

Zabawy z cieniem

Figle pana Eschera, czyli jak rysować bryłki

Od wieków ludzie próbowali przedstawiać za pomocą rysunku różne przedmioty i sytuacje. Obejrzyj namalowany za czasów Zygmunta I Starego obraz „Bitwa pod Orszą”, sławiący zwycięstwo wojsk polsko-litewskich nad wojskami moskiewskimi w 1514 roku. Trudno zorientować się, co jest bliżej, a co jest dalej na tym obrazie. Często to, co jest dalej, rysowano po prostu mniejsze. Ale czasem wielkość danej postaci oznaczała, że jest ona ważna, a nie, że jest ona blisko.

Dzisiejsze zasady rysowania można odkryć doświadczalnie.

- A** W słoneczny dzień weź równej długości patyczki. Przymocuj je tak, aby były równoległe. Zobacz, jaki rzucają cień. Czy cienie patyczków są także równe i równoległe?
- B** Weź dwa różnej długości patyczki. Czy możliwe jest takie ich ułożenie, aby długości ich cieni były takie same? A czy można tak je ustawić, aby otrzymane cienie były równoległe? A równe i równoległe?
- C** Weź dwa patyczki i złącz je pod kątem prostym. Spójrz na cień. Czy zawsze na cieniu dostaniesz kąty proste?

Można zaobserwować, że:

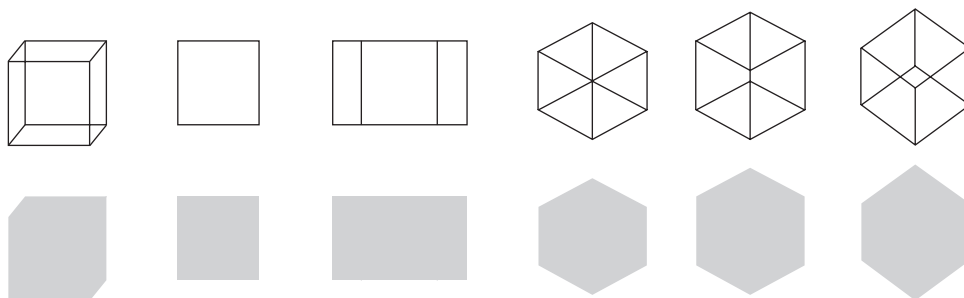
- odcinki równoległe w przestrzeni będą także równoległe na cieniu;
- odcinki równej długości i równoległe w przestrzeni będą także równe i równoległe na cieniu;
- cień środka odcinka w przestrzeni będzie środkiem cienia;
- cień może zmieniać kąty. Kąty na cieniu nie muszą być takie same jak w przestrzeni.

Z tych obserwacji, które można przyjąć za zasady, wynika, że prostokąt w przestrzeni może rzucać cień o różnym kształcie. Może to być kwadrat, prostokąt, romb ... – w każdym razie ponieważ boki prostokąta są równe i równoległe, to krawędzie cienia też będą takie. Cień prostokąta musi być zatem równoległobokiem.

Na rysunkach przedstawiona jest ta sama podłoga wyłożona kwadratowymi płytkami, na którą patrzymy pod różnym kątem. Spróbuj spojrzeć na każdy z tych rysunków pod takim kątem, aby zobaczyć każdą płytkę jako kwadrat.



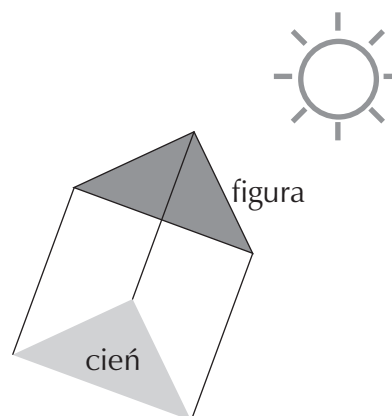
W zasadzie każdy potrafi narysować sześciąt. Rysujemy go np. tak:



Ten sposób rysowania wielościanów często nie pokazuje tego, na czym nam zależy, np. nie widać, jaki dokładnie kształt ma jakiś przekrój.

