

A vezetékek megválasztásáról

Borbás István elektromérnök

Aligha található a „gyengeáramú” áramkörtervezésnek még egy olyan elhanyagolt területe, mint a vezeték-méretezés. Be kell ismernünk, hogy erre nem szoktunk különösebb figyelmet fordítani. „Jó vastag” vezeték választunk, abból nem lehet baj! E nagyvonalúság egyik oka az, hogy a méretezés megfontolásai távol esnek a kapcsolástechnikusok/amatőrök gondolkodásától.

Egy adott vezeték adott helyen történő terhelhetősége olyan sok mindentől függ, hogy a kiszeriás készülékek tervezői meg sem kísérik a számíttással történő méretezést. E helyett tapasztalati úton – többnyire hasra ütéssel – óvatosságból erős túlméretezéssel intézik el a kérdést. További nehézséget okoz, hogy a gyakorlat több ezer féle vezetékot használ, és a kis darabszámú készüléképítés/gyártás vezeték-szükségletét többnyire nem külön rendeléssel elégítik ki, e helyett a meglévő, szokásos vezetékek maradékait építik be. Az originál kötegeken rendszerint megtalálhatók a vezetékek adatai: szerencsés esetben a maradékokon is. Ezen kívül minden műhelyben megtalálható egy teteemes mennyiségű, darabolt „haszonhulladék” is, melyek nagy része a kötegekből könnyelműen levágott, még nem használt darabokból áll. Jelentős mennyiséget képezhet, főképpen amatőröknél, a márkás készülékek, műszerek bontásából származó, jó minőségű vezeték is. A készülékeknek az elhasználódásnál gyorsabb erkölcsi(?) avulása meghozta az amatőryanag-ellátás aranykorát! Ezek a vezetékek érthetően régen elszakadtak az adataiktól, s az e téren egyébként is elhanyagolt katalógusok hiányában használhatóságuk egyéni megítélés kérdése. Azt azonban kevés szakember tudja szemre megsaccolni, hogy például a kezébe került vezetéknek mekkora a keresztmetszete. A gyakorlott szakembernek is csak többnyire akkor sikerül, ha több, e szempontból eltérő vezeték-

ből kell kiválasztani az ismert keresztmetszetűt.

A felsorolt nehézségeket áthidalva, meglehetősen pazarló módon, gyakran több száz százalékos túlméretezéssel használjuk a vezetékeket, ami nehezen elhelyezhető, zsúfolt kábelkötegekre, súlytöbbletre és többletköltségekre, nem utolsósorban anyagpazarlásra vezethet. Kezdő konstruktőröknél gyakori hiba, hogy a szépen elrendezett alkatrészek mellett a vezetékek elhelyezése igen nehéz, vagy éppen lehetetlen. Az is gyakori tervezői élmény, hogy a kapcsolási rajzon igen egyszerűnek tűnő áramkör – megépítve – meglepően sok vezetékot tartalmaz.

A következőkben megkíséreljük áttekinteni a vezetékek megválasztásához szükséges tudnivalókat. Célunk, hogy a normál hőmérsékleten, beltéri környezetben használt készülékek vezetékének megválasztásához nyújtunk segítséget, vállalva annak kockázatát, hogy leírásunk a vezetékgyártók szemszögéből túl kevésnek, a felhasználók szempontjából túl soknak fog tűnni.

A vezetékek üzemi jellemzői

Számos más méretezéshez hasonlóan, a vezetékek terhelhetőségének méretezése is rendszerint a melegedés megengedhető határértékének betartása céljából történik. Vizsgálataánál a következő paraméterek összefüggéseit kell figyelembe vennünk:

1. Üzemi áram (I , amper). Általában ez a méretezés kiindulási adata.

2. Vezeték-keresztmetszet (Q , mm²).

Az adott vezeték adatlapjáról / címkéjéről vagy táblázatokból vett, illetve átmérőméréssel, majd számíttással meghatározott névleges érték.

3. Áramsűrűség (I_s , A/mm²): az egy négyzetmilliméterre jutó áramérték: $I_s = I/Q$. Adott körülmények között a terhelhetőség általános jellemzője. Értékének megválasztásánál számos szempontot kell figyelembe vennünk, hiszen a gyakorlati értéke 1...100 A/mm² lehet. (A nagyobb értékek rövid időkre, vagy például nyomtatott áramkörökön engedhetők meg.)

