



シノブ

Wzbogacony cyfrowo program nauczania

łączący formalne i pozaformalne kształcenie zawodowe



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Publikacja została zrealizowana przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej. Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko jej autorów i Komisja Europejska oraz Narodowa Agencja Programu Erasmus+ nie ponoszą odpowiedzialności za jej zawartość merytoryczną.



Niniejsza publikacja została opracowana w roku 2020 i jest upowszechniana przez partnerów projektu *Digitally enriched curriculum bridging formal and non-formal VET* na licencji Creative Commons CC-BY-NC-SA.

Licencja ta pozwala na remiksowanie, ulepszanie i budowanie na podstawie tej publikacji, w celach niekomercyjnych, pod warunkiem uznania autorstwa i pozwala na jej wykorzystanie w innych publikacjach na identycznych warunkach.

Wszystkie linki zawarte w publikacji zostały sprawdzone w maju 2020.





Spis treści

Wprowadzenie	2
Rozdział pierwszy: Modelowanie 3D	5
Rozdział drugi: Od prototypowania manualnego do cyfrowego	90
Rozdział trzeci: Internet rzeczy	117
Rozdział czwarty: Internet Rzeczy w rolnictwie	192
Zasoby dostępne w internecie	210
Przypisy	213













Wprowadzenie

Niniejsza publikacja została opracowana w ramach projektu <u>Digitally enriched curriculum</u> <u>bridging formal and non-formal VET</u> współfinansowanego przez program Erasmus +. Kluczowym wyzwaniem, z jakim zmierzyliśmy się w tym projekcie jest rozziew pomiędzy formalnym kształceniem zawodowym młodych ludzi, a ofertą zajęć pozaszkolnych pozwalających na podniesienie lub zdobycie umiejętności przydatnych w karierze zawodowej. Badania, które przeprowadziliśmy opracowując projekt w Polsce, Grecji i we Włoszech wyraźnie pokazują, że szkoły i pozaszkolne placówki edukacyjne rzadko współpracują w tworzeniu programów szkoleń wykraczających poza ramy ich własnej oferty. Zajęcia szkolne są oparte na ogólnokrajowych podstawach programowych, co daje nauczycielom ograniczone możliwości wyjścia poza konkretną treść danego kursu i jego wcześniej ustalony harmonogram. Po drugiej stronie sceny znajdują się placówki edukacji pozaformalnej, które oferują szereg zajęć warsztatowych, które łatwiej można dostosować do potrzeb i zainteresowań uczestników w danym kontekście i czasie.

Obszar, którym jesteśmy szczególnie zainteresowani to postęp młodych ludzi w procesie nabywania kompetencji cyfrowych. Badania nasze pokazują, że osoby, które zdobyły w tej dziedzinie umiejętności otwierające perspektywę studiów wyższych i pracy, przeszły charakterystyczną ścieżką uczenia się:

- Zdobywanie kompetencji cyfrowych dokonywało się w znacznym stopniu poza szkołą: w domu, online lub w grupach rówieśniczych.
- Większość młodych ludzi, z którymi rozmawialiśmy, przedstawiało swoje własne ścieżki nauki w przeciwieństwie do klas IT w szkołach, których program i realizację uznawano za pozostające w tyle za rozwojem nowych technologii cyfrowych.
- Osoby, które odniosły największy sukces w swojej karierze zawodowej, w latach szkolnych uczestniczyły w różnorodnych doświadczeniach edukacyjnych, które obejmowały nie tylko nabywanie umiejętności technicznych, ale także kompetencji o szerszym znaczeniu, takich jak komunikacja, praca zespołowa, rozwiązywanie problemów i kreatywność.
- Udział w nieformalnych kręgach zainteresowań był dla nich istotnym czynnikiem motywującym do zaangażowania w naukę i okazją do odkrycia, w jaki sposób ich kompetencje cyfrowe mogą być przydatne w karierze zawodowej.













Powyższe ustalenia sugerują, że aby wesprzeć młodych ludzi w rozwijaniu ich kompetencji cyfrowych, niezbędnych w wielu zawodach, musimy wziąć pod uwagę całą "ekologię uczenia się", która wykracza poza ramy edukacji formalnej w kierunku całościowej perspektywy obejmującej szkołę, praktyki uczenia się online i zajęcia pozaszkolne. Innymi słowy, musimy połączyć formalne i pozaformalne ścieżki edukacyjne, aby ułatwić młodym ludziom rozwijanie kompetencji cyfrowych ważnych w ich karierze zawodowej.

Zajęcia edukacyjne, które zorganizowaliśmy w ramach projektu, adresowane były do uczniów początkowego kształcenia i szkolenia zawodowego z Polski, Włoch i Grecji. Wszyscy oni przygotowywali się do zawodów, w których ważne jest właściwe wykorzystanie technologii cyfrowych. Z drugiej strony mieli ograniczone możliwości uczestnictwa w dodatkowych zajęciach pozaszkolnych ze względu na ich lokalizację, cenę, itp. W związku z tym, nasze warsztaty mające na celu rozwój kompetencji niezbędnych do zatrudnienia zostały uznane za interesujące i adekwatne.

Niniejsza publikacja zawiera scenariusze zajęć, które zostały opracowane na potrzeby powyższych warsztatów, a następnie poddane walidacji w trakcie ich wdrożenia. Publikacja adresowana jest do nauczycieli i trenerów VET pracujących w szkołach lub pozaformalnych placówkach edukacyjnych otwartych na innowacje w obszarze gdzie łączą się początkowe kształcenie i szkolenie zawodowego z pozaformalną edukacją młodzieży, szczególnie tych osób, które szukają nowych możliwości udoskonalenia swoich kompetencji cyfrowych. Publikacja ta może również zainteresować decydentów w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego odpowiedzialnych za planowanie takich kursów, a także władze lokalne/regionalne decydujące o wsparciu finansowym dla programów uczenia się pozaformalnego.

Partnerzy projektu ściśle współpracowali w trakcie opracowywania niniejszej publikacji. W każdym kraju przygotowaliśmy i wdrożyliśmy różne scenariusze zajęć edukacyjnych, zgodnie z doświadczeniem i specjalizacją naszych placówek.

Rozdział pierwszy na temat projektowania 3D został opracowany przez <u>Centro</u> <u>Machiavelli</u> z Florencji we Włoszech we współpracy z dwiema innymi florenckimi instytucjami zawodowymi, <u>Metallo Nobile</u> i <u>Europejskim Centrum Restauracji Zabytków</u>. Tematyka tego rozdziału dotyczy zastosowania nowych technologii 3D w obszarach, w których obróbka/modelowanie manualne wciąż przeważają, a zastosowanie cyfrowych technik 3D jest jeszcze na wczesnym etapie: w jubilerstwie i renowacji przedmiotów zabytkowych (mebli i rzeźb).













Rozdział drugi na temat cyfrowego prototypowania został opracowany przez dwie polskie organizacje: <u>Centrum Edukacyjne EST</u> oraz <u>Centrum Kształcenia Ustawicznego i</u> <u>Zawodowego nr 2</u> z Wadowic. Rozdział ten przedstawia program zajęć warsztatowych dla uczniów klas zawodowych w dziedzinie budownictwa, stolarstwa i elektroniki. Prezentuje on scenariusze prowadzące od manualnego do cyfrowego prototypowania obiektów w tych dziedzinach.

Rozdziały trzeci i czwarty zostały opracowane przez <u>Computer Technology Institute</u> z Patras w Grecji. Zaadaptowane materiały przedstawione w tych rozdziałach mają na celu zapoznanie uczniów VET z technologią wykorzystywaną w obiektach "inteligentnych" oraz w rolnictwie precyzyjnym. Wykorzystano tu zasoby edukacyjne z trzech różnych projektów: <u>GAIA</u>, którego celem było zwiększenie świadomości na temat oszczędności energii i zrównoważonego rozwoju, Introduction to Arduino - przewodnika po technologii Arduino i Internecie Rzeczy do użytku przez szkoły greckie oraz <u>Skills for Future Farmers</u> skierowanego do uczniów VET w szkołach rolniczych.













Rozdział pierwszy: Modelowanie 3D

Proces <u>modelowania 3D</u> w grafice komputerowej pozwala na zdefiniowanie trójwymiarowego kształtu w wirtualnej przestrzeni utworzonej na komputerze. Do tworzenia tych form, zwanych modelami 3D, używa się określonego oprogramowania 3D.

Technika modelowania 3D jest stosunkowo nowa, powstała około 1959 roku, kiedy General Motors, we współpracy z IBM, opracował jeden z pierwszych systemów CAD o nazwie DAC. Początkowo była ona związana z branżą głównego inwestora, jako wsparcie dla projektowania, ale z biegiem lat obszary jej zastosowania ogromnie się rozszerzyły, obejmując wiele aplikacji, które można pogrupować w dwie duże makro-kategorie.

Zastosowania naukowe i techniczne

- Nauki matematyczne, fizyczne i przyrodnicze (biologia, fizyka, matematyka, astronomia itp.)
- Badanie terytorialne (geologia, sejsmologia, meteorologia itp.)
- Nauki historyczne (archeologia, paleontologia, paleoantropologia itp.)
- Nauki stosowane
- Medycyna (badania sądowe, rekonstrukcyjne, diagnostyczne itp.)
- Inżynieria
- Inżynieria przemysłowa
- Architektura
- Wzornictwo przemysłowe
- Projektowanie części mechanicznych

Zastosowania w sztuce

- Przemysł filmowy i telewizyjny
- Gry wideo i aplikacje do gier
- Grafika reklamowa
- Publikacje redakcyjne
- Projektowanie stron
- Aplikacje multimedialne
- Produkcja artystyczna













W związku z faktem, iż techniki modelowania 3D znalazły tyle licznych obszarów zastosowań, coraz większe jest zapotrzebowanie na projektantów 3D specjalizujących się w określonych dziedzinach.

Szkolenia zaplanowane przez **Centro Machiavelli** w ramach projektu DigiVET odpowiadają na te potrzeby pokazując możliwości zastosowania nowych technologii modelowania 3D w obszarach, w których nadal dominuje wytwarzanie ręczne, a wsparcie technik 3D jest wciąż na wczesnym etapie: w projektowaniu biżuterii i renowacji przedmiotów zabytkowych. Szkolenia te zostały zaplanowane i zrealizowane we współpracy z dwoma florenckimi instutucjami kształcenia zawodowego: Europejskim Centrum Restauracji oraz szkołą jubilerską Metallo Nobile.

Przegląd programów obu instytutów pokazał, w jaki sposób kurs modelowania 3D może zostać zintegrowany z innymi prowadzonymi już kursami i przynieść korzyści zarówno uczniom-praktykantom, jak i specjalistom pracującym w tych dziedzinach.

Aby zapewnić zgodność tematyczną tych kursów, nowy program zawiera część wspólną dotyczącą wprowadzenia do modelowania 3D oraz specjalistyczne części odpowiadające kształceniu zawodowemu w dwóch wymienionych florenckich szkołach:

- Jubilerstwo: stworzenie produktu jubilerskiego przy wsparciu technologii 3D
- **Renowacja zabytków:** odtworzenia elementu rzeźbiarskiego przy wsparciu technologii 3D
- **Renowacja zabytkowych mebli:** wykonanie repliki metalowych elementów dekoracyjnych

We wszystkich przypadkach dokonuje się porównania cyfrowych technik 3D z tradycyjnymi metodami pracy, analizując korzyści i trudności. Użycie konkretnych przykładów uznano za konieczne do praktycznego uchwycenia tych różnic i ułatwienia zrozumienia, w jaki sposób można zastosować i dostosować te metody w różnych kontekstach.

Oczekiwane efekty kształcenia są następujące:

- Poznanie jak zdefiniowana jest trójwymiarowa przestrzeń wirtualna i jak ona działa
- Poznanie różnych sposobów tworzenia formy w takiej przestrzeni
- Znajomość oprogramowania do modelowania 3D i jego funkcji w stopniu pozwalającym na wybór odpowiedniego narzędzia do danych potrzeb
- Podstawowa umiejętność modelowania przykładowych form













Jak już wspomniano, proces tworzenia trójwymiarowych kształtów w przestrzeni wirtualnej narodził się w sektorze przemysłowym, początkowo jako wsparcie dla designu. Z czasem, wraz z nadejściem nowych technik i nowego, bardziej wyrafinowanego oprogramowania, obszary zastosowania modelowania 3D znacznie wzrosły, rozszerzając się na wiele profesjonalnych i hobbystycznych dziedzin twórczych. W świecie grafiki komputerowej 3D pojawiły się takie zawody, takie jak CAD Designer, 3D Modeler, 3D Animator i 3D Rendering Expert, które wymagają specjalnego przygotowania.

Szkolenia opracowane w ramach projektu digiVET przez Centro Machiavelli koncentrują się na modelowaniu 3D form wirtualnych, geometrycznych lub organicznych mających zastosowanie w tradycyjnym rzemiośle - jubilerstwie i renowacji zabytków.

Modelowanie 3D można podzielić na dwie różne typologie:

- **Modelowanie organiczne.** Stosowane do modelowania "naturalnych" przedmiotów, takich jak zwierzęta, postaci ludzkie, skały, rośliny, drzewa, teren, itd. W tych przypadkach modele są tym bardziej skuteczne, im więcej szczegółów.
- Modelowanie geometryczne. Jest mniej popularnym rodzajem modelowania, służy do projektowania obiektów technicznych lub mechanicznych, wszystkiego, co ma sztuczny charakter i nie mieści się w poprzedniej kategorii. Złożoność modeli utworzonych za pomocą tego rodzaju modelowania jest zasadniczo znacznie mniejsza, jeśli weźmiemy pod uwagę wygląd zewnętrzny poszczególnych form, przy większej precyzji detali i dopasowaniu części.

Oczywiście ten sam obiekt może wymagać zarówno modelowania organicznego, jak i geometrycznego, lub może być utworzony przez zestaw części zawierających zarówno modele organiczne, jak i geometryczne.

Szkolenia obejmują także różne rodzaje modelowania w odniesieniu do podstawowych technik manualnych pozwalających na stworzenie modelu rzeczywistego. Wyjaśniamy różnice między bryłowym, powierzchniowym i objętościowym modelowaniem 3D, aby uczniowie mogli je przeanalizować w świetle własnych potrzeb i uzyskać jasny obraz tego, czego można oczekiwać od nowoczesnej techniki.

Istnieje wiele różnych programów do modelowania 3D, specyficznych dla danego typu modelowania. Można je zasadniczo podzielić na komercyjne i darmowe. Na tym etapie szkolenia dokonuje się przeglądu programów, omawiając ich funkcje oraz możliwe zastosowania w różnych dziedzinach.













Wybór oprogramowania do szkoleń zostaje dokonany przez nauczyciela w odniesieniu do profilu zawodowego uczniów. W szczególności wykorzystujemy tu otwarte i darmowe programy:

- <u>Tinker CAD</u>: To oprogramowanie działa bezpośrednio w przeglądarce internetowej i wykorzystuje modelowanie boolowskie do tworzenia obiektów. W praktyce jedna forma jest dodawana do drugiej lub odejmowana od innej, aby tworzyć coraz bardziej złożone obiekty. Darmowy i łatwy do opanowania. Świetna propozycja dla początkujących.
- <u>Free CAD</u>: Oprogramowanie wieloplatformowe typu open source do modelowania CAD 2D i 3D. Bardzo proste w użyciu, z licznymi samouczkami i bardzo dużą siecią społecznościową.
- <u>Blender</u>: Jeden z najbardziej wszechstronnych wieloplatformowych programów do modelowania 3D typu open source, którego funkcje konkurują z najbardziej popularnym oprogramowaniem komercyjnym. Z tego powodu jest to jeden z najczęściej używanych programów. Dokumentacja bogata, choć program jest trudny do opanowania.
- <u>Sculptris</u>: Bardzo prosty i intuicyjny program wprowadzający do świata rzeźby cyfrowej. Z tego samego studia co Z-Brush.

Programy komercyjne:

- <u>Rhinoceros</u> Program używany w różnych dziedzinach, wśród których wyróżnia się design, gdzie stał się standardem. Charakteryzuje się łatwym do opanowania interfejsem i dość przystępną ceną. Wersję próbną można testować przez 90 dni, wystarczająco dużo czasu, aby się jej nauczyć i ocenić ewentualny zakup.
- <u>Zbrush</u>: Jeden z najbardziej rozpowszechnionych programów do rzeźby cyfrowej na świecie. Przystępna cena choć niezbyt łatwy w obsłudze.
- <u>3DCoat</u>: Bardzo przystępne cenowo profesjonalne narzędzie, które pozwala tworzyć organiczne formy i rzeźbić modele 3D za pomocą narzędzi cyfrowych i konstrukcji wielokątnych. Takie same funkcje jak Z-Brush.













Chociaż szkolenia koncentrują się na modelowaniu 3D, zostaną również wspomniane różne techniki drukowania 3D. Następujące tematy zawierają treść tego modułu:

- Od druku 2D do 3D: druk 3D jako ewolucja druku 2D
- Subtraktywne techniki drukowania, zwane również "tradycyjnymi", poprzez cięcie lub wybieranie materiału z większego kawałka początkowego. Najpopularniejszymi technologiami tego typu są wycinarki sterowane numerycznie (CNC) i wycinarki laserowe.
- Addytywne techniki drukowania, które tworzą obiekt poprzez nakładanie wielu cienkich warstw materiału. Istniejące techniki addytywne różnią się w zależności od funkcjonalności, sposobu osadzania warstw oraz materiału, który można zastosować.
- Zalety i wady obydwu procedur
- Szybkie prototypowanie gotowych produktów
- Druk 3D w produkcji pośredniej: wykonywanie narzędzi i/lub sprzętu niezbędnego do wytwarzania finalnych elementów
- Technologie stosowane w druku addytywnym: wytłaczanie, cyfrowe przetwarzanie światła, stapianie materiału ziarnistego, struktura laminarna
- Materiały
- Obszary zastosowań













I. Modelowanie pierścionka - program szkolenia

Pierścionek jest tu przykładowym wyrobem jubilerskim, który pozwala na analizę wszystkich faz produkcji charakteryzujących zarówno tradycyjny proces, jak i etap polegający na użyciu oprogramowania i drukarek 3D. Produktem końcowym będzie obiekt wykonany w metalu w połączeniu z kamieniami szlachetnymi.

Oczekiwane efekty kształcenia są następujące:

- Poznanie etapów projektowania przedmiotu jubilerskiego
- Poznanie jego komponentów i cech technicznych
- Zapoznanie się z procesami, które tu wchodzą w grę
- Umiejętność kształtowania obiektu
- Umiejętność oceny przydatności programu, profesjonalnego lub typu open source
- Umiejętność analizy gotowego produktu i korzyści/słabości tradycyjnego rękodzieła w zestawieniu z wykorzystaniem cyfrowego modelowania 3D













1. Etapy tworzenia koncepcji i projektowania wyrobu jubilerskiego

Etapy projektowania wyrobu jubilerskiego można ująć w następujących krokach:

Analiza i obserwacja realnego świata

- Identyfikujemy użytkownika, do którego skierowany jest produkt (Kto?)
- Analizujemy jego potrzeby (Kiedy przedmiot będzie noszony? Gdzie? Jak? Dlaczego?)
- Uwzględniamy modę, trendy i inspiracje
- Na podstawie tych analiz i danych wynikających z obserwacji rzeczywistości określamy rodzaj produktu do zaprojektowania

Badanie rynku

- Jakie jest zapotrzebowanie na takie wyroby?
- Czy podobne przedmioty są już produkowane?
- Jaką biżuterię sprzedaje się obecnie najczęściej?
- Jakie trendy są przewidywane na następny rok?
- Co będzie wyróżnić nasz produkt?

Krótki opis projektu

Z tego wstępnego etapu uzyskujemy tak zwany "brief", czyli wytyczne, których należy przestrzegać podczas projektowania. Projektant porządkuje i integruje informacje ujęte w tym skrócie, najpierw definiując motywy, a następnie linie kolekcji.

Fazy planowania

Na tym etapie oceniamy dostępne zasoby, a następnie organizujemy cały proces biorąc pod uwagę ramy czasowe, koszty i kompetencje wykonawców, którzy będą realizować projekt.

- Rozpoczynamy od opracowania projektu w formie "Wizji". Projektant wykorzystuje tu swoją kreatywność, aby znaleźć pomysł odpowiadający powyższym wytycznym.
- Najpierw powstaje szereg szkiców, zarysów i ujęć pomysłów graficznych. Praca przebiega swobodnie rozwijając pierwotny pomysł, rysunki niekoniecznie muszą być spójne. Mogą to być szkice, notatki, frazy, słowa, zdjęcia, symbole ułatwiające konkretyzację projektu.
- Cały materiał jest następnie zbierany, sortowany i analizowany, by wybrać tę część materiału, która najlepiej odpowiada na wytyczne z briefu.













Rezultat jest ujmowany w formie **"Konceptu"**, który graficznie przedstawia pomysł wraz z towarzyszącą dokumentacją, która wyjaśnia użycie:

- Kolorów
- Materiałów
- Kształtów
- Wykończeń

W "Koncepcie" określane są formalne, funkcjonalne i techniczne aspekty:

- Z ilu części przedmiot się składa?
- Czy można go uprościć z uwagi na montaż w produkcji?
- Jakie są najlepsze materiały do użycia?
- -Jaką technologię zastosować?
- Jak wytrzymały i trwały będzie produkt?
- Jak wygodny będzie w użyciu?
- Jakie są koszty produkcji?
- Jaki będzie miał wpływ na środowisko?

Ważne będą również odpowiedzi na następujące pytania koncepcyjne:

- Jak przedmiot będzie oddziaływał na ciało?
- Jakie wzbudzi emocje?
- Jakie wartości przekazuje?
- Jaką historię opowiada?
- Czy można w nim rozpoznać markę producenta?

Koncept jest wyświetlany w rzucie, wysokości i przekroju wraz z odpowiednimi wymiarami opracowanymi w **tabelach technicznych**.

Od tabel technicznych przechodzimy do stworzenia pierwszego **dwuwymiarowego modelu** i opracowania **dwuwymiarowego renderingu** w celu lepszej oceny przedmiotu pod kątem wielkości i potrzebnego materiału.

Pod koniec tego etapu następuje faza **modelowania trójwymiarowego** (CAD), **trójwymiarowe renderowanie modelu** i **prototypowanie** (CAM) w celu zweryfikowania poprawności designu i jego technicznej wykonalności poprzez stworzenie **prototypu**.













Testowanie prototypu ma fundamentalne znaczenie, ponieważ jest on rezultatem wszystkich faz opisanych powyżej, a jednocześnie punktem początkowym fazy produkcji. Jest to obiekt pozwalający na ostateczną ocenę wszystkich elementów biorących udział w procesie. Pokazuje on czy konieczne jest dokonanie poprawek, czy też przedmiot można wdrożyć do produkcji. Tak też po tej weryfikacji, z utworzeniem jednego lub więcej prototypów i uwzględnieniu koniecznych poprawek, można przejść do fazy produkcji, która jest zwieńczeniem procesu projektowania.

W trakcie produkcji będzie potrzeba innych już decyzji, dotyczących rodzaju materiałów i ich ilości, wykorzystania półproduktów, kosztów wykonania, podwykonawstwa, itp. Gdy produkt będzie gotowy, dalsze etapy to marketing i sprzedaż.













2. Charakterystyka techniczna produktu

Aby przejść do projektowania pierścionka trzeba poznać pewne istotne cechy techniczne tego przedmiotu.

Rodzaje: istnieje wiele różnych rodzajów pierścieni. Oto niektóre z najbardziej znanych typów.

Obrączka. Klasyczna obrączka ślubna, szeroko stosowana. Wykonana z gładkiego metalu, najczęściej żółtego złota. Szerokość jest zmienna, a także możliwość wygrawerowania wewnątrz daty ślubu, imienia. Ten rodzaj pierścionka jest zwykle noszony na lewej dłoni na palcu serdecznym, podczas gdy w Europie środkowo-wschodniej, a także na Półwyspie Iberyjskim (z wyjątkiem Katalonii), zwykle nosi się go na prawej ręce.

Pierścionek Solitaire. Najbardziej rozpowszechniony i doceniany pierścionek zaręczynowy. Ma samodzielnie osadzony diament, bez żadnych innych kamieni. Znaczenie jest symboliczne: jeden diament, jedna miłość. Obrączka może być ze złota, najczęściej białego, lub platyny.

Trylogia. Pierścionek z trzema kamieniami, zwykle diamentami.

Pierścionek Eternity lub Riviera. Pierścionek z metalową obrączką (zazwyczaj białe złoto) z rzędem klejnotów, zwykle diamentów, które owijają się wokół palca.

Trinity. Pierścień opracowany przez Cartiera w 1924 roku. Składa się z trzech różnych pasm różnych metali (białe złoto, różowe złoto, żółte złoto), które przecinają się.

Sygnet lub Chevalier. Pierścień o bardzo starożytnym pochodzeniu (pochodzi z czasów egipskich), charakteryzuje się ramką, na której wygrawerowany jest symbol. Był używany zarówno do celów ozdobnych, jak i praktycznych, aby odcisnąć "podpis" na tabliczkach woskowych.

Halo. Pierścionek z diamentem lub innym kamieniem centralnym i wokół niego otoczka mniejszych klejnotów. Służy do zwiększenia efektu wizualnego bez konieczności uciekania się do większego i droższego kamienia.

Pierścionek Pave. Charakteryzuje się obrączką wyłożoną małymi kamieniami.













Rozmiary

Wielkość pierścionka jest określona przez rozmiary, które różnią się w zależności od kraju. Każdy rozmiar odpowiada średnicy (lub obwodowi) palca. Poniżej znajduje się tabela głównych rozmiarów:

Standard			Diametro	Circonferenza	Standard				Diametro	Circonferenza	
Inglese	Francese	USA	Italiano	cm.	cm.	Inglese	Francese	USA	Italiano	cm.	cm.
D	41,5	2	2	1,33	4,18	Q	57	8	17	1,81	5,68
D	42		2	1,33	4,18		57,5		17,5	1,83	5,75
E	42,75	2,5	2,5	1,35	4,24		58	(CTTT)	18	1,85	5,81
	43		3	1,36	4,27		58,5	8,5	18,5	1,86	5,84
F	44	3	4	1,4	4,4	R	59		19	1,88	5,9
	45		5	1,43	4,49		59,75	9	19,5	1,9	5,97
G	45,5	3,5	5,5	1,45	4,55	S	60		20	1,92	6,03
Н	46		6	1,46	4,58		60,5		20,5	1,93	6,06
H-1/2	46,75	4	6,75	1,47	4,62		61	9,5	21	1,95	6,12
I	47		7	1,49	4,68	Т	61,5		21,5	1,96	6,15
I-1/2	48	4,5	8	1,53	4,8	T-1/2	62	10	22	1,98	6,22
J	49		9	1,56	4,9	U	62 <mark>,5</mark>		22,5	1,99	6,25
J-1/2	49,25	5	9,5	1,58	4,96		63		23	2	6,28
K	50		10	1,6	5,02	U-1/2	63,5	10,5	23,5	2,02	6,34
L	50,5	5,5	10,5	1,61	5,06	V	64	5 - 10 - 17 - 17 - 17 - 17 - 17 - 17 - 17	24	2,04	6,41
L-1/2	51		11	1,62	5,09		64,5		24,5	2,05	6,44
М	51,5	6	11,5	1,63	5,12	W	65	11	25	2,06	6,47
	52		12	1,65	5,18		65,5		25,5	2,08	6,53
	52,5	-	12,5	1,66	5,21	X	66		26	2,1	6,59
N	53	6,5	13	1,68	5,28		66,25	11,5	26,5	2,11	6,63
-	53,5		13,5	1,7	5,34		67		27	2,12	6,66
	54	-	14	1,72	5,4	Y	67,5	12	27,5	2,13	6,69
0	54,5	7	14,5	1,73	5,43		68		28	2,15	6,75
	55		15	1,74	5,46	Z	68,75	12,5	28,5	2,17	6,81
2 	55,5		15,5	1,76	5,53		69		29	2,19	6,88
P	56	7,5	16	1,78	5,59		69,5	-	29,5	2,2	6,91
	56,5		16,5	1,8	5,65	1	70	13	30	2,22	6,97













Elementy składowe

Części tworzące pierścień zazwyczaj zależą od typu i są następujące:















3. Omówienie przykładowego pierścienia wykonanego metodą tradycyjną

Jako przykład do omówienia na szkoleniu wybieramy pierścionek w stylu klasycznym z 5 mm kamieniem centralnym osadzonym na zębach z pięcioma kamieniami bocznymi po każdej stronie.



















Na tym etapie pokazujemy, w jaki sposób pierścionek wykonywany jest w klasyczny sposób:

Przygotowanie metalu - odlewanie - modelowanie - obróbka modelu (cięcie-znakowanie-wiercenie-spawanie) - osadzanie - grawerowanie - polerowanie

First we identify the parts to be made: the claw bezel and the ring shank on which the bezel will be positioned

Przygotowanie ramki na zęby

Poprzez obróbkę metalu powstają dwa pręty o przekroju prostokątnym i cztery o przekroju kołowym o wymiarach niezbędnych do stworzenia ramki i zębów.





Dwa pręty o przekroju prostokątnym zostają złożone i zespawane, tworząc dwa pierścienie. Te dwa pierścienie są następnie formowane tak, by uzyskać stożkowaty kształt.















Pierścienie zostają nałożone na siebie za pomocą przekładki i wygrawerowane na bokach po prawej i lewej stronie. Nacięcia te służą jako wskazówki do spawania pierwszych 2 zębów.





Teraz przekładkę się usuwa, dwa pierścienie zostają wygrawerowane z przodu i z tyłu, aby utworzyć dwie kolejne prowadnice na pozostałe zęby, które trzeba przyspawać: ramka jest gotowa.



Wykonanie obrączki

Poprzez obróbkę metalu powstaje prostokątny pręt o odpowiednich wymiarach, który zostanie następnie wygięty, aby utworzyć obrączkę.



















Obrączka jest wyklepywana, aż do uzyskania pożądanego kształtu.



W górnej części wykonuje się wcięcie, aby zapewnić możliwość wstawienia ramki.



Teraz przystępujemy do budowy mostka i ramion, a następnie galerii, przecinając prawą i lewą stronę obrączki.















Oba ramiona zostają przyspawane do obrączki za pomocą przekładki, co kończy tę drugą fazę.



Ramka z zębami zostaje osadzona w obrączce i przyspawana.



Miejsca na kamienie są zaznaczane na ramionach, a otwory wycinane za pomocą dłuta.





Teraz pierścionek jest gotowy do osadzenia w nim kamieni.













4. Wykonanie pierścionka z pomocą programu do modelowania

Na tym etapie przechodzimy do modelowania pierścionka, którego manualny sposób wykonania przedstawiliśmy powyżej, za pomocą komputera i druku 3D. Można w tym celu użyć dowolnego oprogramowania do modelowania 3D. Na rynku jest wiele takich programów, które różnią się znacznie pod względem typu modelowania i ceny. W naszym kursie wykorzystaliśmy programy Rhinoceros i FreeCAD. Pierwszy z nich to program komercyjny, drugi typu open source, obydwa są przeznaczone do inżynierii mechanicznej i projektowania produktów.

4.1 Wprowadzenie do programu Rhinoceros

Program ten jest zwykle używany do projektowania przemysłowego, architektury, biżuterii i samochodów. W designie i jubilerstwie stał się standardem. Jego rosnąca popularność opiera się na różnorodności, wielofunkcyjności, niskiej krzywej uczenia się i na stosunkowo niskiej cenie.

Rhinoceros spełnia wszystkie potrzeby projektanta biżuterii: jest to narzędzie do powierzchniowego modelowania NURBS w dowolnej formie. Za pomocą tego oprogramowania można tworzyć, edytować, analizować i przekształcać krzywe, powierzchnie i bryły NURBS¹ w środowisku Windows lub Mac. Nie ma ograniczeń co do złożoności, stopnia lub wielkości projektowanego modelu. Jest to również oprogramowanie, na którym opiera się wiele plug-inów używanych w laboratoriach projektowania biżuterii na całym świecie, takich jak Matrix, RhinoGold, RhinoPRO-J lub Rhinojewel. Wreszcie, jak już wspomniano, możliwe jest korzystanie z wersji próbnej przez okres 90 dni, co daje czas na ocenę i naukę.

Interfejs programu dzieli się zasadniczo na:

A - Pasek menu, w którym można wydawać polecenia programowi za pomocą przycisków wyświetlanych w różnych obszarach pracy

B - Wiersz poleceń wpisywanych za pomocą klawiatury

C - Pasek narzędzi z zakładkami (łącznie z bocznym paskiem narzędzi), w którym dane wejściowe są podawane za pomocą przycisków pogrupowanych w zakładki

D - Obszar graficzny podzielony na okna, w których wyświetlana jest wirtualna przestrzeń 3D z modelami

E - Obszar paneli z kartami, na którym można graficznie operować różnymi właściwościami modelu

F - Pasek stanu, w którym wyświetlane są współrzędne kursora, jednostki, pomoce do rysowania i różne inne właściwości















Rhinoceros umożliwia tworzenie punktów, krzywych, powierzchni i brył. Z tego powodu stosuje się go zarówno w dwuwymiarowym rysunku technicznym, przy opracowywaniu tabel technicznych i rysunków na papierze, w rysowaniu ścieżek, jak i w modelowaniu 3D w celu tworzenia obiektów 3D lub renderowania.

