jutnak. Az egyik feszültség a II. áramkörben az induktív csatolás miatt indukált U_1 feszültség, amely arányos a komplex csatolási tényezővel. A másik feszültség az R_2 és C_3 elemekből álló kapcsolás végein megjelenő U_2 feszültség. A G generátor feszültsége a TR_1 transzformátoron keresztül áramot hajt az I. áramkörben, amely átfolyik az R ellenálláson. Az ellenálláson az árammal arányos a feszültség. Ez a feszültség a TR_2 transzformátoron át a C_1 és C_2 differenciálkondenzátorokra jut. Ha a TR_2 transzformátor nem terheli nagymértékben az R ellenállást, és R_2 sokkal kisebb, mint a C_2 differenciálkondenzátor részkapacitásainak ellenállása a mérőfrekvencián, valamint C_3 ellenállása sokkal kisebb, mint a C_1 részkapacitásainak ellenállása, akkor R_2 és C_3 feszültségei egymáshoz viszonyítva 90° -kal tolódnak el, és nagyságuk C_2 és C_1 forgórészeinek helyzetével arányos. C_2 forgórészeinek elfordulása r/ω -val, C_1 pedig m -mel arányos feszültséget ad a kompenzáló transzformátorokra. C_1 és C_2 differenciálkondenzátorokat nHy osztású skálával ellátva a komplex induktív csatolás közvetlenül leolvasható.

Áthallás

A hírközlő kábelek beszédátvitelének minőségét nagymértékben befolyásolják a különböző zavarások. A zavarások feloszthatók torzításokra és zajokra. A torzítás a zavaró jelnek az a része, amely csak akkor van jelen az áramkör kimenetén, ha annak

bemenetén hasznos jel van. Ezek az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- lineáris torzítás,
- nem lineáris torzítás,
- echotorzítás (visszhangtorzítás).

A zaj a zavaró jelnek az a része, amely attól függetlenül megjelenik az áramkör kimenetén, hogy annak bemenetén van-e hasznos jel vagy sem. A zajok csoportosítása a következő:

- nullarendű vagy alapzajok,
- elsőrendű zajok vagy lineáris áthallások,
- nem lineáris vagy intermodulációs zajok.

Az egymáshoz közel fekvő áramkörökben a saját áramkör jelei mellett megjelennek a szomszédos zavaró áramkör jelei is. Ezt a jelenséget nevezzük áthallásnak. Az áthallás mértéke az áthallási csillapítás és az áthallási védettség. Az előbbi a zavaró és az áthallott szintek különbsége, az utóbbi pedig a hasznos és az áthallott jel szintkülönbsége, ha mindkét áramkört azonos szinttel tápláljuk. Az áthallások keletkezési helyük szerint lehetnek

a) közelvégi áthallások:

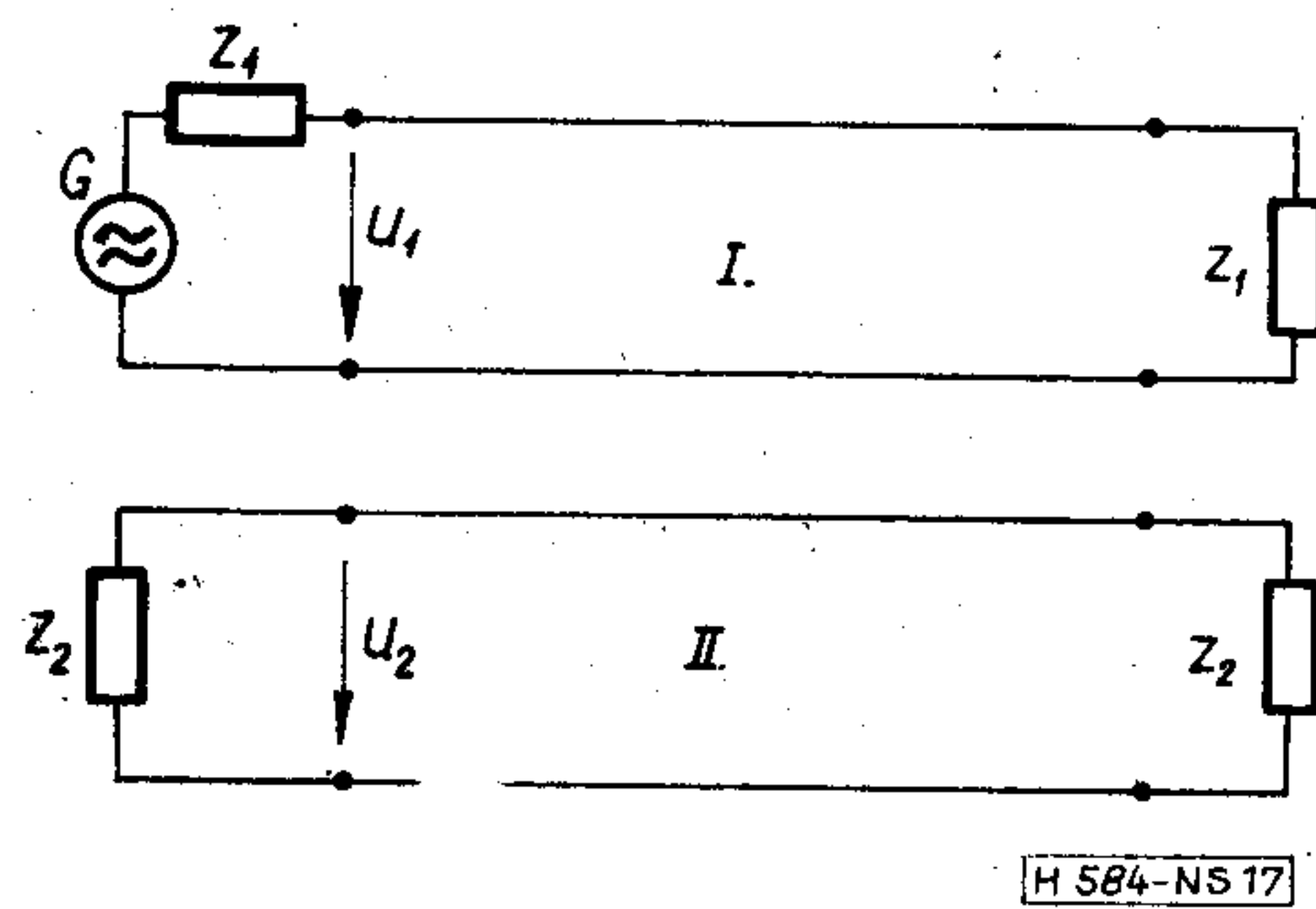
a zavarforrás és a mérőhely a zavaró és zavart áramkör ugyanazon végén van (17. ábra).

Az áthallási csillapítás

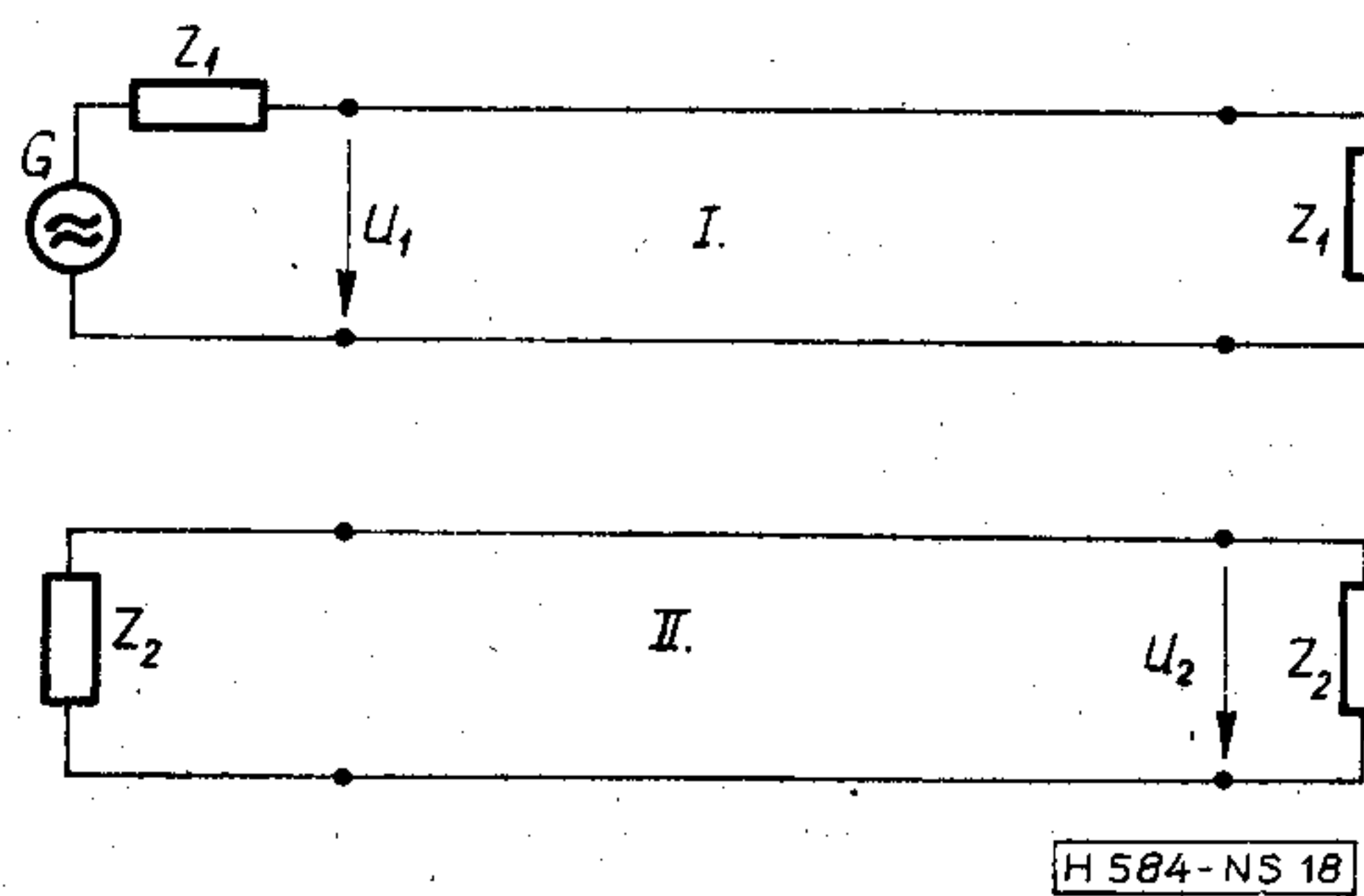
$$a_k = \ln \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} = \ln \frac{U_1}{U_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1}.$$

b) távolvégi áthallás:

a zavarforrás a zavaró áramkör közeli, a mérőhely pedig a zavart áramkör távoli részén van (18. ábra).



17. ábra



18. ábra

Az áthallási csillapítás

$$a_t = \ln \sqrt{\frac{P_1}{P_3}} = \ln \frac{U_1}{U_3} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1}$$

Ha a zavaró és zavart áramkör hullámimpedanciája megegyezik, akkor az áthallási csillapítás értéke az alábbiak szerint egyszerűsödik:

$$a_k = \ln \frac{U_1}{U_2}$$

$$a_t = \ln \frac{U_1}{U_3}$$

Az áthallási csillapítás mérése egy szintadóval és szintvevővel végezhető el.

$$a_k = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{\frac{U_1}{U_0}}{\frac{U_2}{U_0}} = \ln \frac{U_1}{U_0} - \ln \frac{U_2}{U_0} = S_{u1} - S_{u2}$$

S_{u1} , ill. S_{u2} az abszolút feszültségszintek.

A távbeszélőtechnikában az úgynevezett vonatkoztatási feszültség és teljesítmény fogalmait vezették be. A vonatkoztatási teljesítmény és vonatkoztatási feszültség közötti összefüggés:

$$P_0 = \frac{U_0^2}{Z_0} = 1 \text{ mW} = \frac{(0,775 \text{ V})^2}{600 \Omega}$$

Azaz a 600Ω -on mért vonatkozási feszültség a vonatkoztatási teljesítménynek felel meg. Egy tetszőleges U feszültség abszolút feszültségszintje:

$$S_{Ua} = \ln \frac{U}{U_0} = \ln \frac{U [\text{V}]}{0,775 [\text{V}]} [\text{N}]$$

Az abszolút teljesítményszint

$$S_{pa} = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \ln \frac{P [\text{mW}]}{1 [\text{mW}]} [\text{Nm}]$$

lesz.

Az abszolút teljesítmény, ill. feszültség közötti összefüggés

$$S_{pa} = S_{Ua} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z [\Omega]}{600 [\Omega]}$$

Vivőfrekvenciás kábeleink hullámimpedanciája a mérőfrekvencián eltér 600Ω -tól. A különböző ellenállásértékek miatt a teljesítményszint egy konstanssal eltér a feszültségszinttől.

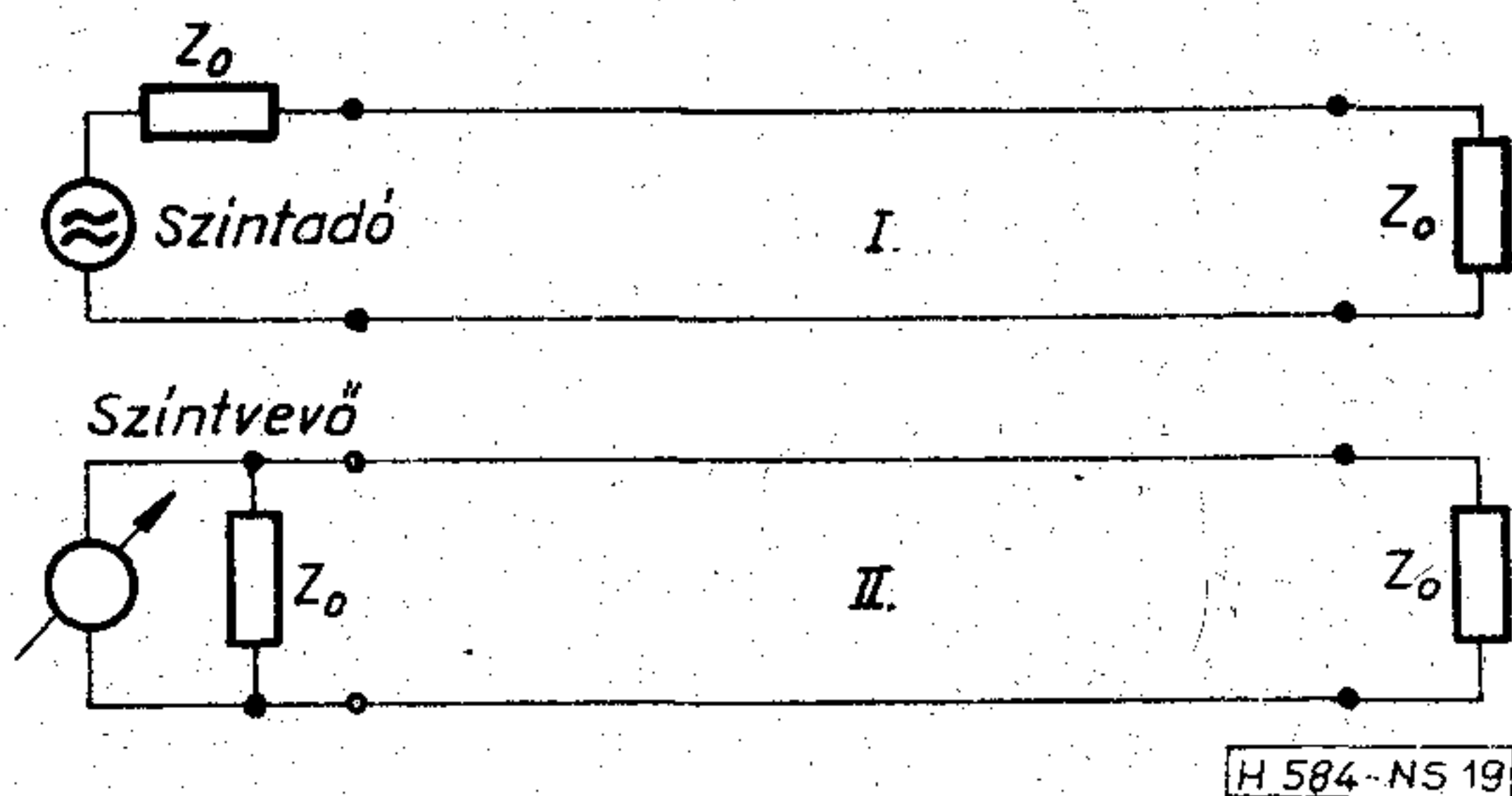
Pl.:

$$\begin{aligned} Z = 150 \Omega \text{ esetén} & \quad S_{pa} + 0,7 \text{ N} \\ Z = 75 \Omega \text{ esetén} & \quad S_{pa} + 1,05 \text{ N} \end{aligned}$$

Az áthallási csillapítás méréseire használt szintadó és szintvevő műszerek skálája abszolút feszültség- vagy teljesítményszintre van kalibrálva.

Az áthallási csillapítás az alábbi kapcsolásban mérhető (19. ábra):

S_{U1} értéke a szintadóról, S_{U2} értéke pedig a szintvevőről olvasható le. Ha $S_{U1} = [\text{N}]0\text{N}$, akkor S_{U2} közvetlenül az áthallási csillapítás értékét adja.



19. ábra

A távolvégi áthallási csillapítás méréséhez a szintvevőt és a II. áramkört lezáró Z_0 ellenállást értelem-szerűen fel kell cserélni.

Szimmetrikus kábelek esetén az áthallási csillapítást a használt frekvenciasáv felső határán (pl. C_3 kábeleknél 252 kHz), koaxiális kábeleknél pedig az alsó határon (60 kHz) kell mérni.

Hullámimpedancia

A hullámimpedanciát bármely érpáron definíciója alapján mérhetjük, azaz az érpárok egyik végén hullámimpedanciájával lezárva, a másik végén a bemenő impedanciát mérve kapjuk a hullámimpedanciát. Tehát a hullámimpedancia-mérést bemenőimpedancia-mérésre vezettük vissza. A hullámimpedancia komplex mennyiség. Ez az alábbi alakban írható:

$$Z_0 = |Z|e^{j\varphi}$$

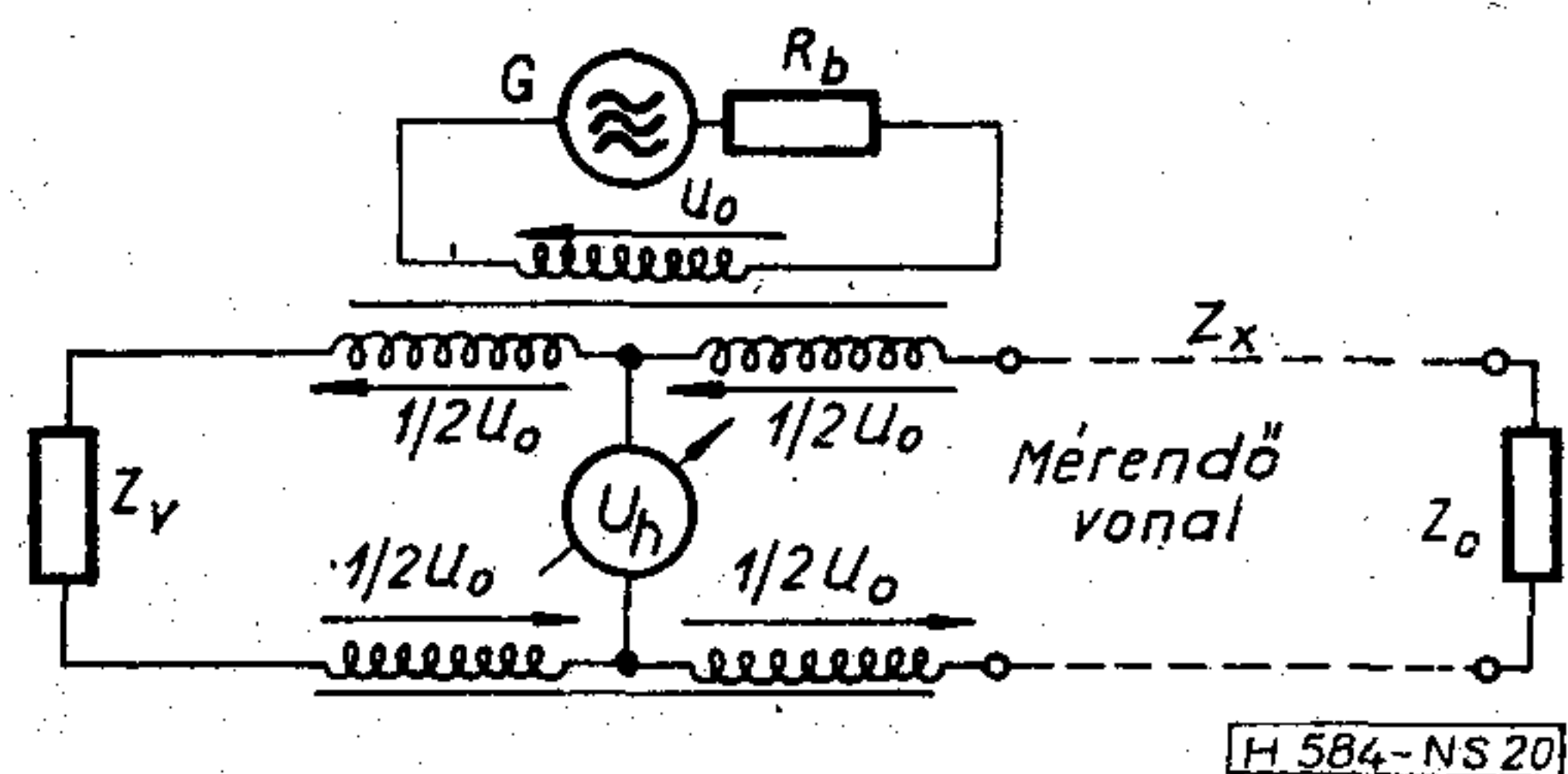
A gyakorlatban elég az abszolút érték megadása. Az érpár üresjárati és rövidzárási bemeneti impedanciáját megmérve a hullámimpedancia abszolút értéke a

$$|Z_0| = \sqrt{|Z_u||Z_v|}$$

képlettel számítható. Az érpár elsődleges paramétereit megmérve a

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

képlet felhasználásával szintén meghatározható. Az említett módszerek közül bármelyiket is használjuk, a hullámimpedancia meghatározása hosszadalmas és bonyolult lesz. A gyakorlatban olyan mérési módszerre van szükség, amely gyorsan, kevés számítással is elegendő pontosságú mérési eredményt ad. A szimmetrikus vivőfrekvenciás távkábelek hullámimpedanciájának mérését hibacsillapítás-mérésre vezetjük vissza. A mérési kapcsolás a 20. ábrán látható.



20. ábra

A differenciáltranszformátor egyik áramkörére az ismert hullámimpedanciájú Z_v művonal, a másikra pedig a Z_x hullámimpedanciájú mérendő vonal csatlakozik. A differenciáltranszformátor primer tekercsére adott U_0 feszültség szint Z_v és Z_x értékétől függően a transzformátor középkivezetései között U_h értékre csillapodik. A csillapodás mértéke.

$$\alpha = S_{U_0} - S_{U_h} = \ln \left| \frac{Z_v + Z_x}{Z_v - Z_x} \right| [\text{N}]$$

A csillapodás mértékéből Z_x értéke számítható. A számítás az erre a célra készített nomogram segítségével gyorsan elvégezhető.

A koaxiális kábelek mérésére az úgynevezett rezonancia-módszert alkalmazzuk.

A mérés elve a következő:

A koaxiális kábelek, mint kis veszteségű kábelek, hullámimpedanciája és hullámátviteli mértéke a

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{j\omega C}} = Z_v + Z_k$$

és

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)j\omega C} = \alpha + j\beta$$

képletekkel írhatók le, ahol

- R L és C a kábel elsődleges paraméterei;
- Z_v a hullámimpedancia valós része;
- Z_k a hullámimpedancia képzetes része;
- α a kábel hullámcsillapítása;
- β a kábel fázisforgatása.

A képletből levezethető, hogy

$$Z_v = \frac{\beta}{\omega C}, \quad \text{ill.} \quad Z_k = -\frac{\alpha}{\omega C}.$$

Ha a kábel egyik végére feszültséget kapcsolunk, akkor lesz egy feszültség-hullám, amely a kábel eljé-
től halad a vége felé, és lesz egy feszültség-hullám, amely a kábel nyitott végétől halad a generátor felé. Ez a két feszültség-hullám a kábel mentén összegződik, így feszültségminimumok és maximumok alakulnak ki. Az előbbiekhöz hasonlóan a végén rövidrezárt kábel mentén árammaximumok és minimumok jönnek létre. Ahol feszültségmaximum van, ott lesz áramminimum és megfordítva. Ezeken a helyeken U maximum és I minimum, ill. U minimum és I maximum azonos fázisúak, így az ott mérhető impedanciák valós értékek lesznek. A feszültségminimumok a $\beta = K \frac{\pi}{2}$ helyeken lesznek. Ezt behelyettesítve Z_v értékére kapjuk, hogy

$$Z_v = \frac{K}{4fC}.$$

Először a kapacitás értékét kell megmérni. Ezután impedanciamérő hídval azokat a frekvenciákat kell megkeresni, ahol a kábel bemeneti impedanciája tisztán valós. Ezt az R_e értéket később a hullámcsillapítás meghatározásánál fogjuk felhasználni. K értéke a

$$K = 14,5 \cdot l_{\text{km}} \cdot f_{\text{MHz}} + 0,5$$

képlettel számítható.

Hullámcsillapítás

A kábelben terjedő energia csillapodik és fázisforgatást szenved, amit a hullámátviteli-mérték fejez ki.

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \alpha + j\beta$$

Mint a hullámimpedancia mérésénél már szó volt róla, a kábel üreszárási és rövidzárási bemeneti impedanciájának képzetes része a fázisforgatás $K\pi/2$ helyein zérus.

$$Z_r = Z_0 \text{ th } \gamma l = Z_0 \text{ th } (\alpha + j\beta)l$$

$$Z_u = Z_0 \text{ cth } \gamma l = Z_0 \text{ cth } (\alpha + j\beta)l$$

a $\beta = K \frac{\pi}{2}$ -t behelyettesítve, páros K esetén kapjuk

$$\text{th } \alpha l = \frac{Z_v}{R_e}$$

ahol Z_v a hullámimpedancia valós része, amit már ismerünk.

R_e -t szintén a hullámimpedancia meghatározásánál mértük.

$\text{th } \alpha l$ értékét táblázatból lehet kikeresni. $\text{th } \alpha$ a hossz ismeretében számítható. A gyakorlatban a fenti számítást számítógép végzi.

Hullámimpedancia egyenletlenség

A végén hullámimpedanciájával lezárt homogén érpárba betáplált energia visszaverődés nélkül átmegy a lezáráshoz. Ha azonban az érpárt nem a hullámimpedanciájával zárjuk le, akkor az energia egy része visszaverődik a tápláló generátor felé. Gyártástechnológiai okok miatt tökéletesen homogén érpárt előállítani nem lehet, így az érpár hossza mentén a hullámimpedancia változik.

A betáplált energia a hullámimpedancia-változás helyéről visszaverődik. A visszaverődés mértéke kifejezhető

a) a reflexiós tényezővel

$$r = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

értéke $-1 - +1$ -ig terjed;

b) ezrelékben

$$r_{\%0} = \frac{\Delta Z}{2Z + \Delta Z} \cdot 1000;$$

c) a reflexiós csillapítással

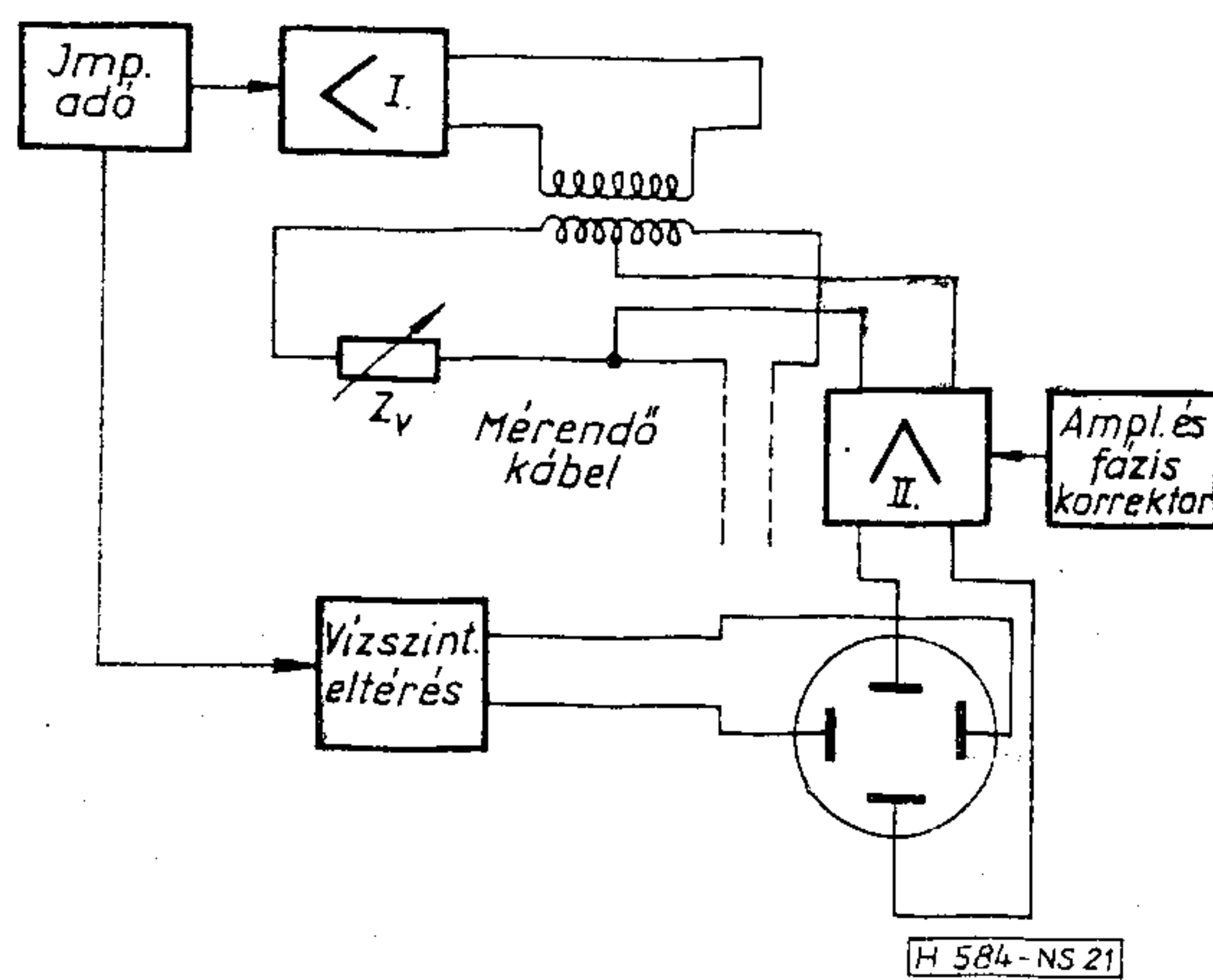
$$\alpha_r = \ln \left| \frac{1}{r} \right| [\text{N}];$$

d) abszolút értékkel

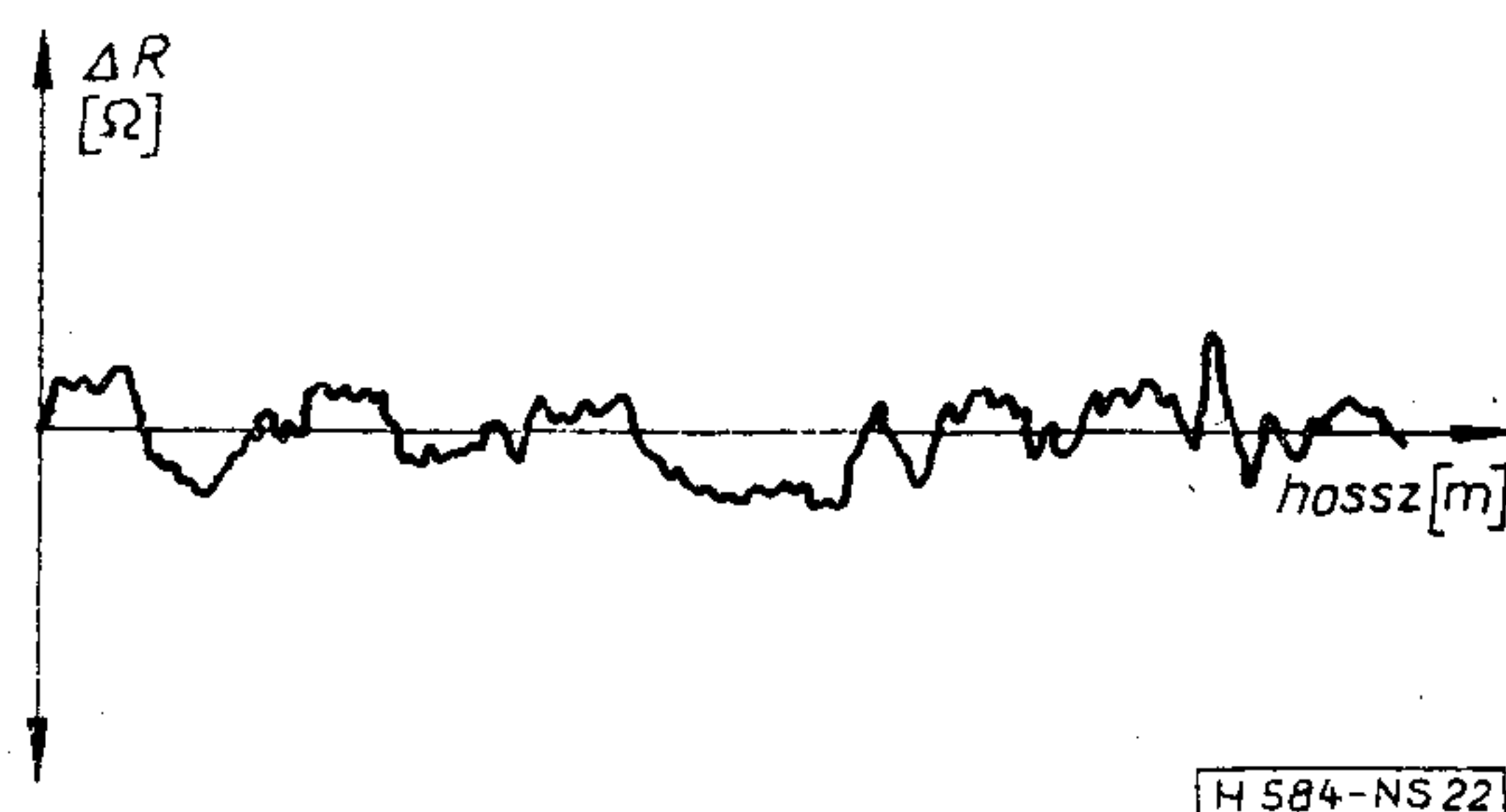
$$\Delta Z = |Z_1 - Z_2|.$$

A reflexió mértékének meghatározása impulzusvisszaverődésen alapuló műszerrel, úgynevezett echométerrel történik. Egy ilyen műszer vázlatos blokkdiagramját láthatjuk a 21. ábrán.

