

Hullámterjedés



„Nem is éltél igazán míg nem verődött vissza az
ionoszféráról egy adásod"

(Eugene Porter)

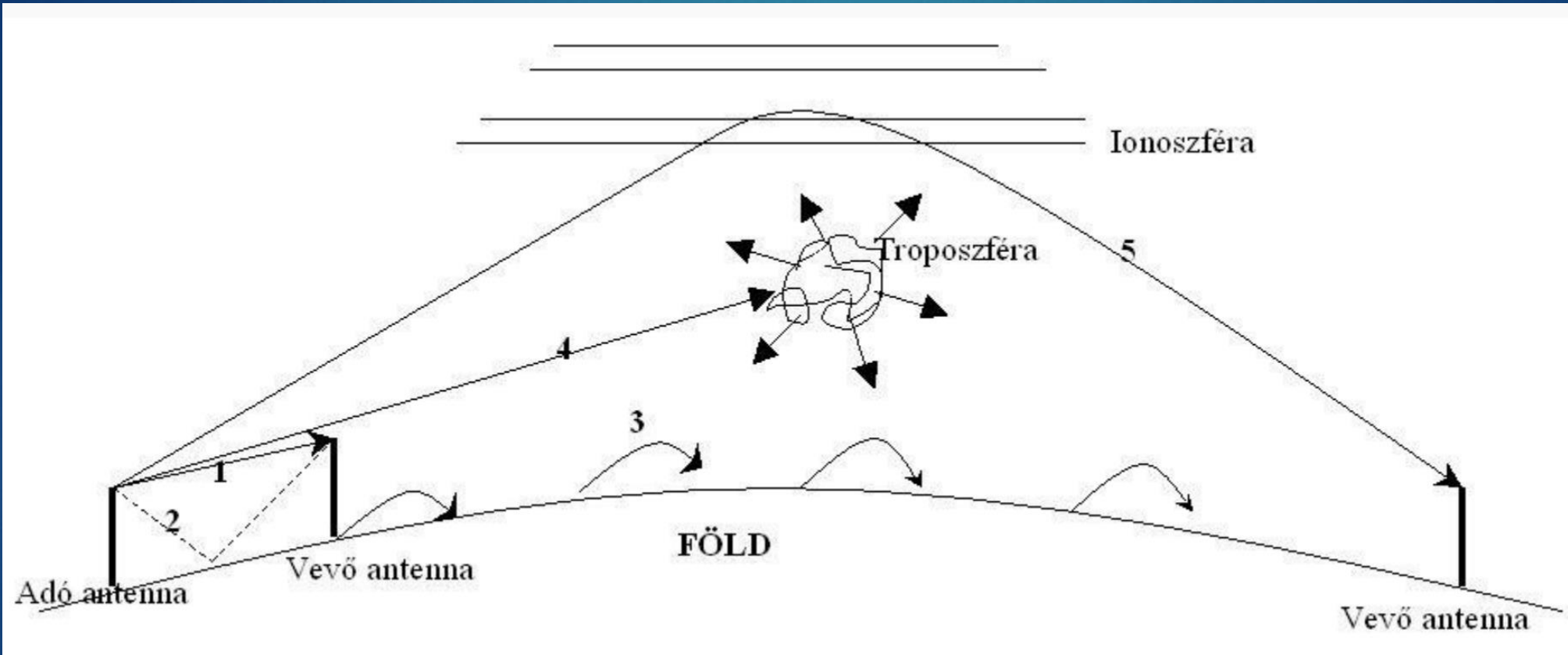
Miről lesz ma szó

Ionosféra rétegek és hatásuk	X	X
Ionosféra rétegeinek hatása a rövidhullámok terjedésére	X	X
Felületihullám, térhullám, kisugárzási szög és áthidalt távolság	X	X
Fading	X	X
Troposzférikus terjedés (Duct-jelenség, szóródás)	X	X
Antenna magasságának hatása az áthidalható távolságra (rádió horizont)	X	X
Időjárási viszonyok hatása a VHF és UHF terjedésre	X	X
RH, URH és a mikrohullámú terjedés sajátosságai	X	X
Napfolt-ciklus és hatása a rádiótávközlésre	X	X