4.2 Wprowadzenie do FreeCADa

FreeCAD to parametryczny modeler 3D oparty na Open CASCADE, platformie programistycznej składającej się z bibliotek, komponentów i usług wykorzystywanych do opracowywania większości darmowych programów CAD/CAE, Coin3D, bibliotek graficznych Qt Framework (GUI) i Python, popularnego języka skryptowego. Sam program FreeCAD może być również używany jako biblioteka oprogramowania przez inne programy CAD/CAE.

Jest on głównie ukierunkowany na inżynierię mechaniczną, ale jest również stosowany w innych obszarach, takich jak architektura i design.













Interfejs FreeCADa jest zasadniczo podzielony na:

- A Standardowe menu, w którym można wykonywać podstawowe operacje programu
- B Obszar paska narzędzi zorganizowany w przyciski poleceń
- C Przełącznik wyboru stołu roboczego
- D Obszar widoku, który obejmuje: hierarchię i historię obiektów, panel zadań

aktywowany gdy narzędzie wymaga danych użytkownika (tekst, punkty, współrzędne, cechy kształtu itp.), edytor właściwości wybranych obiektów

- E Widok 3D, który wyświetla przestrzeń roboczą i obiekty geometryczne
- F Pasek stanu, na którym wyświetlane są komunikaty i informacje



Działanie FreeCADa opiera się na podziale na stoły robocze (workbenches), w których znajdują się narzędzia niezbędne do wykonania określonego rodzaju zadania. Z tego punktu widzenia wydaje się nieco mniej przyjazny dla użytkownika niż Rhinoceros, ale jednocześnie ma logicznie dobrą strukturę.













Środowiska pracy to:

- **Std Base**: tak naprawdę nie jest to środowisko pracy, lecz służy do zbierania wszystkich "standardowych" poleceń i narzędzi systemu, które mogą być używane we wszystkich środowiskach pracy
- Arch Workbench: do pracy z obiektami architektury
- Draft Workbench: zawiera narzędzia 2D i podstawowe operacje CAD 2D i 3D
- FEM Workbench: zapewnia obieg analizy elementów skończonych (FEA)
- Image Workbench: do pracy z obrazami bitmapowymi (matryce)
- Inspection Workbench: zapewnia określone narzędzia do badania kształtów (wciąż w fazie rozwoju)
- Mesh Workbench: do pracy z siatką trójwymiarową
- **OpenSCAD Workbench**: do interakcji z OpenSCAD i historii modeli konstrukcyjnych geometrii bryłowych (CSG)
- Part Workbench: do pracy z obiektami CAD
- Part Design Workbench: do tworzenia kształtów części za pomocą szkiców
- **Path Workbench**: do tworzenia instrukcji G-Code (wciąż na wczesnym etapie rozwoju)
- **Plot Workbench**: edycja i zapisywanie wykresów wyjściowych utworzonych z innych modułów i narzędzi (w fazie rozwoju)
- Points Workbench: do pracy z chmurami punktów
- **Raytracing Workbench**: do renderowania ze śledzeniem promieni
- **Reverse Engineering Workbench**: zapewnia określone narzędzia do przekształcania kształtów brył/siatek w parametryczne funkcje kompatybilne z FreeCad (wciąż w fazie rozwoju)
- **Ship Workbench**: FreeCAD-Ship działa na elementach Ship, które muszą zostać utworzone na podstawie dostarczonej geometrii
- Sketcher Workbench: do pracy z geometrycznymi szkicami
- **Spreadsheet Workbench**: do tworzenia i manipulowania danymi arkusza kalkulacyjnego
- Start Center Workbench: pozwala szybko przełączyć się na jeden z najbardziej popularnych stołów roboczych
- **Surface Workbench**: zapewnia narzędzia do tworzenia i modyfikowania powierzchni
- -TechDraw Workbench: służy do tworzenia podstawowych rysunków technicznych z modeli 3D utworzonych w innym środowisku pracy lub zaimportowanych z innych aplikacji
- -Test Framework Workbench: do debugowania FreeCADa
- Web Workbench: oferuje okno przeglądarki zamiast widoku 3D w FreeCAD













Możliwe jest przełączanie z jednego stołu roboczego na inny za pomocą selektora środowiska pracy (C).

Tak jak w wypadku wielu innych programów CAD, FreeCAD zawiera narzędzia 2D do dwuwymiarowego rysowania technicznego, które umożliwiają pracę z siatkami, tworzenie brył do renderowania lub drukowania 3D. Jest przeznaczony głównie do projektowania mechanicznego, ale jest również przydatny wszędzie tam, gdzie konieczne jest precyzyjne modelowanie obiektów 3D.













5. Modelowanie pierścionka

W tej fazie przechodzimy do modelowania pierścionka i jego przygotowania do druku za pomocą oprogramowania 3D. Kroki są następujące:

- Analiza modelu w jego poszczególnych częściach i projekt ich konstrukcji
- Rysunek 2D w widoku z przodu i z boku
- Modelowanie 3D poszczególnych części
- Montaż
- Przygotowanie wydruku: analiza punktów minimalnych, tworzenie podpór, tworzenie pliku .stl
- Drukowanie modelu

Procedura jest identyczna w przypadku użycia Rhinoceros i FreeCAD.

Analiza obiektu do modelowania

Pierścień składa się z 2 części: obrączki i ramki na zęby. Na obrączce jest osadzona galeria, którą tworzoną ramiona i mostek. Na ramionach znajdują się otwory do osadzenia kamieni. Ramka składa się z dwóch nałożonych na siebie pierścieni i czterech cylindrycznych zębów.

Projektowanie 3D poszczególnych części

W projektowaniu zasadniczo możliwe jest tworzenie obiektów 3D poprzez wytłaczanie oraz modelowanie addytywne i subtraktywne (boolowskie). Po przeanalizowaniu możliwych sposobów modelowania możemy sobie wyobrazić, że:

- Obrączka zostanie utworzona poprzez wytłoczenie, ramka przez wydrążenie jej zawartości, podobnie galeria.
- Otwory na ramionach na kamienie zostaną utworzone przez ich odpowiednie wydrążenie.
- Ramka zostanie utworzona przez obrót dwóch części dwóch pierścieni, które składają się na ramkę.
- Zęby zostaną wykonane poprzez utworzenie cylindra, który następnie zostanie skopiowany i obrócony czterokrotnie wokół ramki.













Rysunek dwuwymiarowy

A. Rysujemy okrąg, który reprezentuje rozmiar palca i części, które musi mieć pierścionek.



B. Następnie rysujemy zamkniętą krzywą, która reprezentuje obszar galerii.



C. Rysujemy części ramki, mając na uwadze, że składa się ona z dwóch pierścieni.















D. Rysujemy profil, który utworzy całkowitą objętość ramki potrzebną do jej umiejscowienia na pierścieniu.



E. Rysujemy linię, która reprezentuje środkową oś jednego z zębów.



F. Faza dwuwymiarowego szkicu kończy się przez wskazanie położenia kamieni, które mają zostać wstawione, i narysowanie profili o odpowiednim rozmiarze.















Modelowanie trójwymiarowe

Po zakończeniu dwuwymiarowej części projektu przechodzimy do modelowania brył zaczynając od właśnie narysowanych krzywych.

A. Tworzymy objętość obrączki (poprzez przeciągnięcie), galerii (wytłoczenie) i ramki (obrót).



B. Poprzez subtrakcję uzyskujemy galerię i miejsce na ramkę z zębami.















C. Całkowita objętość kamienia powstaje przez obrót i jest replikowana w punktach, w których przewiduje się ich wstawienie. Odpowiednie otwory tworzy się następnie w bryle obrączki. Następnie przechodzimy do tworzenia woluminów ramki.



D. Dwa pierścienie ramki są tworzone przez obrót, a następnie tworzymy pierwszy ząb. Jest on dalej obracany do prawidłowej pozycji i replikowany 4 razy wokół ramki.















E. Za pomocą cylindra odpowiadającego objętości palca wykańczamy dolną część ramki. Łącząc wszystkie elementy otrzymujemy ostateczny model.



Przygotowanie do druku 3D

W naszym przypadku najbardziej odpowiednim procesem druku jest proces szybkiego prototypowania (rapid prototyping). Pierwszą rzeczą do sprawdzenia jest, czy zaprojektowany model jest zamknięty, stanowi bryłę bez otworów. Po drugie, w zależności od używanej drukarki, może być konieczne wstawienie podpór lub przypór do elementu.

Najczęściej takie podparcie będzie potrzebne. Podpory to zwykle małe cylindry lub stożki rozstawione według punktów minimum drukowanego obiektu.

Punkty minimum to te części modelu, które nie mają bezpośredniego kontaktu ze stołem drukarki w osi Z. Jeśli podpory nie zostaną wstawione w tych punktach, wydruk będzie wykazywał niedociągnięcia lub, w najgorszym przypadku, proces drukowania w ogóle się nie powiedzie.

Zwykle wszystkie drukarki są wyposażone w oprogramowanie, które umożliwia wstawianie, ręcznie lub automatycznie, podpór drukowania. Istnieje również oprogramowanie specjalnie zaprojektowane do tego celu. Innym sposobem jest wprowadzenie ich bezpośrednio do fazy modelowania 3D.

W naszym przypadku, po zaprojektowaniu obiektu, zostanie przeanalizowana obecność punktów minimum i wstawione zostaną niezbędne podpory.















Punkty wymagające podpór, biorąc pod uwagę prostotę modelu, są tylko dwa. Jednak w przypadku powierzchni poziomych lub prawie poziomych dobrą praktyką jest wstawianie większej liczby podpór.

Gdy punkty minimum zostały podparte, a wszystko zostało spójnie powiązane, model jest gotowy do drukowania.



Aby drukarka odczytała model, konieczne jest utworzenie pliku .STL. Plik .STL (Standard Triangulation Language To Layer) to graficzny standard opisujący obiekt poprzez rozkład jego powierzchni na trójkąty. W praktyce powierzchnie obiektu wykonane są z siatki z trójkątnymi elementami. Zwiększając liczbę trójkątów poprawia się definicja powierzchni.

W praktyce <u>plik .STL</u> składa się ze współrzędnych X, Y i Z powtarzanych dla każdego z trzech wierzchołków każdego trójkąta, z wektorem opisującym orientację powierzchni.















Faktyczny model, wydrukowany w topliwym materiale, takim jak żywica lub wosk, jest później odlewany w metalu i po wykończenia przedmiotu jest przekazywany jubilerowi do osadzenia w nim kamieni.



Fazy druku 3D pierścionka












6. Weryfikacja i wnioski

Formy żywiczne i odlewy z metalu są badane i analizowane.



Porównuje się również wszystkie kroki procesu projektowania przeprowadzone zarówno metodą tradycyjną, jak i z wykorzystaniem techniki modelowaniem 3D. Należy wziąć tu pod uwagę aspekty takie jak jakość, czas wykonania i koszty, aby mieć jasny obraz korzyści, jakie modelowanie wspomagane komputerowo może przynieść w dziedzinie jubilerstwa.

Okazuje się, że czas wytwarzania przedmiotu jubilerskiego jest znacznie skrócony, co pozwala na zwiększenie produkcji i rozszerzenie zakresu rozwiązań projektowych, z którymi można się zmierzyć. Elementy, których na ogół nie można wykonać w całości ręcznie, mogą być teraz wprowadzone, a uwaga zarówno rzemieślnika, jak i projektanta może skupić się na bardziej wyspecjalizowanych aspektach po uproszczeniu procesu tworzenia surowego obiektu. Należy również zauważyć, że zarówno złotnik, jak i projektant, obaj rozwijają swoje zdolności techniczne i znajomość swojej dziedziny.













Wykazano również, że na poziomie technicznym wykonane obiekty są dokładniejsze w wielu obszarach, ponieważ pewne krytyczne operacje w przetwarzaniu ręcznym wymagające precyzji są wykonywane teraz za pomocą komputerów i maszyn.

Koszty produkcji, przy uwzględnieniu dodatkowych kosztów pracy projektanta, sprzętu, druku i odlewania, są w konsekwencji znacznie mniejsze.

Jednak w dziedzinie jubilerstwa artystycznego, rękodzieło pozostaje absolutnie konieczne i przeważa. Praca projektanta CAD musi być uważana za jedynie uzupełniającą i wspierającą kunszt rzemieślnika, ponieważ specyficzne i dominujące cechy wytwarzanych produktów rzemiosła artystycznego wymagają manualnego wykonania.













II. Reprodukcja dwóch elementów z brązu w procesie renowacji florenckiego biurka - program szkolenia

Przedmiotem wybranym na warsztaty jest florenckie biurko z Museo degli Argenti we Florencji z połowy XVIII wieku.



To biurko z lat 1750–1766 w stylu rokoko, co można rozpoznać po lekko zaokrąglonych bokach, cienkich i zakrzywionych nogach oraz okuciach z brązu. Jest to mebel ustawiany w środku pomieszczenia, ponieważ ma również ornamenty z tyłu, które odzwierciedlają szuflady na froncie.

Środkowy blat można podnieść, uruchamiając mechanizm, który uniesie blat wewnętrzny. Po opuszczeniu środkowego blatu, biurko można zamknąć na klucz.















Wymiary to 160 cm szerokości, 80 cm głębokości i 85 cm wysokości.

Konstrukcja wykonana jest z topoli, a części wymagające większej wytrzymałości z orzecha.

Symetryczne struktury boczne składają się z trzech szuflad o różnej wielkości i kształcie, podążających za falistym profilem boków.

W środkowej części biurka zaprojektowano cztery imitowane szuflady, po dwie z każdej strony. Dokładnie odzwierciedlają one linie sześciu prawdziwych szuflad znajdujących się po bokach. W ten sam sposób zaprojektowano imitację szuflad z tyłu biurka, aby uzyskać identyczny efekt jak z przodu.

Biurko jest laminowane twardym drewnem: bois de violette, bois de rose, palisandrem rio, oliwką i korzeniem wrzośca, a niektóre z jego części w całości są wykonane z litego orzecha.















Łącznie jest siedem zamków, sześć do szuflad i jeden do zamykania blatu. System umożliwiający podnoszenie i opuszczanie wewnętrznego blatu jest obsługiwany za pomocą korby, która wpasowuje się w sworzeń umieszczony pod centralnym zamkiem z przodu biurka.

Biurko posiada również elementy z pozłacanego brązu, charakterystyczne dla florenckiego stylu rokoko: cztery nóżki z hebanowymi kołami, dwie rączki, dziewiętnaście końcówek (jedenaście z przodu i 8 z tyłu), dwie tylne płyty zakrywające haki, które umożliwiają ruch środkowego blatu, prowadnice osadzone w otwieranym blacie, wewnętrzną płytkę do środkowego paska, który zamyka zamek, i kołek łączący mechanizm z zewnętrzną korbą.















Na nasze warsztaty modelowania 3D wybraliśmy jedną z dwóch rączek i jeden z 19 szyldów stanowiących okucia biurka.

















1. Metoda odlewnicza wosku traconego

Brąz jest materiałem, który może być przetwarzany przez odlewanie, a tradycyjnymi metodami można wykonać kopie przedmiotów małych rozmiarów, takich jak te powyżej, wykorzystując w tym celu specjalne formy kauczukowe i technikę odlewu metodą "wosku traconego". Formę tworzy się, zaczynając od istniejącego modelu, dzięki czemu powstaje kopia woskowa, która pozwala na odlew w metalu.

Formy kauczukowe gorące

Do wykonywania kopii można stosować odlewy oryginalnego modelu w specjalnym kauczuku, który po nałożeniu na model poddawany jest obróbce cieplnej zwanej wulkanizacją, co powoduje najpierw jego zmiękczenie, a następnie stwardnienie. Stosowane kauczuki mogą być konwencjonalne, tj. z wysoką zawartością naturalnego kauczuku lub silikonu.

Rodzaje form kauczukowych uzyskane w procesie wulkanizacji mogą być dwojakiego rodzaju: "odrywane" lub "całe". W typie "odrywania" model umieszcza się między dwiema warstwami kauczuku pokrytego talkiem lub specjalnym sprayem, tak aby obie powierzchnie nie zespoliły się. Stosuje się specjalne szpilki, aby umożliwić prawidłowe domknięcie formy. W typie "całej" formy model jest po prostu wstawiany między dwie warstwy kauczuku.

Po odpowiednim przygotowaniu kauczuk wkłada się i ściska między dwiema metalowymi płytkami, które się blokuje. Tę klamrę wkłada się następnie do wulkanizatora, który przeprowadza obróbkę cieplną w temperaturze od 140 ° C do 180 ° C i w czasie od 30 do 75 minut, w zależności od rodzaju kauczuku i jego grubości.

Po schłodzeniu, wyjmuje się model, otwierając formę w przypadku kauczuku "odrywanego", lub przecinając ją na pół za pomocą skalpela w technice kauczuku "całego". W tym drugim przypadku nacięcie musi być wykonane nieliniowo, aby umożliwić prawidłowe ponowne zamknięcie przed wstrzyknięciem wosku w celu utworzenia kopii.



Forma "odrywana"



Rozcinanie formy "całej"













Formy kauczukowe zimne

"Gorące" formy kauczukowe wymagają użycia metalowych przedmiotów. W wypadku innych materiałów, na które mają wpływ wysokie temperatury, takich jak na przykład modele woskowe, stosuje się formy "zimne", które wykorzystują inny rodzaj kauczuku. Są to ciekłe kauczuki silikonowe, które zmieszane w określonych dawkach z katalizatorem, substancją przyspieszającą polimeryzację, mogą twardnieć w temperaturze pokojowej w ciągu 24–48 godzin.

Specjalne kauczuki można poddawać obróbce cieplnej w niskiej temperaturze, w tym przypadku czas utwardzania skraca się do kilkudziesięciu minut. Charakterystyką tych kauczuków jest wysoka rozdzielczość w szczegółach, ze względu na wysoką płynność mieszanki, brak deformacji wymiarowych (obecnych w gorących kauczukach ze względu na zmianę temperatury), antyadhezyjność (bez konieczności użycia talku), solidność i trwałość. W przypadku tego rodzaju form kauczukowych możliwy jest tylko typ "cały".

Aby wykonać taką formę należy zacząć od przygotowania płynnego kauczuku przez zmieszanie części bazy silikonowej i katalizatora. Mieszaninę umieszcza się w maszynie próżniowej, aby usunąć pęcherzyki powietrza. Po zakończeniu procesu ciekłą mieszaninę wlewa się do naczynia zawierającego model do nałożenia kauczuku, który w celu uniknięcia jego zatopienia w cieczy jest zwykle podtrzymywany przez metalowy drut. Następnie mieszaninę z jej zawartością umieszcza się w próżni, aby wyeliminować pęcherzyki powietrza powstające podczas nalewania. Pod koniec tej fazy formę pozostawia się na jakiś czas, aż kauczuk całkowicie stwardnieje. Wtedy matrycę można już otworzyć za pomocą skalpela.



Technika kauczuku zimnego













Wtrysk wosku

Po uzyskaniu kauczukowej formy, w celu wytworzenia jednej lub większej liczby kopii oryginalnego przedmiotu, wtryskiwany jest gorący wosk do formy. Przed wtryskiem wnętrze formy należy pokryć talkiem lub specjalnym sprayem, aby ułatwić oderwanie wosku pod koniec procesu. W tej fazie stosowane są specjalne woski, które pozwalają na idealne odwzorowanie modelu i które mają właściwość rozpuszczania się podczas odlewania, bez pozostawiania resztek lub zanieczyszczeń, oraz maszyny zwane "wtryskarkami". Wosk jest wtryskiwany do kauczukowej formy, która musi być szczelnie zamknięta, przez dyszę wtryskarki. Konieczne jest również zapewnienie kanałów odpowietrzających w formie, które umożliwiają optymalne rozprowadzenie wosku w jej wnętrzu - najnowocześniejsze wtryskarki są wyposażone w system wlotu powietrza i w takim przypadku kanały odpowietrzające nie są konieczne. Po wstrzyknięciu wosku, pozostawia się go do ostygnięcia, a formę otwiera się wtedy, by wyjąć pożądaną kopię.

Topienie

Po wytworzeniu modelu lub modeli woskowych należy przygotować cylinder. Kawałki wosku formuje się na kształt drzewa, tworząc pień z wosku lub metalowego prętu. Kawałki muszą być ustawione w taki sposób, aby kolumna i kanały do podawania wosku były ustawione we właściwej proporcji wymiarowej i aby były one prawidłowo podawane podczas wlewania stopionego metalu, tak aby mógł zestalić się równomiernie i stopniowo. Konstrukcja musi mieć takie wymiary, aby zachować odległość od ścianek cylindra 10-15 mm i na górze co najmniej 13 mm, nim zostanie odważony metal niezbędny do odlewania.

Na koniec element woskowy zanurza się w specjalnej cieczy, która eliminuje zanieczyszczenia i zmniejsza napięcia powierzchniowe wosku oraz ułatwia przyczepność gipsu, eliminując w ten sposób niebezpieczeństwo powstawania pęcherzyków powietrza.



Budowa drzewa fuzyjnego













Przygotowane drzewo woskowe wkłada się do cylindra do odlewania. Następnie wlewa się specjalną mieszankę gipsu: należy ją dokładnie wymieszać (38 - 40 ml wody na 100 g proszku), dodając proszek do wody i nigdy odwrotnie, uzyskując gładką i jednorodną mieszaninę bez grudek. Cylinder z rozrobioną masą pozostawia się w spoczynku, aż całkowicie stwardnieje.



Cylindry do odlewu metodą wosku traconego, wkładanie modelu, wlewanie mieszanki gips

Po stwardnieniu mieszanki, cylinder umieszcza się w piecu, by umożliwić stopienie wosku, który wypłynie z cylindra przez otwór w kolumnie. Gdy wosk zostanie całkowicie usunięty, cylinder wkłada się do drugiego pieca, który stopniowo podgrzewa gips, dzięki czemu uzyskuje on twardość niezbędną do wytrzymania nacisku i temperatury stopionego metalu. Czas tego procesu i zastosowane metody różnią się w zależności od rodzaju cylindra oraz właściwości materiału i przedmiotów.

Teraz topi się metal i wlewa do cylindra. Topienie metalu może odbywać się za pomocą ogrzewania płomieniowego, elektromagnetycznego ogrzewania indukcyjnego lub elektrycznego ogrzewania oporowego. Wlewanie stopionego metalu do cylindra musi być wykonane z najwyższą ostrożnością. Powietrze zawarte we wnęce cylindra i gazy powstające podczas kontaktu stopionego metalu z gipsem mogą utrudniać przepływ metalu lub powodować mikroporowatość lub chropowatość powierzchni.

Po zakończeniu odlewania cylinder schładza się do co najmniej 200°C i usuwa się obudowę gipsu. Aby uniknąć odkształceń lub zniekształceń odlewu, stosuje się strumień wody pod wysokim ciśnieniem, który rozpuszcza całkowicie odwodniony i wciąż letni gips, nie uszkadzając zamkniętego elementu metalowego. Po zakończeniu, model metalowy zanurza się w roztworze, który eliminuje utlenianie powierzchni. Po kilku godzinach drzewo jest gotowe do oddzielenia i końcowej obróbki.













Ograniczenia tradycyjnej metody

Odlewanie metodą wosku traconego ma bardzo starożytne korzenie i pozwala na tworzenie obiektów o wysokiej rozdzielczości detali. Dochodzi jednak w tej technice do kurczenia się przedmiotu w wyniku obróbki cieplnej podczas faz przetwarzania: od formy kauczukowej do modelu z wosku i odlewów.

Procentowe kurczenie się metalu w procesie topienia niektórych materiałów podano w poniższej tabeli:

Material	Small flow	Medium flow	Large flow
Gray cast iron	1	0,85	0,7
Steel	2	1,5	1,2
Aluminium	1,6	1,4	1,3
Bronze	1,4	1,2	1,2
Brass	1,8	1,6	1,4
Magnesium alloys	1,4	1,3	1,1

Procentowy współczynnik kurczenia się różnych materiałów

W rozpatrywanym przypadku wykonywania kopii z istniejących modeli, problem ten nie jest bez znaczenia.













2. Powielanie rączki i szyldu z pomocą programu do modelowania 3D

Za pomocą komputera można odtworzyć dowolny istniejący model w środowisku wirtualnym. Taki wirtualny model można dalej kształtować i modyfikować w zależności od potrzeb, przed jego fizyczną realizacją. W naszym przypadku modele są odtwarzane z zachowaniem ich formalnych i szczegółowych właściwości, na koniec wymiary są zwiększane, biorąc pod uwagę modyfikacje, którym zostają poddane modele w trakcie całego procesu. W przypadku braków lub uszkodzonych części, można je również naprawić podczas fazy modelowania.

Modelowania 3D stosuje się tylko w początkowej fazie, umożliwiając tworzenie elementów z materiału topliwego (wosku lub żywicy). Elementy te będą następnie wykonane z metalu przy użyciu tej samej metody odlewania wosku traconego, którą zastosowano w tradycyjnym, wcześniej opisanym procesie.

Jeśli ma być wykonana duża liczba kopii oryginalnego obiektu, lepiej jest modelować elementy, z których można wykonać formy. Jeśli potrzebny jest tylko jeden egzemplarz lub kilka kopii, tak jak w naszym przypadku, lepiej jest stworzyć model żywiczny do stopienia bezpośrednio w metalu, pomijając etap formy kauczukowej, co pozwoli zminimalizować utratę szczegółów i innych deformacji.













Analiza przedmiotów do modelowania



Analizując te przedmioty, widać, że rączka jest obiektem rzeźbiarskim o cechach organicznych, podczas gdy dwa zawiasy mocujące i szyld to bardziej geometryczne kształty.

Głównym problemem jest tutaj prawidłowe odtworzenie wymiarowych właściwości tych przedmiotów, ponieważ szyldy i zawiasy nie są idealnie geometryczne. Z tego powodu konieczne jest skorzystanie ze skanera dla uchwycenia wszystkich detali. Szyld jest zasadniczo płaskim przedmiotem, wystarczy więc użyć zwykłego skanera dwuwymiarowego i dalej go wymodelować geometrycznie. W przypadku zawiasów, które są również obiektami geometrycznymi, ale których kształt jest trudniejszy do odzwierciedlenia, lepiej użyć skanera 3D, który da nam lepszy obraz do dalszego modelowania.

Do modelowania organicznego należy użyć odpowiedniego oprogramowania 3D. Spośród takich programów możemy tu wymienić Z-Brush i 3d-Coat (programy komercyjne) oraz Blender (program typu open source) i Sculptris (program darmowy).

W przypadku naszego szkolenia wykorzystamy programy 3d-Coat i Sculptris w celu dopracowania modeli uzyskanych za pomocą skanera 3D. Nie ma tu potrzeby użycia bardziej zaawansowanego oprogramowania.













2.1 Wprowadzenie do 3d-Coat

3D-Coat to komercyjny program do modelowania cyfrowego firmy Pilgway zaprojektowany do tworzenia od podstaw dowolnych modeli 3D, z narzędziami, które pozwalają użytkownikom rzeźbić, dodawać wielokątną topologię (automatycznie lub manualnie), tworzyć mapy UV (automatycznie lub manualnie), teksturować powstałe modele i renderować statyczne obrazy lub filmy animowane.

Program może także służyć do modyfikowania importowanych modeli 3D. Zaimportowane modele można konwertować na obiekty wokselowe w celu dalszego udoskonalenia i dodania szczegółów o wysokiej rozdzielczości. Pozwala on na mapowanie UV, a także dodawania tekstur, map wypukłości i map kolorów.

3D-Coat specjalizuje się w modelowaniu metodą wokselową i wielokątową przy użyciu technologii dynamicznej teselacji (dynamic patch tessellation technology) i narzędzi do rzeźbienia wielokątowego. Mocną stroną programu jest dziedzina retopologii, w której wyróżnia się jako jeden z najbardziej kompletnych programów dostępnych na rynku. Oprócz zapewnienia szerokiego zestawu narzędzi do manualnej retopologii, zawiera również automatyczny system do remeshingu o nazwie Autopo.

Po otwarciu programu pojawia się wyskakujące okno, które pozwala wybrać punkt wyjścia projektu: rzeźbienie, retopologia, malowanie, mapowanie UV, itp.

	×
	DOOT
Voxel Sculpting	Surface Sculpting
Repair Scanned Mesh	Import Image as Mesh
Vertex Painting	Paint UV Mapped Mesh (Per-Pixel)
Paint w/ Deep Displacement (Micro-Vertex)	Paint w/ PTEX
Perform Retopology	UV Map Mesh
Product Prototyping (CNC, Moulding, Lasercut)	Open Recent Project: autosave.3b













Po zamknięciu tego okienka, wchodzimy do programu 3d-Coat. Interfejs jest zorganizowany w obszarach o nazwie "Pokoje":

- Paint: tworzy szczegółowe tekstury dla modelu
- Tweak: narzędzia do edycji modyfikacji siatki, pozycji modelu i celów morfingu
- **Retopo**: narzędzia do tworzenia i modyfikacji topologii
- **UV:** teksturowanie modelu
- **Sculpt**: zestaw narzędzi i funkcji, które pozwalają konstruować szczegółowe i rozbudowane modele organiczne i mechaniczne
- **Render**: testowanie modelu i jego tekstury w środowisku tworzenia fotorealistycznych zdjęć lub filmów

W każdym pokoju są różne okna, narzędzia i opcje menu.



W ramach naszego szkolenia wykorzystujemy tylko pokój "Sculpt".









49





2.2 Wprowadzenie do Sculptris

Scultris to bardzo prosty program do modelowania 3D. Użytkownik może formować wirtualną glinę: rozciągać, wypychać, odrywać i wykręcać jej kawałki. Nie ma tak zaawansowanych narzędzi jak 3d-Coat, Z-Brush czy Blender, choć nadal pozwala, przy odrobinie cierpliwości, modelować bardzo złożone obiekty, jak widać na poniższym obrazie.



Mocną stroną tego programu jest jego bezpośredniość i łatwość uczenia się. Dostępne w programie narzędzia są więcej niż wystarczające do wykonania modelu 3D na bazie skanu 3D.

Interfejs jest bardzo prosty i składa się z czterech części:

- A Główny pasek przycisków do modelowania, otwierania i zapisywania plików
- B Pasek sterowania pędzlem
- C Przycisk przełączający w tryb "Paint" do pracy na teksturach
- D Obszar roboczy lub widok 3D















Modelowanie 3D rączki

W celu zeskanowania obiektu dobrze jest upewnić się, że jest czysty i wolny od brudu lub inkrustacji, ponieważ jeśli nie zostaną usunięte, zostaną uznane za część modelu. Do czyszczenia można użyć myjki ultradźwiękowej. Nim rozpoczniemy warto zmierzyć pewne przybliżone wymiary przedmiotu, co posłuży jako weryfikacja podczas procesu.



Następnie należy zeskanować przedmiot. Trzeba tu wziąć pod uwagę, że skaner 3D nie jest w stanie skanować przezroczystych, ciemnych lub odblaskowych obiektów, dlatego rączka, wykonana z metalu, musi być pokryta cienką warstwą nieprzezroczystego sprayu. Tym sposobem wiązka laserowa, a tym samym detale optyczne będą widoczne i bardziej określone dla instrumentu, co pozwala na uzyskanie chmury punktów lepiej odpowiadającej rzeczywistej geometrii skanowanego przedmiotu. Konieczne jest zminimalizowanie użycia sprayu, ponieważ zbyt gruba warstwa może zniwelować geometrię obiektu.



Proces skanowania odbywa się za pomocą skanera światła strukturalnego, który wykorzystuje do swojego działania rzut wzoru emitowanego przez projektor bezpośrednio na powierzchnię obiektu. Dwie kamery stereo przechowują obrazy zeskanowanej części i przetwarzają je w celu uzyskania stereofonicznych obrazów kodujących światło, z których w wyniku triangulacji uzyskuje się obraz przestrzenny. Jest on zbiorem punktów, w których przechowywane są współrzędne 3D powierzchni obiektu. Punkty te definiują w przestrzeni 3D część obiektu, która została zeskanowana.

















Schemat działania skanera światła strukturalnego

Element jest umieszczony na obrotowej platformie, która umożliwia obrót o 360° wokół osi pionowej platformy podczas skanowania. Każda faza skanowania pozwala w ten sposób uzyskać 360° ogląd obiektu. Oczywiście każdy ogląd pokazuje w 3D tylko część obiektu, na którą miała wpływ projekcja wzorów. Z tego powodu wymaganych jest wiele cykli skanowania.















Rączka wymaga czterech cykli skanowania: górnej części, dolnej części, krawędzi odsłoniętych z przodu i pozostałych krawędzi. Przy każdym cyklu skanowania przydatne jest czyszczenie obrazów uzyskanych z każdej części lub usuwanie nieistotnych skanów, takich jak na przykład wspornik pulpitu obrotowego.



Uzyskane ujęcia są następnie zestawiane, tzn. wspólne części muszą się pokrywać, aby odtworzyć całą powierzchnię obiektu. Można tę obróbkę wykonać manualnie lub za pomocą oprogramowania skanera, które stosuje różne metody w tym celu, takie jak zgodność właściwości powierzchni, tekstur, punktów, itp.



Po wyrównaniu obrazów głębi i sprawdzeniu, czy obiekt został przeskanowany we wszystkich jego częściach bez obszarów nie objętych punktami, przystępujemy do utworzenia siatki (mesh). Wraz z generowaniem siatki przechodzimy z danych utworzonych przez zbiór punktów (obraz głębi) do danych utworzonych przez zbiór trójkątów (siatka). By dokonać tej transpozycji ważne jest, aby zamknąć wszystkie puste obszary, to znaczy części, które nie są widoczne i które nie zostały ujęte przez skaner.















