

Witold SZYMAŃSKI

Politechnika Wrocławska

Zakład Geometrii Wykreślnej i Perspektywy Malarskiej

Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej

ul. B. Prusa 53/55,

50-317 Wrocław

tel. 71 784 35 82,

e-mail: witoldszymanski@o2.pl

ODBICIA WIELOKROTNE WZGLĘDEM SFERY

Odbicia wielokrotne względem sfery stanowią jeden z przypadków odbić sferycznych znanych w literaturze przedmiotu pod nazwą *Problemu Alhazena*, *Optycznego Problemu Alhazena* lub *Problemu Bilardowego*.

Autor rozwiązał ten problem stosując metody geometrii wykreślnej a w tym zakresie jeden z przypadków krzywych Apolloniusza stopnia trzeciego o własności *isoptic* – *Apollonian isoptic cubic curve*, dla której podał nową metodę jej generowania.

Dzięki własnościom tej krzywej można wyznaczyć punkty odbić względem okręgu lub sfery w *rzucie środkowo-refleksyjnym*, dla dowolnego układu punktów przestrzeni i środka rzutów. Jednym z możliwych układów jest taki, dla którego punkt przestrzeni A oraz środek rzutów S leżą w przestrzeni wewnętrznej sfery (lub okręgu). Jest to przypadek w którym odbicie występuje tylko względem wewnętrznej strony sfery (lub okręgu). Fizycznie odpowiada to odbiciu w zwierciadle sferycznym wklęsłym. Przebieg krzywej *Apolloniusza* wskazuje punkty A_f na sferze, dla których spełnione jest prawo odbicia. Łatwo jednak wykazać, że istnieją obszary przestrzeni wewnątrzsferycznej (wewnątrz okręgu), ograniczone pękiem sfer o wspólnym środku O ze sferą refleksyjną, na których można opisać n -kąty foremne (zawierające na swoich bokach parę punktów A i S) w płaszczyźnie określonej trójką punktów A , O , S , dla których n przyjmuje dowolną wartość ze zbioru $(3, \dots, \infty)$. Wierzchołki tych n -kątów należą do sfery refleksyjnej (okręgu refleksyjnego) i są punktami odbić wielokrotnych.

Należy zauważyć, że przy $n = \infty$ wielokąt foremny zjednoczy się z okręgiem na nim opisanym, ponieważ okrąg jest okręgiem refleksyjnym to w n wierzchołkach tego wielokąta istnieje nieskończona ilość punktów odbicia A_f .

Dla $n = 3$ wielokąt foremny stanowi trójkąt równoboczny. Różnica promieni – okręgu sfery refleksyjnej i okręgu wpisanego w trójkąt jest największa i wynosi $2/3$ promienia sfery. W przypadku n -kąta gdy $n = \infty$ różnica promieni wynosi 0. Należy stwierdzić, że przy odbiciu wielokrotnym o nieskończonej liczbie, para punktów A i S należy do sfery refleksyjnej (okręgu refleksyjnego) a obraz dowolnego punktu A jest tożsamy z obrazem całego okręgu refleksyjnego.

Niniejsza praca jest przyczynkiem do odpowiedzi na pytania dotyczące odbić wielokrotnych w zakresie ogólnego problemu odbić sferycznych – *Problemu Alhazena*, *Problemu Anamorfoz sferycznych* i *Problemu Bilardowego*. Określa ona zakres rozważań tego zagadnienia na gruncie

geometrii wykreślnej i udziela odpowiedzi na pytania wynikające ze zdefiniowanego przez autora problemu odbić wielokrotnych, w zakresie ich uwarunkowań geometrycznych i wynikających z nich możliwych rozważań.

Na gruncie geometrii wykreślnej, poza znanym autorowi wyjątkiem, nie podejmowano tego problemu.