Miről nem lesz ma szó

szakasz-csillapítás, jel-zaj viszony	X
közvetlen átlátás (szabadtéri terjedés, a távolság négyzetével fordított arányú törvényszerűség)	X
a Nap hatása az ionoszférára	X
többutas terjedés az ionoszférában	X
kritikus frekvencia	X
maximális használható frekvencia (MUF)	X
szórt (sporadikus) E-visszaverődés	X
meteor-nyomvonalas terjedés	X
Hold-visszaverődés	X
galaktikus zajok	X
földi eredetű zajok (termikus zaj)	X
atmoszférikus zajok (távoli villámlás)	X
terjedési előrejelzésekhez szükséges ismeretek: domináns zajforrások, jel-zaj viszony, legkisebb vehető jelszint, szakasz, antennanyereség, tápvonal csillapítás, legkisebb adóteljesítmény	X

Hullámterjedési módok



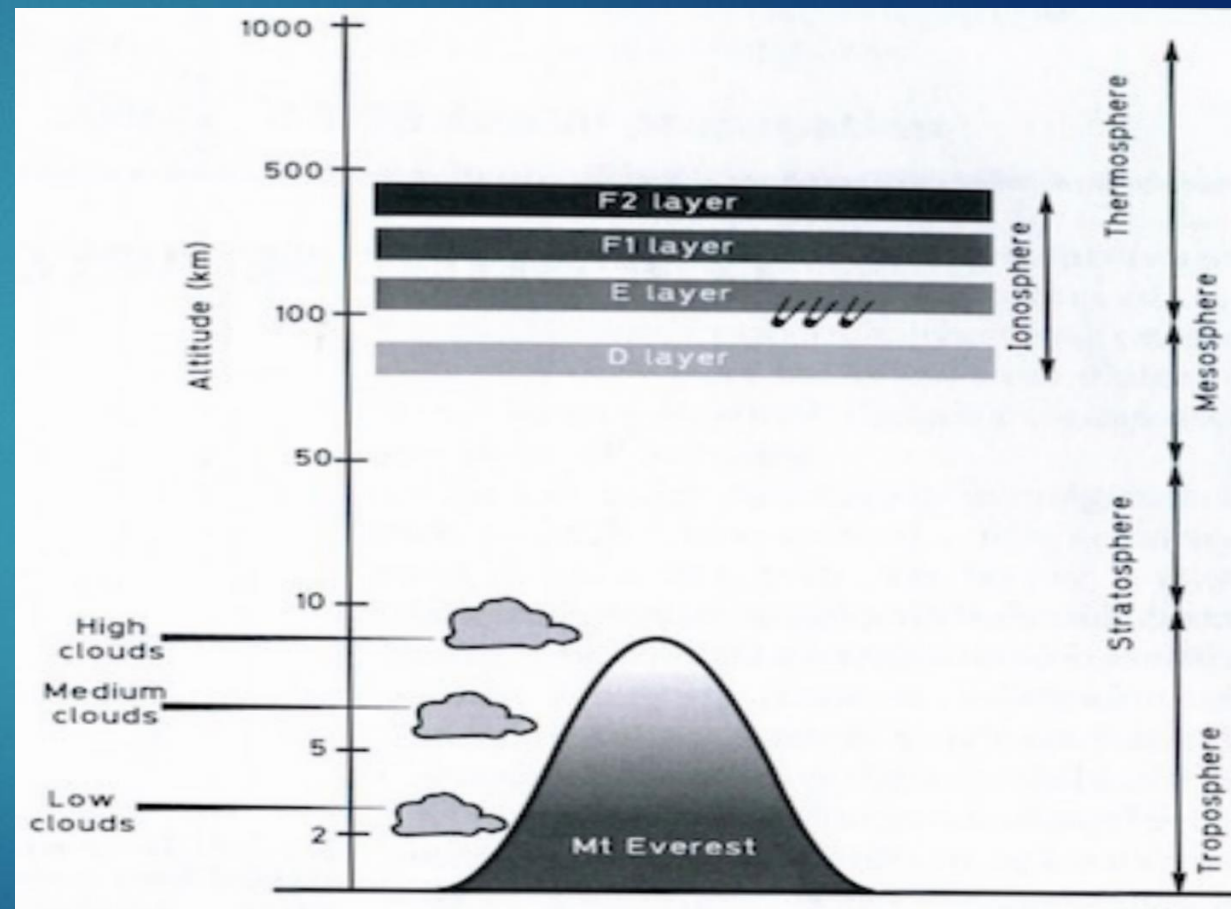
1. Közvetlen, 2. Reflektált, 3. Felületi, 4. Troposzférikus, 5. Ionoszférikus

Térhullámok

A rádióhullámok visszaverődhetnek épületektől, fáktól, járművektől, a talajtól, víztől, a külső atmoszféra ionizált rétegétől, sőt a különböző léghalmazok hőmérsékleti vagy víztartalmi állapotától függően i

