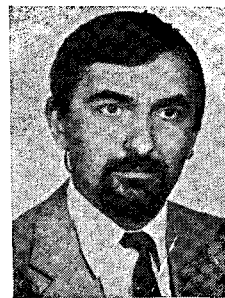


A megbízhatóság műszaki-gazdasági kérdései a műsorszórásban

DURÓ IMRE

Posta Rádió és Televízióműszaki Igazgatóság



DURÓ IMRE

ÖSSZEFOGLALÁS

A műsorszóró hálózatok megbízhatóságának optimalizálása műszaki és gazdasági szempontok figyelembevételét igényli. A cikk foglalkozik az optimum meghatározásának kérdéseivel, illetve az optimumtól való eltérés okaival.

Bevezetés

Magyarországon a műsorszórás tevékenységét a Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság (továbbiakban PRTMIG) végzi, nagyrészt speciális képzettségű szakemberek segítségével, felhasználva a híradástechnika sajátos, valamint a népgazdaság általános eszközeinek egy részét.

A műsorszórást mint szolgáltatást népgazdasági szinten a „szállítás, hírközlés” termelő infrastruktúra keretein belül értékeli.

Emellett a PRTMIG a vállalatokra jellemző gazdálkodást is folytat, szolgáltatásait mind a lakosság, mind a közületek egyaránt igénybe veszik.

Érdeke ezért, hogy a megfelelő minőségű és megbízhatóságú műsorszóró hálózat kialakításánál a gazdasági szempontokat is figyelembe vegye.

A BME Villamosmérnöki Karán 1967-ben szerzett oklevelet. 1975-ben rádióműsorszóró és hírközlő szakmérnökként kitüntetéses oklevelet, majd 1984-ben a BME Gépészmérnöki Karán gazdaságmérnöki oklevelet kapott.

1967-től a Posta Rádió és TV. Műszaki Igazgatóságán (PRTMIG) dolgozik, ahol műsorszóró adóállomások beruházásával foglalkozott. Jelenleg a PRTMIG Fejlesztési osztályának vezetője. A HTE Megbízhatósági és minőségügyi bizottságának tagja.

Szembeötlő, hogy a rendszer valamennyi eleme — az energiaellátást is beleértve — soros rendszert képez. Ez önmagában kedvezőtlen a rendszer eredő megbízhatóságára nézve. A megoldást a rendszer elemeinek tartalékolása jelenti, soros rendszerből tehát úgynevezett sorosan kapcsolt párhuzamos rendszert hozunk létre.

1.1. Megbízhatóság és használhatóság a műsorszórásban, mint szolgáltatásban

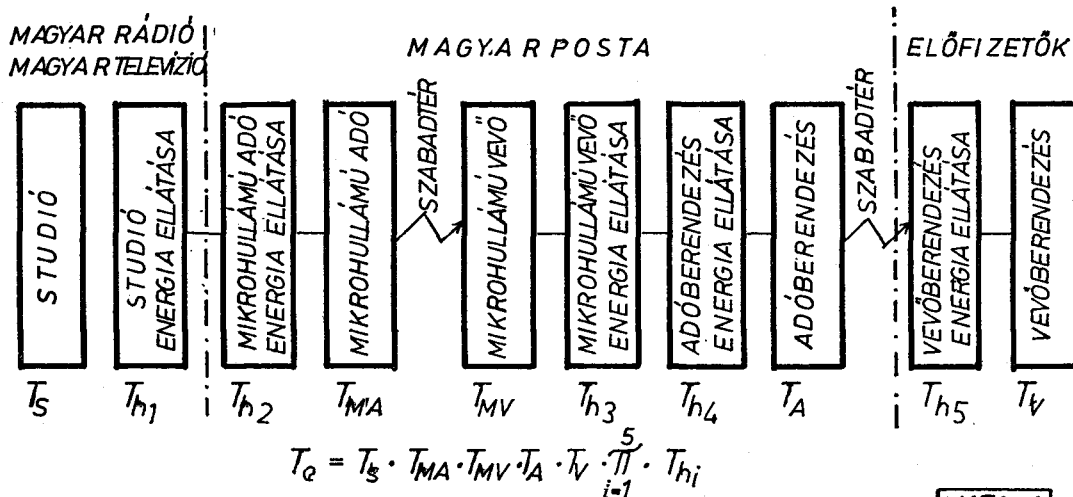
A műsorszórással szemben az elvárás leginkább a közüzemi szolgáltatásokkal szemben támasztott elvárásokhoz hasonlítható. Ez alapvetően eltér a telefon-szolgáltatással kapcsolatos elvárásoktól, ahol korlátozott számú eszközt viszonylag sokan használnak. A felhasználó számol azzal, hogy nem minden esetben tudja igénybe venni a szolgáltatást. A közüzemi szolgáltatásoknál (víz, gáz, energiaellátás), illetve a műsorszórásnál a felhasználó a szolgáltatás ideje alatt azt bármikor igénybe kívánja venni, számára érdektelen, hogy azt hányan használják.