Az impulzusadó meghatározott alakú, szélességű és ismétlődési frekvenciájú impulzussorozatot ad az



21. ábra



22. ábra

I. erősítőn és a hídkapcsoláson keresztül a kábelre. A kábel reflexiós helyeiről az impulzusok visszaverődnek és a hídkapcsoláson a II. erősítőn keresztül a katódsugárcső függőleges eltérítő lemezeire jutnak. A kábel különböző helyeiről visszaverődött impulzusok a terjedési sebességnek megfelelő eltolódással jelennek meg a képernyőn, ahol egy álló reflexiós görbét kapunk. Az impulzus terjedési sebességének ismeretében az egyes reflexiós pontok helyei meghatározhatók. Egy adott kábeltípusnál a képernyő vízszintes skálája m -ben kalibrálható.

A visszavert impulzus amplitúdója arányos a reflexió mértékével. Ha amplitúdó és fáziskorrektort végez a műszer, akkor a reflexiós görbéről közvetlenül leolvasható a reflexió nagysága.

A 22. ábrán egy 1,2/4,4 mm típusú kiskoaxiális érpár reflexiós görbéje látható. Az adóimpulzus szélessége 60 nsec. A vízszintes tengely m -ben, a függőleges Ω -ban van kalibrálva.

A műszerrel meghatározhatók a kábel végimpedanciái is. A hídkapcsoláshoz egy kiegyenlítő művonal csatlakozik, amellyel biztosítani lehet a kábel illesztését a műszerhez. Ha a művonal impedanciája meg egyezik a kábel bemenő impedanciájával, akkor az impulzus reflexió nélkül megy át a kábelbe. Ellenkező esetben a kábel bemeneténél az illesztetlenségnek megfelelő reflexió jelentkezik, amely jól látható a katódsugárcső ernyőjén. Ha tehát a kezdeti reflexiót a művonal állításával minimálisra csökkentjük, akkor a művonal egyenáramú ellenállását a kábel bemenő impedanciájaként fogadhatjuk el.

Ez az érték leolvasható a művonal skálájáról, vagy — mint például a FOG 102 műszernél — a művonal külön erre a célra készült kivezetésén megmérhető.

Egyes echométerekkel megmérhető a kábel, vagy annak egy meghatározott szakaszának egyenértékű reflexiós tényezője. Az egyenértékű reflexiós tényező egy adott kábelszakaszt úgy jellemez, mintha a szakasz összes reflexiója egy helyen lenne. Mérése olyan integráló taggal történik, amely a kiválasztott szakaszból visszaverődő energiát összegzi.

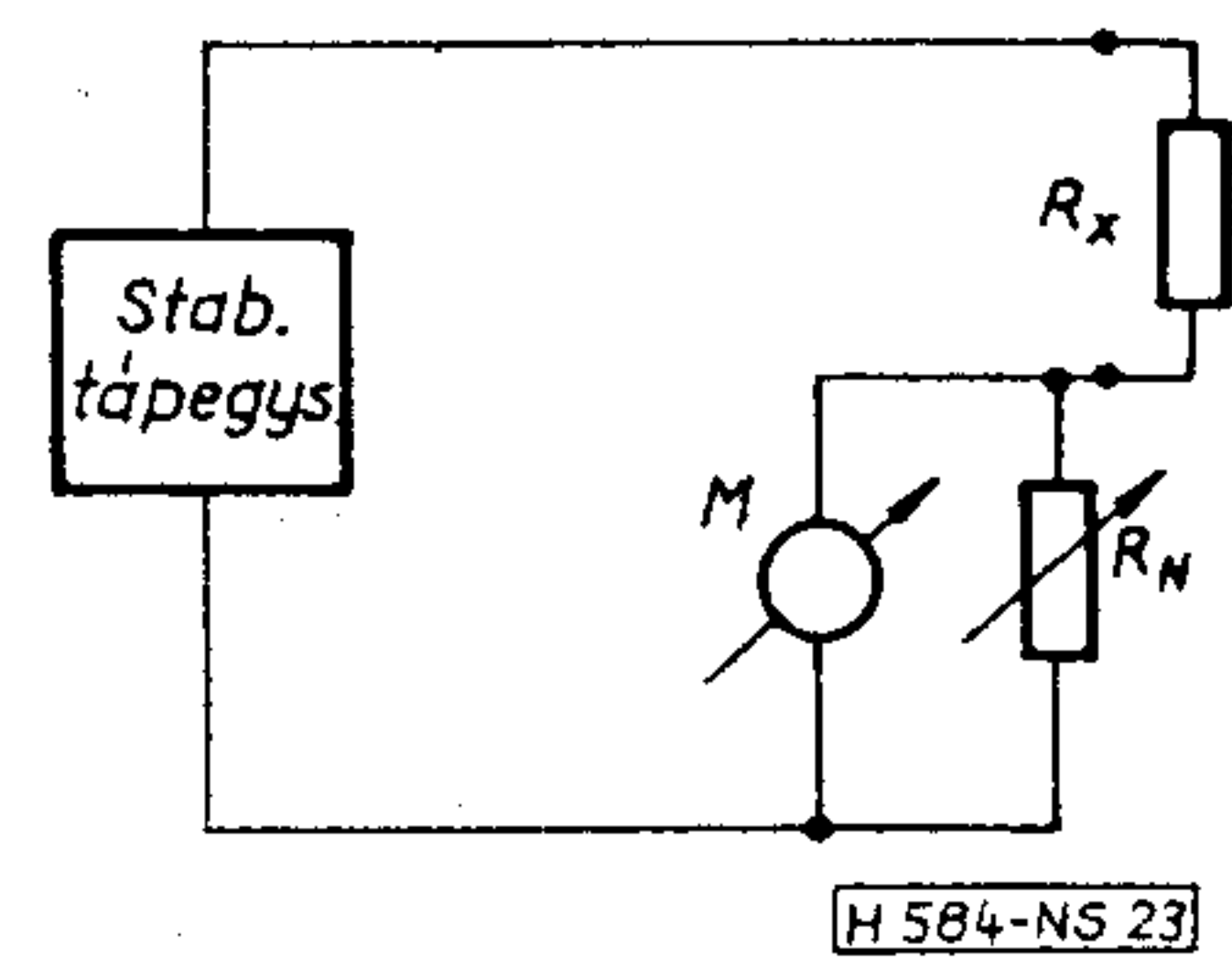
Szigetelési ellenállás

Egy kábel áramvezetőinek egymáshoz és a kábel fémköpenyéhez meghatározott nagyságú szigetelési ellenállással kell rendelkezniük. A 23. ábrán látható egyszerűsített kapcsolás mutatja a szigetelési ellenállás mérését.

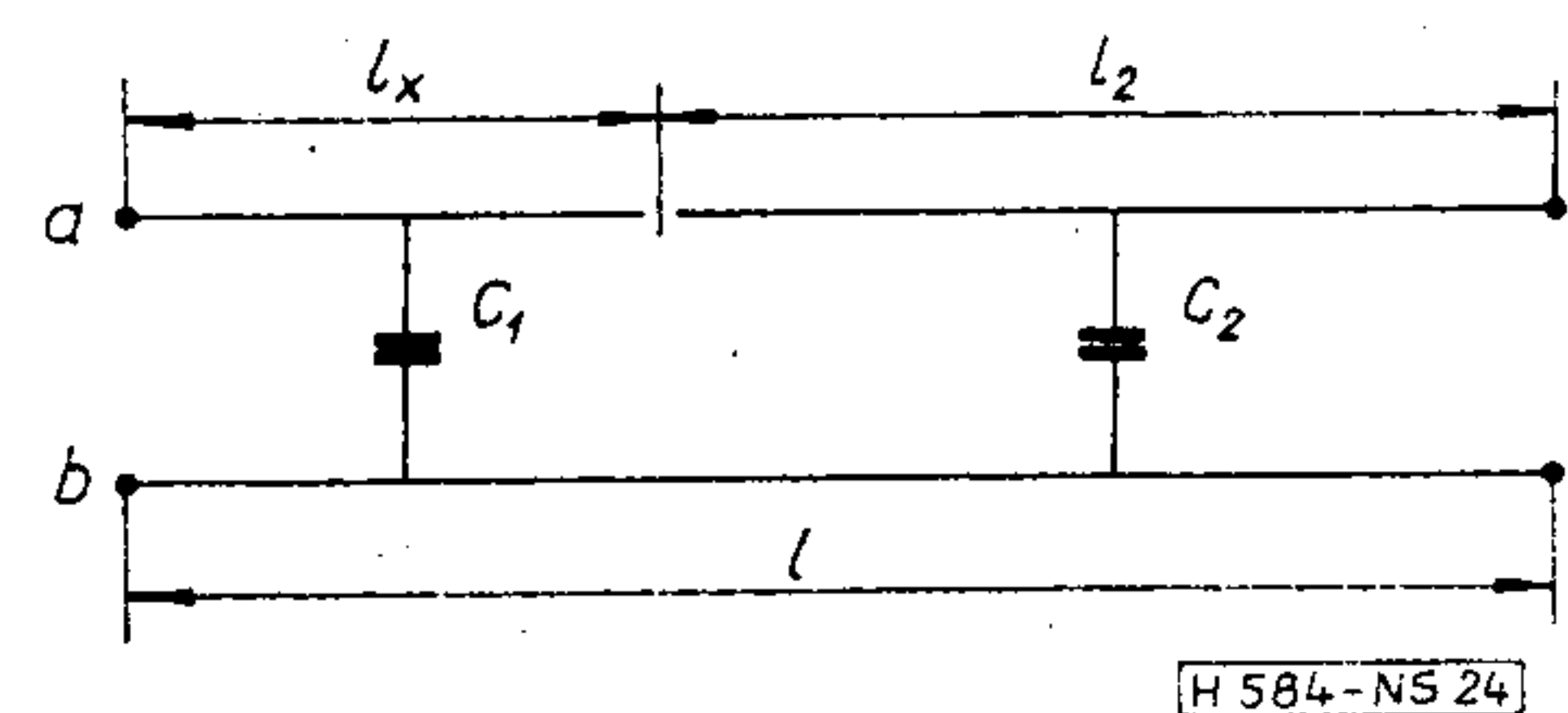
A stabilizált tápegység fokozatosan állítható feszültséget ad az R_x mérendő és az R_N etalon ellenállás által alkotott feszültségosztóra. Az R_N ellenálláson eső feszültség az R_x ellenállással arányos, így az M feszültségmérő műszer $M\Omega$ -ban kalibrálható.

Hibahelymérések

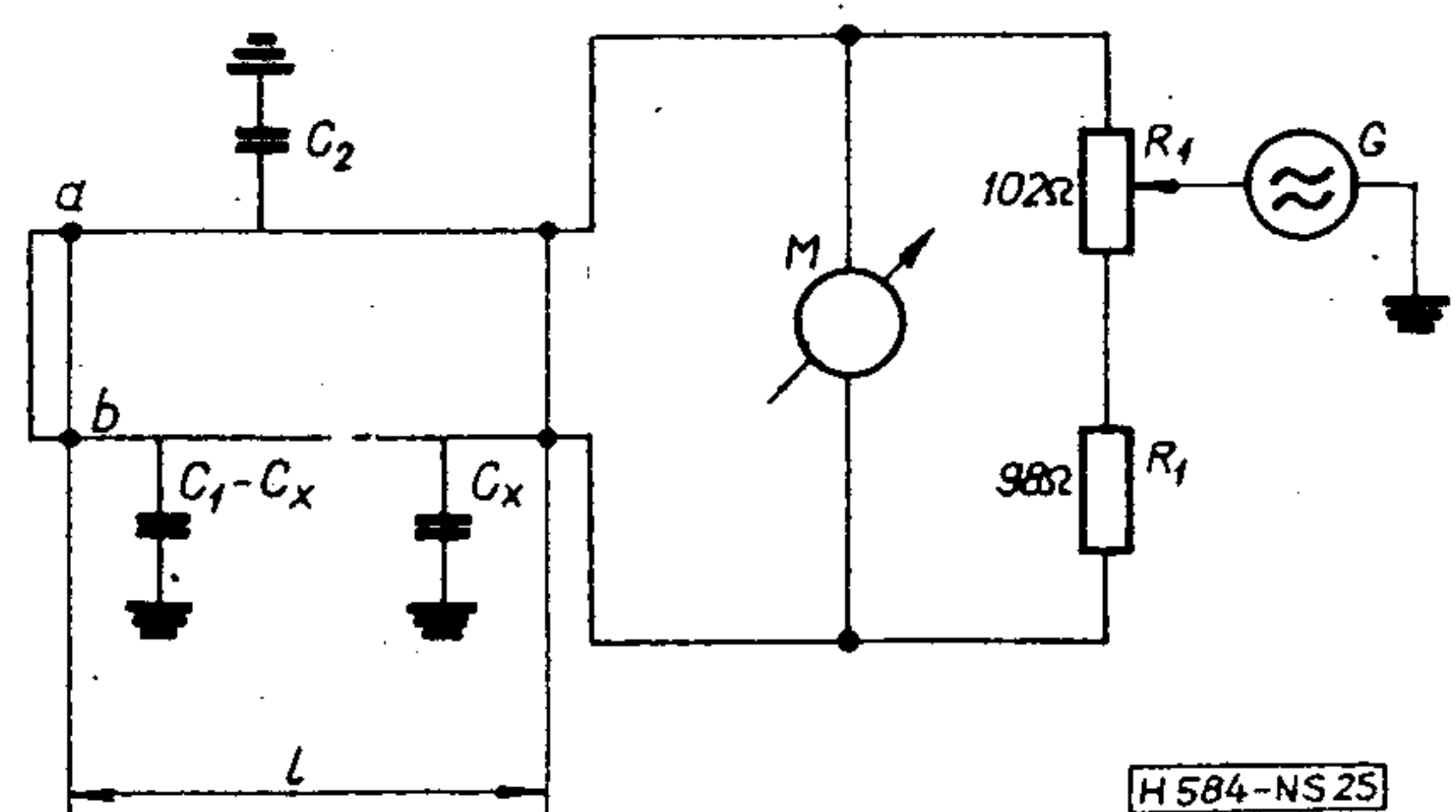
Kábeleink a gyártás folyamán a legnagyobb elővigyázatossággal ellenőrzés alá vonhatók. A hibákat még gyártás közben, vagy a gyártás befejezése után ki kell javítani. Az előforduló hibák (zárlat, szakadás, magas kapacitív csatolás, magas reflexió) többnyire helyi jellegűek. A javításhoz tehát meg kell ha-



23. ábra



24. ábra



25. ábra

tározni a hiba helyét. A következőkben néhány hibahelymérési módszert ismertetünk.

Valamely áramvezető ér szakadásának helyét kapacitásméréssel határozhatjuk meg. Megmérjük egy jó és egy szakadt ér kapacitását a kábel mindkét végéről. A 24. ábra jelöléseivel a szakadás helye:

$$l_x = l \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

Ugyancsak kapacitásméréseken alapul az alábbi módszer.

A méréshez a vezetők árnyékolással képzett kapacitását lehet felhasználni. A részkapacitások és az R_1 , R_2 ellenállások által képzett híd egyensúlyának feltétele a 25. ábra alapján

$$R_1 \frac{1}{\omega C_2} = (200 - R_1) \frac{1}{\omega(2C_1 + C_x)},$$

amiből

$$l_x = l \frac{R_1}{100}.$$

A zárlatok helyének meghatározását mutatja a 26. ábra.

Az ábrán látható módon megfelelő teljesítményű hanggenerátorral tápláljuk a zárlatos érpárt. A T érzékelőtekercset végighúzza a kábel fölött, a fejhallgatóban addig halljuk a hanggenerátor jelét, amíg a zárlat helyét elérjük. Ércsere okozta magas kapacitív csatolásnál az ércsere helyét az alábbiak szerint kell meghatározni...

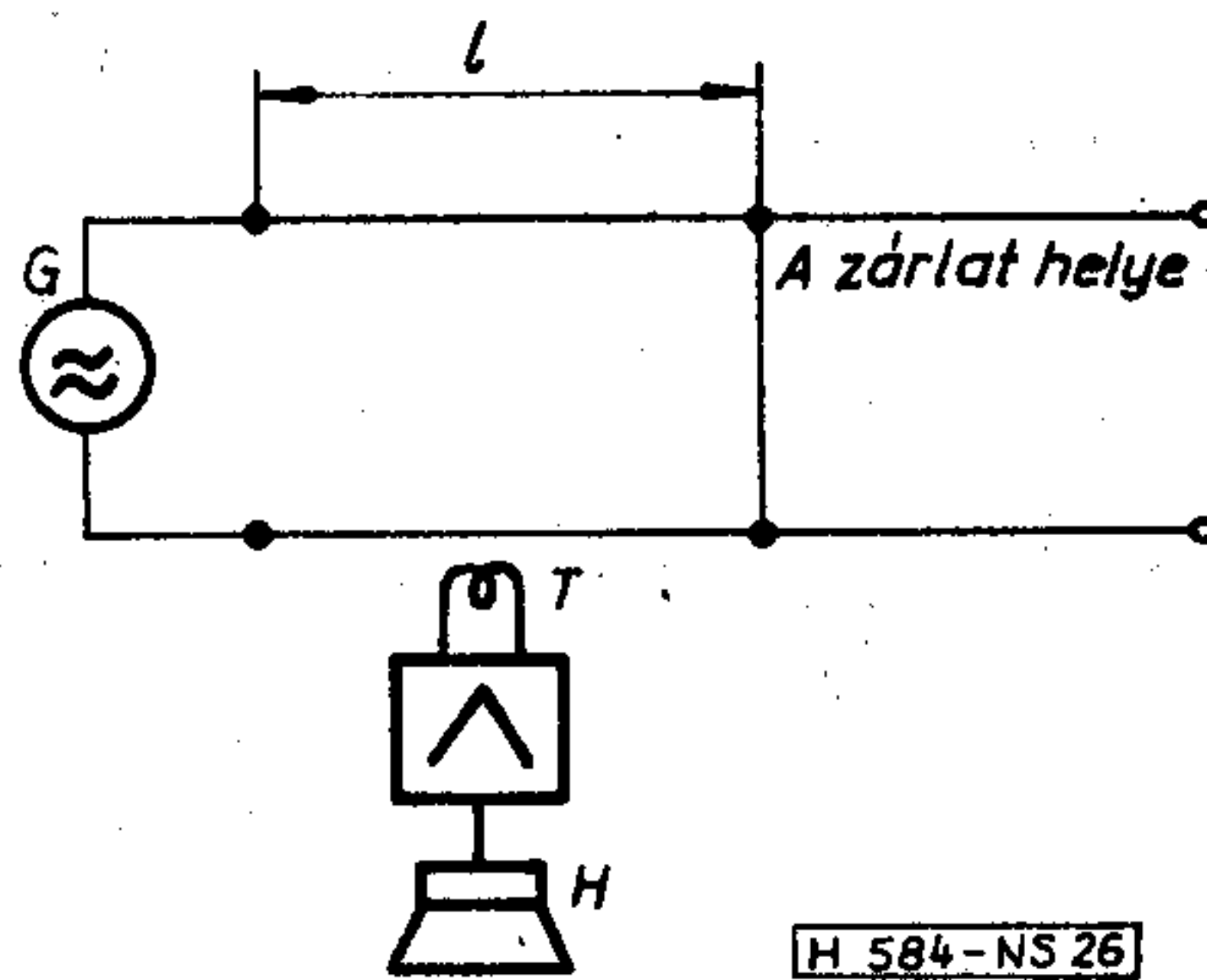
Kétszer kell megmérni a k_1 csatolást arról a végről, ahol az erek sorrendje megfelelő. Az első esetben az ereket helyes sorrendben csatlakoztatjuk a műszerre. Az így kapott eredményt jelöljük k'_1 -vel. Másodszor az ércsere sorrendjében csatlakozunk a műszerre, és a kapott eredményt k''_1 -vel jelöljük. k'_1 csatolást gyakorlatilag az L_{II} szakasz csatolásának vehetjük, mert az L_I szakasz csatolása elhanyagolható az L_{II} -éhez képest, ahol oldalkapacitásként a párok üzemi kapacitásai szerepelnek, a k'_1 értéket pedig a teljes L hossz csatolásának vehetjük az előbbi megfontolás miatt. Így a csatolás helye

$$L_{II} = \frac{k'_1}{k'_1 + k''_1}$$

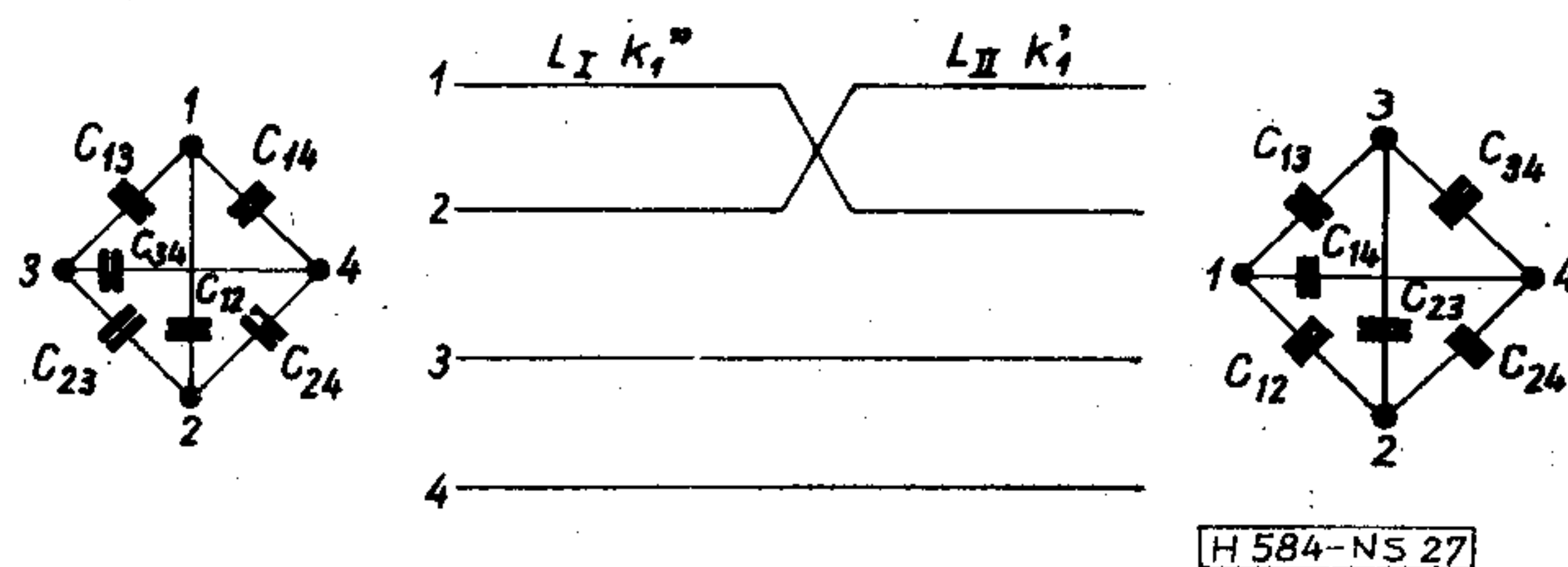
lesz.

A reflexiómérésnél ismertetett echométer univerzálisan használható hibahely-meghatározáshoz. A szakadás, ill. a zárlat a hullámimpedancia megváltozását jelenti. Az előbbi végtelen, az utóbbi pedig nulla ellenállású lezárást képvisel. Az echométer képernyőjén ezek mint nagy reflexiók jelennek meg, melyek helyei a vízszintes tengelyről leolvashatók. A csatolási, ill. áthallási hibák helymeghatározása az alábbiak szerint történik. A zavaró érpárt az impulzusadóra kapcsoljuk, a zavartat pedig a II. erősítő bemenetére. Ekkor a képernyőn a csatolás eloszlása jelenik meg. Ilyen görbe látható a 28. ábrán.

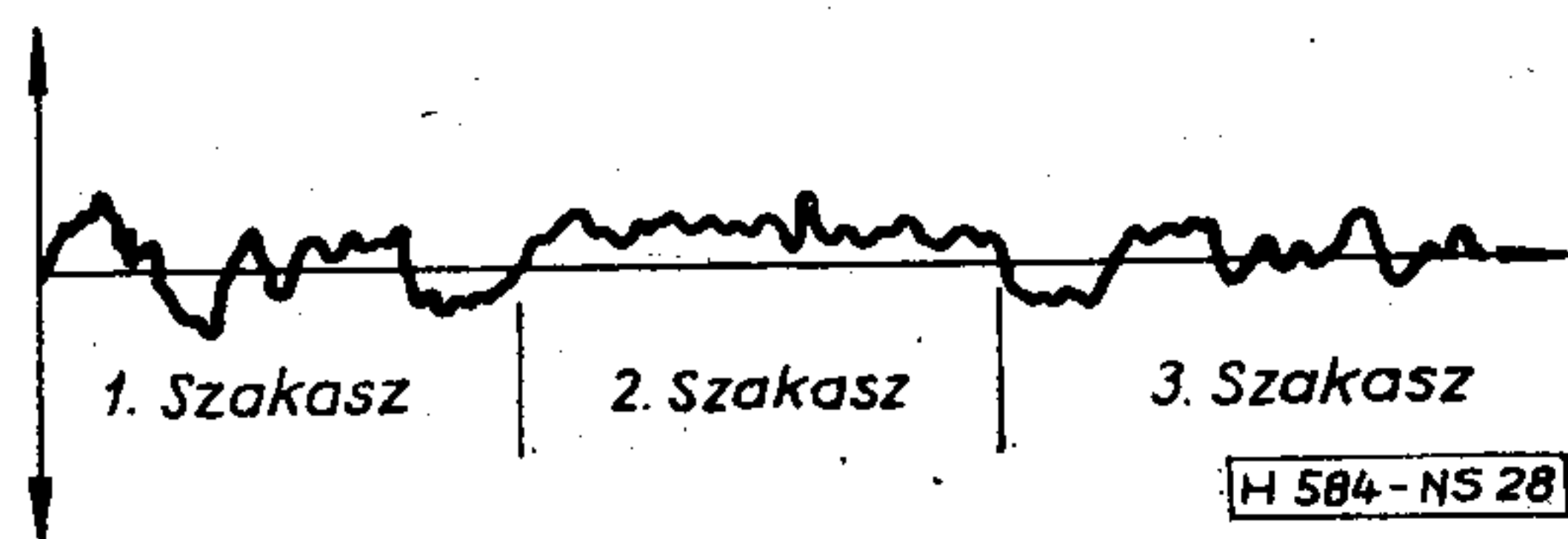
Látható, hogy a görbe 1. és 3. szakaszában a pozitív és negatív csatolások váltakozva követik egymást, így kiegyenlítődnek. A középső harmadban viszont egyoldalúak, tehát a kábel magas csatolását ez a szakasz okozza. A szakasz kezdő és végpontja a reflexiók helyéhez hasonlóan határozható meg.



26. ábra



27. ábra



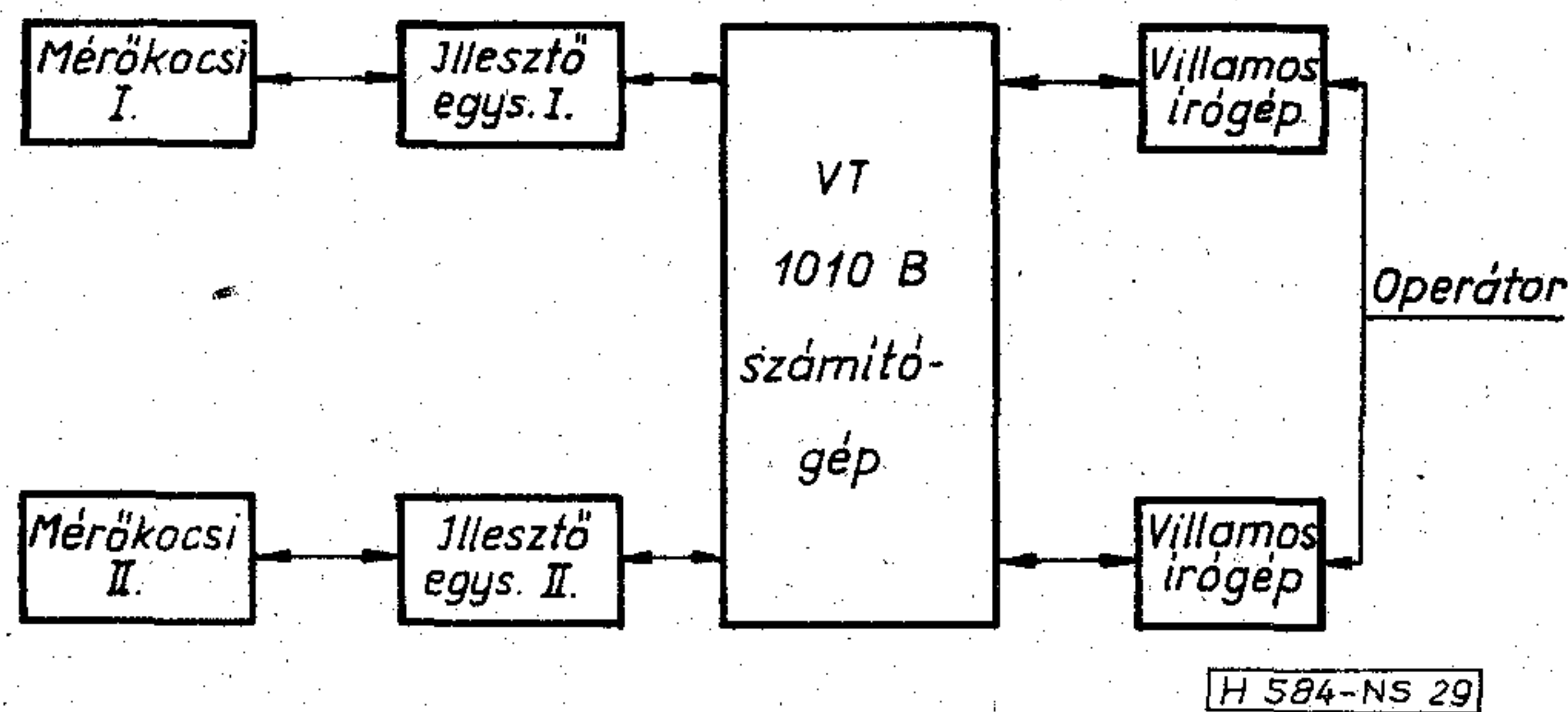
28. ábra

Automatikus mérések

Hírközlő kábelek mérési igényét a hagyományos, manuálisan végzett mérésekkel egyre nehezebben lehet kielégíteni. A gyártott érkilométerek növekedésével nő a vizsgálandó kábelek száma is, melyek mérése több műszert, embert és időt igényel. A gyártás-közi ellenőrzésnél a mintavételezéses ellenőrzés bevezetése bizonyos mértékig megoldható. Ez lényegében azt jelentené, hogy nem minden gyártási fázis után kell minden paramétert mérni, hanem csak a legjellemzőbbeket. Azonban nagy veszélyt jelent, hogy esetleg túl későn veszik észre a hibát, ami a selejtes kábelek számát növelné meg. Végellenőrzésnél ilyen módszerrel nem lehet a mérések számát csökkenteni. Megfelelő megoldást tehát csak a mérések automatizálása jelenthet. Automatikus mérőműszerek, ill. mérőautomaták beszerzésénél gondosan meg kell vizsgálni a műszaki, szervezési és gazdasági szempontokat. Ahhoz, hogy eldönthessük, mely méréseket célszerű automatizálni, mindenképp a jelenlegi állapotot kell szemügyre venni. Mit, hogyan, milyen költségekkel mértünk eddig, majd ezt összehasonlítani az automata által létrehozandó eredményekkel.

Egy automatától elvárható előnyök a következők:

- csökkentse az előkészületi munkák idejét;
- a mérési idő nagymértékű csökkentése;
- szubjektív mérési hibák kiküszöbölése;
- nagy mérési pontosság;
- a mérési adatok feldolgozása;
- a kezelőszemélyzet csökkentése;
- a továbbfejlesztés lehetősége.



29. ábra

A mérések automatizálásához vezető út első szakaszát jelenthetik az egyedi digitális kijelzésű olyan automata mérőműszerek, melyekhez nyomtató berendezés is csatlakoztatható. Ilyen műszerünk a digitális ellenállásmérő, a digitális kapacitás és kapacitív csatolásmérő műszer. Ezeknél az előkészületi munkák még nem, vagy csak kis mértékben csökkenthetők. A mérések viszont automatikusan mennek végbe és lehetőség van jegyzőkönyv nyomtatására. Mérési pontosságuk megfelelő. A kezelőszemélyzet írószerkezet alkalmazásával csökkenthető. Az ilyen egyedi, automatikus mérőműszerek megfelelő megválasztásával a későbbiek folyamán számítógépes vezérlésű mérőautomata alakítható ki. A méré-

sek automatizálását az olyan programvezérelt mérőautomaták jelentik, melyek a kiválasztott programnak megfelelően a kábel jellemző adatainak ismeretében a méréseket, a szükséges számításokat és a jegyzőkönyvet automatikusan végzik, ill. készítik el. A telefon- és távkábelek mérésére a HIKI gyártmányú mérőautomatát vásároltuk meg. Kiválasztásánál döntő szempont volt, hogy két különálló mérőegységgel rendelkezik, így egyidejűleg két különböző szerkezetű kábel mérhető vele. Az automata felépítését a 29. ábra mutatja.