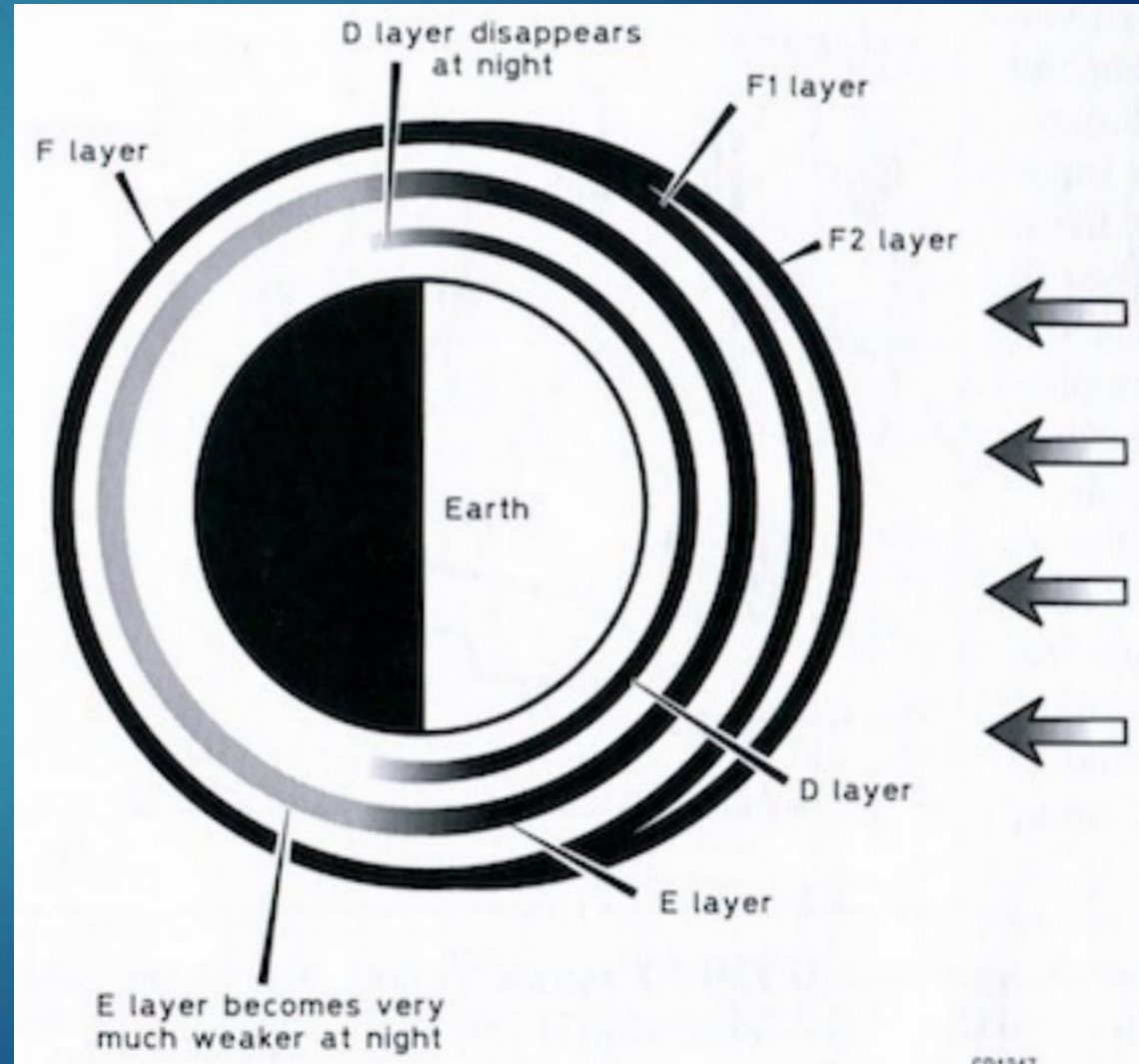
Az Ionosféra

- ▶ Az ionizáció a Nap ultraviola sugárzásától keletkezik
- ▶ Föld felülete felett 50 – 500 km helyezkedik el
- ▶ Az ionosféra több rétegben, különböző magasságokban helyezkedik el
- ▶ Szabad ionokat és elektronokat tartalmaz
- ▶ Főképpen a 30 MHz alatti frekvenciákat befolyásolja
- ▶ Holtzóna távolságok a frekvencia, napszak, és az ionosféra függvénye



Az ionosféra felépítése

- ▶ F réteg (170-300 km)
 - ▶ Nappal F1 (170-200 km) és F2 rétegre bomlik (170-200 km)
 - ▶ F2 jó RH DX-re
- ▶ E réteg (100-125 km)
 - ▶ Napsugárzástól függ
 - ▶ Éjjel eltűnik
- ▶ D réteg (70-80 km)
 - ▶ Napközben van jelen