4. Vezeték-ellenállás (R_v , ohm).

5. Vezetékvesztés (P_v , W): a vezetékot melegítő teljesítmény: $P_v = I^2 \cdot R_v = (I_s \cdot Q)^2 \cdot R_v$. Gyakran az 1 cm-re eső értékekkel számolunk. Például 1 A/mm² áramsűrűség az 1 mm² keresztmetszetű vörösréz vezetékén 180 μW hővesztést okoz centiméterenként. 20-szoros áramsűrűség esetén a vesztés 20-szorosára nő. (Ugyanilyen arányban növekszik a melegedése is.)

6. Hőellenállás. Ez alatt általában az egységnyi teljesítményhez tartozó hőmérsékletnövekedést értjük (általában: $R_{TH} = \Delta t/P$, °C/W). Vezetékek esetében ennek az 1 cm-re eső értékével számolunk. Ennek értékével jellemezhető az adott helyen felszerelt vezeték hőleadási képessége, ami tehát függ a vezetékotól és az elhelyezés körülményeitől. 100 °C alatti hőmérsékletknél értéke gyakorlatilag független a hőmérséklettől, azaz a vezeték hőmérséklete az áram négyzetével

arányosan változik. Mielőtt eljjesztenénk a kedves olvasót: nem szükséges vele számításokat végeznünk, csak az összefüggések megértéséhez van szükségünk rá! A vezeték keresztmetszetének növelése esetén a hőellenállás is növekszik, mert körkeresztmetszet esetén keresztmetszet k -szoros növekedése esetén a hőleadó felület csak \sqrt{k} -szoros lesz. A hőellenállás szabadon szerelt csupasz vezetékeknél a legkisebb, tehát a melegedés is ilyen esetben a legkisebb. A szigetelésre használt műanyagok mindegyike jó hőszigetelő, így jelentősen megnöveli a hőellenállást. Tovább romlik ez az adat, ha a szigetelt vezeték kötegben/korbácsban fut, s még rosszabb, ha a köteget védőcsőben helyezik el. A szalagkábel hőlea-

dása lényegesen kedvezőbb. A legkisebb hőellenállása a nyomtatott áramköri fóliaszalagoknak van. A mesterséges szellőztetés mindegyik esetben jelentősen javítja a hőelvezetést, csökkenti a hőellenállást.

7. *Környezeti hőmérséklet* (T_K , °C): A készülék üzemeltetési helyén, annak kikapcsolt állapotában mérhető átlagos hőmérséklet. Egyezményes értéke 25 °C. A túlmelegedések elkerülése szempontjából számunkra a tartósan előforduló maximális értéke a fontos; hazánkban e tekintetben 40 °C-al számolhatunk.

8. *Melegedés* (Δt , °C): az a hőmérsékletkülönbség, amellyel a vezeték üzemi árama, illetve vesztesége megnöveli a vezeték hőmérsékletét: $\Delta t = P_V \cdot R_{THV}$. A vezetékre megengedhető legnagyobb üzemi hőmérsékletet az adatlapok rendszerint megadják. Szokásos értékei kifestésű vezetékekre, °C-ban:

- Pamutszigetelésű: 60
- Gumiszigetelésű (régebbi): 70
- PVC szigetelésű (régebbi): 70
- PE (Polietilén) és újabb PVC: 105...110
- Teflon (PTFE = Politetra-fluor-etilén): 150...260
- Szilikongumi szigetelésű: 200
- Különleges, hőálló (üvegszövet stb.): max. 1000.

9. *Üzemi hőmérséklet* (T_U , °C): a környezeti hőmérséklet és a melegedés összege, azaz $T_U = T_K + \Delta t$