A felhasználó szempontjából a rendszer elemeinek megbízhatósága is érdektelen, a szolgáltatás használ-

1. Megbízhatóság a műsorszórásban

Ha műsorszóró rendszereket megbízhatósági szempontok figyelembevételével vizsgálunk, kissé más képet kapunk, mintha a műszaki összefüggéseket keresnénk. (L. 1. ábra)

Elhangzott a HTE Megbízhatóság és Minőségügyi Bizottsága által 1986. ápr. 23-án rendezett „Megbízhatóság, minőségsszabályozás és gazdaságosság” szemináriumon Kecskeméten.



1. ábra. A műsorszóró hálózat készületi tényezői

hatóságát érzékeli. Azt sem veszi figyelembe, hogy a szolgáltatás a rendszer mely eleme miatt szünetel.

A megbízhatóság és a használhatóság közötti összefüggések az alábbiak:

Ha ξ egy berendezés üzemzavar nélküli üzemidejét jelenti, akkor ξ valószínűségi változó $R(t)$ eloszlásfüggvénye alatt azt értjük, hogy ξ a t értéknél nagyobb vagy egyenlő értéket mekkora valószínűséggel vesz fel.

Képlettel kifejezve:

$$R(t) = P\{\xi \geq t\} \quad (1)$$

ahol „ t ” változó bármely nem negatív valós értéket felvehet.

Ez a gyakorlatban a berendezés t időtartambeli hibamentes működésének a valószínűségét jelenti. Amennyiben egy berendezés meghibásodása a korábbi működési idejétől független okból (véletlen ok) következik be, akkor ξ exponenciális eloszlású, vagyis

$$P\{\xi < t\} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2)$$

mivel

$$P\{\xi < t\} = 1 - P\{\xi \geq t\} \quad (3)$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

A gyakorlatban a berendezés megbízhatóságát nem $R(t)$ függvénnyel, hanem t -től független numerikus értékekkel szokták jellemezni. Ezek közül a legfontosabb jellemzők egyike a hibamentes működés átlagos időtartama, amely ξ valószínűségi változó várható értékeként definiálható.

Exponenciális eloszlásnál ez — a levezetést mellőzve — a várható érték

$$m = M(\xi) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}. \quad (5)$$

A hibamentes működés átlagos időtartama vagy — javítás esetén — két meghibásodás közötti átlagos időtartam ($MTBF$) a berendezés megbízhatóságának fontos jellemzője. [1]; [2]

A berendezések megbízhatóságvizsgálatánál elegendő ha $R(t)$ függvénnyel, λ , illetve $MTBF$ faktorról dolgozunk, nem elegendő azonban a különböző berendezésekből összeállított rendszer által nyújtott szolgáltatás jellemzésére.

A szolgáltatás használhatóságára célszerű az ún. készenléti tényező fogalmát bevezetni. $T(t)$ vagyis a készenléti tényező annak a valószínűsége, hogy a szolgáltatás t időpontban igénybe vehető. Ez alapvetően különbözik a megbízhatóságtól, amely annak a valószínűsége, hogy egy berendezés t időtartamig hibamentesen működik.

A készenléti tényező függ a szolgáltatást biztosító berendezések megbízhatóságán túlmenően a javítás várható időtartamától, illetve tartalékolás esetén a tartalékberendezés bekapcsolásának idejétől.

