

MATERIAŁY DLA UCZNIA

Pierwszy własny model do druku 3D

Druk 3D

Klasy VII i VIII

45 minut

Lekcja otwarta

Uczeń projektuje prosty przedmiot użytkowy mieszczący się w ograniczeniach druku warstwowego i oddaje plik gotowy do wydruku razem z odczytanym czasem druku.

Czego się nauczysz

Projekt przedmiotu pod ograniczenia druku warstwowego

Projektujesz prosty przedmiot użytkowy z podanymi wymiarami i sam sprawdzasz, czy da się go wydrukować bez podpór i czy się nie złamie.

Przygotowanie pliku do druku i bezpieczna praca przy drukarce

Eksportujesz model do pliku, wczytujesz go do programu tnącego, odczytujesz czas druku i wiesz, czego przy pracującej drukarce nie wolno dotykać.

Drukarka 3D nie wycina przedmiotu z bryły i nie odlewa go w formie. Układa go z cienkich warstw plastiku, jedna na drugiej, zaczynając od stołu. Z tego materiału dowiesz się, jak zaprojektować przedmiot, który da się w ten sposób zbudować, jak przygotować z niego plik i dlaczego lekcja kończy się na pliku, a nie na gotowym wydruku w ręce.

Przedmiot powstaje warstwa po warstwie

Głowica drukarki podgrzewa plastikową żyłkę, zwaną filamentem, i wyciska ją przez dyszę cienkim strumieniem. Ten strumień układa się na stole w płaski rysunek. Potem głowica podnosi się o jedną wysokość warstwy, zwykle o 0,2 mm, i rysuje kolejny kształt na poprzednim. Twój przedmiot to stos takich rysunków, a im jest wyższy, tym więcej warstw trzeba ułożyć.

Z tego biorą się dwie rzeczy, które zaskakują przy pierwszym własnym modelu. Pierwsza: czas druku zależy nie od tego, jak skomplikowany wydaje się kształt, tylko od tego, ile materiału trzeba ułożyć. Druga: przedmiot nie jest jednolitą bryłą, tylko sklejonymi ze sobą warstwami, więc najłatwiej pęka właśnie na ich połączeniu, jak paczka naleśników rozrywana od boku.

Dlatego zanim narysujesz cokolwiek, warto zapytać samego siebie, jak ten przedmiot będzie rósł od stołu do góry i w którą stronę będzie później ciągnięty albo naciskany. Zawieszka, która wisi na karabińczyku, powinna mieć warstwy ułożone tak, żeby ciężar ich od siebie nie odrywał. Najprostszy sposób to położyć zawieszke płasko na stole drukarki. Wtedy każda warstwa ma kształt całej zawieszki razem z haczykiem, a siła ciągnie wzdłuż warstwy, w jej płaszczyźnie, zamiast rozklejać warstwy jedna od drugiej. Haczyk zbudowany na sztorc, z wielu małych warstw ułożonych jedna na drugiej, odłamie się na pierwszym połączeniu.

SPRÓBUJ SAM

Weź kartkę i ołówek. Narysuj z boku przedmiot, który chcesz zaprojektować, a potem poziomymi kreskami co 2 mm podziel go na warstwy. Policz kreski. Teraz narysuj ten sam przedmiot obrócony o 90 stopni i znów policz kreski. Zapisz, które ustawienie ma mniej warstw i w którym ciężar użytkownika ciągnie wzdłuż warstw, w ich płaszczyźnie, zamiast odrywać je od siebie.

Zasada 45 stopni i podpory

Świeżo wyciśnięty plastik jest miękki i musi od razu na czymś usiąść. Jeżeli kolejna warstwa wystaje poza poprzednią tylko trochę, poprzednia ją utrzyma. Jeżeli wystaje mocno, plastik obwisa i zamiast gładkiej powierzchni powstaje pajęczyna. Granicę, którą stosuje się w praktyce, nazywa się zasadą 45 stopni: nawis odchylony od pionu bardziej niż o 45 stopni trzeba podeprzeć.

Programy do przygotowania druku potrafią dobudować podpory, czyli cienkie tymczasowe rusztowanie, które po wydruku się odłamuje. Podpory ratują skomplikowane modele, ale mają trzy koszty: zużywają materiał, wydłużają czas druku i zostawiają szorstki ślad na powierzchni, którą podpierały. Przy pierwszym własnym przedmiocie najlepszą strategią jest zaprojektowanie go tak, żeby podpory w ogóle nie były potrzebne.

