



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Program zajęć
z techniki

Zajęcia konstruktorskie

Podręcznik ucznia



Autor programu zajęć:
mgr inż. Anna Fularz



Spis treści

ZASADY BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY	3
ZAJĘCIA 1: PODSTAWY RYSUNKU TECHNICZNEGO I WSTĘP DO PROJEKTOWANIA.....	13
ZAJĘCIA 2: PIERWSZY PROJEKTY - DREWNIANY SAMOCHODZIK.....	30
ZAJĘCIA 3: SAMOLOT – SPEŁNIENIE MARZEŃ O LATANIU	36
ZAJĘCIA 4 I 5: DLACZEGO CO MA PŁYWAĆ NIE UTONIE? JAK WPRAWIĆ MOTORÓWKĘ W RUCH? ..	44
ZAJĘCIA 6 I 7: MOSTY – CUD NOWOCZESNEJ INŻYNIERII	62
ZAJĘCIA 8: 123D® DESIGN – TWORZENIE MODELU 3D DZIADKA DO ORZECHÓW I PUDEŁKA	68
ZAJĘCIA 9: DZIADEK DO ORZECHÓW	72
ZAJĘCIA 10: PUDEŁKO NA ORZECHY	79
ZAJĘCIA 11. ŁAMIGŁÓWKI LOGICZNE ZE STALI I ALUMINIUM.....	86
ZAJĘCIA 12 I 13: DŹWIG – POTĘGA WIELOKRAŹKÓW	94
ZAJĘCIA 14 I 15. MASZYNA HYDRAULICZNA – POTĘGA CIŚNIENIA.....	102



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY





Zasady Bezpieczeństwa i Higieny Pracy

Podczas realizacji projektów prezentowanych w niniejszym podręczniku wykorzystywane będą różnego rodzaju narzędzia. Niektóre z nich można zaliczyć do maszyn prostych, a niektóre – wykorzystujące energię elektryczną – zakwalifikowano jako elektronarzędzia. W celu uniknięcia zagrożeń, jakie mogłyby powstać w wyniku niewłaściwego użytkowania tych narzędzi, przedstawiono poniżej ich zasadę działania oraz instrukcję właściwego użytkowania.

Szczypce uniwersalne – potocznie zwane **kombinerkami**, są narzędziem prostym przeznaczonym do chwytania i manipulowania uchwyconymi przedmiotami, wyginania tych przedmiotów oraz ściągania izolacji z przewodów elektrycznych. Wewnętrzna strona szczypiec jest karbowana, co zapobiega wyślizgiwaniu się uchwyconych przedmiotów. Niektóre rodzaje kombinerek są wyposażone w dwie ostro zakończone krawędzie, dzięki którym możliwe jest cięcie twardych elementów niewielkich rozmiarów (jak np.: przewody). Swoją konstrukcją przypominają nożyczki.



Zdjęcie 1 Szczypce uniwersalne

Wkrętak – potocznie zwany **śrubokrętem** – podstawowe narzędzie ręczne składające się z rękojeści i grotu. Najczęściej spotykany w postaci stalowego pręta zakończonego odpowiednio uformowanym kształtem umożliwiającym wsunięcie jego końca w łeb wkręta, a następnie poprzez obrót wokół własnej osi, obrót wkręta wraz z wkrętakiem. Grot



wkrętaka najczęściej osadzony jest w rękojeści z tworzywa sztucznego, która ma za zadanie ułatwiać wykonywanie obrotów (zapobiega ślizganiu się dłoni po powierzchni śrubokręta) oraz w niektórych przypadkach izoluje przed potencjalnym zagrożeniem ze strony wysokiego napięcia (głównie wkrętaki dedykowane dla elektryków). Innymi odmianami wkrętaaków są wkrętaki zegarmistrzowskie o zdecydowanie mniejszych wymiarach, przeznaczone do wykonywania bardziej precyzyjnych prac w mniejszej skali. Istnieje wiele kształtów zakończenia grotu wkrętaka. Najczęściej spotykanymi końcówkami wkrętaaków są końcówki płaskie i krzyżakowe.



Zdjęcie 2 Wkrętaki

W celu zwiększenia wydajności pracy, w przypadku konieczności wkręcenia większej liczby wkrętów, stosuje się obecnie **wkrętarki** z napędem elektrycznym lub pneumatycznym.

Wkrętarka – urządzenie elektryczne lub pneumatyczne służące do wkręcania wkrętów, wiercenia oraz wykorzystywane w prostych operacjach wymagających ruchu obrotowego (np.: gwintowanie otworów). Dzięki głowicy z zaciskiem sześciokątnym posiada spore możliwości przystosowania do pracy (duża szybkość wymiany końcówek wkrętarki - tzw. Bitów - oraz duża rozbieżność rozmiarów stosowanego narzędzia – możliwość instalacji wiertła od $\phi 1$ [mm] do $\phi 10$ [mm]). Wkrętarka posiada także możliwość zmiany kierunku obrotów (lub całkowitego ich zablokowania) poprzez przełącznik trójpozycyjny znajdujący się ponad spustem. Za pomocą czułego spustu można regulować prędkość obrotową. Dynamika prędkości obrotowej wzrasta tym bardziej, im mocniej naciska się spust. Wokół głowicy znajduje się dodatkowy przełącznik obrotowy umożliwiający dobór odpowiedniego momentu siły. Istnieją różne rodzaje wkrętarek. Wkrętarki akumulatorowe są narzędziami przenośnymi do ogólnego zastosowania. Wkrętarki pneumatyczne (lub rzadziej elektryczne – zasilane z sieci) mają ograniczoną mobilność.



Obsługa wkrętarki

W celu zamontowania wiertła lub bitów we wkrętarkę należy rozewrzeć, zamocować wewnątrz głowicy wiertło lub bit, a następnie zewrzeć szczęki zaciskowe głowicy poprzez jej obrót wokół własnej osi. Dla szybszego i sprawniejszego przeprowadzenia tej czynności można jedną dłoń przytrzymać głowicę unieruchamiając ją i delikatnie wcisnąć spust w celu wzbudzenia obrotów głowicy. Zacisk powinien się otworzyć lub zewrzeć w zależności od nastawionych obrotów. Przed wykonaniem pracy narzędziem należy upewnić się, że wiertło lub bit zostało osadzone w głowicy sztywno, a sama głowica jest odpowiednio mocno dokręcona. Środkowe położenie przełącznika trójpozycyjnego ponad spustem blokuje jego wciśnięcie (zablokowanie obrotów wkrętarki). Skrajne lewe położenie tego przełącznika sprawi, że głowica wkrętarki będzie obracała się zgodnie z ruchem wskazówek zegara (wkręcanie), a skrajne prawe - głowica będzie obracać się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (wykręcanie).



Zdjęcie 3 Wkrętarka

Młotek – najstarsze narzędzie używane przez człowieka. Służy do wbijania gwoździ lub klinów, uderzania w materiał w celu jego obróbki czy też do uderzania w inne narzędzia (dłuta, przecinaki, punktaki itp.). Składa się z obucha i trzonka, a swoim kształtem przypomina literę „T”. Obuch jest częścią roboczą najczęściej wykonaną z twardej stali, a trzonek jest przeważnie drewniany. Rozróżniamy wiele rodzajów młotków, m. in. ślusarskie, blacharskie, kowalskie, dekarские itd., które różnią się kształtem obucha i materiałem z jakiego jest on wykonany.



Zdjęcie 4 Młotek

Suwmiarka – przyrząd pomiarowy stanowiący podstawowe wyposażenie warsztatu, służy do wykonywania szybkich pomiarów wytwarzanych elementów. Najczęściej spotyka się suwmiarki o zakresie pomiarowym do 150mm. Występują też różnorodne suwmiarki o zakresie pomiarowym nawet do 3000mm.

Suwmiarka składa się z następujących elementów: długiej i nieruchomej **przewodnicy**, ruchomego **suwaka (stąd nazwa „suwmiarka”)**, powierzchni pomiarowych (szczęk oraz wgłębnika) oraz urządzenia odczytowego. W zależności od rodzaju możemy podzielić suwmiarki na: **analogowe** (z podziałką kreskową na przewodnicy i noniuszem na suwaku), **zegarowe** (z listwą zębatą na przewodnicy i czujnikiem zegarowym) oraz **cyfrowe** (z liniałem pojemnościowym i wskaźnikiem cyfrowym).

Za pomocą suwmiarki (w zależności od jej budowy) możemy mierzyć wymiary wewnętrzne, wewnętrzne i głębokości otworów. Najczęściej suwmiarki analogowe posiadają dokładność 0,05mm. Suwmiarki cyfrowe posiadają dokładność 0,01mm (dokładność wyświetleń).

Sposób pomiaru suwmiarką.

Pomiar suwmiarką wykonuje się poprzez umieszczenie badanego elementu pomiędzy szczękami pomiarowymi (lub wsunięcie głębokościomierza na odpowiednią głębokość). Po zaciśnięciu szczęk na detalu lub wsunięciu głębokościomierza na odpowiednią (maksymalną) głębokość, wymiar odczytuje się z podziałki i noniusza (w przypadku pomiaru suwmiarką analogową), z zegara (w przypadku suwmiarki zegarowej) lub wyświetlacza (w przypadku suwmiarki cyfrowej).



Zdjęcie 5 Suwmiarka

Nóż do tapet – narzędzie o bardzo ostrym (wymyennym) ostrzu, służącym do precyzyjnego cięcia cienkich materiałów (np.: papier). Ostrze noża jest zbudowane z kilku naostrzonych segmentów, które wraz ze wzrostem zużycia odłamuje się i zastępuje kolejnymi ostrzami wysuwanymi z rękojeści noża. Nóż do tapet posiada obrotową blokadę dzięki której możemy dostosować długość ostrza do naszych potrzeb i zablokować jego położenie przed wykonaniem niezbędnej pracy. Ze względów bezpieczeństwa przy wykonywaniu pracy nożem do tapet należy używać rękawic, aby chronić swoje ręce przed ewentualnym skaleczeniem oraz podkładki (aby nie zniszczyć powierzchni stołu lub innych mebli).



Zdjęcie 6 Nóż do tapet



Pilniki i tarniki – Narzędzia stolarskie i ślusarskie służące do obróbki danego detalu poprzez piłowanie, czyli skrawanie z obrabianej powierzchni cienkiej warstwy materiału. Pilniki służą przeważnie do obróbki metali, a tarniki do obróbki drewna. Można je rozróżnić po strukturze nacięć na ich powierzchni (pilniki mają bardzo drobne nacięcia krzyżowe, tarniki charakteryzują się większymi wypustkami na swojej powierzchni). Dzięki tej różnicy tarniki usuwają znacznie grubszą warstwę, niż pilniki. Wyróżniamy różne rodzaje pilników i tarników. Możemy je podzielić na duże – do obróbki zgrubnej, oraz małe – do obróbki dokładnej, wykańczającej. Istnieje wiele rodzajów kształtów pilników i tarników – płaskie, półkoliste, okrągłe, trójkątne, kwadratowe i wiele innych.



Zdjęcie 7 Pilniki i tarniki

Papier ścierny – podobnie jak pilniki i tarniki, wyrób przeznaczony do obróbki ścierną powierzchnią przedmiotów drewnianych, metalowych lub z tworzyw sztucznych. Występuje w różnorodnej gradacji uzależnionej od przeznaczenia papieru do danej obróbki. Gradacja określa ilość ziaren przypadających na jednostkę powierzchni. Papier przeznaczony do obróbki zgrubnej posiada bardzo niskie numery gradacji (np.: P40, P80 – tzn. że na jednostkę powierzchni przypada 40 lub 80 ziaren materiału ściernego – najczęściej korundu). Papier ścierny do obróbki wykańczającej posiada zdecydowanie wyższe numery gradacji, np.: P800, P2500. Papier ścierny można podzielić na zwykły (do P300) i wodoodporny (powyżej P300 do P2500). Papier wodoodporny (zwany też „wodnym”) wykorzystywany jest do obróbki wykańczającej powierzchnię w obecności wody lub nafty.



Zdjęcie 8 Papier ścierny

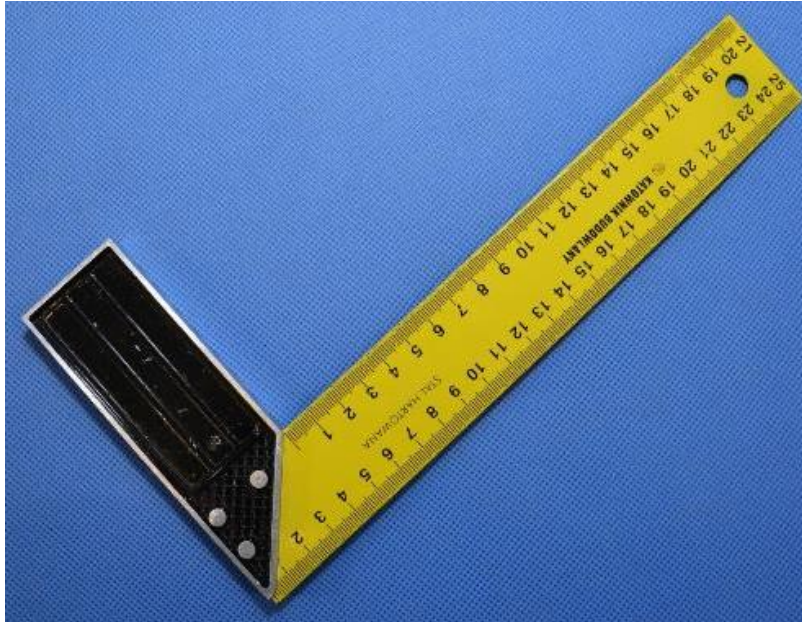
Piła ręczna – Samodzielne narzędzie służące do przerywania (przecinania) ciał stałych takich, jak metal, drewno, kamień itp. Piła składa się z zębatego ostrza zwanego **brzeszczotem**, który napięty jest w **ramie** piły. Ślad po cięciu piły nazywany jest **razem**. Jest on szerszy od grubości brzeszczotu. Jest to spowodowane naprzemiennym rozgięciem zębów piły na boki w celu zmniejszenia siły tarcia powstającej w trakcie cięcia. Brzeszczot posiada na swoich krawędziach dwa rodzaje zębów. Większe, do cięcia drewna i mniejsze do cięcia metalu.



Zdjęcie 9 Piła ręczna



Kątownik – narzędzie ślusarskie (często z podziałką liniową) służące do wyznaczania kąta prostego. Jeśli jest wyposażony w podziałkę może również służyć jako linijka.



Zdjęcie 10 Kątownik

Ścisk stolarski – element wyposażenia warsztatowego służący do sztywnego montowania obrabianych elementów do stołu lub unieruchamianie elementów montażowych we wzajemnym położeniu, w celu przeprowadzenia ich obróbki lub sklejenia. Składa się z nieruchomej głowicy umieszczonej na prowadnicy oraz suwaka, wyposażonego w śrubę zaciskową, którą dokręca się w celu unieruchomienia elementów.