Az automata központi egységét a VT 1010 B kis-számítógép, a két ASR 33 típusú villamos írógép, és a két illesztőegység alkotja. A két illesztőegység kapcsolja a két mérőkocsit a központi egységhez. A kábel csatlakoztatása a mérőkocsihoz tartozó befogópofákkal történik. A mérőprogramok lyukszalagon vannak rögzítve. Gyors betöltésüket gyorsolvasó biztosítja. Az automatával a következő paraméterek mérése, ill. számítása végezhető el:

- egyenáramú ellenállás, ellenállásdifferencia;
- üzemi kapacitás;
- üzemi levezetés;
- kapacitív csatolás.

A megfelelő program betöltése után először a villamos írógép a fejléct írja ki:

MKM BUDAPESTI KABELGYAR HIRKOZLO MEO

KELT: 1977. 09. 25; IDO: 11. 45; MERTE: GATSADINE, MAJORNE;

TIPUS: KGSZ—48.3501; 27*4*0,9 DM;

OSSZ SZAM: 344; DOBSZAM: 203533/FA;

VISSZAIG. SZAM:

GEPI KOD: 11; 27; HOSSZ (M): 311,0;

HOMERSEKLET: 23,0;

KOSZORU ATMENETEK: 3-3-9-15;

DIMENZIOK: R=OHM*10 EXP TENYEZO C, K, E=PF*10 EXP TENYEZO
G=NANO S*10 EXP TENYEZO

JELZES: < ELOIRT MAX. ERTEKNEL NAGYOBB

JEL

R1 K1	R2 K2	RD1 K3	RD2 K4	RDF K5	C1 K6	G1 K7	C2 K8	CF K9	E1 K10	E2 K11	E3 K12
----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

TENYEZOK

-2	-2	-2	-2	-2	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NEVL. ERT.

5510	5510	0000	0000	0000	3850	0000	3850	0000	0000	0000	0000
0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

MAX. ERT.

5720	5720	0057	0057	0114	4230	0106	4230	6780	0811	0811	1622
0114	0283	0283	0189	0148	0148	0148	0148	0148	0148	0148	0148

A fejléc kiírása közben kell a kábelre, ill. a mérésre jellemző adatokat begépelni a jegyzőkönyvbe. A fejléc elkészítése után a számítógép elindítja a méréseket és az eredményeket kiírja.

A mérések lefutása után a mérési eredmények értékelése következik.

KABELRE
MIN

5190	5179				3858	0022	3855	6276	0001		0016
------	------	--	--	--	------	------	------	------	------	--	------

MAX.

5495	5481	0050	0028	0014	4254	0035	4257	7096	0190	0190	0630
0066	0224	0229	0067	0055	0044	0042	0042	0040	0030	0027	0042

ATL

5274	5266	0009	0006	0004	4064	0028	4064	6625	0056	0066	0179
0022	0069	0047	0014	0014	0015	0012	0011	0013	0011	0008	0017

MIN/ATL

0984	0983				0949	0785	0948	0947			
------	------	--	--	--	------	------	------	------	--	--	--

MAX/ATL

1041	1040	5555	4666	3500	1046	1250	1047	1071			
------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--

ATL/NEV

0957	0955				1055	0006	1055	1018			
------	------	--	--	--	------	------	------	------	--	--	--

CATL = 4064

1000*GATL/CATL = 0006

1000*CFANT/1,6CATL = 1018

1000*CMIN/CATL = 0948

1000*CMAK/CATL = 1047

1000*CATL/CNEVL = 1055

A számítógép szalaglyukasztója a jegyzőkönyv-írással egyidőben lyukszalagot készít, amely lehetővé teszi a mérési eredmények további feldolgozását, értékelését. Mint már szó volt róla, a mérőautomatákkal szemben támasztott egyik követelmény az egyszerű továbbfejleszthetőség.

A HIKI mérőautomata mérőkocsija csak a már ismertetett mérések elvégzésére alkalmas. Ahhoz, hogy a mérések számát növelhessük, új mérőkocsi készítése vagy a meglevők átépítése szükséges. A Siemens cég által kifejlesztett Pegamat rendszer jó példája az egyszerű bővíthetőségnek. A rendszer alapkiépítésében egy vezérlő készülékből és egy vagy két vezérelhető mérőműszerből áll. A vezérlőegység a betáplált mérőprogramnak megfelelő 12 bites szóból álló vezérlőjelet egyidejűleg minden mérőműszerhez eljuttatja. A mérőműszerek címozonosítással rendelkeznek, melyek csak akkor lépnek működésbe, ha a vezérlőjel első 8 bitjét elfoglaló címben a saját címét ismeri fel. Ebben az esetben a cím után következő utasítás a műszer saját tárolójába kerül, amely továbbadja a megfelelő vezérlőáramkörnek. Ezen a módon a lyukszalagon kódolt formában jelenlevő minden beállítási információ egymás után eljut a megfelelő tárolóba, amely meghatározza a kapcsoló kapcsolási helyzetét, és a mérés elvégezhető. A rendszerbe utólag beépíthető műszerek számának felső határát az határozza meg, hogy 8 biten maximum 256 különböző cím állítható be.

Az automatikus mérések megvalósítása a gyártásközi ellenőrzést rendkívül hatékonyvá teheti. Jelenleg a kábeleket két gyártási fázis között ellenőrzik, tehát már csak a meghibásodás tényét lehet megállapítani, megfelelő berendezésekkel viszont a gyártási

fázis közben folyamatosan lehet ellenőrizni a lényeges paraméterek alakulását. Az előre megállapított tűrésszűz túllépése esetén lehetővé válik az azonnali beavatkozás. Tehát már nem a hiba megállapítása, hanem megelőzése lehetséges. Itt elsősorban a műanyag érszigetelésre és négyesítésre gondolunk. Műanyagtömlőzésnél a következő paraméterek ellenőrzése szükséges: érszigetelés falvastagsága, excentricitás. Négyesítésnél pedig a kapacitív csatolás alakulása jöhet szóba. Különböző gépeknél elhelyezett mérőegységeket egy központi számítógép vezérelheti, amely azután a kapott mérési eredményeket kiértékeli és szükség esetén jelzést ad a beavatkozásra, vagy esetleg automatikusan el is végzi azt. A mérési eredményeket tárolja az esetleges további feldolgozáshoz, ill. rendelkezésre állnak — mint a gyártásközi ellenőrzés dokumentumai.

Az MKM-ben a mérésautomatizálás első lépését a HIKI gyártmányú mérőautomata üzembeállításával már megtettük. A műanyag-szigetelésű telefonkábelek vizsgálatához szükséges műszerezettséget a most folyó beruházás fogja biztosítani. A meglevő műszerpark felújítása pedig a rekonstrukció keretében válik lehetővé.

IRODALOM

- [1] Hegedűs Miklós: Műszer és méréstechnika (főiskolai jegyzet) Bp. 1972.
- [2] Pattantyús: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve. 10. kötet. Bp. Műszaki K. 1969.
- [3] Simon Béla: HIKI kábelmérő automata (tanulmány)
- [4] Kertész Ilona: Hazai gyártmányú koaxiális kábelek elektromos jellemzőinek minősége (PKI) 1974.
- [5] Vukovics—Felsőbályi: Karbantartás és hibahelymérés távközlési hálózatokon.

Gáz- és olajvezetékek hírközlő rendszerének kábele

ETO 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Napjainkban világviszonylatban jelentkező igény a létfontosságú energiahordozók gazdaságos és megbízható szállítása, elosztása. A vagyon- és éleltség követelményei az energiát szállító távvezetékeknek egyértelműen a fokozott automatizálást követelik meg. A kőolaj- és földgázvezetékek — mint nagyértékű közegeket szállító objektumok — a korszerű üzemeltetés érdekében természetesen jelentkezik ilyen igényekkel.

Ezek automatikai, telemechanikai és hírközlő rendszereivel szemben támasztott alapvető követelmény, hogy alkalmasak legyenek központi adatgyűjtést és távirányítást igénylő feladatok megoldására. A csővezetékek szervezési formája ugyanis olyan, hogy egy központi ellenőrző állomásról irányítják a teljes távvezeték üzemét. Ez viszont azt jelenti, hogy a vonal különböző pontjain érzékelt üzemi jellemzőket kell nagy távolságon (általában több száz km) megbízhatóan a központba továbbítani, illetve a központ utasításait átvinni ugyanezen a távolságon az egyes beavatkozó szervekhez. Egy összefüggő diszpécser rendszer ilyen esetben több száz jelzés, mérés, parancs átvitelét kívánja meg, a továbbítandó információ nagy száma a helyzetet még tovább bonyolítja.

A kőolaj- és földgázvezetékekhez nem definiálható egy általánosan használható komplex technológiai hírszisztem, mivel az nemcsak kivitelében, hanem elvi felépítésében is a mindenkori rendelési igények szerint változik. Különböző megoldások lehetségesek mind az elvi kialakításnál (vezetékes, mikrohullámú stb.), mind a rendszer szervezésénél (pl. postai bérlet, vagy saját vonalak). Elsősorban a Szovjetunió részéről tapasztalható olyan törekvés, hogy a gáz- és olajvezetékek mentén a hírközlést saját kezelésben levő kábeles összeköttetés segítségével valósítsák meg.

A kormányközi tárgyalások eredményeként megállapodás jött létre, hogy a Magyar Népköztársaság a Szovjetunió részére a gáz- és olajvezetékekhez komplex technológiai hírszisztemet szállít.

Híradástechnikai iparunk által kidolgozott BK—300/G rendszer tehát kimondottan gázvezeték hírszisztem, mely megoldásában, működésében és rendszertechnikájában korszerű, és minden tekintetben kielégíti a szovjet fél részéről jelentkező műszaki igényeket.

A hírhálózat két — közös kábelben üzemelő — fő részre bontható:

— URH adó-vevővel kombinált hangfrekvenciás körzeti diszpécser- és telemechanikai jelátvivő rendszer;

— nagy távolságú, gerincvonalai összeköttetéseket biztosító vivőfrekvenciás rendszer.

Tekintettel arra, hogy nagyfrekvenciás összeköttetések műszaki és gazdasági követelményeinek leg-

teljesebb mértékben a koaxiális kábelek felelnek meg, ezért a rendszer üzemeltetését 1,2/4,4 mm méretű kiskoaxiális kábelre tervezték.

A koaxiális kábelek legszembetűnőbb előnyei az egyéb hírközlőkábelekkel szemben a következők:

1. Rendkívül széles frekvenciasáv átvitelére alkalmasak.
2. Az áramkörök egymás és a külső zavaró hatásoktól nagymértékben védettek.
3. Egy csatorna létesítéséhez (összeköttetéshez) szükséges fajlagos építési költség alacsony.
4. A kitűnő vízzárási tulajdonságok következtében fokozott üzembiztonsággal rendelkeznek.

A koaxiális pár belső vezetője tömör rézhuzal, a külső vezető hosszirányban elhelyezkedő, cső alakúra formált rézszalag. A külső és belső vezető között helyezkedik el a kombinált dielektrikum, az úgynevezett ballonszigetelés. Mivel a kábelben több koaxiális pár van, a zavaró hatások elleni védelem fokozása céljából a külső vezetőn tekercselési eljárással felvitt kettős rezeztet acélszalag árnyékolást alkalmazunk.

A különleges kialakítású ballon szigetelés lényege, hogy a belső vezetőre egy lazán felvitt polietilén csövet extrudálunk, melyet meghatározott távolságokban a belső vezetőre rányomunk.

Az így kialakított szigetelés az alábbi követelményeket teljesíti:

— pontos távolságtartás a belső és külső vezetők között a koaxiális pár hossza mentén, és a gyártás folyamán, mellyel biztosítható az elektromos paraméterek egyenletessége;

— a levegő—polietilén szigetléskombinációval alacsony dielektromos állandó érhető el, a kábel átviteltechnikai tulajdonságai rendkívül kedvezőek;

— a külső és belső vezető között elhelyezkedő folytonos polietilén cső, mely a benyomódások helyén a belső vezetőre szorosan felfekszik, hossz- és keresztirányú vízzárást biztosít, kábelsérülés esetén a víz terjedését megakadályozza.

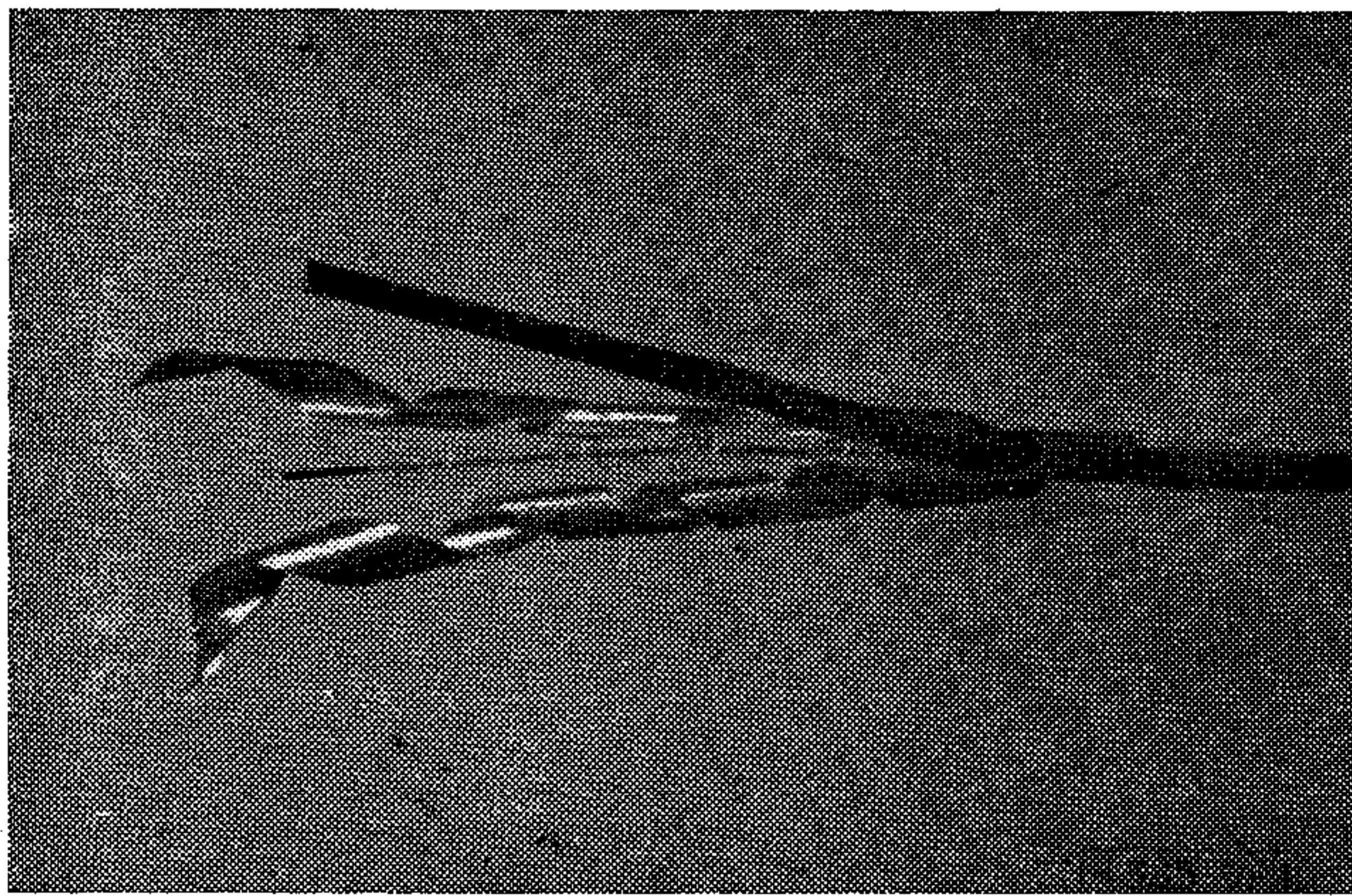
A szovjet—magyar műszaki konzultációk során tisztázást nyert, hogy az igényeknek megfelelően az alábbi főbb termékcsoporthoz kerülnek szállításra:

- 300 csatorna átvitelére alkalmas kombinált kiskoaxiális kábel;
- 300 csatornás koaxiális kábeles átviteltechnikai berendezések;
- Mikrohullámú berendezések;
- URH mobil hírközlés;
- Adatátviteli berendezések.

A továbbiakban a gerinchálózatot képező Magyar Kábel Művek által szállítandó

$$4 \times 1,2/4,4 + 3 \times 4 \times 1,2 \text{ cs} + 6 \times 2 \times 0,9 \text{ mm } \varnothing$$

szerkezetű, 60—1300 kHz frekvenciasávban működő kombinált kiskoaxiális kábeleket kívánjuk ismertetni.



1. ábra. 1,2/4,4 mm méretű, polietilén-szigetelésű, kiskoaxiális pár

Az 1976. novemberében egyeztetett és jóváhagyott MKM MF 23821—76. számú Műszaki Feltétel rögzíti a kábelekre vonatkozó szerkezeti és minőségi előírásokat.

Ennek értelmében a kábellélek az alábbi elemeket tartalmazza:

- 4 db 1,2/4,4 mm névleges méretű, rézvezetőjű, polietilén ballon szigetelésű kiskoaxiális pár;
- 3 db 1,2 mm névleges érátmérőjű, rézvezetőjű, polietilén-szigetelésű csillagnégyes;
- 6 db 0,9 mm névleges érátmérőjű, rézvezetőjű, polietilén-szigetelésű érpár.

A felhasználási körülményektől függően a kábelek védőburkolata különböző lehet:

1. *Behúzó kivitel:* csupasz ólomköpenyes, kábelcsatornába történő fektetéshez.
2. *Páncélos kivitel:* ólomköpenyes, kettős acélszalag páncélozással, itatott kender külső burkolattal, közvetlenül földbe fektethető kivitel.
3. *Folyampáncélos kivitel:* kettős ólomköpenyes, félig zárt szerkezetű, horganyzott acélhuzal, páncélozással, itatott kender külső burkolattal (pl. folyón való átvezetéshez).
4. *Korrózió ellen fokozottan védett páncélos kivitel.* Az előzőekben ismertetett páncélos típusok készülhetnek PVC vagy polietilén köpeny külső védőburkolattal is, különösen agresszív hatású talajba történő fektetéshez.
5. *Villamos zavartatás ellen védett páncélos kivitel:* alumíniumköpenyes, korrózió ellen védő PVC-, vagy polietilén köpennyel, kettős acélszalag páncélozással, itatott kender külső védőburkolattal, erősáramú zavaró hatásoknak kitett környezetben (pl. villamosított vasútvonalak mentén) való fektetésre.

A kábel szerkezeti felépítését és a védőburkolatokat a 3. ábra mutatja.

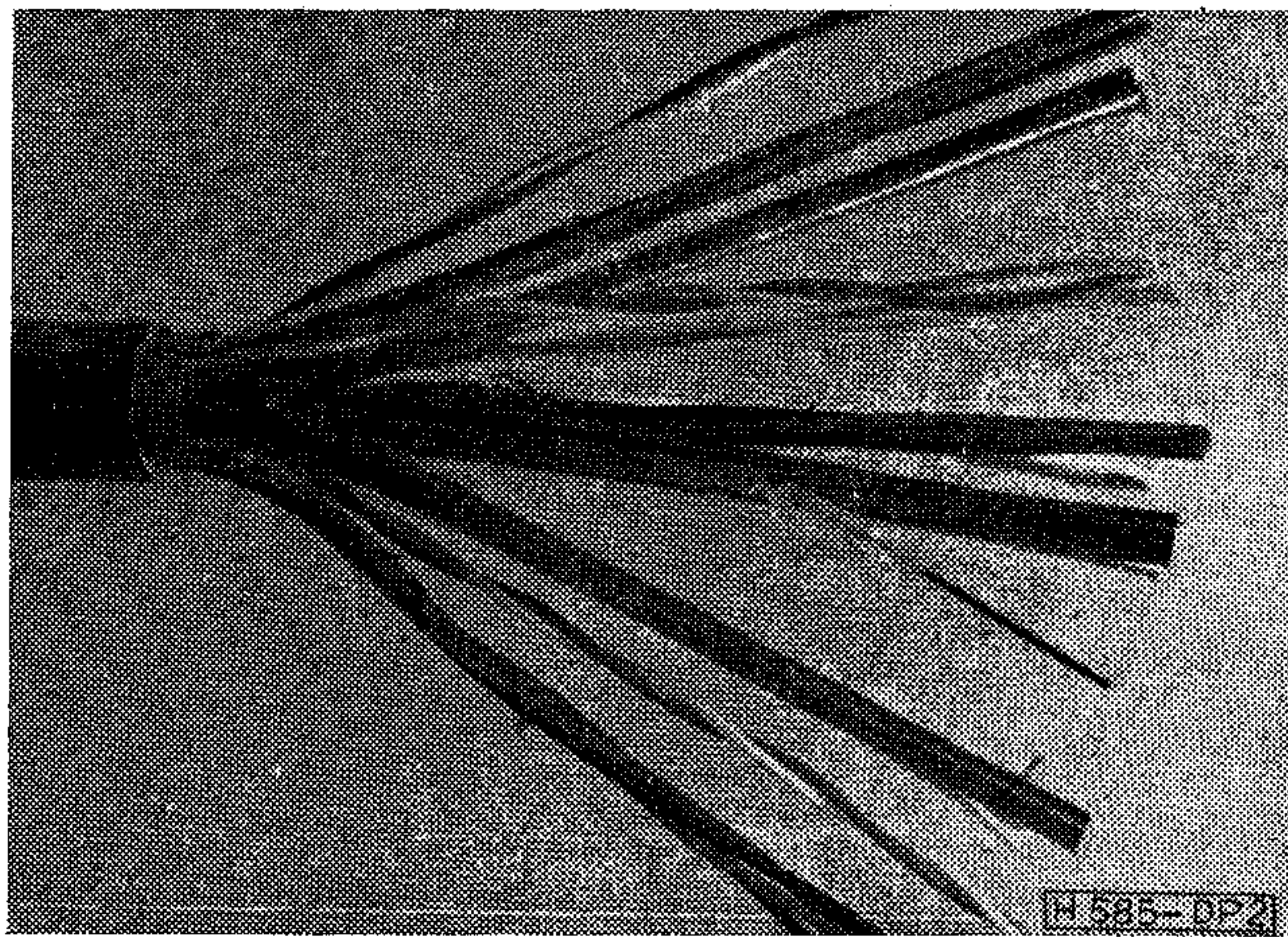
A folyampáncélos és alumíniumköpenyes kábelek névleges gyártási hossza 500 ± 15 m, az egyéb kivitelű kábeleké 1000 ± 30 m. A gyártási hosszakat a megrendelő kívánságára $8 \text{ km} \pm 20$ m-es erősítőszakaszokba soroljuk.

A kábeleket fadobokra tekercselve, zsáluzva és $0,5\text{--}1,0 \text{ kp/cm}^2$ túlnyomással szállítjuk.

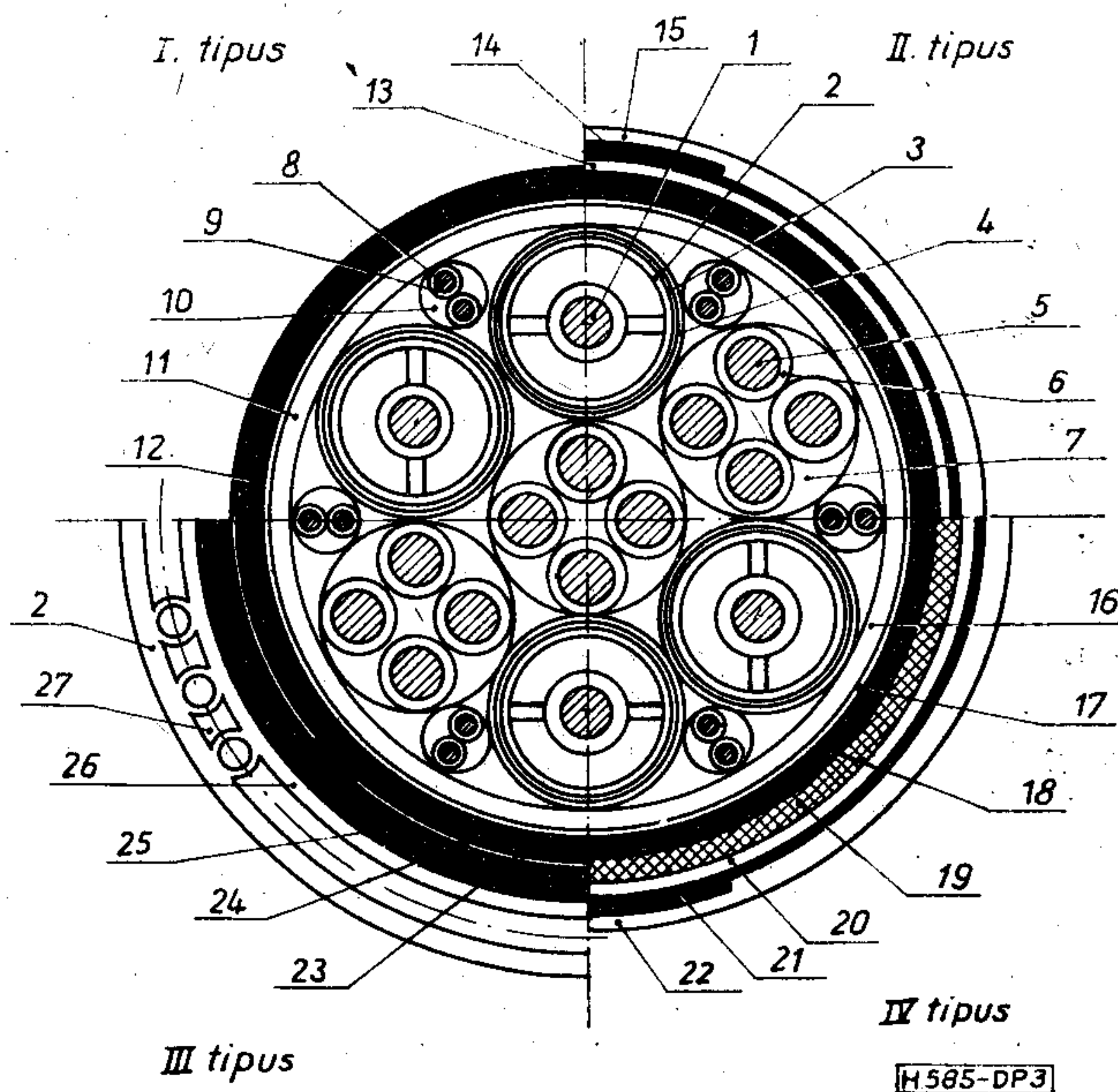
A szállítás, tárolás -40°C és $+50^\circ\text{C}$ hőmérséklet-tartományban történhet, a fektetés alsó határhőmér-

séklete -10°C . A legkisebb hajlítási sugár — mely mellett a kábel meg kell feleljen a Műszaki Feltételben rögzített követelményeknek — a kábel fémköpeny feletti átmérőjének 30-szorosa.

A továbbiakban a kábelre vonatkozó villamos paramétereket ismertetjük, melyeket a Műszaki Feltételben a CCITT ajánlásoknak megfelelően rögzítünk.



2. ábra. Sz—5 típusú, ólomköpenyes, behúzó kivitelű, kiskoaxiális kábel



3. ábra. A kábel keresztmetszete és köpenyszerkezetei

I. típus — behúzó kivitel

1 1,2 mm $\varnothing$ rézhuzal, 2 Polietilén szigetelés, 3 Rézszalag, 4 Rézzel bevont acélszalag, 5 1,2 mm $\varnothing$ rézhuzal, 6 Polietilén szigetelés, 7 Csillagnégyes, 8 0,9 mm $\varnothing$ rézhuzal, 9 Polietilén szigetelés, 10 Polietilén szigetelésű érpár, 11 Övszigetelés, 12 Ólomköpeny

II. típus — páncélos kivitel

Az 1—12 tétel azonos az I. típuséval, 13 Alsó párnázat, 14 Acélszalag páncélozás, 15 Külső burkolat

III. típus — folyampáncélos kivitel

Az 1—11 tétel azonos az I. típuséval, 23 Bordázott ólomköpeny, 24 Bitumen, 25 Sima ólomköpeny, 26 Alsó párnázat, 27 Folyampáncélzat, 28 Külső burkolat

IV. típus — villamos zavartatás ellen védett páncélos kivitel

Az 1—10 tétel azonos az I. típuséval, 16 Övszigetelés, 17 Légréz, 18 Alumíniumköpeny, 19 PVC köpeny, 20 Alsó párnázat, 21 Acélszalag páncélozás, 22 Külső burkolat

1. Koaxiális párok

1.1 Egyenáramú ellenállás

A belső vezetők egyenáramú ellenállásának névleges értéke 20 °C-on 15,72 ohm/km. A 20 °C-ra átszámított mért értékek 15,34 és 16,09 ohm/km tartományon belül kell legyenek.

1.2 Szigetelési ellenállás

20 °C-on, 500 V egyenfeszültséggel, 1 percig mért szigetelési ellenállás legkisebb értéke a koaxiális pár belső és külső vezetője között 10 000 Mohm·km kell legyen.

1.3 Üzemi kapacitás

A koaxiális párok üzemi kapacitásának névleges értéke 800 Hz frekvencián mérve 49,5 nF/km. A kábel szempontjából ez az érték nem minősít.

1.4 Áthallási csillapítás

A koaxiális kábel párpai közötti áthallási csillapítás értéke 60 kHz frekvencián mérve, 1000 méter gyártási hosszra legalább 12,2 Np (106 decibel) kell legyen.

1.5 A hullámimpedancia egyenletessége

A hullámimpedancia egyenletességét reflexiómérővel határozzák meg, 60 n sec szélességű, megközelítően sinusnégyzet függvény alakú impulzus segítségével. A reflexió tényező értéke a gyártási hosszak 100%-ára nem haladhatja meg a 0,6 ohmot, azaz a 4 ezreléket (47,8 decibel, 5,5 Np).

1.6 A végimpedancia eltérése

A végimpedancia értékeket a koaxiális párok mindkét végén mérve külön kell meghatározni. A két végén mért hullámimpedancia valós része legfeljebb 1 ohm-mal térhet el egymástól.

1.7 Hullámimpedancia

A koaxiális kábel hullámimpedanciája valós részének névleges értéke 1 MHz frekvencián 75 ohm. Ettől az értéktől megengedett max. eltérés az esetek 90%-ában ± 1 ohm, az esetek 100%-ában $\pm 1,5$ ohm.

A koaxiális párok hullámimpedanciája jellemezhető a végtelen frekvencián felvett értékkel is, amit refraktó méterrel határoznak meg. Ebben az esetben a hullámimpedancia névleges értéke 73,05 ohm, vagyis 1,95 ohm-mal kevesebb, mint az 1 MHz frekvenciára megadott érték. Ettől az értéktől kell számítani a megengedett eltérést, amely az esetek 90%-ában ± 1 ohm, 100%-ában $\pm 1,5$ ohm.

1.8 Vonal-csillapítás

A csillapítás értéke a CCITT fehér könyv G.342 ajánlásában megadott típusértéknek kell megfeleljen.

A csillapítás értékének eltérése az alábbi táblázatban megadott értéktől $\pm 3\%$ -nál több nem lehet. 10 °C-tól eltérő hőmérséklet esetén az átszámítást az alábbi képlet szerint kell végezni:

$$\frac{\text{a vonalcsillapítás mért értéke}}{1 + 0,002 \times (t - 10)}$$

Frekvencia kHz	60	100	300	500	1000	1300	1500*
csillapítási tényező mNp/km	173	207	334	426	610	690	760

* A vonalcsillapítás értéke 1500 kHz frekvenciánál mért érték.

1.9 Villamos szilárdság

A koaxiális pároknak egy percen keresztül átütés nélkül kell kibírniok 2000 V_{eff}, 50 Hz-es feszültségű (vagy 2800 V egyenfeszültségű) vizsgálatot, a koaxiális pár belső és külső vezetője között, a külső vezetők között, továbbá a koaxiális párok valamennyi külső vezetője és a szimmetrikus csillagnégyesek és párok erei között, melyek egymással és a kábel földelt fémköpenyével összekötöttek.

2. Polietilén-szigetelésű csillagnégyes

2.1 Egyenáramú ellenállás

A vezetők egyenáramú ellenállása 20 °C-on mérve nem haladhatja meg a 16,02 ohm/km-t.

2.2 Az egyenáramú ellenállás különbsége

Az egyenáramú ellenállásérték különbsége a kábel bármely párjának két ere között, bármely gyártási hosszánál nem haladhatja meg a 0,8 ohm/km értéket.

2.3 Szigetelési ellenállás

Bármely ér szigetelési ellenállása a koaxiális pár árnyékolásával, valamint a fémköpennyel összekötött többi érhez viszonyítva 20 °C-on, 500 V egyenfeszültséggel 1 percen keresztül mérve, legalább 10 000 Mohm·km legyen.

2.4 Üzemi kapacitás

Az érpárok 800 Hz frekvencián mért üzemi kapacitásának névleges értéke 43 nF/km.

Az üzemi kapacitás névleges értékétől való eltérése nem haladhatja meg a ± 3 nF/km-t.

2.5 Villamos szilárdság

A csillagnégyesek átütés nélkül 1 percen keresztül ki kell bírják a 2000 V vizsgálati egyenfeszültséget (vagy 1400 V, 50 Hz váltófeszültséget), valamennyi egymással összekötött „a” és „b” ér, valamennyi egymással összekötött „c” és „d” érhez képest. Az 1,2 mm Ø-jú erek szigetelése a fémköpennyel összekötött többi érhez és a koaxiális pár külső vezetőihez viszonyítva — átütés nélkül — egy percen keresztül

ki kell bírjon 2000 V, 50 Hz-es vizsgáló feszültséget (vagy 2800 V egyenfeszültséget).

2.6 Hullámellenállás

A polietilén-szigetelésű csillagnégyes hullámellenállásának tájékoztató értékét a frekvencia függvényében az alábbi táblázat ismerteti. Ezek az előírások nem minőségi ismérvek.

Frekvencia	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5,0
Z (Ohm)	612	475	377	338	280	245	223	207	197	174

2.7 Vonalcsillapítás

A polietilén-szigetelésű csillagnégyes vonalcsillapításának tájékoztató értékét a frekvencia függvényében az alábbi táblázat ismerteti. Ezek az előírások nem minőségi ismérvek.