Po uzyskaniu modelu, bez niedoskonałości i zamkniętego, eksportujemy go, określając rozdzielczość i format pliku spośród dostępnych zarówno w oprogramowaniu do skanowania, jak i oprogramowaniu używanym do wykańczania siatki. Istnieje kilka użytecznych formatów eksportu. Najczęściej używane są .stl, .obj, .ply, .lwo ... W naszym przypadku używamy formatu .obj, obsługiwanego zarówno przez 3d-Coat, jak i Sculptris. Otrzymany plik otrzyma nazwę "handle.obj".

Wykończenie siatki

Również w procesie skanowanie mogą pojawić się problemy: części źle zeskanowane czy też deformacje obrazu z powodu sprayu matującego. Ważne jest, aby zminimalizować te problemy podczas fazy skanowania, aby uzyskać maksymalną wierność oryginalnemu modelowi. Nie zawsze jest to jednak możliwe z powodów, takich jak charakter przedmiotu, rodzaj sprayu, funkcje skanera 3D lub używanego oprogramowania. W omawianym przypadku powierzchnia siatki zostanie wygładzona, a szczegóły ornamentów oznaczone.

Procedura jest taka sama, niezależnie od tego, czy używamy 3d-Coat, czy Sculptris. Po uruchomieniu programu model wyświetlany w widoku 3D jest importowany.















Obiekt importowany do 3d-Coat i Sculptris

Jak widzimy, porównując model wirtualny z modelem rzeczywistym, skan pokazuje szczegóły nie tak wyraziście, jak w modelu rzeczywistym. Może to wynikać z ograniczeń skanera 3D, zeskanowania sprayu lub niedokładnego wyrównania skanów.



By wiernie odtworzyć przedmiot w fizycznej kopii, konieczne będzie dalsze dopracowanie szczegółów, aby zyskały na wyrazistości.

Za pomocą programu do modelowania 3D jest to proste:

użyj narzędzia "Vox.Clay" w 3d-Coat ("Draw" w Sculptris), aby lepiej zdefiniować zagłębienia, oraz narzędzia "Airbrush" ("Crease" w Sculptris), aby uwidocznić rogi. Na koniec za pomocą narzędzia "Smooth" ("Smooth" również w Sculptris) powierzchnie są wygładzane.















Procedury te należy stosować do każdego przedmiotu, w którym uznamy to za konieczne.

Teraz proces modelowania jest zakończony, wykonaną kopię trzeba jeszcze porównać z oryginalnym elementem, by sprawdzić, czy wszystkie wymiary zostały zachowane.



Modelowanie 3D zawiasów

Przechodząc teraz do zawiasów, wiadomo, że są to dwa elementy lustrzane, a jeden ma krótszy sworzeń niż drugi prawdopodobnie z powodu pęknięcia.



Koncentrujemy się więc na modelowaniu 3D pojedynczego zawiasu, drugi będzie jego lustrzaną kopią. W tym wypadku także należy wykonać skan 3D. Jest to jednak zasadniczo geometryczny obiekt, najlepiej więc go zrekonstruować za pomocą oprogramowania CAD, takiego jak Rhinoceros lub FreeCAD. Podążając tą drogą należy zwrócić uwagę na profil gałki, której kształt nie łatwo precyzyjnie wykryć. Skan 3D posłuży więc tylko jako zarys do dalszego modelowania geometrycznego.













Najpierw dokonujemy pomiarów przedmiotu, nanosząc wyniki na rysunku.



Następnie wykonujemy skan 3D zgodnie z tą samą procedurą, co w wypadku rączki. Należy pamiętać, że otworu, w który wchodzi jej trzpień skaner 3D nie może przeanalizować. Otworu tego można użyć do wstawienia podpory do przytrzymania obiektu podczas skanowania, a potem wymodelować go już podczas fazy końcowej.

Przedmiot pokrywamy sprayem matującym i wykonujemy trzy cykle skanowania, uzyskane skany zestawiamy tak, by powstał obiekt przestrzenny, a siatkę eksportujemy w formacie .obj.



Jeśli pracujemy w Sculptris, lepiej usunąć wspomagającą siatkę, ponieważ program nie obsługuje zmian boolowskich.













Po zaimportowaniu obiektu podpora jest usuwana (w programie 3D-Coat za pomocą narzędzia "Cut off"), powierzchnia wygładzana, a nierówności są eliminowane za pomocą narzędzi "Vox.Clay", "Fill" i "Smooth".



Przed przystąpieniem do modelowania w polu CAD, gdy przeanalizujemy przedmiot zobaczymy, że składa się on z dwóch części:

- Gałki, bryły uzyskanej przez obrót, z otworem, w który wkładany jest trzpień rączki, który można uzyskać poprzez subtrakcję boolowską
- Sworznia o przekroju kwadratowym, który można uznać za wytłoczoną bryłę, której wycięcia są uzyskane z różnicy boolowskiej

Po przeanalizowaniu obiektu, uruchamiamy program i importujemy siatkę zawiasu. Przedmiot odpowiednio przesuwamy i obracamy, aż zostanie wyrównany z układem odniesienia płaszczyzny konstrukcyjnej.















Za pomocą polecenia "Section" tworzymy profil obrotu i dwie ważne sekcje trzpienia.



Siatka zostaje ukryta, a krawędzie w tej sekcji zostaną oddane przez regularne łuki, krzywe i linie.



Za pomocą krzywych 1 i 2, poprzez obrót, powstaje bryła gałki. Przeciągamy linię przez dwie kwadratowe sekcje, aby utworzyć obiekt na kształt pudełka, który następnie zamykamy w bryłę. Dwie bryły następnie łączymy w jeden obiekt przez funkcję boolowską. Otrzymaną tak bryłę porównujemy z siatką odniesienia, aby sprawdzić, czy proporcje zostały zachowane.















Aby uzyskać rowki, tworzymy trójkąty, które po wytłoczeniu muszą korespondować z wycięciami. Na koniec wprowadzamy różnicę boolowską.



W przypadku otworu na gałce warto również zaimportować plik rączki i umieścić trzpień w otworze, aby dobrać geometryczne właściwości otworu, który należy zaprojektować.















Trzeba narysować okrąg wielkości otworu obecnego na siatce skanu 3D i utworzyć cylinder za pomocą wytłoczenia. Następnie otwór w modelowanym obiekcie jest uzyskiwany dzięki różnicy boolowskiej.



Ostatnim krokiem jest sprawdzenie wymiarów uprzednio podanych w tabeli technicznej i utworzenie kopii lustrzanej zawiasu. Trzeba teraz jeszcze sprawdzić czy modelowane elementy poprawnie działają po ich złożeniu.















Modelowanie 3D szyldu

W wypadku szyldu też można wykonać skan, jednak biorąc pod uwagę fakt, że jest to płaski element, jest także możliwe przeprowadzenie modelowania geometrycznego.

Najpierw, jak zwykle, należy sporządzić rysunek z wymiarami szyldu.



Następnie przechodzimy do skanowania (za pomocą normalnego skanera 2D) dwóch powierzchni płytki.















Po uruchomieniu programu, wstawiamy obraz szyldu jako tło i skalujemy, tak aby jego maksymalna wysokość była wielkością zmierzoną na oryginale. Trzeba też sprawdzić, czy maksymalna szerokość jest prawidłowa.



W tym punkcie, za pomocą linii, łuków, okręgów i krzywych do interpolacji punktów, śledzimy zewnętrzną krawędź szyldu. Krzywe należy dostosować, przesuwając punkty kontrolne.















W ten sposób kończymy śledzenie krawędzi i otworów oraz ich położenia we właściwej pozycji wzdłuż kierunku Z.



Boczne powierzchnie otworów zostają wykonane przez wytłaczanie, przednią i tylną stronę szyldu tworzą płaskie powierzchnie, a jego boczną krawędź wykonuje się przeciągnięciem.















Łącząc poszczególne powierzchnie uzyskuje się bryłę szyldu. Wymiary należy porównać z wymiarami podanymi w tabeli technicznej i model jest gotowy.



Przygotowanie do druku 3D

Te cztery wymodelowane elementy zostaną odlane w brązie. Od konserwatora zależy, czy wydrukować je, jednocześnie wykonując formy silikonowe, czy też bezpośrednio odlewać z wydruków.

W przypadku bezpośredniego odlewu, elementy mogą być eksportowane od razu w formacie .stl bez potrzeby zwiększania ich rozmiaru, ponieważ w przypadku części o tym rozmiarze odlewanie metodą traconego wosku przewiduje zerowy lub nieznaczny skurcz. Jeśli wymagane są formy silikonowe, rozmiar elementów należy zwiększyć o 2%.

3. Weryfikacja i wnioski

Warsztaty pozwalają na porównanie tradycyjnych metod rzemieślniczych ze wspomagającą metodą modelowania 3D. Poprzez ocenę korzyści i pojawiających się problemów, uczestnicy uzyskują jasne poznanie skuteczności i wykonalności zastosowania technologii 3D w dziedzinie renowacji zabytkowych mebli.













III. Renowacja popiersia z gipsu: program szkolenia

Tematyka tego szkolenia dotyczy rekonstrukcji brakujących części popiersia "Portret roześmianego dziecka", zachowanego w Gipsoteca w Istituto d'Arte (Liceum Artystyczne) we Florencji, które wymaga renowacji ze względu na liczne uszkodzenia i ubytki. Ten gipsowy model jest repliką oryginalnej rzeźby w marmurze, dzieła Desiderio da Settignano z lat 1460–1464, które przechowywane jest w Kunsthistorisches Museum w Wiedniu.





Oryginał z Wiednia

Nasz obiekt













Desiderio di Bartolomeo di Francesco, zwany Meo di Ferro, był włoskim rzeźbiarzem urodzonym w Settignano, niedaleko Florencji, w rodzinie rzeźbiarzy i kamieniarzy. Jego delikatne traktowanie materii w znacznym stopniu przyczyniło się do powstania formalnego języka charakteryzującego się wdziękiem i siłą wyrazu postaci. Styl ten wywarł wpływ na Leonarda w kształtowaniu techniki cieniowania.

Przedstawienie dziecka jest jednym z najbardziej fascynujących tematów twórczości Desiderio da Settignano. Stąd wybór gipsowej kopii "Roześmianego dziecka" jak przedmiotu do analizy i rekonstrukcji na zajęciach we Florencji.

Szkolenie obejmuje następującą tematykę:

- Dokumentacja
- Ocena stanu dzieła sztuki
- Nauka podstaw skanowania 3D
- Prezentacja oprogramowania do modelowania 3D
- Modelowanie 3D
- Ocena możliwych sposobów rekonstrukcji brakujących części rzeźby













1. Technika formowania

Popiersie dziecka jest kopią oryginalnego modelu. Operacja umożliwiająca utworzenie repliki nazywa się "formowaniem" (moldmaking). Pod pojęciem "formowania" rozumiemy zasadniczo wszystkie te operacje techniczne, które pozwalają na precyzyjne i wierne odtworzenie oryginału dzieła rzeźbiarskiego, a jednocześnie umożliwiają jego reprodukcję w materiałach o bardzo różnych właściwościach w porównaniu z oryginalnym dziełem. Polega to na wykonaniu odlewu, odcisku negatywnego z oryginalnego modelu, który pozwala na odtworzenia jednej lub więcej kopii identycznych z modelem w skali 1: 1.

Kopiowanie dzieła jest potrzebne wtedy, gdy renowacja rzeźby jest ryzykowna lub gdy jej przeniesienie jest trudne. Jest także przydatna do badań, dokumentacji i rozpowszechniania w celu większego wykorzystania i wiedzy. Charakterystyka techniczna formy zależy od kształtu, wielkości i złożoności modelu, właściwości materiałów do reprodukcji, liczby wymaganych replik oraz przeznaczenia kopii. Techniczne metody reprodukcji zależą od rodzaju materiału, z którego wykonuje się formę: gliny, gipsu lub silikonu.

Trzy najpopularniejsze metody to:

- "Forma persa" (utracony kształt): forma wykonana z gipsu, na oryginalnym modelu z gliny lub plasteliny. Nazwa bierze się stąd, iż model raz użyty do uzyskania formy gipsowej, może być od niej oddzielony tylko za pomocą dłuta, które niszczy oryginalny kształt. Jest to tradycyjny sposób formowania stosowany w sztuce rzeźbiarskiej.
- "Forma a tasselli", w gipsie, zwykle wykonywana na oryginałach z twardego materiału: marmuru, brązu, gipsu, itp. Stosując tę technikę można uzyskać pewną liczbę kopii. Dzięki tej technice jeszcze kilkadziesiąt lat temu klasyczne arcydzieła były powielane w gipsie. Metoda ta służy nadal do tworzenia form gipsowych w produkcji naczyń i ceramiki.
- Forma z gumy silikonowej umocowana w sztywnej formie macierzystej. Elastyczność i wytrzymałość tego materiału pozwala na wykonywanie najbardziej złożonych modeli. W tej technice, z jednej formy można wytworzyć wiele kopii identycznych z oryginalnym modelem. Ze względu na te cechy, formy silikonowe wyparły inne metody w renowacji dzieł sztuki. Aby ułatwić operacje, nieinwazyjny i łatwo usuwalny środek antyadhezyjny jest rozprowadzany na odtwarzanym obiekcie.













W przypadku naszego modelu, został on najprawdopodobniej wykonana przy użyciu techniki "forma persa", co można wywnioskować z pozostałości gliny na artefakcie.

Jest on umieszczony na malowanym drewnianym wsporniku, skąd można wnosić, że oprócz wewnętrznych elementów zbrojenia użyto szpilek (metalowych lub drewnianych), które wspierają konstrukcję.²

Artefakt jest w znacznej części pokryty warstwą osadów gliniastych i pyłu, który stanowi szczególny problem w wypadku modeli gipsowych ze względu na porowatość i delikatność materiału, co nie jest bagatelną kwestią. Wilgoć degraduje gips przez bezpośrednie działanie solubilizacji siarczanu wapnia, co powoduje rozpad materiału oraz przez pośrednie działanie na wewnętrzne elementy nośne, głównie z żelaza i drewna, ale także z płótna. Ich objętość wzrasta z powodu pęcznienia włókien, dochodzi do korozji, a w rezultacie do napięć mechanicznych, pęknięć i wreszcie oderwania się części gipsowych, jak to widać na lewym ramieniu modelu (zdjęcie z lewej strony), z tyłu szyi, na nosie i ustach (zdjęcie po prawej).³















2. Tradycyjna metoda renowacji⁴

Prace konserwatorskie przebiegały w trzech etapach: czyszczenie, prace sztukatorskie i retusz obrazowy.

Przed czyszczeniem małe złuszczenia i pęknięcia utrwalono infiltracjami żywicy akrylowej za pomocą strzykawki i pędzla, usuwając następnie nadmiar żywicy z powierzchni za pomocą gąbki.

Czyszczenie

Usunięcie osadu przeprowadzono mechanicznie za pomocą skalpela i poprzez oczyszczenie powierzchni bawełnianym wacikiem nasączonym dejonizowaną wodą.

Prace sztukatorskie

Aby odbudować brakujące części, konieczne było użycie suchej zaprawy złożonej z gipsu alabastrowego, bardzo drobno zmielonego węglanu wapnia i specjalnych dodatków "Wall putty k2". Sztukaterię następnie zmieszano z wodą, a żywicę akrylową rozcieńczono w 10% w wodzie, aby uzyskać związek, który można łatwo nakładać i formować dzięki zastosowaniu specjalnych szpatułek. W ten sposób został przygotowany grunt do dalszych prac.
















Czyszczenie

Retusz obrazowy

Na koniec zastosowano akwarele, aby dopasować wygląd uzupełnień do oryginalnych części, a zarazem zapewnić możliwość powrotu do pierwotnej wersji.

sztukatorskie













3. Zabiegi renowacyjne: zintegrowana metoda skanowania i modelowania 3D

W dziedzinie renowacji rośnie wykorzystanie technologii 3D: istnieją niezliczone obszary zastosowań, w których te nowe technologie mogą wspierać badaczy i renowatorów. W rzeczywistości skanowanie 3D jest najskuteczniejszą metodą generowania trójwymiarowego modelu wyjątkowo wiernego cechom oryginalnego dzieła sztuki za pomocą nieinwazyjnych technik. Biorąc pod uwagę powyższe, nasuwają się następujące wnioski:

- Technologia 3D staje się potężnym środkiem prezentacji i analizy dzieła sztuki.
- Wspiera katalogowanie, tradycyjnie oparte na danych tekstowych i fotografiach, w celu opisania kształtu i wyglądu.
- Skanowanie 3D samo w sobie może być narzędziem do katalogowania: model 3D może posłużyć do zintegrowania wszystkich informacji w jednym kontekście, indeksując różne dane z analiz i zabiegów renowacyjnych, które często dotyczą różnych miejsc na powierzchni danego obiektu.
- Pozwala na zwiększenie liczby badaczy, którzy zyskują dostęp do dokumentacji ułatwiającej analizę⁵.
- Może być przydatnym narzędziem, stosowanym wraz z analizą materiałów i badaniem dokumentów historycznych, do identyfikacji oryginalności dzieła sztuki lub jego falsyfikacji.
- Umożliwia symulację pogorszenia kształtu i materiału w miarę upływu czasu.
- Pozwala na wizualizację efektów planowanych prac renowacyjnych i ich prezentację wielu podmiotom, opinii publicznej i instytucjom, aby zapobiec ewentualnym kontrowersjom już po fakcie.
- Druk 3D ułatwia renowację poprzez tworzenie i ponowne formowanie brakujących części dzieła. W przypadku zniszczonych lub pofragmentowanych obiektów można zeskanować istniejące części, na ich podstawie postawić hipotezę co do brakujących fragmentów, i dokonać rekonstrukcji całości.
- Kopie oryginalnych dzieł można tworzyć niskim kosztem, także by dać do nich dostęp osobom niewidomym.
- Wydrukowane w 3D osłony pozwalają na zabezpieczenie dzieł sztuki do transportu.













W końcowej fazie szkolenia porównane zostaną dwa różne sposoby podejścia do tego zadania, co ułatwi zrozumienie możliwych korzyści wynikających z zastosowania skanowania i modelowania 3D.

Analiza obiektu do modelowania

Jest to popiersie o wymiarach 36,4 cm szerokości, 33,2 cm wysokości i 18,2 cm głębokości.

















Części wymagające interwencji mają następujące wymiary: 8,5 cm - ramię, 2,5 cm - nos i około 1 cm - górna warga. Pomiar uszkodzeń jest ważny przy wyborze kalibracji skanera, by osiągnąć właściwą precyzję. Wynika to z faktu, że w zależności od odległości między obiektem a skanerem błąd pomiaru może wzrosnąć. Mając to na uwadze, można wybrać jeden z dwóch sposobów:

- Ustawić przedmiot w wystarczającej odległości, aby zawsze był w całości otoczony przez kamery skanera
- Ustawić przedmiot bliżej i w ten sposób zmniejszyć błąd skanowania

W pierwszym scenariuszu, z niewielką liczbą skanów możliwe będzie odtworzenie całego przedmiotu, jednakże z błędem pomiaru wynikającym z odległości obiektu. W drugim scenariuszu konieczne będzie wykonanie większej liczby skanów ze względu na ograniczoną część powierzchni obiektu skanowanego na każdym etapie. Na naszych zajęciach wybieramy pierwsze rozwiązanie, ponieważ błąd pomiaru można uznać w tym wypadku za nieistotny.

Po uzyskaniu modelu 3D ze skanu 3D i sztucznym naniesieniu uszkodzeń powstałych przed renowacją, przeprowadzimy organiczne modelowanie 3D brakujących części.

Dostępne oprogramowanie do rzeźby cyfrowej, które pozwala na dokończenia skanowania i modelowania 3D, to Z-Brush, 3d-coat, Blender i Sculptris. Jednakże w naszym kontekście, gdzie konieczna jest praca z operacjami boolowskimi, Sculptris nie jest zalecanym oprogramowaniem.

Skanowanie 3D

Na tym etapie należy zeskanować model. Materiał popiersia to gips, nieprzezroczysty i nieodbijający materiał, który dobrze nadaje się do skanowania. Używany skaner 3D to ten sam skaner światła strukturalnego, który omówiliśmy w poprzednim scenariuszu zajęć dotyczących reprodukcji elementów XVIII-wiecznego biurka odlanych z brązu.

Warto tu przypomnieć, że skanery 3D dzielą się na dwa typy:

- Skanery laserowe to przyrządy optyczne, które umożliwiają cyfrową rekonstrukcję 3D geometrii komponentów przedmiotu dzięki odbiciu wiązki światła laserowego, a zatem bez konieczności stosowania sond kontaktowych.
- Skanery z ustrukturyzowanym światłem są instrumentami optycznymi, które umożliwiają cyfrową rekonstrukcję 3D geometrii komponentów przedmiotu dzięki odbiciu na nich wzorów świetlnych.













Laserowe skanery 3D są mniej podatne na optyczne właściwości powierzchni obiektów, więc działają lepiej podczas skanowania ciemnych lub błyszczących obiektów. Skanery światła strukturalnego mogą także osiągać bardzo wysoką dokładność i rozdzielczość, nawet jeśli są rzadziej stosowane w metrologii. Bywają szybsze niż skanery laserowe 3D, ponieważ mogą uchwycić więcej punktów w jednym ujęciu, a także generować modele 3D bezpośrednio w kolorze.

Zaczynamy od serii skanów popiersia jako całości, umieszczając go na obrotowym stole, który umożliwia obrót o 360 ° wokół osi Z w odległości około 1,3 metra od kamer skanera 3D.



Trzy cykle skanowania są wystarczające, by ująć całą powierzchnię przedmiotu. Jeden z góry, jeden z przodu i jeden z dołu: w ten sposób można objąć wszystkie wyróżnione części. Po każdym kolejnym skanie należy dokonać kalibracji skanera.



Etapy skanowania popiersia













Każdy cykl skanowania wykonuje 8 zdjęć 360 ° wokół osi Z stołu obrotowego. Poszczególne skany są wyrównywane i łączone w całościowe ujęcie. Przed wykonaniem tego ujęcia skany muszą zostać oczyszczone z wszelkich wad.







Całośiowe ujęcie

Po wykonaniu trzech cykli uzyskuje się trzy całościowe ujęcia, które należy uzgodnić poprzez dopasowanie charakterystyki powierzchni i określonych punktów.



Trzy całościowe ujęcia



Wyrównanie ujęć



Obszar nieskanowany

Warto zwrócić uwagę, że skanowanie pod podstawą jest ryzykownym działaniem. Zdecydowaliśmy się na ten krok, ponieważ geometria podstawy jest w naszym wypadku prosta i ewentualne niedokładności skanu można skorygować w fazie modelowania 3D.













Teraz przechodzimy do utworzenia siatki, która przekształca zbiór uzyskanych punktów (obrazy o wyrównanej głębokości) w bryłę utworzoną z trójkątów, którą można wyeksportować w formacie .obj.



Siatka utworzona poprzez transformację panoram głębi. Zwróćcie uwagę jak program skanera 3D zamknął podstawę popiersia.

Modelowanie 3D

W tym celu wykorzystujemy oprogramowanie do rzeźby cyfrowej 3d-Coat. Krótkie wprowadzenie do tego programu znajduje się w odnośnym rozdziale na temat reprodukcji okuć z brązu florenckiego biurka.

Po uruchomieniu programu, model .obj wyeksportowany ze skanera 3D jest importowany.















Wyrównujemy model 3D do osi układu odniesienia za pomocą narzędzia "Cut off" i następnie usuwany nadmiar materiału podstawy utworzony do zamknięcia siatki.



Oryginalne położenie siatki

Wyrównanie do osi układu odniesienia

Usunięcie nadmiaru materiału

Ponieważ skan został wykonany na już odrestaurowanym modelu, pierwotne uszkodzenia części nosa, górnej wargi i lewego ramienia są sztucznie tworzone na potrzeby szkolenia.



Pierwotny model i model 3D ze sztucznie wprowadzonymi uszkodzeniami na potrzeby szkolenia











Nim przystąpimy do pracy należy rozważyć pewne kwestie. Ponieważ mamy tu do czynienia z ubytkami, należy pamiętać, że swobodna, twórcza interpretacja nie powinna mieć tu miejsca. Konieczną rzeczą jest odszukanie skanów 3D lub już istniejących kopii, do których można się odnieść. Zakładając, że takowe nie istnieją i nie można bazować na modelu zachowanym w muzeum wiedeńskim, trzeba zminimalizować błędy interpretacyjne za pomocą dokumentów fotograficznych i / lub rysunków.

Można wykorzystać fakt, że ramiona są symetryczne, dlatego prawe ramię posłuży nam do modelowania lewego ramienia.



Schematyczne przedstawienie użycia prawego ramienia do rekonstrukcji lewego.

Po oczyszczeniu modelu z wszelkich niedoskonałości powstałych w trakcie skanowania 3D (za pomocą narzędzia "Smooth") obraz referencyjny jest wstawiany w tło okna 3D. Możliwe jest skalowanie obrazu i obracanie modelu wokół osi Z, aż do zadowalającego nałożenia się.

















Wstawienie obrazu

Skalowanie obrazu

Rotacja modelu 3D

Teraz mamy różne opcje postępowania. W naszym przypadku, utworzymy brakujące części za pomocą oddzielnej siatki, aby zapewnić, że oryginalny skan nie zostanie zmodyfikowany i może służyć jako odniesienie do dalszego modelowania.

Wstawiamy drugą siatkę w kształcie sześcianu, z której wymodelujemy brakującą część nosa. Jej rozmiar i położenie trzeba odpowiednio dopasować.



Tworzenie drugiej siatki i jej pozycjonowanie w miejscu nosa, który trzeba uformować













Siatkę wycina się za pomocą narzędzia "Cut off" zarówno w widoku z przodu, jak i z boku, aby uzyskać bryłę o profilu pasującym do miejsca ubytku i zgodnym z obrazem nosa w tle.



Teraz można już przystąpić do modelowania nosa, odwołując się do zdjęć wykonanych z różnych punktów widzenia, biorąc zarazem pod uwagę formę utworzonej uprzednio bryły. Powierzchnię modeluje się za pomocą narzędzi "Scrape", aby spłaszczyć bryłę, "Vox.Clay", aby zwiększyć lub zmniejszyć jej objętość, "Smooth", aby wygładzić, "Airbrush", aby równomiernie zwiększać objętość, "Fill", aby wypełnić kształt.



Siatka do modelowania została przycięta w taki sposób, by zostawić punkty odniesienia podczas modelowania



Zaczynamy od usunięcia nadmiaru materiału za pomocą narzędzia "Scrape"





W celu wykończenia modelu posługujemy się narzędziem "Vox.Clay", by utworzyć wgłębienia















Kontynuujemy modelowanie z pomocą narzędzi "Airbrush" i "Fill". Narzędzie "Smooth" pozwala na wygładzenie końcówki nosa i powoli całość uzyskuje oryginalny kształt.

Ostatnim krokiem jest umieszczenie końcówki nosa w miejscu ubytku. W tym celu stosujemy subtrakcję boolowską, aby usunąć całą siatkę modelu popiersia wraz z brakującą siatką nowo modelowanego nosa. Należy pamiętać, że jeśli zamierzamy użyć kleju, trzeba również zapewnić odpowiednią przestrzeń na jego aplikację. W takim przypadku, przed wykonaniem operacji konieczne będzie zwiększenie objętości siatki, która ma być odjęta.



Siatka B nowo ukształtowanego nosa zostaje wsunięta do siatki A, która tworzy popiersie



Część siatki B wsuwana do siatki A zostaje wyeliminowana poprzez różnicę boolowską



Modelowanie końcówki nosa jest ukończone













Aby wymodelować górną wargę, należy wykonać te same czynności, które opisano powyżej, używając tego samego obrazu tła.





Widok obrazu tła





Użycie narzędzia "Vox.Clay" do stworzenia profilu przedniego



Siatka po operacji z narzędziem "Cut off"



Użycie narzędzia "Scrape" do wygładzenia siatki i usunięcia nadmiaru materiału



Użycie narzędzia "Vox.Clay" do utworzenia wgłębień















Finalne wykończenia z pomocą narzędzia "Smooth" i innych narzędzi



Siatka utworzona w procesie modelowania



Rezultat końcowy po zastosowaniu różnicy boolowskiej do umieszczenia fragmentu wargi na właściwym miejscu





Twarz z siatką nosa i wargi



Jeśli chodzi o formowanie lewego ramienia, postępujemy jak wcześniej lub wykorzystujemy prawe ramię jako model. W ten sposób możemy wykorzystać element już gotowy, co pozwala na znaczne oszczędności czasu.













Tułów należy ustawić w widoku frontalnym, aby lepiej odczytać profil ramion. Również w tym wypadku należy się powstrzymać od swobodnych interpretacji, a bazować na obrazie w tle w trakcie modelowania.²²

Po prawidłowym ustawieniu obrazu w tle tworzymy duplikat popiersia. Za pomocą narzędzia "Cut off" wycinamy fragment prawego ramienia.



Teraz, przy użyciu trybu symetrii wzdłuż osi Z, tworzymy duplikat lustrzany (polecenie "Clone Symmetry") i przy użyciu kursora narzędzia "Transform" przenosimy ten element w miejsce brakującej części lewego ramienia.



Tworzenie lewego ramienia z prawego z użyciem trybu symetrii



Wstawienie nowej siatki w miejsce ubytku na lewym ramieniu













Jak widać, choć siatka nie pasuje dokładnie do geometrii ramienia, unika się znacznej części prac modelarskich.

Nadmiar materiału poza obwodem ubytku, usuwamy za pomocą narzędzia "Cut off", i dalej za pomocą różnorodnych narzędzi modelujemy i wykańczamy siatkę, aż do całkowitego wypełnienia wnęki. Następnie wygładzamy powierzchnię.



Usuwanie części siatki poza obwodem wgłębienia



Modelowanie i wykańczanie za pomocą cyfrowych narzędzi rzeźbiarskich

Po wygładzeniu i obróbce powierzchni, tak aby siatka idealnie zintegrowała się z popiersiem, konieczne jest uzyskanie odcisku wgłębienia. Podobnie jak w przypadkach opisanych powyżej, w kopii popiersia zastosujemy różnicę boolowską.















Siatka po zakończeniu fazy modelowania i wykańczania

Siatka przed zastosowaniem różnicy boolowskiej

Siatka po zastosowaniu różnicy boolowskiej. Widać uformowanie wgłębienia w dolnej części.

Fizyczna realizacja modeli lub ich odlewów będzie zależeć od decyzji konserwatora/renowatora. Podczas szkolenia omówimy różne opcje najbardziej odpowiednie do naszego kontekstu.



























4. Wnioski

Podobnie jak w przypadku poprzednich zajęć, porównane zostają sprawdzone metody pracy: tradycyjna i wykorzystująca technologię cyfrową.

Renowatorzy, technicy modelowania 3D i uczniowie zyskują tym sposobem możliwość oceny wykonalności, kosztów, korzyści i problemów jakie niesie ze sobą zastosowanie tych metod aby lepiej zrozumieć, w jaki sposób i kiedy można stosować daną technologię w integralnym podejściu do renowacji elementów rzeźbiarskich.













Rozdział drugi: Od prototypowania manualnego do cyfrowego

Scenariusze warsztatów przedstawione w tym rozdziale zostały opracowane przez dwie polskie organizacje w momencie wprowadzenia istotnych zmian w systemie edukacji zawodowej w Polsce. Nowa ustawa

(http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180002245/U/D20182245Lj.pd f) przyjęta w listopadzie 2018 r. uzupełnia poprzednią reformę strukturalną systemu edukacji, koncentrując się teraz na poprawie jakości i skuteczności kształcenia zawodowego. Szczególny nacisk położono na praktyczne szkolenie zawodowe w porozumieniu z pracodawcami i jego dostosowanie do potrzeb rynku pracy. Z naszej perspektywy poszukiwania nowych sposobów wzbogacenia formalnych programów kształcenia i szkolenia zawodowego o kształcenie pozaformalne dla uczniów szkół zawodowych szczególnie ważne są następujące aspekty tej reformy:

- Ustawa umożliwia uczniom szkół zawodowych uzyskanie dodatkowych umiejętności lub kwalifikacji wykraczających poza podstawę programową.
- Zachęca szkoły zawodowe do organizowania krótkoterminowych kursów dla uczniów podnoszących lub poszerzających swoje umiejętności.
- Nakłada na szkoły obowiązek planowania praktycznych doświadczeń edukacyjnych w ścisłym nawiązaniu do potrzeb rynku pracy z wykorzystaniem nowych technologii cyfrowych.

Nowe prawo nie wymienia wprost potrzeby współpracy szkół zawodowych z organizatorami uczenia się pozaformalnego, podkreślając wagę zaangażowania pracodawców w rozwój kształcenia i szkolenia zawodowego na wszystkich jego etapach, a także zapewnienia odpowiednich staży dla uczniów. Niemniej jednak przekazuje wyraźne przesłanie kierownictwu szkół i nauczycielom VET: należy opracowywać i wdrażać programy edukacyjne, które dają konkretne umiejętności i kompetencje potrzebne w szybko zmieniającej się gospodarce, mobilizując w tym celu wszelkie dostępne zasoby ludzkie i materialne, zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne. Pierwsze efekty nowej polityki dają się dostrzec w stopniowym uelastycznianiu ram programowych, które pozwalają teraz na planowanie ścieżek edukacyjnych łączących naukę w szkole z praktykami zawodowymi, np. na linii produkcyjnej w miejscowej fabryce, czy też w przedsiębiorstwie wyposażonym w nowe technologie.













