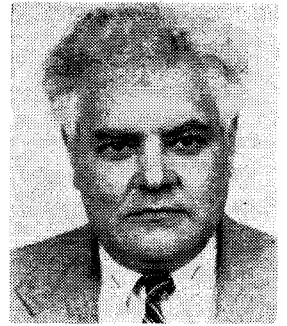


A törésmutató gradiens és az inverziós rétegek alakulása a troposzféra földfelszín közeli rétegeiben

CZIGÁNY SEBESTYÉN—DR. KÁNTOR CSABA
Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A törésmutató gradiens és az inverziós rétegek változásai nagymértékben befolyásolják a mikrohullámú összeköttetések megfelelő minőségű üzemét. A troposzféra különböző magasságú rétegeiben bekövetkező változások módosítják az elektromágneses hullám útját, létrehozzák a többutas terjedést. Az anyag a hazai mérési adatok alapján összefoglalta a troposzféra földfelszínhez közeli rétegeiben tapasztalt törésmutató gradiens értékeknek, valamint az inverziós rétegek változásának statisztikus alakulását. A rétegjellemzők figyelembevételével lehetőséget ad az interferenciafading fellépés várható helyének meghatározásához.

A mikrohullámú összeköttetések létesítésével az antennán keresztül kisugárzott elektromágneses energia a troposzféra alsó rétegeiben a földfelszín feletti térben terjed. A troposzféra nem tekinthető homogén közegnek, ennek következtében az áthaladó hullám haladási iránya pontról pontra változik, eltér az egyenes vonalú terjedéstől, esetleg reflektálódik, több utas terjedés lép fel.

Tekintettel arra, hogy a térben kisugárzott elektromágneses hullámra a terjedés folyamán a troposzféra rétegződése jelentős befolyást gyakorol, ezért az összeköttetések tervezése szempontjából célszerűen a hazai klímaviszonyokra jellemző, az elektromágneses hullám terjedését meghatározó tényezők összefoglalása.

Az alapadatok az Országos Meteorológiai Szolgálat 10 éves rádiószondás adataiból származnak, amelyeknek különböző célú feldolgozása számítógépen történt.

Törésmutató gradiens változása

Az Országos Meteorológiai Szolgálat több évtizede az ország két különböző területén naponta négyszer 00^h, 06^h, 12^h, 18^h, (dombvidék), illetve naponta kétszer 00^h, 12^h, (Alföld) magassági rádiószondás méréseket végez. A magassági rádiószondás mérések 10 éves (1961—1970. évi) adatainak feldolgozásával áttekintő anyagok kerültek a törésmutató gradiens adatok hazai klímaviszonyokat figyelembe vevő értékeire.

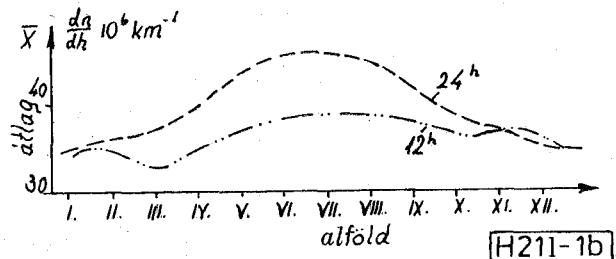
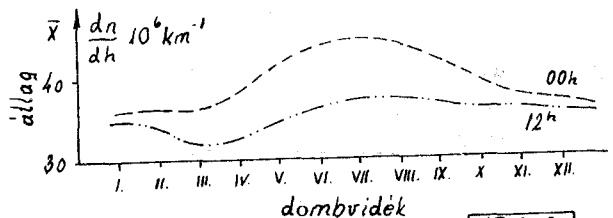
A számított eredményeket az 1-es ábra foglalja össze. Az 1/a és 1/b. ábrák az ország dombvidéki és alföldi területén mért törésmutató gradiens statisztikai átlagát mutatja az óv hónapjaira, az éjszakai 00^h és nappali 12^h mérések alapján.

Látható, hogy a törésmutató gradiens átlagértéke az év hónapjai közül legnagyobb július

CZIGÁNY SEBESTYÉN

1954-ben szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Karán. 1955 óta a Posta Kísérleti Intézet dolgozója, a Mikrohullámú és űrtávközlési osztály megalakulása óta annak tudományos osztályvezetője. Kutatási területe a televíziótechnika, a mikrohullámú összeköttetések és az űrtáv-

közlés fejlesztésének kérdései, valamint a mérés-technika, a hullámterjedés és az elektromágneses kompatibilitás témakörei. Két évtizeden keresztül tanított a Távközlési Műszaki Főiskolán, melynek tanácskezelő tanára volt. Munkája eredményességét az Eötvös-díj, Békésy-Emlékérem és a Munka Érdemrend-bronz fokozata fémjelzik.