Állandósult állapotot feltételezve és a szolgáltatás kiesés időtartamának várható értékét $\frac{1}{\mu}$ -vei jelölve

$T(t)$ is független az időtől

$$T = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}} \quad (6)$$

$\frac{1}{\mu} = \bar{t}_k$ a szolgáltatás kiesésének várható idejét, $\frac{1}{\mu} = MTBF$ két meghibásodás közötti átlagos időtartamot behelyettesítve

$$T = \frac{MTBF}{MTBF + \bar{t}_k} \quad (7)$$

Szokásos még az üzemzavar tényezővel (\dot{U}) számolni. Mivel

$$\dot{U} = 1 - T \quad (8)$$

$$\dot{U} = \frac{\bar{t}_k}{MTBF + \bar{t}_k}. \quad (9)$$

A megbízhatóság növelése a rendszerelemek párhuzamos tartalékolásával érhető el.

Az adóberendezések tartalékolását a kritikus fokozatok belső tartalékolásával, illetve a teljes adóberendezés hideg vagy meleg tartalékolásával vagy ún. paralel járatott adókkal oldják meg. Ez utóbbi módszer a meleg tartalékolás speciális esete.

A műsort továbbító modulációs mikrohullámú összeköttetések tartalékolását párhuzamosan kapcsolt automatikusan működő tartalékcsontra biztosítja.

A legkritikusabb az energiaellátó-hálózat megbízhatósága. Megbízhatóságának növelését a rendelkezésre álló hálózati betáplálás rendszertechnikai kialakításával (pl. kettős betáplálás), illetve viszonylag kisebb teljesítményigény esetén helyi tartalékolással (diesel, akkumulátorok) lehet elérni.

2. A műsorszórás megbízhatóságának vállalati szintű gazdasági összefüggései

Mielőtt a megbízhatóság gazdasági összefüggéséről beszélnénk, mindig pontosan tisztázni kell azt a gazdasági közeget, amelyben vizsgálatunkat végezzük.

Erre annál inkább szükség van, mert alapvetően különböző jellegű törvények írják le a megbízhatóság-elméleti és a gazdasági, ezen belül a gazdálkodási jelenségeket.

Addig, amíg a megbízhatóságelmélet a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika objektív és egzakt törvényein alapszik, a gazdasági törvények ugyan objektívek, de nem egzaktak, a gazdálkodás szabályai pedig szubjektívek, még ha a valóság-tartalmuk nem is hanyagolható el.

A gazdálkodás szabályai által meghatározott szabályozórendszerek (adórendszer, amortizációs kulcsok), gazdálkodási rendeletek (pénzügyi, jogi), valamint az ezekből adódó vállalati tarifarendszerek (árbevétel, költség, nyereség) viszonylag gyorsan változnak. Különösen gyors ez a változás, szinte évenkénti, a centralizált gazdálkodásból a decentralizált gazdálkodásra való áttérés idején.

A műsorszórás tarifarendszere 1970 óta minden öt évben változott és ezen belül is 2—3 évenként finomodott úgy, hogy a közgazdasági tartalma egyre megfelelőbb lett. Kezdetben a kisugárzott műsorperc, újabban a kisugárzott *KW. műsorperc* a tarifa változó díjának a vetítési alapja. [3]

2.1. A műsorszóró rendszerek meghibásodásából adódó vállalati szintű veszteségek

A műsorszórás tarifarendszeréből következik, hogy üzemzavar idején csökken az árbevétel. Ez a csökkenés annál nagyobb, minél hosszabb az üzemzavar, illetve minél nagyobb teljesítményű adónál jelentkezik. A műsorszóró rendszer kialakításánál ezeket a szempontokat feltétlenül figyelembe kell venni. Természetesen a változó díj ún. közvetlen költségei közül üzemzavar esetén a közvetlen villamosenergia-költség sem merül fel, azonban változatlanok a további költségek, ezek közül a közvetett költségeket nem lehet elszámolni.

Mindezeket figyelembe véve, mivel a bevétel csökken, a legtöbb költség nem változik, egyértelmű, hogy az üzemzavaroknak nyereségcsökkentő hatása van.

Az éves veszteségköltség értéke az üzemzavartényező függvényében.

$$K_v = \dot{A}_B \cdot \dot{U}_e - K_p \dot{U}_e \quad (10)$$

ahol \dot{A}_B a változó díjból származó egyéves árbevétel, K_p az egyéves változó költség (jelen esetben az energia költsége), \dot{U}_e az üzemzavartényező eredője, azaz annak a valószínűsége, hogy a műsorszóró rendszer adott t időpillanatban hibás.

$$K_v = (\dot{A}_B - K_p) \dot{U}_e = F \cdot \dot{U}_e \quad (11)$$

ahol F a változó díj fedezetének értéke. Mivel

$$F = N + K_f$$

(ahol N a nyereség, K_f az állandó költség) könnyen belátható, hogy a nyereség relatív csökkenése nagyobb mint az üzemzavartényező relatív növekedése. Különösen igaz ez akkor, ha a vállalat állandó költsége magas.