Kritikus frekvencia, MUF, LUF (Amiről nem lesz szó)

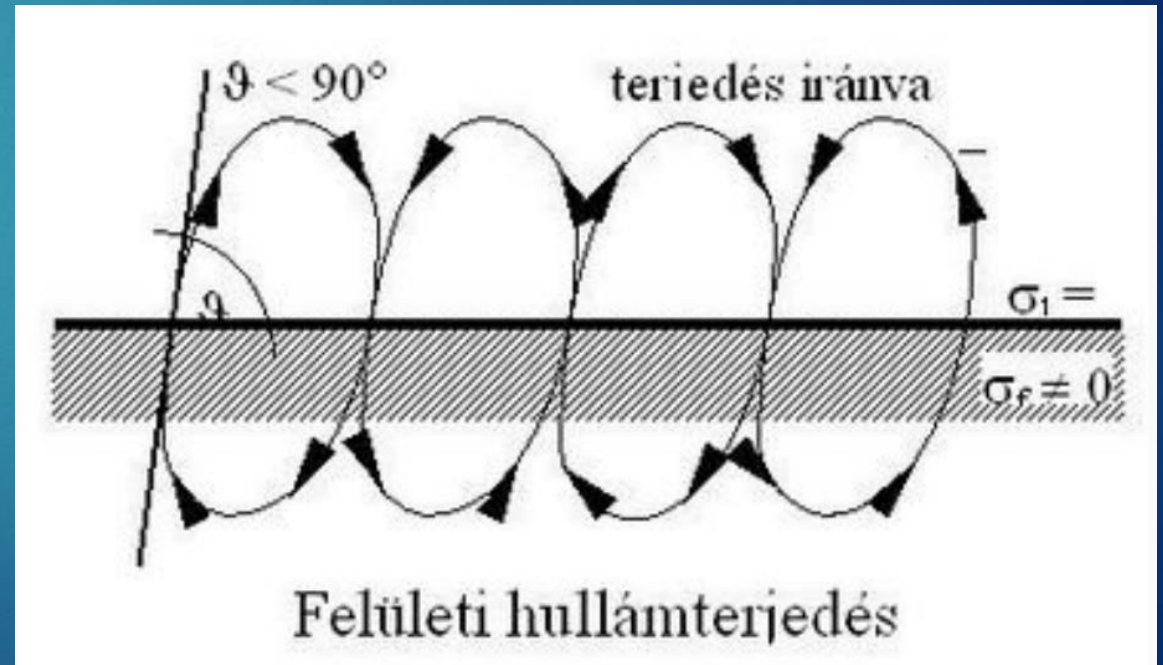
Kritikus frekvencia Felette az ionoszférára merőlegesen érkező hullámok nem verődnek vissza

LUF - Lowest Useable Frequency Az alacsony frekvenciákat elnyelő D réteg állapotától függ

MUF - Maximal Useable Frequency Melynél a nem merőlegesen érkező hullámok még visszaverődnek

Felületi hullámterjedés

- ▶ Hosszú- és középhullámú frekvenciatartományban
- ▶ Föld görbületét leköveti
- ▶ Nagy hatótávolság