Nasz projekt nawiązuje do tych priorytetów. Dwie organizacje partnerskie z Wadowic reprezentują formalne i pozaformalne sektory kształcenia zawodowego. Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego nr 2 oferuje kształcenie zawodowe pierwszego i drugiego poziomu w wielu obszarach, w tym w budownictwie, stolarstwie i elektronice. EST natomiast jest pozaformalną placówką edukacyjną prowadzącą warsztaty, w ramach których młodzi ludzie uczą się budować obiekty, takie jak roboty, drony lub gry komputerowe. Wiele z komponentów tworzy się za pomocą narzędzi cyfrowych prototypowanie na komputerze oraz wydruk poszczególnych części w 3D nim całość zostanie zmontowana ręcznie i wyposażona w elektronikę. Choć zajęcia te mają charakter hobbystyczny, pozwalają na zdobycie umiejętności przydatnych w karierzy zawodowej w różnych sektorach nowoczesnego przemysłu. W związku z tym mogą one wzbogacić program formalnego szkolenia w zakresie budownictwa, stolarstwa i elektroniki, w których technologia prototypowania 3D zyskuje na znaczeniu. Obie instytucje partnerskie postanowiły zatem wspólnie opracować i wdrożyć program warsztatów dla uczniów tych zawodów, co stanowi wartość dodaną w stosunku do zajęć w szkole.

Zaletę tego programu łączącego środowisko szkolne i pozaszkolne można dostrzec w następujących aspektach.

- Chociaż drukarka 3D jest dostępna w szkole, korzysta się z niej tylko w ograniczonych obszarach programu nauczania, w szczególności na zajęciach z informatyki.
- Proces przygotowywania plików do drukowania i sam wydruk jest bardzo czasochłonny; stąd trudno jest realizować takie projekty podczas lekcji.
- Nauczyciele mają ograniczone możliwości pod względem dostępnego czasu, by wyjść poza podstawą programową.
- Druk 3D przyciąga zainteresowanie uczniów różnych zawodów, których lekcje w szkole nie uwzględnia wprowadzenia do tej technologii.
- Stąd autentyczne zainteresowanie dyrekcji, aby zorganizować dodatkowe zajęcia w tej dziedzinie.

Mając na uwadze ten kontekst opracowaliśmy cykl zajęć warsztatowych dla uczniów z Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego nr 2 z kierunków budownictwa, stolarstwa i elektroniki w ścisłej współpracy z nauczycielami zawodowymi tych przedmiotów oraz ekspertem w dziedzinie druku 3D. Celem było dostosowanie go do szkolnych standardów programowych, specyfiki wprowadzanej technologii i faktycznych zainteresowań uczniów.













Nowy program kształcenia i szkolenia zawodowego wprowadzony niedawno w polskich szkołach dzieli efekty uczenia się na wiedzę, umiejętności i kompetencje wspólne dla grupy zawodów oraz te specyficzne dla określonych dziedzin. Staraliśmy się wybrać tematykę odpowiednią dla wszystkich trzech obszarów kształcenia zawodowego (budownictwa, stolarstwa i elektroniki), w których projektowanie i druk 3D są przydatne. Wszystkie te zawody wymagają umiejętności pracy w zespole i wyboru odpowiednich narzędzi do realizacji zadań technicznych, w tym także narzędzi cyfrowych. Ponadto skupiliśmy się na efektach uczenia się wymaganych dla każdego z tych zawodów, które można uzyskać poprzez przyswojenie sobie techniki prototypowania 3D. Na przykład, w przypadku budownictwa jedną z tych umiejętności jest tworzenie planów konstrukcji budowlanych, w przypadku stolarstwa umiejętność projektowania mebli lub innych przedmiotów do wykonania w drewnie, a w przypadku elektroniki projektowanie urządzeń elektronicznych.

Plan zajęć warsztatowych przedstawiono w głównej części tego rozdziału. Pierwszy moduł jest wspólny dla wszystkich warsztatów - jest to ogólne wprowadzenie do technik prototypowania 3D. Następnie przedstawiamy trzy konkretne scenariusze edukacyjne, które bazują na tej podstawowej wiedzy odnosząc się już do poszczególnych przedmiotów zawodowych. Scenariusze te zostały zaprojektowane z myślą o konkretnym kontekście szkolenia zawodowego, ale zostały tu przedstawione w formie, która umożliwia ich zastosowanie w innych dziedzinach, gdzie istnieje potrzeba wzbogacenia formalnego programu nauczania zawodu o technologię 3D. Scenariusze te mogą służyć jako pomysły na nowe zajęcia warsztatowe, niekoniecznie do powtórzenia dosłownego, lecz raczej jako zachęta do przystosowania ich do specyficznych wymogów danego kontekstu.

Rekrutacja na warsztaty była stosunkowo łatwym zadaniem, biorąc pod uwagę fakt, że Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego nr 2 jest dużą szkołą, w której uczy się kilkuset uczniów. Tematyka warsztatów wzbudziła zainteresowanie w klasach o profilu budownictwo, stolarstwo i elektronika. Zaprezentowaliśmy szkolenie jako konkurencyjną ofertę, aby w procedurze selekcji wyłonić uczniów z odpowiednią motywacją, umiejętnościami i perspektywami kariery zawodowej. Pomoc nauczycieli była niezbędna w procesie rekrutacji. Wspólnie ustaliliśmy kryteria, tak by wybrać najlepszych kandydatów, które nauczyciele przedstawili wszystkim uczniom. W rezultacie stworzyliśmy niewielkie grupy warsztatowe, 5 - 6 osobowe, gotowe do udziału w zajęciach pozalekcyjnych odpowiadających profilowi ich kształcenia zawodowego i dostosowane do poziomu wymaganej wiedzy technicznej.













I. Wprowadzenie do prototypowania 3D

Prototypowanie obiektów przed etapem produkcyjnym można wykonać ręcznie z użyciem drewna, gliny lub innych miękkich materiałów łatwych do modelowania. Chociaż takie techniki są nadal stosowane w tradycyjnych warsztatach, technologia cyfrowa radykalnie zmieniła ten proces. Zmiana ta znajduje odzwierciedlenie w szkoleniach zawodowych, które obejmują umiejętności projektowania komputerowego różnych konstrukcji i urządzeń (np. budynków, elementów maszyn, mebli). Jednak tylko w rzadkich przypadkach uczniowie mogą prześledzić i opanować cały proces tworzenia prototypów, od etapu projektowania cyfrowego do stworzenia trójwymiarowego modelu fizycznego. Celem tego modułu wprowadzającego jest dostarczenie podstawowych umiejętności w tym zakresie, które mają zastosowanie w wielu profesjach nauczanych w szkołach zawodowych.

Efekty kształcenia

Po przejściu tej ścieżki edukacyjnej uczniowie będą potrafili:

- Wyjaśnić podstawy technologii 3D
- Zidentyfikować główne części drukarki
- Wybrać oprogramowanie do modelowania 3D odpowiednie do ich poziomu i potrzeb
- Sprawdzić podstawowe parametry konfiguracji drukarki
- Uzyskać dostęp do cyfrowej bazy projektów 3D z obiektami do dalszego modelowania i wydruku















1. Modelowanie i druk 3D w pigułce

Drukarki 3D oparte są na technologii szybkiego prototypowania wprowadzonej na rynek przemysłowy w latach 80. Z powodu wygaśnięcia patentu technologia drukowania 3D staje się dziś coraz bardziej dostępna dla szerokiego grona konsumentów. Drukowanie 3D, znane również jako wytwarzanie addytywne, to proces tworzenia trójwymiarowych obiektów stałych z pliku cyfrowego. Drukarka topi materiał i wylewa go na podstawę w określony sposób, tworząc kolejne warstwy, aby uczynić go trójwymiarowym. Warsztaty wprowadzające obejmują następujące zagadnienia:

• Cele i główne obszary zastosowania technologii 3D

Istnieje znaczna liczba zastosowań druku 3D w produkcji, edukacji i usługach. Uczniowie najlepiej zrozumieją zakres i potencjał tej technologii, jeśli zostaną zapoznani z konkretnymi przykładami z różnych dziedzin (np. bioprint w medycynie, betonowy druk w budownictwie lub drukowana biżuteria). Wybór przykładów powinien być dostosowany do konkretnego profilu zawodowego grupy.

• Różnice pomiędzy projektami 2D i 3D

Wiele branż, które wcześniej opierały się na dwuwymiarowych rysunkach i projektach, przeszło na wizualizacje 3D. Aby intuicyjnie zrozumieć postęp, uczniowie powinni zobaczyć, jak obiekt sporządzony w programie 2D można łatwo przekształcić w model 3D (np. za pomocą kreatora online jak Shapeways <u>www.shapeways.com</u>).

• Poszczególne fazy procesu modelowania 3D

Ta część ma na celu przegląd całego procesu, a nie szczegółowe objaśnienie kroków, które zostaną przedstawione na kolejnych warsztatach. W <u>tutorialu online</u> uczniowie poznają następujące kroki od modelowania 3D CAD, poprzez przygotowanie - "pokrojenie" projektu do druku, drukowanie warstwowe, aż do wykonania kompletnego obiektu fizycznego.













2. Budowa drukarek 3D i najpopularniejsze modele

Drukarki i materiały 3D stale się rozwijają, dlatego w tej części zajęć należy uwzględnić najnowsze wiadomości z rynku. Istnieje wiele dedykowanych portali, z których można czerpać odpowiednie informacje, np: <u>https://www.3dhubs.com</u>. Należy poświęcić więcej czasu konkretnej drukarce używanej w warsztacie, najprawdopodobniej drukarce FDM ze względu na jej popularność i dostępność. Warto omówić co najmniej następujące kluczowe komponenty, opisane tutaj na przykładzie drukarki Skriware <u>https://skriware.com</u>, z której korzystaliśmy prowadząc nasze zajęcia warsztatowe:

- Oprogramowanie i jego interfejs
- Ekstruder (jeśli jest podwójny, można pokazać, jak łączyć różne kolory i materiały, aby osiągnąć wielorakie efekty)
- Podstawa, na której powstaje wydruk
- Czujniki zbliżenia
- Parametry drukowania wpływające na jakość procesu (obszar drukowania, czas, temperatura itp.)















3. Oprogramowanie do modelowania i drukowania 3D dla początkujących

Istnieje wiele programów, dzięki którym pierwsze kroki w modelowaniu 3D są dość łatwe. Na tym etapie prezentujemy przykłady takich programów wraz z bardziej szczegółowym opisem tego, który zostanie wykorzystany podczas warsztatów. Wybór zależy od dostępnego oprogramowania i preferencji nauczyciela. Zalecana lista obejmuje:

- <u>TinkerCAD</u> to szczególnie przydatny darmowy zestaw narzędzi online do projektowania 3D. Jest to dobra propozycja na początek ze względu na intuicyjny interfejs, duży zasób samouczków i wsparcie społeczności użytkowników. Uczniowie zapoznają się z podstawowymi funkcjami programu. Będą mogli je przećwiczyć podejmując konkretne zadania na kolejnych warsztatach.
- <u>FreeCAD</u> to kolejny darmowy modeler 3D typu open source do projektowania rzeczywistych obiektów. Modelowanie parametryczne pozwala użytkownikom na łatwą modyfikację projektu poprzez powrót do historii modelu i zmianę jego parametrów. Program ten warto krótko przedstawić zainteresowanym uczniom, aby dalej mogli samodzielnie poznać jego możliwości.
- <u>SketchUp</u> to oprogramowanie typu web-based do modelowania 3D z szerokim zakresem aplikacji do projektowania wnętrz, architektury i gier wideo. Jego podstawowa wersja jest darmowa, a zatem łatwo dostępna dla uczniów, którzy chcą powiększyć swój cyfrowy zestaw narzędzi.
- <u>Blender</u> może okazać się zbyt trudny dla uczniów, którzy nie opanowali jeszcze prostszych narzędzi, takich jak TinkerCAD. Na tym etapie warto go jednak przedstawić jako doskonały darmowy program otwierający drogę do bardziej zaawansowanego projektowania 3D.













4. Konfiguracja drukarki i przygotowanie do drukowania

Jest to ważna część pracy, ponieważ niewłaściwe ustawienie drukarki może skutkować wydrukami złej jakości, dlatego należy poświęcić wystarczająco dużo czasu na jej przygotowanie, aby nie marnować później czasu na powtórne wydruki. Warsztaty obejmują następujące kwestie.

- **Oprogramowanie drukarki i jej użycie.** Dedykowane oprogramowanie powinno być preinstalowane. Uczniowie zapoznają się z jego podstawowymi funkcjami dostępnymi z panelu drukarki.
- Stabilizacja i poziomowanie drukarki. Drukarka musi być stabilna i stać na twardym podłożu, aby wyeliminować wstrząsy. W przeciwnym razie ruchoma głowica drukarki może powodować wibracje całego urządzenia, a nawet zniszczyć drukowany model.
- Wyrównanie stołu drukarskiego. Powinien być wypoziomowany do głowicy drukującej. Jeśli nie zostanie to wykonane poprawnie, model może nie przykleić się do powierzchni lub drukarka może nie być w stanie wydrukować pierwszych warstw. Zwykle drukarki mają specjalny protokół i funkcje do wyrównywania stołu.
- Ładowanie filamentu (-ów). W zależności od modelu drukarki, można załadować jeden lub dwa różne filamenty. Uczniowie powinni wiedzieć jak dobrać odpowiedni rodzaj filamentu i jego parametry dla konkretnej drukarki.













5. Pierwsze kroki w druku 3D

Dobrym sposobem na rozpoczęcie nauki drukowania 3D jest użycie gotowych modeli dostępnych w jednej z wielu różnych internetowych baz projektów. Dzięki takiemu podejściu uczniowie poznają:

- Efektywną metodę testowania drukarki. Jeśli wiemy, że model został wcześniej pomyślnie wydrukowany i ma dobre recenzje, możemy być pewni, że drukarka lub nasze działania są przyczyną ewentualnych problemów z wydrukiem. Taki przypadek jest dobrą okazją do wyjaśnienia niektórych problemów, które mogą wystąpić podczas drukowania.
- Wszystkie fazy procesu drukowania 3D. Jak odbywa się drukowanie i jakie czynniki wpływają na ten proces poziomowanie drukarki i stołu, pozycjonowanie modelu do drukowania, rodzaj filamentu, itp.
- Bazy danych, które ułatwiają opanowanie różnych zastosowań druku 3D. Dzięki różnorodności modeli i kategorii uczniowie będą mogli poznać potencjał drukarek 3D do tworzenia kompleksowych projektów.

Istnieje wiele różnych internetowych baz danych z gotowymi plikami STL, które można wydrukować na dowolnej drukarce FDM. Wiele z nich jest bezpłatnych. Najpopularniejszym polecanym tutaj portalem jest <u>https://www.thingiverse.com</u>. Repozytorium zawiera modele w wielu różnych kategoriach, można także przesyłać przez siebie zaprojektowane obiekty. Zwykle projektanci udostępniają nie tylko pliki, z których mogą korzystać inni, ale także zdjęcia, prezentacje, linki do powiązanych zasobów, rekomendacje dotyczące typów drukarek 3D i filamentów i wiele innych. Użytkownicy mogą zamieszczać i omawiać opinie na temat wszystkich rekordów w repozytorium.

Istnieją również inne przydatne bazy danych, które warto zaprezentować na warsztatach:

- <u>https://all3dp.com/1/free-stl-files-3d-printer-models-3d-print-files-stl-download</u>
- <u>https://skrimarket.com</u>
- <u>www.yeggi.com</u>

Dzięki zajęciom wprowadzającym uczniowie mogą przystąpić do konkretnych projektów. Na tym etapie program warsztatów dzieli się na poszczególne ścieżki odpowiadające profilom zawodowym i zainteresowaniom grup. Poniżej przedstawiamy trzy różne plany warsztatów dotyczące budowy dronów, projektowania schodów spiralnych i modelowania mostów kratownicowych.













II. Konstruowanie dronów

Drony budzą autentyczną ciekawość wśród młodych ludzi, a warsztaty na temat ich budowy szybko zapełniają się uczestnikami. Tutaj przedstawiamy program zajęć dla grupy uczniów posiadających podstawową wiedzę z zakresu elektroniki i umiejętności projektowania 2D.

Efekty kształcenia

Po przejściu tej ścieżki edukacyjnej uczniowie będą potrafili:

- Zidentyfikować główne elementy drona
- Wyszukać i pobrać części, które można wydrukować w 3D
- Zaprojektować własne zmodyfikowane/ulepszone części
- Zmontować całe urządzenie
- Przetestować drona w locie















1. Wprowadzenie do TinkerCADa

<u>TinkerCAD</u> to aplikacja do projektowania i drukowania 3D, którą uczniowie z podstawowymi umiejętnościami cyfrowymi mogą łatwo opanować. Program ma intuicyjny interfejs i jest doskonałym narzędziem do kształcenia umiejętności myślenia przestrzennego niezbędnych do modelowania obiektów fizycznych. Jest używany przez początkujących projektantów do prototypowania różnych obiektów, w tym robotów i dronów. Ważną cechą TinkerCADa jest to, że można z jego pomocą importować pliki STL, a następnie je modyfikować. Można dalej eksportować gotowe pliki do programu przygotowującego/krojącego plik do wydruku 3D. TinkerCAD publikuje również doskonałe tutoriale - na zajęcia warto wybrać te, które najbardziej odpowiadają poziomowi danej grupy i zadaniom, jakie mają wykonać uczniowie.















W tym module szkoleniowym uczniowie przechodzą następującą ścieżkę edukacyjną.

- **Poznanie podstawowych funkcji programu TinkerCAD.** Można to zrobić przy pomocy jednego z tutoriali z portalu programu. Uczniowie bardziej zaznajomieni z technologią cyfrową mogą bezpośrednio przystąpić do projektowania prostych obiektów 3D. Przed przejściem do następnego etapu należy opanować przynajmniej następujące podstawowe funkcje: dodawanie lub usuwanie fragmentów danego obiektu, przenoszenie, obracanie i dostosowywanie obiektów w przestrzeni oraz ich grupowanie w celu stworzenia szczegółowych modeli.
- Wybór i pobieranie części drona. Baza Thingiverse zawiera wiele projektów dronów. Przykładem na początek może być ramię drona <u>www.thingiverse.com/thing:3129911</u>, do którego można dobrać szereg innych części potrzebnych do konstrukcji całości. Uczniowie analizują cały projekt i ewentualnie identyfikują słabe części konstrukcji za pomocą opublikowanych komentarzy na portalu. Następnie pobierają pierwszą część do dalszego opracowania w TinkerCAD.
- **Przeprojektowanie części drona.** Ramię pokazane na powyższym zdjęciu jest dość słabe, aby wytrzymać ewentualne "twarde" lądowanie drona. Można go łatwo pogrubić i wzmocnić. Uczniowie stosują zalecane ulepszenia w istniejącym projekcie.
- **Porównanie projektów.** Modyfikacje zaproponowane przez uczniów z pewnością będą się różnić. Grupa omawia swoje projekty z nauczycielem i wybiera 2 3 najlepsze do druku.
- **Przygotowanie pliku do drukowania.** Po wykonaniu projektu 3D plik należy "pokroić" za pomocą odpowiedniego programu. Jakość wydruku będzie także zależeć od dokonanych na tym etapie operacji. Uczniowie poznają podstawowe funkcje programu do krojenia Cura <u>https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura</u> podczas przygotowywania swoich plików do druku.
- Drukowanie finalnych obiektów. W zależności od wielkości przedmiotów potrzebny czas może wykraczać poza ramy zajęć warsztatowych. Jest prawdopodobne, że uczniowie zobaczą swoje projekty dopiero na następnej sesji. Należy wtedy omówić jakość wydruków i przydatność zaprojektowanych elementów do konstrukcji drona. Grupa z pomocą nauczyciela powinna wybrać jeden model, do którego zostaną wydrukowane pozostałe części.













2. Projektowanie i drukowanie pozostałych części drona

Na początku zajęć uczniowie mają do dyspozycji pierwszą, główną część drona z poprzednich warsztatów. Teraz zadaniem jest kontynuowanie pracy z pozostałymi częściami potrzebnymi do złożenia kompletnego urządzenia. W zależności od poziomu grupy i dostępnego czasu, można skupić się na mniejszej lub większej liczbie elementów. Ważne jest, aby wydrukować wszystkie kluczowe elementy. Pewne z nich będą samodzielnie zaprojektowane przez uczniów, a inne pobrane spośród gotowych plików dostępnych na stronie <u>Thingiverse</u> lub innym podobnym portalu. Uczniowie mogą dzielić się zadaniami między sobą lub pracować w mniejszych grupach. Każdy element jest dobrą okazją do ćwiczenia wielorakich umiejętności w zakresie prototypowania 3D.

- Rama. Drukowanie pozostałych elementów ramy pozwoli utrwalić uczniom umiejętności zarządzania całym procesem (ładowanie filamentów, dostosowywanie parametrów w menu drukarki itp). Rama jest częścią, która pęka najczęściej podczas awarii drona, więc uczniowie powinni posiąść umiejętność wymiany takich części.
- Podwozie. Umożliwia bezpieczne lądowanie, chroniąc silnik i elektronikę przed uszkodzeniem. Kształt tego elementu może być mniej lub bardziej złożony, co stanowi dobrą okazję do ćwiczenia umiejętności projektowania na różnych poziomach zaawansowania. Zadaniem jest tu zapewnienie kompatybilności wszystkich części konstrukcji z ramą drona.
- Mocowania kamery i anteny. Oba elementy mocujące są stosunkowo łatwe do zaprojektowania, więc uczniowie mogą zaproponować swoje oryginalne projekty. Projekty te pozwolą na ćwiczenie następujących sprawności: dzielenie całej konstrukcji na mniejsze jednostki; tworzenie kulistych i prostokątnych elementów, z których zostaną utworzone mocowania; dostosowywanie ich wymiarów; tworzenie pustych przestrzeni wewnątrz; wyrównywanie elementów; i wreszcie grupowanie/scalanie ich wszystkich razem.
- Śmigła. Są to najtrudniejsze części do zaprojektowania, ponieważ śmigła muszą wytworzyć odpowiednią siłę do podniesienia drona. Jest zatem prawdopodobne, że uczniowie zaczną od gotowego projektu i zoptymalizują go pod kątem własnego drona, biorąc pod uwagę takie parametry jak rozmiar i waga drona oraz kształt śmigła z dokładnie dobranymi kątami obrotu. Dobrym pomysłem jest zaprojektowanie różnych wersji śmigieł (np. wyższe i niższe kąty natarcia), a następnie przetestowanie ich po zmontowaniu całego urządzenia.
- Inne opcjonalne części. Jeśli czas na to pozwoli, projektowanie pozostałych części drona da dobrą okazję do utrwalenia nabytych dotychczas umiejętności: zewnętrzna obudowa, wyposażenie ochronne drona, osłona zestawu akumulatorów itp.













3. Montaż drona

Na tym etapie wszystkie wydrukowane elementy powinny być gotowe. Teraz uczniowie identyfikują inne komponenty potrzebne, aby zbudować w pełni funkcjonalnego drona. Istnieje wiele witryn, które mogą ułatwić to wyszukiwanie, np. <u>http://grinddrone.com</u>. Porównanie różnych urządzeń będzie okazją do głębszego zapoznania się z konstrukcją drona przed wybraniem poszczególnych elementów. Organizatorzy zajęć powinni zadbać o to, by wybrane elementy można było nabyć na potrzeby warsztatów. Gdy wszystkie elementy są dostępne, grupa może rozpocząć składanie drona, budując go z części poprzednio wydrukowanych i nowo nabytych komponentów. Co najmniej następujące części zostaną wykorzystane, a ich funkcje poznane w procesie montażu całości.















- Silnik. Jest ważną częścią konstrukcji drona. Wybór wydajnego silnika oznacza oszczędności na żywotności baterii i kosztach konserwacji. Na warsztatach uczniowie porównują parametry szczotkowych i bezszczotkowych silników i instalują odpowiedni dla swojego drona.
- Elektroniczny regulator prędkości. Jest to obwód elektryczny, którego głównym zadaniem jest monitorowanie/zmiana prędkości i kierunku drona podczas lotu. Wszystkie parametry związane z lotem są sterowane za pomocą tego regulatora. Przed zainstalowaniem go, uczniowie powinni zrozumieć wszystkie te funkcje.
- **Kontroler lotu.** Jest to płyta główna drona odpowiedzialna za przekazywanie poleceń wysyłanych przez pilota. Uczniowie powinni poznać podstawy procesu interpretacji danych wejściowych z odbiornika, modułu GPS, baterii i czujników pokładowych przez kontroler lotu. Wszelkie zmiany tych funkcji są możliwe tylko na bardzo zaawansowanym poziomie na tym etapie uczniowie powinni wiedzieć jak zainstalować kontroler w korpusie drona.
- **Odbiornik.** Jest to jednostka odpowiedzialna za odbiór sygnałów audio wysyłanych do drona przez kontroler. Uczniowie poznają funkcje takiego odbiornika w trakcie montażu urządzenia.
- **Nadajnik.** Przesyła sygnały radiowe z kontrolera do drona w celu wydawania poleceń dot. lotu i kierunków. Uczniowie będą musieli zapewnić kompatybilność odbiornika i nadajnika, które wykorzystują sygnał radiowy do komunikacji podczas lotu.
- **Moduł GPS.** Odpowiedzialny za określenie lokalizacji drona (długość i szerokość geograficzna oraz wysokość). Przed rozpoczęciem lotów uczniowie powinni zrozumieć funkcje tego modułu w śledzeniu trasy, rejestrowaniu szczegółów konkretnych lokalizacji na lądzie oraz zapewnieniu bezpiecznego powrotu drona do pilota.
- Bateria. Parametry baterii są ważne, aby zapewnić wystarczającą moc drona i czas lotów. Uczniowie powinni zainstalować baterię, która pozwoli na 10–15 minut lotów testowych oraz ponowne ładowanie lub wymianę.
- **Kamera.** Uczniowie montują kamerę ze stabilizatorem, który ułatwia robienie zdjęć i kręcenie filmów. Jeśli zostanie to wykonane prawidłowo, będzie można prowadzić dalsze warsztaty poświęcone fotografii lotniczej, co otwiera nową ciekawą perspektywę kreatywnych zajęć z młodzieżą.













4. Loty próbne

Po złożeniu drona następne warsztaty skupiają się na testowaniu urządzenia w rzeczywistych lotach. Uczniowie muszą przejść przez kilka etapów przygotowawczych, nim to nastąpi. Chodzi o to, aby zdobyć podstawową wiedzę na temat nawigacji dronów i zasad bezpieczeństwa, których należy przestrzegać.

- Nawigacja w symulatorze lotów. Zanim grupa zabierze nowo skonstruowanego drona na swój pierwszy lot, dobrze jest skorzystać z symulatora, aby poznać przynajmniej podstawy uruchamiania urządzenia, nawigacji i lądowania. Pomoże to uniknąć potencjalnych problemów, w tym awarii, która może zniszczyć drona na samym początku. Dobrze też korzystać z tego samego kontrolera, który będzie potem używany podczas rzeczywistego lotu. Warto by w ten sposób każdy przećwiczył nawigowanie lotem, jak i obsługę kamery, co ułatwi robienie dobrych zdjęć i filmów. Zależy to oczywiście od dostępnego czasu jeśli dysponujemy tylko jednym symulatorem, praktykę trzeba będzie zorganizować w kilku sesjach, indywidualnie lub w małych grupach. Celem jest, aby wszyscy uczestnicy zdobyli przynajmniej podstawową praktyczną umiejętność pilotowania drona.
- Bezpieczeństwo lotów. Ćwiczenie na symulatorze to nie to samo co faktyczne loty. Przed rozpoczęciem prawdziwych lotów uczniowie powinni poznać podstawowe zasady bezpieczeństwa i konserwacji dronów, aby uniknąć wypadków. W trakcie tej sesji warsztatowej uczniowie zapoznają się z następującymi zagadnieniami:
 - Jak prowadzić regularne kontrole pod kątem uszkodzeń drona, jego konserwacji, itd
 - Jakiej maksymalnej wysokości lotu przestrzegać
 - Dlaczego należy mieć drona w zasięgu wzroku
 - Na jakich obszarach można latać
 - Jakie przepisy obowiązują na danym obszarze
- Loty w terenie. Lokalizację należy wybrać starannie, przestrzegając powyższych zasad. W szczególności latanie nad miejscami, gdzie znajdują się ludzie nie jest dozwolone, dlatego należy się unikać miejsc publicznych. Każdy uczeń powinien mieć możliwość pilotowania co najmniej jednego lotu, by zdobyć doświadczenie postrzegane jako atrakcyjne przez młodych ludzi. Jeśli czas na to pozwoli, uczniowie powinni również zrobić zdjęcia lotnicze lub nakręcić krótkie filmy. Warto więc wybrać dogodną lokalizację dla fotografii lotniczej. Dobre zdjęcia będą zachętą do kontynuacji warsztatów lub po prostu świetnym materiałem na zakończenie zajęć, który uczestnicy z pewnością chętnie zaprezentują w mediach społecznościowych.













III. Druk 3D w stolarstwie

Druk 3D wkroczył ostatnio do tradycyjnego rzemiosła, od wyrobu biżuterii po produkcję mebli. Istnieje wiele przyczyn tego rozwoju. Technologia 3D umożliwia projektowanie ze znacznie większą swobodą niż wcześniej, co pomaga rzemieślnikom w szybkim prototypowaniu i produkcji w wysokim standardzie. Obecnie możliwa jest bardziej skomplikowana geometria i formy rzeźbiarskie, a produkty można łatwiej dostosować do gustów klientów. Istnieje również czynnik opłacalności, ponieważ najnowocześniejsze technologie znacznie skracają czas prototypowania. Dlatego warto wprowadzić w tę technologię, zmieniającą sposób pracy nowych rzemieślników, uczniów przygotowujących się do pracy w zawodach takich jak stolarstwo.

Efekty kształcenia

Po przejściu tej ścieżki edukacyjnej uczniowie będą potrafili:

- Wyjaśnić, jak technologia 3D modernizuje dziedzinę rzemiosła
- Wyszukać i pobrać złącza meblowe, które można wydrukować w 3D
- Zaprojektować prototyp drewnianych schodów spiralnych
- Wydrukować elementy i zmontować model schodów
- Wykonać końcowy produkt














1. Nowi rzemieślnicy

Na tej sesji warsztatowej uczniowie poznają, w jaki sposób technologia przekształca rękodzieło. Po krótkim historycznym wprowadzeniu zaprezentowane zostaną różne zastosowania druku 3D we współczesnym rzemiośle.

- Postępy nowoczesności. Celem tych zajęć jest uświadomienie uczniom ciągłości procesu modernizacji rzemiosła, ze szczególnym uwzględnieniem najnowszych osiągnięć. Dobrym wprowadzeniem do tego zagadnienia jest opracowany przez nas kurs online w ramach projektu ARTISAN
 <u>https://www.youthart.eu/artisan/course/artisan-course</u>. Materiały te można wykorzystać w formule 'blended learning'' po wprowadzeniu na zajęciach uczniowie mogą samodzielnie przejść poszczególne lekcje online.
- **Prototypowanie biżuterii.** W tradycyjnym warsztacie złotniczym cały proces wytwarzania biżuterii, od przygotowania metalu do czyszczenia gotowego produktu, odbywa się całkowicie ręcznie. Dzięki modelowaniu i drukowi 3D czas potrzebny na wykonanie ostatecznego przedmiotu można zmniejszyć o połowę. Uczniowie porównują dwa procesy na podstawie przykładów dostępnych na stronie

https://youthart.eu/3dlab/lp-courses/3d-lab-online-course/lessons/7-goldsmithsart-iter-produce-of-a-florentine-style-ring-traditional-vs-3d-supported/

- Modele 3D do formowania ceramiki. W nowoczesnym warsztacie ceramicznym formy są tworzone z pomocą zaprojektowanych i wydrukowanych modeli 3D, co znacznie przyspiesza cały proces prototypowania. Model jest odpowiednio powlekany, aby umożliwić wytwarzanie wielu kopii formy bez zużywania się lub zniekształcania modelu, tak jak w przypadku modeli gipsowych lub glinianych. Uczestnicy zapoznają się z tą nową metodą stosowaną w ceramice na blogu prowadzonym przez młodego rzemieślnika z Wielkiej Brytanii <u>http://jadecromptonceramics.blogspot.com</u>
- Druk 3D w projektowaniu mebli. Jest to szczególnie interesujący przypadek dla uczniów klas stolarskich, ponieważ pokazuje, jak tradycja spotyka się z nowoczesnością w tym rzemiośle. Uczniowie zapoznają się z wybranymi projektami stołów i krzeseł z łączeniami wydrukowanymi w 3D, rozwiązaniem, które oferuje elastyczność i opłacalność w nowoczesnej produkcji mebli <u>https://vimeo.com/166923632</u>













2. Wprowadzenie do TinkerCADa

TinkerCAD <u>www.tinkercad.com</u> to aplikacja do projektowania i drukowania 3D, którą uczniowie z podstawowymi umiejętnościami cyfrowymi mogą łatwo opanować. Program ma intuicyjny interfejs i jest doskonałym narzędziem do kształcenia umiejętności myślenia przestrzennego niezbędnych do modelowania obiektów fizycznych. Jest używany przez początkujących projektantów do prototypowania różnych obiektów, w tym mebli dla majsterkowiczów. Ważną cechą TinkerCADa jest to, że można z jego pomocą importować pliki STL, a następnie je modyfikować. Można dalej eksportować gotowe pliki do programu przygotowującego/krojącego plik do wydruku 3D. TinkerCAD publikuje również doskonałe tutoriale - na zajęcia warto wybrać te, które najbardziej odpowiadają poziomowi danej grupy i zadaniom, jakie mają wykonać uczniowie.