2.2. A műsorszórás megbízhatóságának növelése és költsége

A veszteségköltség csökkentését az eredő üzemzavartényező csökkentésével lehet elérni, ami a műsorszóró rendszer megbízhatóságának növelését jelenti. Ezt háromféleképpen lehet elérni:

- növelni kell a rendszer elemeinek *MTBF* értékét,
- csökkenteni kell a javítás átlagos idejét,
- párhuzamos tartalékolású rendszer kialakításával.

A második megoldás a karbantartó hálózat hatékonyságának fokozása révén adódik.

Az első megoldás elemek párhuzamos tartalékolását jelenti, szemben a harmadik megoldással, mely a rendszerek tartalékolásának módszere.

Mind az első, mind a harmadik megoldás a rendszerek költségeinek növekedésével jár.

Vizsgáljuk meg milyen összefüggés adódik a megbízhatóság és a költségek között.

Legyen az alaprendszerrel párhuzamosan kapcsolt tartalékrendszerből álló hálózat a 2. ábrának megfelelő, ahol az alaprendszer készenléti tényezője T_h , a tartalékrendszereké

$$T_{t1}; T_{t2}; T_{t3}; \dots; T_{tn}.$$

Az eredő készenléti tényező

$$T_e = i - \left[(i - T_h) \cdot \prod_{i=1}^n (1 - T_{ti}) \right]. \quad (12)$$

Feltételezve a tartalékolás egyenértékűségét, vagyis azt, hogy minden egyes tartalékrendszer készenléti tényezője megegyezik az alaprendszer készenléti tényezőjével, vagyis

$$T_h = T_{t1} = T_{t2} = \dots = T_{tn} \quad (13)$$

kapjuk, hogy

$$T_e = i - (1 - T_h)^{n+1} \quad (14)$$

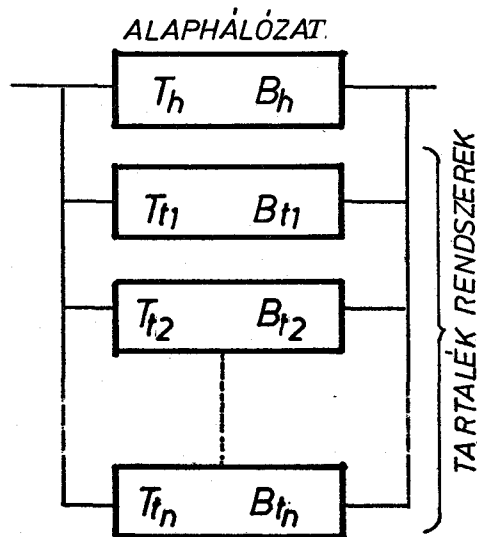
Felhasználva, hogy $T_e = 1 - \dot{U}_h$ és $T_h = i - \dot{U}_h$

$$\dot{U}_e = \dot{U}_h^{(n+1)} \quad (15)$$

$$\ln \dot{U}_e = (n+1) \ln \dot{U}_h$$

n -et kifejezve

$$n = \frac{\ln \dot{U}_e}{\ln \dot{U}_h} - 1. \quad (16)$$



$$T_h = T_{t1} = T_{t2} \dots = T_{tn}$$

$$B_h = B_{t1} = B_{t2} \dots = B_{tn}$$

$$B_t = \sum_{i=1}^n B_{ti} = n B_h$$

H171-2

2. ábra. Egyenértékű tartalékokból felépített párhuzamos rendszerek bruttó értékei és készenléti tényezői

Amennyiben a tartalékrendszerek egyenértékűek az alaprendszerrel, értékei megegyeznek az alaprendszer értékével, tehát „n” számú tartalékrendszer bruttó értéke

$$B_t = n \cdot B_h \quad (17)$$

ahol B_h az alaphálózat bruttó értéke. A (16) egyenletből n -et (17)-be behelyettesítve kapjuk:

$$B_t = \left(\frac{\ln \dot{U}_e}{\ln \dot{U}_h} - 1 \right) \cdot B_h \quad (18)$$