Zdjęcie 11 Ścisk stolarski



Imadło – Przyrząd służący do mocowania przedmiotów poddawanych obróbce mechanicznej lub ręcznej. Imadło składa się z dwóch szczęk zaciskanych za pomocą śruby z pokrętkiem. Posiada ramię wysięgowe pozwalające na zamontowanie go do stołu oraz kowadełko, na którym można przeprowadzać obróbkę materiałów za pomocą młotka. **UWAGA! Młotkiem możemy uderzać tylko w przedmioty oparte na kowadełku, uderzanie młotkiem w materiał oparty na szczękach lub w innej części imadła może spowodować jego trwałe uszkodzenie!**



Zdjęcie 12 Imadło

Pistolet do kleju na gorąco – Narzędzie elektryczne służące do przetapiania i rozprowadzania kleju (dostarczanego do pistoletu w postaci lasek). Dzięki energii elektrycznej spirala grzejna upłynnia klej i pozwala na jego swobodne rozprowadzenie po klejonej powierzchni. Służy do klejenia drewna, metali, kamienia i tworzyw sztucznych. Klejenie odbywa się poprzez nałożenie kleju na klejone elementy i złączenie ich, zanim roztopiony klej wystygnie i zwiąże (zwykle w ciągu pierwszych 10-20 sekund po nałożeniu kleju). Klej osiąga swoją maksymalną trwałość po 5 minutach od momentu sklejenia elementów. **Uwaga! W celach bezpieczeństwa klejenie klejem na gorąco przeprowadza się TYLKO w rękawicach ochronnych. Przetopiony klej nałożony na klejone powierzchnie osiąga temperaturę nawet 200°C! Bardzo łatwo się poparzyć przez odrobinę nieuwagi.**



Zdjęcie 13 Pistolet do kleju na gorąco

Klej cyjanoakrylowy (CA) – Bardzo mocny klej sekundowy. Występuje w 3 odmianach (rzadki, średni lub gęsty). Każda odmiana charakteryzuje się inną lepkością, a co za tym idzie widocznością spoiny i czasem jej wiązania. Klej błyskawiczny łączy materiały już w kilka sekund! Rozróżnia się też odmianę uniwersalną i odmianę „styro” do klejenia materiałów takich, jak depron czy styropian. Kleje te doskonale łączą różnego rodzaju materiały, od tworzyw sztucznych po skórę!

UWAGA! Kleje te nie kleją folii, dlatego ważne jest, by miejsce pracy było nią zabezpieczone, a na dłoniach znajdowały się rękawice lateksowe. Podczas użytkowania kleju w miejscu powstawania spoiny zachodzi reakcja egzotermiczna z wydzielaniem ciepła. Skutkiem ubocznym tej reakcji są również wydzielające się opary, które działają bardzo drażniąco na oczy! Każdy kontakt ze skórą należy niezwłocznie zgłaszać u prowadzącego. W przypadku kontaktu z oczami konieczna jest NATYCHMIASTOWA INTERWENCJA LEKARZA!



Zdjęcie 14 Klej cyjanoakrylowy



Zajęcia 1: Podstawy rysunku technicznego i wstęp do projektowania

Wstęp do projektowania

Niejednokrotnie podczas obcowania z różnymi przedmiotami codziennego użytku zadajemy sobie pytanie „*W jaki sposób zostały one wytworzone?*”. To bardzo dobre pytanie, które często jest problemem wielu technologów opracowujących nowoczesne linie produkcyjne. Jednak żadna fabryka czy wytwórnia nie ma racji bytu bez swojego podstawowego składnika, jakim jest produkt.

Niezależnie od kształtu, wielkości i przeznaczenia, każdy produkt rozpoczyna swoje istnienie w wyobraźni. Jak wiadomo nie od dziś, potrzeba jest matką wynalazków, dlatego wiele przedmiotów powstaje... zupełnie przypadkiem! Największe i najważniejsze dla człowieka odkrycia i wynalazki są właśnie dziełem przypadku.

Tak było również w przypadku plastra samoprzylepnego. Earle Dickson był amerykańskim handlarzem bawełną zatrudnionym w firmie Johnson&Johnson. Niedługo po swoim ślubie spostrzegł, że jego żona nie radzi sobie najlepiej w kuchni i nie ma dnia, by nie skaleczyła się nożem kuchennym. Czasochłonne okładanie gazą i obwiązywanie każdej rany bandażami było bardzo uciążliwe i niewygodne. Pewnego dnia zamiast bandaża Dickson pociął gazę na kawałki i przykleił ją do najzwyczajszej taśmy samoprzylepnej. Rozwiązanie okazało się bardzo wygodne, więc pomysły inżynier pochwalił się nim przed swoim szefem i tak Johnson&Johnson w 1920r. wyprodukował „Band-Aid”, czyli pierwszy plaster samoprzylepny z opatrunkiem, który dziś jest obecny w każdej domowej apteczce.

Zanim jednak plaster trafił na linię produkcyjną, musiał zostać zaprojektowany. Podstawą każdej konstrukcji jest jej projekt. Przełożenie pomysłu na papier stanowi dość skomplikowany i złożony element każdego procesu technologicznego. Zazwyczaj trwa on zdecydowanie dłużej od pozostałych etapów tworzenia nowych przedmiotów.

Projekt rozpoczyna się od pomysłu zwanego koncepcją. Podczas formowania koncepcji pojawiają się propozycje zastosowania pewnych rozwiązań, wstępne szkice wizualizujące nasze myśli, które następnie trzeba poddać licznym próbom sprawdzającym ich rzeczywistą skuteczność zastosowania w naszym produkcie końcowym.

W dobie postępującej cyfryzacji otaczającego nas świata zyskujemy dostęp do coraz bardziej zaawansowanych narzędzi tworzenia projektów. Jednym z nich jest darmowa wersja oprogramowania firmy Autodesk® o nazwie 123D® Design, którą będziemy wykorzystywać w trakcie tworzenia naszych konstrukcji.

Przygodę z projektowaniem musimy rozpocząć od zaznajomienia się ze środowiskiem oprogramowania, w jakim będziemy pracować, następnie warto poznać kilka najważniejszych pojęć z dziedziny rysunku technicznego, a końcowym etapem będzie własnoręcznie wykonana konstrukcja.



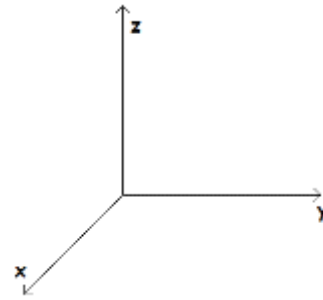
Podstawy rysunku technicznego

Rysunek techniczny pozwala projektantowi na przekazanie wizji wykonawcy. Aby projekt wyglądał profesjonalnie, należy poznać kilka zasad i pojęć. Zagadnienia rysunku technicznego stanowią uniwersalny język komunikacji projektanta z wykonawcą.

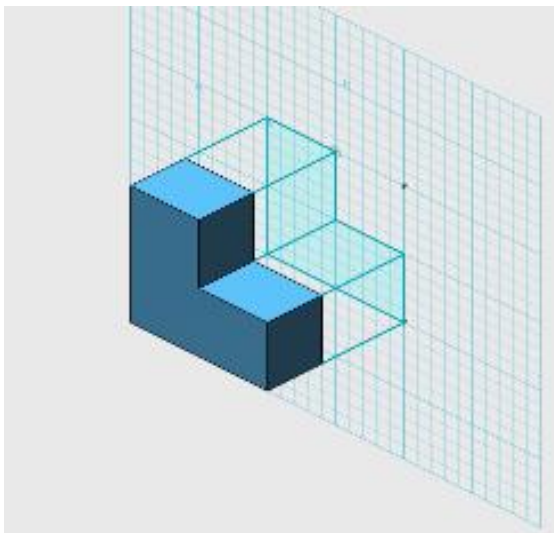
Rzutowanie prostokątne

Każdy projektant powinien wyobrazić sobie produkt przed jego stworzeniem. W tym celu wykorzystuje się **trójwymiarowy układ współrzędnych (3D)**, który posiada 3 wzajemnie prostopadłe osie: X, Y i Z (odpowiednio: długość, wysokość, szerokość).

Trójwymiarowy obraz jest tylko poglądowy w procesie projektowania. Aby stworzyć prawidłowy projekt, zawierający wszystkie niezbędne informacje, należy przedstawić bryły w **dwuwymiarowym układzie współrzędnych (2D)**. Posiada on tylko dwie osie: X i Y (długość i wysokość).



Rysunek 1.1 Przestrzeń trójwymiarowa 3D



Rysunek 1.2 Rzutowanie prostokątne

W tym celu wykorzystuje się **rzutowanie prostokątne**, które polega na przedstawieniu obiektu w postaci kilku wzajemnie zależnych rysunków dwuwymiarowych (2D).

Podstawowymi pojęciami rzutowania prostokątnego są **rzut** oraz **rzutnia**:

Rzut – jest to obraz (2D) naszej bryły jaki powstaje na rzutni (jasnoniebieski obszar)

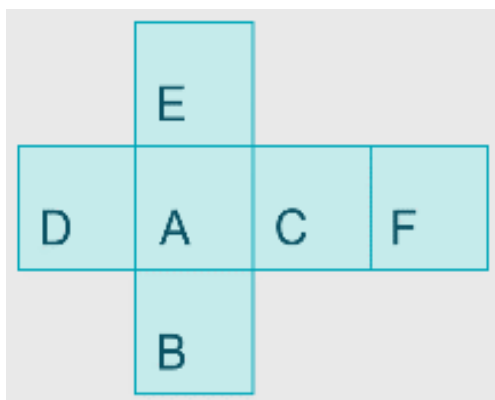
Rzutnia – jest to płaszczyzna znajdująca się „za” przedmiotem, na której powstaje widziany obraz (zakratkowana płaszczyzna).

Opisane powyżej rzutowanie jest nazywane Rzutowaniem Metodą Europejską. Wykonując je trzeba kierować się kilkoma podstawowymi zasadami:

Wybór widoku głównego. Widok główny powinien zawierać jak najwięcej szczegółów i elementów charakterystycznych przedstawianej bryły. Każdy rzut główny musi znajdować



się na płaszczyźnie A, czyli centralnej płaszczyźnie siatki prostopadłościanu tworzącej rzutnię.
Rysunek obok przedstawia wzajemne rozmieszczenie płaszczyzn (Rysunek 1.3).

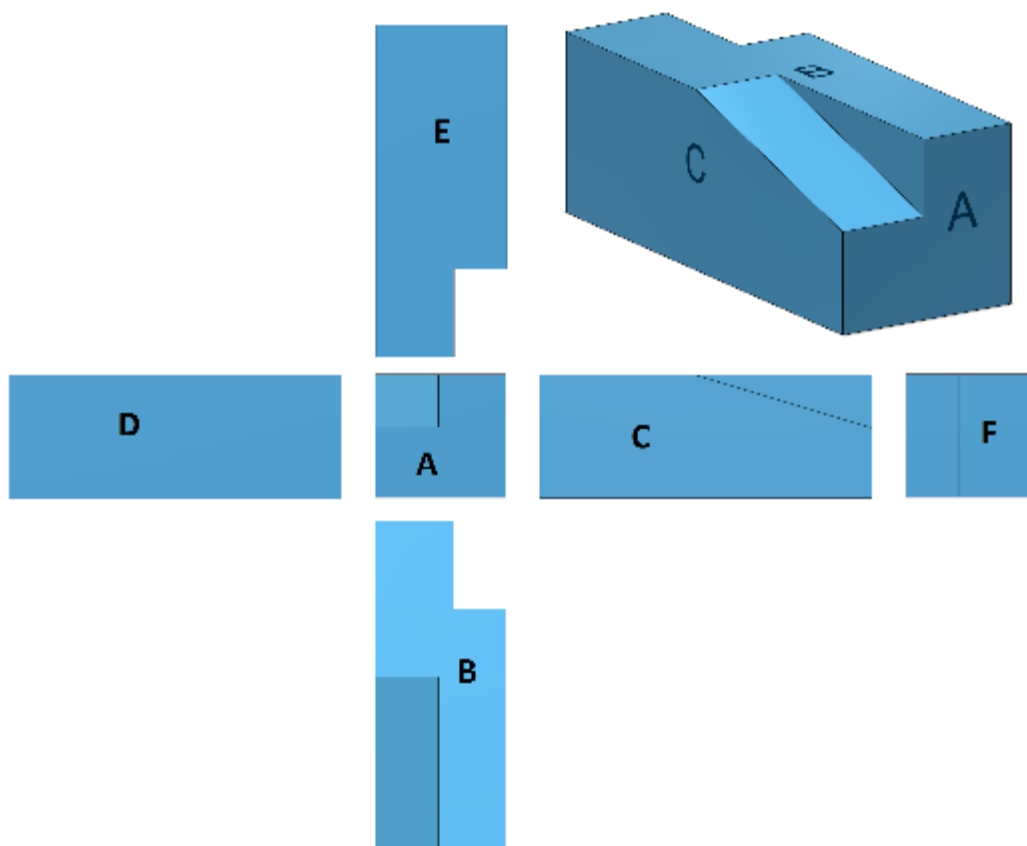


Płaszczyzny odpowiednio przedstawiają:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| A – Front bryły (widok główny) | D – Widok z prawej |
| B – Widok z góry | E – Widok z dołu |
| C – Widok z lewej | F – Widok z tyłu |

Rysunek 1.3 Rozmieszczenie rzutni

UWAGA! Rozmieszczenie płaszczyzn (rzutni) względem siebie jest kluczowe i nie wolno go zmieniać!



Rysunek 1.4 Przykład rzutowania bryły metodą europejską



Zwróćmy uwagę, że widok górnej ściany jest przedstawiony na dole, a lewa ściana znajduje się na prawo od widoku głównego.

Przykład:

Przednia okładka książki stanowi widok główny (rzutnia A). Obserwator spogląda na książkę tak, że widzi tylko jej przednią okładkę. Odwracając książkę w prawo (rzutnia C) otrzymuje obraz jej grzbietu, czyli lewej części książki. Analogicznie – książkę przedstawioną w widoku głównym obrócono w dół (w stronę obserwatora – rzutnia B). Zaobserwowano górny grzbiet książki

Metoda europejska różni się od metody amerykańskiej, w której widok górnej części przedmiotu jest przedstawiony na górze, a dolnej części na dole.

Wymiarowanie

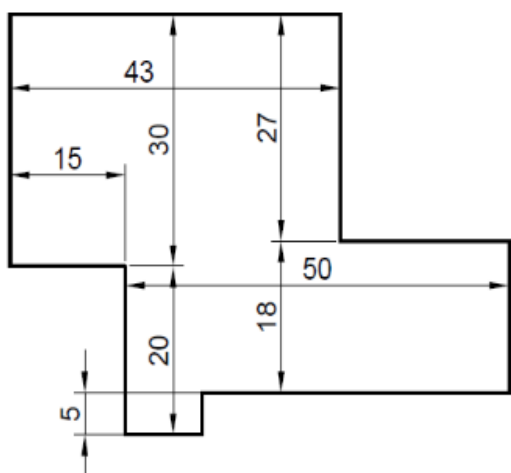
Kluczowym elementem każdego projektu jest **wymiarowanie**. Żaden przedmiot, którego projekt nie posiadałby odpowiednio opisanych wymiarów nie ma racji bytu. Wymiarowanie jest potrzebne do precyzyjnego określenia ilości materiałów potrzebnych do wykonania obiektu. Określa ono również gabaryty przedmiotu. Projekt opiera się na rzutowaniu prostokątnym. Każdy z rzutów przedstawia widok bryły z innej strony, zatem można opisać każdy jej wymiar.