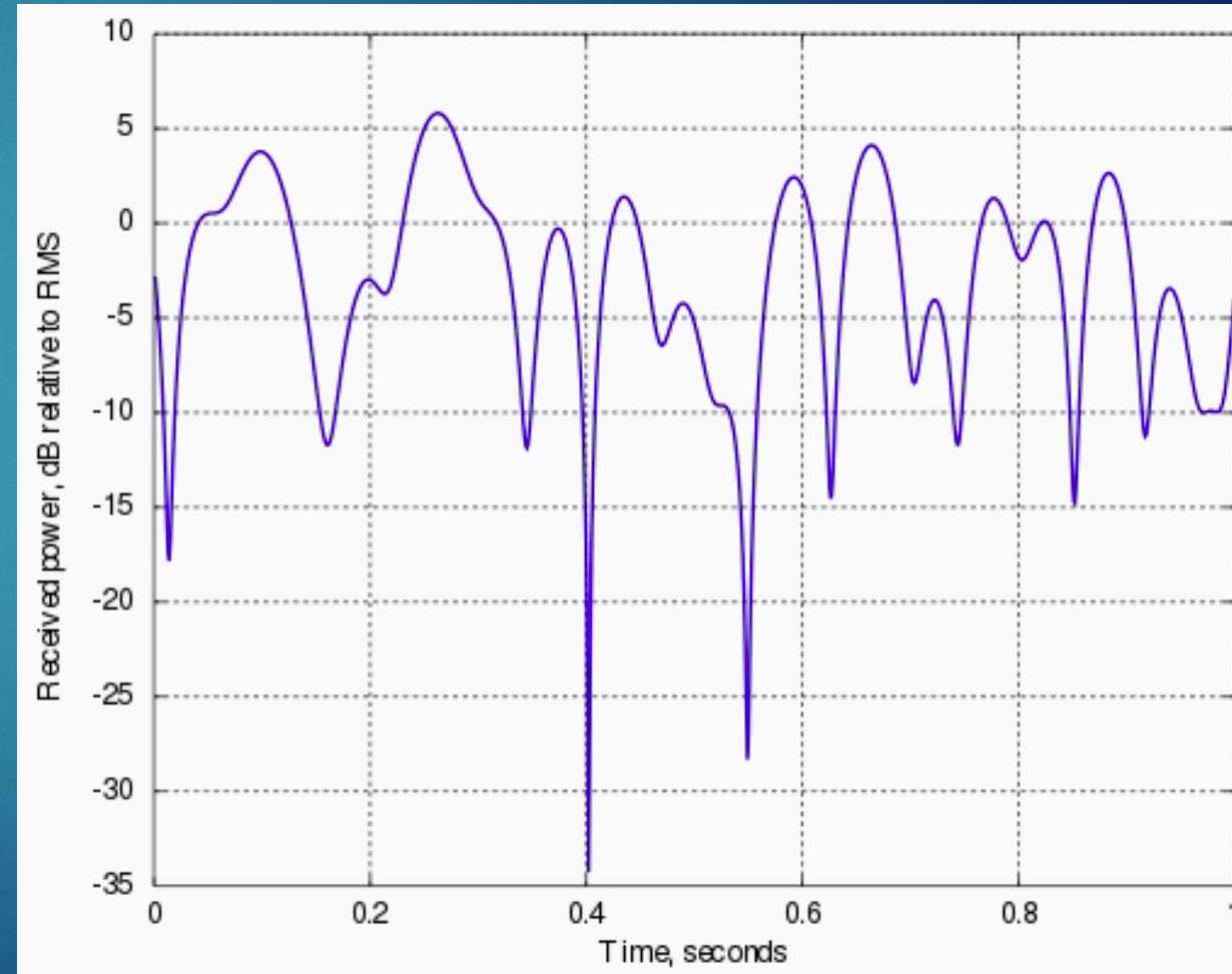


Fading (elhalkulás)