W tym module szkoleniowym uczniowie przechodzą następującą ścieżkę edukacyjną.

- **Poznanie podstawowych funkcji programu TinkerCAD.** Można to zrobić przy pomocy jednego z tutoriali z portalu programu. Uczniowie bardziej zaznajomieni z technologią cyfrową mogą bezpośrednio przystąpić do projektowania prostych obiektów 3D. Przed przejściem do następnego etapu należy opanować przynajmniej następujące podstawowe funkcje: dodawanie lub usuwanie fragmentów danego obiektu, przenoszenie, obracanie i dostosowywanie obiektów w przestrzeni oraz ich grupowanie w celu stworzenia szczegółowych modeli.
- Wybór i pobieranie złącza meblowego. Baza Yeggi zawiera wiele projektów połączeń meblowych. Przykładową częścią na początek może być złącze do montażu skrzynki ze sklejki www.myminifactory.com/object/3d-print-plywood-box-joint-3mm-thick-31995.

Uczniowie analizują projekt i ewentualnie identyfikują słabe części konstrukcji. Następnie pobierają zestaw złącz do dalszego opracowania w TinkerCAD.

- Przeprojektowywanie złącz. Na przykład złącze kątowe pobrane z bazy wydaje się zbyt słabe, aby wytrzymać większy ładunek przedmiotów w pudełku. Można go łatwo pogrubić i wzmocnić. Uczniowie wprowadzają odpowiednie ulepszenia w istniejącym projekcie.
- Porównanie projektów. Modyfikacje zaproponowane przez uczniów z pewnością będą się różnić. Grupy omawiają swoje projekty z nauczycielem i wybierają 2 – 3 najlepsze z nich do druku.













- Przygotowanie pliku do drukowania. Po wykonaniu projektu 3D plik należy "pokroić" za pomocą odpowiedniego programu. Jakość wydruku będzie także zależeć od dokonanych na tym etapie operacji. Uczniowie poznają podstawowe funkcje oprogramowania do krojenia Cura <u>https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura</u> podczas przygotowywania swoich plików do druku.
- Drukowanie finalnych obiektów. W zależności od wielkości przedmiotów potrzebny czas może wykraczać poza ramy zajęć warsztatowych. Jest prawdopodobne, że uczniowie zobaczą swoje projekty dopiero na następnej sesji. Należy wtedy omówić jakość wydruków i przydatność zaprojektowanych elementów do konstrukcji całości. Do montażu funkcjonalnego pudełka ze sklejki należy wybrać najlepiej zaprojektowane i wydrukowane części.

3. Prototypowanie drewnianych schodów

Uczniowie przystępują do tych zajęć zdobywszy już podstawową wiedzę i umiejętności, jak zaprojektować prosty kształt w TinkerCAD. Teraz ich zadaniem jest wykonanie projektu związanego z programem szkolenia zawodowego w dziedzinie stolarstwa spiralnych schodów drewnianych. Budowa spiralnych schodów jest bardziej skomplikowana niż budowa zwykłych, ponieważ wymaga precyzyjnego wymiarowania, by zapewnić właściwe położenie każdego stopnia. Prototypowanie 3D jest doskonałą metodą do wizualizacji możliwych wariantów oraz do rozważenia ich zalet i wad.















- Planowanie układu klatki schodowej. Spiralne schody najlepiej sprawdzają się w ciasnych przestrzeniach. Zanim uczniowie zaczną projektować, powinni zapoznać się z przepisami budowlanymi, które często określają wymogi dotyczące spiralnych schodów. Następnie powinni zdecydować, gdzie umieścić schody, jaka przestrzeń jest dostępna i jakie dokładne parametry należy zachować (wysokość od podłogi do sufitu, optymalna średnica, itp).
- **Obliczanie dokładnej liczby i odstępów między poszczególnymi stopniami.** Odległość w pionie między każdym ze schodów jest kluczowym czynnikiem w całej konstrukcji, którą należy obliczyć wraz z grubością stopni. Parametry te należy ustalić przed przejściem do następnego etapu.
- Projektowanie stopni i środkowej kolumny. Każdy ze schodów będzie miał taki sam rozmiar, więc uczniowie muszą stworzyć model jednego przedmiotu. W swoich projektach powinni najpierw ustalić długość, głębokość i grubość stopni (wymagana głębokość stopni może być regulowana przez krajowy kodeks budowlany). Następnie w modelu stopnia trzeba utworzyć otwór na wąskim końcu dla środkowej kolumny łączącej. Kształt typowych stopni jest bardzo prosty, dzięki czemu stanowi idealne zadanie dla początkujących w projektowaniu 3D. Podobnie kolumna - jest to podłużny walec.
- **Przygotowanie pliku do drukowania.** Po wybraniu najlepszego projektu przez grupę plik należy odpowiednio "pokroić", aby mógł być wydrukowany. Uczniowie utrwalają wiedzę zdobytą podczas poprzedniej sesji, przygotowując swoje pliki do druku. W ten sposób lepiej poznają cały proces, od projektu TinkerCAD po produkcję fizycznego prototypu.
- Drukowanie poszczególnych elementów modelu. Do wizualizacji całego projektu schody mogą być niewielkie, choć nawet i wtedy czas potrzebny na wydrukowanie wszystkich części prawdopodobnie wykroczy poza ramy czasowe warsztatów. Dobrze jest umożliwić uczniom prześledzenie procesu wydruku co najmniej jednego elementu. Resztę można wydrukować po warsztatach, gdy w pracowni jest ktoś, kto będzie czuwał nad przebiegiem wydruku.
- **Montaż modelu stopni spiralnych.** Konstrukcja jest łatwa do złożenia, jeśli wszystkie jej elementy są odpowiednio zaprojektowane. Konieczne mogą być pewne zmiany: np.środkowa kolumna może być zbyt luźna, aby mocno trzymać stopnie. W takich przypadkach uczniowie powinni dostosować odpowiednie parametry w TinkerCAD i ponownie wydrukować pliki. Finalnym produktem jest model fizyczny wizualizujący wszystkie szczegóły konstrukcji schodów.













4. Wykonanie drewnianych schodów spiralnych

Ta końcowa część warsztatów zakłada, że uczniowie mają możliwość zainstalowania schodów, np. w domu/mieszkaniu lub w środowisku symulacyjnym (np. szkolnym warsztacie). Wszystkie pomiary klatki schodowej, co jest zasadniczą fazą procesu konstrukcji schodów, zostały już wcześniej wykonane. Teraz uczniowie przechodzą do faktycznej realizacji swojego projektu opracowanego w formie modelu 3D.

- Wybór materiału. Należy wybrać odpowiedni rodzaj twardego drewna na stopnie, a także metalowe cylindry na środkową kolumnę i podstawy stopni. Części metalowe można później pokryć fornirem drewnianym, jeśli zostało to zaplanowane w projekcie.
- **Wycinanie stopni.** Trudność leży tu w proporcjonalnym odtworzeniu wymiarów modelu w drewnie. Jest to więc dobre ćwiczenie umiejętności precyzyjnego mierzenia, niezbędnej do dopasowania wszystkich części.
- Wykończenie elementów. Polerowanie i malowanie.
- **Montaż konstrukcji na klatce schodowej.** Dzięki starannie zaprojektowanemu modelowi faktyczne schody powinny dobrze mieścić się w klatce schodowej i zapewniać wygodne i bezpieczne wejście na wyższe piętro.















IV. Druk 3D w budownictwie

Architekci i inżynierowie coraz częściej używają drukarek 3D do tworzenia fizycznych, bardzo szczegółowych modeli architektonicznych. Dzięki technologii prototypowania 3D mogą tworzyć modele o różnym poziomie złożoności, co znacznie skraca czas potrzebny do wizualizacji połączeń pomiędzy elementami konstrukcyjnymi w wielu konfiguracjach oraz sposobu w jaki współdziałają te elementy ze sobą. W zarysowanym tu programie warsztatów uczniowie szkoły budowlanej na początkowym poziomie kształcenia zawodowego poznają przydatność technologii 3D w projektowaniu i testowaniu kratownic powszechnie stosowanych w różnych konstrukcjach.

Efekty kształcenia

Po przejściu tej ścieżki edukacyjnej uczniowie będą potrafili:

- Wyjaśnić, jak technologia 3D modernizuje dziedzinę budownictwa
- Wyszukać i pobrać przykładowe modele kratownic stosowanych w różnych konstrukcjach budowlanych
- Zaprojektować prototyp prostego mostu kratownicowego
- Wydrukować elementy i zmontować model
- Przetestować parametry mostu w symulacji jego obciążenia















1. Nowy wygląd architektury

Na tej sesji warsztatowej uczniowie dowiadują się, w jaki sposób technologia 3D zmienia sposób opracowywania projektu architektonicznego i jego realizację. Służą temu różnorodne przykłady zastosowania tej technologii w budownictwie, od prac projektowych do "wydruku" całych konstrukcji budowlanych.

- Prezentacja pomysłów projektowych. Dzięki wydrukowanym w 3D modelom przedstawiającym precyzyjne dane o obiekcie budowlanym lub placu budowy architekci mogą wizualizować swoje pomysły i prezentować je klientom. W wysoce konkurencyjnej branży żywa prezentacja projektu architektonicznego ułatwia pozyskiwanie klientów. Uczniowie analizują i porównują różne przykłady zastosowania tej metody dostępne na stronie <u>https://hobs3d.com/services/architectural-model-making</u>
- Druk 3D elementów konstrukcyjnych. Za pomocą drukarek 3D można wytwarzać złożone elementy belkowania. Wiele firm na całym świecie rozpoczęło testowanie szerokiego zakresu możliwych zastosowań drukowania z użyciem betonu i innych materiałów do realizacji różnych projektów architektonicznych. W szczególności istnieje zainteresowanie opracowaniem konstrukcji z użyciem elementów wewnętrznych, które są lekkie, sztywne i mocne. Uczniowie zapoznają się z tymi nowymi osiągnięciami dzięki zasobom opublikowanym na wybranych portalach, np. https://www.voxeljet.com/industries/construction-and-architectural-design https://pro3dcomposites.com/new-look-architecture-3d-printed-lattices
- Budynki wydrukowane w 3D. Budowa całych domów lub obiektów komercyjnych za pomocą drukowania 3D staje się dziś realna. Wielorakie konstrukcje można tworzyć za pomocą drukarek o dużych rozmiarach, stosując specjalne mieszanki cementu, które są sztywniejsze niż beton, więc nie ma potrzeby stosowania belek nośnych. Uczniowie zapoznają się z przykładami domów wydrukowanych w 3D na stronie <u>www.dezeen.com/tag/3d-printed-houses</u> i omawiają ich zalety (niższe koszty budowy, zmniejszone odpady budowlane, większa plastyczność kształtów, itp.) jak i wady (brak standardów budowlanych, ograniczone materiały, których można użyć itp).













2. Konstrukcja kratownic

Kratownica to trójkątny układ połączonych ze sobą prostych elementów konstrukcyjnych. Kratownice są powszechnie stosowane w budynkach, głównie tam, gdzie wymagane jest utrzymanie bardzo długich rozpiętości, np. w konstrukcji dużych dachów na terminalach lotniskowych, budynkach przemysłowych, itp. Spełniają one dwie główne funkcje: przenoszą obciążenia dachu i zapewniają stabilność poziomą. Uczniowie na wstępnym poziomie kształcenia zawodowego w dziedzinie budownictwa posiadają już podstawową wiedzę z geometrii (właściwości trójkątów i wielokątów) i zapoznali się z podstawami budowy kratownic w szkole. Podczas tych warsztatów konsolidują i pogłębiają tę wiedzę poprzez eksperymenty z modelami wydrukowanymi w 3D.

- Wyszukiwanie i pobieranie modelu kratownicy. Baza danych Yeggi zawiera szeroki wybór modeli kratownic (<u>www.yeggi.com/q/truss</u>). Wszystkie pliki zawierają opisy i uwagi dotyczące ich użycia. Materiał ten stanowi doskonałą okazję do utrwalenia wiedzy na temat budowy i parametrów kratownic. Uczniowie pracują w mniejszych grupach, z których każda wybiera kratownicę możliwą do wydrukowania w pracowni i jej przetestowania.
- Przeprojektowywanie wybranych kratownic. Korzystając z TinkerCADa lub podobnego oprogramowania, uczniowie mają za zadanie wprowadzić zmiany w pobranych projektach, które uproszczą konstrukcje, ale nie wpłyną negatywnie na ich wydajność (sztywność, stabilność, odporność na obciążenie, itp). Każda grupa rozpatruje możliwe efekty tych zmian przed faktycznymi testami na fizycznych modelach. Następnie wydrukowane zostają zarówno oryginalne, jak i zmodyfikowane modele z każdej grupy (z pewnością zajmie to więcej czasu niż czas dostępny na warsztatach, więc należy zapewnić możliwość dokończenia wydruków).
- **Eksperyment dotyczący wytrzymałości kratownicy.** Po wydrukowaniu wszystkich modeli uczniowie biorą udział w mini-teście z inżynierii budowlanej na temat tego, jak wytrzymałe są poszczególne konstrukcje. Stosują różne obciążenia do swoich modeli 3D i monitorują efekty. Prawdopodobnie większość zmodyfikowanych kratownic okaże się słabsza od oryginalnych projektów. Modyfikacje uczniów, które nie naruszyły wytrzymałości oryginalnego modelu będą praktycznie dokumentować dobre zrozumienie geometrii i właściwości kratownic.













3. Projektowanie mostu kratownicowego

Mosty kratowe to konstrukcje charakteryzujące się wiązaniem wielu małych elementów konstrukcyjnych w szereg połączonych trójkątów. Elementy mostu wiążą się ze sobą poprzez kompresję, napięcie lub działanie obu tych sił. Dzięki swojej unikalnej strukturze, która pozwala na efektywne wykorzystanie materiałów, są bardzo ekonomiczne. Jako takie, mosty kratownicowe są doskonałym przykładem do nauki podstawowych zasad budownictwa. W ramach tych warsztatów uczniowie stają przed zadaniem zaprojektowania i wydrukowania prototypu mostu łączącego dwie strony rzeki przepływającej przez ich miasto.

- Wprowadzenie do mostów kratownicowych. Istnieje wiele typów takich mostów (Howe, Pratt, Pensylwania, Baltimore itp): poprzez ich analizę i porównanie uczniowie wybierają konstrukcje, które pasują do konkretnych potrzeb lokalnej topografii. Dobrze będzie wybrać co najmniej 2 - 3 różne konstrukcje do opracowania w mniejszych grupach. Można tu skorzystać z jednego z wielu portali prezentujących przegląd typów i konstrukcji mostów kratownicowych, np. https://sciencestruck.com/truss-bridge-design
- Modelowanie mostu kratownicowego. Uczniowie zapoznają się z oprogramowaniem inżynierskim do projektowania kratownic (np. <u>https://trusstool.com</u> lub <u>https://skyciv.com</u> w zależności od ich poziomu). W każdej podgrupie modelują prosty most, wyznaczając jego wymiary, tworząc węzły, dodając elementy, stosując obciążenia i analizując jego wydajność. W rezultacie powinni stworzyć modele 3D, których pewne elementy można wydrukować.
- Tworzenie elementów modelu mostu. Prototyp będzie zbudowany z metalowych rozpórek i plastikowych łączników. Każda grupa ma do dyspozycji wystarczającą liczbę aluminiowych prętów, które można łatwo przyciąć, aby utworzyć rozpórki o odpowiedniej długości. Złącza powinny być zaprojektowane przez uczniów w programie TinkerCAD. Mogą oni zacząć od przykładów dostępnych na stronie <u>www.yeggi.com/q/truss+connectors</u> i zmodyfikować je do wykorzystania we własnych projektach mostów.
- **Montaż całej konstrukcji.** Kiedy wszystkie elementy są gotowe, należy je złożyć w model mostu. Pewne korekty elementów będą prawdopodobnie potrzebne, ponieważ złącza mogą być zbyt luźne lub ciasne, a kąty prętów rozporowych źle zaprojektowane. W zależności od wyników warsztaty można rozszerzyć na dalsze sesje.













4. Testowanie wytrzymałości modeli mostów

Tematyka warsztatów obejmuje zagadnienia łączące matematykę, inżynierię, projektowanie i architekturę. W zależności od priorytetów szkolenia i dostępnego czasu modele mostów można wykorzystać do pogłębienia zagadnień jednego z tych obszarów lub całego spektrum tematów.

- **Matematyka.** Po zmontowaniu modeli uczniowie będą mogli zweryfikować swoje obliczenia wykonane za pomocą programów takich jak <u>https://trusstool.com</u> lub <u>https://skyciv.com</u> i zbadać właściwości różnych konfiguracji trójkątnych.
- **Inżynieria.** Modele mostów kratownicowych są szczególnie interesującym przypadkiem inżynierii budowlanej. Modele fizyczne będą okazją do przetestowania różnych konstrukcji mostów kratownicowych. Ciekawie to będzie zrobić w formie konkursu, w którym każda grupa ustawia swój most, a następnie stopniowo go obciąża, aż do momentu załamania konstrukcji. Zwycięski model to ten, który udźwignie największe obciążenie. Powstaje tu szereg pytań: dlaczego dany most załamał się w danym punkcie? Gdzie jest słaby punkt konstrukcji? Jak można udoskonalić dany projekt w celu wzmocnienia konstrukcji?
- Projektowanie. Umiejętności w tym obszarze można dalej ćwiczyć na wiele sposobów: modyfikować pierwotne projekty na podstawie wyników testów lub zaprojektować nowe konstrukcje z innym rodzajem kratownicy, ulepszyć łączniki, aby wzmocnić model, itp.
- Architektura. Na zajęciach uczniowie stanęli przed zadaniem stworzenia prototypu mostu nad rzeką w określonym miejscu w ich mieście. Warsztaty można rozszerzyć opracowując modele 3D całego obszaru, aby pokazać, w jaki sposób dany projekt wpisuje się w istniejący kontekst. Jest to oczywiście dość wymagające zadanie, ale jako takie może stać się motywacją dla ambitnych uczniów, chętnie angażujących się w ciekawe projekty wykraczające poza ramy zajęć szkolnych.













Rozdział trzeci: Internet rzeczy

Scenariusze warsztatów przedstawione w tym rozdziale zostały opracowane przez greckiego partnera projektu digiVET - Computer Technology Institute (CTI), instytut wspierający greckie Ministerstwo Edukacji w procesie wdrażania ICT w edukacji oraz publikacji elektronicznych materiałów dydaktycznych dla greckich szkół.

Badanie przeprowadzone przez CEDEFOP na temat kształcenia i szkolenia zawodowego w Europie" (2018) pokazuje, że system edukacyjny w Grecji jest oparty na priorytecie przygotowania uczniów do nauki w szkole wyższej, podczas gdy kształcenie i szkolenie zawodowe często stanowi mniej atrakcyjny i stosunkowo słaby element całego systemu. W przeszłości kształcenie zawodowe odbywało się zasadniczo w trakcie pracy, a więc w sposób nieformalny. Ostatnio wprowadzone reformy kształcenia i szkolenia zawodowego mają na celu ułatwienie uczniom płynnego przejścia z edukacji na rynek pracy, modernizację kształcenia i szkolenia zawodowego, zapewnienie lepszych umiejętności praktycznych i stworzenie bardziej pozytywnego obrazu tej ważnej części systemu edukacji. Głównymi przyczynami braku akceptacji społecznej i atrakcyjności kształcenia i szkolenia zawodowego są: (i) przekonanie o słabszych wynikach w nauce osób uczęszczających do szkół zawodowych (ii) niższy poziom wykształcenia rodziców; (iii) ograniczone możliwości mobilności społecznej w związku z faktem, iż mniej osób kończących szkoły zawodowe dostaje się na studia wyższe (iv) faworyzowanie chłopców w szkolnictwie zawodowym. Percepcje te są powielane, co przekłada się na utrwalanie stereotypowego postrzegania kształcenia i szkolenia zawodowego.

Scenariusze warsztatów przedstawione w tym rozdziale nawiązują do Greckich Narodowych Ram Strategicznych dla Kształcenia i Szkolenia Zawodowego, które obejmują jako jedno z działań powiązanie edukacji formalnej i nieformalnej poprzez nowe specjalizacje i programy nauczania. Scenariusze te nie są planem prezentacji do przedstawienia na warsztatach, lecz stanowią projekt kursu online, który ma na celu poszerzenie i wzbogacenie programu formalnego nauczania szkolnego o wprowadzenie do Internetu Rzeczy. Modułowa forma kursu online, który można przejść we własnym, indywidualnym tempie, sprawia, że jest on świetną propozycją dla uczniów chcących poszerzyć swoją naukę w szkole poprzez udział w zajęciach pozalekcyjnych, szczególnie tych, którzy mają utrudniony dostęp do zajęć stacjonarnych.













Kurs online został zaprezentowany przez nauczycieli współpracujących z CTI w szkołach zawodowych (EPAL) w Patras, Mesologgi i Argos, a uczniowie mogli wziąć w nim udział w swoim własnym tempie poza szkołą. Nauczyciele z Pierwszego Centrum Laboratoryjnego Liceum Zawodowego i Liceum Eksperymentalnego Laggouras w Patras zrealizowali także wybrane moduły kursu w trakcie zajęć lekcyjnych.

Niniejszy rozdział opiera się na materiałach edukacyjnych opracowanych w ramach trzech udanych projektów, które stanowiły inspirację do stworzenia kursu online. Pierwszy z nich to GAIA (http://gaia-project.eu/index.php/en/about-gaia/), projekt którego celem było zwiększenie świadomości na temat oszczędności energii i zrównoważonego rozwoju w oparciu o analizę rzeczywistych danych z czujników zainstalowanych w budynkach szkolnych, tak by wpłynąć na zachowania przyczyniające się do zwiększenia efektywności energetycznej. Aby osiągnąć ten cel, udostępniono uczniom materiały i narzędzia pozwalające na eksperymenty z technologią IoT w kontekście energii i zrównoważonego rozwoju. Tym sposobem uczestnicy zajęć zapoznali się z koncepcjami dotyczącymi zużycia energii, zrównoważonego rozwoju i monitorowania budynków pod tym względem przy użyciu popularnych technologii IoT. Drugi projekt będący inspiracją dla prezentowanego tu kursu online to "Wprowadzenie do Arduino", zrealizowany na Wydziale Nauk Materiałowych Uniwersytetu w Patras pod kierunkiem Mariangeli Komninou. W ramach tego projektu opracowano przewodnik dotyczący korzystania z Arduino i Internetu Rzeczy na użytek greckich szkół. Końcowy rozdział o IoT w rolnictwie i rolnictwie precyzyjnym oparty jest na wynikach projektu SKIFF: Umiejętności dla przyszłych rolników http://future-farmer.eu/, który okazał się szczególnie przydatny dla uczniów zawodowych szkół rolniczych. Mimo że opisana tu technologia ma zastosowanie szczególnie w dużych gospodarstwach, ważne jest promowanie szerszej świadomości na temat korzyści płynących z jej zastosowania.

Powyższe zasoby okazały się świetnym materiałem do dalszej adaptacji dla szkół zawodowych. Dostosowane materiały przedstawione w tych rozdziałach mają na celu zapoznanie uczniów VET z technologią stojącą za "inteligentnymi przestrzeniami" i rolnictwem precyzyjnym. W szczególności koncentrujemy się tu na technologii Arduino, by wprowadzić podstawowe umiejętności obsługi mikrokontrolerów używanych w różnych inteligentnych urządzeniach interaktywnych oraz wykorzystaniu dronów w rolnictwie.













I. Wprowadzenie do Internetu Rzeczy

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Znajomość podstawowych pojęć i aplikacji związanych z Internetem Rzeczy
- Umiejętność identyfikacji głównych typów sieci IoT
- Umiejętność identyfikacji podstawowych komponentów elektronicznych
- Znajomość dodatkowych komponentów elektronicznych stosowanych w aplikacjach IoT















1. Co to jest IoT?

Internet Rzeczy (Internet of Things - IoT) to system powiązanych ze sobą urządzeń komputerowych, mechanicznych i cyfrowych, obiektów, zwierząt lub ludzi, które są wyposażone w unikalne identyfikatory (UID) i możliwość przesyłania danych przez sieć bez konieczności interakcji człowiek-człowiek lub człowiek-komputer (Wikipedia). Jednym z zastosowań tej technologii jest Smart Home, w którym urządzenia IoT są częścią automatyki domowej, która może obejmować oświetlenie, ogrzewanie i klimatyzację, media i systemy bezpieczeństwa. Długoterminowe korzyści to oszczędność energii dzięki automatycznemu wyłączaniu świateł i elektroniki. Inne obszary zastosowań to medycyna i opieka zdrowotna, transport, komunikacja, automatyka budynków, zastosowania przemysłowe (w tym produkcja i rolnictwo), a także aplikacje infrastrukturalne (wdrożenia na skalę metropolitalną, zarządzanie energią i monitorowanie środowiska) oraz aplikacje militarne (Internet of Battlefield Things i Ocean of Things).

Jak wspomniano wyżej, Internet Rzeczy to sieć fizycznych obiektów z wbudowaną elektroniką do wymiany danych z innymi urządzeniami lub maszynami. Zwykle rodzaj komunikacji między urządzeniami ma pewne ograniczenia dotyczące szybkości przesyłania, głównie ze względu na ograniczenia zużycia energii. W związku z tym istnieją specjalne protokoły przesyłania danych między dwoma komputerami w aplikacjach IoT. Urządzenie IoT może rejestrować, zbierać dane i komunikować się z innymi urządzeniami lub maszynami lub zdalnie kontrolować zmienne fizyczne. Używamy ich do analizy i wizualizacji danych, które są publikowane, w niektórych przypadkach, w chmurze, na wyspecjalizowanych serwerach, które akceptują ten typ danych. Urządzenia IoT mogą łączyć się z innymi urządzeniami za pośrednictwem sieci Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth i wielu innych technologii. Jedną z głównych różnic między urządzeniami IoT, a wcześniejszą generacją urządzeń "inteligentnych", jest to, że są one energooszczędne i wykorzystują połączenia bezprzewodowe do przesyłania danych na znaczne, wielokilometrowe odległości.

Internet Rzeczy uważany jest za kolejną wielką rewolucję technologiczną po wynalezieniu Internetu. Ma potencjał, by wywrzeć ogromny wpływ na poprawę jakości życia milionów ludzi na całym świecie. Według Cisco szacuje się, że do 2020 roku ponad 50 milionów urządzeń zostanie podłączonych do IoT.













loT wpływa na nasz styl życia, reakcje i sposoby zachowania. Korzystamy z klimatyzatorów, którymi można sterować za pomocą smartfona, inteligentnych samochodów, które wybierają najkrótszą trasę lub zegarków, które śledzą nasze codzienne czynności. loT to gigantyczna sieć urządzeń, które gromadzą i udostępniają dane o swoim statusie i środowisku, w którym działają. Wszystko odbywa się za pomocą czujników wbudowanych w obiekty fizyczne. Może to być telefon komórkowy, urządzenie elektryczne, czujnik kodów kreskowych Pecos, sygnalizacja świetlna, a właściwie niemal wszystko, z czym spotykamy się na co dzień. Czujniki te w sposób ciągły emitują dane, ważnym pytaniem jest więc, w jaki sposób dzielą się tak ogromną ilością danych i jak wykorzystujemy te dane na naszą korzyść. IoT stanowi wspólną platformę dla wszystkich tych urządzeń do gromadzenia danych oraz wspólny język komunikacji. Dane są emitowane z różnych czujników i wysyłane na platformę loT. Ostatecznie wynik jest udostępniany innym urządzeniom dla usprawnienia działanie wielorakich aplikacji.

Posiadamy inteligentne urządzenia, inteligentne samochody, inteligentne domy, inteligentne miasta, w których Internet Rzeczy na nowo definiuje nasz styl życia i zmienia sposób interakcji z technologią. Przyszłość branży IoT jest ogromna. Business Insider szacuje, że do 2020 roku zostaną zainstalowane 24 miliardy urządzeń IoT, a przychody branży osiągną około trzysta pięćdziesiąt siedem miliardów, co da wiele możliwości pracy w IT

Wiele przykładów zastosowań IoT pokazuje następujący film: https://youtu.be/QSIPNhOiMoE

Urządzenia IoT zwykle używają sieci bezprzewodowych do przesyłania danych. W zależności od zastosowania, odległości między nadajnikiem i odbiornikiem mogą się znacznie różnić i mogą korzystać z narzędzi infrastruktury przewodowej. W sieci IoT możemy znaleźć WAN, sieć o szerokim zasięgu, która przesyła dane na duże odległości za pomocą sieci Ethernet lub sieci komórkowej. Dla średnich zasięgów korzystamy z WLAN, sieci lokalnej. W przypadku krótkich zasięgów, ogólnie zorientowanych na aplikacje między dwoma komputerami, można posłużyć się siecią WPAN, czy też połączeniem Wi-Fi, aby uzyskać dostęp do usług zewnętrznych za pośrednictwem naszego routera dla połączeń WAN lub wykorzystać serwer sieciowy WLAN, aby na przykład współdziałał z innym urządzeniem w celu wizualizacji danych. Można też użyć połączenia Bluetooth między naszym smartfonem a urządzeniem IoT.















Gdy urządzenia IoT przesyłają dane do zewnętrznego serwera, dane te można wizualizować za pośrednictwem usług obsługujących wszystkie protokoły transmisji używane w aplikacjach IoT, takich jak MQTT lub HTTP. Jedną z takich platform jest Thingsboard, platforma typu open source, która umożliwia monitorowanie i kontrolę urządzeń IoT. Jest darmowa do użytku osobistego i komercyjnego i można ją zainstalować w dowolnym miejscu. Wszystkie platformy zazwyczaj oferują funkcje przechowywania i wizualizacji danych, tworzenia pulpitu nawigacyjnego do zarządzania i wiele innych usług, takich jak bezpieczeństwo, integracja, itp.

Źródła wykorzystane w tej części:

- <u>https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/f88748/internet-of-things-iot-an-intro</u> <u>duction/</u>
- <u>https://www.edx.org/course/introduction-to-the-internet-of-things</u>
- <u>https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT</u>













2. Podstawy elektroniki

Komponenty elektroniczne stosowane w aplikacjach IoT można podzielić na następujące typy:



Głównym elementem obwodu jest **mikrokontroler**, mózg naszego inteligentnego urządzenia. Jest to programowalne urządzenie, co oznacza, że możemy wgrać kod z określoną logiką. Mikrokontroler będzie reagować na sygnały zgodnie z kodem.















Płytka prototypowa jest płytą ze wszystkimi niezbędnymi komponentami do stworzenia eksperymentalnego modelu obwodu. Możemy również zastosować **osłony** (shields) i moduły, które są specjalnymi płytami gotowymi do użycia, zawierającymi wszystkie niezbędne elementy do testowania określonego komponentu elektroniki, na przykład mikrokontrolera lub dowolnego innego czujnika.







Aby zapewnić odpowiednią moc dla tych obwodów elektronicznych, mamy dwa główne źródła zasilania: **prąd przemienny AC** i **prąd stały DC**. Prąd przemienny jest dostępny w domowej sieci elektrycznej, zwykle używamy go do większości naszych urządzeń. Jego moc i kierunek są różne. Główną zaletą jest to, że jest łatwy w transporcie bez znacznych strat. Z drugiej strony prąd stały DC posiada stałą moc i kierunek. Główną zaletą prądu stałego jest to, że jest łatwy w obsłudze i może być generowany przez różne źródła energii - fotowoltaiczne, chemiczne lub elektryczne. Są to główne źródła używane w naszych obwodach, np. panele lub baterie słoneczne lub domowa sieć elektryczna. Oczywiście istnieją inne źródła energii, takie jak paliwa stałe, energia geotermalna, energia jądrowa, wiatr itp.



Rezystor znajduje się w zasadzie w każdym obwodzie i służy do ograniczenia przepływu prądu na określonej gałęzi tego obwodu lub do dostosowania napięcia. Rezystor działa w oparciu o prawo Ohma, które określa opór jako wielkość charakteryzującą relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego, mierzoną w omach.











++

Kondensator służy do magazynowania energii i jest często stosowany w obwodach, zarówno jako filtr, a głównie do zapewnienia wzrostu napięcia prądu (current peaks) w urządzeniach elektronicznych. Kondensatory, magazynując energię, mogą ją łatwo uwolnić. W obwodzie prądu stałego kondensator działa jak obwód otwarty.

Cewki są wykorzystywane do generowania siły elektromotorycznej w wyniku zmiany przepływu prądu. Wykorzystywane także jako filtry, cewki mogą wytwarzać siłę elektromotoryczną ze względu na zmianę przepływu prądu. Siły te są wykorzystywane do przyciągania na sposób magnesu. W obwodzie prądu stałego cewka działa jak przewód.

Diody są najbardziej podstawowym rodzajem półprzewodników i są wykonane z połączenia półprzewodników typu n i typu p. Główną cechą diody jest to, że prąd płynie w niej tylko w jednym kierunku, dlatego musimy odpowiednio spolaryzować diodę, aby zapewnić przepływ prądu. Istnieje specjalny rodzaj diody zwanej Zener, która służy do stabilizacji napięcia. Najczęstszym zastosowaniem diod jest przepuszczanie lub blokowanie przepływu prądu.