Wymiarowanie należy wykonywać zgodnie z zasadami:

Podstawą każdego wymiaru są linie pomocnicze stanowiące przedłużenie krawędzi przedmiotu. Strzałki rozpięte pomiędzy tymi liniami (lub też pomiędzy linią a krawędzią przedmiotu, lub nawet pomiędzy krawędziami przedmiotu) określają nam wymiar. **Rzeczywistą odległość opisujemy na środku strzałki ponad nią, lub z lewej strony** (tak by możliwe było swobodne odczytanie wymiaru przechylając głowę o 90° w lewo).

UWAGA! WSZYSTKIE WYMIARY NA RYSUNKACH PODAJEMY W MILIMETRACH (mm)

Wykonując projekt należy pamiętać, aby wymiary umieszczać **poza** rysunkiem przedmiotu. W sytuacjach wyjątkowych (takich jak np.: brak miejsca na umieszczenie wymiaru) dopuszcza się zaznaczenie wymiaru wewnątrz rysunku.

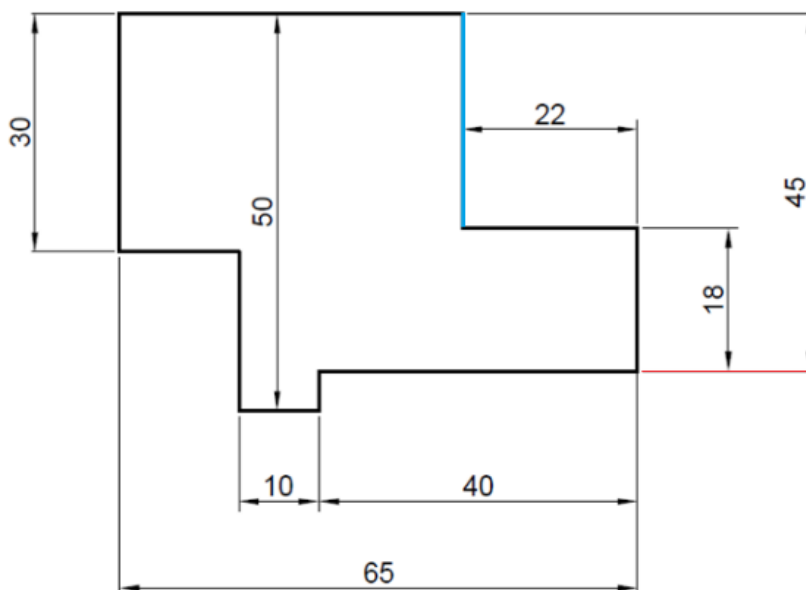


Rysunek 1.5 Źle wykonane wymiarowanie rysunku technicznego

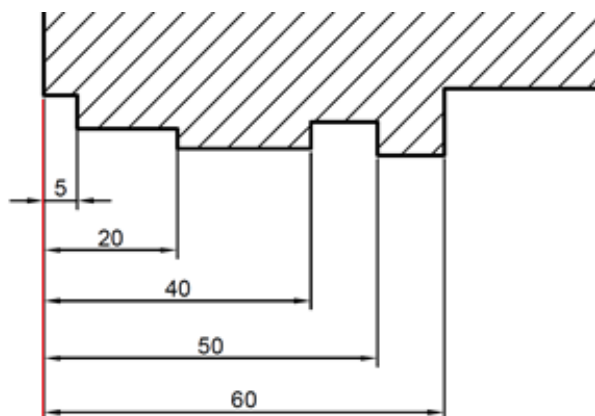
Rysunek obok (Rysunek 1.5) przedstawia rzut pewnej bryły, który został zwymiarowany niepoprawnie. Niemal wszystkie wymiary zawierają się wewnątrz obrysu rzutu, są rozmieszczone chaotycznie i zbyt blisko siebie. Jest ich zdecydowanie za dużo. **Linie pomocnicze przecinają się ze strzałkami, co jest niedopuszczalne!** Należy też rozmieszczać wymiary w taki sposób, aby linie pomocnicze nie przecinały się wzajemnie jeśli jest to tylko możliwe.

Kolejną istotną sprawą jest **niepowtarzalność wymiarów**. Oznacza to, że nie podaje się wymiarów, które można w prosty sposób obliczyć posługując się innymi wymiarami.

Na rysunku poniżej (Rysunek 1.6) po prawej stronie podano dwa wymiary wychodzące od jednej linii pomocniczej (zaznaczonej kolorem czerwonym, zwanej **linią bazową** lub w skrócie **bazą**). Długości tych wymiarów to 18 i 45 milimetrów, zatem aby poznać długość boku figury zaznaczonego na niebiesko, który nie jest zwymiarowany, należy wykonać odejmowanie: $45 - 18 = 27$ [mm]. Dzięki takim prostym manewrom można ograniczyć ilość zaznaczanych wymiarów do absolutnego minimum. Mogą wystąpić sytuacje, w których obliczenie wymiaru będzie znacznie utrudnione, ale na pewno nie niemożliwe.



Rysunek 1.6 Poprawnie wykonane wymiarowanie rysunku technicznego



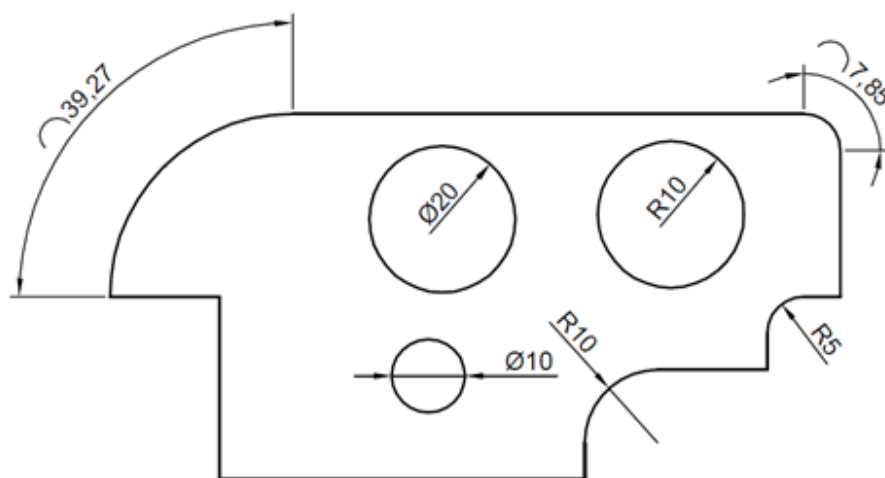
Rysunek 1.7 Linia bazowa

W poprzednim akapicie użyto terminu „**linia bazowa**”. **Linia bazowa (baza lub wspólna baza, baza wymiarowa)** to linia pomocnicza, od której prowadzimy wszystkie wymiary w danym kierunku. Na Rysunku 1.6 jedną z takich linii oznaczono kolorem czerwonym. Obok inny przykład bazy wymiarowej oznaczonej również kolorem czerwonym (Rysunek 1.7).

Linia bazowa stanowi podstawę **łańcucha wymiarowego**, czyli wymiarów wzajemnie zależnych. Taki łańcuch wymiarowy znajduje się na rysunku 1.6 w dolnej jego części. Został on utworzony przez wymiary 40, 10 oraz 60mm. Prawa linia pomocnicza jest wspólną bazą, od której poprowadzono wymiar 40mm oraz 65mm. Wymiar 10mm jest przedłużeniem wymiaru 40mm. Takie usytuowanie nazywa się **łańcuchem wymiarowym prostym**, ponieważ wymiary leżą w jednej linii i następują jeden po drugim. **łańcuchem wymiarowym złożonym** nazywamy wszystkie wymiary podane na rysunku.

Wymiarowanie średnic, promieni okręgów i łuków

W projektach występuje wiele otworów, elementów okrągłych lub zaokrąglonych. Każdy z nich należy prawidłowo opisać. Na Rysunku 1.8 zaprezentowano pewien przedmiot, który posiada kilka zwymiarowanych prawidłowo łuków i otworów.



Rysunek 1.8 Wymiarowanie średnic promieni i łuków



Łuki wymiaruje się na dwa sposoby:

- Oznaczenie **promienia krzywizny** (R – ang. *Radius* czyli promień) oraz liczba określająca długość promienia, np.: $R5$, $R10$ itd.
- Określenie **wymiaru długości łuku**. Początek i koniec łuku oznaczony przez linie pomocnicze łączy się strzałką wymiarową. Nad strzałką umieszcza się liczbową wartość długości łuku poprzedzając wymiar symbolem łuku (\frown).

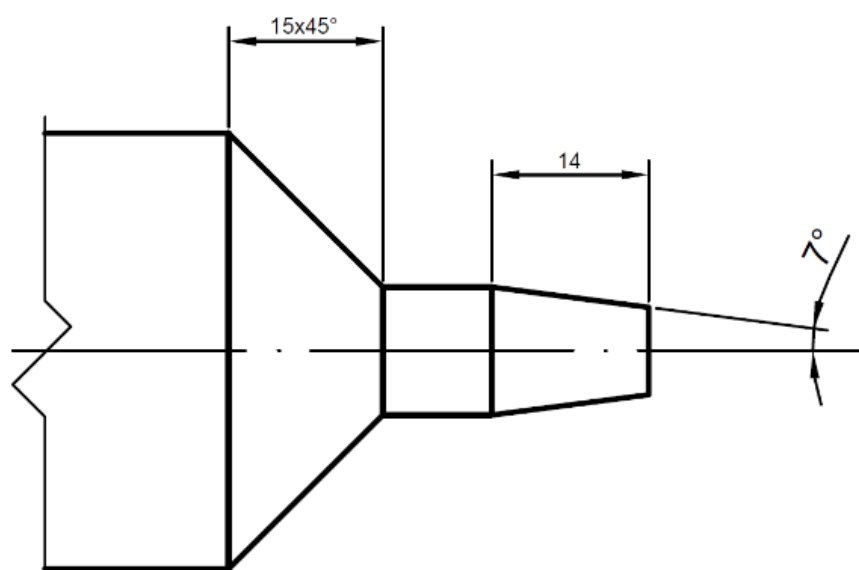
Okręgi zaznaczone na rysunku również oznaczają się na dwa różne sposoby:

- Przez podanie **promienia** tak samo, jak w przypadku wymiarowania łuków.
- Przez podanie **średnicy** okręgu. Średnicę oznacza się grecką literą alfabetu (ϕ , czyt. **fi**). Na rysunku zaznaczono średnicę dwóch okręgów dwoma różnymi sposobami. Dobór sposobu wynika z faktu, że jeden zapis wymiaru mieści się wewnątrz okręgu (pozostając przy tym czytelnym) a drugi nie.

Wymiarowanie kątów i faz - ostatnim istotnym elementem wymiarowania jest wymiarowanie kątów i faz.

Wymiarowanie kątów przypomina wymiarowanie łuków. Różnica jest w zapisie. Zamiast symbolu łuku i jego długości podaje się **miarę kąta wyrażoną w stopniach**, np.: 30° , 55° .

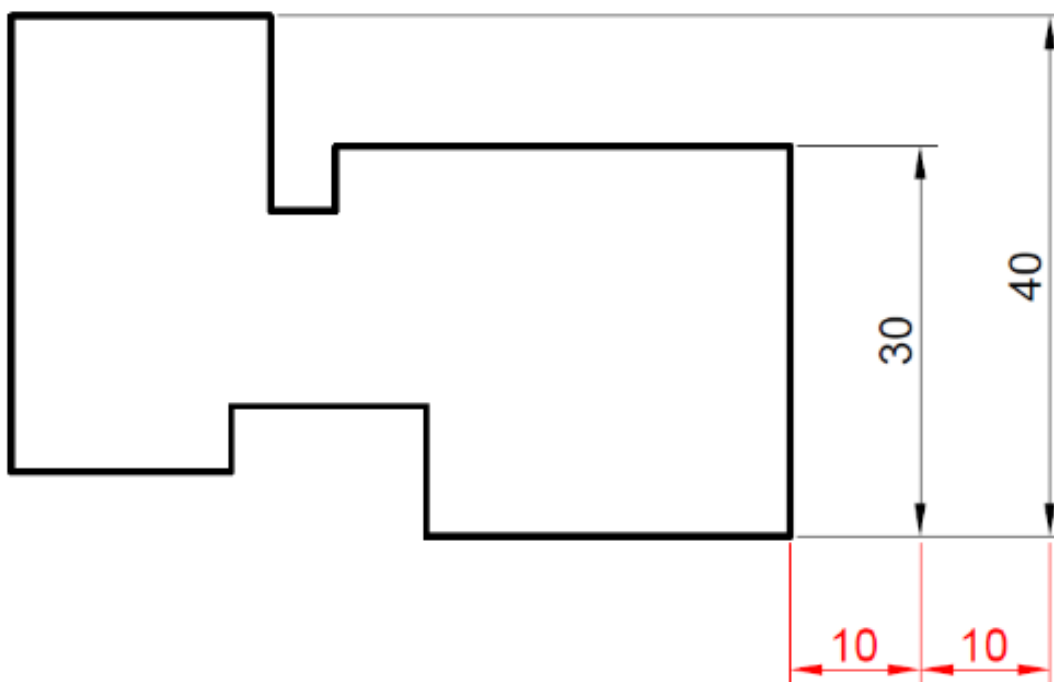
Faza, czyli inaczej **ścięcie** jest podstawowym elementem optymalizacji projektów. Najpopularniejszą stosowaną w rysunku fazą jest ścięcie pod kątem 45° . **UWAGA! Wymiar ten (i tylko ten) jest uprzywilejowany i można go zapisywać w postaci uproszczonej**. Pozostałe fazy należy oznaczać długością na jakiej występuje, oraz osobnym wymiarem kąta pod jakim zostało wykonane ścięcie (Rysunek 1.9).



Rysunek 1.9 Wymiary kątów i faz



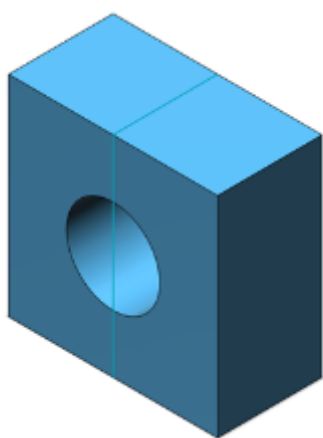
Dopełnieniem poprawności wymiarowania elementów pod względem estetycznym jest dbałość o szczegóły. Aby rysunek wyglądał porządnie, wszystkie wymiary powinny być oddalone od krawędzi figury o **minimum 10mm**. Taka sama odległość powinna być zachowana pomiędzy kolejnymi liniami wymiarowymi, tak jak pokazano to na rysunku poniżej (Rysunek 1.10 - oznaczone kolorem czerwonym).