A térerősség megváltozása

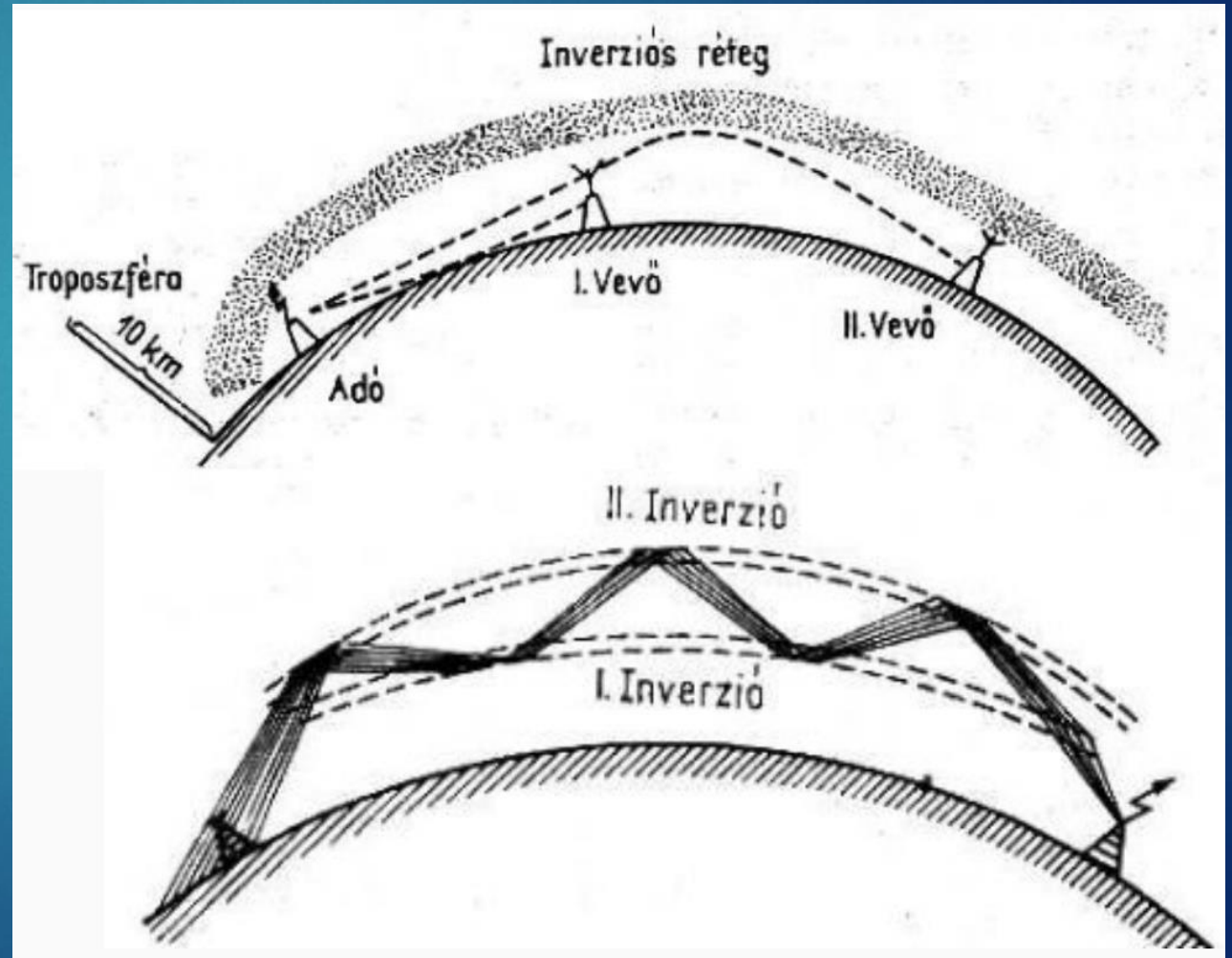
- ▶ Ionosféra változás
- ▶ Visszaverődő jel forgása
- ▶ Többutas terjedés
- ▶ Légtér szennyeződések

