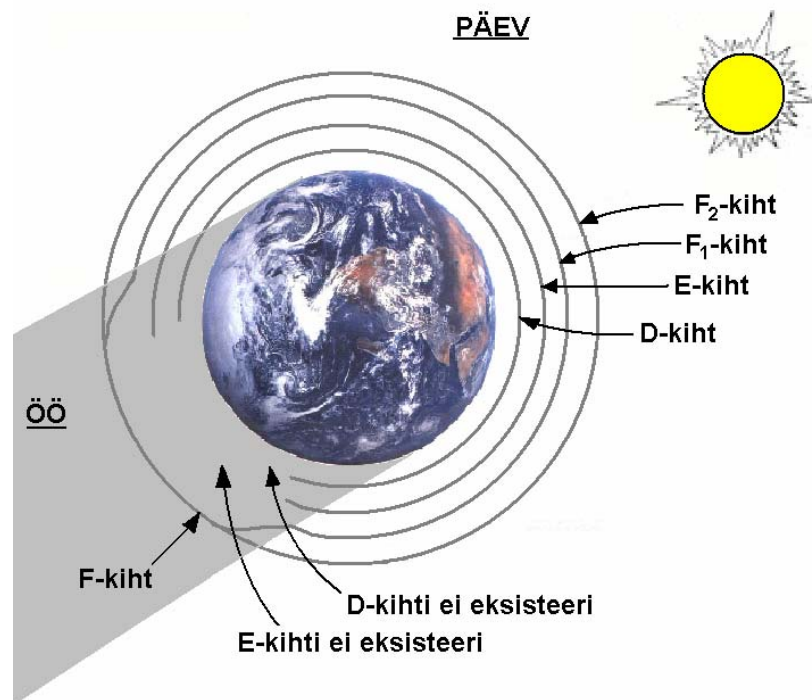


RAADIOLAINETE LEVI IONOSFÄÄRIS

Ionosfäär on atmosfääri kiht, mis asub maapinnast umbes 50-400km kõrgusel. Päikeseenergia (ultraviolettkiirguse) ja kosmiliste gaaside koosmõjul tekivad Maad ümbritsevas gaasis (põhiliselt O₂ ja N₂) elektrilaenguga aineosakesed – ioonid, mille tihedus muutub kõrguse kasvades ebahürtlaseks. Seetõttu jagatakse ionosfäär üldjuhul kolmeks kihiks: F-, E- ja D-kiht. Need kihid omavad märgatavat **peegeldusefekti** raadiolevis sagedustel **alla 30 MHz**.

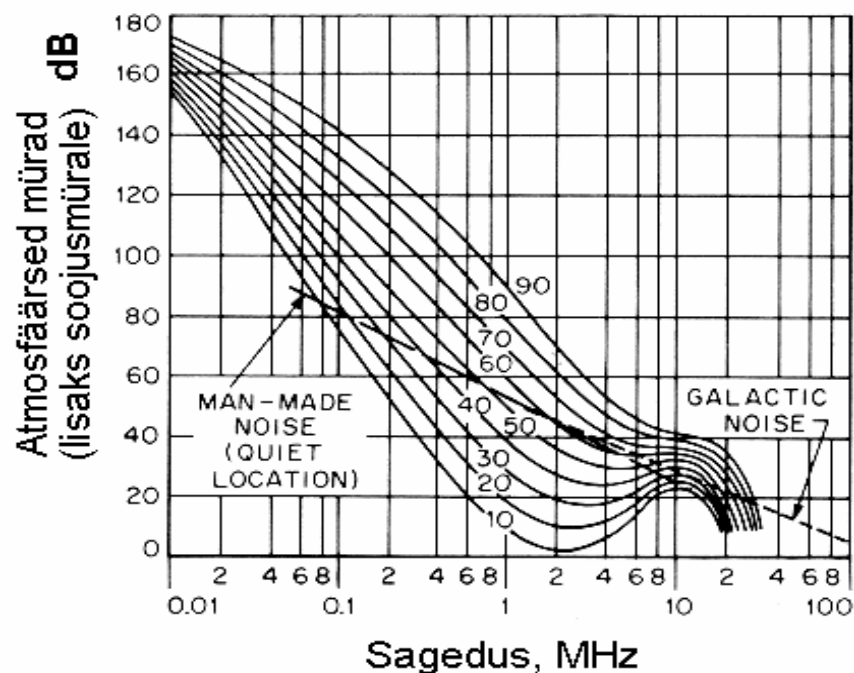
D- ja **E-**kihti öisel ajal praktiliselt ei eksisteeri. Samuti ei oma nad raadiolevis erilist tähtsust. **F-kiht** asub maapinnast 140-300 km kõrgusel. Kuna see on väga paks kiht, siis mängib ta ka raadiolevi seisukohast tähtsat rolli. F-kiht jaguneb päevasel ajal veel omakorda kaheks kihiks – F₁ ja F₂, kuid öösel need kihid kombineeruvad. F₂ kihti öösel üldse ei eksisteeri ja ta hakkab tekkima alles päikesetõusul. Päeva lõpuks on F₂ kiht ioniseeritud palju tugevamini kui F₁, kuid päikese loojudes hakkab see kiht jälle kahanema.