Rysunek 1.10 Rozmieszczenie wymiarów

Widoki i przekroje

Rzutowanie prostokątne opisane powyżej opiera się na widokach powierzchni zewnętrznych przedmiotu. Chcąc przedstawić bryłę z otworem zgodnie z zasadami rysunku, należy wyobrazić sobie płaszczyznę, która przecina przedmiot na pół (Rysunek 1.11). Następnie jedna połówka przedmiotu znika. (Rysunek 1.12). To co widzimy patrząc na ww. płaszczyznę (zwaną „płaszczyzną przekroju”) nazywamy **przekrojem bryły (przedmiotu)** (Rysunek 1.13).



Rysunek 1.11 Bryła przecięta płaszczyzną przekroju w osi symetrii

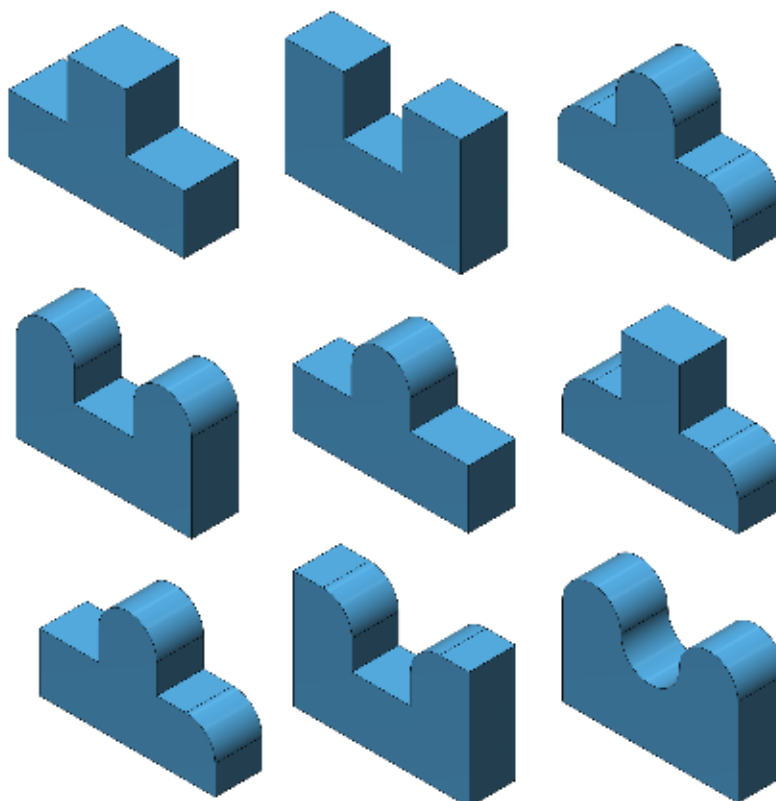


Rysunek 1.12 Widok przeciętej bryły



Rysunek 1.13 Przekrój bryły (przedmiotu)

Rysunek 1.13 przedstawia przekrój naszej bryły, jednak nie jest on narysowany poprawnie. Technolog na podstawie tylko tego rysunku mógłby wykonać przedmiot na kilkanaście sposobów (Rysunek 1.14).



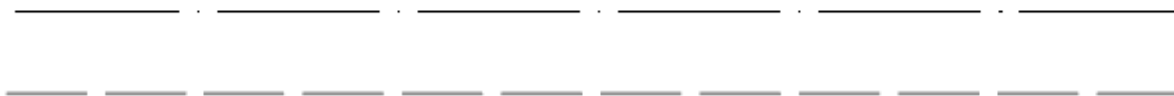
Rysunek 1.14 Różnorodne wyniki realizacji projektu na podstawie źle zdefiniowanego przekroju



W celu doprecyzowania naszego projektu należy użyć następujących elementów:

- **osie,**
- **kreskowanie,**
- **zaznaczanie powierzchni płaskich,**
- **linia kreskowa.**

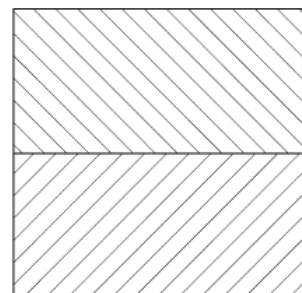
Osie w rysunku technicznym zaznaczamy linią kropkowo-kreskową (Rysunek 1.15), która służy do zaznaczania **otworów** lub **płaszczyzny przecięcia**.



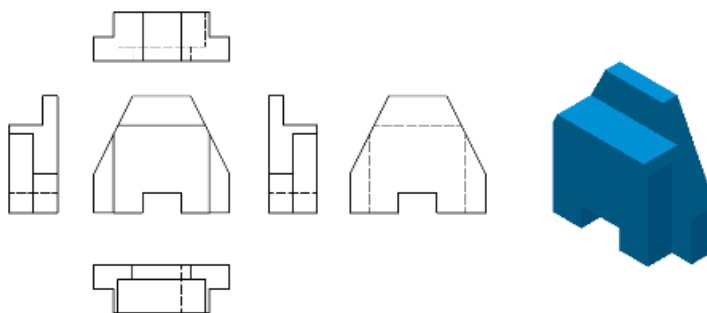
Rysunek 1.15: Linia kropkowo-kreskowa wykorzystywana do oznaczaniu osi w rysunku technicznym i linia kreskowa

Kreskowanie jest zbiorem linii ciągłych pochylonych pod kątem 45° względem poziomu. Stykające się ze sobą elementy, które nie stanowią jednej bryły kreskujemy w dwie różne strony (Rysunek 1.16). **Uwaga! Kreskowania używamy tylko podczas rysowania przekrojów do zaznaczania obszarów przeciętych przez płaszczyznę przekroju.**

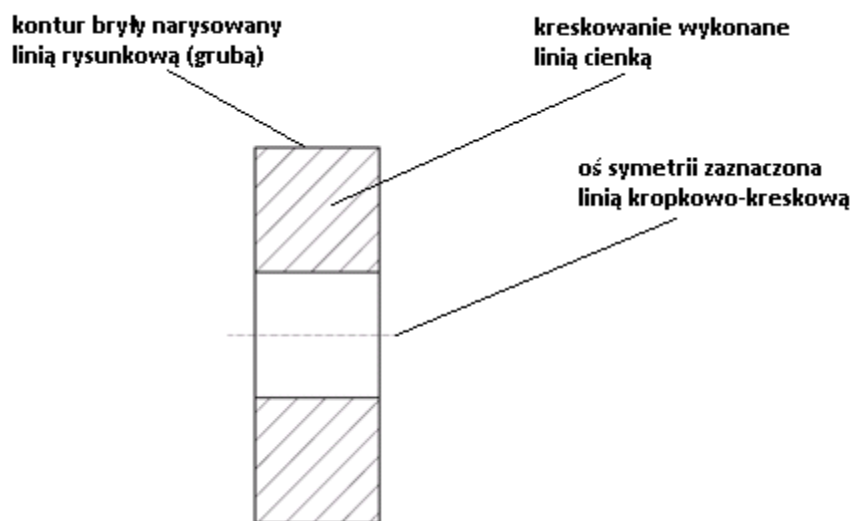
Linie kreskową (Rysunek 1.15) wykorzystujemy do zaznaczania płaszczyzn przekrojów oraz do pokazywania w rzutowaniu szczegółów, które nie są widoczne na pierwszym planie. Jak to rozumieć? Wyobraźmy sobie przedmiot, o dowolnym kształcie, który chcemy przedstawić za pomocą rzutowania. Przedmiot ten posiada charakterystyczny kształt, który na pierwszy rzut oka może zostać niezauważony lub źle zinterpretowany. W celu uniknięcia nieporozumień, na rzutach, które poniekąd są jedynie widokami, zaznaczamy linią przerywaną wszelkie krawędzie pojawiające się wewnątrz przedmiotu, które są niewidoczne w obecnym widoku (Rysunek 1.17).



Rysunek 1.16 Sposób kreskowania jednoczesnego przekroju dwóch różnych, stykających się ze sobą przedmiotów.

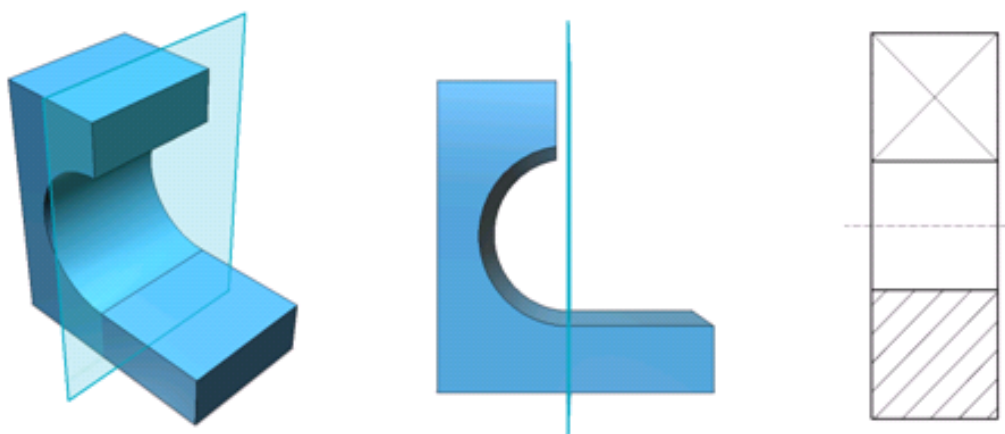


Rysunek 1.17 Rzutowanie bryły z zaznaczonymi niewidocznymi w rzucie elementami



Rysunek 1.18 Prawidłowo narysowany przekrój bryły z otworem

Zaznaczanie powierzchni płaskich wykorzystujemy, by zaznaczyć na rysunku powierzchnię płaską. Uwaga! To oznaczenie również wykorzystujemy tylko wtedy, gdy rysujemy przekrój bryły. W innych przypadkach, jak np.: w rzutowaniu. Przy odczytywaniu kształtu danej powierzchni należy sugerować się wzajemnym położeniem wszystkich rzutów. Rysunek poniżej obrazuje przykład przedstawiania powierzchni płaskich w przekrojach (Rysunek 1.19).



Rysunek 1.19 Przekrój bryły z otworem z zaznaczoną powierzchnią płaską

Dolna część bryły została przecięta, dlatego na rysunku przedstawiono ją jako obszar zakreskowany. Górna część bryły jest powierzchnią płaską, ale nie znajduje się ona w płaszczyźnie przekroju, więc w celu jej zobrazowania górny obszar określa się dwiema przekątnymi.

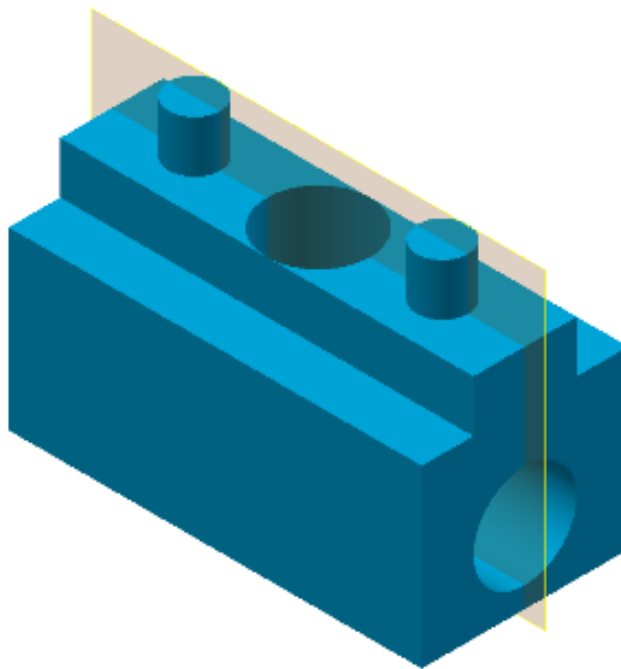


Do wykonywania rysunków używamy jeszcze dwóch różnych rodzajów linii:

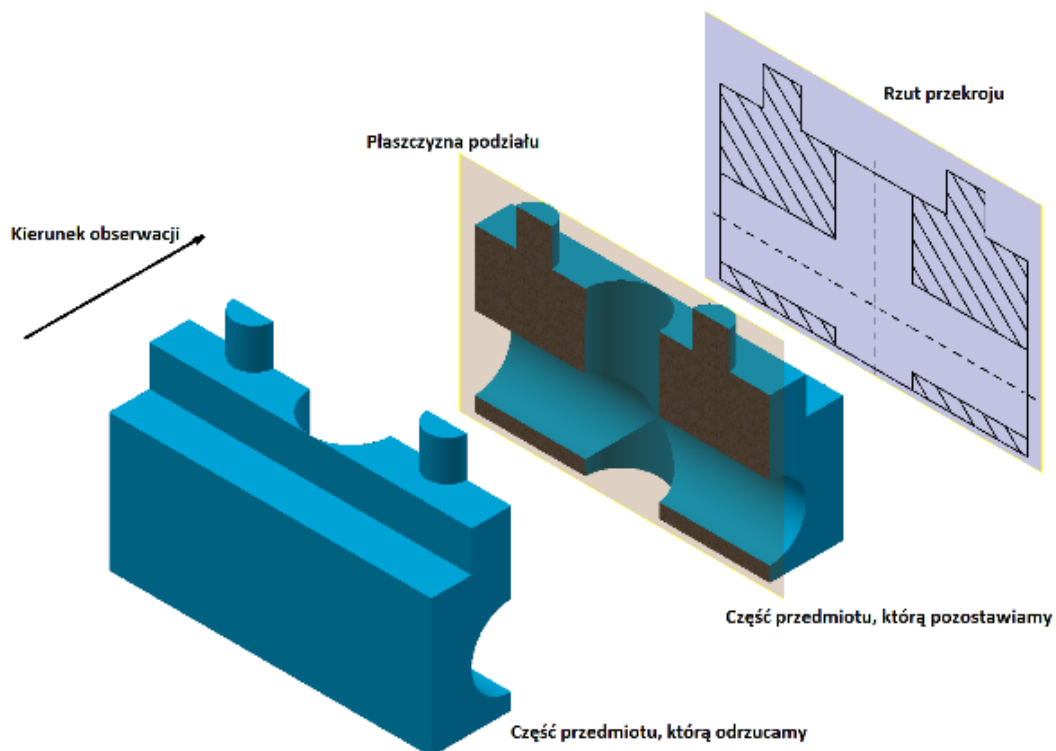
- **linią rysunkową (grubą)** rysujemy kontury bryły i cały jej kształt,
- **linią pomocniczą (cienką)** rysujemy wszystkie pozostałe elementy rysunku (np.: oznaczenie powierzchni płaskich, wymiary, osie, kreskowanie).

Rysunek 1.20 Linia pomocnicza (cienka) oraz linia rysunkowa (gruba)

Dotychczas prezentowane bryły nie były skomplikowane i można było w łatwy sposób odgadnąć jak będzie wyglądał jej przekrój. Na rysunku obok (Rysunek 1.21) mamy nieco bardziej skomplikowaną bryłę, która posiada dwa otwory, w górnej i bocznej swojej powierzchni. Patrząc na ten przedmiot z takiej perspektywy nie jesteśmy w stanie ocenić, czy otwory te są otworami przelotowymi (przechodzą przez cały przedmiot na drugą stronę), czy może są głębokie tylko na kilka, kilkanaście milimetrów. Poniżej znajdziecie rysunek, prezentujący, jak powstaje przekrój bryły i jak wygląda ona w projekcie. Taki rysunek nazywamy **rzutem przekroju**. (Rysunek 1.22).