Csökkenteni az AGC-vel lehetséges



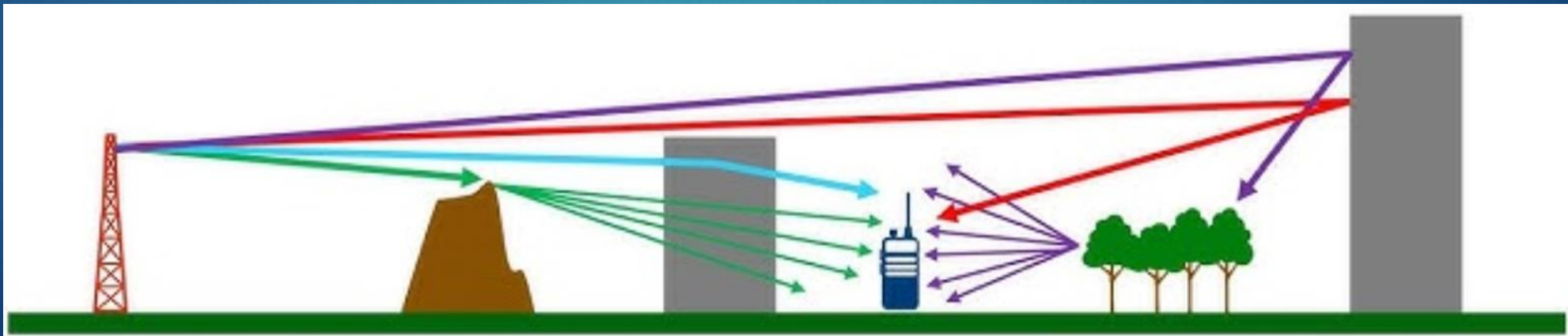
Troposzférikus hullámterjedés

- ▶ URH
- ▶ Troposzférikus vezetés
- ▶ Inverziók
- ▶ Snellius-Descartes törvény

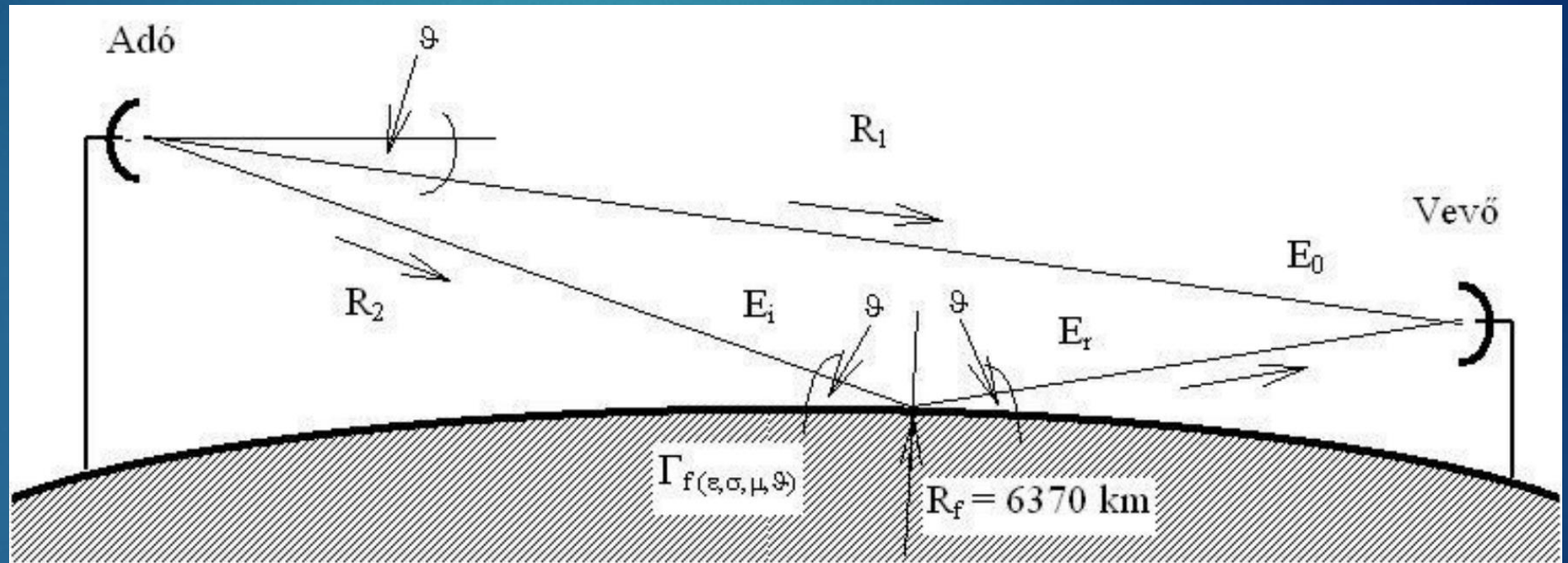


Közvetlen hullámterjedés (direkt hullám)

- ▶ Elektromásneses hullámként terjed (egyenes vonalban).
- ▶ Ideális esetben az adó és a vevő „rálát” egymásra.
- ▶ Ha ez nem lehetséges, még mindig lehet sikeres az összeköttetés
 - ▶ Reflexió
 - ▶ Refrakció
 - ▶ Diffrakció



Többutas terjedés



Terjedési sajátosságok (RH)

- ▶ 160 m-es amatőrsáv: (főleg télen és éjszaka létesíthetők nagyobb távolságú összeköttetések. Nappal ~80 km, éjszaka több száz vagy ezer km.
- ▶ 80 m-es amatőrsáv: Nappal néhány száz km, éjszaka több ezer km. A holt zóna ~1000 km. A napfoltok száma anem befolyásolja, A légköri zavarok - különösen éjjel - nagy intenzitással jelentkezhetnek.
- ▶ 40 m-es amatőrsáv: Nappal ~1000 km, holt zóna ~100 km. Éjszaka több ezer km. A holt zóna ~1000 km. A sávzaj ebben az amatőrsávban is jelentős.
- ▶ 20 m-es amatőrsáv: Éjjel-nappal alkalmas nagy távolságú összeköttetések létesítésére. A holt zóna nappal 400-1000 km, éjszaka ~4000 km-et is elérheti.

Terjedési sajátosságok (RH)

- ▶ 15 m-es amatőrsáv: A napfolttevékenység erősen befolyásolja. Maximum idején egész nap alkalmas nagy távolságú összeköttetések létesítésére. Minimumkor a sáv inkább a nyári hónapokban, és csak nappal használható.
- ▶ 12m-es amatőrsáv: Tulajdonságai a 10m-es sávhoz hasonlóak, bár előfordul, hogy 12 m-en akkor is van terjedés, amikor a 10 m-es sáv már nem használható. A terjedési viszonyokra a napfolttevékenység nagy hatással van.
- ▶ 10 m-es amatőrsáv: A terjedés a napfolttevékenység függvénye. Maximum idején a nappal is alkalmas nagy távolságú összeköttetések lebonyolítására. A holt zóna kb. 4000 km. Minimum idején DX összeköttetésekre a sáv alkalmatlan.