Sposobów jest kilka i wszystkie są proste. Możesz obrócić przedmiot na stole, na przykład położyć go płasko zamiast stawiać na sztorc. Możesz zamienić poziomy daszek na ścianę pochyloną łagodnie. Możesz zamienić okrągły otwór w pionowej ścianie na otwór w kształcie kropli albo po prostu przenieść go tam, gdzie drukuje się poziomo. Każda z tych zmian jest tańsza niż walka z podporami.

SPRÓBUJ SAM

Wyjmij z plecaka coś prostego, na przykład gumkę do ścierania albo pudełko na okulary. Ustaw to na stole i zastanów się, jak drukarka budowałaby ten kształt od dołu. Wskaż palcem miejsce, które wisiałoby nad pustką. Potem obróć przedmiot tak, żeby tego miejsca nie było, i zapisz jednym zdaniem, jak go ustawiłeś.

Wymiary bierze się z pomiaru, nie z oka

Najczęstszy powód, dla którego pierwszy wydruk do niczego nie pasuje, nie ma nic wspólnego z drukarką. Po prostu ktoś narysował otwór na oko. Model na ekranie wygląda przekonująco w każdej skali, bo możesz go dowolnie przybliżać, więc oko nie jest tu żadnym doradcą. Jedynym sensownym początkiem projektu jest linijka.

Zmierz to, co przedmiot ma obsłużyć: grubość blatu, na którym ma siedzieć uchwyt, średnicę kabla, szerokość karabińczyka, grubość telefonu w etui. Zapisz liczbę w milimetrach, bo w milimetrach będziesz projektować. Dopiero potem zacznij rysować bryłę i wpisuj konkretne wymiary, zamiast ciągnąć kształt myszką, aż wyda się odpowiedni.

Do każdego miejsca, w którym coś ma się wsunąć, dodaj luz, zwykle około 0,5 mm do średnicy otworu albo do szerokości szczeliny. Wydruk nigdy nie wychodzi idealnie co do dziesiątej części milimetra, a otwór wykonany dokładnie na wymiar kabla będzie za ciasny. Z drugiej strony luz kilku milimetrów sprawi, że wszystko będzie się obluźowywać i wypadać. Trzymaj też grubość ścianek na poziomie co najmniej 2 mm, bo cieńsze elementy w szkolnym wydruku łamią się przy normalnym używaniu.

SPRÓBUJ SAM

Zmierz linijką trzy rzeczy, których chcesz użyć w projekcie, i zapisz je w milimetrach w jednej linijce tekstu, na przykład blat 18 mm, kabel 4 mm, karabińczyk 8 mm. Do każdej dopisz drugą liczbę, czyli wymiar po dodaniu luzu. Te drugie liczby wpiszesz potem do modelu.

Od modelu do pliku, który rozumie drukarka

Gotowy model w edytorze 3D to jeszcze nie jest coś, co drukarka potrafi wykonać. Najpierw eksportujesz go do pliku STL. Taki plik opisuje sam kształt, czyli powierzchnię przedmiotu zbudowaną z trójkątów, i nic więcej. Nie ma w nim ani warstw, ani temperatury, ani informacji o tym, które ma jechać głowica.

Drugi krok robi program tnący, po angielsku slicer, na przykład darmowy PrusaSlicer albo Ultimaker Cura. Wczytujesz do niego plik STL, ustawiasz wysokość warstwy, wypełnienie i to, czy mają powstać podpory, a program kroi model na warstwy i wylicza ścieżki ruchu głowicy. Dopiero wynik tej pracy trafia na drukarkę.

Przy okazji dostajesz dwie liczby, które warto czytać za każdym razem: przewidywany czas druku i zużycie filamentu. To one mówią, czy projekt jest realny. Podgląd warstw w programie tnącym pokazuje dodatkowo, w których miejscach dobudowały się podpory, więc od razu widać, czy zasada 45 stopni gdzieś została naruszona.

Wypełnienie to osobna ciekawostka. Wydruk nie jest w środku pełny, tylko przetykany siateczką. Dla szkolnego przedmiotu wystarcza około 15 procent, a podnoszenie tej wartości do 100 procent potrafi wydłużyć druk kilkukrotnie, nie dając w zamian niczego, co byś odczuł.