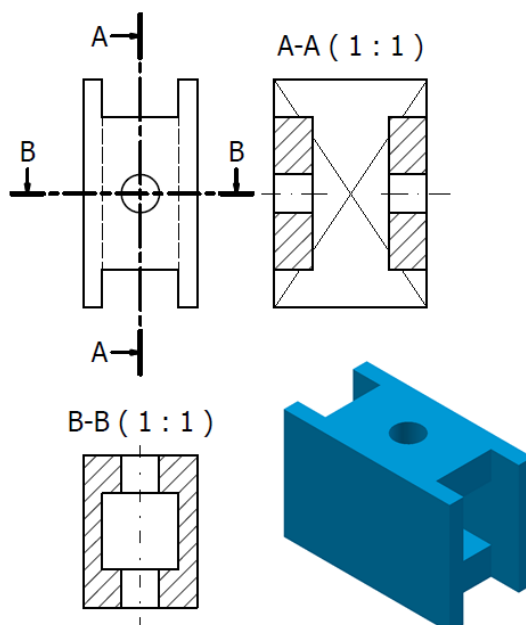


Rysunek 1.21 Bardziej skomplikowany przedmiot przecięty płaszczyzną przekroju w osi symetrii



Rysunek 1.22 Schemat powstawania rzutu przekroju bryły

Jak łatwo zauważyć, otwory w przedmiocie są otworami przelotowymi. Dzięki wykonaniu takiego przekroju w projekcie, technolog, który będzie wykonywał przedmiot na pewno wykona go poprawnie.

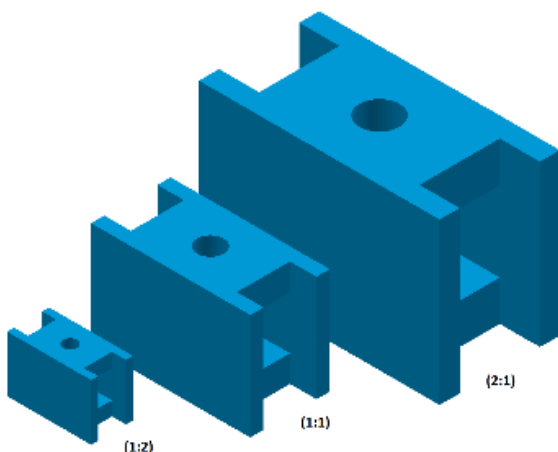


Rysunek 1.23 Projekt przekrojów bryły



W rysunku technicznym płaszczyzny podziału oznacza się strzałkami oraz linią przerywaną. Linia przerywana wykonana jest linią cienką, natomiast jej zakończenia (lub też załamania) – linią grubą. Można też płaszczyznę przekroju zaznaczać dodając w wybranym miejscu odcinki linii grubej z prostopadłe ułożonymi względem nich strzałkami. Spójrzmy na Rysunek 1.23.

Widzimy w dolnej części rysunku pewną bryłę, której projekt został rozrysowany zgodnie z wcześniej omawianymi zasadami rzutowania. Na rzut główny wybrano górną powierzchnię bryły. Następnie przecięto bryłę wzdłuż jej osi symetrii. **Płaszczyzny przekrojów zostały oznaczone linią kreskową i strzałkami.** Zauważmy, że przy strzałkach znajdują się też litery A oraz B. Służą one do łatwiejszej i szybszej identyfikacji przekrojów w bardziej złożonych projektach. Rzuty odpowiednich przekrojów są podpisane takimi samymi literami, ale w nieco innej konfiguracji: A-A. Mówimy, że w wyniku przecięcia przedmiotu płaszczyzną A-A (ponieważ rozciąga się ona od górnej strzałki A do dolnej strzałki A) otrzymano widok przedstawiony na płaszczyźnie A-A. Dzięki tym oznaczeniom można mieć pewność, że rysunek zostanie odczytany i zinterpretowany w odpowiedni sposób.

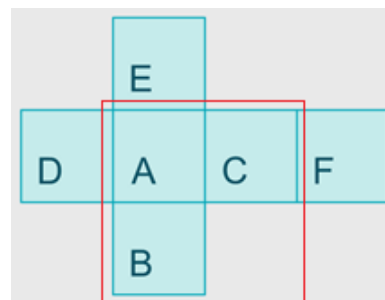


Rysunek 1.25 Skalowanie przedmiotów

Obok oznaczenia A-A znajduje się inne oznaczenie w nawiasie, a dokładniej (1:1). Jest to **skala** danego rzutu. Jeśli obiekt, który chcemy przedstawić na arkuszu jest zdecydowanie większy, niż format projektu, wtedy używamy skali. Oznaczenie 1:1 oznacza, że przedmiot przedstawiony na projekcie ma wymiary rzeczywiste. Jeśli skala miałaby postać 1:2, to oznaczałoby, że przedmiot jest **pomniejszony** dwukrotnie. Biorąc pod uwagę ten fakt wiemy, że przedmiot przedstawiony w projekcie, w

rzeczywistości będzie dwukrotnie **wiekszy**. Jeśli natomiast skala była określona jako 2:1, to znaczyłoby, że przedmiot jest narysowany w dwukrotnym **powiększeniu**, czyli w rzeczywistości będzie on dwukrotnie **mniejszy**. Skalę stosuję się nie tylko w celu dopasowania przedmiotów do arkusza (Rysunek 24). Można tworzyć również wszelkiego rodzaju **szczegóły**. Powyższy opis jest analogiczny dla przekroju B-B.

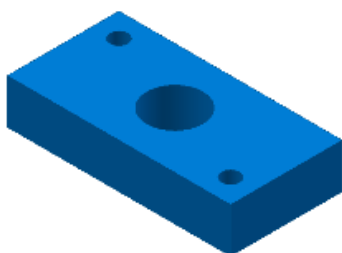
Zwróćmy też uwagę, że wszystkie wcześniej omówione elementy rysunku technicznego zostały zachowane. Rzut główny znajduje się w centralnej części, poniżej jest rzut z



Rysunek 1.24 Rozmieszczenie rzutni przedstawiających przekroje



góry, a z prawej strony jego rzut lewy (Rysunek. 1.25). Oznaczono również widoczną w przekroju powierzchnię płaską, która nie jest bezpośrednio przecięta, ale widać ją w przekroju. **Zauważmy, że groty strzałek oznaczających płaszczyznę przekroju wskazują nam miejsca, w których należy dany przekrój narysować (Strzałka w prawo - rzut C, a strzałka w dół – rzut B).**



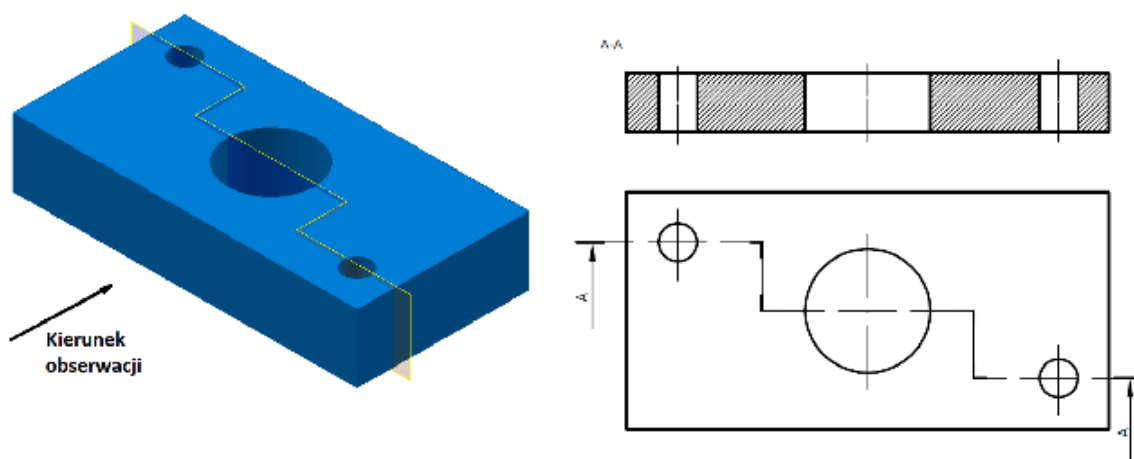
Rysunek 1.26 Bryła z 3 otworami
przelotowymi

Rysunek techniczny wychodzi naprzeciw problemom i pozwala zastosować pewną formę tworzenia przekrojów, którą nazywamy **przekrojem złożonym**.

Wyobraźmy sobie prostopadłościan, który ma 3 otwory: jeden większy w centralnej części, dwa mniejsze w przeciwległych narożnikach (Rysunek 1.26). By pokazać przekrój, którego widok przechodzi przez każdy otwór musielibyśmy wykonać aż 3 zwykłe przekroje. Możemy ułatwić sobie zadanie, wykonując przekrój złożony, którego

schemat tworzenia przedstawiono poniżej (Rysunek 1.27).

Tworzenie przekrojów złożonych jest sporym ułatwieniem i przyspieszeniem prac projektowych. Za pomocą jednej płaszczyzny (pozaginanej w odpowiednich miejscach) przecięliśmy naszą bryłę, ukazując jej najbardziej charakterystyczne elementy czyli otwory. Zauważmy, że wszystkie miejsca zgięcia płaszczyzny przekroju zaznaczone są linią grubą, podobnie jak zakończenia płaszczyzny przekroju (fragmenty linii przy strzałkach). Strzałki, jak już nam wiadomo, wskazują nam nie tylko samą płaszczyznę przekroju, ale i miejsce w którym powstanie obraz wykonanego przez nas przekroju (ponad naszym rysunkiem). Widok na przedmiot z góry jest oczywiście naszym widokiem głównym, ponieważ ukazuje wszystkie charakterystyczne elementy naszej figury. Zauważmy, że nie musimy tworzyć całego rzutowania dla tej bryły. Wystarczy wykonać przekrój złożony, tak jak przedstawiono to powyżej, a wykonawca czytający nasz projekt z pewnością odtworzy go z największą dokładnością.

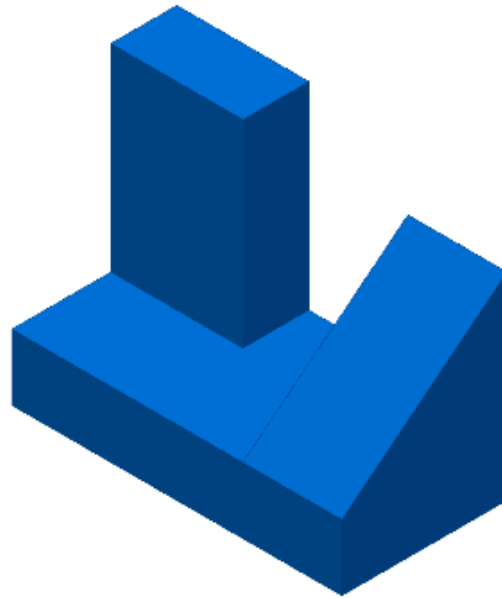


Rysunek 1.27 Schemat tworzenia przekroju złożonego

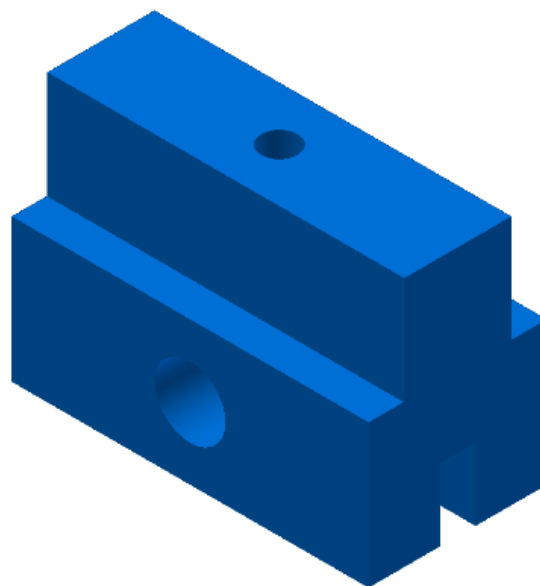


Sprawdź czy umiesz!

1. Wykonaj rzutowanie przedstawionego niżej przedmiotu.

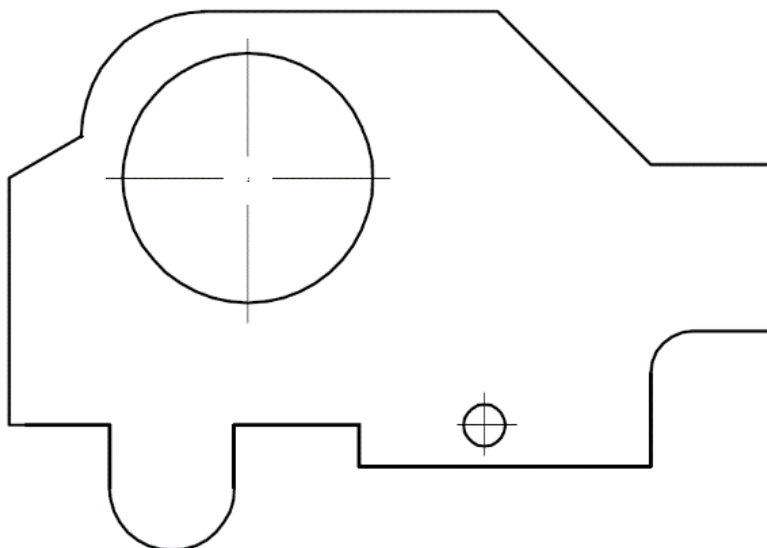


2. Wykonaj przekrój przedstawionego poniżej przedmiotu.





3. Zwymiaruj, pamiętając o wszystkich zasadach poprawnego wymiarowania rysunków technicznych) przedstawiony niżej rzut.

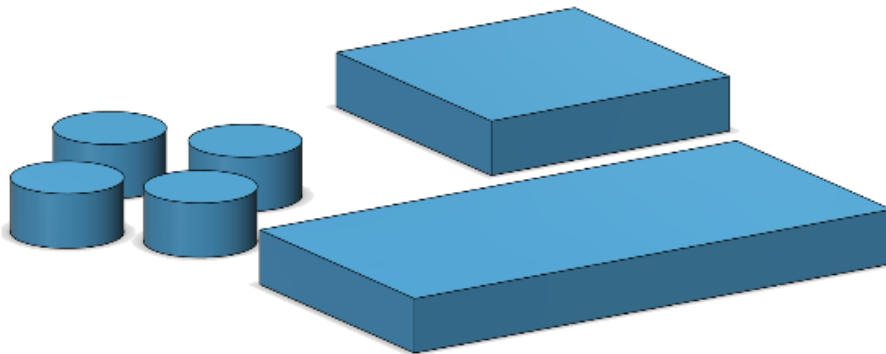




Zajęcia 2: Pierwszy projekty - Drewniany samochodzik

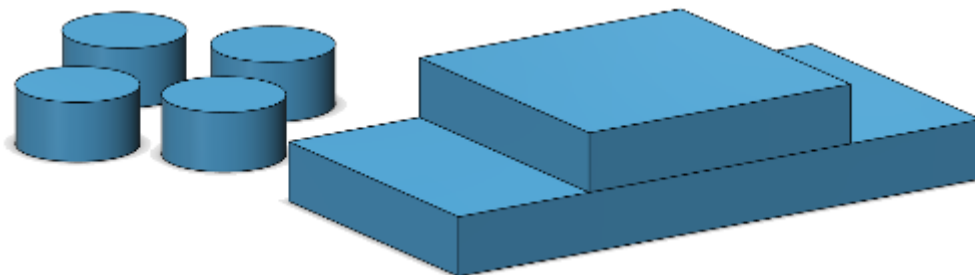
Pierwszym projektem będzie zbudowanie zabawki z drewna, przy wykorzystaniu poznanej wcześniej oprogramowania i własnej wyobraźni. Projekt, który będzie służył za przykład, to model samochodu wykonanego z drewna.