Terjedési sajátosságok (URH)

2 m-es amatőrsáv: Az összeköttetések elsősorban közvetlen terjedéssel, az optikai látóhatáron belül jöhetnek létre. Az ilyen összeköttetések igen kis teljesítménnyel, az ionosféra állapotától és az időjárási viszonyoktól szinte függetlenül létrehozhatók.

A 2 m-es sávban (a levegőnek a magassággal csökkenő törésmutatója következményeként) az áthidalható távolság az optikai látóhatárt kb. 15%-al meghaladja.

E sávban (a fentiek alapján számítható) áthidalható távolság az adó- és vevőantenna magasságától

$$d = 4,13 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

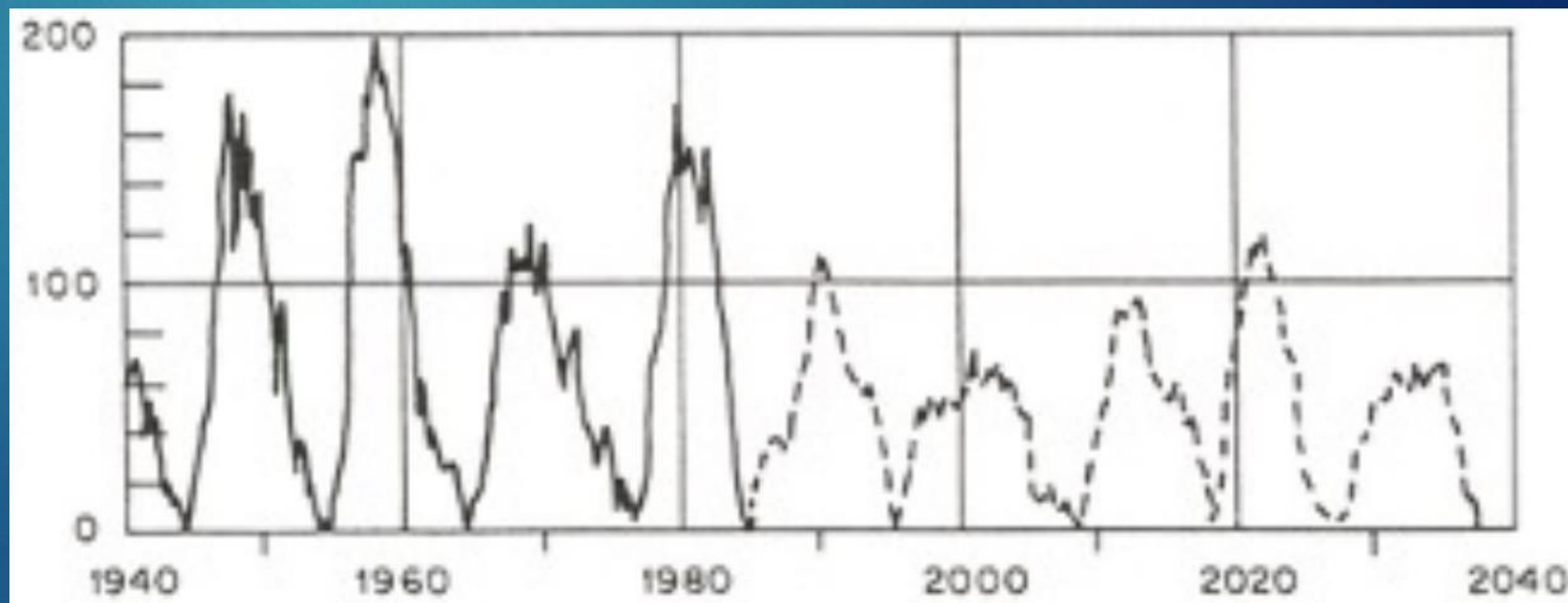
d - az áthidalható távolság (km)

h1 - az adóantenna telepítési magassága (m)

h2 - a vevőantenna telepítési magassága (m)

Napfolt ciklus

- ▶ A Nap különleges hatással van a rádióhullám terjedésre - különösképp a térhullámokat befolyásolja.
- ▶ Ez változik a napszaktól, évszaktól és a földrajzi helytől is.
- ▶ 11 éves ciklusokban változik a napfoltok minimum/maximum megjelenése.



Korona kilöködés hatásai

- ▶ Magnetikus zavarokat okoz, Auróra, és a sporadic-E jelenség okozója, elősegíti a 6m és 2m-es amatőr sávok nagytávolságú összeköttetésének lehetőségét
- ▶ Teljesen lebéníthatja a rövidhullámú kommunikációt
- ▶ Akár a műholdakat is tönkre tehet