Kifejezve \dot{U}_e -t

$$\ln \dot{U}_e = \left(\frac{B_t}{B_h} + 1 \right) \cdot \ln \dot{U}_h \quad (19)$$

$$\dot{U}_e = \exp \left[\left(\frac{B_t}{B_h} + 1 \right) \cdot \ln \dot{U}_h \right] \quad (20)$$

A (20) egyenletből egyértelműen következik, hogy párhuzamos tartalékolás esetén a tartalékberendezésre fordított összegek függvényében az eredő üzemszavartényező exponenciálisan csökken, tehát a készenléti tényező és ezzel a tartalékolt berendezés által nyújtott szolgáltatás megbízhatósága exponenciálisan nő.

(Mivel $\dot{U}_h < 1$; $\ln \dot{U}_h < 0$ és B_t is, valamint $B_h > 0$ a kitevő negatív, tehát B_t növekedésével \dot{U}_e csökken; T_e nő.)

Ahhoz, hogy összehasonlítható mennyiségekkel dolgozzunk, meg kell határozni a tartalékrendszerek egyéves költségét. Ez egyrészt a berendezések 1 éves értékcsökkenésével, illetve 1 év alatt ráfordított karbantartási költséggel, valamint a berendezések bruttó értékével fejezhető ki.

$$K_{1é} = B_t \cdot (a+f) \quad (21)$$

ahol $K_{1é}$ a tartalékrendszer 1 éves költsége, „a” az amortizációs kulcs, „f” az éves fenntartási vagy karbantartási faktor a bruttó értékhez viszonyítva.

2.3. A műsorszórás optimális megbízhatóságának meghatározása a költségminimum mint célfüggvény figyelembevételével

A műsorszóró rendszer optimális megbízhatóságának kialakítására törekedve célszerű megvizsgálni, hogy milyen megbízhatóságot szükséges elérni. A célfüggvény ilyenkor természetesen a költségminimum matematikai megfogalmazása.

$$\dot{U}_{e \text{ opt}}(K) = \dot{U}_e(K_{\min}). \quad (22)$$

A költség az eredő üzemszavartényező függvényében

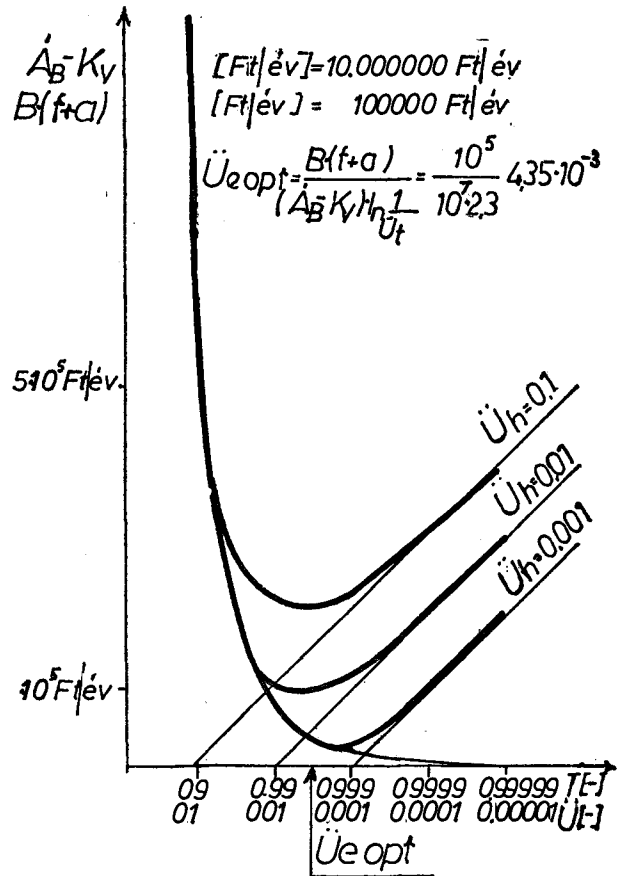
$$K(\dot{U}_e) = K_r(\dot{U}_e) + K_{1é}(\dot{U}_e) \quad (23)$$

vagyis a műsorszórás kimaradásából származó veszteségeköltség, illetve az üzemszavar csökkentését célzó tartalékberendezések éves költségének összege.