Kuna ionosfäär on tekitatud päikeseenergia mõjul, siis on ionosfääri omadused Päikesest tugevasti sõltuvad. Nii muutuvadki ionosfääri omadused aastaegade, päevade ja isegi tundide lõikes. Päikesepaistelise ilmaga suvisel ajal on ionosfäärne levi kõige parem, talvisel ööl kõige halvem.

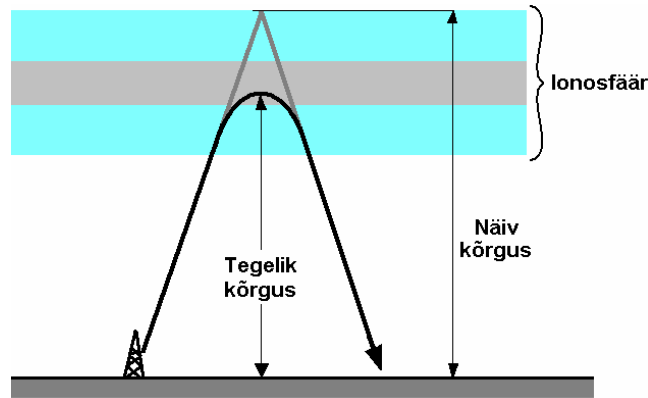
Ionosfääri peegeldaval efektil on ka üks halb omadus – lisaks kasulikule signaalile peegeldab ionosfäär paljusid mürasid, mis soodustab mürade levimist kaugete vahemaade taha. Seetõttu on kasutatavas sagedusvahemikus müratase väga kõrge. Põhiliseks müradeallikaks on **äike**, mis oma tugevate, kuid laia spektriga müradega risustab ionosfäärse levi radioeetrit. Üle kogu Maa on samal ajal paljudes kohtades äikest, mille mürad levivad mitmekordsete ionosfääri peegelduste tõttu kaugemale ja tõstavad mürataseme kõrgeks.

Teiseks müradeallikaks on industriaalsed mürad, mis analoogselt äikese müradele võivad peegelduste tõttu levida kaugemale. Järgmisel diagrammil on kujutatud atmosfäärsete mürade taset võrreldes soojusmüraga. Näeme, et just sagedustel kuni 30 MHz on müratase väga kõrge.