Frekvencia Hz	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,4	5,0
Csillapítási tényező mN/km	33,6	42,7	52,6	57,9	68,4	76,0	82,0	86,8	90,0	99,0

2.8 Kapacitív csatolások

1000 m gyártási hosszúságú kábelben 800 Hz frekvencián mért négyesen belüli kapacitív csatolás értéke nem haladhatja meg a 420 pF-ot. Ha a kábel gyártási hossza 1000 m-nél kevesebb, a kapacitív csatolás értéke $\sqrt{L/1000} \times 420$ pF lehet.

3. Polietilén-szigetelésű érpárok

3.1 Egyenáramú ellenállás

Szimmetrikus párok hurokellenállása 20 °C-on mérve nem haladhatja meg az 57 ohm/km értéket.

3.2 Szigetelési ellenállás

Bármely ér szigetelési ellenállása a koaxiális párok árnyékolásával és a fémköpennyel összekötött összes többi érhez viszonyítva 20 °C-on, 500 V vizsgálati egyenfeszültséggel 1 percen keresztül mérve legalább 10 000 Mohmkm kell legyen.

3.3 Villamos szilárdság

A polietilén-szigetelésű érpárok 1 percen keresztül átütés nélkül ki kell bírják az 1000 V egyenfeszültségű szilárdsági vizsgálatot az „a” és a „b” erek között. Bármely 0,9 mm Ø-jű ér szigetelése a fémköpennyel összekötött többi érhez és a koaxiális párok külső vezetőihez viszonyítva 1 percen keresztül átütés nélkül kell kibírják az 50 Hz-es, 2000 V_{eff} vizsgálati feszültséget (vagy a 2800 V egyenfeszültséget).

3.4 Hullámellenállás

Polietilén-szigetelésű szimmetrikus párok hullámellenállásának tájékoztató értékét a frekvencia függvényében az alábbi táblázat ismerteti. Ezek az előírások nem minőségi jellemzők.

Frekvencia kHz	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,5	3,0	3,4	5,0
Z (Ohm)	753	584	463	420	340	295	242,5	229,2	191

3.5 Vonalcsillapítás

Polietilénszigetelésű szimmetrikus párok vonalcsillapításának tájékoztató értékét az alábbi táblázat ismerteti. Ezek az előírások nem minőségi jellemzők.

Frekvencia kHz	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,00	3,4	5,0
Csillapítási tényező mhp/km	52	63	78	86	103	118	129	140	145	169

3.6 Üzemi kapacitás

A szimmetrikus párok üzemi kapacitásának névleges értéke 800 Hz frekvencián mérve 45 nF/km legyen. Az üzemi kapacitás névleges értékétől megengedett eltérése maximum ± 4 nF/km lehet.

Minőségi értékelés

A gyártás egyenletességének és megbízhatóságának, valamint a gyártott kábelek minőségi színvonalának vizsgálatához az 1977. I. félévben elkészült kábelek elektromos paramétereit elemeztük. A vizsgálat tárgyát 135 db, összesen 129 902 m mennyiségű, ólomköpenyes, páncélos kábel képezte.

A kábelek gyártási hosszainak megoszlása az alábbiak szerint alakult:

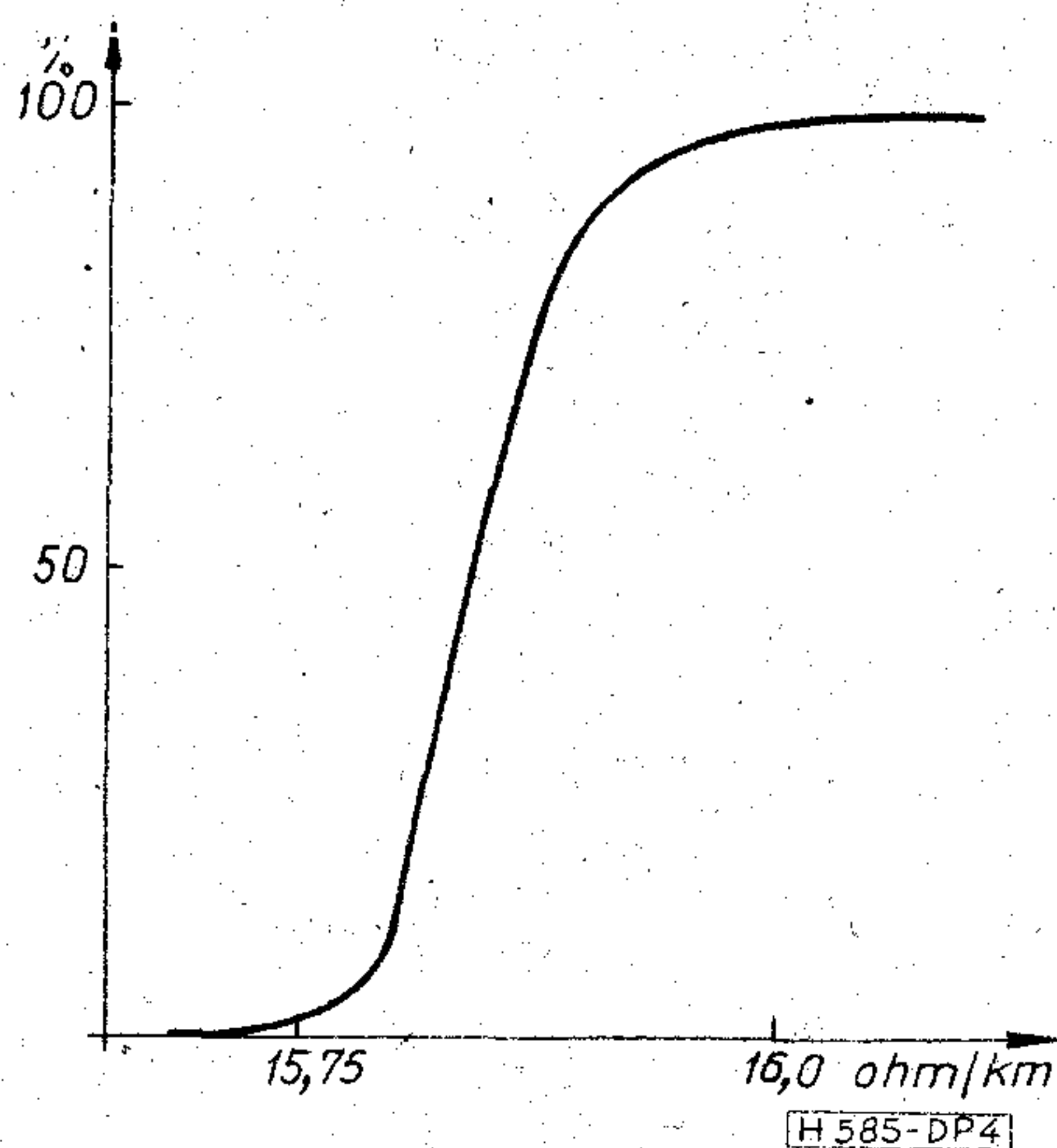
Előírás		Gyártási adatok	
Hossz m	Átadható a teljes mennyiség %-ában	Mennyiség m	A teljes mennyiség %-ában
1000 ± 15	70	120 125	92,5
970—330	20	9 492	7,3
330—100	10	285	0,2

A minőségi elemzés során — a darabvizsgálat szerint minden egyes gyártási hosszon megméréndő — legfontosabb jellemzőkre a következő eredményeket kaptuk:

4. 12/4,4 mm méretű kiskoaxiális párok

4.1 A belső vezető egyenáramú ellenállása

Előírás: A mért értékek 15,34—16,09 ohm/km határok között kell legyenek.



4. ábra. A koaxiális párok belső vezetője egyenáramú ellenállásának értékei

A vizsgált adatok száma 540 db volt, a mért minimum: 15,71 ohm/km; maximum: 16,09 ohm/km.

Az értékek eloszlását a 4. ábra szemlélteti. A görbe alapján megállapítható, hogy a tényleges mérési adatok az engedélyezett tűrésmezőnek csak 50%-át használják ki.

4.2 Hullámimpedancia-egyenletesség

Előírás: bármely koaxiális párra a maximálisan megengedhető érték 0,6 ohm, azaz 4 ezrelék.

A mért adatok eloszlása az 5. ábrán látható. Az eloszlási görbe alapján a mért értékek 89,4%-a 0,3 ohm-nál, vagyis 2 ezreléknél; 99,6%-a 0,45 ohm-nál, azaz 3 ezreléknél alacsonyabb volt.

A vizsgált 540 mérési értékből mindössze 2 db volt 0,45 ohm-nál magasabb.

4.3 Végimpedancia-értékek

Előírás: a mért értékek 90%-a $75 \pm 1,0$ ohm, 100%-a $75 \pm 1,5$ ohm kell legyen.

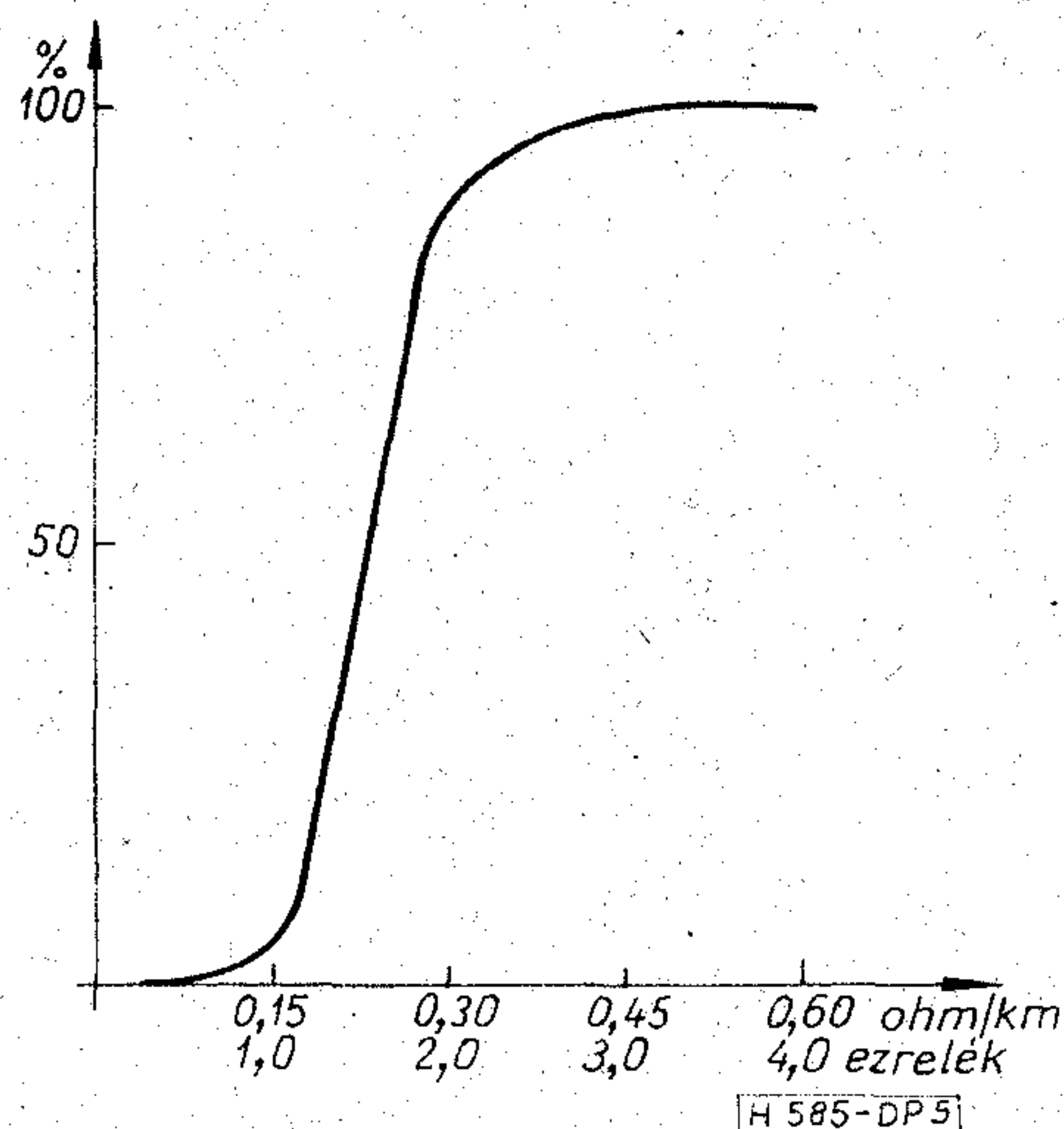
Az eloszlási görbét a 6. ábra szemlélteti. Az 1080 db mérési eredményből a $\pm 1,0$ ohmos tűrést egyetlen adat sem haladta meg.

A mért minimum 74,60 ohm, a maximum 75,95 ohm volt, az értékek 64,4%-ánál a névleges értéktől való eltérés 0,4 ohmnál kevesebb.

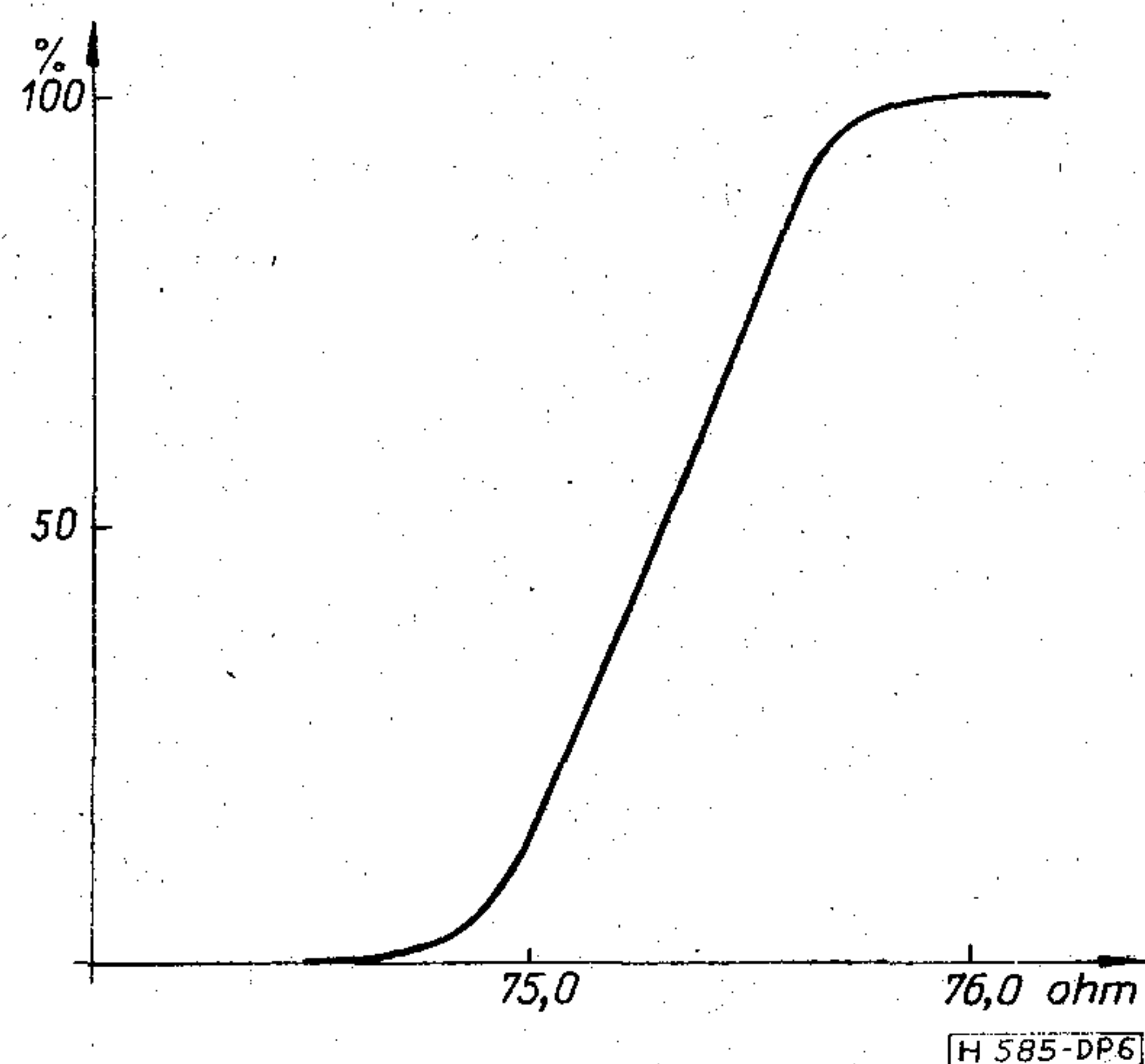
4.4 Végimpedancia eltérése

Előírás: a koaxiális pár két végén mért impedancia eltérése maximum 1,0 ohm lehet.

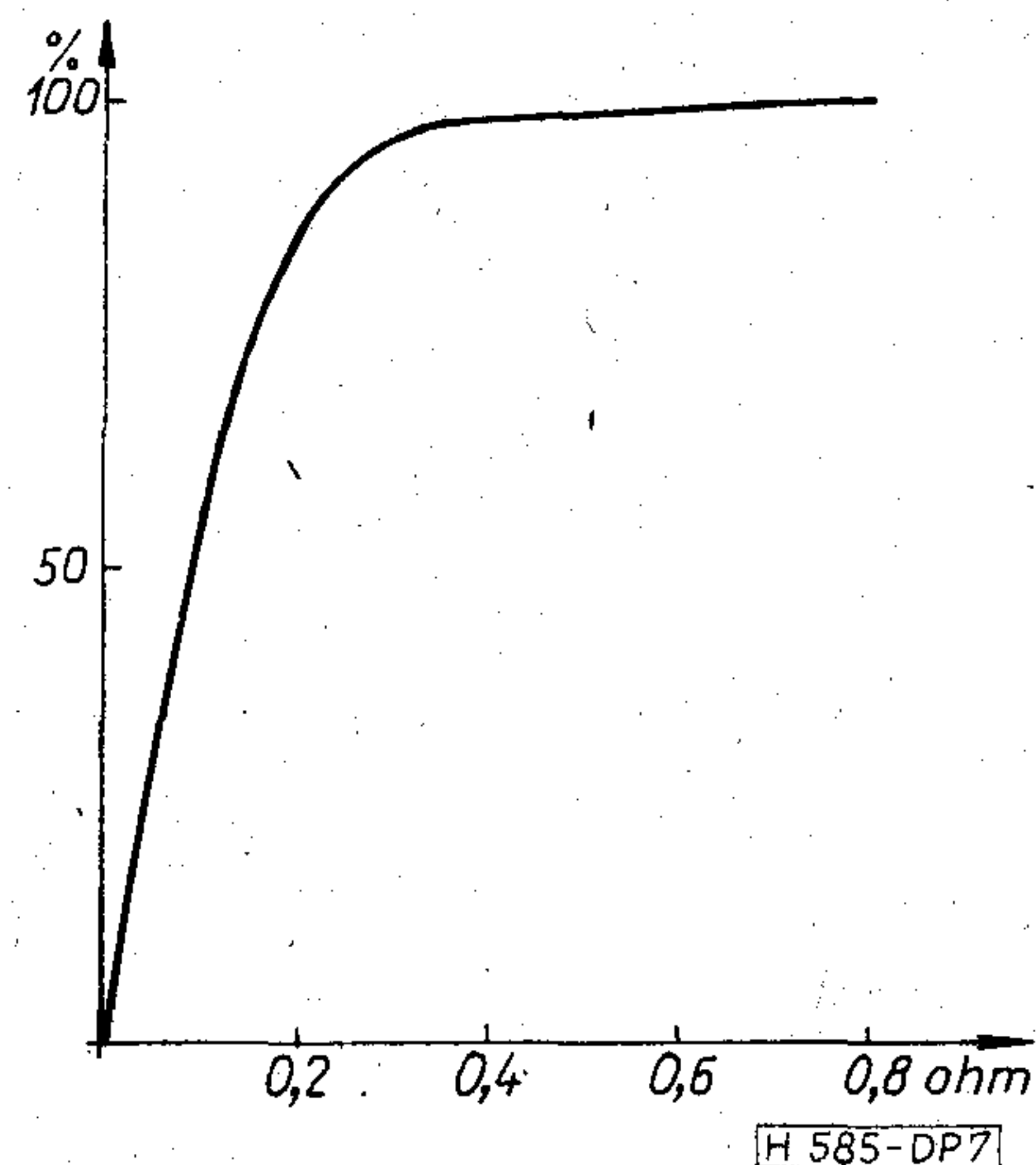
A mért adatok eloszlása a 7. ábrán látható. A vizsgált adatok 99,6%-ánál a végimpedanciák eltérése 0,5 ohm-nál kevesebb, a maximális érték 0,71 ohm volt.



5. ábra. A koaxiális párok hullámimpedancia egyenletességének értékei



6. ábra. Koaxiális pár végimpedancia értékei



7. ábra. Koaxiális pár végimpedancia eltérések értékei

5. Polietilén-szigetelésű csillagnégyesek

5.1 A vezetők egyenáramú ellenállása

Előírás: a maximálisan megengedhető érték 16,02 ohm/km.

A mérési adatok eloszlása a 8. ábrán látható.

A mért minimum: 14,87 ohm/km;

maximum: 15,97 ohm/km.

5.2 Egyenáramú ellenállás különbsége

Előírás: egy áramkört alkotó két érre maximum 0,8 ohm/km.

Az eloszlási görbe (9. ábra) alapján megállapítható, hogy az eltérés a mérési adatok 95,9%-ánál 0,4 ohm/km értéknél kisebb, a mért maximum 0,65 ohm/km volt.

5.3 Üzemi kapacitás

Előírás: az érpárok üzemi kapacitása 43 ± 3 nF/km lehet.

Az értékek eloszlása a 10. ábrán látható.

A mérési adatok 94,2%-a a ± 2 nF/km tűréshatáron belül helyezkedik el.

6. Polietilén-szigetelésű párok

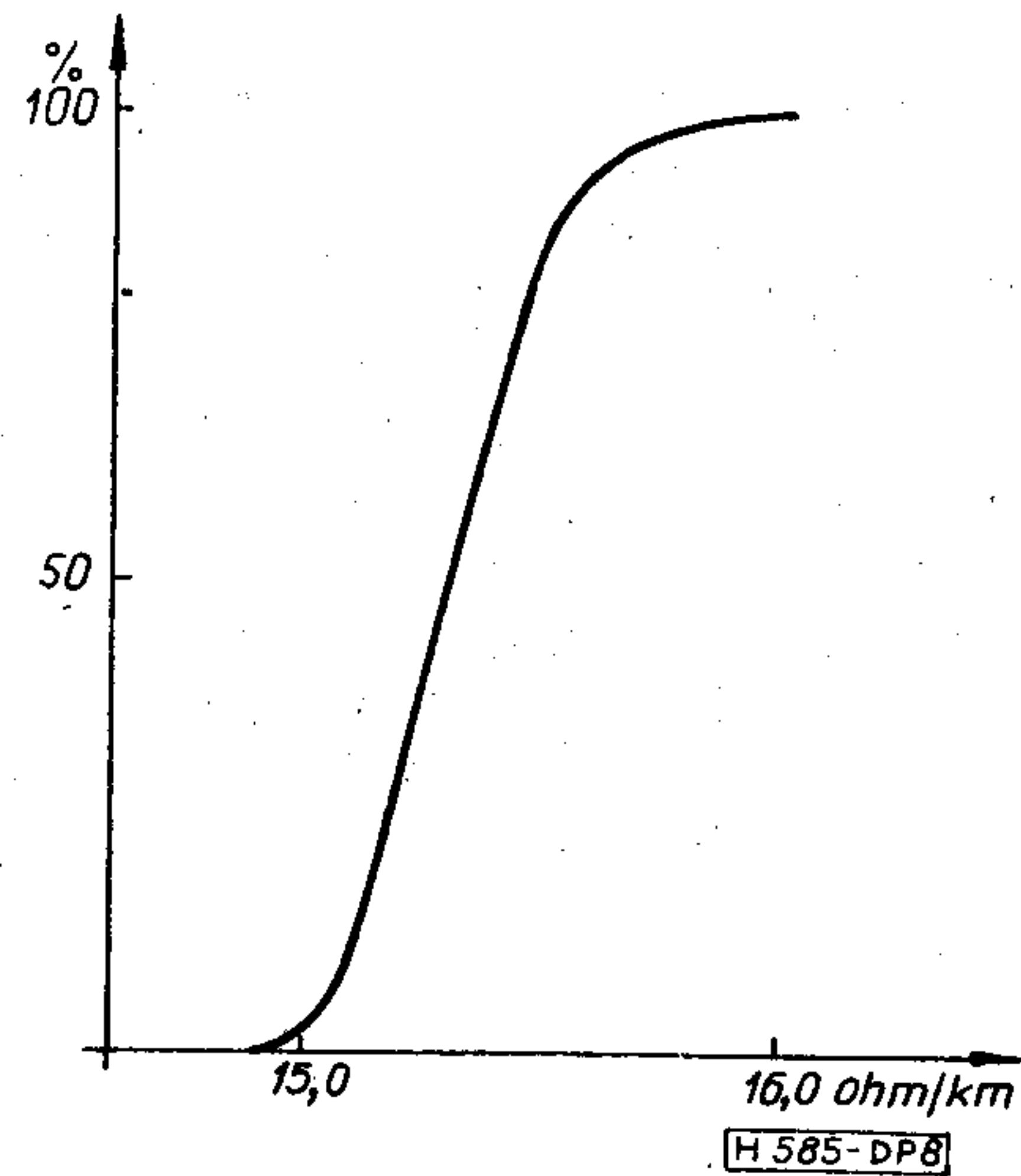
6.1 Egyenáramú ellenállás

Előírás: a párok hurokellenállása 57 ohm/km-nél nagyobb nem lehet.

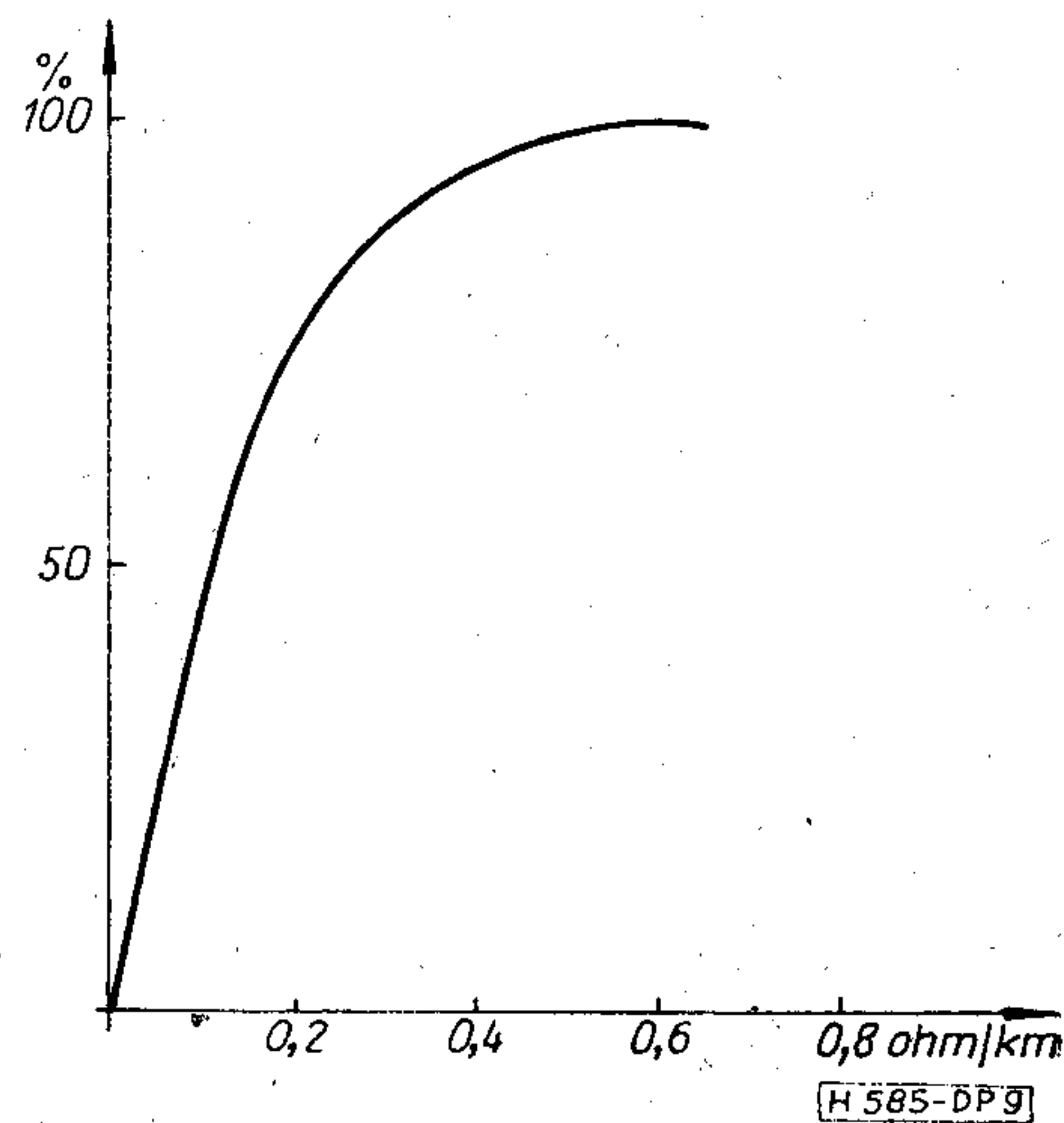
Az eloszlási görbét a 11. ábra szemlélteti, az előírást valamennyi mért érték teljesíti.

6.2 Üzemi kapacitás

Előírás: a párok üzemi kapacitásának értéke 45 ± 4 nF/km lehet.