1. Należy wykonać modelowanie wizji w wirtualnej przestrzeni 3D. W tym celu uruchamiamy program 123D® Design. Na komputerze tworzymy nowy folder (np.: o nazwie „Projekt – SAMOCHÓD”) przeznaczony do zapisywania wszystkich obiektów przygotowywanych w ramach projektu.
2. Tworzymy prostopadłościan, o wymiarach 50x100x12mm [szerokość, długość, wysokość] i zapisujemy na komputerze.
3. Kreujemy prostopadłościan o wymiarach 50x50x12mm i zapisujemy.
4. Modelujemy walec o średnicy podstawy równej 20mm i wysokości 10mm.
5. Tworzymy nowy plik, do którego importujemy wszystkie bryły. Wstawiamy 4 kopie walca (Rysunek 2.1).



Rysunek 2.1 Elementy potrzebne do budowy samochodu

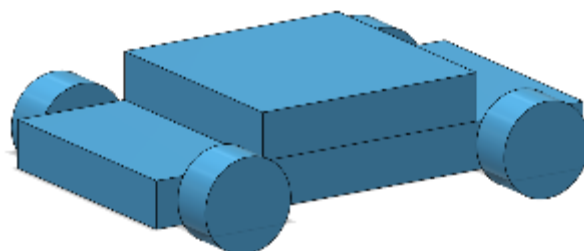
6. Za pomocą funkcji **Snap** łączymy prostopadłościany, klikając najpierw na górną powierzchnię mniejszego, a następnie na górną powierzchnię większego.



Rysunek 2.2 Połączone elementy nadwozia i podwozia



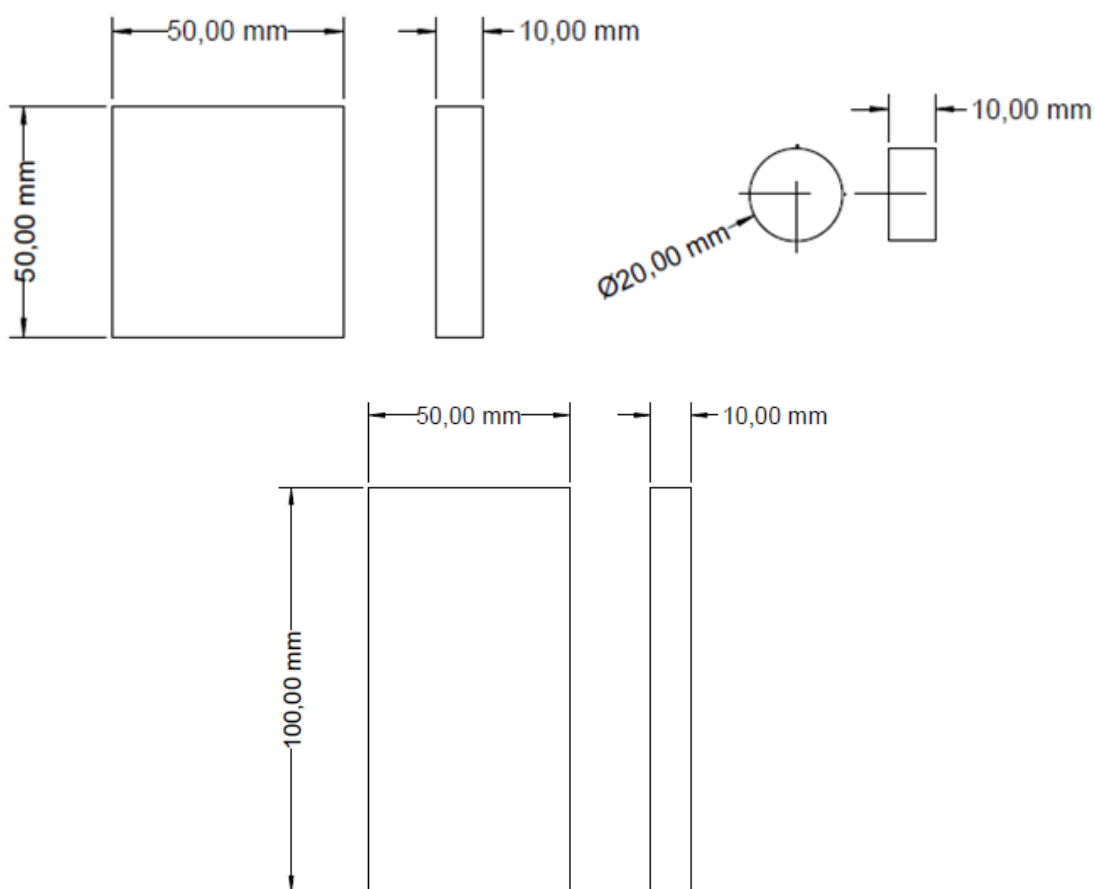
7. Ponownie wybieramy opcję „Snap”, klikamy na górną powierzchnię walca i zaznaczamy powierzchnię boczną naszej karoserii. Walec ustawia się w pionie obok prostopadłościanu dokładnie w połowie jego długości. Zaznaczając walec i wykorzystując opcję „Move”, przesuamy koła w odpowiednie miejsca, określając wartości przesunięcia +35, dla koła przedniego i -35 dla koła tylnego. Gotowy samochód (Rysunek 2.3).



Rysunek 2.3 Gotowy model samochodu

Gotowy model 3D należy odwzorować w rzeczywistości za pomocą elementów konstrukcyjnych przedstawione w przestrzeni dwuwymiarowej (2D).

8. Kolejnym krokiem jest określenie ilości materiału potrzebnego do budowy samochodu. W związku z tym dobieramy deskę o długości 152mm, szerokości 50mm i grubości 10mm.



Rysunek 2.4 Projekt elementów konstrukcyjnych samochodu



Wskazówka:

Warto przygotować więcej materiału – lepiej, by było go za dużo, niż za mało. Należy również pamiętać, że piły do cięcia drewna charakteryzują się pewną grubością elementu tnącego i posiadają szereg zębów powyginanych w przeciwnych kierunkach. Tnąc taką piłą po wyznaczonej linii deskę o długości 150mm otrzymamy fragmenty 49mm i 99mm, a do wykonania konstrukcji potrzebujemy fragmenty o długości 50mm i 100mm. Przy doborze materiału konieczne jest zachowanie naddatku na linię cięcia o grubości zgodnej z grubością elementu tnącego.

Należy postępować analogicznie, wybierając materiał na koła. W tym celu wykorzystujemy gotowy okrągły kołek o średnicy 20mm. Tniemy go „na plastry” w celu uzyskania 4 kół.

Uwaga: Kołek jest okrągły i trudno będzie się ciąć tak krótkie elementy, warto wykorzystać dłuższy kołek (naddatek 30mm). Tu również należy uwzględnić grubość cięcia (po 2mm na każde cięcie). Zatem w rzeczywistości będziemy potrzebowali: 4x10mm na każde koło 4x2mm na każdą linię cięcia oraz 30mm na naddatek do wygodnego cięcia. W sumie na koła potrzebujemy 78mm. Wszystkie elementy będziemy kleili.

Potrzebne materiały:

- deska o wymiarach 152x50x10mm [długość, szerokość, grubość],
- kołek drewniany długości 78mm o średnicy 20mm,
- klej do drewna,
- nasz projekt.

Potrzebne narzędzia:

- piła ręczna,
- miara,
- ołówek,
- ekierka,
- imadło,
- rękawice,
- papier ścierny.



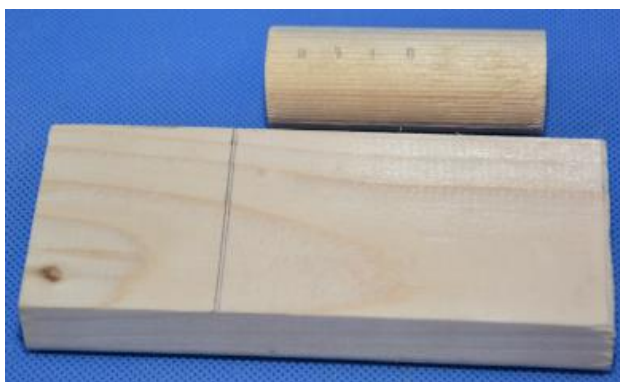


9. Na początek należy przygotować elementy do cięcia. Na desce za pomocą miary odmierzymy 50mm od jednej z jej krawędzi. Zaznaczamy to miejsce za pomocą ołówka.



10. Wyznaczamy linię cięcia. W tym celu przykładamy ekierkę do krawędzi deski tak, aby zachować kąt prosty pomiędzy krawędzią deski, a linią cięcia przechodzącą przez wcześniej zaznaczony punkt (linię zaznaczamy ołówkiem). Ponownie odmierzamy 2mm od zaznaczonej linii i, analogicznie do poprzednich kroków, rysujemy drugą linię równoległą do pierwszej.

W ten sposób otrzymaliśmy linię cięcia o grubości 2mm. Dla pewności zmierzmy raz jeszcze naszą deskę miarą sprawdzając, czy wszystkie wymiary się zgadzają.





Wskazówka: Zawsze mierz 5 razy, a tnij raz. Nigdy na odwrót!

11. Postępujemy analogicznie z odmierzaniem odległości na kołku. Tu nie trzeba rysować już linii dookoła, wystarczy krótka kreseczka oznaczająca każdy istotny punkt. Gdy upewniliśmy się, że deska jest właściwie oznaczona, przystępujemy do cięcia.
12. Montujemy deskę w imadle tak, jak pokazano na zdjęciu, ubieramy rękawice i przystępujemy do cięcia.



13. Gotowe, ucięte elementy są postrzępione. W celu wygładzenia powierzchni i usunięcia postrzępień, szlifujemy krawędzie papierem ściernym. Prace te wykonujemy w rękawiczkach.



14. Kolejnym krokiem jest wykonanie karoserii samochodu. W tym celu skleamy większą płytkę z mniejszą. Mniejszą drewnianą płytkę smarujemy klejem i przyklejamy do



większej, ustawiając ją w odległości 25mm od krótszej krawędzi większej deski jak na obrazku poniżej.



15. Tak jak przy projektowaniu przestrzennym, teraz przyklejamy kółka w odległości 35mm (w przód oraz w tył) licząc od środka podwozia do środka koła.
Po wyschnięciu kleju samochód jest gotowy.



Teraz spróbujcie stworzyć własną konstrukcję (np.: czołg, lokomotywa) na wzór zaprezentowanej tutaj. Powodzenia!

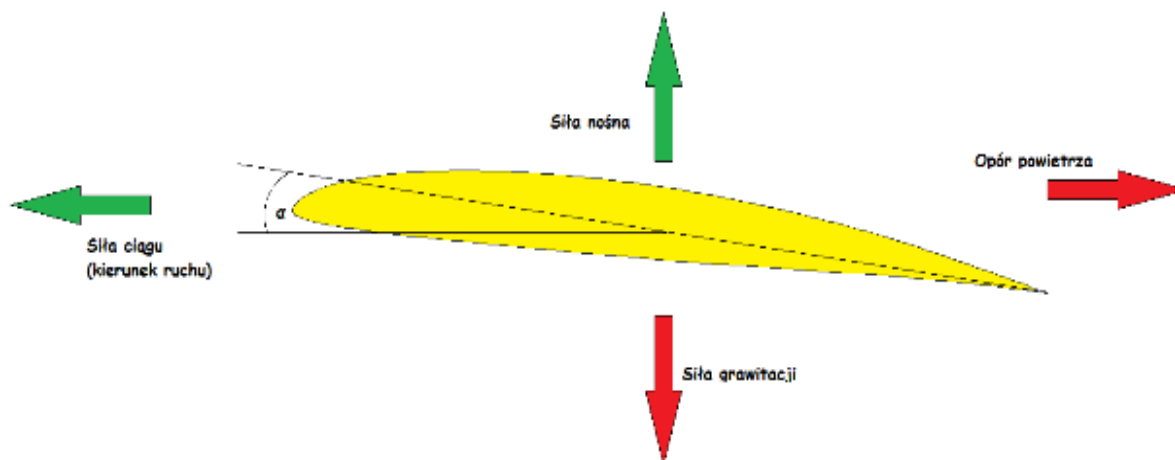


Zajęcia 3: Samolot – spełnienie marzeń o lataniu

Człowiek od zawsze marzył o lataniu. Wielcy wynalazcy, wizjonerzy i konstruktorzy nie ustawiali w wysiłkach, by zbudować maszynę, która pozwoli im się wzbić w powietrze. Ciekawość z czasem przerodziła się w osobną dziedzinę nauki zwaną **aeronaucyką**, która zajmuje się szeroko pojętym lotnictwem. Ze względu na wiele zmiennych czynników, jakie mają wpływ na wybór rozmiarów i kształtów skrzydeł, wybranego usterzenia, czy określenia napędu samolotu, nie można określić sztywnych ram, w które wpisałaby się aeronautyka. Istnieje dużo różnych rodzajów samolotów (np.: samoloty pasażerskie, odrzutowce), którym stawiane są bardzo różne wymagania, dlatego też większość rozwiązań stosowanych w lotnictwie bazuje na wieloletnich badaniach, testach i eksperymentach opartych o zagadnienia teoretyczne. Aeronautyka jest bardzo skomplikowaną i trudną dziedziną, w której bardzo wyraźnie widać różnice pomiędzy teorią, a praktyką, tzn. że coś, co teoretycznie nie ma prawa latać, okazuje się najlepszym poszukiwanym rozwiązaniem.