A vezeték azonosítása

A leggyakoribb probléma: mekkora a kezünkbe kerülő vezeték keresztmetszete, illetve, tömör huzal esetén az átmérője. Szerecsénkre ezt egyrészt méréssel könnyen meg lehet(ne) állapítani, ha kéznél van az erre szolgáló nagy pofaátmérőjű huzalmérő, esetleg fogvastagságmérő mikrométer, másrészt nincs nagyon sokféle rézhuzal a különféle vezetékekben. Az **1. táblázat** tartalmazza azt a 28 huzalátmérőt, amelyből a különféle vezetékek kombinálódnak. A kombi-

nációk sem nagyon sokfélék: a **2. táblázat** mutatja az általánosan használatos 24 névleges keresztmetszetet, amely 53 változatban kapható. Pontos azonosításukhoz az említett mikrométert is kellene használni – ami azonban nem mindig áll rendelkezésre – majd keresztmetszetet számolni. Mindkettő elkerülhető táblázat alkalmazásával. Elegendő a tömör huzal vagy a sodrat átmérőjét tolmércével megmérni, s így a huzalok többsége azonosítható. Néhány többeres vezetéknél az átmérők eltérése oly csekély, hogy a sodraton a kis különbségeket nem tudjuk kimérni, ill. a mérés alapján 2-3 keresztmetszet-értékre is tippelhetünk. Ilyen esetekben elegendő megszámlalnunk a sodrat elemi szárait: ennek ismeretében a táblázatunk átmérői alatt megadott szálszerkezet alapján elvégezhetjük az azonosítást. Ugyanitt megadtuk a vezeték pontos keresztmetszetét is, amely eltérhet a névleges értéktől. A legnagyobb eltérések:

- a 0,25 mm²-es KH vezetéknél: +10%,
- a 0,25 mm²-es LH vezetéknél: -8,7%,
- a 0,35 mm²-es vezetéknél: +7,7%.

A többiekénél az eltérés kisebb mint 2%.

A műhelyi gyakorlatban az azonosítás tovább egyszerűsíthető egy néhány centis darabokból összeállított, címkével ellátott mintakollekció elkészítésével.

A vezeték terhelhetőségének meghatározása

Az adott helyre szerelt vezeték terhelhetőségének számításával történő meghatározása olyan bonyolult, hogy az amatőröktől vagy az egyedi gyártóktól ennek elvégzése nem várható el. Igen szép dolgozatokat lehet írni e témában sok-sok levelettel, legtöbbünk számára azonban ez az út járhatatlan. Az erősáramú gyakorlatban ilyen számításokat gyakran végeznek! Gyakorlati célokra kísérleti

1. táblázat

Átmérő D, mm	Keresztmetszet Q, mm ²
tömör sodrott vezetékekhez	
	0,05 0,00196
	0,07 0,00385
	0,1 0,00785
	0,15 0,01767
	0,2 0,03142
	0,25 0,04909
0,3	0,3 0,07069
	0,35 0,09621
	0,37 0,10752
	0,4 0,12566
0,43	0,14522
0,5	0,5 0,19635
0,51	0,20428
0,52	0,21237
0,6	0,28274
0,64	0,3217
0,68	0,36317
0,75	0,44179
0,8	0,50266
1	0,7854
1,2	1,131
1,5	1,7671
1,8	2,5447
2	3,1416
2,5	4,9087
4	12,57
6	28,27
10	78,54