SPRÓBUJ SAM

Po wyeksportowaniu swojego modelu do pliku STL wczytaj go do programu tnącego i zapisz czas druku oraz zużycie filamentu. Potem zmień jedną rzecz, na przykład wypełnienie z 15 na 50 procent, potnij model jeszcze raz i zapisz nowe liczby obok starych. Porównaj obie pary i napisz jedno zdanie o tym, co ta zmiana kosztowała.

Jedna drukarka, kolejka i gorące elementy

W szkolnej sali stoi zwykle jedna drukarka, a druk nawet niewielkiego przedmiotu trwa od kilkunastu do kilkudziesięciu minut. Cała klasa, która projektuje po jednym modelu, zajmuje maszynie kilka dni pracy. Dlatego lekcja kończy się na pliku, a drukowanie rusza po zajęciach i idzie kolejno, model po modelu. To nie jest niedokończona lekcja, tylko normalny sposób pracy z tym sprzętem, także poza szkołą.

Drukarka w czasie pracy ma dwa gorące elementy. Dysza, przez którą wychodzi plastik, nagrzewa się przy filamencie PLA do około 200 stopni Celsjusza. Stół, na którym powstaje wydruk, grzeje do około 60 stopni. Oba wyglądają zupełnie zwyczajnie i nie świecą na czerwono, więc po samym wyglądzie nie poznasz, że parzą.

Zasada jest prosta i nie ma od niej wyjątków: przy pracującej drukarce nie sięgasz do środka, nie dotykasz dyszy ani stołu, nie przesuwasz głowicy ręką i nie poprawiasz palcem odklejającego się wydruku. Jeśli coś idzie nie tak, na przykład róg się odkleja albo plastik zaczyna zwijać się w kłębek, zgłaszasz to nauczycielowi. Gotowy wydruk zdejmuje nauczyciel, kiedy stół ostygnie, bo ciepły plastik jest jeszcze miękki i łatwo go zniekształcić.

SPRÓBUJ SAM

Zanim drukarka ruszy, przejdź w myślach przez trzy sytuacje i zapisz, co zrobisz w każdej z nich: pierwszy róg wydruku odkleja się od stołu, filament kończy się w połowie druku, wydruk jest gotowy i chcesz go zabrać. Przy każdej odpowiedzi sprawdź, czy nie pojawia się w niej Twoja ręka w środku maszyny.

Słowniczek

filament

Plastikowa żyłka nawinięta na szpulę, którą drukarka podgrzewa i wyciska przez dyszę. W szkole najczęściej używa się rodzaju PLA.

dysza

Metalowa końcówka głowicy z małym otworem, przez który wychodzi stopiony plastik. Przy pracy ma około 200 stopni Celsjusza.

warstwa

Jedna płaska porcja materiału ułożona na poprzedniej, zwykle o wysokości 0,2 mm. Przedmiot to stos warstw.

nawis

Fragment modelu wystający nad pustką, który nie ma pod sobą materiału z poprzedniej warstwy.

podpory

Tymczasowe rusztowanie dobudowane przez program pod nawisami, odłamywane po wydruku. Kosztują czas, materiał i gładkość powierzchni.

plik STL

Format zapisu samego kształtu przedmiotu, opisanego siatką trójkątów. Nie zawiera ustawień druku.

program tnący

Program, który kroi model na warstwy i wylicza ścieżki głowicy, na przykład PrusaSlicer albo Ultimaker Cura. Pokazuje też czas druku i zużycie filamentu.

wypełnienie

Siateczka wewnątrz wydruku zamiast litego plastiku. Dla szkolnego przedmiotu zwykle wystarcza około 15 procent.

Częste pomyłki

- Projektowanie na oko, bez zmierzenia czegośkolwiek linijką. Otwór wygląda na ekranie dobrze, a potem karabińczyk się w niego nie mieści. Zaczynaj od pomiaru w milimetrach i dopiero potem rysuj.