A költségfüggvény minimuma adja az optimális megbízhatóságértéket. (Lásd 3. ábra)

Behelyettesítve (23)-ba (11) és (21) majd (18) egyenleteket kapjuk, hogy

$$K(\dot{U}_e) = (\dot{A}_B - K_p) \cdot \dot{U}_e + \left(\frac{\ln \dot{U}_e}{\ln \dot{U}_h} - 1 \right) B_h \cdot (a+f) \quad (24)$$



H171-3

3. ábra. A veszteségeköltségek alakulása a készenléti tényező függvényében

\dot{U}_e szerinti költségminimum szükséges feltétele

$$\frac{\partial K(\dot{U}_e)}{\partial \dot{U}_e} = 0$$

$$\frac{\partial K(\dot{U}_e)}{\partial \dot{U}_e} = (\dot{A}_B - K_p) + \frac{1}{\ln \dot{U}_h} \cdot \frac{1}{\dot{U}_e} B_h \cdot (a+f) = 0 \quad (25)$$

\dot{U}_e -re rendezve az egyenletet

$$\dot{U}_{e \text{ opt}} = \frac{B_h \cdot (a+f)}{(\dot{A}_B - K_p) \cdot \ln \frac{1}{\dot{U}_h}} \quad (26)$$

\dot{U}_e szerinti költségminimum elégséges feltétele

$$\frac{\partial^2 K(\dot{U}_e)}{\partial \dot{U}_e^2} > 0 \quad (27)$$

$$\frac{\partial^2 K(\dot{U}_e)}{\partial \dot{U}_e^2} = - \frac{B_h \cdot (a+f)}{\ln \dot{U}_h} \cdot \frac{1}{\dot{U}_e^2} > 0. \quad (28)$$

Ez a feltétel mindig teljesül, mivel $B_h > 0$; $a > 0$ $f > 0$; $\dot{U}_h < 1$, ezért $\ln \dot{U}_h$ negatív a második parciális derivált pozitív.

A (26) egyenlet K_{\min} szükséges és elégséges feltételeknek tehát eleget tesz.

Az optimális tartalékberendezés számot (26) egyenlet (16) egyenletbe történő helyettesítése adja.

$$n_{\text{opt}} = \frac{\ln \dot{U}_{e \text{ opt}}}{\ln \dot{U}_h} - 1 = \frac{\ln \left(\frac{B_h \cdot (f+a)}{(A_B - K_p) \cdot \ln \frac{1}{\dot{U}_h}} \right)}{\ln \dot{U}_h} - 1. \quad (29)$$

3. Az optimális megbízhatóságtól való eltérés szempontjai

Az előzőekben bemutatott gazdasági szempontokat is figyelembe vevő optimális megbízhatóság-számítás határozott értéket ad a tartalékolás mértékének meghatározására.

Az így kapott optimális megbízhatóságtól azonban a legtöbb esetben a nagyobb megbízhatóság irányába szükséges eltérni.

Ilyen szempontok pl:

- politikai szempontok
- népgazdasági érdekek
- élet- és vagyonvédelmi szempontok.

A fentiek mind olyan érdekek, melyek a vállalati gazdálkodás körén túlmutatnak. A legtöbb esetben ezek a szempontok imponderábilíák, ám épp a műsorszórásban ezek kézzelfogható tényezők.

a) A műsorszórás szolgáltatását mindennap több millióan veszik igénybe. A nagyközönség tájékoztatása, véleményének alakítása, formálása és nem utolsósorban szórakoztatása elsősorban politikai kérdés. Ez a műsorszórás megbízhatóságnak fokozását igényli. Ilyenkor csak másodlagos szempont lehet a vállalati gazdaságossági érdek. Mindenki érzékeli, mennyire bosszantó egy-egy kiemelkedő érdeklődésre számot tartó rádió vagy televízióműsor (pl. rangos sportközvetítés, kiemelkedő személyiségek politikai előadása) üzemszórás miatti elmaradása, amely a közhangulatot is kedvezőtlenül befolyásolja.

b) Vállalati szinten értékelhető veszteségek nem tükrözik a szolgáltatás elmaradásából származó, a népgazdaság más területén tovagyűrűző veszteségeket.

A műsorszórásban a PRTMIG-nél jelentkező veszteség ~330 Ft, ha a TV-műsor 1 percre kimarad.