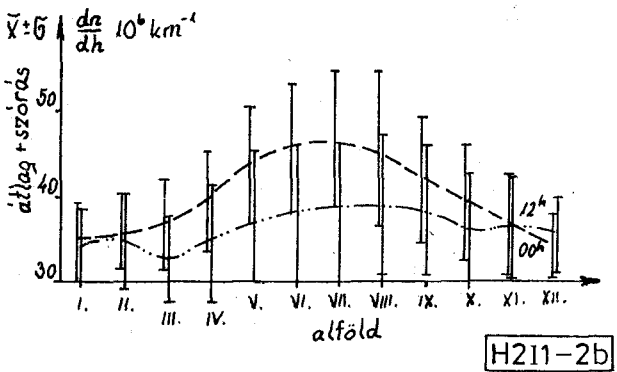
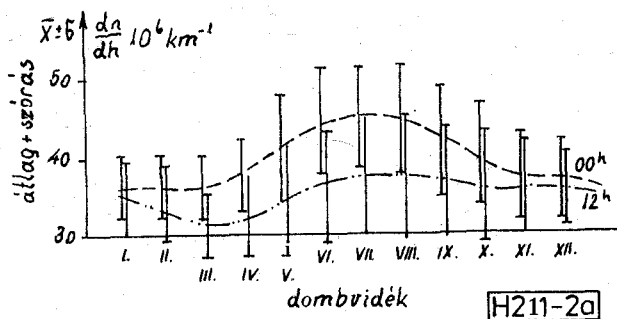
1. ábra. Törésmutató gradiens változása az év hónapjaiban (átlag)

hónapban, a legkisebb pedig márciusban. Az éjszakai órákban a törésmutató gradiens átlagértéke mindig nagyobb, mint a nappali időszakban.

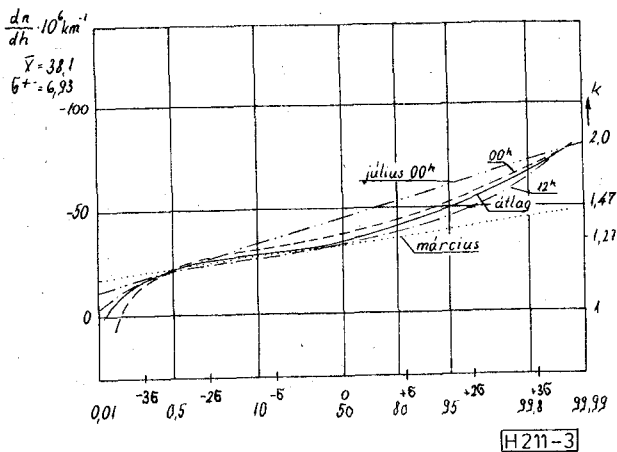
Külön ki kell emelni, hogy az ország két különböző területén mért eredmények statisztikai jellemzői hasonlóak, ez megerősíti azt a feltételezést, hogy a horizontális irányú változás lassú és nagy területre terjed ki. A tervezési számításokhoz a statisztikai átlag mellett, a hónapokra jellemző statisztikai szórás értéke is megadásra került (2. ábra).

A 3. ábra a törésmutató gradiens értékének statisztikai eloszlását mutatja 10 év időszá-
lában. Megállapítható, hogy a törésmutató gra-

Beérkezett: 1986. V. 7. (H)



2. ábra. Törésmutató gradiens változása az év hónapjaiban (átlag ± szórás)

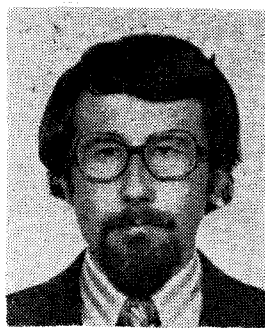


3. ábra. Törésmutató gradiens statisztikai eloszlása

diens átlagértéke éjszaka magasabb, mint nappal. A könnyebb összehasonlítás céljából az ábrába berajzoltuk a legkedvezőtlenebb és a legkedvezőbb hónapra jellemző statisztikai eloszlást, amelyből látható, hogy az eloszlások meredeksége és átlaga lényegesen eltér a 10 éves statisztikai átlag görbéjétől. Az ábra alapján megállapítható, hogy az idő 50%-ához tartozó földszagartényező (k) átlagos értéke 1,27, amely nem tér el lényegesen a $k = 4/3$ normál atmoszféraértéktől.