2. táblázat

Keresztmetszet (Q), mm ²	Fajlagos ellenállás, mohm/m	Tömör	Hajlékony	Különösen hajlékony, KH	Leghajlékonyabb, LH
		T	H		
		Névleges átmérő mm-ben, felépítés [tényleges Q, mm ²]			
0,02	940	-	-	-	0,2; 10×0,05 [0,01896]
0,05	376	-	-	0,3; 7×0,1 [0,0549]	0,35; 26×0,05 [0,051]
0,075	250	0,3; [0,07]	-	-	-
0,08	235	-	0,4; 5×0,15 [0,0833]	0,4; 10×0,1 [0,0785]	-
0,1	188	-	-	0,45; 14×0,1 [0,1099]	0,45; 52×0,05 [0,102]
0,125	150	0,4; [0,126]	0,45; 7×0,15 [0,1236]	-	0,5; 62×0,05 [0,1216]
0,15	125	-	-	0,5; 19×0,1 [0,149]	-
0,2	94	0,5; [0,204]	0,6; 7×0,2 [0,2198]	0,65; 12×0,15 [0,211]	0,7; 93×0,05 [0,1825]
0,26	72,3	-	-	0,7; 15×0,15 [0,2649]	-
0,28	67,1	0,6; [0,283]	-	-	-
0,3	62,6	-	0,8; 10×0,2 [0,3141]	-	0,8; 154×0,05 [0,3022]
0,35	53,7	-	0,83; 12×0,2 [0,3768]	0,8; 20×0,15 [0,3552]	-
0,5	37,6	0,8; [0,503]	0,9; 7×0,3 [0,4947]	0,95; 16×0,2 [0,5024]	1,1; 259×0,05 [0,5082]
0,75	25	1; [0,785]	1,1; 7×0,37 [0,7525]	1,13; 24×0,2 [0,7536]	1,3; 385×0,05 [0,7555]
1	18,8	-	1,3; 7×0,43 [1,016]	1,33; 32×0,2 [1,0048]	1,4; 259×0,07 [0,9962]
1,1	17	1,2; [1,13]	-	-	-
1,5	12,5	-	1,56; 7×0,52 [1,458]	1,6; 30×0,25 [1,471]	1,9; 196×0,1 [1,5386]
1,75	10,7	1,5; [1,767]	-	-	-
2,5	7,52	1,8; [2,54]	2,04; 7×0,68 [2,54]	2,05; 50×0,25 [2,453]	2,4; 322×0,1 [2,5277]
3	6,26	2; [3,14]	-	-	-
4	4,7	-	2,6; 19×0,52 [4,033]	2,6; 56×0,3 [3,956]	3,9; 525×0,1 [4,1212]
5	3,76	2,5; [4,909]	-	-	-
6	3,13	-	3,26; 19×0,64 [6,109]	4; 84×0,3 [5,934]	4,5; 784×0,1 [6,1544]
10	1,88	-	4,72; 49×0,51 [10,004]	4,85; 80×0,4 [10,048]	5; 1302×0 [10,2207]

3. táblázat

Keresztmetszet (Q) mm ²	Áramerősség (I) A	Áramsűrűség (I _s) A/mm ²
1	10	10
0,25	4	16
0,15	3	20

adatokra van szükségünk. Egy ilyen kísérlet adatai szerint 20 °C-os melegedéshez a különféle keresztmetszetű vezetékhez tartozó áramok és áramsűrűségek az **3. táblázat** szerintiék.

Ezek az adatok azonban egyedülálló, szabadon szerelt, vízszintesen kifeszített huzalokra vonatkoznak. Annyiban mégis hasznosak számunkra, hogy behatárolják a megengedhető értékeket és példát adnak az arányokra.

Ismerjük a villanszerelésre előírt adatokat is. Ezek szerint szigetelt, vörösréz vezeték esetén a szerelési módtól függően a **4. táblázatban** foglalt terhelések engedhetők meg.

A felsorolt – és a különféle adatlapokon talált – adatok figyelembevételével gyakorlati célokra, készülékek huzalozásához elfogadhatónak és szakszerűnek tartjuk az **5. táblázat** szerinti terhelési adatokat. (A közbülső keresztmetszetekhez tartozó adatok interpolációval határozhatók meg.)

A készülékek belső huzalozása gyakran kábelkötegekkel történik, ami rontja a hőleadást. Ilyen esetekben a kötegben levő vezeték összkéretmetszetét és az összes áramot kell figyelembe venni. Kivételt képeznek a szalagkábelek, vagy az azokhoz hasonlóan síkba rendezett vezeték. Ezeknél és a hálózati csatlakozóvezetékknél (a megengedett legkisebb keresztmetszetük 0,5 mm²) az áramsűrűségek 1,5-szöröse engedhető meg. Ahol a vezeték adatlapja rendelkezé-

4. táblázat

Q, mm ²	SZERELÉSI MÓD					
	Védőcsőben		Kapcsolószekrényben		Szabadon	
	I, A	I _s , A/mm ²	I, A	I _s , A/mm ²	I, A	I _s , A/mm ²
1	12	12	16	16	20	20
4	28	7	36	9	45	11,25
10	48	4,8	65	6,5	78	7,8

sünkre áll, természetesen azt kell figyelembe vennünk. Tekerített huzalok esetén az itt megadott adatok nem érvényesek.

Egyéb méretezési szempontok

A gyakorlati esetek többségében elegendő az áramterhelésre történő méretezés. Néhány esetben azonban további szempontokat is figyelembe kell vennünk, az alábbiak szerint.