Tranzystory są również wykonane z materiałów półprzewodnikowych, które mogą być używane do wzmacniania sygnałów lub do przełączania aplikacji, pozwalających na przepływ prądu lub nie. Wzmacniacz: prąd o niewielkim napięciu na jednym przewodzie wytwarza większy prąd na pozostałych przewodach. Przełącznik: prąd o niewielkim napięciu na jednym przewodzie powoduje przepływ prądu na dwóch pozostałych przewodach.















Przyciski i **przełączniki** są używane w wielu urządzeniach i maszynach, więc jesteśmy przyzwyczajeni do interakcji z nimi. Użytkownik popycha lub przełącza dany element w celu otwarcia lub zamknięcia obwodu. Istnieją różne rodzaje przycisków lub przełączników w zależności od liczby biegunów.



Potencjometr to rezystor z trzech pinów. Trzeci pin jest rezystorem zmiennym i może być obrotowy lub liniowy. Możemy zmieniać liczbę rezystorów pomiędzy terminalami, można je też wykorzystać na przykład jako dzielnik napięcia, aby mogły dostarczyć sygnał zmienny pomiędzy dwoma różnymi zakresami.

LED to rodzaj diody, która emituje światło i może mieć różne kolory, kształty i rozmiary. Zwykle używamy ich w urządzeniach, aby wskazać ich stan: na przykład, jeśli dioda miga, oznacza to błąd, jeśli świeci na zielono, stan jest poprawny, a na czerwono jest błędny. Biegunowość diod LED jest ważna dla prawidłowego przewodzenia prądu. Diody LED RGB składają się z trzech diod LED (czerwonej, zielonej i niebieskiej) i mogą generować światło, łącząc kolory w celu uzyskania innych. Mają cztery piny: jeden dla każdego koloru i wspólny pin.

























Przekaźniki są przełącznikami, które można elektrycznie aktywować lub dezaktywować. Zmiana prądu na wejściu przekaźnika generuje pole magnetyczne z cewką przyciągającą przełącznik mechaniczny. Przekaźniki mechaniczne są w stanie obsługiwać przełączniki prądu o wysokim natężeniu (od 2A do 15A), lecz z czasem ulegają one degradacji.



https://learn.sparkfun.com/tutorials/light-emitting-diodes-leds/all

Istnieją dodatkowe komponenty często używane w aplikacjach IoT, które przedstawia poniższa tabela:

Czujnik temperatury / wilgotności	Funkcje Mierzy temperaturę i wilgotność otoczenia Jak rozpoznać komponent Białe pudełko z otworami	Liczba pinów : 3 Uwagi Niebieski pin jest mniej dokładny
Wyświetlacz	Funkcje Wyświetla dwie linie znaków i liczb, abyśmy mogli zobaczyć pomiary	Liczba pinów : 16 Uwagi Niektóre piny mają podświetlenie, a inne nie.
	Jak rozpoznać komponent Prostokątny ekran na boardzie	Istnieją ekrany TFT (dotykowe lub nie) o różnych rozmiarach, które mogą wyświetlać grafikę lub więcej znaków.













WiFi	Funkcje Łączy się z punktem dostępowym i Internetem Jak rozpoznać komponent Zygzakowata linia anteny	Liczba pinów : 24 Uwagi Istnieją różne wersje z różnymi funkcjami. Wymagana jest znajomość programowania i sieci.
Czujnik tlenku węgla MQ7	Funkcje Wykrywa tlenek węgla Jak rozpoznać komponent Poprzez znak "MQ-7"	Liczba pinów : 6 Uwagi Piny muszą być połączone
Czujnik spalin MQ2	Funkcje Wykrywa łatwopalne gazy (metan, butan, LPG) Jak rozpoznać komponent Poprzez znak "MQ-2"	Liczba pinów: 4 Uwagi Niektóre czujniki mają rezystor zmienny z potencjometrem do regulacji jego czułości













II. Wprowadzenie do Arduino

1. Co to jest Arduino?

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Poznanie podstaw Arduino
- Znajomość rozwoju tej technologii
- Znajomość jej możliwych zastosowań

Arduino to platforma elektroniki typu open source oparta na łatwym w obsłudze sprzęcie i oprogramowaniu. <u>Boardy Arduino</u> są w stanie odczytać dane wejściowe - światło na czujniku, dotyk na przycisku lub wiadomość na Twitterze - i przekształcić je w dane wyjściowe - np. aktywować silnik, włączyć diodę LED, opublikować coś online. Można przekazać na płytę polecenia, co ma robić, wysyłając zestaw instrukcji do mikrokontrolera. W tym celu wykorzystujemy <u>Arduino programming language</u> (based on <u>Wiring</u>) i <u>Arduino Software (IDE</u>), based on <u>Processing</u>.



Przez lata Arduino było mózgiem tysięcy projektów, od przedmiotów codziennego użytku po złożone instrumenty naukowe. Światowa społeczność twórców - studentów, hobbystów, artystów, programistów i profesjonalistów - zgromadziła się wokół tej platformy typu open source, a ich wkład wniósł ogromny zasób <u>dostępnej wiedzy</u>, która może być bardzo pomocna zarówno dla nowicjuszy, jak i ekspertów.













Technologia Arduino została stworzona przez Ivrea Interaction Design Institute, by dać studentom bez doświadczenia w elektronice i programowaniu łatwe narzędzie do szybkiego prototypowania. Gdy technologia się upowszechniła, boardy Arduino zaczęły ewoluować, dostosowując się do nowych potrzeb i wyzwań, różnicując swoją ofertę od prostych 8-bitowych kart do produktów do aplikacji IoT, druku 3D i środowisk osadzonych. Wszystkie boardy Arduino są całkowicie otwarte, dzięki czemu użytkownicy mogą je budować niezależnie i ostatecznie dostosować do swoich konkretnych potrzeb. Również <u>oprogramowanie</u> jest typu open source i rośnie dzięki wkładowi użytkowników na całym świecie.

Arduino IDE, zintegrowane środowisko programistyczne, to oprogramowanie używane do programowania Arduino, ale można go również używać do programowania sprzętu innych firm, takiego jak ESP32. Jest to lekka, wieloplatformowa aplikacja, pozwala na instalowanie lub zarządzanie boardami oraz posiada pełny, zintegrowany zestaw bibliotek z dużą liczbą funkcji. Jest bardzo łatwa w użyciu, dając użytkownikowi funkcję "setup" i funkcję "loop", w której umieszczony jest kod. Użytkownik może weryfikować, przesyłać i zapisywać kod, tworzyć nowe pliki bez użycia monitora. W menu "tools" możemy wybrać dany board, port itp.













2. Dlaczego Arduino i jak go używać?

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Poznanie przydatności Arduino
- Znajomość głównych zalet tej technologii
- Umiejętność wyszukiwania i korzystania z zasobów wiedzy platformy Arduino

Dzięki prostemu i dostępnemu interfejsowi Arduino jest wykorzystywane w tysiącach różnych projektów i aplikacji. Oprogramowanie Arduino jest łatwe w obsłudze dla początkujących, ale wystarczająco elastyczne dla zaawansowanych użytkowników. Działa na komputerach z systemami operacyjnymi Macintosh OSX, Windows i Linux. Nauczyciele i uczniowie używają go do budowy instrumentów naukowych, do eksperymentów chemicznych i fizycznych oraz jako wprowadzenia do programowania i robotyki. Projektanci i architekci budują interaktywne prototypy, muzycy i artyści używają go do instalacji i eksperymentowania z nowymi instrumentami muzycznymi. Makerzy oczywiście wykorzystują go do budowy wielu projektów wystawianych na przykład na Maker Faire. Arduino to kluczowe narzędzie do nauki nowych rzeczy. Każdy - dzieci, hobbyści, artyści, programiści - może zacząć majsterkować, kierując się tutorialami lub dzieląc się pomysłami z innymi członkami społeczności Arduino.

Istnieje wiele innych mikrokontrolerów i platform mikrokontrolerów dostępnych do obliczeń fizycznych. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard i wiele innych oferuje podobne funkcjonalności. Wszystkie te narzędzia pozwalają na przejęcie danych z mikrokontrolera i przekształcenie ich w łatwy w użyciu pakiet. Arduino również upraszcza proces pracy z mikrokontrolerami, ale oferuje szereg dodatkowych korzyści:

- Niska cena: boardy Arduino są stosunkowo niedrogie w porównaniu do innych mikrokontrolerów. Najtańszą wersję modułu Arduino można złożyć ręcznie, a nawet wstępnie zmontowane moduły Arduino kosztują mniej niż 50 USD
- Wieloplatformowość: oprogramowanie Arduino (IDE) działa w systemach operacyjnych Windows, Macintosh OSX i Linux. Większość innych systemów mikrokontrolerów jest ograniczona do systemu Windows.













- Przejrzyste środowisko programowania: oprogramowanie Arduino (IDE) jest łatwe w obsłudze dla początkujących, a jednocześnie wystarczająco elastyczne, aby mogli z niego korzystać także zaawansowani użytkownicy. Opiera się na środowiskiem programistycznym Processing, więc uczniowie uczący się programowania w tym środowisku, szybko zaznajomią się z działaniem Arduino IDE.
- Oprogramowanie typu open source: Arduino jest narzędziem typu open source, dostępnym do rozszerzenia przez doświadczonych programistów. Język można rozszerzyć za pomocą bibliotek C++, a osoby chcące zrozumieć szczegóły techniczne mogą przejść z Arduino do języka programowania AVR C, na którym się opiera. Podobnie można dodać kod AVR-C bezpośrednio do swoich programów Arduino, jeśli jest taka potrzeba.
- Sprzęt możliwy do rozbudowy: schematy boardów Arduino są publikowane na licencji Creative Commons, więc doświadczeni projektanci obwodów mogą stworzyć własną wersję modułu, rozszerzając go i ulepszając. Nawet stosunkowo niedoświadczeni użytkownicy mogą zbudować testowy moduł (<u>breadboard</u> <u>version of the module</u>), aby zrozumieć, jak działa i zaoszczędzić pieniądze.

Aby dowiedzieć się, jak działa Arduino, warto skorzystać z <u>wprowadzającego tutorialu</u>. Szukając dalszych inspiracji, można znaleźć wiele różnych samouczków w <u>Arduino</u> <u>Project Hub</u>.

Tekst przewodnika dla początkujących Arduino jest objęty licencją <u>Creative Commons</u> <u>Attribution-ShareAlike 3.0 License</u>. Próbki kodu w przewodniku są udostępniane publicznie.













3. Środowisko programistyczne Arduino IDE

Oczekiwane efekty kształcenia:

• Umiejętność pobrania i uruchomienia programu Arduino IDE

Środowisko programowania powszechnie używane w Arduino jest dostępne do pobrania bezpłatnie ze strony internetowej https://www.arduino.cc/en/Main/Software i jest odpowiednie dla systemów operacyjnych Windows, Mac OSX i Linux. Instalacja w środowisku systemu operacyjnego Windows odbywa się w następujący sposób:

- Krok 1. "Download" oprogramowanie dla naszego systemu operacyjnego ze strony https://www.arduino.cc/en/Main/Software z linku Instalatora Windows
- Krok 2. Następnie uruchom właśnie pobrany plik Arduino-rr-windows.exe (rr), np. 1.8.1)
- Krok 3. Potwierdź, że zostaną zainstalowane przewodniki dla portów szeregowych i portów USB.



- Krok 4. Uruchom program poprzez skrót utworzony na pulpicie
- Krok 5. Podłącz board Arduino za pomocą kabla USB do komputera, a pojawi się nowe okno dodatków i poszukaj odpowiednich sterowników w ścieżce C:\ Program Files (x86)\Arduino\drivers















 Krok 6. Po podłączeniu boardu Arduino do portu USB komputera i uruchomieniu Arduino IDE wybierz w Narzędziowym Porcie nowy port szeregowy, który pojawił się np. COM3















• Krok 7. Wybierz rodzaj boardu Arduino, którą mamy do dyspozycji z tablicy narzędzi



W środowisku programistycznym istnieje kilka gotowych przykładów z komentarzami w kodzie, które możemy wybrać z File-Examples. Na przykład w Examples-01.Basics możemy wybrać przykład Blink.















Przykład na poniższym schemacie został wybrany z grupy Basic Examples. Zawiera gotowy kod z komentarzami. Aby uruchomić program, najpierw naciśnij przycisk aby sprawdzić błędy i skompiluj go w języku zrozumiałym dla procesora Arduino, a następnie wybierz kolejny przycisk, aby załadować program do pamięci Arduino i uruchomić go. Po wykonaniu tej czynności dioda LED miga.















4. Inne środowiska

Oczekiwane efekty kształcenia:

• Umiejętność wyszukiwania informacji o innych środowiskach programowania

Środowiska programistyczne

• PlatformIO IDE <u>http://platformio.org/platformio-ide</u>

Oparte na Scratch'u

- S4A http://s4a.cat/
- Ardublock https://sourceforge.net/projects/ardublock/?source=navbar
- mBlock <u>http://www.mblock.cc/</u>
- Minibloq http://blog.minibloq.org/p/download.html

Simulator

• - Autodesk Circuits <u>https://circuits.io</u>

Design

• - Fritzing <u>http://fritzing.org/home/ https://www.arduino.cc/en/Main/Software</u>





















5. Komunikacja między użytkownikiem a Arduino

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Umiejętność zidentyfikowania zastosowania ekranów (screens)
- Znajomość różnych typów ekranów

W języku programowania C komunikacja między programem a użytkownikiem odbywa się głównie poprzez drukowanie zmiennych wartości na ekranie za pomocą funkcji printf i odczytywanie wartości z klawiatury (wyświetlanych na ekranie) za pomocą funkcji scanf. Jednak w Arduino nie ma ekranu ani klawiatury, więc podstawowym i prostym sposobem komunikacji z Arduino jest użycie diod LED, które zapalają się, gdy występuje dany stan, a wymaganą informację zwrotną uzyskuje się za pomocą przełączników i potencjometrów. Nie wystarczy to jednak, jeśli potrzebne są dodatkowe informacje, takie jak np. gdy konieczne jest uchwycenie temperatury i wilgotności zmierzonej przez czujnik. W takim przypadku należy użyć portu szeregowego do komunikacji z komputerem. Oczywiście zdarzają się przypadki, w których stosowane są różne typy ekranów, takie jak ciekłe kryształy do wyświetlania 2 linii i 16 znaków (LCD 2x16), ekrany TFT o różnych rozmiarach z możliwością wyświetlania grafiki i możliwością wprowadzania informacji zwrotnych za pomocą ekranów kontaktowych (Dotyk TFT). Również w niektórych przypadkach używa się modułów do połączenia Arduino z Internetem, albo bezprzewodowo (WIFI ESP8266), albo przewodowo (Ethernet). Zarówno połączenie ekranowe Arduino, jak i utworzenie połączenia internetowego za pośrednictwem łącza bezprzewodowego lub przewodowego wymaga dużej wiedzy programistycznej, znajomości elektroniki (wymagane jest kilka połączeń) i protokołu TCP / IP. Następnie ważna jest umiejętność wykorzystania dwukierunkowej komunikacji program-użytkownik w Arduino za pomocą portu szeregowego, który łączy się z komputerem przez USB.













III. Zastosowanie Internetu Rzeczy w rolnictwie

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Umiejętność nawiązania połączenia z Arduino za pomocą telefonu komórkowego w celu dokonania pomiaru wilgotności gleby
- Umiejętność aktywowania systemu nawadniania

Celem tej aplikacji jest komunikacja za pomocą telefonu komórkowego z utworzonym przez nas systemem, który odpowiada tylko konkretnemu numerowi.

W ten sposób wysyłamy polecenie, aby dokonać pomiaru wilgotności gleby. W odpowiedzi zwrotnej SMS-em odczytujemy wartość bezwzględną i procentową wilgotności gleby.

W sytuacji niedostatecznej wilgotności aktywowany jest system nawadniający. Jeśli połączenie przekroczy limit czasu, sms zostanie ponownie wysłany.

1. Części systemu

Istnieje kilka metod pomiaru wilgotności gleby: rezystancyjne i pojemnościowe. Pierwsza metoda ma znaczną wadę - aktywność galwanizacji. Żywotność około 1 miesiąca.



Druga metoda wykrywa wilgoć w glebie, mierząc objętość wody wokół czujnika. Zasadniczo mierzy pojemność kondensatora, którego dielektryk zależy od objętości wody w ziemi.

Podczas pomiaru nie musi mieć bezpośredniego kontaktu z ziemią. Dlatego nie ma korozji.













2. Czujnik wilgotności gleby

Czujnik wilgotności gleby jest podłączony do Arduino za pomocą 3 kabli.

- Czerwony: napięcie: 3,3 ~ 5,5 VDC
- Czarny: uziemienie
- Zielony: operacyjne napięcie wyjściowe: 0 ~ 3,0 VDC



Kod















3. Łączenie z użytkownikiem: moduł GSM SIM800L

Sim800L jest częścią systemu, która oferuje połączenie za pośrednictwem sieci mobilnej z użytkownikiem końcowym.

SIM800L GSM / GPRS to miniaturowy modem.

Składa się z układu scalonego (układ komórkowy SIM800L GSM firmy SimCom) Działa na 3,4 V-4,4 V, więc bateria LiPo jest idealna do zasilania.

Prędkości komunikacji wynoszą 1200bps -115200bps

Zwykle ma spiralną antenę przymocowaną do odpowiedniego styku. Istnieje jednak również złącze u.fl w przypadku, gdy chcemy umieścić antenę zewnętrzną (silniejszą).



Z tyłu znajduje się gniazdo na kartę SIM, dzięki czemu można ją podłączyć do sieci komórkowej i przypisać do określonego numeru.

Dostępne są następujące funkcje:

- Obsługa czterozakresowa: GSM850, EGSM900, DCS1800 i PCS1900
- Połączenie z dowolną globalną siecią GSM za pomocą dowolnej karty SIM 2G
- Nawiązywanie i odbieranie połączeń głosowych za pomocą zewnętrznego głośnika 8 Ω i mikrofonu elektretowego
- Wysyłanie i odbieranie wiadomości SMS
- Wysyłanie i odbieranie danych GPRS (TCP / IP, HTTP itp.)
- Skanowanie i odbieranie audycji radiowych FM
- Moc nadawania:
 - Klasa 4 (2W) dla GSM850
 - Klasa 1 (1 W) dla DCS1800
- Szeregowy zestaw komend AT
- Złącza FL do anten komórkowych
- Akceptuje kartę Micro SIM















W prawym górnym rogu znajduje się dioda LED, która pokazuje nam status sim800L.



Te trzy stany są następujące:

Działa bez połączenia z siecią komórkową •

RAINING AGENCY FLORENCE

- Połączenie danych GPRS jest aktywne
- Nawiązano połączenie między sim800L a siecią komórkową i może ono wysyłać i odbierać połączenia oraz SMS-y



USTAWICZNEGO nr 2 W WADOWICACH




Do wysyłania komend AT i komunikacji z sim800L możemy użyć szeregowego portu komunikacyjnego. Arduino zapewnia szeregowy port komunikacyjny między nim a komputerem lub dowolnym innym urządzeniem. W tym celu stosuje się połączenie kablem USB (w przypadku komputera) lub styki 0 i 1, gdy jest to bardziej specjalistyczne połączenie (np. inne urządzenie).

Zasadniczo port szeregowy jest sposobem na przeglądanie / wyświetlanie danych wysyłanych do nas przez Arduino na ekranie komputera. W tym przypadku po prostu używamy go jako przestrzeni pośredniej. Wysyłamy dane do portu szeregowego (który możemy odczytać na ekranie), a stamtąd polecenia, które wysłaliśmy bezpośrednio do karty SIM 800L, są przesyłane innym kanałem komunikacyjnym do karty SIM800L lub odwrotnie, a wyniki, które wytwarzają, są wyświetlane w porcie szeregowym.











4. Przykład wysyłania komend AT do sim800L

Kod

```
#include <SoftwareSerial.h>
//Create software serial object to communicate with SIM800L
SoftwareSerial mySerial(3, 2); //SIM800L Tx & Rx is connected to Arduino #3 & #2
void setup()
{
 //Begin serial communication with Arduino and Arduino IDE (Serial Monitor)
 Serial.begin(9600);
 //Begin serial communication with Arduino and SIM800L
 mySerial.begin(9600);
 Serial.println("Initializing...");
 delay(1000);
 mySerial.println("AT"); //Once the handshake test is successful, it will back to OK
 updateSerial();
 mySerial.println("AT+CSQ"); //Signal quality test, value range is 0-31, 31 is the best
 updateSerial();
 mySerial.println("AT+CCID"); //Read SIM information to confirm whether the SIM is
plugged
 updateSerial();
 mySerial.println("AT+CREG?"); //Check whether it has registered in the network
 updateSerial();
}
void loop()
{
 updateSerial();
}
void updateSerial()
{
 delay(500);
 while (Serial.available())
 {
  mySerial.write(Serial.read());//Forward what Serial received to Software Serial Port
 }
 while(mySerial.available())
 {
  Serial.write(mySerial.read());//Forward what Software Serial received to Serial Port
 }
}
```













AT - Jest to najbardziej podstawowe polecenie AT. Inicjuje także funkcję automatycznej transmisji. Jeśli to działa, powinieneś zobaczyć echo znaków AT, a następnie OK, czyli potwierdzenie, że polecenie zostało zrozumiane poprawnie. Następnie można wysłać polecenia, aby wysłać zapytanie do modułu i uzyskać informacje zwrotne, takie jak

AT + CSQ - Sprawdź "siłę sygnału" - pierwsza # to siła dB, powinna być wyższa niż około 5. Wyższa jest lepsza. Oczywiście zależy to od twojej anteny i lokalizacji!

AT + CCID - pobierz numer karty SIM - testuje, czy karta SIM została znaleziona, można zweryfikować numer zapisany na karcie.

AT + CREG? Sprawdź, czy jesteś zarejestrowany w sieci. Drugi # powinien wynosić 1 lub 5. 1 oznacza, że jesteś zarejestrowany w sieci domowej, a 5 oznacza sieć roamingową. Inne niż te dwie liczby oznaczają, że nie jesteś zarejestrowany w żadnej sieci.

💿 COM6		
1		Send
Initializing		
OK		
AT+CSQ		
+CSQ: 24,0		
OK		
AT+CCID		
88916690428089206	181 CINEEDS	
OK	THO FILL POLICIN	
AT+CREG?		
+CREG: 0,1		
OK		
V Autoscroll	No line ending 🚽 9600 bat	ud 🚽 Clear output













AT+CSQ Signal Quality Report					
Test Command	Response				
AT+CSQ=?	+CSQ: (list of supported <rssi>s),(list of supported <ber>s)</ber></rssi>				
Execution	Response				
Command AT+CSQ	-CSQ: <rssi>,<ber></ber></rssi>				
	ок				
	If error is related to ME functionality:				
	+CME ERROR: <err></err>				
	Execution Command returns received signal strength indication <rssi></rssi>				
	and channel bit error rate <ber>> from the ME. Test Command returns</ber>				
	values supported by the TA.				
	Parameters				
	<rssi></rssi>				
	0 -115 dBm or less				
	1 -111 dBm				
	230 -11054 dBm				
	31 -52 dBm or greater				
	99 not known or not detectable				
	<ber> (in percent):</ber>				
	07 As RXQUAL values in the table in GSM 05.08 [20]				
	subclause 7.2.4				
	90 Not known or not detectable				

AT+CCID Show ICCID				
Test Command AT+CCID=?	Response OK			
Execution Command AT+CCID	Response Ccid data [ex. 898600810906F8048812] OK			
Parameter Saving Mode	NO_SAVE			
Max Response Time	2s			
Reference	Note			













Read Command AT+CREG?	Response TA returns the status of result code presentation and an integer <stat> which shows whether the network has currently indicated the registration of the ME. Location information elements <lac> and <ci> are returned only when <n>=2 and ME is registered in the network.</n></ci></lac></stat>				
	OK If error is related to ME functionality: +CME ERROR: <err></err>				
Write Command AT+CREG=[<n>]</n>	Response TA controls the presentation of an unsolicited result code +CREG: <stat> when <n>=1 and there is a change in the ME network registration status. OK</n></stat>				
	Parameters <n> 0 Disable network registration unsolicited result code 1 Enable network registration unsolicited result code +CREG: <stat> 2 2 Enable network registration unsolicited result code with location information +CREG: <stat>[,<lac>,<ci>] <stat> 0 Not registered, MT is not currently searching a new operator to register to 1 Registered, home network 2 Not registered, but MT is currently searching a new operator to register to</stat></ci></lac></stat></stat></n>				















AT+CMGS Send	I SMS Message				
Test Command	Response				
AT+CMGS=?	ОК				
Write Command	Parameters				
1) If text mode	<da> GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in</da>				
(+CMGF=1):	string format(string should be included in quotation marks); BCD numbers				
+CMGS= <da> ,</da>	(or GSM default alphabet characters) are converted to characters of the				
<toda>]</toda>	currently selected TE character set (specified by +CSCS in 3GPP TS				
<cr>text is</cr>	27.007); type of address given by <toda></toda>				
entered	<toda> GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet</toda>				
<ctrl-z esc=""></ctrl-z>	in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145,</da>				
ESC quits without	otherwise default is 129)				
sending	<length> Integer type value (not exceed 160 bytes) indicating in the</length>				
	text mode (+CMGF=1) the length of the message body <data> (or</data>				
2) If PDU mode	<cdata>) in characters; or in PDU mode (+CMGF=0), the length of the</cdata>				
(+CMGF=0):	actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not				
+CMGS= <length< th=""><th>counted in the length)</th></length<>	counted in the length)				
>	Response				
<cr>PDU is</cr>	TA sends message from a TE to the network (SMS-SUBMIT). Message				
given	reference value <mr> is returned to the TE on successful message delivery.</mr>				
<ctrl-z esc=""></ctrl-z>	Optionally (when +CSMS <service> value is 1 and network supports)</service>				
	<scts> is returned. Values can be used to identify message upon unsolicited</scts>				
	delivery status report result code.				
	1) If text mode(+CMGF=1) and sending successful:				
	+CMGS: <mr></mr>				
	OK				
	2) If PDU mode(+CMGF=0) and sending successful:				

Secieve-CALL_sms-sensor-relay-2 | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)

Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια

אליט בווצלבואמטות בלצטוס באלמאצות הטווסצות	
RECIEVE-CALL_sms-sensor-relay-2	
Serial.printin("EMPTY SERIAL STOP*******");	
10 W 6420	
oid power_relay(void)	
<pre>digitalWrite(relayPin, HIGH); // turn the rel delay(10000);</pre>	ay OFF (HIGH is OFF if relay is LOW trigger. change it to LOW if you have got HIGH trigger relay).
<pre>digitalWrite(relayPin, LOW);</pre>	
roid get soil measurement (void)	
soilMoistureValue = analogRead(A0); //Get returned S	Sensor value from A0 port
<pre>Serial.println(soilMoistureValue);</pre>	
soilmoisturepercent = map (soilMoistureValue, AirValue	. WaterValue. 0, 100);
oid sms()	
<pre>mySerial.println("AT+CMGF=1"); updateSerial();</pre>	// Configuring TEXT mode
<pre>mySerial.println("AT+CMGS=\"+30MOBILE_CONTROLER\"");</pre>	//change 30 with country code and $\texttt{MOBILE}_CONTROLER$ with phone number to sms
updateSerial();	
sprintf (Enimerwsi, "SOIL HUMIDITY=%d%% %d", soilmoistur	epercent, soilMoistureValue);
mySerial.print (Enimerwsi);	//text content should be followed by Ctrl+Z
updateSerial();	
mySerial.write(26);	//`Ctrl+z' is actually a 26th non-printing character described as `substitute' in ASCII table.
٢	
λοκλήρωση αποθήκευσης.	
σ σχέδιο χορσιμοποιεί 6290 bytes (198) του χώρου στοθώ	TENERS TON RECYCLUTES TO WANTED TO SAVE 32256 buter
$\sim 2^{-2}$	Record to mospontation of period etvice 2200 bytes.
καθολικές μεταρλητές χρησιμοποιουν /0/ bytes (34%) δ	συαμικής μυημής, αφηνούτας 1341 bytes για τοπικές μεταρλήτες. Το μεγιστο είναι 2048 bytes.













5. Przekaźnik

Możemy włączać i wyłączać urządzenia elektryczne wysokiego napięcia za pomocą przekaźnika. Urządzenia te nie mogą być zasilane wyłącznie przez Arduino.

Zgodnie z tym co powiedzieliśmy w poprzedniej części, przekaźnik jest w zasadzie przełącznikiem, który działa za pomocą elektromagnesu. Elektromagnes jest uruchamiany niskim napięciem - na przykład 5V z Arduino i przesuwa styk, który działa jak przełącznik w obwodzie wysokiego napięcia.



















TYPICAL SIMPLIFIED ELECTROMECHANICAL RELAY SCHEMATIC















Po podłączeniu kabla wysokiego napięcia do przekaźnika zostaje uruchomiony następujący proces:

Gdy Arduino aktywuje przekaźnik, wówczas urządzenie elektryczne podłączone do lewego górnego gniazda (żeńskiego) jest zasilane. Oznacza to, że przekaźnik zamyka obwód - połączenie żółtego przewodu na schemacie poniżej (faza).

















Kod:

W tej aplikacji komponujemy wszystkie powyższe elementy razem w systemie kontrolowanym przez program, który przesłaliśmy do Arduino Uno.

Kluczowa część programu jest również poświęcona kontrolowaniu, który numer dzwoni, aby system nie reagował na nieznane numery.

W zależności od czasu połączenia możemy uzyskać informacje o wilgotności gleby lub aktywować urządzenie, które rozpocznie podlewanie (np. elektrozawór, silnik / pompa nawadniająca).

Istotne jest również to, że system nie interpretuje następujących "dzwonków" połączenia jako nowych połączeń.















IV. Płyta NodeMCU

1. Wprowadzenie do NodeMCU

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Poznanie płyty NodeMCU
- Umiejętność opisania i analizy zastosowania płyty NodeMCU i chipu ESP8266
- Umiejętność rozróżnienia podstawowych elementów Arduino IDE
- Umiejętność skonfigurowania Arduino IDE na swoich komputerach w oparciu o ustawienia NodeMCU

NodeMCU (Node MicroController Unit) to środowisko programistyczne i sprzętowe o otwartym kodzie źródłowym, zbudowane wokół niedrogiego System-on-a-Chip (SoC) o nazwie ESP8266. <u>ESP8266</u>, zaprojektowany i wyprodukowany przez <u>Espressif Systems</u>, zawiera wszystkie kluczowe elementy nowoczesnego komputera: procesor, pamięć RAM, sieć (Wi-Fi), a nawet nowoczesny <u>system operacyjny</u>. Przy zakupie hurtowym chip ESP8266 kosztuje tylko 2 USD za sztukę. To sprawia, że jest to doskonały wybór dla wszelkiego rodzaju projektów IoT.



Za pomocą jego pinów możemy odczytać dane wejściowe - światło na czujniku, dotyk na przycisku lub wiadomość na Twitterze - i przekształcić je w dane wyjściowe - uruchomić silnik, włączyć diodę LED, opublikować coś online. Ma również WiFi, dzięki czemu możemy sterować urządzeniem bezprzewodowo i przeprowadzić zdalną instalację! Aby wysłać zestaw instrukcji do mikrokontrolera na płycie możemy skorzystać z oprogramowania Arduino (IDE).















2. Pomigajmy z NodeMCU

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Umiejętność wyjaśnienia, czym jest dioda LED i jak ją wykorzystać
- Umiejętność określenia, co to jest rezystor i jakie są jego funkcje
- Umiejętność łączenia elementów elektronicznych w celu utworzenia obwodu
- Umiejętność napisania kodu aktywującego diodę LED

W tej sekcji wypróbujemy program Blink, programując NodeMCU tak, aby migał diodą LED z wcześniej zdefiniowanym opóźnieniem.

Podłączamy nasz NodeMCU i diodę LED jak wyżej na płycie, dbając o to, aby krótszy pin diody LED został włączony do GND NodeMCU (przez rezystor 220 Ohm), a dłuższy do pinu D7.













Rezystor to element elektroniczny, który służy do ograniczenia przepływu prądu przez obwód. W naszym przypadku używamy go do ochrony diody LED przed przeciążeniem.

Pin D7 (Pin cyfrowy 7) odpowiada Pinowi 13 w Arduino IDE. Tak więc kopiujemy następujący kod do edytora kodu Arduino IDE:

Kod:

```
void setup() {
   pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop() {
   digitalWrite(13, HIGH);
   delay(1000);
   digitalWrite(13, LOW);
   delay(1000);
}
```

Klikamy przycisk Prześlij, aby sprawić żeby dioda zaczęła mrugać.

Porozmawiajmy o szczegółach tego kodu.

Istnieją dwie sekcje: void setup () i void loop (). Wszystko, co należy do sekcji void setup () (w nawiasach klamrowych {}), jest uruchamiane raz, gdy program się uruchamia.

pinMode (13, OUTPUT); przygotowuje styk 13 (D7-Digital 7) NodeMCU do przyjmowania poleceń wyjściowych, takich jak "wyłącz" lub "włącz", 0 lub 1, w logice binarnej.

Wszystko, co należy do sekcji void loop () (w nawiasach klamrowych {}), jest uruchamiane raz za razem, dopóki nie odłączymy NodeMCU.

digitalWrite (13, HIGH) przekazuje pinowi 13 (D7-Digital 7) polecenie włącz, a digitalWrite (13, LOW) przekazuje pinowi 13 (D7-Digital 7) polecenie wyłącz.