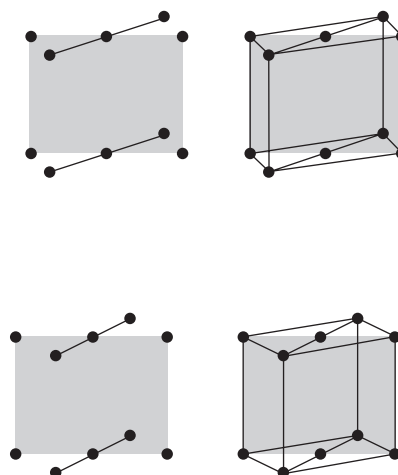
Zrób takie doświadczenie:

Wytnij z kartonu jakąś figurę, np. trójkąt równoboczny i ustaw wyciętą figurę równoległą do podłogi. Jaki jest kształt cienia na podłodze?

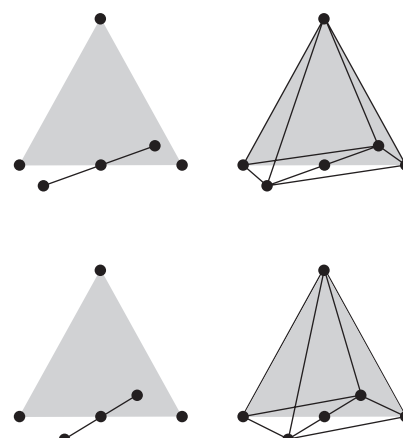


Jak widać, jeśli wielokąt jest ułożony równoległy do płaszczyzny, na którą pada cień, to cień ten ma taki sam kształt jak wielokąt.

Wyobraź sobie sześcián. Przekrój wyznaczony przez równoległe przekątne obu podstaw, górnej i dolnej, jest prostokątem. Jak narysować sześcián, aby ten przekrój był przedstawiony bez zniekształceń? Kolejne etapy rysowania przedstawione są obok. Najpierw narysowaliśmy ten prostokątny przekrój. Potem dorysowaliśmy pozostałe odcinki przekątne obu podstaw, górnej i dolnej; końce tych odcinków wyznaczają wierzchołki sześciánu, wystarczy połączyć odpowiednie wierzchołki odcinkami i rysunek sześciánu gotowy.



Teraz wyobraź sobie ostrosłup, który ma w podstawie kwadrat i wszystkie krawędzie boczne są tej samej długości. Przekrój tego ostrosłupa, wyznaczony przez przekątną podstawy i wierzchołek, jest trójkątem równobocznym. Jak narysować ostrosłup, aby ten przekrój był narysowany bez zniekształceń? Spójrz na rysunki.

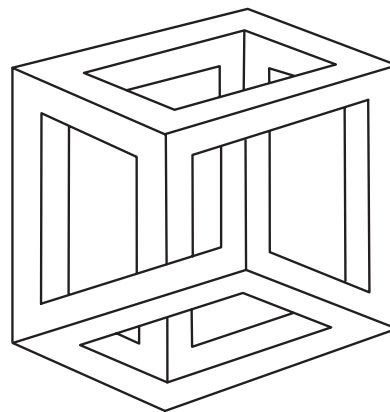


D Opisz kolejne kroki powstawania tych rysunków.

E Czy te sposoby rysowania zachowują zasady odkryte podczas obserwacji cienia?

Przyjrzyjmy się figlom rysunkowym, jakie lubił hollenderski grafik Maurits Cornelis Escher (1898–1972).

Na jednym ze swoich obrazów ukazał chłopca, trzymającego w ręku taką „sześcienną” zabawkę, jak na tym rysunku.



Przyjrzyj się jej dokładnie. To jest niezwykle rysunek.

Coś się na tym rysunku nie zgadza. Co?

Na czym polega paradoks?

Otóż niektóre krawędzie zostały narysowane, jakby były jednocześnie z przodu i z tyłu.

Czy to możliwe? Nie, to jest „bryła niemożliwa”.

F Czy potrafiłbyś narysować niemożliwy sześcian pana Eschera z pamięci?

G A ostrosłup pięciokątny, tak zaznaczając krawędzie, aby stał się figurą niemożliwą?

Przyjemnej zabawy...