- Otwór wykonany dokładnie na wymiar tego, co ma w niego wejść. Wydruk nigdy nie jest idealnie dokładny, więc dodawaj około 0,5 mm luzu, inaczej nic się nie wsunie.
- Cienkie, efektowne elementy, na przykład haczyk o grubości pół milimetra. Wydruk pęka wzdłuż warstw, więc wszystko poniżej 2 mm grubości złamie się przy zwykłym używaniu.
- Projektowanie dużego przedmiotu, bo w edytorze nic to nie kosztuje. Program tnący pokaże wtedy kilka godzin druku, a drukarka w klasie jest jedna i ma kolejkę.
- Traktowanie podpór jako darmowego rozwiązania każdego nawisu. Podpory wydłużają druk, zużywają materiał i zostawiają ślad. Prościej jest obrócić model albo pochylić ścianę.
- Dotykanie pracującej drukarki, na przykład dociskanie odklejającego się rogu. Dysza ma około 200 stopni Celsjusza, a stół około 60, więc każdy problem zgłaszasz nauczycielowi, zamiast sięgać do środka.

Sprawdź, czy rozumiesz

1. Twoja zawieszka drukuje się 70 minut, a masz zmieścić się w 30. Wymień dwie zmiany, które skrócą druk, i powiedz, która z nich bardziej osłabi gotowy przedmiot.
2. Projektujesz uchwyt na kabel przyklejany pod blatem. W którą stronę ułożysz warstwy i dlaczego akurat tak, skoro wydruk jest najsłabszy na ich połączeniu?
3. Kolega mówi, że jego model nie potrzebuje podpór, bo program tnący ich nie dobudował. Jakie jedno pytanie o ustawienia zadasz, zanim mu uwierzysz?

Wyzwanie dla chętnych

PONAD PROGRAM

Zaprojektuj tę samą zawieszkę dwa razy: raz leżącą płasko na stole drukarki, raz stojącą na sztorc. Wczytaj obie wersje do programu tnącego i zapisz dla każdej czas druku, zużycie filamentu i to, czy pojawiły się podpory. Potem napisz trzy zdania: która wersja drukuje się szybciej, która będzie mocniejsza na haczyku i którą wybierasz do kolejki.

Jak sprawdzisz, że Ci wyszło: Wyszło Ci, jeśli obie liczby czasu różnią się od siebie i potrafisz powiedzieć, dlaczego, oraz jeśli w wersji na sztorc wskazałeś na podglądzie warstw miejsce, gdzie haczyk składa się z małych warstw ułożonych jedna na drugiej i dlatego pęknie pierwszy.

Zadanie do domu na trzy poziomy

Wybierz jeden poziom. Możesz zacząć od łatwego i wrócić po trudniejszy.

POZIOM: ŁATWE

Znajdź w domu trzy przedmioty z plastiku i przy każdym zapisz jedno zdanie: czy dałoby się go wydrukować od dołu do góry bez podpór, czy ma miejsce sterczące w bok nad pustką. Nie musisz niczego rysować, wystarczy obejrzeć przedmiot z każdej strony.

POZIOM: ŚREDNIE

Wybierz jeden drobiazg, którego Ci brakuje, na przykład uchwyt na ładowarkę albo zawieszkę do kluczy. Zmierz linijką wszystko, do czego ma pasować, zapisz wymiary w milimetrach z dodanym luzem i narysuj przedmiot z trzech stron na kratkowanym papierze w skali 1 do 1. Zaznacz najcieńsze miejsce i sprawdź, czy ma co najmniej 2 mm.

POZIOM: TRUDNE

Zrób zadanie średnie, a potem policz w przybliżeniu liczbę warstw swojego przedmiotu przy warstwie 0,2 mm w dwóch ustawieniach: płasko i na sztorc. Zapisz, które ustawienie ma mniej warstw, które ma mniej nawisów i które wybierasz, jeśli te dwie odpowiedzi się nie zgadzają. Jeśli masz dostęp do edytora 3D w domu, zbuduj model i przyniesz plik STL na pendrive.

Samoocena

Zaznacz, co już potrafisz. To tylko dla Ciebie, nikt tego nie ocenia.

- ☐ Potrafię zmierzyć linijką to, co przedmiot ma obsłużyć, i wpisać do modelu wymiar w milimetrach z dodanym luzem około 0,5 mm.
- ☐ Potrafię wskazać w swoim modelu miejsce, które wystaje nad pustką, i zmienić kształt albo ustawienie przedmiotu tak, żeby obeszło się bez podpór.
- ☐ Potrafię wyeksportować model do pliku STL, wczytać go do programu tnącego i odczytać czas druku oraz zużycie filamentu.
- ☐ Potrafię powiedzieć, czego przy pracującej drukarce nie wolno dotykać, i wiem, że odklejający się róg wydruku zgłaszam nauczycielowi zamiast dociskać go palcem.