Pomiędzy powyższymi dwoma poleceniami występują dwa opóźnienia (1000); każde każe programowi poczekać 1000 ms (1 sek.) przed wykonaniem następującego polecenia.

Spróbujmy teraz wysłać wiadomość SOS za pośrednictwem NodeMCU i diody LED.













Nie obawiajmy się niepowodzenia. Sukces przychodzi po porażce, jeśli będziemy próbować!















3. Przykład z wieloma diodami LED

Oczekiwane efekty kształcenia:

- Umiejętność stworzenia obwodu z wieloma diodami LED
- Umiejętność zaprogramowania NodeMCU, tak aby diody LED włączały się i wyłączały jedna po drugiej
- Umiejętność zmiany prędkości migania na szybszą lub niższą
- Umiejętność dodawania większej liczby diod LED do obwodu

Zapalmy diody LED jedna po drugiej ...

Teraz spróbujmy stworzyć program z czterema diodami LED, które zostaną włączone, a po chwili wyłączone jedna po drugiej.

Najpierw podłączamy diody LED, kable i NodeMCU na płycie, zgodnie z poniższym schematem (można użyć dowolnego koloru przewodów, nie tylko tych, które są pokazane poniżej):



Jak widać, używamy **pinów D0, D1, D2 i D3** lub **pinów 16, 5, 4 i 0** w kategoriach języka Arduino IDE.















Musimy więc zadeklarować je jako piny wyjściowe, a następnie wykonać operację **digitalWrite ()** High lub Low, używając opóźnienia po każdym z tych poleceń.

W dalszej kolejności kopiujemy następujący kod do Arduino IDE i przesyłamy nasz program:

Kod:

void setup() { pinMode(16, OUTPUT); pinMode(5, OUTPUT); pinMode(4, OUTPUT); pinMode(0, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(16, HIGH); delay(200); digitalWrite(5, HIGH); delay(200); digitalWrite(4, HIGH); delay(200); digitalWrite(0, HIGH); delay(200); digitalWrite(16, LOW); delay(300); digitalWrite(5, LOW); delay(300); digitalWrite(4, LOW); delay(300); digitalWrite(0, LOW); delay(300); }

Następnym krokiem jest ustalenie, w jaki sposób możemy dodać więcej diod LED i co powinniśmy zrobić, jeśli chcemy, aby świeciły i gasły szybciej. Jaką maksymalną liczbę diod LED możemy obsłużyć?













4. Użycie przycisków

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis i użycie przycisków w obwodach
- Tworzenie obwodu, aby włączyć diodę LED po naciśnięciu przycisku
- Tworzenie kodu dla powyższego obwodu
- Opis użycia komentarzy w programie Arduino IDE
- Opis systemu binarnego i umiejętność dopasowania liczb binarnych do liczb dziesiętnych i odwrotnie
- Łączenie wielu diod LED i przycisków, aby tworzyć sekwencje binarne

NodeMCU to nie tylko urządzenie wyjściowe. Może odbierać sygnały ze swojego środowiska i działać odpowiednio, zgodnie z programem zapisanym w pamięci.

W tym przykładzie spróbujemy zapalić diodę LED za każdym razem, gdy naciśniemy przycisk. Naciśnięty przycisk łączy obwód, a usuwa połączenie, gdy nacisk zostanie zwolniony.



Nasze komponenty zostają ułożone na płycie jak poniżej.

Zwróćmy uwagę, że używamy D0 (pin 16) jako pinu wejściowego do przyjmowania poleceń z przycisku, a D1 (pin 5) jako pinu wyjściowy do wysyłania sygnału do diody LED dla operacji ON-OFF.

W naszym przypadku, gdy przycisk jest otwarty (nie wciśnięty), nie ma połączenia między dwoma końcówkami przycisku, więc pin jest podłączony do uziemienia a odczyt jest LOW. Kiedy przycisk jest zamknięty (wciśnięty), tworzy połączenie między jego dwoma końcówkami, łącząc pin z 3,3 V, więc odczyt jest HIGH.











Odnośny kod wygląda następująco:

```
int ledPin = 5; // choose the pin for the LED
int inPin = 16; // choose the input pin (for a pushbutton)
int val = 0; // variable for reading the pin status
void setup() {
pinMode(ledPin, OUTPUT); // declare LED as output
pinMode(inPin, INPUT); // declare pushbutton as input
}
void loop(){
 val = digitalRead(inPin); // read input value
if (val == LOW) {
                      // check if the input is LOW (button released)
  digitalWrite(ledPin, LOW); // turn LED OFF
} else {
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // turn LED ON
}
}
```

Wszystko, co następuje po znakach // w danym wierszu, nie jest interpretowane. Tym sposobem możemy krótko przekazać nasze uwagi innym programistom.

Kolejną nową strukturą, którą zauważamy w naszym kodzie, jest struktura IF. Dzięki niej możemy określić działania warunkowe.

Tak więc w naszym przykładzie najpierw odczytujemy stan pinu 16 - jeśli jest LOW (nie wciśnięty), to wyłączamy diodę LED (pin 5). Jeśli nie, włączamy diodę LED. Skopiujmy więc kod i wklejmy go do Arduino IDE. Następnie prześlijmy kod do NodeMCU i pobawmy się przyciskiem!















V. Wykrywanie światła

V. Wykrywanie światła

1. Wstęp

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis funkcji i wykorzystanie fotorezystora
- Budowa obwodu do wykrywania i mierzenia światła
- Użycie Monitora Szeregowego (Serial Monitor) wewnątrz Arduino IDE
- Wizualizacja ilości światła wg. wartości w monitorze szeregowym

W tym module kursu uczestnicy poznają w jaki sposób możemy zmierzyć ilość światła za pomocą urządzenia elektronicznego zwanego "fotorezystorem".



Jest to rezystor zmienny, który zmniejsza swoją oporność, gdy przechodzi przez niego światło. Jest to analogowe urządzenie wejściowe, co oznacza, że odczytujemy nie tylko dwa stany (0 i 1), ale wiele wartości od 0V do 3,3V lub w przypadku Arduino IDE odpowiednio od 0 do 1023.

Jak więc określić dokładną ilość światła, która przechodzi przez urządzenie w dowolnym momencie za pomocą NodeMCU i Arduino IDE? Odpowiedź brzmi: te dwa komponenty nie wystarczą, musimy zbudować obwód, który pomoże nam obserwować zmiany wywoływane przez światło, przechodząc przez fotorezystor. Na potrzeby tego eksperymentu zbudujemy następujący obwód.















Kolejnym zadaniem jest zaobserwowanie zmian światła na naszym ekranie. Aby to zrobić, potrzebujemy **monitora szeregowego Arduino IDE**.

2. Wysyłanie wiązki laserowej

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Tworzenie obwodu, który włącza i wyłącza wiązkę laserową
- Kodowanie NodeMCU, aby błysnął wiązką laserową



Musimy być bardzo ostrożni, posługując się wskaźnikami i wiązkami laserowymi. Nie wolno nigdy kierować wiązki na swoje oczy lub oczy jakiejkolwiek innej osoby, ponieważ może to spowodować uraz.

Wróćmy teraz do naszego zadania. Najpierw musimy zbudować poniższy obwód:















Zauważmy, że Sygnał (czerwony kabel) jest podłączony do pinu D0. Biorąc pod uwagę, że D0 pasuje do numeru 16 w Arduino IDE, nasz program będzie wyglądał następująco:

Kod:

```
void setup() {
    pinMode(16, OUTPUT);
}
void loop() {
    digitalWrite(16, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(16, LOW);
    delay(500);
}
```

Powyższy kod kopiujemy do Arduino IDE, a następnie przesyłamy go do NodeMCU. Jak widać, wiązka miga z opóźnieniem pół sekundy. Spróbujmy teraz pobawić się w zmianę tempa.

3. Generowanie dźwięków za pomocą brzęczyka

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis brzęczyka i jego zastosowań
- Tworzenie obwodu z brzęczykiem i NodeMCU
- Programowanie NodeMCU do wytwarzania pojedynczych sygnałów audio (sygnałów dźwiękowych)
- Tworzenie melodii łącząc określone polecenia w Arduino IDE, z NodeMCU i brzęczykiem

Brzęczyk lub sygnalizator dźwiękowy to urządzenie wydające dźwięk - mechaniczne, elektromechaniczne lub piezoelektryczne (w skrócie piezo). Typowe zastosowania brzęczyków i sygnałów dźwiękowych obejmują urządzenia alarmowe, timery i potwierdzanie danych wprowadzanych przez użytkownika, takich jak kliknięcie myszą lub naciśnięcie klawisza.

W tym module kursu użyjemy brzęczyka piezoelektrycznego, który wygląda następująco:















Jak widać, jeden pin (+) łączy się z cyfrowym stykiem NodeMCU, który wybraliśmy, a drugi ze stykiem GND.

Zbudujmy teraz obwód w oparciu o poniższy schemat, aby przetestować jak włączać brzęczyk:



Następnie możemy zakodować obwód, aby emitował sygnał dźwiękowy za pomocą poniższego kodu:

Kod:

Należy skopiować kod do Arduino IDE, przesłać go do NodeMCU i odsłuchać sygnał dźwiękowy.

Zauważmy, że sekcja setup () jest pusta, a sekcja loop () zawiera funkcję **tone** () i jednosekundowe opóźnienie. Trzy liczby wewnątrz funkcji tone () reprezentują: **pin**, do którego wysyłamy dźwięk (w naszym przypadku D5 lub 14), **częstotliwość** emitowanej fali dźwiękowej i **czas trwania** tonu.













Można zmienić dwa ostatnie parametry określające częstotliwość sygnałów dźwiękowych i ich brzmienie.



Zamiast słuchać tylko sygnałów dźwiękowych, można zaprogramować nasz obwód do komponowania melodii za pomocą nut.

Przykład taki znajduje się poniżej:













Kod:

```
int speakerPin = 14;
int length = 15; // the number of notes
char notes[] = "ccggaagffeeddc "; // a space represents a rest
int beats[] = { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 4 };
int tempo = 300;
void playTone(int tone, int duration) {
 for (long i = 0; i < duration * 1000L; i += tone * 2) {
  digitalWrite(speakerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(tone);
  digitalWrite(speakerPin, LOW);
  delayMicroseconds(tone);
 }
}
void playNote(char note, int duration) {
 char names[] = { 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'a', 'b', 'C' };
 int tones[] = { 1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956 };
 // play the tone corresponding to the note name
 for (int i = 0; i < 8; i++) {
  if (names[i] == note) {
   playTone(tones[i], duration);
  }
 }
}
void setup() {
 pinMode(speakerPin, OUTPUT);
}
void loop() {
 for (int i = 0; i < length; i++) {
  if (notes[i] == ' ') {
   delay(beats[i] * tempo); // rest
  } else {
   playNote(notes[i], beats[i] * tempo);
  }
  // pause between notes
  delay(tempo / 2);
 }
}
```













Kod ten należy skopiować, wkleić do Arduino IDE, a następnie przesłać do NodeMCU. Może być konieczne zbliżenie się do brzęczyka, aby lepiej usłyszeć melodię.

4. Budowa pułapki laserowej

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Tworzenie obwodu ze wskaźnikiem laserowym, fotorezystorem, brzęczykiem i płytą NodeMCU
- Tworzenie programu, aby powyższy obwód działał jak pułapka laserowa
- Wyjaśnienie pojęcia zmiennej
- Posługiwanie się różnymi typami zmiennych jako wartości logicznych lub liczb całkowitych
- Resetowanie obwodu po jego aktywacji, aby zatrzymać brzęczyk



Czy widzieliście kiedyś film akcji, w którym aktor próbuje unikać wiązek laserowych w pomieszczeniu, aby nie aktywować alarmu i nie zostać złapanym?

https://youtu.be/mr834Cs9ncs

Właśnie to postaramy się zbudować w tej części kursu: system alarmowy złożony ze wskaźnika laserowego, fotorezystora i brzęczyka, który będzie aktywowany w określonych okolicznościach.

Wiązka laserowa jest cały czas aktywna i skierowana na fotorezystor z odległego punktu. Dopóki nic nie zakłóca niewidzialnej wiązki, światło przechodzące przez fotorezystor daje wysokie wartości zmierzone w Arduino IDE, jak omówiono wcześniej.













Ale kiedy coś zakłóca wiązkę (na przykład ktoś, kto stoi pośrodku), światło przechodzące przez fotorezystor zmienia się z **HIGH** na **LOW**, co aktywuje brzęczyk, który wyje jak syrena.















VI. Blynk i jego zastosowania

1. Jak działa Blynk

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis aplikacji Blynk, jej zastosowań i podstawowych elementów
- Wskazanie głównych cech aplikacji Blynk
- Opis sprzętu niezbędnego do działania Blynk

Blynk został zaprojektowany jako aplikacja do Internetu Rzeczy. Może zdalnie sterować sprzętem, wyświetlać dane czujnika, przechowywać dane, wizualizować je, a także pełnić wiele innych przydatnych funkcji.

Platforma składa się z trzech głównych elementów:

- **Blynk App** pozwala tworzyć wspaniałe interfejsy dla projektów przy użyciu różnych widgetów
- Blynk Serwer odpowiedzialny za całą komunikację między smartfonem a sprzętem. Można użyć chmury Blynk lub uruchomić lokalnie <u>prywatny serwer</u> <u>Blynk</u>. Jest open source, może z łatwością obsługiwać tysiące urządzeń, a nawet może być uruchomiony na Raspberry Pi.
- **Biblioteki Blynk** dla wszystkich popularnych platform sprzętowych umożliwiają komunikację z serwerem i przetwarzają wszystkie przychodzące i wychodzące polecenia.

Za każdym razem, gdy naciskamy przycisk w aplikacji Blynk, wiadomość trafia do chmury Blynk, a stamtąd w magiczny sposób dociera do wybranego sprzętu. Podobnie w przeciwnym kierunku a wszystko dzieje się błyskawicznie.















22. Instalacja bibliotek Arduino IDE +

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Przygotowanie Arduino IDE do obsługi aplikacji Blynk
- Instalowanie wszystkich bibliotek potrzebnych do obsługi Blynk
- Dostosowanie Arduino IDE do kodowania szkiców Blynk dla wybranych urządzeń

Aby przygotować Arduino IDE do obsługi aplikacji Blynk, należy wykonać następujące czynności:

A. Pobierz odpowiednią wersję Arduino IDE z linku poniżej <u>https://www.arduino.cc/en/Main/Software</u>

B. Zainstaluj oprogramowanie

C. Pobierz bibliotekę Blynk (.zip) z repozytorium github https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases lub bezpośredni link do <u>najnowszego pliku zip</u>:

- D. Wyodrębnij zawartość pliku
- E. Uruchom oprogramowanie Arduino IDE i przejdź do File -> Preferences
- F. Znajdź lokalizację szkicownika
- G. Skopiuj (i wklej) zawartość wyodrębnionego folderu do folderu szkicownika













3. Instalacja na smartfonie - konto Blynk

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Instalacja aplikacji Blynk na smartfonie
- Tworzenie konta Blynk na serwerze Blynk
- Logowanie do serwera Blynk za pomocą własnego konta

Aplikacje Blynk na iOS lub Androida

Przede wszystkim należy zainstalować aplikację na smartfonie

<u>Blynk - aplikacja na Androida</u> <u>Blynk - aplikacja na iPhone'a</u>

Utwórz konto Blynk

Po pobraniu aplikacji Blynk musisz utworzyć nowe konto Blynk.

Zalecamy używanie prawdziwego adresu e-mail, ponieważ ułatwi to dalsze kroki.













Otwórz aplikację i wybierz "Utwórz nowe konto".

~ 0	
÷	Create New Account
[E-mail
[Password
	Ω
	-r:
	Sign Up

- 💐 Ä	1 🖬 🛛	© ⊽⊿ ° 3d © 14	:28				
←)	Create New A	ccount					
ge	george@gmail.ci						
	•••••						
	<u>.</u> ا						
	Sign	Un					
	Jigh	op					
12	345	6789	0				
q w		yuio	р				
a s	d fg	hjkl					
습 Z	x c v	bnm 📀	3				
?123		glish .					

Wpisz swój adres e-mail i hasło, aby utworzyć konto na serwerze Blynk.

4. Sterowanie urządzeniem

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Tworzenie nowego projektu w Blynk
- Umieszczanie widgetów na pulpicie Blynk
- Dostosowywanie widgetów Blynk
- Tworzenie kodu odpowiadającego za komunikację urządzenia ze smartfonem
- Tworzenie obwodu aktywującego diodę LED za pomocą smartfona

Tworzenie nowego projektu w Blynk

W tym module kursu uczestnicy uczą się jak zdalnie sterować urządzeniem za pomocą smartfona.















Na początku zazwyczaj planujemy i projektujemy naszą aplikację, ale później możemy ją zmodyfikować, a nawet zmienić.

Pierwsza aplikacja pozwoli na sterowanie diodą LED, którą podłączymy do naszej jednostki mikrokontrolera Arduino IDE (MCU).

- A. Otwórz aplikację Blynk na smartfonie
- B. Kliknij New project
- C. Wpisz nazwę projektu: NodeMCU LED
- D. Wybierz urządzenie: ESP8266
- E. Wybierz typ połączenia: WiFi
- F. Kliknij: Create

Po przejściu tych kroków na Twoje konto zostanie wysłana wiadomość e-mail z tokenem uwierzytelniającym projektu, ale możesz go znaleźć i skopiować lub wysłać ponownie w menu ustawień projektu.

Wewnątrz projektu:

- A. Kliknij znak Plus
- B. Wybierz Button
- C. Kliknij Button
- D. Kliknij PIN
- E. Wybierz Digital i GP13
- F. Obróć suwak, aby przełączyć
- G. Kliknij przycisk Back











5. Odczyt temperatury i wilgotności

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis czujnika DHT11 i jego zastosowań
- Budowa obwodu z NodeMCU i czujnikiem DHT11, aby odczytać temperaturę i wilgotność otoczenia
- Tworzenie programu do odczytu wyników na smartfonie
- Tworzenie projektu Blynk z widgetami, aby zwizualizować bieżące wyniki i ich historię

Konfiguracja czujnika DHT11

Czujnik DHT11 jest cyfrowym czujnikiem temperatury i wilgotności, który można połączyć z NodeMCU, by przesłać dane dot. otoczenia.



Utworzymy teraz obwód, który wyśle dane do serwera Blynk, a następnie do naszego telefonu komórkowego. Obwód opiera się na poniższym schemacie:















Wg. tego schematu łączymy pin S(ignal) DHT11 ze stykiem D4 NodeMCU. Tak więc dane zostaną skierowane do GPIO2.

W kolejnym kroku należy utworzyć nowy projekt w aplikacji Blynk. W tym celu otwórz aplikację Blynk, zaloguj się na serwerze, jeśli jeszcze nie jesteś zalogowany i utwórz nowy projekt o nazwie "DHT11".



Następnym zadaniem jest dodanie widgetów do wizualizacji danych, które otrzyma aplikacja Blynk. Za pomocą przycisku wybieramy jeden miernik temperatury i drugi miernik wilgotności.













W związku z powyższym musimy teraz oznaczyć wskaźniki i dostosować styki. Pierwszy miernik będzie nazywał się Temperatura i będzie połączony z wirtualnym pinem 6, a jego zakres będzie wynosić od 0 do 50 stopni Celsjusza. Należy też wprowadzić ustawienia miernika wilgotności:

-					
← Gai	uge Settings	Ш.			
	Ś	\geqslant			
Humidit	y				
INFUT					
V5		100			
LABEL					
e.g: Temp: /pin/ ºC					
READING RATE					
	1 sec	Ψ			
Δ	0				

Następnie musimy stworzyć kod, aby wszystko to działało razem:

Kod:

#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>

#define DHTPIN 2 // What digital pin we're connected to

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
//#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321
//#define DHTTYPE DHT21 // DHT 21, AM2301

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); BlynkTimer timer;













```
// This function sends Arduino's up time every second to Virtual Pin (5).
// In the app, Widget's reading frequency should be set to PUSH. This means
// that you define how often to send data to Blynk App.
void sendSensor()
{
 float h = dht.readHumidity();
 float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit
 if (isnan(h) || isnan(t)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
  return;
 }
 // You can send any value at any time.
 // Please don't send more that 10 values per second.
 Blynk.virtualWrite(V5, h);
 Blynk.virtualWrite(V6, t);
}
void setup()
{
 // Debug console
 Serial.begin(9600);
 Blynk.begin(auth, ssid, pass);
 dht.begin();
 // Setup a function to be called every second
 timer.setInterval(1000L, sendSensor);
}
void loop()
{
Blynk.run();
 timer.run();
}
```













Należy skopiować powyższy kod, wkleić go do Arduino IDE, wstawić kod uwierzytelniający, który wcześniej został wysłany na adres e-mail, nazwę Wi-Fi i hasło Wi-Fi, a następnie nacisnąć przycisk. Teraz możemy śledzić zmiany temperatury i wilgotności otoczenia wokół DHT11, bezpośrednio w telefonie komórkowym, jak na następnym zdjęciu:



Można również dodać wykres historii, jak poniżej, wybierając Superchart i dostosowując ustawienia zgodnie z bieżącą konfiguracją!

Ø			0	•	140	22:00
e	DHT	11	Ø		\oplus	\triangleright
TEMPERA	TURE	V6	HJMDITY			V5
	21.00) 50	(58. °	.00	
SO TEM	IPERATURE	HUMIDITY				
36						
20 20 20 20 20 20	21.14		29	21	44	21.59
Live						
	\triangleleft	(C			

Dobrej zabawy z BLYNK i jego widgetami!












VII. Konsolidacja wiedzy

1. Kontrolowanie kolorów

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis modelu kolorów RGB
- Określenie różnicy między diodą LED RGB a jednokolorową diodą LED
- Rozróżnianie i obsługa styków diody LED RGB
- Tworzenie obwodu z diodą LED RGB
- Programowanie NodeMCU, aby zmieniać kolor diody LED RGB za pomocą smartfona
- Tworzenie projektu ZeRGBa na smartfonie

Zmiana kolorów na diodzie LED RGB za pomocą Blynk

W wypadku każdego źródła światła, które emituje światło bezpośrednio do naszych oczu, postrzegany kolor ma trzy podstawowe składniki, pewną ilość czerwieni, zieleni i niebieskiego. Różnice w ich ilości pomagają nam tworzyć różne kolory.















Dioda LED RGB to pojedyncza dioda LED, która zapewnia nam wszystkie trzy rodzaje kolorów. Są dwa typy takich diod: ze wspólną katodą (którą będziemy tu omawiać) i wspólną anodą. Wspólna katoda ma wspólny pin GND dla wszystkich trzech kolorów. Przedstawia to poniższy schemat ze stykami kolorów:



W rzeczywistości są trzy zintegrowane diody LED: jedna czerwona, jedna zielona i jedna niebieska. Kontrolując ilość światła generowanego przez każdą z tych diod, można zmiksować praktycznie dowolny kolor.

Poniższe narzędzie pozwala na mieszanie podstawowych kolorów, aby stworzyć nowy kolor:

Kalkulator kolorów RGB

Porty cyfrowe mogą mieć tylko jedną z dwóch wartości: 0 lub 1, PRAWDA lub FAŁSZ, WŁ. lub WYŁ. Oczywiste jest więc, że nie moglibyśmy kontrolować ilości światła emitowanego przez poszczególne diody LED, podłączając styki do portów cyfrowych.















Ten problem został jednak rozwiązany za pomocą PWM (Pulse Width Modulation) -Modulacji Szerokości Impulsu. Jest to technika uzyskiwania wyników analogowych za pomocą środków cyfrowych. Sterowanie cyfrowe służy do utworzenia fali prostokątnej, sygnału przełączanego między ON i OFF.



Ten wzór ON-OFF może symulować napięcia pomiędzy pełnym (3,3 V) i zerowym (0 V) poprzez zmianę czasu przez jaki sygnał jest ON w porównaniu z czasem, kiedy jest OFF. Czas trwania ON nazywa się szerokością impulsu. Aby uzyskać różne wartości analogowe, zmienia się lub moduluje szerokość impulsu. Jeśli powtórzymy ten schemat ON-OFF wystarczająco szybko, na przykład z diodą LED, wynik będzie taki, jakby sygnał był stałym napięciem od 0 do 3,3 V, kontrolującym jasność diody LED.

W naszym przypadku wybieramy trzy z pinów cyfrowych (D1, D2, D3), aby połączyć styki odpowiednio z czerwonym, zielonym i niebieskim. Styk katody przechodzi na pin GND. Schemat jest następujący:



Następnie tworzymy nowy projekt w aplikacji Blynk o nazwie "RGB LED". Klucz autoryzacyjny zostanie wysłany na podany adres e-mail. Będziemy go później potrzebować.

Należy umieścić widget ZeRGBa na pulpicie projektu i dostosować go na podstawie następujących zrzutów ekranu:















Ostatnim krokiem jest stworzenie kodu, który przeniesie nasze (kolorowe) polecenia z Blynk do diody LED RGB. Potrzebujemy tylko domyślnego programu Blynk, którego użyliśmy w poprzedniej sekcji. Przejdźmy więc do

File->Examples->Blynk-Boards_Wifi->Esp8266Standalone

sketch_jun13b Arduino 1.6.6	0)	Energia_WiFi ecnotec_childd
File Edit Sketch Tools Help	1:		ESP8266_Standalone
New Ctrl+N Open Ctrl+O Open Recent Sketchbook	SD Servo Stepper Temboo		ESP8266_Standalone_SmartConfig ESP8266_Standalone_SSL Intel_Edison_WiFi LinkRtONE
Examples	RETIRED		RedBear_Duo_WiFi
Close Ctrl+W Save Ctrl+S Save As Ctrl+Shift+S	Examples from Custom Libraries ArduinoJson ArduinoOTA		RedBearLab_CC3200 RedBearLab_WiFi_Mini RN_XV_WiFly TheAirBoard WiFly
Page Setup Ctrl+Shift+P	Bilynk	Boards_BLE	TI_CC3200_LaunchXL
Print Ctrl+P Preferences Ctrl+Comma	DNSServer EEPROM	Boards_Ethernet Boards_USB_Serial	TI_MSP430F5529_CC3100 TinyDuino_WiFi
Quit Ctrl+Q	ESP8266 ESP8266 Oled Driver for SSD1306 display	Boards_WiFi Boards_With_HTTP_API	WildFire_V3 WildFire_V4













Zmieńmy dane logowania na swoje. Jeśli ich nie znamy, zapytajmy administratora. Auth [] to klucz, który otrzymaliśmy wcześniej na e-mail. Ssid [] to nazwa naszej sieci Wi-Fi, a pass [] to hasło.

char auth[] = "??????????;; char ssid[] = "XXXXXXXXXX"; char pass[] = "YYYYYYYYYYY";

Na koniec zapisujemy plik i wybieramy Upload.

Jeśli wszystko poszło zgodnie z instrukcjami, można wybrać dany kolor na ekranie telefonu komórkowego i wysłać go do diody LED RGB.

2. Aktywacja urządzeń

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis urządzenia przekaźnikowego (Relay) i jego zastosowań
- Tworzenie obwodu z przekaźnikiem i NodeMCU do sterowania urządzeniem wysokiego lub niskiego napięcia za pomocą smartfona
- Pisanie kodu, aby smartfon komunikował się z obwodem
- Tworzenie projektu Relay w aplikacji Blynk

Użycie przekaźnika do aktywacji innych urządzeń

Jednym z najbardziej przydatnych zastosowań IoT jest kontrola urządzeń o wyższym napięciu (120-240 V), takich jak wentylatory, lampy, grzejniki i inne urządzenia gospodarstwa domowego. Ponieważ NodeMCU działa pod napięciem 3,3V, nie może bezpośrednio sterować takimi urządzeniami, ale można użyć przekaźnika do przełączania prądu 120-240 V i użyć NodeMCU do sterowania przekaźnikiem.















Przekaźnik (relay) jest przełącznikiem sterowanym elektrycznie. Wiele przekaźników wykorzystuje elektromagnes do mechanicznej obsługi przełącznika i zapewnia izolację elektryczną między dwoma obwodami. W tym projekcie użyjemy NodeMCU do sterowania przekaźnikiem. Opracujemy prosty obwód, aby zademonstrować i rozróżnić zaciski NO (Normally open) i NC (Normally closed) przekaźnika.

NodeMCU można zaprogramować tak, aby włączał przekaźnik, gdy wystąpi określone zdarzenie, na przykład gdy <u>temperatura</u> termistora wzrośnie powyżej 30°C lub gdy rezystancja fotorezystora spadnie poniżej 400 Ω. Prawie każdy czujnik może być użyty do uruchomienia lub wyłączenia przekaźnika. Sygnał wcale nie musi pochodzić z czujnika. Może być emitowany w ustalonych odstępach czasu, można go aktywować po naciśnięciu przycisku lub nawet po otrzymaniu wiadomości e-mail.

W naszym przypadku zbudujemy obwód, który aktywuje przekaźnik za każdym razem, gdy naciśniemy przycisk na telefonie komórkowym w aplikacji Blynk.

Po pierwsze musimy stworzyć obwód poniżej:



Jest to prosty obwód z przekaźnikiem, który pobiera polecenia ze styku D5 (GPIO 14) i steruje urządzeniem podłączonym po drugiej stronie, którym jest pojedyncza dioda LED. Zamiast diody LED można użyć dowolnego innego urządzenia wysokiego lub niskiego napięcia, które będzie odbierać polecenia z przekaźnika.













Następnie tworzymy nowy projekt w aplikacji Blynk o nazwie "Przekaźnik". Klucz autoryzacyjny zostanie wysłany na podany adres e-mail. Będziemy go później potrzebować.

Teraz należy umieścić widget przycisku na pulpicie projektu i dostosować go na podstawie następujących zrzutów ekranu:





Na koniec musimy utworzyć kod w Arduino IDE, tak jak w poprzedniej części. Potrzebujemy tylko domyślnego programu Blynk, którego poprzednio użyliśmy: **File->Examples->Blynk-Boards_Wifi->Esp8266Standalone**

🔊 sketch jun 13b	Arduino 1.6.6	00	×)	_	Energia_WiFi ECORDAG_Shield
File Edit Sketch	Tools Help		1			ESP8266_Standalone
New Open Open Recent Sketchbook	Ctrl+N Ctrl+O	SD Servo Stepper Temboo		5		ESP8266_Standalone_SmartConfig ESP8266_Standalone_SSL Intel_Edison_WiFi LinkltONE
Examples		BETIRED				RedBear_Duo_WiFi
Close Save Save As	Ctrl+W Ctrl+S Ctrl+Shift+S	Examples from Custom Libraries ArduinoJson ArduinoOTA	•			RedBearLab_CC3200 RedBearLab_WiFLMini RN_XV_WiFly TheAirBoard_WiFly
Page Setup	Ctrl+Shift+P	Blynk	1	Boards_BLE	1	TI_CC3200_LaunchXL
Print Preferences	Ctrl+P Ctrl+Comma	DNSServer EEPROM	1	Boards_Ethernet Boards_USB_Serial	1	TI_MSP430F5529_CC3100 TinyDuino_WiFi
	Contrast (Sec. 1) Sec. (1)	ESP8266		Boards_WiFi		WildFire_V3
Quit	Ctrl+Q	ESP8266 Oled Driver for SSD1306 display	1	Boards_With_HTTP_API		WildFire_V4













Należy zmienić dane logowania na własne. Jeśli ich nie znamy, trzeba zapytać administratora. Auth [] to klucz, który otrzymaliśmy wcześniej na e-mail. Ssid [] to nazwa sieci Wi-Fi, a pass [] to hasło.

char auth[] = "??????????;; char ssid[] = "XXXXXXXXXX"; char pass[] = "YYYYYYYYYYY";

Na koniec trzeba zapisać plik i wybrać Upload.

Jeśli wszystko poszło zgodnie z instrukcjami, możesz włączać i wyłączać diodę LED.

3. Budowa autonomicznego klimatyzatora

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Tworzenie obwodu, który wykorzystuje wiele urządzeń elektronicznych do symulacji działania autonomicznego klimatyzatora
- Budowa programu do automatyzacji procesu i komunikacji ze smartfonem
- Tworzenie projektu Blynk, aby nadzorować aktualne warunki środowiskowe w miejscu instalacji klimatyzatora

Jak włączyć wentylator, gdy funkcja ogrzewania jest włączona.

Gdy już poznaliśmy zasady działania NodeMCU, czujników, Blynk itp., spróbujmy zbudować autonomiczny klimatyzator. Będzie on monitorował <u>temperature</u>, a jeśli temperatura spadnie poniżej 20°C, dioda LED RGB zaświeci się na NIEBIESKO. Jeśli jest powyżej 20°C i poniżej 25°C, dioda LED RGB zaświeci się na ZIELONO. Jeśli temperatura wynosi od 25°C do 30°C, dioda LED RGB zaświeci się na POMARAŃCZOWO. I wreszcie, jeśli <u>temperatura</u> przekroczy 30°C, wówczas dioda LED RGB zaświeci się na CZERWONO, a przekaźnik zostanie WŁĄCZONY, aktywując wentylator lub inną diodę LED w celu symulacji tej funkcji.

<u>Temperaturę</u> będziemy monitorować w sposób ciągły w aplikacji Blynk, obserwując również historię wyników.