Feszültségesésre főleg hosszabb tápvezetékek esetén méretezünk. Kisjelű áramkörök, mérőkörök esetén rövidebb vezeték esetén is fontos lehet a feszültségesés. Értéke arányos az áramsűrűséggel: számításához elegendő azt megjegyeznünk, hogy vörösréz vezeték esetén 1 A/mm²-es áramsűrűség mellett méterenként 18,8, kezeletlen 20 mV esik a vezetéken. Egyszerű számítással meghatározhatjuk például, hogy 5%-os feszültségesést megengedve, 10 A/mm²-es áramsűrűség mellett egy hálózati csatlakozóvezeték hosszúsága maximum 30 m lehet.

Szigetelési feszültséget a törpefeszültségű áramkörökben általában nem kell figyelembe venni. Kivételt képeznek a járművezetékek, amelyekre 24 V-ot engedélyez az adatlap (az újabban alkalmazott, ill. alkalmazni tervezett 42 V-os járműfeszültség miatt várhatóan kimegy a divatból). Kisfeszültségen, azaz U_{eff} = 50... 250 V, legfeljebb 350 V-os csúcshőfeszültségig a vezeték nagy

5. táblázat

Q, mm ²	I, A	I _s , A/mm ²
0,1	2	20
0,33	5	15
1	10	10
3,3	20	6
10	50	5

többsége alkalmazható. Néhány kivétel itt is előfordul: 140 V-os csúcshőfeszültségre engedélyezett vezeték is létezik. Ezeket azonban csak különleges célokra használják, s ott ismerik az adataikat. *Tudnunk kell, hogy hálózati csatlakozókábelekhez csak megerősített szigetelésű kábelt szabad használnunk!* A 35 V feletti feszültségek esetén már elkerülhetetlenül szükségünk van az adott kábel adatlap szerinti adataira.

Szilárdságra (mechanikai igénybevételre) legfőképpen a mozgatott vezeték esetén kell méreteznünk. Gyakran rögzített és sodrott vezetékkel célszerű növelnünk a megbízhatóságot. Különleges esetekben a hűzési és hajtogatósi igénybevételeket is figyelembe kell vennünk. Ilyen célokra különleges vezeték kaphatók. Például mérővezetékhez („mérőszinórokhoz”) különösen hajlékony vezetékkel célszerű alkalmaznunk. Ezenkívül a 100 mA alatti áramok esetén az áramterhelés helyett rendszerint a kezelhetőség érdekében a szilárdsági szempontokat vesszük figyelembe.

Szigetelési ellenállás (átvezetés) a kisáramú (nano-...mikroamperes) áramköröknél lehet fontos. A korszerű félvezetős jeladóknál egyre gyakoribb. Néhány gyengeáramú vezetékkel az átvezetési ellenállás 100 Mohm/m vagy még kisebb is lehet. Így 100 V-os tartományban már mikroamperes vagy nagyobb átvezetések lehetségesek. (Ez lehet az oka annak az ismert jelenségnek, hogy a gyakorlati szakemberek kézfejjel megfogva a hálótati kábelt vagy akár a fémházat, meg tudják mondani, hogy van-e benne hálózati feszültség. Az átvezetés „éressé” teszi a különben sima felülete-

ket.) Különlegesen jól szigetelnek a drágább szilikongumi vagy tetlon szigetelésű vezetékek.

Vezetékkapacitás a nagysebességű, vagy hosszabb, többeres, vagy árnyékolt vezetékeknel lehet fontos: értéke általában 25... 500 pF/m. Egyeres vezeték esetén is fontos lehet annak a „nagyvilághoz” (környezethez) mért kapacitása, például az autók gyújtókábeleinél. Csökkentésére nincs más mód, mint az átmérő csökkentése.

Különleges esetekben fontos lehet még a vezeték induktivitása, hullámellenállása, a skin-hatás miatti ellenállás-növekedése, a szigetelés permittivitása (korábban dielektromos állandónak nevezték), illetve veszteségi szöge, kémiai ellenállóképessége, meleg-, vagy hidegállósága, tömege, ill. súlya is. Ezekben az esetekben semmiképpen sem mellőzhetjük a vezeték gyári adatainak figyelembevételét.

Végül megadjuk az „amerikai” huzaltáblázatot (AWG) is (6.táblázat).