A Magyar Televíziónál 1 műsorperc ~7000 Ft-ba kerül, tehát üzemszórás esetén ilyen értékű munka vész kárba. Népgazdasági szinten azonban azt is számításba kell venni, hogy az üzemszórás 1 perce alatt 1—2 millió tv-készülék feleslegesen fogyasztja az energiát. Ez további ~3000 Ft-ot jelent.

Népgazdasági szintű többletveszteségek adott esetben jóval meghaladják (jelen esetben 30-szor) a vállalati szintű veszteségeket, és ez a tény szintén a nagyobb megbízhatóság iránti igény jogosságát igazolja.

c) Az élet- és vagyonbiztonság megőrzése is a gazdaságilag számítható optimális megbízhatóságnál magasabb megbízhatósági érték irányába hat. A műsorszórás erre nem tipikus példa, de itt is találkozunk az érintésvédelem fokozott, egymást többször átfedő, műszaki kialakításának — költséget csak másodlagosan figyelembe vevő — igényével. Jellemző példa erre a légi közlekedésben, az úrkutatásban, a bányászatban stb. található, ahol az emberélet az átlagosnál nagyobb veszélyeztetésnek van kitéve.

Érthető ezeken a területeken a megbízhatóság értékének a gazdasági optimum feletti meghatározása.

Összefoglalás

Elmondható tehát, hogy a szolgáltatások üzemszórás veszteségköltségével jár, melyet csökkenthetünk a szolgáltatás megbízhatóságának növelésével. A megbízhatóság növelése ugyanakkor költségnövekedést okoz.

Az üzemszórás veszteségköltségének és a megbízhatóság növelés költségének összege minimalizálható. A minimális költséghez tartozik a rendszer optimális megbízhatósága. Vannak azonban olyan szempontok, melyek az optimális megbízhatóságnál nagyobb megbízhatóság elérésére sarkallnak.

IRODALOM

- Dobó Andor*: A megbízhatóságelmélet alapfogalmai I—II (Minőség és megbízhatóság c. folyóirat 1977. évf. 3.—4. szám)
- A megbízhatóság alapvető fogalom meghatározásai. (MSZ—KGST szabvány 292—76)
- dr. G. Tóth Károly—Bugyi József—Becz Sándor—Andics Gábor*: Időszerű gazdasági ismeretek (Jegyzet. PRTMIG 1981)

Коллатж, Г.:

Проектирование на ЭВМ петлеиформных сетей связи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадатехника, Вудапегр) 1986. № 5.

Огатын аает краткую характеристику структуры серайного беклоисьяни и разлнннх структур шлейфовой сети, которые могут быть использованы на абонентских сетях связи. Излагает метод выпесенна репення, пра помощи которого можно ояснить то, что при заннннх условиях шлейфова структура способна ли соревноваться с полнгонаальной сетью. Затем статья излагает метод преоктивования. LAMPYON с помощью которого можно опрезелить, что такую оптимальную комбинацию участков полнгонаальной, серийной, симлексно или дулексно шлейфовой сети необходимо создать для обслуживания снабжаемой территории.

Kolláth, G.:

Computer Design of the Telecommunication Loop Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1986. No. 5.

The paper describes multi-drop and different loop network structures to be used in subscriber networks. It presents an orientativ method for estimating whether

star type or loop network is economical on a given area. Then the paper presents the LAMPYON planning system. Using this system the optimal combination of star, multi-drop, single-loop and double-loop network structures can be found on a given territory.

Kolláth, O.:

Rechnergestützte Planung der fernmeldetechnischen Schleifenetze

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1986. Nr. 5.

Der Artikel charakterisiert in aller Kürze die angereichten Strukturen, sowie die verschiedenen Schleifenetzstrukturen, welche in den Teilnehmernetzen gebraucht werden können. Es wird eine Vorbereitungsmethode für die Entscheidung erörtert, mit deren Hilfe man einschätzen kann, ob bei dem gegebenen Fall die Schleifenstruktur mit dem Sternnetz konkurrenzfähig ist. Der Artikel erklärt danach das Entwurfverfahren LAMPYON, womit bestimmt werden kann, welche optimale Kombinationen der Stern-, der Anreihungs-, sowie der Einzel- und Doppelschleifennetze zur Bedienung eines Stromversorgungsgebiets gestaltet werden müssen.