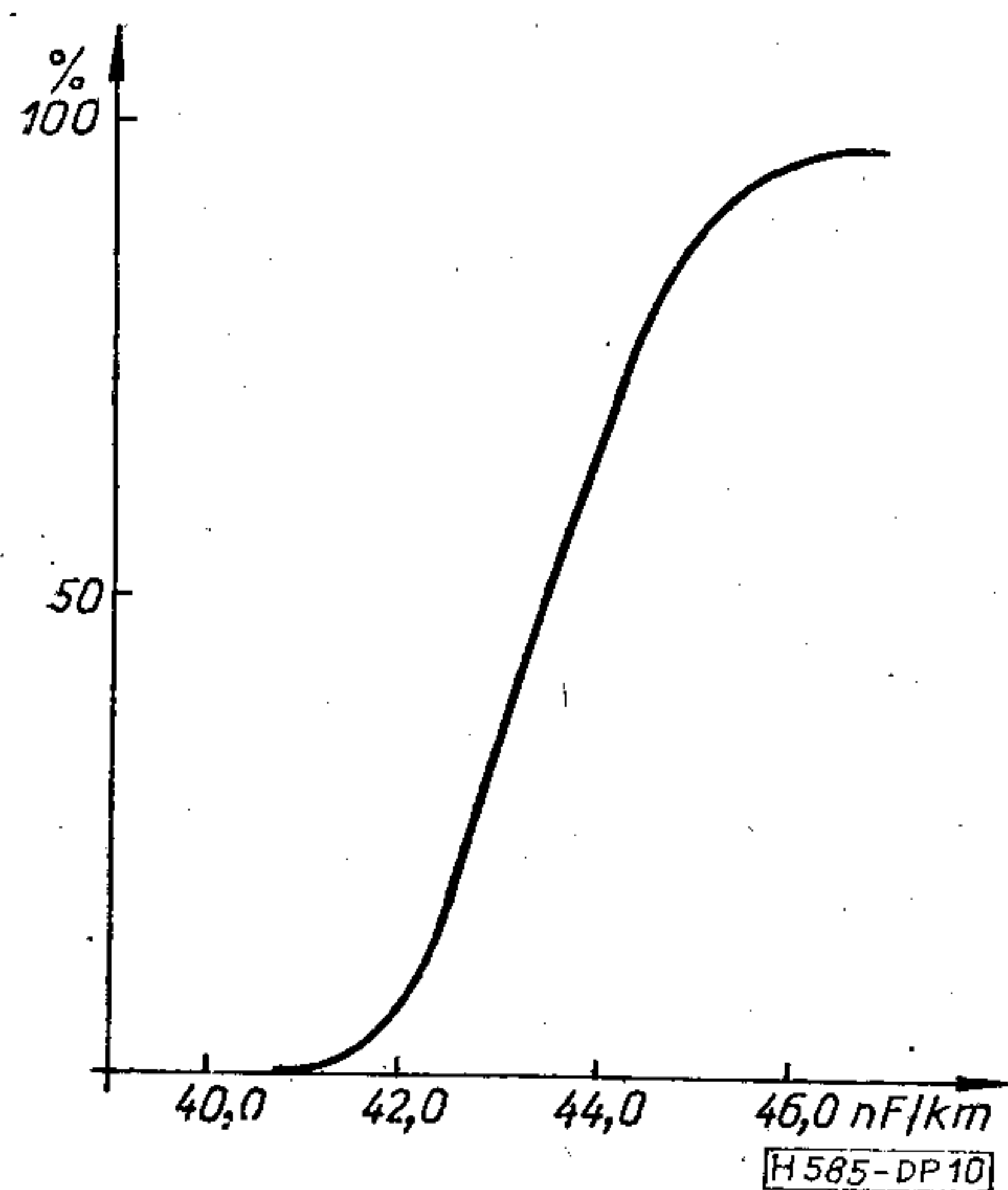


8. ábra. Csillagnégyesek vezetője egyenáramú ellenállásának értéke

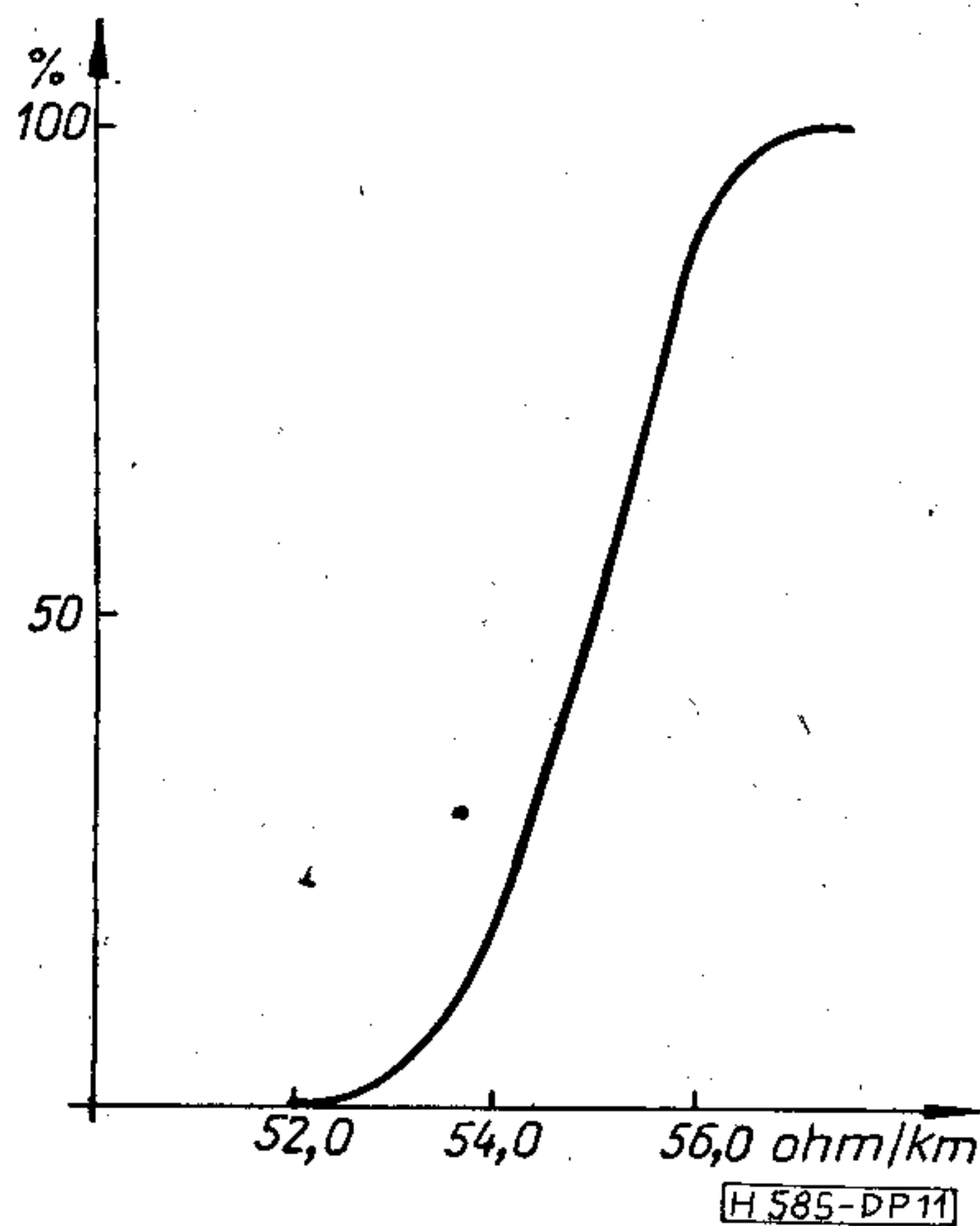


9. ábra. Csillagnégyes párjainak egyenáramú ellenállás-különbsége

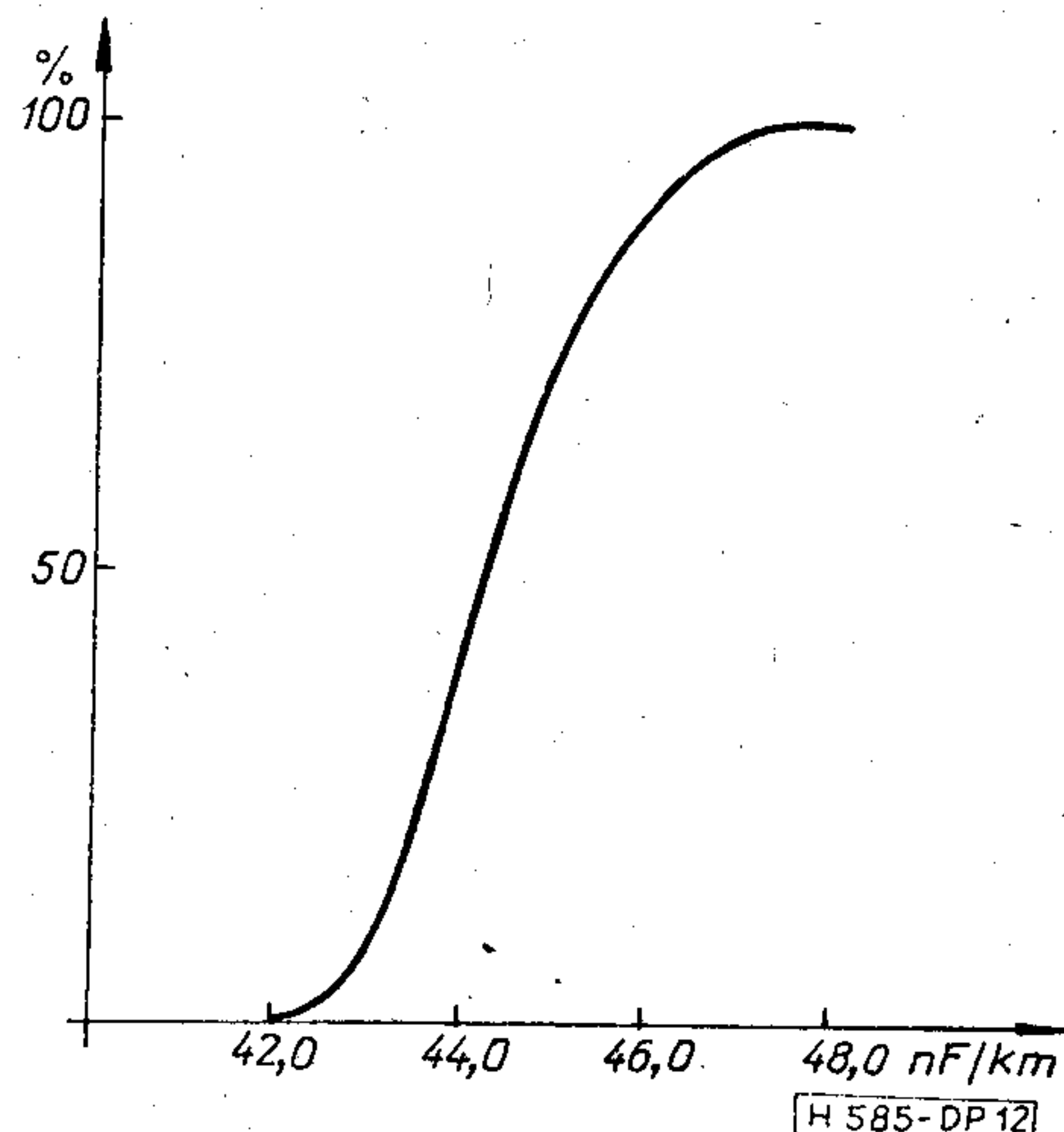
Az eloszlási görbe a 12. ábrán látható. A mért 810 értékből mindössze 3 db lépi túl a ± 3 nF/km tűrést.



10. ábra. Csillagnégyesek üzemi kapacitásának értékei



11. ábra. Szimmetrikus párok vezetőinek egyenáramú ellenállási értékei



12. ábra. Szimmetrikus párok üzemi kapacitásának értékei

Koaxiális párok jellemzőinek összehasonlító táblázata

Jellemző megnevezése	CCITT	Ajánlás	MKM—MF 23 821—76	Tényleges mérési adatok
	300 csatorna	960 csatorna		
Végimpedancia értékek				
Névleges érték, ohm	75,0	75,0	75,0	—
A névleges értéktől megengedett eltérés, ohm				
90%-ra	—	—	1,0	0,64
100%-ra	1,5	1,0	1,5	1,0
Végimpedanciák maximális eltérése, ohm	1,0	1,0	1,0	0,71
Hullámimpedancia egyenletesség, ‰				
80%-ra	—	2,0	—	2,0
100%-ra	5,5	4,0	4,0	4,0

Összehasonlításként vizsgáljuk meg a CCITT nemzetközi ajánlás és az MKM Műszaki Feltétel előírásainak, valamint a gyártott kábelek tényleges mérési adatainak viszonyát.

Az 1. összehasonlító táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a szállított kábelek teljesítik a CCITT ajánlás szerint 960 csatorna átvitelére alkalmas kábelekre vonatkozó előírásokat.

A kiskoaxiális kábelekből épített rendszerek legfontosabb előnyeit az alábbiakban foglalhatjuk össze:

— Kiváló elektromos paraméterekkel rendelkeznek, az áramkörök egymás és a külső zavaró hatá-

sokkal szemben sokkal jobban védettek, mint a szimmetrikus kábelek.

— Kitűnő átviteltechnikai tulajdonságaik következtében nagy távolságon, nagyszámú információ gyors és megbízható továbbítására alkalmasak.

— Szerkezeti kialakításuk és az alkalmazott túlnyomósos védelem folytán fokozott üzembiztonsággal rendelkeznek, az esetleges kábelsérülés helye gyorsan, pontosan meghatározható. A vízzárást biztosító ballonszigetelés vízbehatolás esetén a hiba helyét lokalizálja, és a hiba kijavításának időtartama alatt részleges üzemeltetést is lehetővé tesz.

— A gyártási hosszak egyenletes elektromos paraméterei lehetővé teszik a hibás kábelszakaszok könnyű kicserélését.

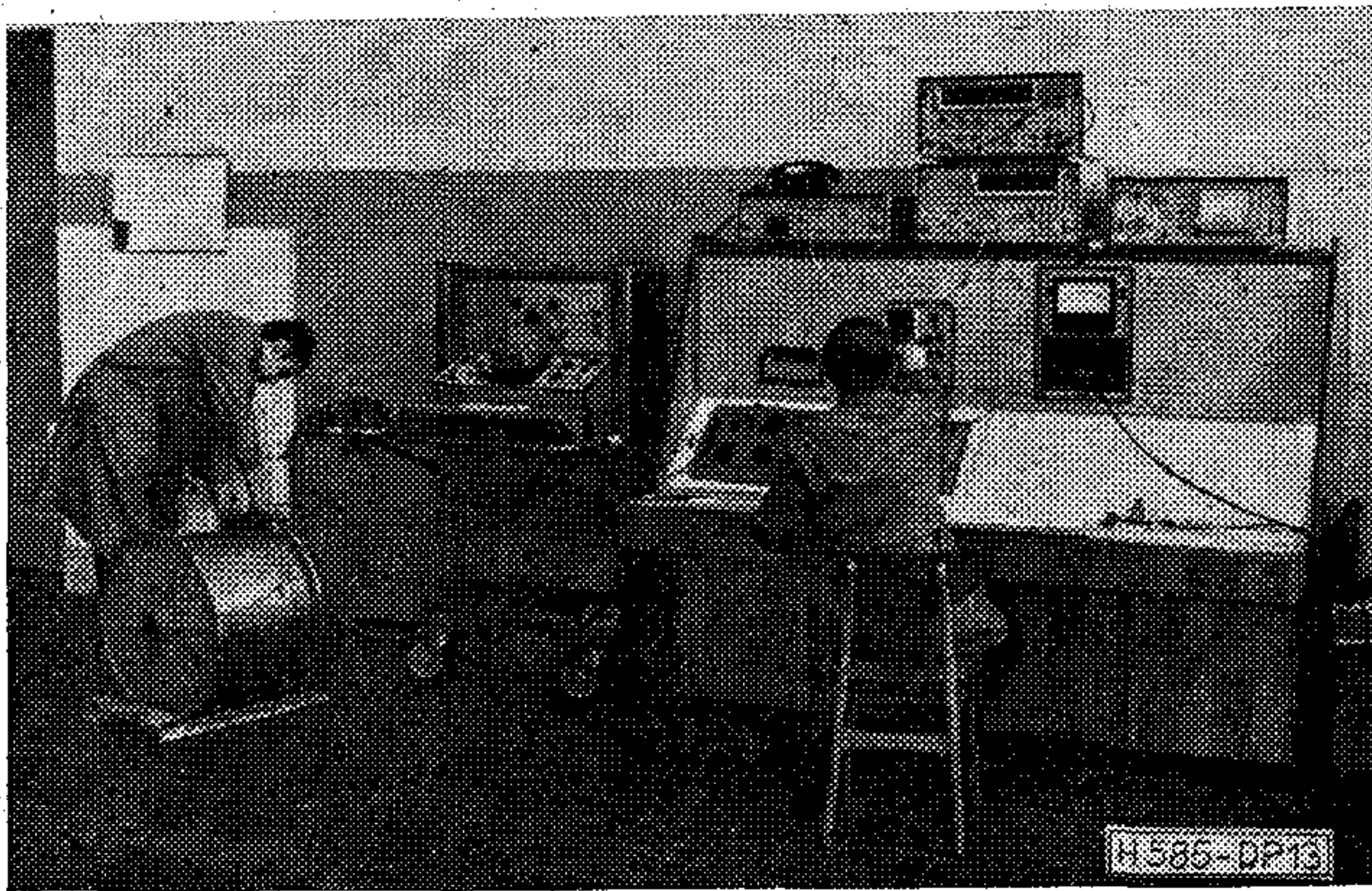
— A kábel nagy termelékenységgű, gépi módszerrel fektethető, a fellépő igénybevételnek megfelelő mechanikai szilárdsággal rendelkezik.

— Alkalmazása rendkívül gazdaságos.

Egy komplex hírközlő vonal építési költségének 60%-át általában a kábelre jutó költségek alkotják. A minőségi jellemzők alapján megállapítható, hogy a szállítandó kiskoaxiális kábelekkel épített vonal kapacitása a későbbiek során, kábelcsere nélkül, 300 csatornáról 960 csatornára bővíthető.

IRODALOM

- [1] Grodnyev: Hírközlőkábelek
[2] MKM MF 23 821—76. Műszaki Feltétel



13. ábra. Koaxiális párok gyártásközi ellenőrzése

Alumíniumvezetőjű kiskoaxiális kábel

ETO 621.315.212:669.717

Az alumínium kábelipari alkalmazása hazánkban az 1940-es években indult meg, és azóta egyre elterjedtebb felhasználása tapasztalható a kábelgyártás számos területén, így például vezető, árnyékoló és köpenyanyagként egyaránt megtalálható.

A kezdetben pótanyagként szereplő alumínium csakhamar a kábelgyártás egyik elsőrendű fontosságú alapanyaga lett, mivel a felhasználás során rendkívül értékes tulajdonságai mutatkoztak meg, mint például:

- kis fajsúlyú anyag, ennek eredményeként az alumíniumerű és köpenyű kábelek súlya lényegesen kisebb, mint az azonos rendeltetésű rézerű, ólomköpenyű kábeleké,
- ára lényegesen kisebb egyéb, azonos célra felhasználható fémekénél,
- rezgésekkel szemben ellenálló, így például az alumíniumköpenyű kábelek élettartama rezgéseknek kitett helyeken lényegesen nagyobb, mint az ólomköpenyű kábeleké,
- árnyékoló hatása igen kedvező, a kábeleket a külső zavaró hatásokkal szemben hatékonyan védi.

Az alumínium kedvező fizikai és elektromos tulajdonságai és nem utolsósorban alkalmazásának gazdasági előnyei alapján felhasználást nyert a hírközlőkábelek gyártásánál is, és éppen ez volt az a terület, ahol a különleges követelmények között előnyös tulajdonságai legteljesebb mértékben megmutatkoztak.

Napjainkban az alumíniumvezetőjű és alumíniumköpenyű kábelekkel a helyi kábelek mellett találkozhatunk a nagyobb minőségi követelményeket is kielégítő, nagy távolságú összeköttetéseket biztosító körzeti és távkábeleknél is.

Az itt szerzett kedvező gyártási és üzemeltetési tapasztalatok alapján vetődött fel az alumínium alkalmazásának gondolata a hírközlőkábelek legigényesebb fajtájának, a kiskoaxiális kábelek gyártásának területén.

Mint ismeretes, a kiskoaxiális kábelek rendkívül széles frekvenciasáv átvitelére alkalmasak, így a belőlük épített rendszerek kihasználtsága jobb, üzemeltetése gazdaságosabb, mint a szimmetrikus kábeleké.

Természetesen a kis energiájú jelek nagy távolságon való torzításmentes továbbítása mellett az átvendő jelek számának növelése különleges követelményeket támaszt a kábel konstrukciós kialakításával és gyártástechnológiájával szemben.

A továbbiakban egy alumínium belső, alumínium külső vezetőjű, kombinált — polietilén cső-tárcsa — szigetelésű kiskoaxiális kábel szerkezeti kialakítására vonatkozó elméleti számításokat ismertetjük.

A kiskoaxiális pár szerkezetének elvi rajzát az 1. ábra mutatja.

Általánosságban a kiskoaxiális párokat az alábbiakban feltüntetett alapadatokkal jellemezhetjük:

- d — a belső vezető külső átmérője,
- D — a külső vezető belső átmérője,
- ϵ_e — a komplex dielektrikum eredő dielektromos állandója,
- C — üzemi kapacitás,
- Z — hullámimpedancia megadott frekvencián,
- α — csillapítás megadott frekvencián.

Mivel a fenti jellemzőkből a hullámimpedancia és a csillapítás értéke frekvenciafüggő, ezért ezeket 1 MHz frekvencián vesszük tekintetbe.

Az alapvető jellemzők között három olyan összefüggés áll fenn, amelyek alkalmazásával a kiskoaxiális párt tökéletesen definiálhatjuk, és pedig:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_e}} \cdot \ln \frac{D}{d} \text{ [ohm]},$$

$$C = \frac{\epsilon_e}{18 \ln \frac{D}{d}} \cdot 10^{-3} \text{ [N/km]},$$

$$\alpha = \frac{R}{2Z} \text{ [nF/km]}.$$

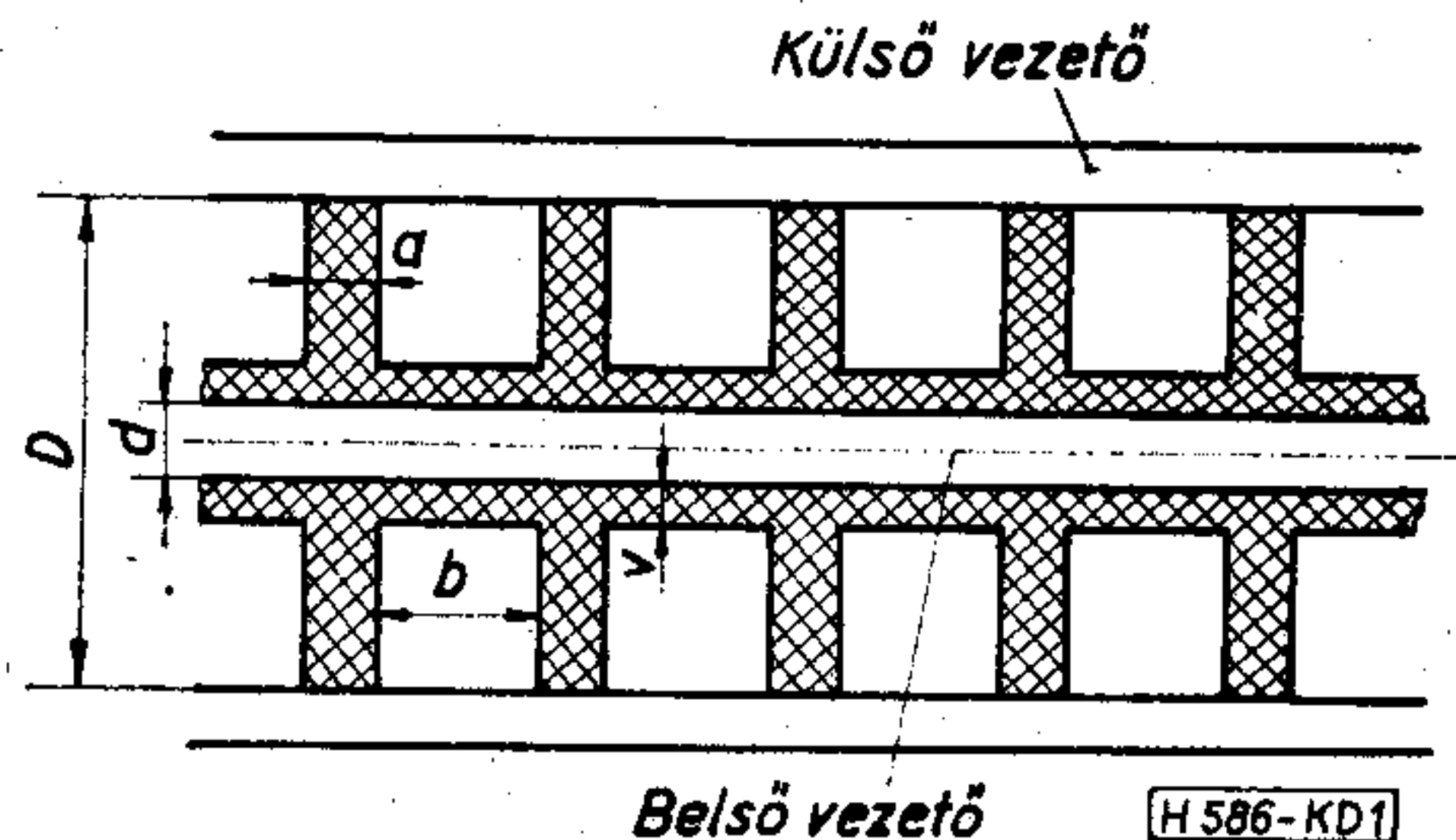
Tekintettel arra, hogy az R ellenállás értéke a kiskoaxiális pár méretének (D, d) ismeretében számítható, a méretezés alapjául szolgáló képletekben csupán három független mennyiség marad, amelyekből tetszés szerint — a kitűzött célnak legmegfelelőbbben — előre megválasztható:

- a kiskoaxiális pár mérete és az elektromos paraméterek értéke.

Az általunk kiválasztott szigeteléstípus és gyártási módszer kialakításánál a szigetelésre vonatkozóan az alábbi követelményeket vettük figyelembe:

- a kiskoaxiális pár hossz- és keresztirányú vízzárásának biztosítása;
- a belső és külső vezető koncentrikussága;
- kis dielektromos állandó elérése.

Ezeket a feltételeket a kombinált cső-tárcsa-szigetelés maradéktalanul teljesíti.



1. ábra. Vázlat a számításhoz

A koaxiális pár méretezése

A méretezés célja a szigetelés geometriai adatainak meghatározása, amelynek során az alábbiak szerint jártunk el:

1. A koaxiális pár típusának kiválasztásánál célszerűnek láttuk, hogy alapadatként a nemzetközi és hazai gyártásban kialakult típusmérettel megegyezően, a koaxiális pár belső vezetőjének külső átmérőjét és a külső vezető belső átmérőjét

$$d = 1,2 \text{ mm-re és}$$

$$D = 4,4 \text{ mm-re válasszuk.}$$

2. Tekintettel arra, hogy a hullámimpedancia értéke gyakorlatilag független a vezető anyagától, ezért számításainkban ennek alaképletéből indulunk ki, és értékét 1 MHz frekvencián

$$Z = 75,0 \text{ ohm-ra vettük.}$$

3. A szigetelés geometriai adatainak meghatározásához első lépésként a komplex dielektrikum eredő dielektromos állandójának biztosítandó értékét számítjuk és

$$\epsilon_e = \left(\frac{60}{Z} \cdot \ln \frac{4,4}{1,2} \right)^2 = 1,08 \text{ értéket kapunk.}$$

Az eredő dielektromos állandó értékét a külső és belső vezető közötti teret kitöltő levegő és dielektrikum (polietilén) térfogataránya határozza meg.

Tekintettel arra, hogy az általunk alkalmazott szigetelés, a cső-tárcsa kombináció elemi részei a vezető mentén periodikusan ismétlődnek, a számítást elegendő egységnyi hosszra elvégezni, tehát a térfogatarányok helyett a területarányokkal számolhatunk.

A komplex dielektrikum eredő dielektromos állandója:

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_1 \cdot Q_1 + \epsilon_d \cdot Q_d}{Q_1 + Q_d}.$$

A mellékelt vázlat jelöléseinek alkalmazásával a képlet az alábbiak szerint átalakítható:

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_1 b(D - 2v) + \epsilon_d(a \cdot D + 2 \cdot v \cdot b)}{D(a + b)},$$

amiből a tárcsák távolságát kifejezve a következő összefüggést kapjuk:

$$b = \frac{D \cdot a(\epsilon_d - \epsilon_e)}{D(\epsilon_e + \epsilon_1) - 2 \cdot v(\epsilon_d - \epsilon_1)}.$$

Az előzőekben meghatározott szám adatok behelyettesítésével a tárcsaszélesség függvényében a szigetelés geometriai adatai:

a) $v = 0,1 \text{ mm és}$
 $a = 1,0 \text{ mm esetén}$

$$b = \frac{4,4 \cdot 1,0(2,3 - 1,08)}{4,4(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(2,3 - 1,0)},$$

$$b = 58,3 \text{ mm.}$$

b) $v = 0,1 \text{ mm,}$
 $a = 0,8 \text{ mm,}$
 $b = 46,6 \text{ mm.}$

Tekintettel arra, hogy az ismertett szigeteléstípus mechanikai stabilitására vonatkozóan gyártási ta-

pasztalatok nincsenek, azért számításainkat egy, a hagyományostól eltérő, 1,83/6,7 mm méretű koaxiális párra is elvégeztük, és az eredményeket az alábbiakban ismertetjük.

1. A felvett alapadatok:

$$d = 1,83 \text{ mm,}$$

$$D = 6,70 \text{ mm,}$$

$$Z = 75,0 \text{ ohm.}$$

2. Az eredő dielektromos állandó értéke, mivel a D/d viszony nem változott, az előzőek szerinti

$$\epsilon_e = 1,08.$$

3. A szigetelés geometriai adatainak meghatározása:

a) $v = 0,1 \text{ mm,}$

$$a = 1,0 \text{ mm,}$$

$$b = \frac{6,7 \cdot 1,0(2,3 - 1,08)}{6,7(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(2,3 - 1,0)},$$

$$b = 29,6 \text{ mm.}$$

b) $v = 0,1 \text{ mm,}$

$$a = 0,8 \text{ mm,}$$

$$b = 23,7 \text{ mm.}$$

Tömör polietiléntől eltérő szigetelőanyag (pl. habosított polietilén) alkalmazása esetén a koaxiális pár mechanikai stabilitása, méretegyenletessége fokozható.

A habosított polietilén alkalmazásától várható eredményekhez vizsgáljuk meg, hogy a szigetelőanyag dielektromos állandójának (ϵ_d) változása milyen módon befolyásolja a szigetelés geometriai méreteit.

Ha: $v = 0,1 \text{ mm,}$

$$a = 0,8 \text{ mm,}$$

$$\epsilon_d = 1,8,$$

$$D = 4,4 \text{ mm,}$$

$$b = \frac{4,4 \cdot 0,8(1,8 - 1,0)}{4,4(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(1,8 - 1,0)},$$

$$b = \frac{2,816}{0,352 - 0,16} = \frac{2,816}{0,192} = 14,7 \text{ mm}$$

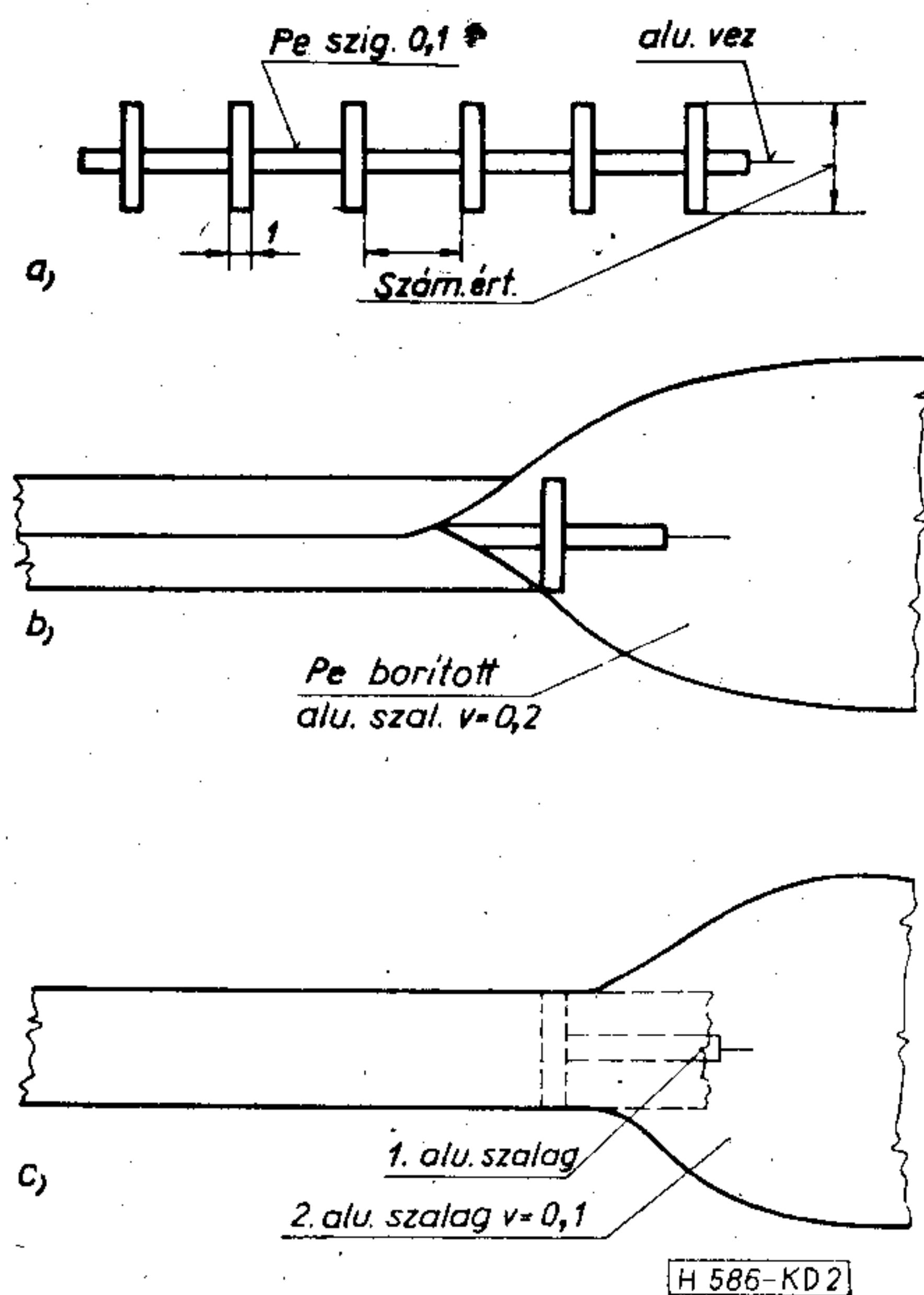
a tömör polietilénnél számított 46,6 mm-rel szemben.

Mint látható, a habosított polietilénnel történő gyártás megközelítőleg azonos szerkezetet biztosítana, mint a hagyományos gyártás, azzal a különbséggel, hogy a gyártás teljesen alumínium szerkezetű, amely ezen a területen új eljárásnak tekinthető.

A koaxiális párok elméleti számításával kapcsolatos kérdések után a szerkezeti kialakítás, és az egyes gyártástechnológiai kérdések ismertetésével kívánunk foglalkozni.

Az 1. ábrán bemutatott különleges kialakítású szigetelés a külső és belső vezetők között pontos távolságtartást biztosít, a külső vezető a tárcsákon fekszik fel, így koncentrikus elhelyezkedése a belső vezetőhöz képest biztosított.

A koaxiális pár belső vezetője egy folyamatos polietilén cső szigetelést kap — a tárcsák sajtolása a tömlőzéssel egyidejűleg történik —, így a pár keresztirányú vízzárása is biztosított.



2. ábra. Az ér sematikus vázlata

A külső vezető egyik oldalán polietilén borítású alumíniumszalag, amelyet hosszirányban viszünk fel a szigetelt belső vezetőre. A polietilén bevonat a külső vezető belső felületén helyezkedik el, így a külső vezetővel ellátott párt melegített kaliberen áthúzva, a polietilén bevonat a tárcsák külső felületével összetapad.

A koaxiális pár mechanikai védelmére és árnyékolására különböző megoldások lehetségesek. Így például alkalmazható a 2. ábra szerinti hosszirányba felvitt, polietilén bevonatú félkemény alumíniumszalag. Ennél a megoldásnál a szalagok egymáshoz képest 180° -kal eltolt alkotó mentén érintkeznek.

Az előzőekben ismertetett alumíniumvezetőjű koaxiális pár kialakításával célunk egy korszerű, gazdaságosan gyártható, ugyanakkor a minőségi követelményeknek minden tekintetben megfelelő új kábeltípus bevezetése.

IRODALOM

[1] Grodnyev: Hírközlőkábelek

Rugózó vezetékek

ETO 621.315.3-27

Az 1960-as éveket megelőzően az egész világon a telefontechnikában a készülékekhez szövött zsinórokat alkalmaztak. Az érszerkezet is gumiszigeteléssel, vagy szálasanyaggal fonott kivitelben készült, de előfordult a kettő kombinációja is. A műanyagok térhódításával azonban egyre inkább alkalmazást nyertek a kábeliparban is a műanyagok, elsősorban a lágy PVC, amely igen jó villamos tulajdonságai miatt ma is a legelterjedtebben alkalmazott kábelipari szigetelőanyag.

A telefonzsinórok különböző vezetőszerkezettel készültek, így leoni, Franz vagy normál sodrattal, melynek részletezésére e cikk keretében nem kívánunk kitérni, jóllehet napjainkban még mindig ugyanezek a szerkezetek használatosak. A szövést — amely a kábelgyártás leglassúbb művelete — fokozatosan felváltotta a telefonzsinóroknál a műanyag-szigetelés.

Rugózó telefonzsinórok gyártása

A PVC — mint szigetelő- és köpenyanyag — fokozatosan nyert bevezetést a kábeliparban. A műanyagok emlékezőképességének felhasználása teszi lehetővé a rugózóvezetékek gyártását. Az 1965-ös évben jelentette be a hazai készülékgyártó ipar igényét a Magyar Kábel Műveknél a rugózó telefonzsinórok gyártására. A felkérésre kidolgoztunk egy eljárást a rugózóvezetékek gyártására, így 1966-ban a Magyar Kábel Művek gyártóképesse vált és teljesen ki tudta elégíteni a felmerülő igényeket, ezáltal megszűnt a behozatal. Az általunk kialakított vezetéktípus teljesen egyenértékű volt az import zsinórral, sőt néhány jellemzőjében jobb volt annál.

Táblázatot közlünk a külföldi készülékzsinórok, valamint kézibeszélő-zsinórok összehasonlításáról (1. táblázat).