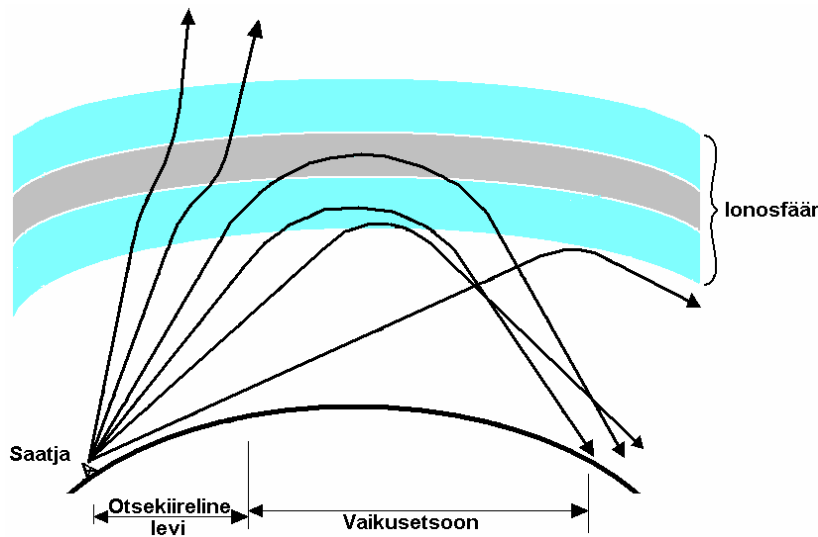


Kõrge mürataseme tõttu tuleb ionosfäärises sides kasutada võimsaid saatjaid ja väga efektiivseid saateantenne.

Ionosfääri kihtideni jõudnud raadiolaine võib selle läbida või maa suunas tagasi peegelduda. Raadiolainete peegeldumine ionosfääris on tegelikult pigem kaardumine, mis ei toimu ühes konkreetses punktis, vaid paksema ionosfääri osa ulatuses (vt joonis all).



See, kas raadiolaine läbib ionosfääri või peegeldub tagasi, sõltub laine levimise nurgast ja sagedusest. Vertikaalselt otse üles suunatud raadiolained peegelduvad ionosfääri kihtidelt tagasi, kui nende sagedus ei ületa kriitilist sageduse väärtust 1 – 13 MHz, mis oleneb samuti ionosfääri olukorrast. Väikese nurga all ionosfääri kihtidele langev raadiolaine peegeldub osaliselt tagasi.



Sagedused **30-300 kHz** võimaldavad stabiilset sidet pika vahemaa taha. Need lained levivad maapinnal mõnisada kilomeetrit, kuid tänu (mitmekordsele) peegeldusele ionosfäärilt võib levi ulatuda kokkuvõttes tuhandete kilomeetriteni. Nende sageduste juures on põhiliseks probleemiks antenni mõõtmed ja suur võimsustarve. Kuna 30 kHz sagedus levib hästi vee sisse, siis kasutatakse seda sagedusvahemikku allveelaevasides.

Sagedustel **300 kHz-3 MHz** on märgata leviomaduste erinevust päeval ja öisel ajal. Päeval sumbuvad lained suurel määral atmosfääris, aga öösel peegelduvad E-kihilt tagasi ja levivad märksa kaugemale. Kasutatakse lennu- ja laevanavigatsioonis.

Sagedused **3-30 MHz** levivad pikema vahemaa taha just põhiliselt ionosfääri kaudu ning levi on siin seotud peegeldava kihi kõrguse muutusega ja on seepärast suhteliselt ebastabiilne. Levi on tagatud küll saatja lähiümbruses (otselevi) ja saatjast kaugel

(peegeldused ionosfäärilt), kuid nende vahel tekib nn vaikusetsoon (vt joonis ülal), kus saatja signaali ei saa vastu võtta. Kasutatakse lennu- ja laevanavigatsioonis.

Sagedustel **üle 30 MHz** olulist lainete peegeldumist ionosfääri kihtidelt ei toimu. Sagedustel **üle 300 MHz** on ionosfäär raadiolainetele juba praktiliselt läbipaistev, mistõttu toimub ka kosmiline raadioside just detsimeeter-, sentimeeter- ja millimeeterlainetel.

Veel mõned aastakümned tagasi kasutati ionosfäärset levi mandritevahelise side pidamiseks. Kuna aga tegemist on madalate sageduste ja sellest tulenevalt suurte antennidega, samuti on tarvis võimsaid saatjaid, väga efektiivseid saateantenne ja pealegi pole levi eriti stabiilne, siis hakati mandrite vahel peagi kasutama satelliitsidet ja hiljem hoopiski optilist sidet (optiline fiiber).