1. táblázat

	Magyarországi földfelszíni törésmutató index (N_{s0}) átlag- és szórásértékei	
	dombos terület	sík terület
N_{s0} középátlag	325,73	325,15
N_{s0} középszórás	3,36	1,53
Korrelációs együttható	0,94	



DR. KÁNTOR CSABA

1971-ben szerzett diplomát a BME Villamosságtudományi Intézetében.

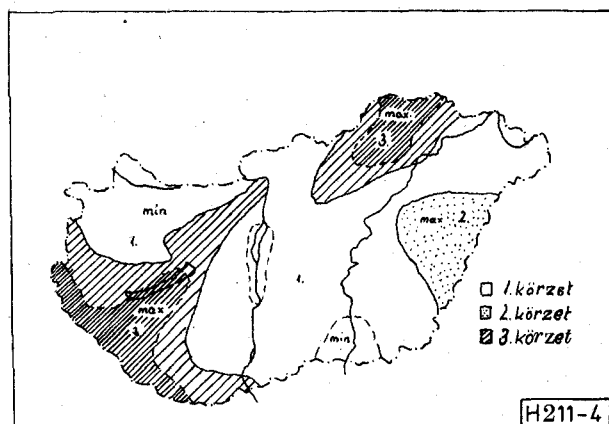
mosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán. Azóta a Posta Kísérleti Intézet Mikrohullámú és űrtávközlési osztályán dolgozik. A mikrohullámú és űrtávközlési összeköttetések műszaki jellemzőivel, tervezési módszereivel és hullámterjedési kérdéseivel foglalkozik. A mikrohullámú távközlés témakörében számos szakcikk és könyv szerzője. 1981-ben Békésy-emlékéremmel tüntették ki. 1985-ben egyetemi doktori címet szerzett.

A földfelszíni törésmutató-index N_{s0} magyarországi 10 éves havi eloszlás középátlagát és statisztikai szórását, a mérések alapján az 1. táblázat foglalja össze. Ebből megállapítható, hogy a Kárpát-medencére jellemző földfelszíni törésmutató-index átlagértéke lényegesen eltér a referenciának tekintett légkörre [1] meghatározott átlagértéktől $N_{s0} = 135$. A Kárpát-medence területén a törésmutató-index mérési adatainak ismeretében ellenőrizhető a CCIR által kiadott világtérkép [2] megbízhatósága.

A földfelszíni törésmutató-index értékek feloldozása és rendszerbe foglalása alapján az ország területét 3 klímazonára lehet felosztani:

1. kis törésmutató-index ingadozással rendelkező; síkvidéki terület; $323 < N_s \leq 324$; $16 < \Delta N_s \leq 19$;
2. közepes törésmutató-index ingadozással rendelkező; síkvidéki terület; $N_s = 325$; $19 < \Delta N_s \leq 23$;
3. nagy törésmutató-index ingadozással rendelkező; dombvidéki terület; $325 < N_s \leq 326$; $23 < \Delta N_s \leq 26$.

A klíma-zónák elhelyezkedését az ország területén a 4. ábra mutatja. A tervezésnél láthatóan azon összeköttetések kialakítására kell különös figyelmet fordítani, amelyeknél a nyomvonalak áthaladnak a klíma-zónák határain.



4. ábra. Törésmutató index értékének területi megoszlása

Légköri inverziók kialakulása

A mikrohullámú összeköttetések zavarmentes üzemének egyik feltétele, hogy a vevő bemenetén a vételi jelszint ne csökkenjen olyan mértékig, mely a vevőnek az üzemszerű működését már korlátozza. Az összeköttetések tervezésénél figyelemmel kell lenni arra, hogy interferenciát okozó hullámterjedési feltételek ne tudjanak kialakulni. Interferenciális hullámterjedés két módon jöhet létre: földfelszíni reflexióból és légköri reflexióból. A földfelszíni reflexiók különböző módszerekkel (mérés, számítás stb.) általában jól meghatározhatók és ezen keresztül a tervezésnél figyelembe vehetők. Ezzel szemben a légköri reflexiók csak statisztikusan tervezhetők.