Az 1., a 2. és a 6. táblázat – amelyek a Magyar Kábelművek 1974-ben kiadott *Kábel-Zsebkönyvében* található táblázatok felhasználásával készültek – egyéb hasznos adatokat tartalmaznak. (A szerkesztő megjegyzése: igaz, hogy már a nevezett gyártó sem létezik, de a táblázatokban szereplő vezetékekből vélhetően még nagy mennyiség található az amatőrök anyagtároló fiókjában, és hasonló paraméterekkel mai gyártóktól is forgalmaznak ilyeneket.)

Az elmondottaktól azt reméljük, hogy ösztönzi szaktársainkat a vezetékek gazdaságosabb használatára és a maradékokból, bontásból nyert – gyakran kidobásra szánt – „haszonhulladékok” felhasználására.

Megjegyzések a 6. táblázathoz:

1. A huzalrácavarásos (WW = Wire-Wrap) kötésekhez AWG14-32-es méretű vezetékek használatosak.
2. Az AWG45-ös és ennél magasabb méretszámú vezetékek képezik az ultrafinom választékot

6. táblázat

American Wire Gauge: AWG	Átmérő	Keresztmetszet
	D, mm	Q, mm ²
6/0	14,73	170,5
5/0	13,13	135,35
4/0	11,68	107,22
3/0	10,4	85,01
2/0	9,266	67,43
1/0	8,252	53,49
1	7,348	42,41
2	6,543	33,62
3	5,827	26,67
4	5,189	21,15
5	4,62	16,76
6	4,115	13,3
7	3,665	10,55
8	3,264	8,367
9	2,906	6,631
10	2,588	5,261
11	2,305	4,172
12	2,053	3,309
13	1,828	2,624
14	1,628	2,081
15	1,45	1,65
16	1,291	1,309
17	1,15	1,038
18	1,024	0,8229
19	0,9116	0,6527
20	0,8118	0,5176
21	0,7229	0,4104
22	0,6439	0,3256
23	0,5733	0,2581
24	0,5105	0,2047
25	0,4547	0,1624
26	0,4023	0,1271
27	0,3607	0,1022
28	0,3211	0,08096
29	0,286	0,06424
30	0,2548	0,05093
31	0,2268	0,04039
32	0,2019	0,03203
33	0,1796	0,02545
34	0,1601	0,02014
35	0,1426	0,01597
36	0,127	0,01267
37	0,1131	0,01004
38	0,1007	0,00796
39	0,0897	0,00631
40	0,0799	0,00501
41	0,0711	0,00397
42	0,0633	0,00315
43	0,0564	0,0025
44	0,0502	0,00198
45	0,0447	0,00157
46	0,0398	0,00126
47	0,0355	0,00099
48	0,0316	0,00078
49	0,0281	0,00062
50	0,0251	0,00049
51	0,0226	0,0004
52	0,02	0,00031
53	0,0178	0,00025
54	0,0157	0,00019
55	0,0139	0,00015
56	0,0124	0,00012

Búcsúzunk



Urkon Ede
HA5BWW

rádióamatőr társunktól, akinek bilentyúje 2019. március 29-én örökre elnemt.

Edu Vácott kezdte az amatőr munkát, az akkori HA7RI hívójelével. A városi rádióklubban tevékenykedett és persze mindig épített valamit, fejlesztette saját állomását. Budapestre kerülve kapta meg a HA5BWW hívójelet, és ezt is világszerte ismertté tette. Sokat versenyzett rádióforgalmi versenyeken, ahol világbajnok csapat tagja is lett. Rendszeres résztvevője volt a gyorstávírási versenyeknek is, és tagja volt a nagysebességű távírások klubjának. Szervezte a kitelepüléseket belföldre és külföldre egyaránt. Sok ezer összeköttetést létesített a HA5KHC klub speciális hívójeleivel. Vagy tucatszor vitte az RH Budapest-bajnokságban a HG5BP spec. hívójelű állomást. Részt vett a MRASZ munkájában, és a Rádiótechnika HA Old Timer körének is aktív tagja volt.

Szakmai tanácsaival önzetlenül segítette rádióamatőr társait, és mindig voltak újabb tervei, de sajnos ezek már csak tervek maradtak. 72 évesen hagyott itt bennünket az elméletben és gyakorlatban egyaránt kiváló tudású társunk. Rádióamatőr barátai még sokáig fognak emlékezni rá.

Ede, nyugodj békében!

A HAM-bazár

mindenkori aktuális kínálata és az árai megtalálhatók a:

www.radiovilag.hu

honlapunkon.