

Jak wiemy to co nas najbardziej interesuje w grze Angry Birds to jak najszybsza wygrana. Co za tym idzie musimy zabić świnki, które zazwyczaj są osłonięte przez klocki ustawione w różnych konfiguracjach. Właśnie w ten sposób przez dochodzimy do kolejnego ciekawego zagadnienia jakim jest tarcie pomiędzy klockami.

W dokumencie Blum1970StabilityBlocks opisane jest kilka rodzajów konfiguracji klocków i związane z nimi siły.

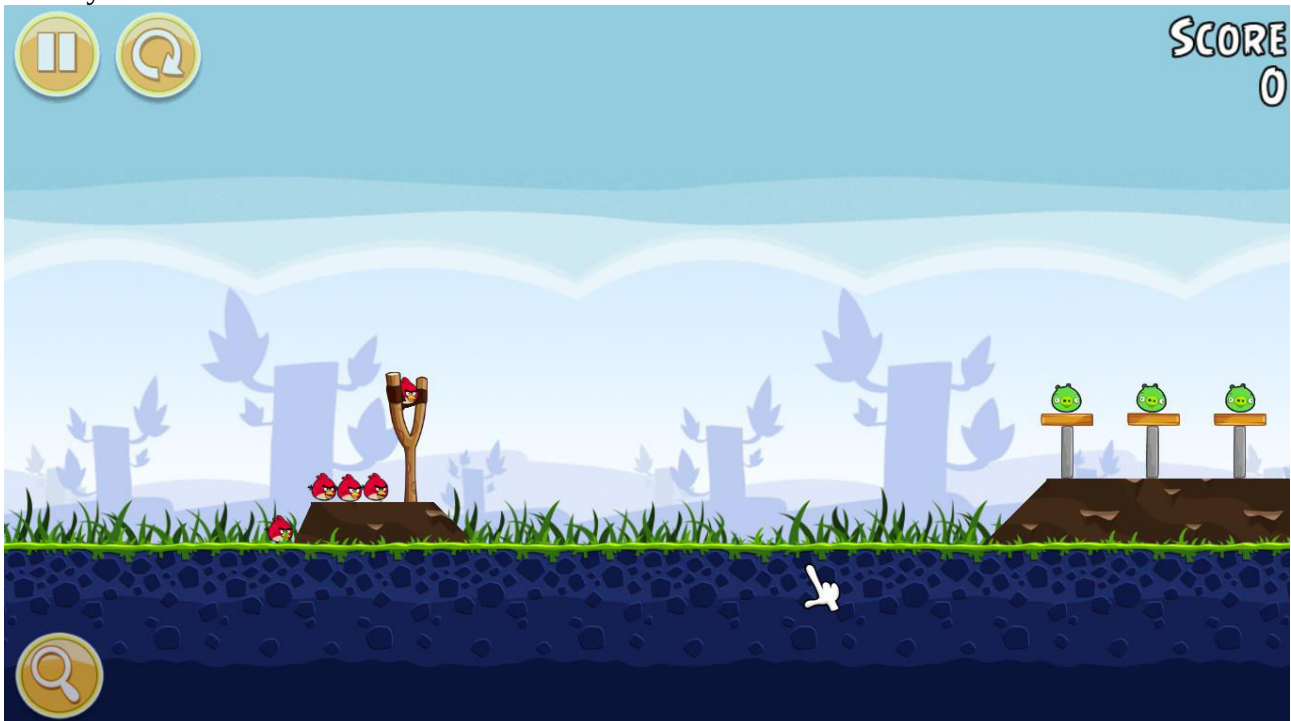
Między innymi:

- statyczne bez tarcia
- dwuwymiarowa konfiguracja z tarcie
- ogólna postać z tarcie

Grając w grę AngryBirds widzimy że na samym początku klocki nie poruszają się, są w stałej pozycji dopóki ich nie uderzymy. W związku z tym mamy do czynienia z tarcie statycznym. Współczynnik tarcia statycznego zwyczajowo jest większy niż współczynnik tarcia kinetycznego.

