

Każdy z nas widział kiedyś krajobraz odbity w tafli jeziora. Każdy też z pewnością zastanawiał się, czemu obiekt zanurzony w wodzie zmienia swój rozmiar, kształt i położenie. Za tymi zjawiskami stoi refrakcja, czyli załamanie promieni świetlnych przy przejściu pomiędzy ośrodkami o różnej gęstości (jak powietrze i woda). Za ciekawym i artystycznie interesującym efektem stoi prosty mechanizm „spowalniania” światła w gęstszych ośrodkach.



Rysunek 1: Załamanie światła w szklance wody. Źródło: <https://commons.wikimedia.org>

Jednak każdy, kto próbował kiedykolwiek uwiecznić podwojony w lustrzanym odbiciu krajobraz, wie, jak trudno jest uchwycić odpowiedni moment – tafla wody jest niemal zawsze zaburzona przez różnego rozmiaru i pochodzenia zmarszczki i fale, które psują potencjalnie rewelacyjne zdjęcie. Podobne zjawisko możemy często zaobserwować na nocnym niebie. Niejednorodności w gęstości powietrza w atmosferze powodują załamanie światła i dają charakterystyczny efekt migotania gwiazd.



Rysunek 2: Obraz budynku odbity w wodzie. Źródło: <https://www.pexels.com>

To samo zjawisko jest również obserwowane w obszarze fal radiowych, jednakże dużo istotniejszym od powietrza ośrodkiem zakłócającym są tutaj chmury jonów i wolnych elektronów znajdujące się na wysokości kilkuset kilometrów nad ziemią. Właśnie z uwagi na silne zjonizowanie, obszar ten nazywany jest jonosferą. Mechanizm działania jest w tym przypadku identyczny – tak samo jak zmarszczki na wodzie powodują zniekształcenia obrazu, nieregularności w gęstości plazmy jonosferycznej powodują fluktuacje sygnału radiowego, odbitego od jonosfery bądź przezeń przechodzącego (nadawanego chociażby przez sztucznego satelitę). W rezultacie obrazy radiowe „migoczą” w sposób podobny do gwiazd.

Badanie owych nieregularności jest zagadnieniem niezwykle istotnym – jak kilwater motorówki może całkowicie zniszczyć odbicie w wodzie, tak odpowiednio silne turbulencje ośrodka jonosferycznego mogą przerwać łączność pomiędzy satelitą a odbiorcą na ziemi, lub chociażby poważnie zakłócić obserwacje radioastronomiczne.

Podejście do badań nieregularności opiera się na prostym założeniu – wiedząc, jak w rzeczywistości wygląda odbity w wodzie budynek, możemy łatwo stwierdzić, jak wyglądają zmarszczki na wodzie, które zniekształcają jego obraz. W przypadku badań struktury jonosfery, jeśli znamy teoretyczne parametry sygnału radiowego, pozycję nadajnika oraz odbiornika, możemy na podstawie sygnału faktycznie odebranego odtworzyć strukturę zaburzeń.

W badaniu zaburzeń jonosfery poszukujemy jednak nie tylko odpowiedzi na pytanie „jak wyglądają nieregularności”, ale też „co je powoduje?”. Dlatego też konieczne jest równoległe obserwowanie całego szeregu potencjalnych czynników: czy to kosmicznych (jak np. rozbłyski słoneczne), czy też naziemnych.