Głównym pojęciem aeronautyki jest **siła nośna**, czyli siła działająca na ciało poruszające się w wodzie lub powietrzu prostopadła do kierunku ruchu tego ciała. To dzięki sile nośnej samoloty latają. Oprócz siły nośnej na samolot działają też inne siły: **siła ciągu** – czyli siła generowana przez napęd (silniki śmigłowe, odrzutowe itp.), która pozwala aby samolot poruszał się w przód, **siła oporu** – obrazująca opór powietrza, jaki powstaje w trakcie lotu oraz **siła grawitacji** – czyli ciężar własny samolotu, jaki musi zostać podniesiony (siła przyciągania ziemskiego). **Czerwone strzałki** obrazują siły **negatywne**, co do których dąży się aby były jak najmniejsze. **Strzałki zielone** oznaczają siły **pozytywne** – dąży się do osiągnięcia ich maksymalnych wartości. **Kluczem do uzyskania maksymalnych osiągnięć samolotu jest wyznaczenie idealnej, wzajemnej zależności pomiędzy wszystkimi czterema siłami.** Jest to bardzo trudne, ponieważ zbyt lekki samolot (mała siła ciężkości) o bardzo dużej powierzchni nośnej (sile nośnej) będzie bardzo mało zwrotny i podatny na każdy podmuch wiatru, z kolei samolot zbyt szybki (za duża siła ciągu) spowoduje powstanie zbyt dużych oporów powietrza (wzrost siły oporu).

Samolot lata, ponieważ siła nośna wytwarzana przez jego skrzydła jest większa od siły grawitacji, a siła ciągu generowanego przez silnik jest większa, niż siła oporów powietrza. Zaznaczony na rysunku **kąt α** jest zwany **kątem natarcia skrzydła**. Jest to optymalny kąt dla ustawienia skrzydeł względem kierunku ruchu, który pozwala na osiągnięcie maksymalnej siły nośnej. Kąt ten jest wyznaczany doświadczalnie dla każdego profilu skrzydła.



Rysunek 3.1 Rozkład sił działających na skrzydło samolotu w trakcie lotu

Samolot widziany z góry swoim kształtem przypomina krzyż. Podłużny, opływowy kadłub jest głównym elementem samolotu. To w jego wnętrzu znajdują się najważniejsze części maszyny, od kokpitu (kabiny pilotów), po przestrzeń ładunkowe. Ważne jest, aby stawał on jak najmniejszy opór podczas lotu, dlatego zazwyczaj spotyka się samoloty z kadłubami o przekroju okrągłym.

Skrzydła są drugim najważniejszym elementem samolotu. Przyjmują różne kształty i, w zależności od przeznaczenia samolotu, posiadają różne profile. Niezależnie jednak od rodzaju samolotu, ich rola jest taka sama – wytworzenie odpowiedniej siły nośnej.

Ogon jest ostatnim i najważniejszym elementem samolotu. To dzięki niemu samolot może zwiększać lub zmniejszać swoją wysokość, a także skręcać. Najczęściej spotyka się ogony, które kształtem przypominają odwróconą do góry nogami literę „T”. Ogon posiada dwa stery. **Statecznik pionowy**, dzięki któremu samolot może skręcać, oraz **statecznik poziomy**, dzięki któremu samolot może zmieniać wysokość lotu.

Istotnym elementem konstrukcyjnym samolotu jest wzajemne położenie skrzydeł i ogona. Ogon umieszczony jest zazwyczaj powyżej linii skrzydeł. Jest to konieczne, ponieważ powietrze opływające skrzydło ulega zawirowaniom. Gdyby usterzenie samolotu (ogon) miało działać w powietrzu o takim zaburzonym przepływie, nie spełniałoby swoich zadań w sposób prawidłowy (sterowanie samolotem byłoby utrudnione, a nawet całkiem niemożliwe).

Siła ciągu generowana jest przez **śmigło** w samolotach z **napędem śmigłowym** lub przez silnik odrzutowy. Istnieje jeszcze rodzaj samolotów bez żadnego napędu – są to **szybowce**, które wykorzystują prądy powietrzne i kominy powietrzne do lotów i utrzymywania się w powietrzu.



Budowa samolotu

Potrzebne materiały:

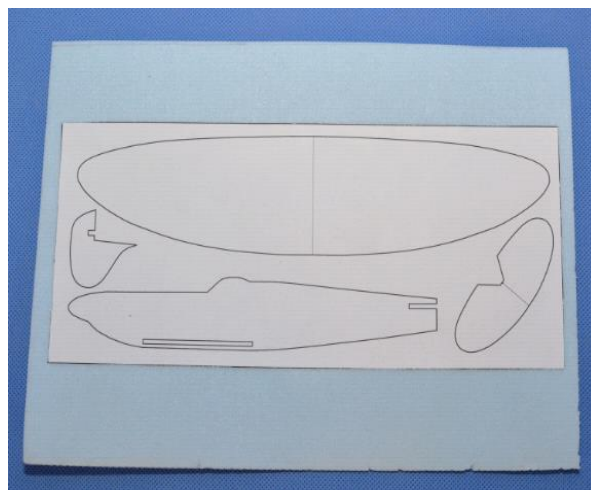
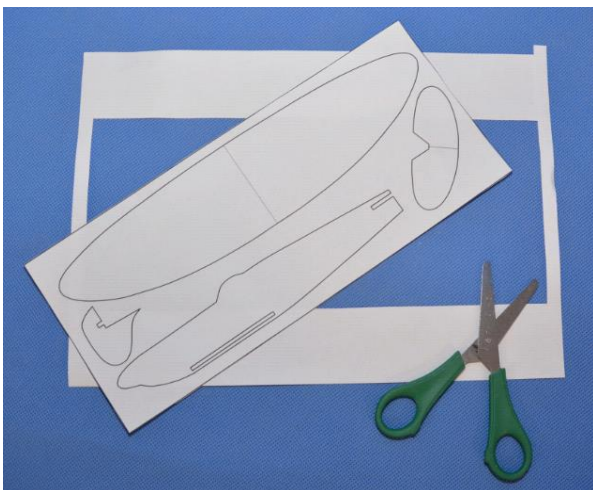
- Projekt samolotu,
- Arkusz depronu o wymiarach 297x210 (A4) o grubości 6mm,
- Klej szkolny,
- Klej cyjanoakrylowy,
- Śruba stalowa M4,
- 2 patyczki do szaszłyków (opcjonalnie).

Potrzebne narzędzia:

- Nóż do tapet,
- Podkładka do ciecicia,
- Nożyczki,
- Linijka,
- Rękawiczki lateksowe,
- Kawałek folii,
- Drobnny papier ścierny.



1. Wycięcie projektu i przyklejenie go klejem biurowym do arkusza depronu.

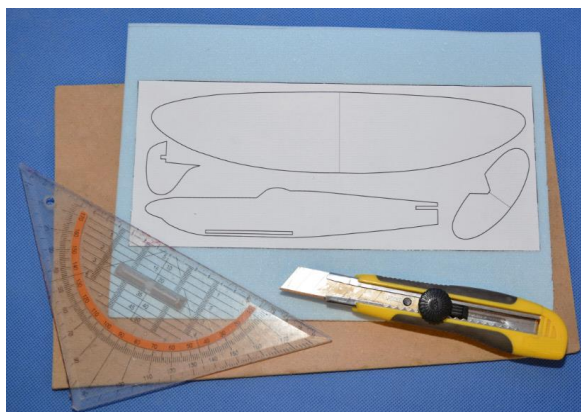




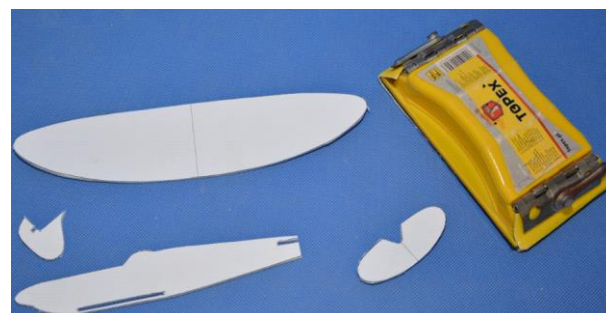
Wskazówka: Jeśli istnieje taka możliwość warto wykonać ten punkt dzień wcześniej i położyć na tak przygotowany arkusz coś ciężkiego, np.: grubą książkę. Dzięki temu zabiegowi projekt przyklei się do arkusza depronu równo i dokładnie.

2. Wycinamy elementy samolotu za pomocą noża do tapet.

UWAGA! Nóż jest bardzo ostry!

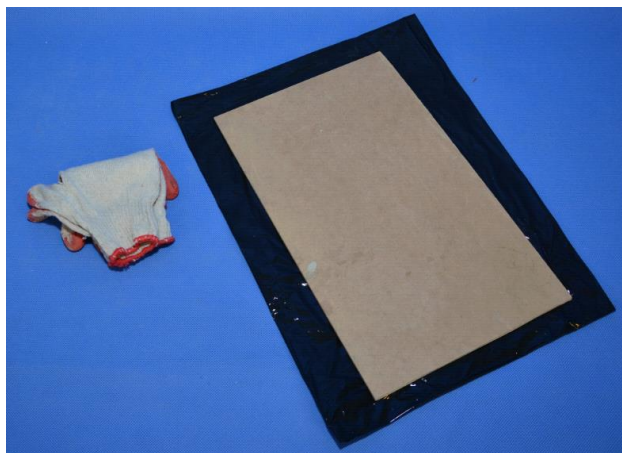


3. Szlifujemy postrzępione krawędzie w celu uzyskania zaokrągleń i odpowiedniego profilu skrzydła.

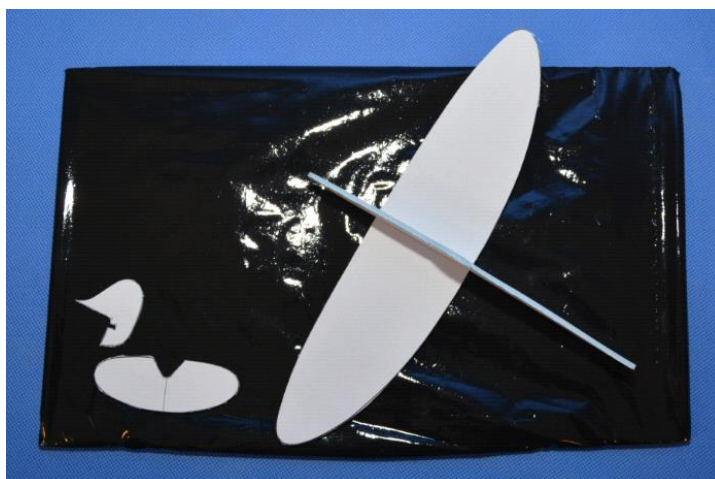


4. Przed przystąpieniem do klejenia należy obłożyć podkładkę folią oraz ubrać rękawice lateksowe.

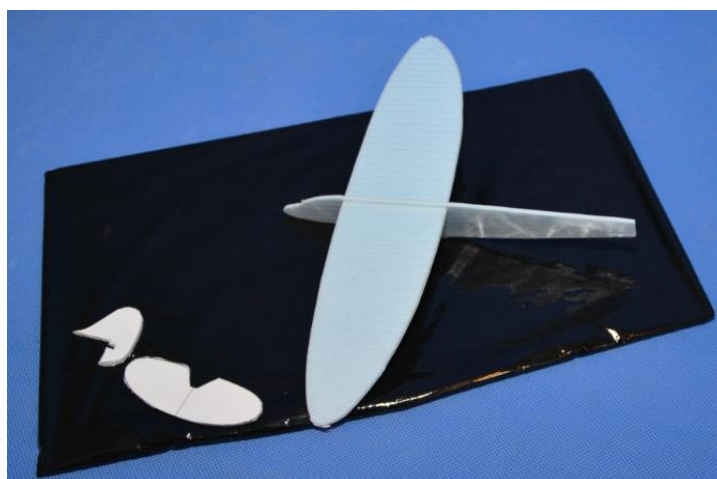
UWAGA! Klej cyjanoakrylowy wiąże bardzo szybko i jest bardzo mocny. Należy zachować szczególną ostrożność i nie dopuścić do kontaktu kleju ze skórą!