Rozważmy teraz różne konfiguracje klocków:

### 1. Statyczne bez tarcia



Występuje ono wtedy gdy wszystkie klocki są do siebie ułożone poziomo. Powoduj to pojawianie się tylko sił pionowych. Przy założeniu, które odzwierciedla nieuchronne niedokładności bloków, reakcję siły mogą wystąpić tylko przy

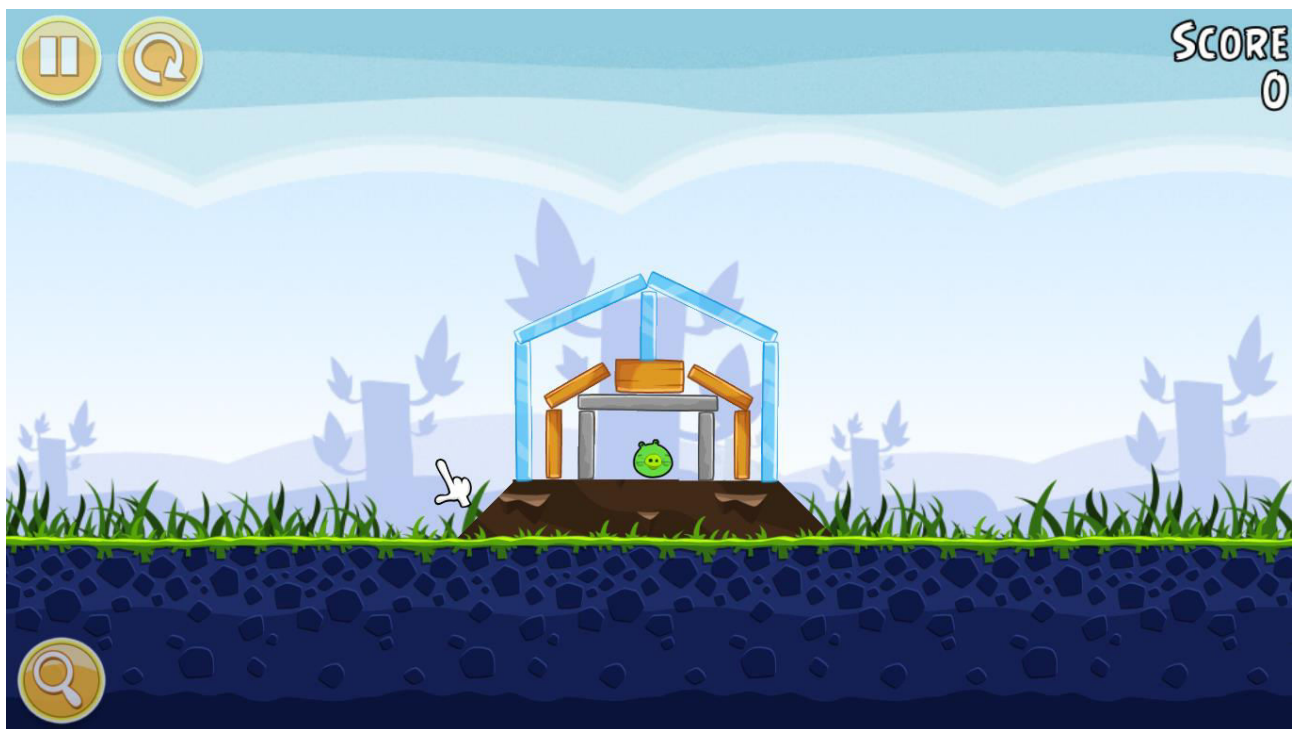
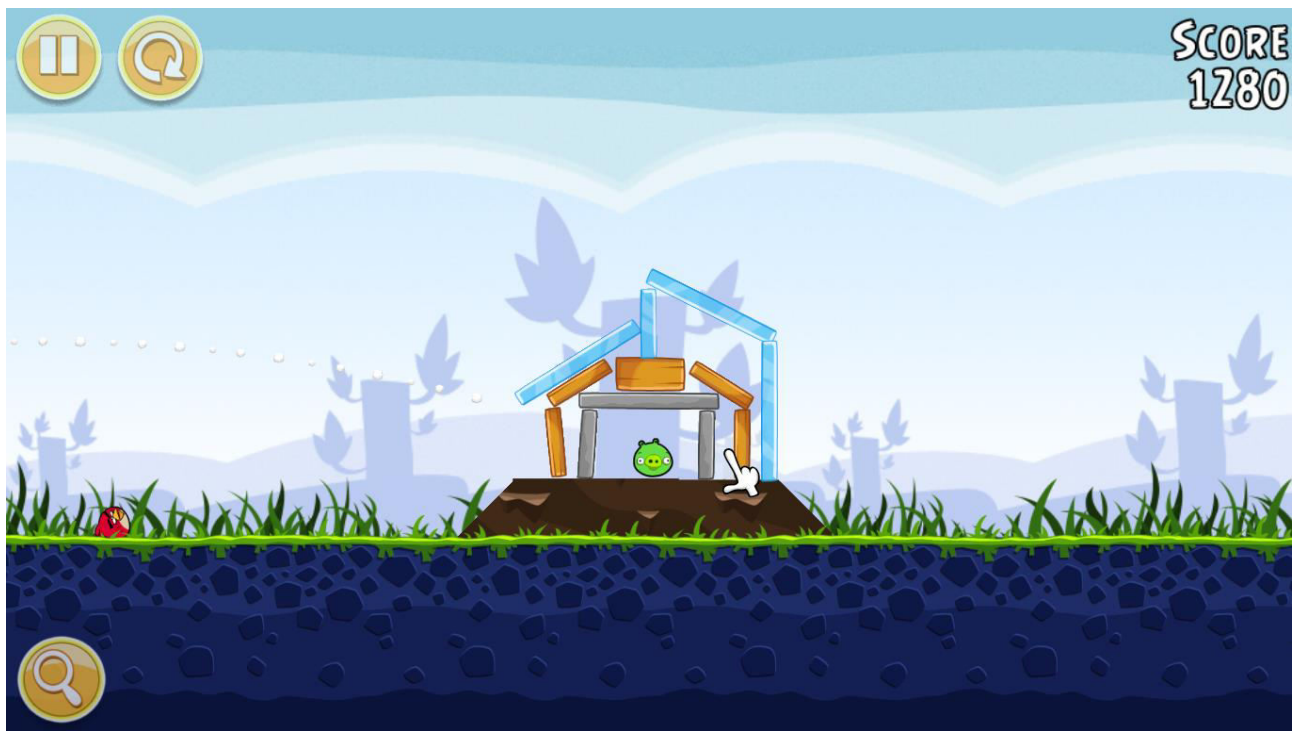
(1) wierzchołki bloków