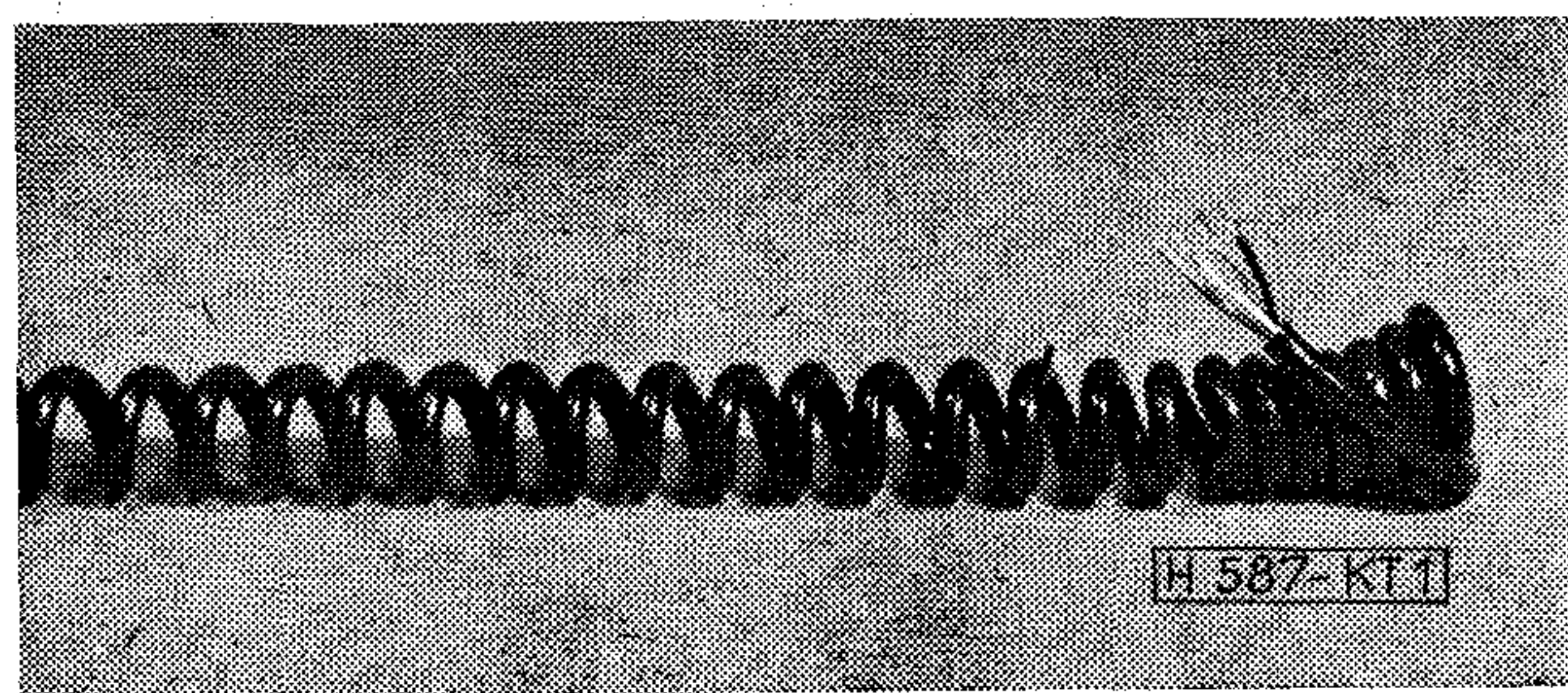
A vállalatunknál kialakított rugózó telefonzsinór kutatási témaként került kidolgozásra. A kialakított anyag és eljárás szabadságot nyert, ez is bizonyítja a vezeték élenjáró tulajdonságait. Ennek következtében e cikk keretében nem kívánunk a gyártási eljárásra kitérni. Az alapos vizsgálatsorozat alapján bizonyítást nyert, hogy a vezeték $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig megfelelő rugózással rendelkezik, sőt a Magyar Posta által előírt igen szigorú egymillió hajtogatást is kibírja. Így a Magyar Posta is engedélyezte a bevezetését, és ezután a Telefongyár már csak rugózóvezetékkel felszerelt készülékeket forgalmazott. Ezidőtől fogva megszűnt a szövött zsinórok gyártása a Magyar Kábel Műveknél. Az 1. ábra 4 erű rugózózsinórt mutat be, a 2. ábrán pedig egy rugózózsinórral felszerelt telefonkészülék látható.

Miután megoldást nyert a rugózó kivitelű kézibeszélő-zsinór gyártása, vele együtt megoldódott a ké-

szülékzsinór gyártásának problémája is. Ugyanis a korábbi szövés helyett bevezetést nyert a PVC köpeny alkalmazása, amely jelentős létszám-megtakarítást (több mint 100 fő) eredményezett a korábbi létszámhoz viszonyítva az említett gyártmánycsoportoknál, míg a termelési volumen a kisebb létszámmal háromszorosára emelkedett.

Erősáramú rugózó-vezetékek

A továbbfejlesztés során vállalatunk felhasználói (Medicor Művek) felkérése kialakította a kis berende-



1. ábra. Négyerű rugózó telefonzsinór

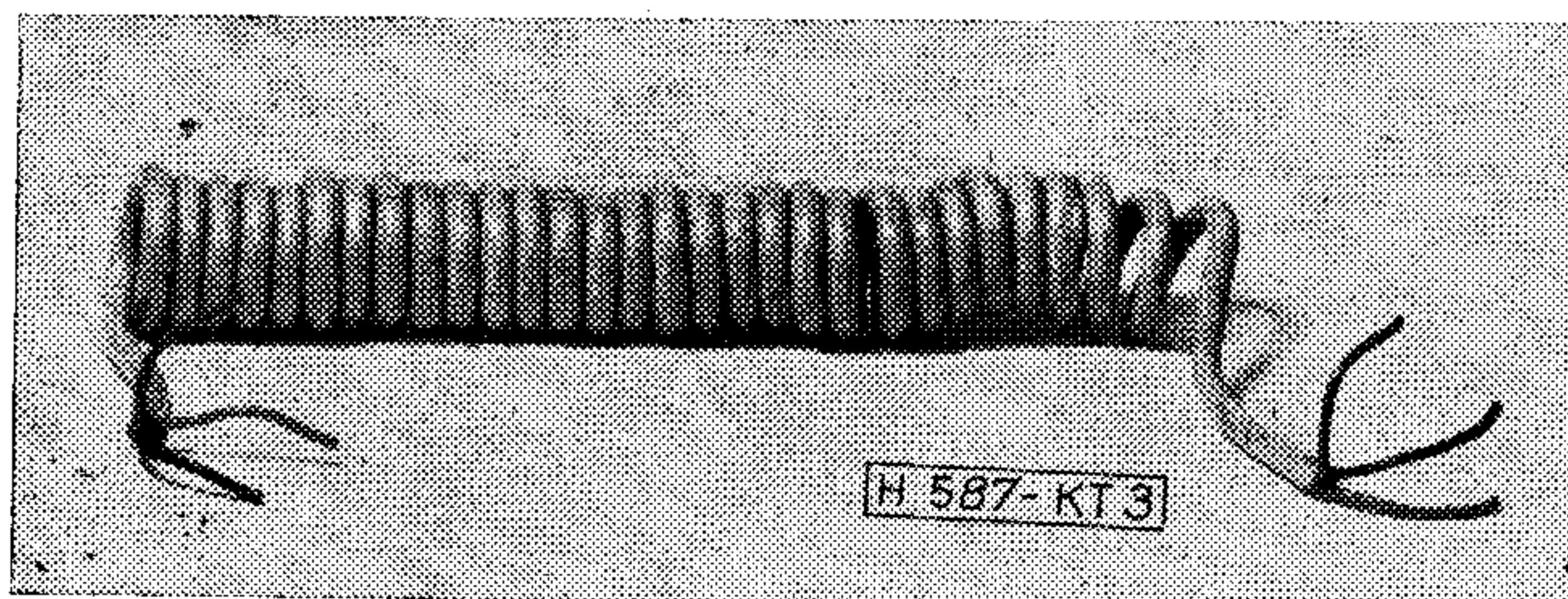


2. ábra. Rugózó telefonzsinórral felszerelt telefonkészülék

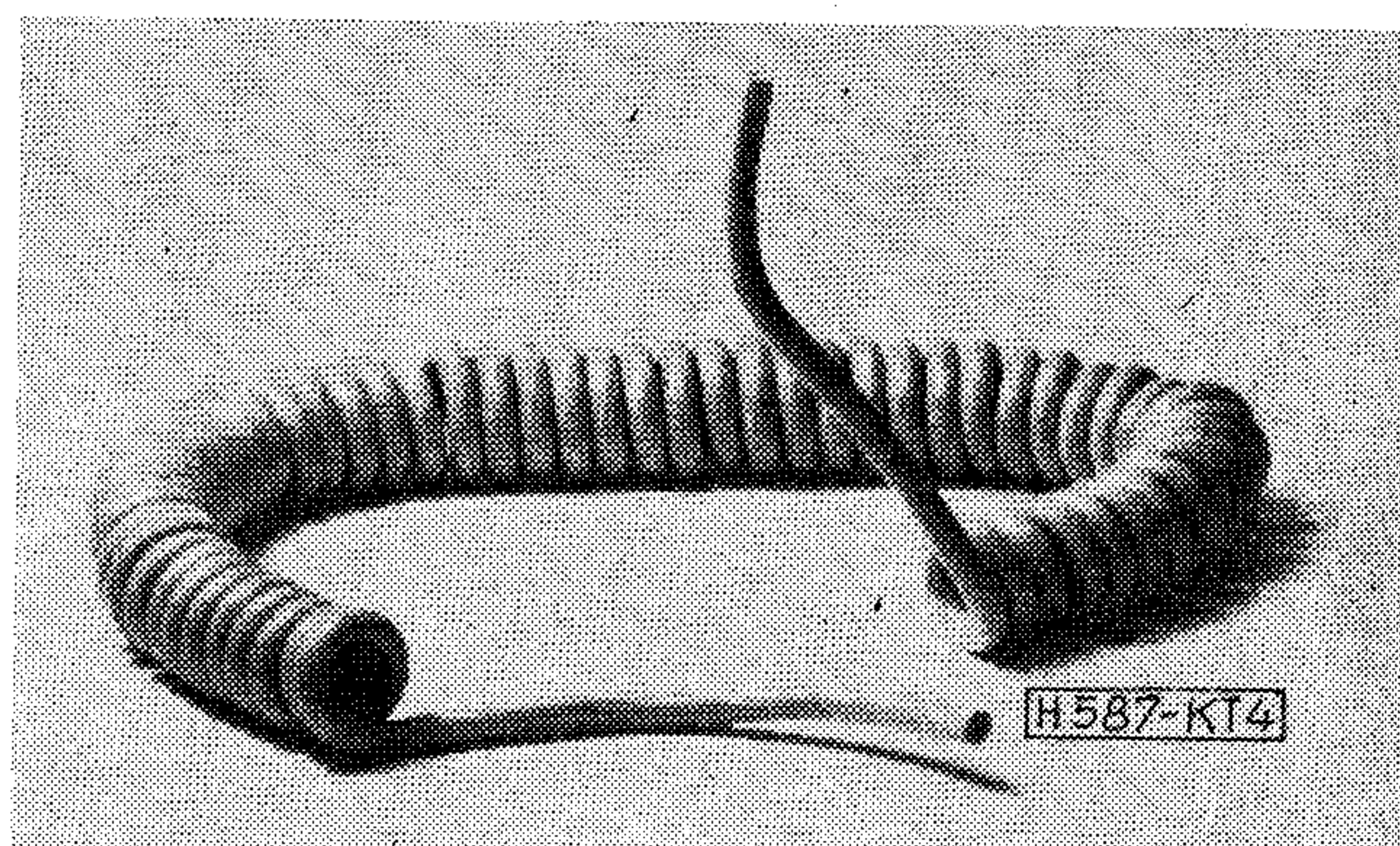
Külföldi készülék- és kézibeszélő-zsinórok összehasonlítása

Készülék	Készülékzsinór		Kézibeszélő-zsinór	
	Színe	Szerk. ér-szám	Színe	Szerk. ér-szám
Japán NEC	F. FR. K. P.	(4) LEONI műanyag	P. FR. K. B.	(4) Rugózó LEONI műanyag
RFT NDK	S. FR. Z. R.	(4 erű) Litze műanyag	F. Z. FR. Külön jel erek színe. Lekötve. Fonott	(erű) LEONI
JWASAKI Japán	P. FR. F.	(3 erű) szövött LEONI	P. FR. F.	szövött LEONI (3)
Thosiba	P. FR.	műanyag (2) LEONI	P. FR. F.	(3 erű) műanyag LEONI
MIX és GENEST NSZK	S. FR. B. Z.	(4.) 0,08×14 Litze műanyag	Z. FR. B. különjel. cérna	(4) műanyag LEONI
ISKRA Jugoszláv	Z. B. FR. S.	(4.) szövött Litze	Z. B. FR. S	(4.) szövött LEONI
BELL Belga	R. FR. SZ. SZ. B	6 műanyag Litze	Z. FR. B	(3) rugózó műanyag LEONI
Siemens Silamon NSZK		rozetta Litze műanyag	B. FR. mikr. Z. S. hallg. külön jelölve	(4) LEONI műanyag hallg.
G. E. C. Angol		rozetta Litze műanyag	K. FR. Z. P	(4) LEONI rugózó műanyag
ERIKOFON Svéd		(3 erű) F. P. S. LEONI	rugózó és egyenes	
HASLER Svájc	Z. FR.	2. műanyag Litze 18×0,09	2×P 2×Z	(4) műanyag LEONI
LORENZ NSZK		műanyag rozetta Tömör Ø 0,5	Z. S. B. FR.	(4) műanyag rugózó LEONI
TA 60 Szovjet	FR. P.	szövött LEONI pamut	K. P. Z.	LEONI szövött pamut
ETELCO Angol	P. Z. FR.	(3) műanyag LEONI	P. Z. FR. K.	(4) rugózó műanyag LEONI
Siemens Ediswan Angol	Z. FR. P.	(3) Litze	Z. FR. P.	(3) LEONI szövött pamut
KELLOG USA	P. S. Z.	(3) műanyag LEONI	L. FR. F. P.	(4) rugózó műanyag LEONI
VOROSILOV Bulgária	B. FR. Z.	(3) szövött LEONI		(3) szövött LEONI pamut

K = kék, Z = zöld, S = sárga, B = barna, F = fekete, Fr = fehér, R = rózsaszín, P = piros, L = lila, SZ = szürke.



3. ábra. MT-szerű rugózó csatlakozó vezeték



4. ábra. MT-szerű rugózó csatlakozó vezeték

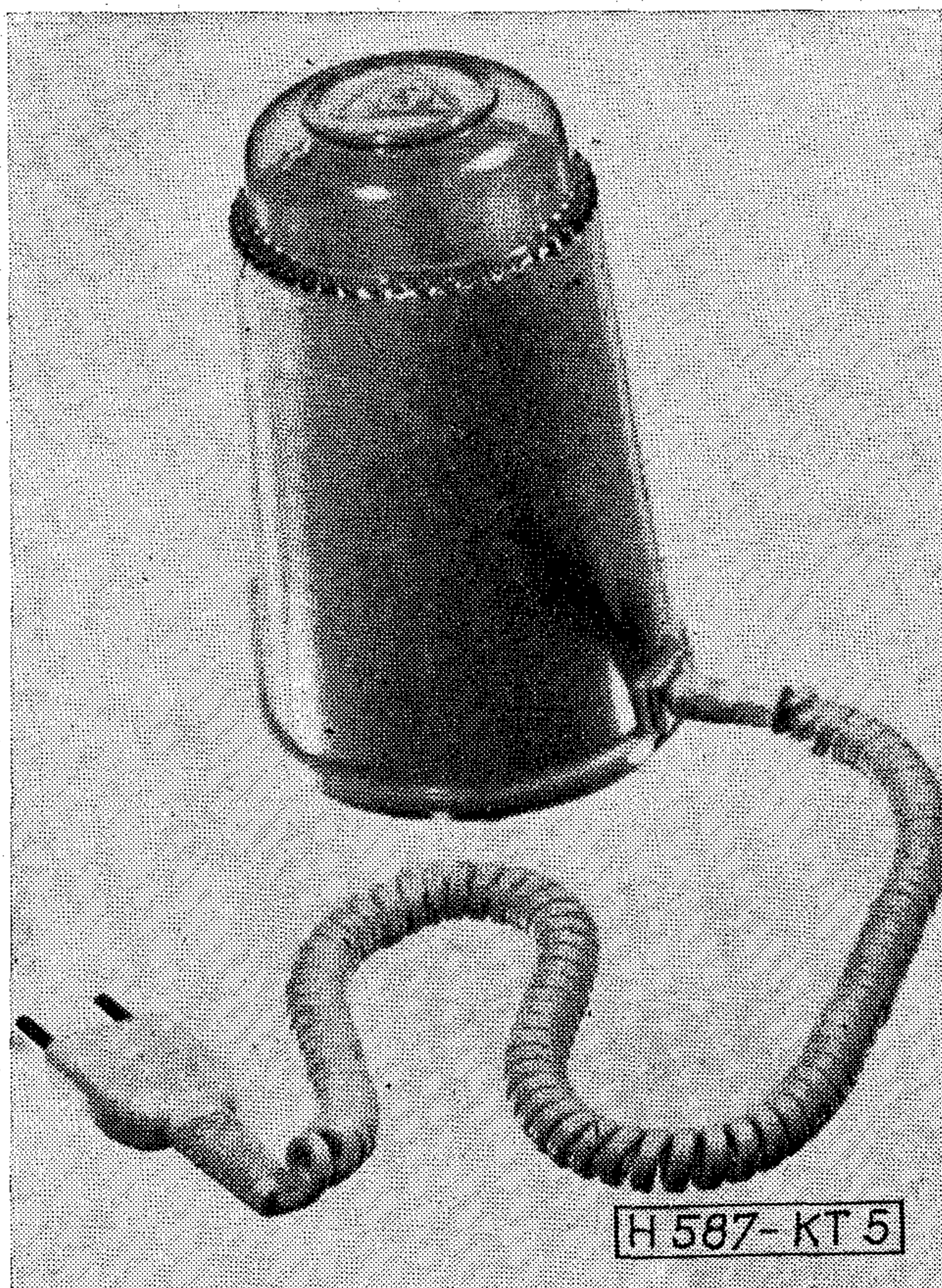
zésekhez szükséges erősáramú rugózó csatlakozóvezeték. A 3. és 4. ábrákon MT-szerű rugózó csatlakozó-zsinór látható.

Az 5. ábrán egy magyar gyártmányú kávédaráló rugózó MZS lapos vezetékkel van felszerelve.

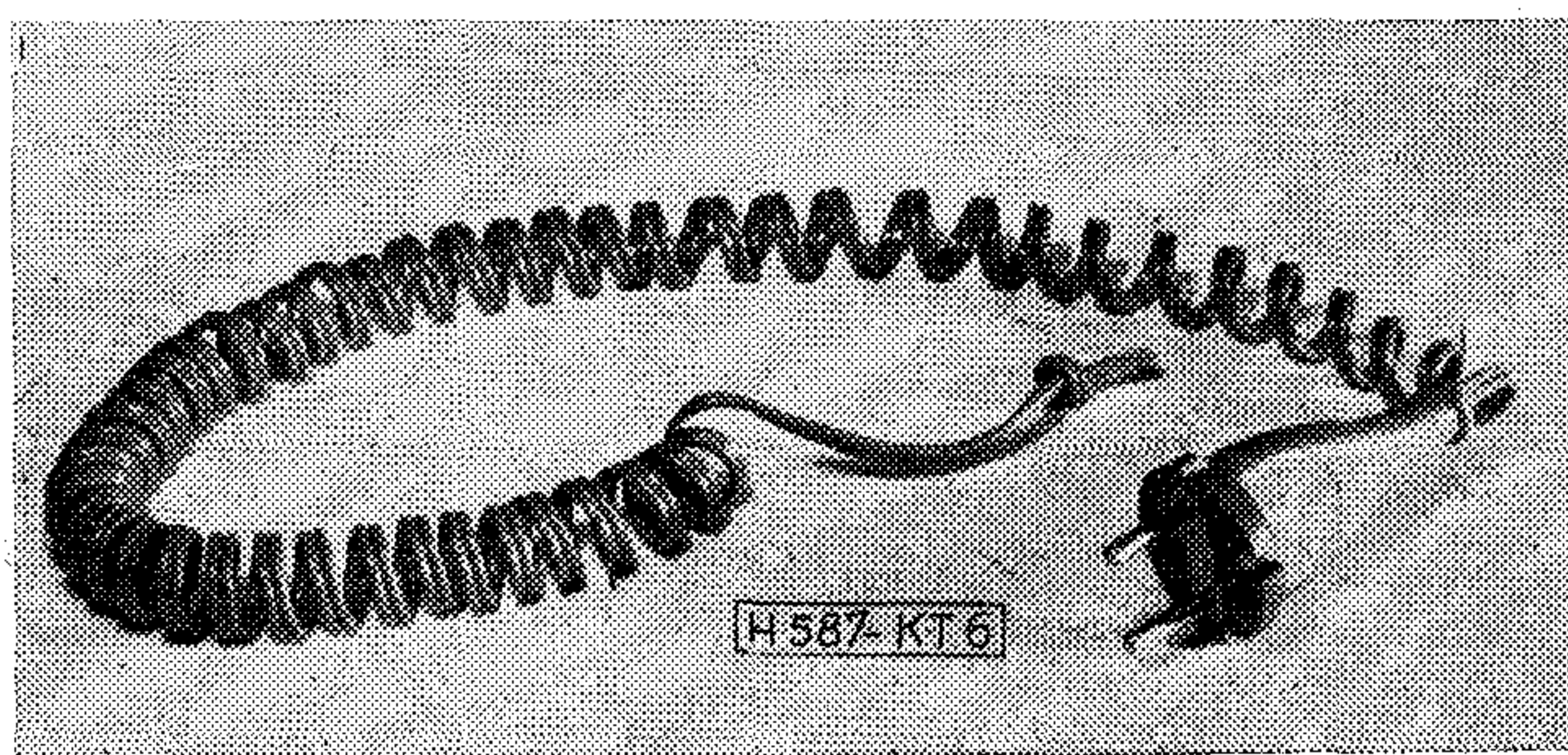
A 6. ábrán rugózó borotvazsinór látható.

A Budapesti Tűzoltó Főparancsnokság Javító Üzemének kérésére kifejlesztettük a teleszkópos megoldással közösen működtetett $2 \times 1 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű MT-szerű rugózóvezeték (lásd 7. ábrát!). A vezeték hossza nyújtott állapotban 8 m, nem kihúzott állapotban 1,3 m.

Ezek a vezeték többnyire a kifejlesztés fázisában maradtak, annak ellenére, hogy az életvédelmi előírásoknak jobban megfelelnek, mint az egyenes zsinórok. Ennek oka abban keresendő, hogy ár szempontjából drágábbak, pedig alkalmazásuk számtalan előnnyel jár, pl. háztartási berendezéseknél a zsinór nem lóg a földre, nem tapossák össze stb. A 8. ábrán



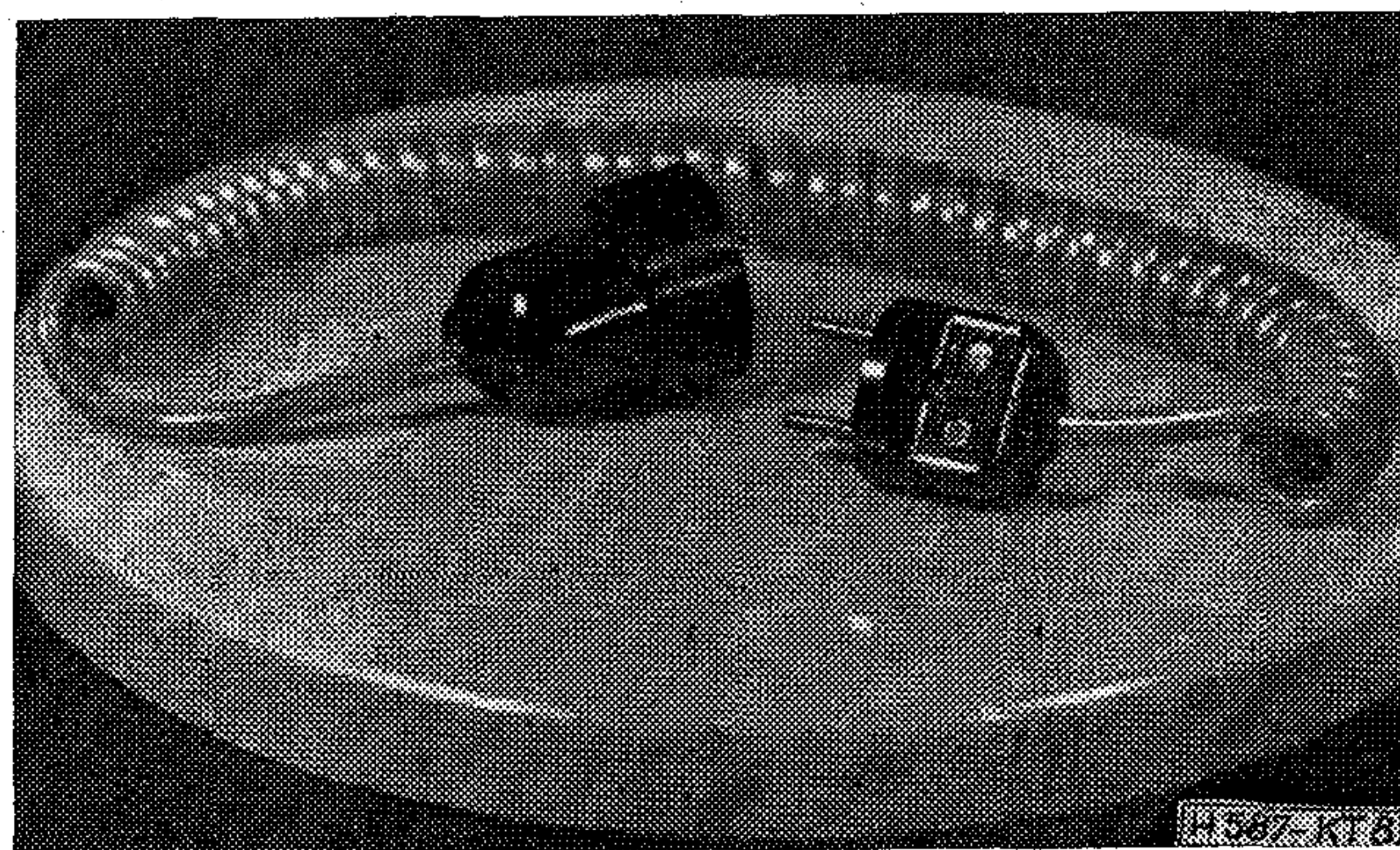
5. ábra. Kávédaráló, rugózó MZS lapos vezetékkel



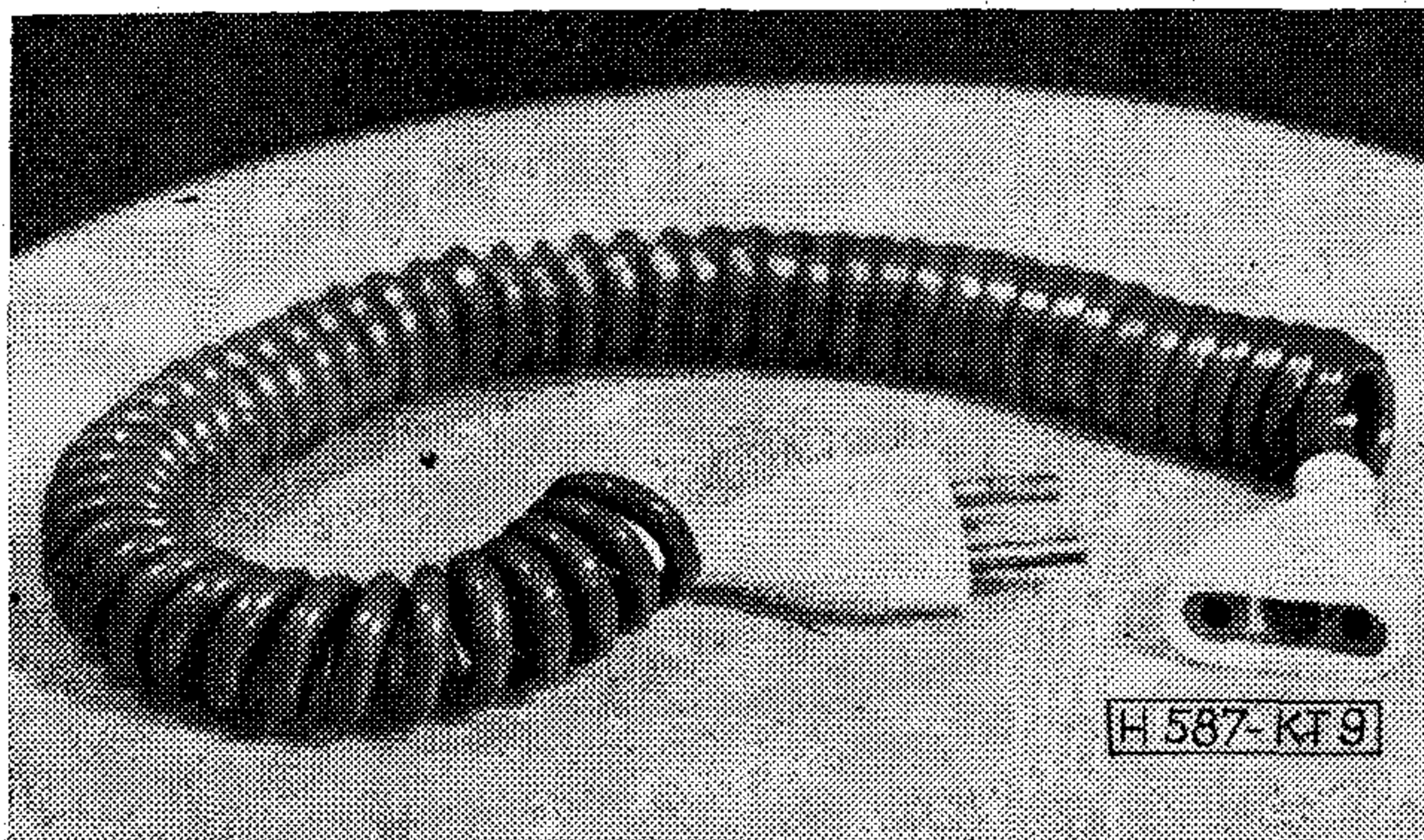
6. ábra. Rugózó borotvazsinór



7. ábra. Tűzoltókocsikhoz kifejlesztett teleszkópos $2 \times 1 \text{ mm}^2$ MT vezeték



8. ábra. Hazai szerelvénnel-ellátott rugózó MT vezeték



9. ábra. Külföldi szerelvénnel ellátott rugózó MT vezeték

hazai szerelvénnyel ellátott rugózó MT-szerű vezeték látható, míg a 9. ábrán ugyanez a vezeték külföldi szerelvénnyel van felszerelve.

Jelenleg folynak a kísérletek a VBKM Világítás-technikai Gyárának kérésére erősáramú rugózó csillárvezetékek előállítására.

Rugózó mikrofon-vezetékek

A fejlődő híradástechnikai ipar fokozódó minőségi és szolgáltatási igénnyel jelentkezik, a fejlődés iránya a miniaturizálás, a könnyű és kényelmes használat felé halad. Ezt az igényt kívánja kielégíteni a vállalatunk által kifejlesztett rugózó mikrofon vezeték, mely fejhallgatóhoz, valamint mikrofonhoz egyaránt alkalmazható. A rugózó árnyékolt vezeték műszaki újdonság, mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban. A vezetéket két — illetve négyerű kivitelben gyártjuk. Szerkezeti felépítését a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

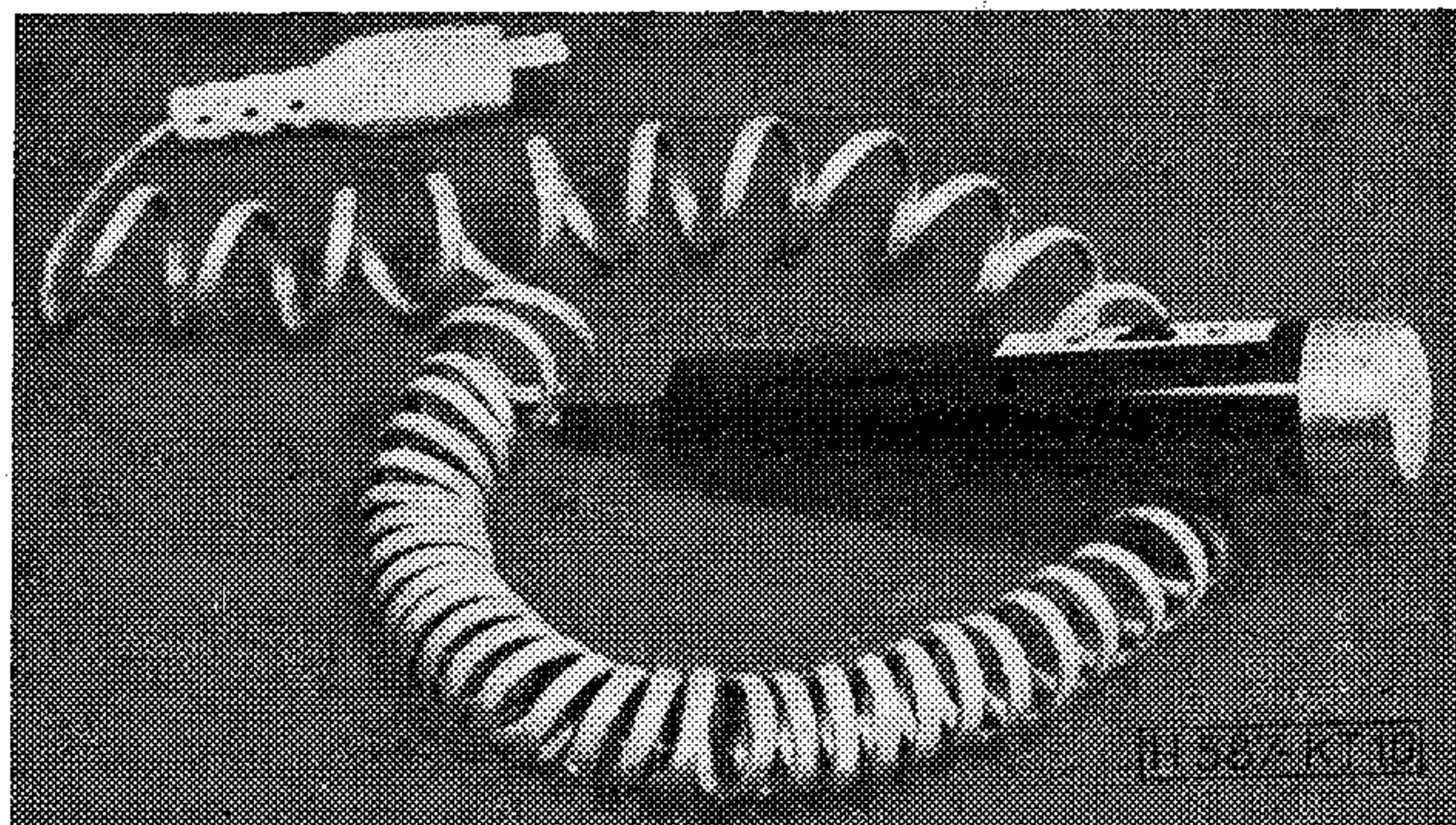
Rugózó mikrofonvezetékek szerkezeti felépítése

Vezető szerkezete	10×0,1 Ø Cu
Szigetelés	Ömlesztett poliamid
Árnyékolás	2 erűnél, erenként árnyékolva, 4 erűnél érpárok közösen árnyékolva
Köpenyezés	Az árnyékolt erek, illetve érpárok laposan egymás mellé fektetve, közös PVC köpenyben

A 10. ábra egy rugózó mikrofonvezetékkel ellátott mikrofont mutat, a 11. ábrán pedig egy rugózó vezetékkel felszerelt fejhallgatót láthatunk.