Schemat będzie wyglądał następująco:



Projekt Blynk będzie tak prosty, jak to pokazuje ten zrzut ekranu:















Kod wygląda następująco:

/**************************************
Download latest Blynk library here:
https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases/latest
Blynk is a platform with iOS and Android apps to control
Arduino, Raspberry Pi and the likes over the Internet.
You can easily build graphic interfaces for all your
projects by simply dragging and dropping widgets.
Downloads, docs, tutorials: http://www.blynk.cc
Sketch generator: http://examples.blynk.cc
Blynk community: http://community.blynk.cc
Follow us: http://www.fb.com/blynkapp
http://twitter.com/blynk_app
Blvnk librarv is licensed under MIT license
This example code is in public domain.

This example shows how value can be pushed from Arduino to
пе вулк Арр.
WARNING :
For this example you'll need Adafruit DHT sensor libraries:
https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor
https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library
App project setup:
Value Display widget attached to V5
Value Display widget attached to V6

/* Comment this out to disable prints and save space */
#define BLYNK_PRINT Serial
#INCIUDE <esp8266wifi.h></esp8266wifi.h>
#INCIUAE <biynksimpieesp8266.n></biynksimpieesp8266.n>
#INCIUAE <dh i.n=""></dh>
// You should get Auth Token in the Blynk App.













```
// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "XXXXXXXXXXXXXXXX;;
char pass[] = "YYYYYYYYYYYYYYYY?";
#define DHTPIN 12
                        // What digital pin we're connected to
// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
//#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321
//#define DHTTYPE DHT21 // DHT 21, AM2301
int redPin = 5;
int greenPin = 4;
int bluePin = 0;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BlynkTimer timer;
// This function sends Arduino's up time every second to Virtual Pin (5).
// In the app, Widget's reading frequency should be set to PUSH. This means
// that you define how often to send data to Blynk App.
void sendSensor()
{
 float h = dht.readHumidity();
 float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit
 if (isnan(h) || isnan(t)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
  return;
 }
 else {
  Serial.println(t,0);
  if (t <20){
   digitalWrite(14, LOW);
   analogWrite(redPin, 0);
   analogWrite(greenPin, 0);
   analogWrite(bluePin, 255);
   }
  else if (t <= 25 && t >= 20) {
   digitalWrite(14, LOW);
```













```
analogWrite(redPin, 0);
   analogWrite(greenPin, 255);
   analogWrite(bluePin, 0);
   }
  else if (t > 25 && t <= 30) {
   digitalWrite(14, LOW);
   analogWrite(redPin, 255);
   analogWrite(greenPin,93);
   analogWrite(bluePin, 0);
  }
  else {
    digitalWrite(14, HIGH);
    analogWrite(redPin, 255);
    analogWrite(greenPin, 0);
    analogWrite(bluePin, 0);
 }
 }
 // You can send any value at any time.
 // Please don't send more that 10 values per second.
 Blynk.virtualWrite(V5, h);
 Blynk.virtualWrite(V6, t);
}
void setup()
{
 // Debug console
 Serial.begin(9600);
 Blynk.begin(auth, ssid, pass);
 // You can also specify server:
 //Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 8442);
 //Blynk.begin(auth, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100), 8442);
 dht.begin();
 // Setup a function to be called every second
 timer.setInterval(1000L, sendSensor);
 pinMode(redPin, OUTPUT);
 pinMode(greenPin, OUTPUT);
 pinMode(bluePin, OUTPUT);
```













pinMode(14, OUTPUT); }		
void loop() { Blynk.run(); timer.run(); }		

Można teraz poeksperymentować ze zmianami koloru diody LED RGB i ustawieniami dmuchawy na gorące powietrze.















Rozdział czwarty: Internet Rzeczy w rolnictwie

I. Rolnictwo precyzyjne

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Określenie czym jest rolnictwo precyzyjne (Precision Agriculture PA)
- Poznanie różnych wdrożeń PA
- Poznanie zastosowań dronów w rolnictwie
- Poznanie jak gromadzone są dane dla aplikacji PA
- Identyfikacja czterech etapów cyklu rolnictwa precyzyjnego

1. Wstęp

Rolnictwo precyzyjne (Precision Agriculture - PA) to zintegrowany system przetwarzania informacji i zarządzania rolnictwem oparty na kilku rozwiązaniach technicznych, takich jak globalny system pozycjonowania, system informacji geograficznej i teledetekcja. Został zaprojektowany w celu zwiększenia wydajności produkcji rolnej przy jednoczesnym obniżeniu kosztów i redukcji niepożądanych efektów zanieczyszczenia środowiska. Celem rolnictwa precyzyjnego jest zbieranie i analiza informacji o zmienności warunków uprawy w celu maksymalizacji wydajności zbiorów na niewielkich obszarach pola uprawnego. Aby osiągnąć ten cel, zmienność warunków na danym obszarze musi być poddana kontroli.

PA to również podejście do zarządzania całym gospodarstwem, wykorzystujące technologię informacyjną, dane satelitarnego pozycjonowania (GNSS), teledetekcję i gromadzenie danych proksymalnych. Technologie te mają na celu optymalizację zwrotu z nakładów przy potencjalnym zmniejszeniu wpływu na środowisko. PA można najprościej zdefiniować jako sposób "zastosowania właściwych zabiegów, we właściwym miejscu i we właściwym czasie" (Gebbers i Adamchuk, 2010), a celem jest poprawa wydajności, produkcji oraz jakości ekonomicznej i środowiskowej.













Wreszcie, PA to innowacja w rolnictwie, która umożliwia właściwe traktowanie upraw i zwierząt gospodarskich, we właściwym czasie i w największym możliwym detalu (aż do zabiegów na pojedynczych roślinach lub zwierzętach). Wkrótce stanie się standardem dla rolników w UE. Technologia PA stała się dostępna dla rolników w ostatnich dziesięcioleciach dzięki upowszechnieniu systemów informacji zarządzania gospodarstwem (FMIS) i globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GNSS) oraz różnych czujników. Torują one drogę do wdrożenia PA jako nowej koncepcji rolnictwa.

GNSS umożliwia łączenie danych z określonymi współrzędnymi geograficznymi (georeferencja), co pozwala na automatyzację prowadzenia maszyn. Systemy Kontrolowanego Ruchu (Controlled Traffic Farming - CTF) i systemy automatycznego prowadzenia to najbardziej udane aplikacje na gruntach ornych, dające wyraźne korzyści w prawie wszystkich przypadkach. W przypadku metod zmiennego dawkowania (Variable Rate Application - VRA), takich jak optymalizacja nawożenia lub stosowania pestycydów w zależności od zapotrzebowania, ich skuteczność różni się znacznie w zależności od konkretnych czynników aplikacji.

Wiele czujników jest obecnie dostępnych i używanych do gromadzenia danych lub dostarczania informacji w ramach PA. Istnieją urządzenia do oceny stanu gleby, do rejestrowania informacji o pogodzie lub danych mikroklimatycznych, do kwantyfikacji stanu fizjologicznego upraw. Działają one na zasadzie teledetekcji. Szczególne zainteresowanie poświęca się ostatnio wykorzystaniu tanich, lekkich bezzałogowych statków powietrznych (Unmanned Aerial Vehicles - UAV), często nazywanych dronami, określanych też jako zdalnie sterowane systemy lotnicze (Remotely Piloted Aerial Systems - RPAS), pierwotnie opracowanych do celów wojskowych, a obecnie stosowanych także w aplikacjach cywilnych. RPAS są już powszechnie dostępne i działają, umożliwiając generowanie zdjęć powierzchni rolnej o bardzo wysokiej rozdzielczości.

2. Dlaczego potrzebne jest rolnictwo precyzyjne?

Światowa populacja stale rośnie i przewiduje się, że w 2050 roku osiągnie 10,0 miliardów (Lutz i in., 1997). Produkcja rolna jest ważna dla wszystkich, a jej opłacalność istotna dla każdego rolnika, kierownika gospodarstwa na dużą skalę i regionalnej agencji rolnej. Rolnik musi posiadać właściwe informacje, by działać skutecznie, a więc stosowną wiedzę do opracowania skutecznej strategii prowadzenia działalności rolniczej. Narzędzia rolnictwa precyzyjnego pozwalają poznać stan upraw, skalę szkód, potencjalne plony i warunki glebowe.













Brokerzy produktów rolnych są również zainteresowani danymi dotyczącymi wydajności gospodarstw, ponieważ od wydajności (ilości i jakości) zależą ceny i handel światowy. Rolnictwo precyzyjne zajmuje się badaniem zastosowania technologii w produkcji rolnej, by sprostać globalnemu popytowi na żywność i zmniejszyć wpływ konwencjonalnych metod rolniczych na środowisko.

3. Zbieranie danych

Dane gromadzone przez różne czujniki są georeferencyjnie pokazywane na mapach w celu dostarczenia informacji o stanie fizjologicznym upraw i stanie gleby, za pośrednictwem systemów informacji geograficznej (Geographic Information Systems -GIS). W szczególności potrzebne jest opracowanie modeli, które pozwalają na poznanie związków przyczynowych i wzajemnych zależności między rośliną, glebą i klimatem. FMIS to system gromadzenia, przetwarzania, przechowywania i rozpowszechniania danych w formie informacji potrzebnych do zarządzania gospodarstwem. Udostępnia się go rolnikom poprzez usługi doradcze i szkoleniowe. Zakres usług publicznych jest tu zasadniczo bardzo ograniczony.

Zastosowania PA obejmują systemy automatycznego prowadzenia (auto-guiding systems) i technologię zmiennego dawkowania (variable-rate technology), które umożliwiają precyzyjną uprawę, siew, nawożenie, nawadnianie, stosowanie herbicydów i pestycydów, zbiór i hodowlę zwierząt. Zarządzanie uprawami i pewne aspekty hodowli zwierząt są optymalizowane dzięki wykorzystaniu informacji zebranych z czujników zamontowanych w odpowiednich urządzeniach rolniczych (właściwości gleby, powierzchnia liści, temperatura wewnętrzna zwierząt) lub danych zdalnie wykrywanych (stan fizjologiczny rośliny). Korzyści, które można tym sposobem uzyskać obejmują zwiększenie plonów i rentowności (głównie dla rolników), zwiększenie dobrostanu zwierząt oraz poprawę różnych aspektów zarządzania środowiskowego.

PA może odegrać istotną rolę w zaspokajaniu rosnącego zapotrzebowania na żywność, zapewniając jednocześnie zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych i środowiska. Niemniej jednak, wielkość i różnorodność gospodarstw rolnych stanowi wyzwanie dla wdrożenia tej technologii w Europie. Zgodnie z raportem PE należy prowadzić kampanie uświadamiające i informacyjne wśród rolników, potrzebne są także odpowiednie wytyczne oraz należy opracować unijne narzędzie, "Kalkulator Rolnictwa Precyzyjnego", które ułatwiłoby rolnikom i doradcom podejmowanie decyzji. Powinny temu towarzyszyć badania i studia rozwojowe.













4. Zintegrowany system rolnictwa precyzyjnego

Cały proces zintegrowanego systemu PA rozdziela się na 4 etapy (cykl rolnictwa precyzyjnego). Pierwszy obejmuje gromadzenie danych, które są przydatne do opracowania map, analizy gleby i innych analiz chemicznych. W okresie uprawnym gromadzonych jest więcej danych, takich jak dane pogodowe, ochrona upraw i wysiew (Elms i Green, 1997). Wiele z tych procesów można zautomatyzować za pomocą odpowiednich systemów i czujników.

Drugi etap dotyczy analizy i opracowania zebranych danych. Sposób integracji danych z każdego systemu zależy od uprawy i zastosowanego algorytmu (McCauley, 1999, McKinion i in., 2001). Na tym etapie konieczne jest zastosowanie odpowiedniej bazy danych do eksportu wyników (biblioteka). Ostatecznym celem jest zdefiniowanie stref zarządzania na obszarach, które charakteryzują się wspólnymi warunkami glebowymi lub cechami agronomicznymi i enologicznymi (Blackmore i in., 2003).

Trzeci etap obejmuje wdrożenie prac terenowych i interwencji enologicznych, zgodnie z wynikami poprzedniego etapu. Na tym etapie konieczne jest dostosowanie sprzętu używanego do wspierania stosowania zmiennych potrzeb upraw - aplikacji zmiennej dawki (variable rate application - VRA) w każdej strefie zarządzania areałem (Bowers i in., 2001).

Czwarty etap dotyczy oceny zastosowanych technik, co pomaga w planowaniu na kolejny rok. Mapowanie produkcji i innych parametrów może być punktem wyjścia do tworzenia stref zarządzania, ale może także pozwolić na ewaluację wyników z poprzedniego roku.

DATA ANALYSIS & EVALUATION















II. Bezzałogowe Systemy Powietrzne (Drony)

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Identyfikacji typów dronów
- Identyfikacji głównych części drona
- Identyfikacji zalet dronów w zestawieniu z samolotami załogowymi i satelitami

1. Rodzaje dronów

Drony lub UAV (Unmanned Flying Vehicles) to latające roboty. Istnieją trzy rodzaje dronów:

- Stałopłaty w kształcie typowych samolotów
- Drony ze skrzydłami obrotowymi, jedno- lub wielowirnikowe
- Śmigłowce skrzydłowe

Drony należące do tych kategorii wyglądają następująco:





Źródło zdjęć: Geosence, Saloniki, Grecja













2. Części składowe dronów

Główne elementy konstrukcyjne drona to:

- Śmigło (propeller)
- Rama (airframe)
- Silnik (motor)
- Odbiornik (receiver)
- Bateria (payload)
- kontroler lotów (flight control board)
- Podwozie (landing gear)



Model Phantom III firmy DJI











3. Stałe skrzydło vs skrzydło obrotowe



Fixed - Wing

+ Aerodynamic shapes

+ Less complicated designs and electronics

- + Simple/Easy maintenance
- + Fly more time
- + Fly in higher speed
- + More wind resistant
- + In case of stall they glide
- Need space to take off
- Need space to land
- Cannot loiter
- More expensive

Cover big areas in one battery Mapping/surveying Precision agriculture Border patrol Study of phenomena SaR Wing span Battery powered or fuel motor



Rotary - Wing

- + More complex designs (3 4 6 8 rotors)
- + Relative cheap
- + Vertical take off
- + Vertical Landing
- + Loiter
- Complicated electronics
- A lot of moving parts
- Complex maintenance
- High demand of power
- Less wind resistant
- Fly less time
- Reduced cruising speed
- If they stall, they crash
 - Inspection and close mapping
 - Industrial inspection
 - Construction inspection
 - Oblique images
 - Small scale mapping
 - Filming
 - SaR
 - Diagonal length between rotors
 - Battery powered motors
 - Recovery if a rotor fail (applies to 8 + rotor systems)

Bibliografia

Introduction to Modern UAV Photogrammetry, PowerPoint Presentation, Geosense, Thessaloniki, Greece Vital UAV Operation, 11 Cert, Online Training Course, FlyingIQ, USA















4. Drony w zestawieniu z samolotami załogowymi i satelitami

Porównanie obiektów bezzałogowych (dronów), załogowych i satelitarnych odnosi się do powierzchni jaką obejmują.



Bezzałogowe statki powietrzne są bardziej elastycznymi narzędziami i mogą dostarczać danych dokładnie wtedy, gdy ich potrzebujemy, w porównaniu z satelitami, a nawet załogowymi samolotami. Satelity mogą objąć dany obszar tylko w określonym czasie (kiedy przelatują nad nim), obiekty załogowe natomiast wymagają pilota, co jest kosztowne, a jeśli obszar nie jest dostępny lub warunki pogodowe nie są odpowiednie, danych nie można uzyskać na czas.

Drony zasadniczo mogą latać, kiedy tylko ich potrzebujemy, mogą dostarczać dużych ilości danych w krótkim czasie i nie stwarzają zagrożenia dla życia ludzkiego (brak pilota).

Jak wygląda obraz z drona, załogowego statku powietrznego i satelity? Wyobraźcie to sobie na przykładzie truskawki:







Źródło wykresów i zdjęć: Geosense, Saloniki, Grecja













III. Wykorzystanie dronów w rolnictwie

Efekty kształcenia obejmują następujące umiejętności:

- Opis trzech głównych strategii zarządzania w rolnictwie precyzyjnym
- Określenie korzyści jakie przynoszą inteligentne farmy
- Ocena stanu zdrowotnego roślin na polu uprawnym
- Pomiar areału i innych parametrów upraw
- Pomiar stresu wodnego

1. Strategie zarządzania w rolnictwie precyzyjnym

Rolnictwa precyzyjnego (PA - precision agriculture) zasadniczo nie kojarzy się z żadną konkretną taktyką zarządzania. PA pozwala administratorowi (producentowi, rolnikowi, konsultantowi, firmie lub systemowi eksperckiemu) lepiej zrozumieć i kontrolować zadania. Ponieważ rolnictwo precyzyjne jest rozwijane w zintegrowanym systemie, możliwy jest opis różnych strategii zarządzania (także tych zintegrowanych w specjalistycznym oprogramowaniu), które zapewniają stałe i spójne praktyki, szczególnie w odniesieniu do ich wpływu na środowisko.

Trzy główne stosowane strategie są następujące:

Strategia A: Ochrona produkcji - Duże ilości środków chemicznych - Brak zainteresowania środowiskiem. Zasadniczą sprawą jest tu ulepszanie i ochrona produkcji. Celowo nie uwzględnia się kryteriów środowiskowych i stosuje się duże ilości środków chemicznych. Dobiera się optymalne finansowo nakłady, na przykład aby utrzymać niski poziom chwastów lub ich eliminację.

Strategia B: Zmniejszona ilość środków chemicznych - Optymalizacja zbiorów -Umiarkowane zagrożenie dla środowiska. Akceptowany jest wyższy poziom ryzyka utraty produkcji, a nakłady są ograniczone do poziomów optymalnych ekonomicznie, w zależności od stopnia podejmowanego ryzyka. Uwzględnia się kwestie środowiskowe, ale nie są one jasno zdefiniowane, a środki chemiczne stosuje się w takim zakresie, aby szkodniki i choroby utrzymywać na umiarkowanym poziomie.

Strategia C: Zmniejszona ilość środków chemicznych - Znaczna troska o środowisko. Ochrona środowiska jest na pierwszym miejscu, albo ze względu na zrozumienie jego znaczenia (świadoma ekologicznie), albo z powodu zachęt finansowych (wsparcie finansowe, dopłaty, agroturystyka itp.). Środki chemiczne stosuje się w takim zakresie, aby szkodniki i choroby utrzymywać na umiarkowanym poziomie. Ich ilość jest niższa od optymalnej, ale wystarczająco wysoka, aby zapobiec znacznym stratom plonów.













A typical smart farm



http://www.nesta.org.uk

2. Korzyści płynące z zastosowania dronów

Wykorzystanie dronów w rolnictwie zapewnia rolnikowi określone korzyści, takie jak:

- Dostępność wielu różnych czujników
- Łatwość w użyciu
- Szybkość i dokładność rozpoznania
- Dokładna referencja przestrzenna
- Niższe koszty nawozów i oprysków
- Lepsza ocena podjętych działań
- Prognozowanie produkcji
- Narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji
- Identyfikowalność













Przykładem jest tu uprawa ryżu w Japonii, gdzie użycie dronów zwiększyło wydajność produkcji o 15% i obniżyło koszty produkcji o 30% !!!

W Grecji wykorzystanie dronów w uprawie zbóż lub innych uprawach jest ograniczone lub nie istnieje, zgodnie z ankietą przeprowadzoną w 2015 r., w której zbadano, czy rolnicy są zaznajomieni z wykorzystaniem dronów w rolnictwie i czy kiedykolwiek słyszeli o ich korzyściach dla produkcji roślinnej.

Wyniki można znaleźć w następującym artykule:

Trivellas A., Perdikaris A., Barmpagalou A. (2015). The use of unmanned aircrafts on precision agriculture, GREEN-AgriChains 1st International Conference of Agrifood Supply Chain Management (SCM) and Green Logistics, May 2015, Thessaloniki, Greece

3. Ocena stanu zdrowotnego roślin

Mierząc wskaźnik NDVI, możemy zbadać stan zdrowotny upraw. Wskaźnik NDVI można obliczyć według następującego schematu:















Warto tu przedstawić autentyczny przypadek, który miał miejsce w lipcu 2016 roku, na północ od Salonik, gdzie uprawia się zboża. W tym czasie zebrano już plony, więc na polach nie było upraw, tylko ograniczone obszary pokryte drzewami.

Cały proces zajmuje 15 minut dla zbadania obszaru o pow. 7 Ha, a zaledwie niecałą godzinę dla obszaru o pow. 280 Ha !!! Przetwarzanie obrazu odbywa się już w biurze, gdzie tworzy się mapę odbić i mapę indeksową (np.NDVI). Wynik wygląda następująco:



Pierwszy obraz odpowiada kamerze RGB, a drugi przedstawia indeks NDVI tego samego obszaru. Zmienność można dostrzec nawet na małych obszarach. Zobaczmy następny przykład, który jest dowodem na to, że rolnictwo precyzyjne może wiele zaoferować nawet małym gospodarstwom:













Spójrzmy jeszcze na ten przykład, który dowodzi, że Rolnictwo Precyzyjne może zaoferować wiele także małym gospodarstwom:



Obszar odpowiada 0,1 Ha! Na tym obrazie można ocenić stan zdrowotny roślin w pobliżu dróg. Kolor zielony oznacza Zdrowy, czerwony Niezdrowy lub brak roślin, widać też całą różnorodność na tak małym polu!

Co tak naprawdę mierzymy w tym przypadku? W następnym rozdziale omówimy, czym jest indeks NDVI.













4. Jak mierzony jest wskaźnik NDVI

Jednym z najważniejszych procesów na ziemi jest fotosynteza. Poniższy obraz pokazuje, co naprawdę dzieje się ze światłem, gdy pada na liść. Światło składa się z różnych długości fal, to tak, jakby patrzeć przez pryzmat, wiele różnych długości fal składa się na widmo światła słonecznego, jak pokazano na poniższym obrazku:



Potrafimy badać absorpcję i odbicie światła na różnych długościach fal.



Kiedy światło słoneczne pada na przedmioty, pewne długości fal tego widma są pochłaniane, a inne długości fal są odbijane. Zawarty w liściach barwnik, chlorofil, silnie absorbuje światło widzialne (od 0,4 do 0,7 μm) do wykorzystania w fotosyntezie. Z kolei struktura komórkowa liści silnie odbija światło bliskiej podczerwieni (od 0,7 do 1,1 μm).

Depending on the reflection we get as seen in the following image we can conclude the condition of the leaf and generally the whole plant.













Odbijane długości fal są różne z ilościowego punktu widzenia, jak to tu pokazano:



I w tym miejscu pojawia się indeks NDVI. NDVI jest obliczane na podstawie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni odbitej przez roślinność. Zdrowa roślinność (po prawej) pochłania większość padającego na nią światła widzialnego i odbija dużą część światła bliskiej podczerwieni (NIR). Rośliny w złej kondycji (po lewej) odbijają więcej światła widzialnego, a mniej bliskiej podczerwieni.













Jeśli rozważymy to z bardziej ilościowego punktu widzenia, jak widać na poniższym obrazie, NDVI odpowiada:



Wartości NDVI dla danego piksela zawsze dają liczbę w zakresie od minus jeden (-1) do plus jeden (+1), jednak żadne zielone liście nie dają wartości bliskiej zeru. Zero oznacza brak roślinności, a bliskość +1 (0,8 - 0,9) oznacza największą gęstość zielonych liści.













5. Pomiar pól i innych parametrów upraw

Możliwe jest zmierzenie kilku parametrów pola, takich jak nachylenie lub wysokość (pierwszy obraz), a także niektórych parametrów uprawy, takich jak objętość i wielkość uprawy lub rozkwit (obraz drugi i trzeci).



Źródło: Geosense, Saloniki, Grecja











6. Pomiar stresu wodnego

NDVI może służyć jako wskaźnik suszy. To, co jest mierzone, to różnica między średnim NVDI dla danego miesiąca danego roku a średnim NDVI dla tego samego miesiąca w ciągu ostatnich 20 lat. Ta różnica nazywa się anomalią NDVI.

Przyjmujemy hipotezę, że w większości przypadków wzrost roślinności zależy od dostępności wody, stąd względna gęstość roślinności jest dobrym wskaźnikiem suszy rolniczej.

Oczywiste jest, że do oszacowania suszy niezbędne są dane z ostatnich lat.

7. Przykład: rolnictwo precyzyjne na polach ryżowych

Rolnictwo precyzyjne koncentruje się na optymalizacji środków produkcji rolnej, takich jak nawozy, pestycydy, woda itp., oraz na zwiększaniu plonów, zmniejszaniu kosztów uprawy i minimalizowaniu wpływu na środowisko poprzez specyficzne techniki zarządzania w odniesieniu do czasu i miejsca.

Poniższy obraz przedstawia widok NDVI pola ryżowego. Kolory odpowiadają cm na piksel, a wartość powyżej 0,4 odpowiada zdrowym roślinom. Nawet na małych polach (jest to pole eksperymentalne) różnorodność jest widoczna.



Ryżowe poletka doświadczalne, indeks NDVI 5m x 3m = 83 x 50 pikseli = 4150 pikseli na działkę Źródło obrazu: Geosense, Saloniki, Grecja

Źródła wykorzystane w tej części:

- <u>http://future-farmer.eu/</u>
- <u>https://www.youtube.com/watch?v=tbkTi3zNN9s</u>
- https://www.youtube.com/watch?v=du7wJX6hEP4
- https://youtu.be/1KxgsLzd1-8













Zasoby dostępne w Internecie

Niniejsza publikacja przedstawia szereg scenariuszy edukacyjnych, które przetestowaliśmy w trakcie działań projektowych w trzech krajach partnerskich: Grecji, Włoszech i Polsce. Staraliśmy się przedstawić te pomysły w sposób jak najbardziej praktyczny, aby ułatwić realizację podobnych planów zajęć warsztatowych przez inne organizacje działające w obszarze formalnego i pozaformalnego kształcenia zawodowego.

Scenariusze te mają charakter modułowy i obejmują szeroki zakres programu kształcenia i szkolenia zawodowego, zgodnie z wiedzą i doświadczeniem naszych organizacji. Opracowując je korzystaliśmy z wielu publikacji i zasobów internetowych wartych polecenia także nauczycielom spoza naszej grupy partnerskiej, którzy chcieliby wzbogacić swój programu szkoleniowy. Tak też poniżej przedstawiamy przydatne i dostępne w Internecie zasoby wraz z krótką informacją o ich zawartości i znaczeniu. Są one tutaj pogrupowane w nawiązaniu do tematyki poszczególnych rozdziałów niniejszej publikacji.

Modelowanie 3D

<u>Tinker CAD</u>. To oprogramowanie działa bezpośrednio w przeglądarce internetowej i wykorzystuje modelowanie boolowskie do tworzenia obiektów. W praktyce jedna forma jest dodawana do drugiej lub odejmowana od innej, aby tworzyć coraz bardziej złożone obiekty. Darmowy i łatwy do opanowania. Świetna propozycja dla początkujących.

<u>Free CAD</u>. Oprogramowanie wieloplatformowe typu open source do modelowania CAD 2D i 3D. Bardzo proste w użyciu, z licznymi samouczkami i bardzo dużą siecią społecznościową.

<u>Blender</u>. Jeden z najbardziej wszechstronnych wieloplatformowych programów do modelowania 3D typu open source, którego funkcje konkurują z najbardziej popularnym oprogramowaniem komercyjnym. Z tego powodu jest to jeden z najczęściej używanych programów. Dokumentacja bogata, choć program jest trudny do opanowania.

<u>Zbrush</u>. Jeden z najbardziej rozpowszechnionych programów do rzeźby cyfrowej na świecie. Przystępna cena choć niezbyt łatwy w obsłudze.













<u>Sculptris</u>. Bardzo prosty i intuicyjny program wprowadzający do świata rzeźby cyfrowej. Z tego samego studia co Z-Brush.

<u>Rhinoceros</u>. Program używany w różnych dziedzinach, wśród których wyróżnia się design, gdzie stał się standardem. Charakteryzuje się łatwym do opanowania interfejsem i dość przystępną ceną. Wersję próbną można testować przez 90 dni, wystarczająco dużo czasu, aby poznać funkcje programu i ocenić ewentualny zakup.

<u>3DCoat</u>. Bardzo przystępne cenowo profesjonalne narzędzie, które pozwala tworzyć organiczne formy i rzeźbić modele 3D za pomocą narzędzi cyfrowych i konstrukcji wielokątnych. Podobne funkcje jak Z-Brush.

<u>SketchUp</u> to oprogramowanie typu web-based do modelowania 3D z szerokim zakresem aplikacji do projektowania wnętrz, architektury i gier wideo. Jego podstawowa wersja jest darmowa, a zatem łatwo dostępna dla uczniów, którzy chcą powiększyć swój cyfrowy zestaw narzędzi.

Druk 3D

<u>3DSourced</u>: w zamierzeniu twórców platformy wszechstronne źródło informacji na temat druku 3D. Prezentowane treści są dokładnie sprawdzane, materiały o celach promocyjnych i komercyjnych usuwane. Platforma publikuje szczegółowe przewodniki po drukarkach 3D, technologii druku 3D, oprogramowaniu, skanerach, usługach, markach, itd.

<u>Thingiverse</u>: duża internetowa baza danych z gotowymi plikami STL, które można wydrukować na dowolnej drukarce FDM. Zawiera modele w wielu różnych kategoriach i umożliwia przesyłania obiektów zaprojektowanych przez użytkowników.

<u>All3dp</u> to jeden z wiodących magazynów online poświęconych drukowaniu 3D, z ponad 2 milionami użytkowników miesięcznie. Adresowany zarówno do początkujących, jak i profesjonalistów, zapewnia atrakcyjne i przydatne treści, także materiały edukacyjne.

<u>Yeggi</u> to wyszukiwarka modeli 3D do druku, zbierająca dane ze wszystkich społeczności i portali oferujących takie modele. Bardzo skuteczne narzędzie w wyszukiwaniu modeli 3D w Internecie. Działa od 2013 roku, co pozwoliło na stworzenie obszernego indeksu.

<u>Cura</u>: oprogramowanie służące do przygotowania/krojenia plików STL do druku, jedno z najpopularniejszych na rynku. Pozwala na przygotowanie projektów za pomocą kilku kliknięć, jest zintegrowane z oprogramowaniem CAD, co znacznie ułatwia pracę.













Internet Rzeczy

<u>Arduino</u> to platforma elektroniki typu open source oparta na łatwym w obsłudze sprzęcie i oprogramowaniu. Boardy Arduino są w stanie odczytać dane wejściowe - światło na czujniku, dotyk na przycisku lub wiadomość na Twitterze - i przekształcić je w dane wyjściowe - np. aktywować silnik, włączyć diodę LED, opublikować coś online. Można przekazać na płytę polecenia, co ma robić, wysyłając zestaw instrukcji do mikrokontrolera. W tym celu wykorzystujemy język oprogramowania Arduino.

NodeMCU (Node MicroController Unit) to środowisko programistyczne i sprzętowe o otwartym kodzie źródłowym, zbudowane wokół niedrogiego System-on-a-Chip (SoC) o nazwie ESP8266. ESP8266, zaprojektowany i wyprodukowany przez Espressif Systems, zawiera wszystkie kluczowe elementy nowoczesnego komputera: procesor, pamięć RAM, sieć (Wi-Fi), a nawet nowoczesny system operacyjny. Przy zakupie hurtowym chip ESP8266 kosztuje tylko 2 USD za sztukę. To sprawia, że jest to doskonały wybór dla wszelkiego rodzaju projektów IoT.

Blynk został zaprojektowany jako aplikacja do Internetu Rzeczy. Może zdalnie sterować sprzętem, wyświetlać dane czujnika, przechowywać dane, wizualizować je, a także pełnić wiele innych przydatnych funkcji. Platforma składa się z trzech głównych elementów: Blynk App - pozwala tworzyć wspaniałe interfejsy dla projektów przy użyciu różnych widgetów. Blynk Serwer - odpowiedzialny za całą komunikację między smartfonem a sprzętem. Można użyć chmury Blynk lub uruchomić lokalnie prywatny serwer Blynk. Jest open source, może z łatwością obsługiwać tysiące urządzeń, a nawet może być uruchomiony na Raspberry Pi. Biblioteki Blynk - dla wszystkich popularnych platform sprzętowych, umożliwiają komunikację z serwerem i przetwarzają wszystkie przychodzące i wychodzące polecenia.













Przypisy

<u>1.</u> NURBS jest akronimem od *Non Uniform Rational B-Splines*). Ujmując najprościej, NURBS to matematyczna reprezentacja, za pomocą której możliwe jest dokładne zdefiniowanie takich dwu i trójwymiarowych wielkości geometrycznych jak linie, łuki i powierzchnie o dowolnym kształcie.

<u>2.</u> Miriam Graziano "Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro" Corso "fresco", CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze

<u>3.</u> Miriam Graziano "Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro" Corso "fresco", CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze

<u>4.</u> Miriam Graziano "Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro" Corso "fresco", CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze

<u>5.</u> Zgodnie z tradycyjną metodą, dzieło było sprawdzane manualnie i wizualnie przez ograniczoną liczbę ekspertów dysponujących ograniczonym czasem i przestrzenią. Innego rodzaju badania można przeprowadzić za pomocą dwuwymiarowych obrazów, które zależą od konkretnego punktu widzenia i określonego oświetlenia. Technologia 3D pozwala na poszerzenie grona badaczy, którzy mogą analizować dzieło w pełnej formie, z dowolnego punktu widzenia, przez nieograniczony czas, w dowolnym miejscu, niezależnie od rodzaju oświetlenia i bez ryzyka uszkodzenia oryginału.