(2) przecięciu się fragmentów linii.

Wbrew pozorom zabicie takiej konfiguracji wcale nie jest łatwe.

Do opisanego tego zjawiska służą 3 równania w których zachodzi zależność że: jeżeli mamy  $n$  bloków to mamy  $3 \cdot n$  równań dla  $3 \cdot m$  nieznanymi sił, gdzie  $m \geq n$ . Konfiguracja jest stabilna jeżeli istnieje rozwiązanie dla  $3 \cdot n$  równań gdzie żadna siła nie jest negatywna. Powinno to być dla nas oczywiste biorąc pod uwagę, że jeżeli siła miała być negatywna to klocki musiałyby się odpychać, a nie pozostawać w spoczynku.

Dwuwymiarowe konfiguracje z tarcie:



Jak widzimy teraz nasza świnka tkwi zadowolona w domku, w którym klocki są zrobione z różnych materiałów, (co powinno mieć wpływ na wzajemne tarcie pomiędzy nimi np. lód ma najmniejszy współczynnik tarcia) a ponadto mają one pomiędzy sobą różne punkty styków.

Na pierwszym rysunku widzimy, że klocki mogą zacząć się zsuwać lub nie. Wszystko w tym wypadku zależy od tarcia pomiędzy klockami. Siły w punkcie styku mogą zostać rozłożone na siły  $N$  i  $F$ , prostopadle i równoległe do krawędzi prostokąta. Podobnie jak w poprzednim przypadku wartość siły  $N$  może być tylko dodatnia i jest podobna do siły reakcji którą widzieliśmy w modelu bez tarcia.

Ogólna postać z tarciem:

W tym przypadku rozważamy już strukturę blokowa czyli w trzech wymiarach. W każdym punkcie mamy siłę normalną i siłę tarcia. Niestety z powodu dodatkowego wymiaru, kierunek siły tarcia jest nieznany. W związku z tym należy wprowadzić dwie składowe ortogonalne.

Aby konstrukcja była stabilna wszystkie normalne siły muszą być dodatnie. Statystyka pojedynczego bloku w tym przypadku określona jest przez 6 ( a nie 3) równania.

Przeprowadzenie testu stabilności może się odbywać na kilka sposobów m.in.

-poprzez liczenie równań linowych i poszukiwanie stabilnych rozwiązań.

Pytania: Czy w AngryBirds różne materiały mają różne współczynniki tarcia czy jest to efekt wyłącznie wizualny?