Légköri reflexiók a különböző rétegek inhomogén határok mentén keletkeznek, ahonnan a hullámok visszaverődve a vevőben interferencia fadínget okoznak. A légköri reflexió kialakulásának tipikus lehetősége az inverziós rétegek megjelenésével, a földfelszíni talaj és a magassági inverziók előfordulásával hozhatók kapcsolatba. Inverziós réteg akkor alakul ki, ha a törésmutató értékének változása a magassággal növekszik és így a törésmutató gradiens értéke a vizsgált magassági tartományban pozitív előjelet vesz fel. Az inverziós rétegekre tehát jellemző, hogy $dn/dn > 0$ és a rétegen áthaladó elektromágneses hullám pályagörbülete konkáv.

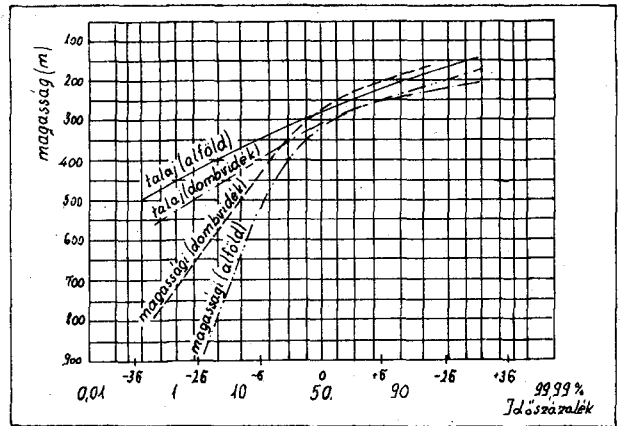
A dombvidéki és alföldi rádiószondás mérések alapján összeállítottuk a $h=2000$ m magasságig előforduló inverziós rétegek kialakulásának jellemző adatait. Ennek ismeretében az inverziós rétegeken áthaladó, vagy az azt elérő elektromágneses hullám interferencia fadínget okozó sajátossága figyelembe vehetők.

A vizsgált 10 éves intervallumban 1961—1970. a 0—2000 m magasságtartományban átlagosan az idő 4,8%-ában fordult elő talaj- vagy magassági inverziós réteg kialakulása.

Az inverziós rétegek kialakulásának gyakorisága a vizsgált területeken közelítőleg azonosnak tekinthetők: a dombvidék napi négyszeri rádiószondás vizsgálat 4,7%-os, síkvidéki napi kétszeri rádiószondás vizsgálat 4,9%-os területi előfordulással.

A két klímaterületre jellemző statisztika havi eloszlása azonos jelleget mutat. Az inverziós rétegek megjelenése legnagyobb valószínűséggel október hónapban, legkisebb valószínűséggel február—március—április hónapokban várható.

A vizsgálatokból kitűnik, hogy a dombos-hegyes vidékre jellemző klímaterületen a magassági in-



[H211-5]

5. ábra. Inverziós rétegek magasságának előfordulási valószínűségei

verzió, míg a sík vidékre jellemző klímaterületen a talajinverzió megjelenése a jellemzőbb.

A talaj és a magassági inverziós rétegek vastagságára jellemző statisztikai eloszlást az 5. ábra mutatja. Az ábrából leolvasható, hogy a magassági inverziós rétegeknél a rétegvastagság nagyobb határok között ingadozik, mint a talajinverzióknál. Talajinverzió esetén a rétegvastagság maximális értéke 600 m. Az inverziós rétegek vastagságával kapcsolatban megállapítható, hogy a sík klímaterületre inkább a talajinverziók kialakulása jellemző, de ugyanakkor a ritkábban előforduló magassági inverziós réteg vastagsága, ugyanazon valószínűségi érték mellett, nagyobb.

Összegezés

Az előadásban a törésmutató gradiens mérések eredményeit, valamint az inverziós rétegek főbb jellemzőit foglaltuk össze. A vizsgálati eredmények felhasználásához kidolgozásra került egy számítógépes program, amellyel az interferenciafading fellépésének várható távolsága meghatározható.

I R O D A L O M

- [1] CCIR Recommendation 453: The formula for the radio refractive index. CCIR XV-th Plenary Assembly, Geneva, 1982.
- [2] CCIR Recommendation 369-3: Reference atmosphere for refraction. CCIR XV-th Plenary Assembly, Geneva, 1982.