Összefoglalás

A rugózó vezetékről adott rövid ismertetés is bizonyítja, hogy vállalatunk képes ezen vezetékek meg-



10. ábra. Rugózó vezetékkel felszerelt mikrofon



11. ábra. Fejhallgató rugózó mikrofon-vezetékkel

felelő méretű gyártására, és képes az ilyen jellegű felhasználói igények kielégítésére.

Falutelefon-kábel

ETO 621.315.21:621.395.743 (1-22)

Korunk problémája a külterületek telefonnal való ellátása, amivel közvetlenné válhat a külterületek, tanyák, mezőgazdasági üzemek kapcsolata a világgal. Sajnos, még nem mondhatjuk el, hogy a telefon mindenhol eljutott, ahol arra szükség van. Pedig az ma már nem engedhető meg, hogy emberi települések és munkahelyek hírközlési lehetőség hiányában részleges, vagy teljes elszigeteltségben legyenek.

Világszerte komoly erőfeszítéseket tesznek a probléma megoldására. A megoldás mindenképpen nagyon költséges, és így még ma, az iparilag fejlett országokban is, sokan élnek elzárva a külvilágtól.

Hazánkban a becslések szerint közel 1 millió ember él elzárva a távközlési szolgáltatások igénybevételének lehetőségétől. A helyzet mielőbbi felszámolására már 1968-ban magas szintű határozat született, amelynek értelmében a Magyar Postának gondoskodnia kell a külterületek távbeszélővel való ellátásáról.

A feladat megoldásakor a Posta figyelembe vette mindazon körülményeket, amelyek a rurál hálózatokat jellemzik. Külterületeken ugyanis az előfizetői segélykérő állomások egymástól távol — sokszor jó-néhány kilométerre — elszórtan helyezkednek el. Ez a hálózat egyébként is kis forgalom lebonyolítására szolgál, tehát az építés és a fenntartás költségei a használat során csak nagyon lassan térülnek meg. Éppen ezért csak olyan megoldás jöhet szóba a fejlesztés során, amelyek anyagi hatásai mérsékeltek, hiszen nagy területeken sok-sok telefonállomás telepítésére van még szükség, viszonylag rövid időn belül. Ez pedig óriási terhet jelent a népgazdaság számára.

Így már a megoldás keresésének kezdetén el kell vetni a rádiótelefon-hálózat építésének lehetőségét, nagy anyagi hatásai — főleg a berendezések költségei, valamint magas képzettségű karbantartó és üzemeltető személyzet hiánya — miatt. Mindenképpen csak a galvanikus összeköttetés lehetősége marad a probléma megoldására. Így a Posta a Magyar Kábel Művek fejlesztőivel felvette a kapcsolatot, azzal a céllal, hogy közösen dolgozzák ki a megoldást.

A külterületi távbeszélőállomások szétszórtságából adódik, hogy egy-egy kábelvonalnál egyetlen, legfeljebb két érpárra van szükség. Annak ugyanis nincs jelentősége pillanatnyilag, hogy egyetlen tanyabokorban több előfizetői állomás is működjék. Ez csak az egyes vonalak amúgy is alacsony kihasználási fokát csökkenti. A fentiek egyenes következménye, hogy a vonalépítés költségei általában egyetlen előfizetőt — érpárost — terhelnek. Kétféle galvanikus megoldás jöhet szóba, légvezetékes vagy kábeles hálózat.

A légvezetékes rendszer költségeinek legnagyobb részét az oszlopsor felállítása jelenti. 50–60 méterenként kell ugyanis oszlopokat állítani, amelyek import fafelhasználást igényelnek, és ehhez a megfelelő szilárdságú vezető költségei sem alacsonyak. A tartóköteles kábel, amely az összeköttetés számára nagyobb védeltséget jelentene, a kis érpárszám miatt szóba

sem jöhet. Az előző módszerrel is egyetlen kilométer építési költsége mintegy 50 000–80 000 Ft-ot jelent, ha pedig a tartóköteles kábelmegoldást alkalmazzuk, az még ennél is drágább lenne. Emellett meg kell még említenünk a légvezetékes kábelhálózat karbantartási költségeit is. A gallyazás munkaerő foglalkoztatását igényli, a posta ugyanakkor munkaerőhiánnyal küzd. Ezt a műveletet pedig évenként legalább két alkalommal kell elvégezni, és egyetlen vonalnál sokszor hosszú kilométereken keresztül. A kedvezőtlen időjárás óriási károkat okozhat a légvezetékes hálózatban. Sajnálatosan jó példa erre az 1971 tavaszán Debrecen környékén pusztító szélvihar, amely oszlopsorokat döntött ki, és mintegy 600 km-nyi vonalat tett részben vagy teljes egészében tönkre. Egyetlen előnye van ennek a rendszernek, amiről említést kell tenni, az pedig a hibaelhárítás egyszerűsége.

A másik megoldás a föld alatti hálózat építése. Amennyiben ezt a módszert hagyományos technológiával kívánjuk alkalmazni — árokásás, téglázás stb. — a felmerülő költségek még a légvezetékes hálózatét is jóval meghaladják. Itt azonban számbavehetünk olyan korszerű megoldásokat, amelyek olcsók és gyorsak, és a külterületi hálózat céljaira tökéletesen megfelelnek. Elsősorban a vakondekés gépi fektetés alkalmazásáról van szó. Ez olyan eljárás, amikor a kábelt speciális eke — ún. vakondeke — segítségével, tehát árokásás nélkül juttatjuk a földbe, megfelelő mélységbe. Ehhez olyan kábelre van szükség, amely e technológia alkalmazása során semiféle károsodást nem szenved. El kell térni attól a megoldástól is, hogy a vonalakat elsősorban utak mellé telepítsük, hiszen a szántóföldeken keresztül vezető összeköttetéssel kilométereket lehet megtakarítani. Ha ehhez az eljáráshoz megfelelő tulajdonságokkal rendelkező, jól gyártható és olcsó kábel áll rendelkezésre, akkor társadalmunk egy komoly problémája viszonylag alacsony költségáfordítással oldódik meg.

A Magyar Kábel Művek Kutató Intézetére hárult tehát az a feladat, hogy a Posta Kísérleti Intézettel együttműködve olyan kábelt fejlesszen ki külterületi földalatti hálózatok részére, amely:

- a) olcsó,
- b) villamos jellemzői üzemi körülmények között megfelelőek és állandóak,
- c) mechanikai szempontból kibírja a vakondekés fektetést,
- d) könnyen köthető, csatlakoztatható,
- e) a talajban korrózióálló,
- f) élettartama legalább 20–30 év.

Fejlesztési munkánkat megelőzően külterületi földalatti hálózatok építésével más országok is foglalkoztak. A Magyar Posta többféle megoldással kísérletezett. Alkalmaztak KPMSZ P.100.40 szabvány szerinti, egy érnegyest tartalmazó kettős műanyagköpenyű, páncélozott kábelt. 1968-ban megerősített

falú, PVC szigetelésű kárpithuzalokból, valamint 1×2/0,8-as szerkezetű, PVC érszigetelésű és köpenyű, földalatti csőhálózatba építhető vezetékekből készítették külterületi vonalakat (KPMSZ P.100.33).

Erre a célra megfelelő lenne olyan kis érnégyszámú, kettős műanyagköpenyű, páncélozott kábel is, amely a KPMSZ P.100.41 számú szabványnak felelt meg.

J. L. ROBB—V. V. ROBERTS [1] egy érpáros, kettős műanyagköpenyű, páncélozott szerkezetet javasol rurálhálózatokhoz.

A fenti megoldások fő hátránya egyrészt a páncélozás — amely nagy többletköltséget jelent —, másrészt a PVC rossz dielektromos tulajdonsága, amely korlátozza a PVC felhasználhatóságát híradástechnikai célokra. Végül itt kell megemlíteni, hogy a több érpárt tartalmazó kábelek használata ma még drága és szükségtelen; ráadásul az esetleg megsérülő köpeny alá kerülő víz az üzemi tulajdonságokat megváltoztatja, elrontja.

A fejlesztés legfontosabb szempontja tehát a konstrukció olcsósága volt. Ennek jegyében választottuk meg a kábel vezetőjének anyagát is. E vonalak viszonylag nagy távolságokat kötnek össze, ezért a 0,8 mm-es átmérőjű alumíniumvezetőre esett a választás, amely 6—8 km-es távolságon is megfelel a vonallellenállás, illetve vonalcillapítás előírt értékének. A postai kábelekben egyébként is használt félkemény alumíniumvezető minősége esetünkben is megfelel, szilárdsága pedig (17 kp/mm²) lehetővé teszi a gépi fektetést.

Több megfontolás és kísérlet után jutottunk el a kábel végső kiviteléhez. Az üzemi kapacitás stabilizálása ugyanis a talaj 1 méteres mélységében jelenlevő nedvesség, víz miatt csak úgy lehetséges — alacsony költséghatárok között —, ha a víz jelenlétével és annak dielektromos tulajdonságaival üzemszerűen számolunk. Ezért választottunk egyetlen érpárost körülvevő tömör műanyag szigetelőprofil (1. ábra), amely az érpáros kapacitását leginkább meghatározó területről a két vezető közötti térből a vizet távol tartja. Ugyanez a szerkezet a fektetésnél szilárdságilag egységesnek tekinthető, és képes arra, hogy az ott fellépő húzóigénybevétel károsodás nélkül viselje el.

A szigetelés anyagaként természetesen termoplasztikus anyag jöhet szóba; dielektromos tulajdonságait tekintve — mint kiváló kábelszigetelő anyag — a polietilén. A talaj és a nedves környezet fokozott korróziós veszélye ellen pedig korommal védekezünk, tehát a köpenyanyagnak használt, 2,5% kormot tartalmazó polietilént alkalmazzuk.

A kábel kapacitása az így kialakított elrendezésben üzemi körülmények között a következő (2. ábra).

A legnagyobb rész a vezetők kapacitásából adódik, amely az ismert Lechner-féle elrendezés formulája szerint számítható. Ehhez adódik hozzá az árnyékolásnak is mondható víz és a vezetők kapacitásának soros eredője:

$$C_{üz} = C_{12} + (C_{10} \cdot C_{20}).$$

Hogy ez utóbbi, kiegészítő kapacitás mennyire nem elhanyagolható, azt nemcsak a szárazon és a vízben (vagyis üzemi körülmények között) mért kapacitásértékek különbsége bizonyítja. Ugyanis a kísérletek során, az egyébként változatlan méretű érpáros külső

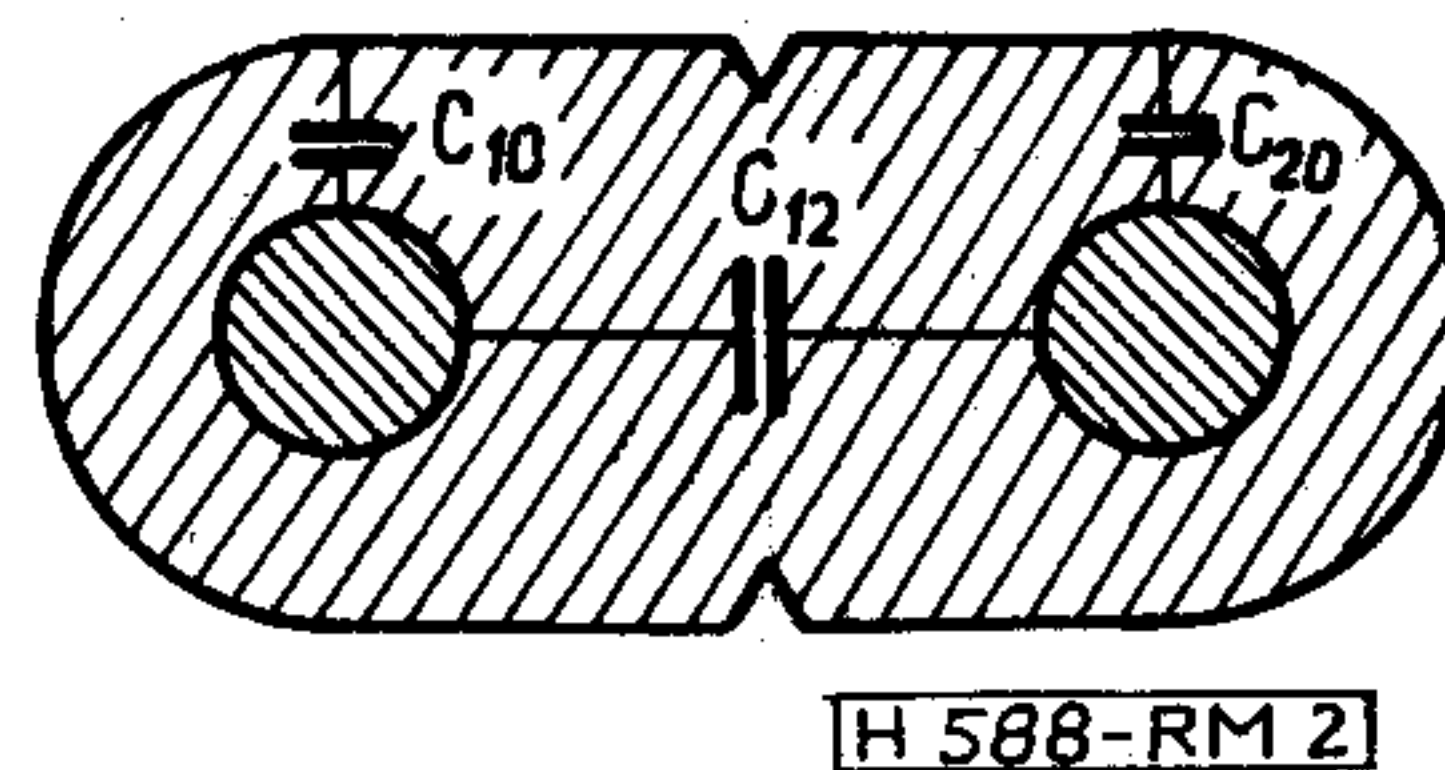
oldalán levő szigetelés vastagságának 0,5 mm-es változtatása már néhány nF-ot jelentett kilométerenként.

A kábelt 38 nF/km névleges üzemi kapacitásra méreteztük. Ez ugyanis az előírás a postai papírszigetelésű, rézvezetőjű előfizetői kábelekre; a homogén hálózathoz tehát ilyen kapacitású kábelek szükségesek.

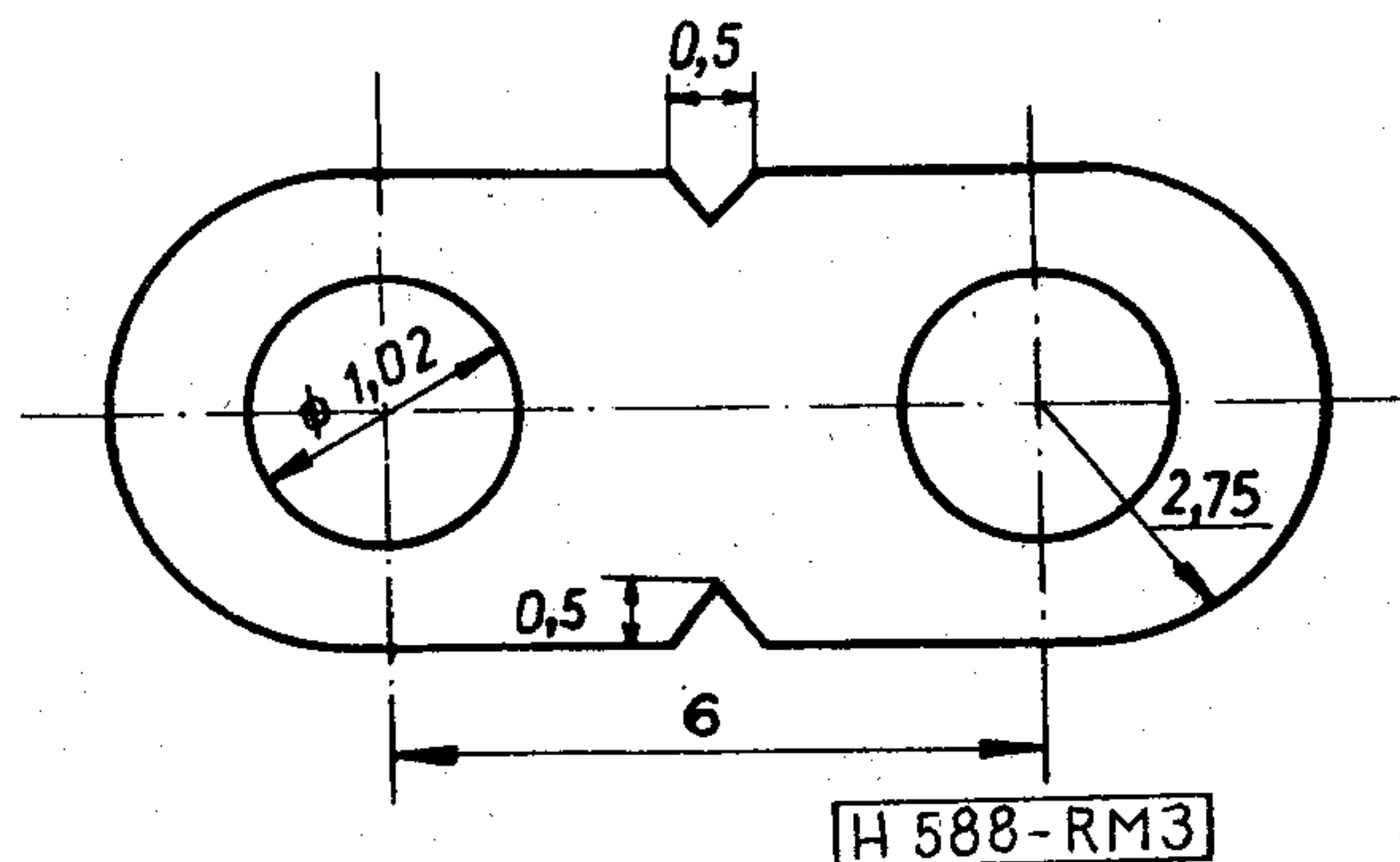
A fejlesztés során három kísérleti típus készült el. Az első kettőnél az üzemi kapacitás alakulását figyeltük meg. Nehézkes dolog lett volna ugyanis a kábel matematikai alapon való direkt méretezése, hiszen közvetlen formula nem állott rendelkezésre. Mérete-



1. ábra. A kábel



2. ábra. A vezető szerkezet kapacitásviszonyai



3. ábra. A kábelprofil méretei

zés szempontjából nagyon bonyolult profilt választottunk, így célszerűbb — és olcsóbb — volt az általunk választott megoldás. Ugyanis az első két kísérlet alapján egyszerű következtetéseket igyekeztünk levonni, amelyet a következő kísérletekben felhasználtunk. Így alakult ki negyedik kísérletre a falutelefonkábel végleges profilja (3. ábra).

A legyártott kábelek laboratóriumi vizsgálatai szerint az érpáros kapacitása vízben — tehát a legmosztóbb körülmények között — maximálisan 40 nF/km volt. Ez azt jelenti, hogy a terep és főleg a talajviszonyoktól függően ennél csak kevesebb lehet az üzemi kapacitás.

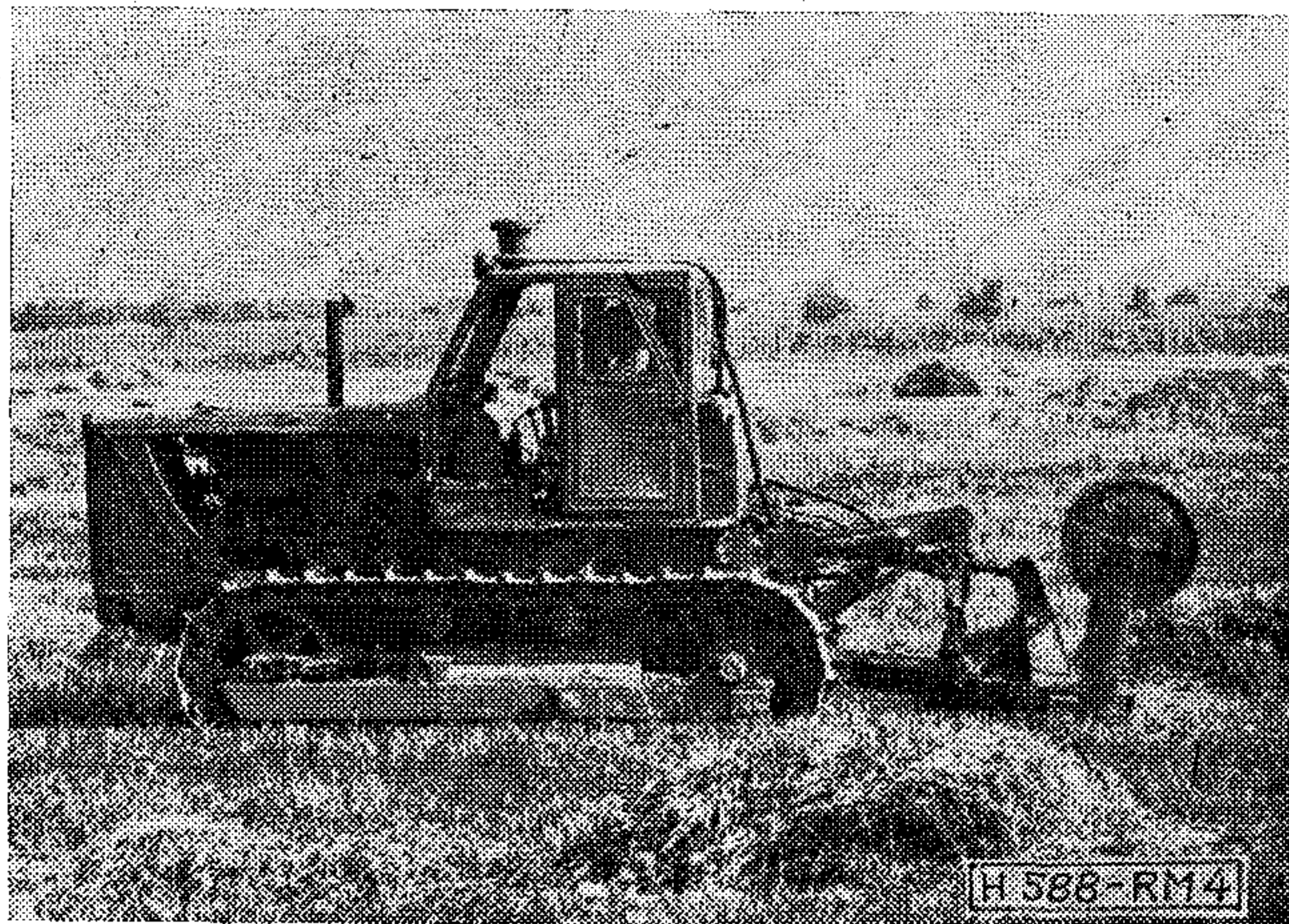
Régi igazság, hogy az elmélet helyességét legjobban a gyakorlat igazolhatja. Így természetes, hogy a fejlesztés nem fejeződhetett be gyári előállítással. Bár a fektetőekés hálózatépítési módszer már ismert technológia, most azonban a kábel szerkezetéből is adódik, hogy súlyt kellett helyezni az alkalmazásba vétel kérdéseire is.

Éppen ezért már a fejlesztés egyes lépéseit követően az elkészített kábelekből kísérleti vonalakat építettünk.

Közel 100 km hosszúságban készültek el ezek a vonalak, amelyeknek mintegy fele ma is üzemben van. E munka során nagymennyiségű tapasztalatot gyűjtöttünk, amelyeket a későbbiekben hasznosítottunk. A kísérletek igazolták, hogy a fejlesztés elérte a célját és a kábel jól felhasználható a külterületi telefonhálózatokban.

Most tehát részletesen szólnunk a tapasztalatainkról.

A hálózatépítés első technológiai művelete a nyomvonal kijelölése. Rendkívül egyszerű feladat, hiszen a kábelnek a föld alatt szinte „mindenütt” van helye. Mégis érdemes néhány megjegyzést tenni a felmerült problémák alapján. Nagyon lényeges, hogy a fektetést végző gép (4. ábra) — traktor — közlekedése biztosítva legyen. Szűk mélyutak, keskeny erdei utak, hirtelen emelkedők vagy lejtők alkalmatlanok a fektetésre. Vizenyős területek ugyancsak a munkagép mozgását korlátozzák. Ezeken a helyeken is jól működik a vonal, azonban mégsem célszerű itt vezetni. A fektetőgép nem bírja a hirtelen, kisívű kanyarokat, csak nagysugarú fordulókat szabad beiktatni. A fektetőekés jelenlegi kialakítása olyan, hogy a kés a



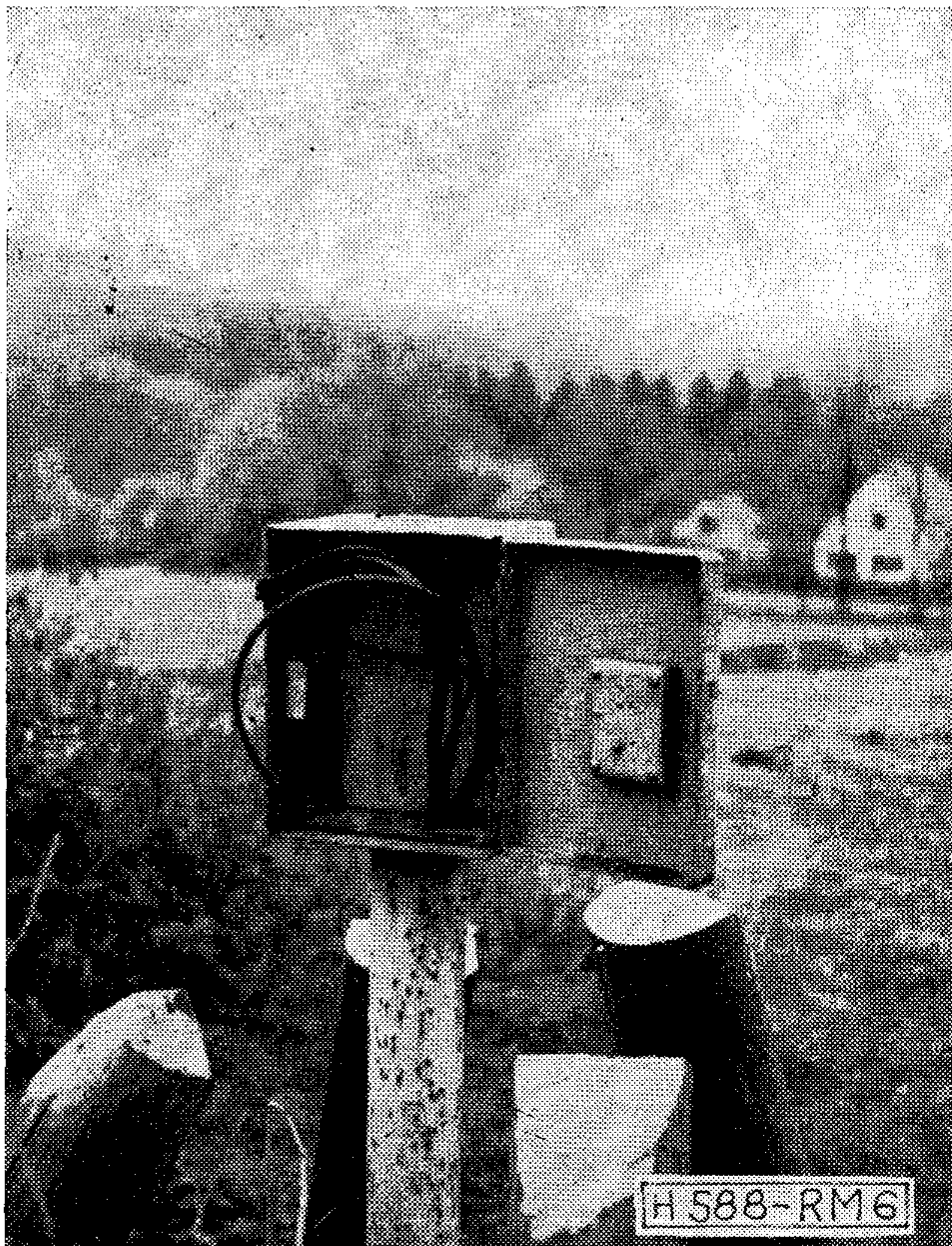
4. ábra. A kábelfektető gép



5. ábra. A fektető gép kése

vontatóhossz tengelyében helyezkedik el (5. ábra). Nem lehet tehát útpadkába, utak peremébe fektetni, mivel általában a vontató így féloldalt árokban haladhat csak. Kerülni kell az épített utakkal való keresztezéseket a lehetőségekhez képest, még kerülő árán is. Az utak átfúrásának költsége és munkaigénye messze meghaladhatja egy esetleges kerülő költségeit. Épített út padkájába — még ha az megoldható is — nem szabad ezt a kábelt lefektetni. Az útalap kőtömbjei ugyanis nagyban nehezítik a kés behúzását, nem is lehet ilyen helyen tartani a szükséges mélységet. Ezen felül a kőtömbök közé ékelődő érpáros szigetelését az idők folyamán — szinte hónapok alatt — megsértik az útalap kövei, főleg az állandó rázkódás következtében, és jobb esetben csak szigetelésromlást, de akár szakadást is okozhatnak.

A nyomvonal kitűzésénél számításba kell venni kötések és mérőpontok létesítését is. Az bizonyos, hogy a kötések számának növekedése a gazdaságosságot rontja, azonban a gyárthatóság, a terepviszonyok határt szabnak a kábelszakaszok hosszának. Mérőpontok beiktatása az esetleges hibaelhárítás megkönnyítése érdekében is célszerű. A kötések helye többnyire a fektetett kábelek hosszából adódik, útkeresztezéseknél azonban a fokozott igénybevétel, valamint a fektetésnél ilyen helyen jelentkező technológiai nehézség miatt is célszerű előre tervezni. Sőt, ha a távolságok úgy adódnak, akkor a megközelíthetőség miatt ilyen helyre mérőpontot is tervezhetünk. A kötések gyenge pontjai a vonalaknak, ezért különösen a nyirkos helyeken kerülni kell az alkalmazásukat. Az esetleges vonalhibák miatt pedig



6. ábra. Mérőpont a nyomvonalon (ún. bálvány)

fontos, hogy az említett mérőhelyek két-három km-enként kövessék egymást. E mérőhelyekre ún. bálványok telepítését ajánljuk (6. ábra). A hibák behatárolása így egyszerűbb, kiváltás esetén rövidebb szakaszt kell pótolni bálványok használatakor.

A kábel gépi fektetéséről a következőket szükséges még elmondani. Mindenekelőtt leglényegesebb kérdés a fektetés mélysége. A szántóföldeken, mezőgazdasági területeken a talaj művelése során az eke 20–40, altalajlazításnál, talajjavításnál 60–70 cm mélységig mozgatja a földet. A szántóföld mélyének állatvilága természetesen ennél mélyebbre költözik, nagyjából 50–80 cm mélységben építi ki járatait. Nyilvánvaló tehát, hogy a kábeleknek ennél is mélyebbre, 0,9–1,0 méter mélységre kell kerülniök. Hazánkban ma már több fektetőgép dolgozik, nem mindegyik alkalmas azonban arra, hogy 1 m-es mélységet elérjünk velük.

Kísérleti vonalaink építése idején még alig volt fektetőgép és a hazai előállítású kísérleti ekével csak 70–80 cm-re tudtuk letenni a kábeleket. 1 m-es fektetési mélységnél nagy talajellenállás jelentkezik. Ezért a szükséges vonóerő nagysága fontos paraméter. A tapasztalatok szerint legalább 75 lóerős, lehetőleg hernyótalpas vontatóra van szükség ahhoz, hogy rángatás nélkül, egyenletesen tudjon a gép haladni.

A vonóerőigény csökkentésére lehetőség van egy rezgetőgép működtetésével is, amely a fektetőkést függőleges irányban mozgatja, egészen kis frekvenciával. Ez a módszer a vonóerőigényt a negyedére képes lecsökkenteni, hazánkban azonban legalábbis üzemi szinten még ritkán alkalmazzák. Ennek nagyobb je-

lentősége vastagabb kábelek fektetésénél van inkább, amikor a nagyobb átmérőjű kábelhez szélesebb kést alkalmaznak, ami természetesen nagyobb vonóerőt igényel.

A fektetésnél súlyt kell helyezni az egyenletes sebességre, de célszerű ezen kívül a kábel leeresztését is megoldani. Mivel olyan eke hazánkban még nem működik, ami a leeresztést automatikusan végzi, ezért célszerű akár emberi erővel előreforgatni a kábeldobot. Ezzel az esetleges rángatások okozta károsodás elkerülhető.

Az utóbbi időben több hazai vállalat szerzett be külföldről kábelfektető gépet. Ezek a gépek már a fent jelzett problémát általában megoldották.

A fektetést követő feladat a kábelszerelés. Rendkívül fontos, hogy egyidejűleg történjék meg a fektetéssel. Keserves tapasztalatokat szereztünk ugyanis, amikor késlekedtünk a szereléssel, mivel a legkülönbözőbb meglepetések érték bennünket.

Sajnos még sok fegyelmezetlen ember van, akik a kötéseknel kihagyott kábelvégeket levágják, sokszor még képesek a kábel egy részét is kiásni. Előfordult, hogy jármű vágta el a kihagyott véget, amelyet csak hevenyészve takartak be a fektetés idején. Lényeges tehát, hogy a kábel összekötése mielőbb megtörténjék.

A kábel szerelésére többféle technológiát dolgoztunk ki. Mindegyik eljárás igyekszik betartani az érvényben levő postai előírásokat. Az eltérés tulajdonképpen a vízzárás biztosításának módjában van.

A vízzárást különbözőképpen lehet biztosítani. A Posta Kísérleti Intézet epoxigyantás kiöntési technológiát dolgozott ki, a Magyar Kábel Művek a polietilén zsugorcsoves technológiát alkalmazta. Találkoztunk már fenyőgyanta—méhviasz kiöntéssel, sőt bitumenes kiöntéssel is. Ez utóbbiakat csak azért nem tudjuk ajánlani, mivel ezekről mérési eredményeink nincsenek, szemben az előzőekkel.

Ismerkedjünk meg tehát egy — az MKM által kidolgozott — szerelési technológiával.

A kábelvégeket 180 mm hosszra felhasítjuk, a hosszanti horony mentén. Az érpáros egyik erét — mindkét oldalon 70 mm-re levágjuk. Ezután az összekötendő ereket 40 mm hosszra lecsupaszoljuk. Az erek csupaszolása a polietilénszigetelés felmelegítése után történik egy speciális csupaszoló fogóval. Így lehet csak biztosítani, hogy az alumínium ne sérüljön meg a szerelés során. Az esetleges sérülés ugyanis nagyon könnyen törést eredményez. Csupaszolás után a vezetőt le kell tisztítani. A következő lépésként a megfelelő csupasz ereket spirálba csavarjuk és visszahajtjuk. A spirálok végét forrasztólámpával összeolvasztjuk. A kötések ragasztós műanyagszalaggal betekerjük úgy, hogy a szigetelés szintjéig töltse ki a teret. Ezután öntapadó szalaggal tekerjük be a kötést, majd a szerelés kezdetén már felhúzott zsugorcsovet a kötésre forrasztólámpával vagy gázpalackkal rázsugorítjuk. Ez kellő óvatosságot igénylő eljárás, amelyet a kötés közepétől kifelé kell elvégezni. A zsugorcso túlzott felmelegítését is kerülni kell, mert közben a kábel szigetelése is megpuhul, és a zsugornyomás hatására összeroppanhat.

A kábel kötéseihez célszerű kötésjelző követ elhelyezni (7. ábra). Már korábban említettük, hogy a



7. ábra. Kötésjelző kő a nyomvonalon

vonat építése során célszerű mérőhelyeket, illetve hibabehatároló helyeket — ún. bálványokat — 2–3 km-enként kiépíteni. Erre a célra jól megfelel a szabványos postai szekrény, bár a tapasztalataink szerint nem mindig biztosít tökéletes vízzárást. Nagyon fontos ugyanis, hogy lehetőleg még a pára se hatolhasson be a szekrénybe.

A gyakorlat azt mutatja, hogy ezt nem mindig lehet biztosítani. Olyan szekrényt is találtunk már őszi ellenőrzésünk során, amelyre több száz légy és másféle rovar költözött be telelni. Gyakorlati példánk van arra, hogy az egyébként jól működő vonalak szigetelési ellenállása 1 Mohm alá esett. A mérés során kiderült, hogy nem a kábel, hanem a kábelszekrényben levő csatlakozó elem felületi ellenállásának romlása okozta a hibát. A szerelvény kicserélése után a vonal szigetelési ellenállása ismét jó lett.

A vonal építésének befejezése után, még üzembe helyezés előtt, lényeges az elektromos paraméterek lemérése és rögzítése is (8. ábra). Bár a vonalak hasonló körülmények között üzemelnek, az üzemi kapacitás értéke a talajtól, környezettől is függ. A vilamos jellemzők esetleges leromlását csak akkor lehet biztosan megállapítani, ha birtokában vagyunk a kiindulási értékeknek is.

Korábban már szó volt arról, hogy jelentős hosszúságú kísérleti vonalat építettünk. Mintegy 50 km-nyi vonal jelenleg is él és működik is. Bármennyire is egyszerű és könnyen kezelhető hálózatról is van szó, meg kell állapítanunk, hogy csak azok a vonalak működnek, ahol a karbantartással is törődtek.

Legelső kísérleti vonalunk a Posta Budapest vidéki Igazgatóságának területén épült Nyársapát térségében. A fektetési mélység 70–75 cm volt, tehát nem érte el a szükséges mélységet. Ennek ellenére a vonal jól működött. Problémák adódtak a kis mélységből, így pl. a földút rendezése során — amelybe a kábelt fektették — a földgyalu tolólapja elszakította a kábelt. Ugyancsak toldani kellett egy helyen, mert kerítésépítés közben a kábelra ráástak és elszakították. Mintegy két évi kísérleti üzemelés után áttették a rendes hálózatra a vonalat, és így működik továbbra is.

Kevesebb szerencsével jártunk a kecskeméti vonal építésénél, amellyel egy külterületi iskolát kötöttünk be. A nem elegendő fektetési mélység itt úgy bosszulta meg magát, hogy többször a rácsálók áldozatául esett a kábel. Így itt végül is felhagytunk a kísérletezéssel.

A Vadászati Világkiállítás alkalmából Tamási—Gyulas térségében fektettünk le mintegy 20 km-nyi kábelt. Ez a vonal sem volt hibamentes, de több éven át működött. Itt fordult elő, hogy az útágyazat tönkretette a kábelt, és a kábelkötések közül ázott be néhány, mint azt a leromlott szigetelési ellenállás tanúsította. Érdekes, mert azonos technológiával készült az összes kötés, és egy része bizonyos ideig teljesen jó maradt. Valószínűleg a vizesebb szakaszokon romlott le előbb a kötések szigetelési ellenállása. Kisebb szakaszcsere is sor került. A kábelvonalat 1976-ban váltották ki, addigra teljesen leromlott a kötések szigetelési ellenállása. A folyamatos karbantartásnak köszönhető, hogy a kábel legnagyobb részét működött.



8. ábra. A villamos paraméterek mérése üzembe helyezéskor

Ezzel a vonallal egyidőben épült két másik, mintegy 5 km-nyi vonal Tamási mellett és Lengyel községkénél. Ezekben a vonalakban is alig egy-két kábelkötés található, így a telefonok ma is működnek.

Elsősorban a Tamási térségében végzett kísérleteink győzték meg bennünket arról, hogy a kötési technológiát átdolgozzuk. A hóre zsugorodó műanyagcsövek további fejlődése jelentette az új technológia alapját, amelyet már ismertettünk. A vastagfalú, ragasztóval bevont felületű zsugorcsövek a Posta Kísérleti Intézet vizsgálatai alapján is már jó minőségű, megbízható kötések készítésére adnak lehetőséget.

Kevesebb szerencsével járt a Tök—Budajenő közötti kísérleti vonal építése és szerelése. Itt már az is hátrányos volt, hogy a kábel kötései csak jóval a fektetés után készültek el, helyenként keresni kellett az összekötendő végeket. A fektetés mélysége sem volt megfelelő, több ízben elszakították a kábelt a mezőgazdasági munkák során. Tereprendezést is végrehajtottak a nyomvonal környékén, amikor a kábelt egyszerűen átvágták anélkül, hogy szóltak volna róla. Végül a nyomvonalra telepített bálványokat kifeszgették. Később madarak fészkeltek be a szekrényekbe. Így háromévi kísérletezés után — amely idő alatt alig néhány hónapig üzemelt ténylegesen a kábel, a posta negatív eredménnyel zárta le a munkát.

Ezek voltak a jelentősebb kísérleti vonalaink, néhány kisebbről csak annyit, hogy ma is működnek. Ezek a kísérletek is azt igazolták, hogy ahol a felhasználóknak vagy üzemeltetőknek érdeke volt, ott a vonal is működött és többnyire működik ma is.

A kábeltípus szabványosítására is sor került az elmúlt évek folyamán. 1977. január 1-én lépett érvénybe a KGSZ 48.3305-ös sz. szabvány.

Talán az esetenként kedvezőtlen tapasztalatok is közrejátszottak abban, hogy mire a fejlesztés befejeződött, az érdeklődés is csökkent a kábel iránt. Jelenleg az a helyzet, hogy készen van a konstrukció, csak éppen a rendelés nem érkezett még az 1×2×1-es falutelefon kábeltípusra.

Még e típus kialakítása idején merült fel nagyobb távolságban levő előfizetők bekötésére alkalmas kisebb vonalcsillapítású érpáros fejlesztésének a gondolata. Így részben párhuzamosan folytak a kísérletek és nem sokkal az 1 mm-es vezetőátmérőjű érpáros kialakítása után elkészítettük az 1×2×1,4-es alumíniumvezetőjű típust. Ezzel a kábellel 10—15 km távolságot is áthidalhatunk. Villamos paraméterei azonosak az előző kábelével, természetesen a hurokellenállása kisebb. Ezt a konstrukciót az árvízvédelmi hálózatok leágazó vezetékeként lehet alkalmazni. Már jóval 100 km felett gyártottunk ebből a típusból az OVH részére, Szegeden. Kísérleti vonalunk is működik mintegy 10 km hosszúságban, Szekszárd környékén, a Duna árterében levő erdőben. Az OVH vonalak építése jórészt 1976-ban bonyolódott le, azóta újabb megrendelések érkeztek. Hosszabb üzemi tapasztalatok-



9. ábra. Ellenőrzés a nyomvonalon

ról így nem beszélhetünk, annyi azonban bizonyos, hogy a vonalak egyelőre jól működnek.

A kísérletek, amelyeket évek során folytattunk, a falutelefon-kábelekkel, igazolták, hogy a fejlesztési munka hasznos volt. Bebizonyosodott, hogy a konstrukcióból gondos fektetési és szerelési munka után jó kábelvonalak építhetők. A csekély karbantartási munka pedig hamarosan megtérül. A falutelefon-kábel tehát alkalmas a külterületek bekötésére a telefonhálózatokba.

I R O D A L O M

- [1] J. L. Robb, V. V. Roberts: The design and Manufacture of Direct Burial Wire; Communication and Electronics, 1959. nov. p. 662—666.
- [2] W. Danielsen, A. Rambol, G. Tidemann: Von Wasser durchflutetes Pupinsee Kabel Elektrisches Nachrichten-Wesen, 1964. I. szám. p. 61—66.
- [3] R. A. Connolly, N. J. Cogelia: The Gopher and Buried Cable. Bell Laboratories Record 1970. ápr. p. 99—103.
- [4] Posta Kísérleti Intézet Vegyészeti Csoport Keresztényi Zoltánné: Vakondék fektetésre alkalmas, szigetelt vezetékek fejlesztése, 1970. október
- [5] MKM Kutató Intézeti zárójelentések, 1970—74 között (témafelelős: a szerző)

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.315.211:621.395.743:665.772.3

Ipolyi I.:

Vazelintöltésű helyi távbeszélő-kábeleink minősége

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek sikeresen megvalósította a polietilén ér-szigetelésű, vazelintöltésű, helyi távbeszélő-kábelek kifejlesztését. A cikk az elektromos paramétereket külön-külön értékeli. Az eddigi eredmények szerint a kábelek mérési eredményei sokkal kedvezőbbek a hazai előírásoknál és ismereteink szerint felveszik a versenyt a nemzetközi piacon kapható legjobb gyártmányokkal.

ETO 621.315.211:621.395.73:665.772.3:677.73

Ipolyi I. — Kálmán-Pikó I. — Rónai M.:

Vazelintöltésű helyi távbeszélő-kábelek gyártása a Magyar Kábel Műveknél

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek kifejlesztette a habosított polietilén ér-szigetelésű, vazelintöltésű kábelek gyártását. Miután a fejlesztő kollektíva sikeresen megoldotta az eddig nem alkalmazott gyártás-technológiák hazai bevezetését, megkezdődött a kábelek sorozat-gyártása. Az eddigi vizsgálatok szerint az új kábel típussal nagy üzembiztonságú hálózat valósítható meg.

ETO 621.315.211.011.4:665.772.3

Dr. Bokor Á. — Ipolyi I. — Rónai M.:

A vazelintöltésű telefonkábelek üzemi kapacitásának beállítása

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek beindította a habosított polietilén szigetelésű, vazelintöltésű kábelek gyártását. A késztermék üzemi kapacitásának az igények szerinti beállítására módszert dolgoztak ki. Ez az eljárás elméleti számítás és a gyakorlat kombinációja. Lehetőséget ad arra, hogy mind páros, mind pedig négyessodrású kábelek üzemi kapacitását előzetesen meghatározzuk. A kidolgozott módszer helyességét a gyakorlat igazolta.

ETO 621.315.212.011

Nádasi L. — Csonka J.:

Sz—5 típusú kiskoaxiális kábelek műszaki paramétereinek alakulása, a legyártott vonal kábeleinek értékelése

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek a SAT francia cég licence alapján kezdte meg a kiskoaxiális kábelek gyártását, mely kábelek a magyar ipar által előállított sokcsatornás hírközlő rendszerek fontos részét képezik. A magyar igények kielégítésén kívül exportra is gyártják ezen kábeleket, így a Szovjetunióban is lefektetésre kerültek. A cikk a kábelek mért villamos paramétereit és a kábelvonal optimális kialakítását (illesztés) ismerteti.

ETO 621.315.21:621.317.34:621.395.73

Nagy Z. — Soltész F.:

Hírközlő kábelek vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A cikk ismerteti a hírközlő kábeleken mérendő villamos paramétereket, azok mérési elveit, valamint az előforduló hibahelyek meghatározását.

ETO 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Dr. Dudásné Pintér M.:

Gáz- és olajvezetékek hírközlő rendszerének kábele

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A cikk a gáz- és olajvezetékek mentén üzemelő komplex technológiai hírendszerek kábeleivel foglalkozik. Ismerteti a magyar ipar által e célra kialakított, 300 csatorna átvitelére alkalmas, 1,2/4,4 mm méretű kiskoaxiális párokból felépülő kábel szerkezetét és főbb jellemzőit, minőségi értékelést ad a gyártott kábelek tényleges villamos paramétereiről.

ETO 621.315.212:669.717

Körösi A. — Dr. Dudásné Pintér M.:

Alumíniumvezetőjű kiskoaxiális kábel

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A cikk egy új típusú, alumínium belső- és alumínium külsővezetőjű kiskoaxiális kábelt ismertet. A kiskoaxiális párra vonatkozóan néhány elméleti számítást ismertet és bemutatja a szerkezeti kialakítás lehetséges változatait. Célja egy korszerű, gazdaságosan gyártható típus bevezetésének előkészítése.

ETO 621.315.3-27

Körösi A. — Tóth A.-né:

Rugózó vezetékek

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek 1966 óta gyárt rugózó vezetékeket különböző célokra. A cikk a jelenleg gyártott rugózó vezetékek típusait és azok alkalmazásával kapcsolatos kérdéseket ismerteti röviden.

ETO 621.315.21:621.395.743 (1—22)

Rónai M.:

Falutefelefon kábel

HÍRADÁSTECHNIKA XXIX. (1978) 4. sz.

A Magyar Kábel Művek a közelmúlt években külterületi telefonhálózat építésére alkalmas, géppel fektethető, olcsó érpáros kábelt fejlesztett ki. A kábelnek alumínium vezetője és polietilén szigetelése van. Az új termék jól és könnyen szerelhető. Üzemi tapasztalatok bizonyítják, hogy gyorsan és kis költséggel megbízható hálózatot lehet a kábeltől kiépíteni.

Обобщения

ДК 621.315.211:621.395.743:665.772.3

Ипольи, И.:

Качество городских телефонных кабелей связи с вазелиновым наполнением

HÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1978) № 4

На Венгерском Кабельном Комбинате успешно осуществлена разработка городских телефонных кабелей с вазелиновым наполнением и с полиэтиленовой изоляцией жил. В статье отдельно оцениваются электрические параметры. По бывшим результатам результаты измерения кабелей значительно превышают отечественные предписания и по нашим знаниям могут соревноваться с лучшими изделиями международных рынков.

ДК 621.315.211:621.395.73:665.772.3:677.73

Ипольи, И. — Калман-Пико, И. — Ронаи, М.:

Производство городских телефонных кабелей связи с вазелиновым наполнением на Венгерском Кабельном Комбинате

HÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

На Венгерском Кабельном Комбинате разработано производство кабелей с пористой полиэтиленовой изоляцией, с вазелиновым наполнением. После того, как коллектив разработчиков успешно справился отечественным внедрением неприменяемой до сих пор технологии изготовления, началось серийное производство кабелей. По бывшим результатам на основе нового типа кабеля возможно создание сетей с большой эксплуатационной надежностью.

ДК 621.315.211.011.4:665.772.3

Д-р Бокор, А.—Иполыи, И.—Ронаи, М.,

Установка рабочей емкости телефонных кабелей с вазелиновым наполнениемHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

На Венгерском Кабельном Комбинате началось производство кабелей с пористой полиэтиленовой изоляцией, с вазелиновым наполнением. Разработан метод установления рабочей емкости готовой продукции по запросам. Данный метод является комбинацией теоретического расчета и опыта практики. С помощью метода имеется возможность для предварительного определения рабочей емкости кабелей с парной и звездной скруткой. Правильность разработанного метода доказала практика.

ДК 621.315.212.011

Надаши, Л.—Чонка, Й.:

Формирование технических параметров малогабаритных коаксиальных кабелей типа SZ—5; оценка кабелей производимой линииHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

Производство малогабаритных коаксиальных кабелей на Венгерском Кабельном Комбинате началось на основе лицензии французской фирмы SAT. Эти кабели представляют собой важнейшую составную часть многоканальных систем связи венгерской промышленности. Кроме удовлетворения запросов венгерской промышленности имеется производство кабелей на экспорт, в частности осуществлялся их прокладка в СССР. В статье излагаются измеренные электрические параметры кабелей и оптимальное оформление (согласование) кабельной линии.

ДК 621.315.21:621.317.34:621.395.73

Надь, З.—Шолтес, Ф.:

Испытание кабелей связиHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

В статье излагаются измеряемые электрические параметры кабелей связи, их принципы измерения, и также методы определения возможных мест повреждения.

ДК 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Д-р Дудашне Пинтер, М.:

Кабели системы связи газо- и нефтепроводовHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

В статье рассматриваются кабели комплексной технологической системы связи, работающей вдоль газо- и нефтепроводов. Излагаются самые главные параметры и конструкция кабеля, построенного на основе малогабаритных коаксиальных пар с размером 1,2/4,4 мм. Кабель был разработан для этой цели с венгерской промышленностью и годен для передачи 300 каналов. Приводится качественная оценка действительных электрических параметров производимых кабелей.

ДК 621.315.212:669.717

Кереш, А.—д-р Дудашне Пинтер, М.:

Малогабаритный коаксиальный кабель с алюминиевым проводникомHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

В статье рассматривается малогабаритный коаксиальный кабель нового типа с алюминиевым внутренним и внешним проводником. Излагаются некоторые теоретические расчеты малогабаритных коаксиальных пар, и рассматриваются некоторые возможные варианты конструктивного оформления. С целью статьи является подготовка освоения современного, экономно производимого типа кабеля.

ДК 621.315.3—27

Кереш, А.—Тот, А.-не:

Спиральные шнурыHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

На Венгерском Кабельном Комбинате с 1966-ого года вводится производство спиральных шнуров для различных назначений. В статье кратко излагаются типы производимых в настоящее время спиральных шнуров и некоторые вопросы их применения.

ДК 621.315.21:621.395.743 (1—22)

Ронаи, М.:

Кабели сельской телефонной связиHÍRADÁSTECHNIKA
(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIX. (1978) № 4

За недавние годы на Венгерском Кабельном Комбинате разработан кабель с дешевым паром жил, годный для построения краевой телефонной сети с применением механизмов при прокладки. Кабель обладает алюминиевым проводником и полиэтиленовой изоляцией. Новая продукция хорошо и легко монтируется. Рабочий опыт доказывает, что на основе этого кабеля возможно быстро построить надежную сеть при маленьких затратах.

Zusammenfassungen

ДК 621.315.211:621.395.743:665.772.3

Ipolyi, I.:

Die Qualität unser vasingefüllten Ortsfernsprechkabeln

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In der Magyar Kábel Művek wurde die Entwicklung der vasingefüllten Ortsfernsprechkabel mit Polyäthylenisoleradern erfolgreich ausgeführt. In den Aufsatz werden die elektrischen Parameter einzelweise bewertet. Laut den bisherigen Ergebnissen sind die Messresultate der heimischen Vorschriften viel günstiger und nehmen nach unseren Informationen die Konkurrenz mit den besten Produkten der internationalen Märkte auf.

ДК 621.315.211:621.395.73:665.772.3:677.73

Ipolyi, I.—Kálmán-Pikó, I.—Rónai, M.:

Verfertigung von vasingefüllten Ortsfernsprechkabeln in der Magyar Kábel Művek

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In der Magyar Kábel Művek wurde die Verfertigung von vasingefüllten Kabeln mit geschäumten Polyäthylen-Isoleradern entwikkelt.

Nachdem das Entwicklungskollektiv die heimische Einführung von den in Ungarn bisher nicht angewendeten Produktionstechnologien realisiert hatte, hat die Reihenfertigung von diesen Kabeln angefangen. Laut den bisherigen Untersuchungen kann mit diesem neuen Kabeltyp ein Netzwerk mit grosser Betriebssicherheit ausgeführt werden.

ДК 621.315.211.011.4:665.772.3

Dr. Bokor, Á.—Ipolyi, I.—Rónai, M.:

Einstellung der Betriebskapazität von vasingefüllten Telefonkabeln

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In der Magyar Kábel Művek wurde die Produktion der vasingefüllten Kabel mit geschäumten Polyethylenisolierung in Gang gesetzt. Eine die Anforderungen befriedigende Methode wurde zur Einstellung der Betriebskapazität des Endproduktes ausgearbeitet. Dieses Verfahren ist die Kombination der theoretischen Rechnung und der Praxis. Es ermöglicht, dass die Betriebskapazität sowohl von Kabeln mit Paarverseilung als wie mit Vierverseilung vorhergehend bestimmt werden. Die Richtigkeit der Methode wurde in der Praxis bewiesen.

DK 621.315.212.011

Nádasi, L. — Csonka, J.:

Entwicklung der technischen Parameter von Kleinkoaxialkabeln Typ Sz—5, und Bewertung der Kabel der verfertigten Linien

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

Die Magyar Kábel Művek haben die Fertigung von Kleinkoaxialkabeln auf Grund der französischen Lizenz der Firma SAT angefangen. Diese Kabel bilden einen wichtigen Teil von den in der ungarischen Industrie hergestellten Mehrkanal-Nachrichtensystemen. Ausser der Befriedigung der ungarischen Ansprüche, werden diese Kabel auch für Export gefertigt und waren infolgedessen auch schon in der Sowjetunion abgelegt. In dem Aufsatz werden die gemessenen elektrischen Parameter der Kabel und die optimale Ausbildung (Anpassung) der Kabelleitungen, erörtert.

DK 621.315.21:621.317.34:621.395.73

Nagy, Z. — Soltész, F.:

Prüfung von Nachrichtenkabeln

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In dem Aufsatz werden die in den Kabeln messenden elektrischen Parameter, deren Messprinzipien und ferner die Bestimmung der vorkommenden Fehlerstellen, erörtert.

DK 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Dr. Dudásné, M. Pintér:

Kabel der Nachrichtensysteme von Gas- und Ölleitern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In dem Aufsatz wird mit den Kabeln von komplexen technologischen Nachrichtensystemen welche nächst den Gas- und Ölleitern funktionieren beschäftigt. Die Struktur und die Hauptcharakteristiken des, durch die ungarische Industrie für diesen Zweck hergestellten, aus 1,2/4,4 mm Kleinkoaxialpaaren zusammengesetzten Kabels, das zur Übertragung von 300 Kanälen geeignet ist wird erörtert, und eine Qualitätsauswertung über die effektiven elektrischen Parameter der Kabel gegeben.

DK 621.315.212:669.717

Körösi, A. — Dr. Dudásné, M. Pintér:

Kleinkoaxialkabel mit Aluminiumleiter

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In dem Aufsatz wird ein neues Kleinkoaxialkabeltyp mit Aluminiuminnen- und Aluminiumausenleiter erörtert. Bezüglich des Kleinkoaxialpaares werden einige theoretische Berechnungen und die mögliche Varianten der strukturellen Ausbildung, dargestellt. Die Vorbereitung eines modernen ökonomisch erzeugbaren Types ist der Ziel.

DK 621.315.3-27

Körösi, A. — Tóth, A.-né:

Federnde Kabelleitungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In der Magyar Kábel Művek werden seit 1966 federnde Leitungen für verschiedene Zwecke erzeugt. In dem Aufsatz werden kurz die Typen der derzeitig erzeugten federnden Leitungen und die mit deren Anwendung verbundenen Probleme, erörtert.

DK 621.315.21:621.395.743 (1-22)

Rónai, M.:

Kabel für Landzentrale

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) Nr. 4.

In der Magyar Kábel Művek wurde in den jüngst vergangenen Jahren ein mit Maschine auslegbares Kabel, mit billigem Aderpaar, welches zur Bau eines peripherischen Fernsprechnetzwerkes entsprechend ist, entwickelt. Das Kabel hat einen Aluminiumleiter und eine Polyethylenisolierung. Das neue Produkt ist gut und leicht montierbar. Betriebsverfahren beweisen, dass mit diesem Kabel ein zuverlässiges Netzwerk schnell und billig aufzubauen ist.

Summaries

UDC 621.315.211:621.395.743:665.772.3

Ipolyi, I.:

Quality of Vaseline Filled Local Labels

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

The Magyar Kábel Művek realized successfully the development of the polyethylene core insulated vaseline filled local cables. The electric parameters are estimated in the paper separately. According to the results obtained up to now the measured results of the cables are much more favourable based on the home specifications and to our knowledge revalize with the best products to be obtained on the international market.

UDC 621.315.211:621.395.73:665.772.3:677.73

Ipolyi, I. — Kálmán-Pikó, I. — Rónai, M.:

Production of Vaseline Filled Local Telephone Cables in the Magyar Kábel Művek

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

In the Magyar Kábel Művek the production of foamed polyethylene core insulated, vaseline filled cables has been developed. After the collective of development has successfully realized the home introduction of the fabrication technology, not yet applied in our country, the series production of these cables has been started. According to the tests carried out up to now, a network of great operational safety can be realized with this new cable type.

UDC 621.315.211:011.4:665.772.3

Dr. Bokor, Á. — Ipolyi, I. — Rónai, M.:

Adjustment of Operating Capacity for Vaseline Filled Telephone Cables

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

The Magyar Kábel Művek has started the production of foamed polyethylene insulated vaseline filled cables. A method meeting the requirements for the adjustment of the capacity of finished product, has been elaborated. This procedure is the combination of theoretic computation and practice. It enables to determine in advance the operating capacity both of twin and quad pairing cables. The correctness of the elaborated method has been proved in practice.

UDC 621.315.212.011

Nádasi, L. — Csonka, J.:

Distribution of Technical Parameters for Small Coaxial Cables Type Sz—5, and Evaluation of the Cables for Ready Produced Lines

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

The Magyar Kábel Művek started the production of coaxial cables based on the licence of the French Firm SAT. These cables form an important part of the multichannel telecommunication systems produced by the Hungarian industry. Besides satisfying the Hungarian demands these cables are also produced to export and have been layed down in the Soviet Union, too. The paper presents the measured parameters of these cables and the optimal shaping (joint) of cable lines.

UDC 621.315.21:621.317.34:621.395.73

Nagy, Z. — Soltész, F.:

Test of Communication Cables

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

Electric parameters to be measured on the communication cables, the principles of their measurement and further the determination of the occurring fault locations are presented.

UDC 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Dr. Dudásné, M. Pintér:

Cables for the Communication System of Gas- and Oil Pipes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

The paper deals with the cables of the complex technologic communication system operating along the gas and oil pipes. It presents the construction and main characteristics of this cable being developed by the Hungarian industry for this purpose. It is built up of 1,2/4,4 mm sized small coaxial pairs, and is suitable for the transmission of 300 channels. Further a qualitative estimation of the effective electric parameters of the produced cables is given.

UDC 621.315.212:669.717

Körösi, A. — Dr. Dudásné, M. Pintér:

Small Coaxial Cables with Aluminium Wires

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

The paper presents a new type of small coaxial cables with aluminium internal and surface wire. Regarding the small coaxial pair

some theoretical computations and the possible changes of structural development are presented. The aim of the paper is to prepare the introduction of an up-to-date economically producible type.

UDC 621.315.3-27

Körösi, A. — Tóth, A.-né:

Springy Cable Wires

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

In the Magyar Kábel Művek springy cable wires have been produced since 1966. A short information is given on the types of springy cable wires produced at present and problems concerning their application are discussed.

UDC 621.315.21:621.395.743 (1—22)

Rónai, M.:

Rural Telephone Cable

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) No 4.

In the recent years the Magyar Kábel Művek has developed a cable with low-cost core pair, which can be layed down by machine and is suitable for the construction of peripheric telephone networks. It has aluminium wire and polyethylene insulation. The new product can be mounted well and easily. Operational practice proves that a reliable network can be constructed with this cable quickly and cheap.

Résumés

CDU 621.315.211:621.395.743:665.772.3

Ipolyi I.:

Qualité de notre câbles locale à remplissage de vaselin

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Le Magyar Kábel Művek a réussi à développer des câbles locaux à isolation des paires en polyéthylène à remplissage de vaselin. L'article décrit chacun paramètre électrique séparément. Selon les résultats jusqu'à présent, les résultats de mesure des câbles sont plus avantageux que des spécifications nationales et à notre connaissance, ils sutient la comparision avec les meilleurs produits disponibles sur le marché international.

CDU 621.315.211:621.395.73:665.772.3:677.73

Ipolyi I. — Kálmán-Pikó I. — Rónai M.:

Fabrication des câbles locaux à remplissage de vaselin dans les ateliers de Magyar Kábel Művek

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Le Magyar Kábel Művek a développé la fabrication des câbles à isolation des paires en polyéthylène mousseuse à remplissage de vaselin. Après avoir réussi à adapter les technologies de fabrication qui ne'avaient pas été utilisées précédement dans l'industrie nationale, la construction en série a commencé. Selon les examens jusqu'à présent on peut réaliser par le type nouveau de câble un réseau de grand fiabilité de fonctionnement.

CDU 621.315.211.011.4:665.772.3

Dr. Bokor Á. — Ipolyi I. — Rónai M.:

Réglage de capacité de service des câbles téléphoniques à remplissage de vaselin

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Le Magyar Kábel Művek a commencé à produire les câbles à isolation des paires au polyéthylène mousse à remplissage de vaselin. On a élaboré une méthode pour régler la capacité de service des câbles manufacturés répondant aux exigences. Cette méthode est la combinaison de calcul théorique et pratique. Elle permet de déterminer préalablement la capacité tant les cables de torsé en paires que en quartes. La pratique a prouvé la pertinence de la méthode élaborée.

CDU 621.315.212.011

Nádas L. — Csonka J.:

Paramètres techniques des petites paires coaxiales du type Sz—5, évaluation des câbles de liaison produite

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Sur la base de la licence de SAT, le Magyar Kábel Művek a commencé la production des petites paires coaxiales qui constituent une partie importante des systèmes de télécommunication à grand nombre de voies fabriqués par l'industrie hongroise. En outre de satisfaire les exigences hongroise on produit ces câbles pour exportation ainsi les ont été posés en l'URSS. L'article expose les caractéristiques électriques des câbles et l'adaptation optimale des liaisons sur câbles.

CDU 621.315.21:621.317.34:621.395.73

Nagy Z. — Soltész F.:

Mesures des câbles de télécommunication

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

L'article décrit les paramètres électriques à mesurer leur principe de mesure ainsi que la localisation des défauts qui se produisent.

CDU 621.315.212.011:621.395.74:622.691.4 + 622.692.4

Mme Dr. Dudás Pintér M.:

Câbles du système de télécommunication des gazoducs et oleducs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

L'article s'occupe des câbles du système de télécommunication technologique complexe qui fonctionnent au long des gazoducs et oleducs. Il expose la construction et les caractéristiques principaux de câble comportant des petites paires coaxiales de 1,2/4,4 mm qui a été développé par l'industrie hongroise pour transmettre 300 voies. Dans l'article on donne une qualification des paramètres actuels électriques des câbles fabriqués.

CDU 621.315.212:669.717

Körösi A. — Mme Dr. Dudás, Pintér M.:

Petite paire coaxiale à conducteurs d'aluminium

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

L'article décrit une nouvelle paire coaxiale à petit diamètre à conducteur intérieur et extérieur d'aluminium. L'article expose quelques calculs théoriques concernant des petites paires coaxiales et il montre les variations possibles de construction mécanique. Il a pour objet la préparation d'adaptation du type moderne qu'on peut économiquement produire.

CDU 621.315.3-27

Körösi A. — Mme Tóth A.:

Cordons spiral

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Depuis 1966, le Magyar Kábel Művek a produit les cordons spirals au bouts différents. L'article décrit les types des cordons spirals que sont actuellement produits et il expose succinctement les questions en connexion avec leurs applications.

CDU 621.315.21:621.395.743 (1-22)

Rónai M.:

Câble régional

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIX. (1978) N° 4.

Dans les années passées tout récent, le Magyar Kábel Művek a développé un câble à paires symétriques à faible prix qu'on peut poser par machine pour installer des réseaux téléphoniques régionaux. Ce câble a des conducteurs d'aluminium et l'isolation au polyéthylène. On peut bien et facilement installer le câble nouveau. Les expériences de fonctionnement prouvent qu'on peut réaliser rapidement et à peu de frais un réseau fiable de ce câble.

Lapunk példányonként megvásárolható:

az V., Váci utca 10.

**az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti
hírlapboltokban**