5. Przekładamy skrzydło przez otwór w kadłubie tak, jak na zdjęciu.



6. Odwracamy samolot do góry nogami. Połączenie ostrożnie zalewamy klejem cyjanoakrylowym do styropianu.



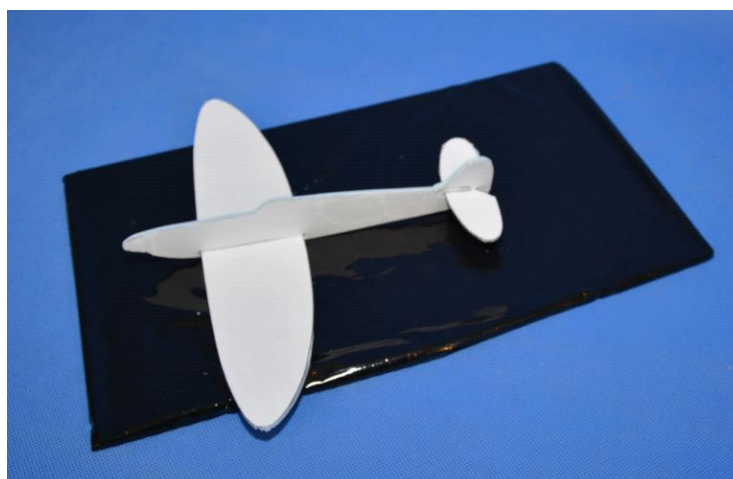


7. Mocujemy statecznik poziomy w tylnej części samolotu.



8. Połączenie utrwalamy, zalewając je klejem.

9. Montujemy statecznik pionowy. Ponownie używając kleju, wzmacniamy połączenie.



10. W celu odpowiedniego wyważenia samolotu wklejamy w miejscu śmigła stalową nakrętkę M5.



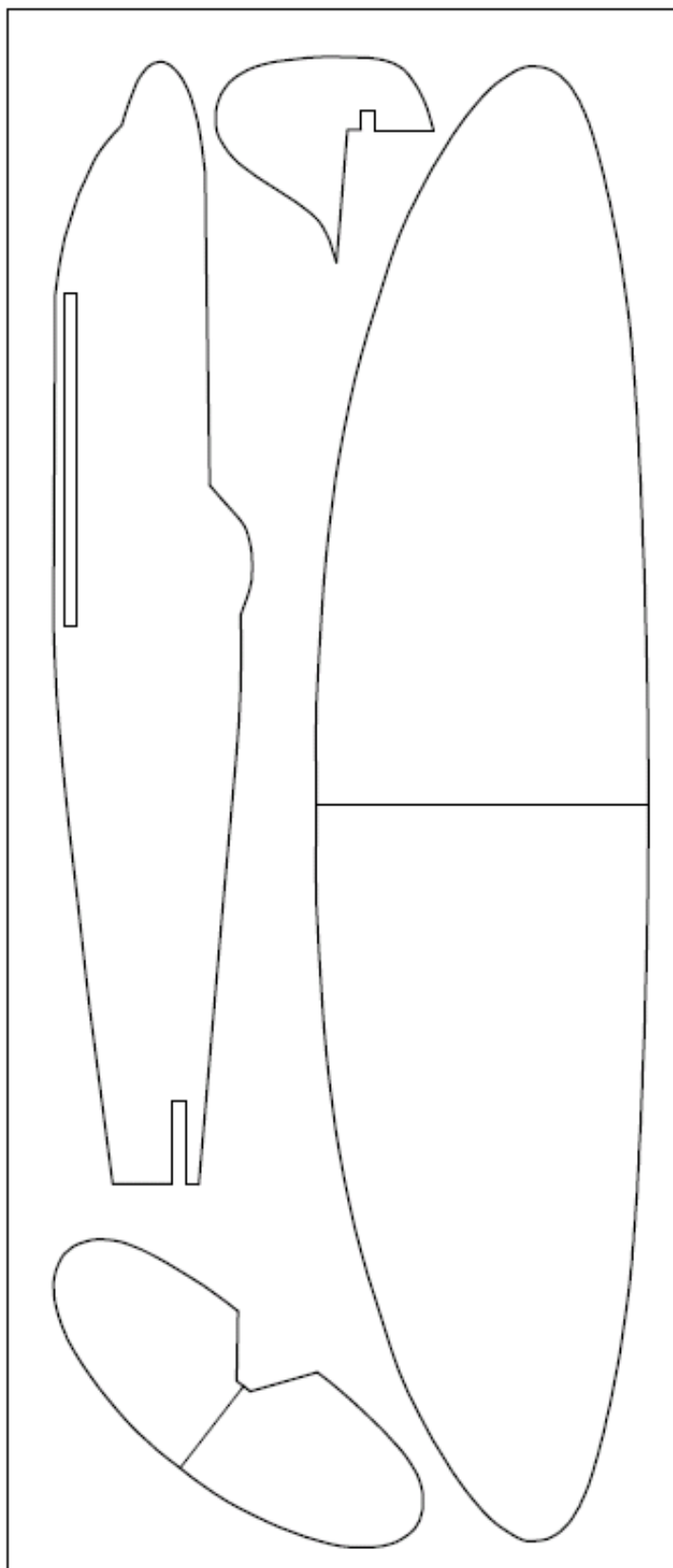


11. Gotowy samolot





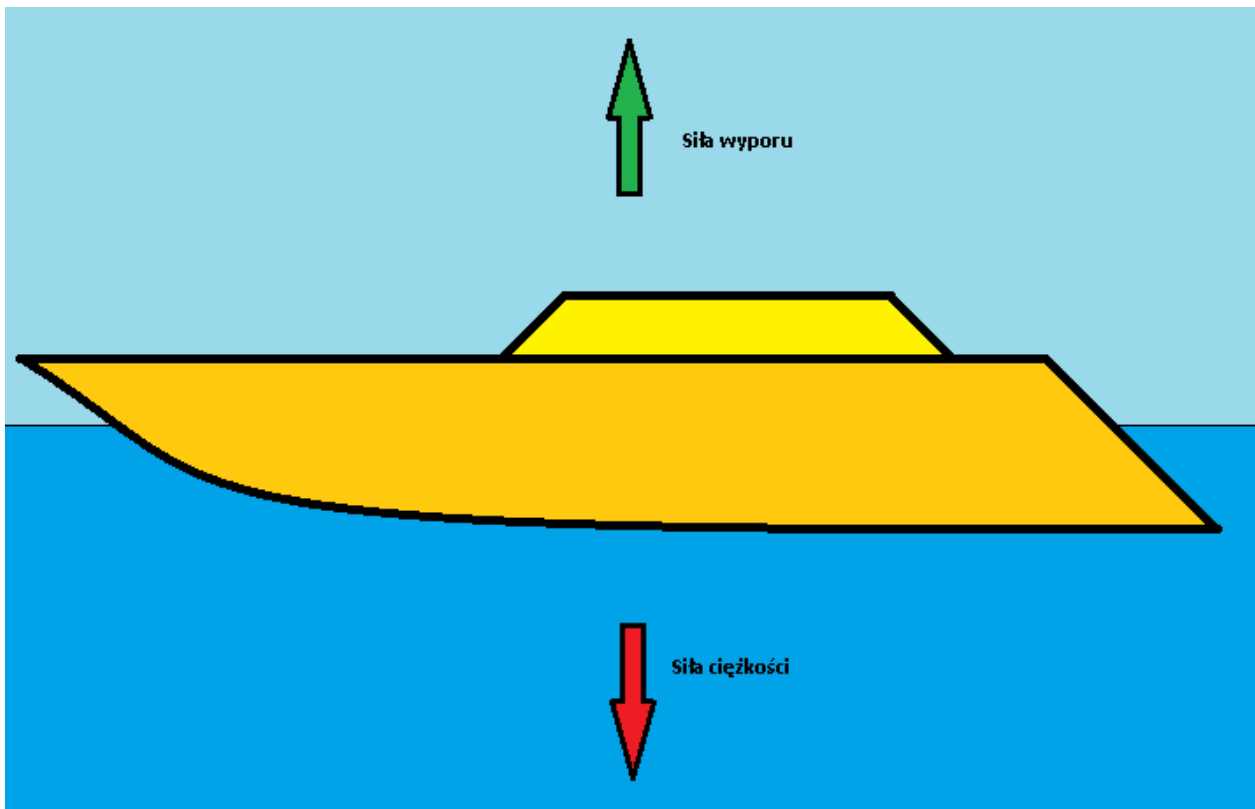
12. Przykładowy projekt





Zajęcia 4 i 5: Dlaczego co ma pływać nie utonie? Jak wprawić motorówkę w ruch?

Siła wyporu to siła działająca na ciało znajdujące się w wodzie (lub innej cieczy). Występuje ona jedynie jako przeciwieństwo siły grawitacji, czyli jest skierowana pionowo w górę. Siła wyporu jest równa ciężarowi płynu wypartego przez to ciało. Zależy ona głównie od gęstości płynu i objętości przedmiotu, który jest w nim zanurzony. Dzięki sile wyporu statki płyną na powierzchni wody (tak samo, jak samoloty latają dzięki sile nośnej). Z fizycznego punktu widzenia siła nośna jest tym samym, co siła wyporu. Prawo to określa się mianem **Prawa Archimedesesa**, na cześć jego odkrywcy – Archimedesesa z Syrakuz.



Rysunek 4.1 Rozkład sił działających na łódkę

Prawo Archimedesesa:

Siła działająca na ciało zanurzone w płynie jest równa ciężarowi płynu wypartego przez to ciało.



Łódź, podobnie jak samolot, podlega działaniu prawa Archimedesesa. W przypadku łodzi możemy pominąć siłę ciągu i siłę oporu, ponieważ prawo to działa na łódź nawet, gdy się nie porusza, a tylko unosi się na wodzie (samolot musi być w ruchu aby zostało spełnione to prawo). Fakt ten nie wyklucza konieczności zastosowania opływowego kształtu łodzi. Charakterystyczny, zaokrąglony kształt dna nie jest przypadkowy. Siła wyporu zależy od **masy** oraz **wymiarów** łodzi. W celu wykorzystania łodzi do transportu ciężkich ładunków buduje się je w postaci sporych, opływowych i pustych w środku konstrukcji.



Rysunek 4.2 Rodzaje dna łodzi

Nie wyklucza to jednak możliwości zastosowania wszystkich kształtów dna. Łodzie o płaskim dnie wyposażone w bardzo silny napęd (przeważnie jest to wielki wiatrak umieszczony z tyłu łodzi, nad powierzchnią wody) wykorzystywane są do pływania po bardzo płytkich akwenach wodnych, na których dnie mogą znajdować się różnorodne przeszkody (jak np.: bagna). Dzięki płaskiemu dnu i dużej prędkości generowanej przez napęd, łódź jest zdolna do **ślizgu**. Zjawisko **ślizgu hydrodynamicznego** występuje, gdy **siła wyporu hydrodynamicznego (siła wyporu łodzi w ruchu) wywołana przez poruszający się kadłub będzie większa od siły wyporu hydrostatycznego (siła wyporu łodzi w spoczynku) na tyle, że kadłub wyłoni się ponad powierzchnię wody**. Przykładem maszyny wykorzystującej to



Rysunek 4.3 Ślizgacz bagienny



zjawisko jest **ślizgacz bagienny**. Zjawisko to wykorzystują również **motorówki**.

Zaokrąglone dno jest najpopularniejszym dnem stosowanym w większości łodzi, ponieważ posiada uniwersalne zalety. Łódź o takim kształcie można wykorzystywać do rekreacji, w sportach wodnych oraz w przemyśle (barki, holowniki, promy).

Łodzie, a raczej statki o charakterystycznym, szpiczastym kształcie dna są wykorzystywane w dalekomorskim transporcie sporych ładunków. Przykładem takiego statku jest kontenerowiec.



Rysunek 4.4 Kontenerowiec

Każda łódź, by się poruszać, potrzebuje elementu napędowego. Rozróżniamy trzy główne rodzaje napędów, stosowanych w budowie łodzi:

- **napęd wiosłowy** - najstarszy napęd wykorzystywany przez człowieka, polegający na wykorzystywaniu **wioseł** do wytworzenia odpowiedniego pędu za pomocą ludzkich mięśni.



4.5. Łódź wiosłowa



- **napęd żaglowy** – żagiel, czyli płótno rozciągnięte na maszcie, wykorzystuje siłę wiatru do wytworzenia odpowiedniego pędu łodzi.



4.5 Łódź żaglowa

- **napęd motorowy** – napęd wykorzystujący w swoim działaniu silnik elektryczny lub spalinowy.



4.6 Łódź motorowa



W napędzie motorowym elementem napędzającym łódź jest **śruba napędowa**. **Śruba napędowa** kształtem przypomina **śmigło**, jednak posiada mocniej zakrzywione łopaty, dzięki czemu nazwę swą zawdzięcza spirali, jaka powstaje poprzez obrót śruby wokół własnej osi.

Budowa motorówki

Potrzebne materiały:

- projekt motorówki,
- arkusz depronu o wymiarach 297x210 (A4) o grubości 6mm lub tacka jednorazowa,
- klej cyjanoakrylowy do styropianu,
- klej na gorąco,
- silnik prądu stałego (3V),
- kosz na baterie,
- baterie,
- przełącznik,
- przewody,
- cyna do lutowania,
- koszulka termokurczliwa,
- śruba okrętowa z klocków LEGO® 2421,
- stary wkład do długopisu.

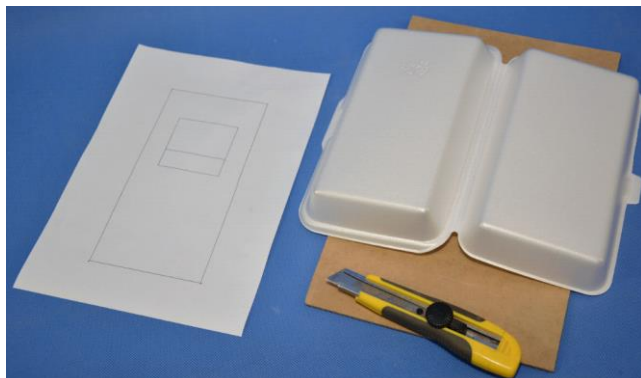
Potrzebne narzędzia:

- nóż do tapet,
- podkładka do cięcia,
- linijka,
- rękawiczki lateksowe,
- kawałek folii,
- drobny papier ścierny,
- lutownica,
- zapalarka do gazu.

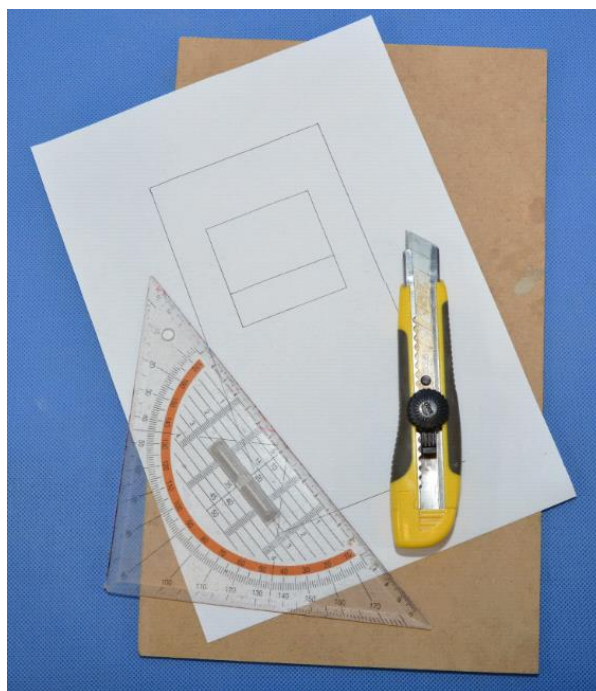




1. Przycinamy depronowy pojemnik w miejscu łączenia części górnej z dolną. Odcinamy wystający element zamknięcia.



2. Wycinamy projekt i przyklejamy go za pomocą kleju biurowego do wewnętrznej powierzchni górnej części tacki.



3. Wycinamy otwór i nacinamy krawędź zgodnie z liniami cięcia.



4. Odginamy „owiewki”.

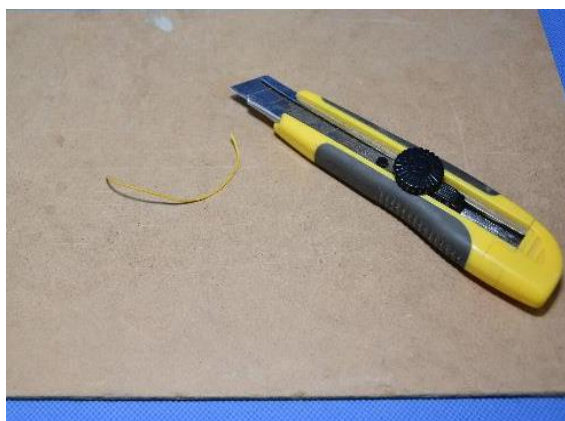




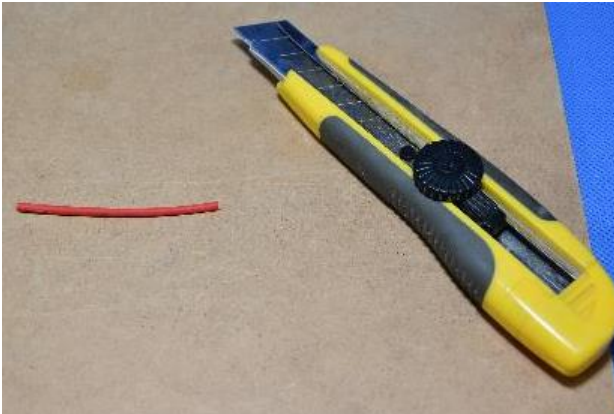
5. Przygotowujemy układ napędowy do lutowania.



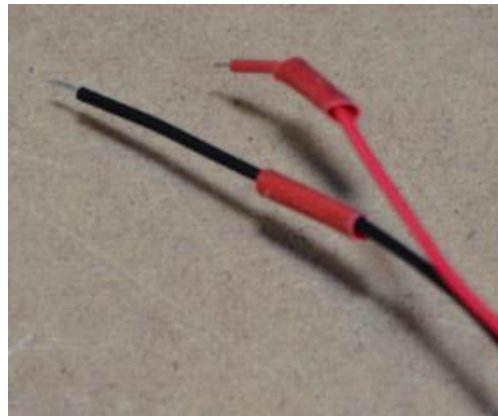
6. Uruchamiamy lutownicę. Zdejmujemy izolację z końców druczika.



7. Ucinamy cztery kawałki koszulki termokurczliwej o długości około 10-15mm.



8. Zakładamy koszulki izolacyjne na okablowanie koszyka na baterie.



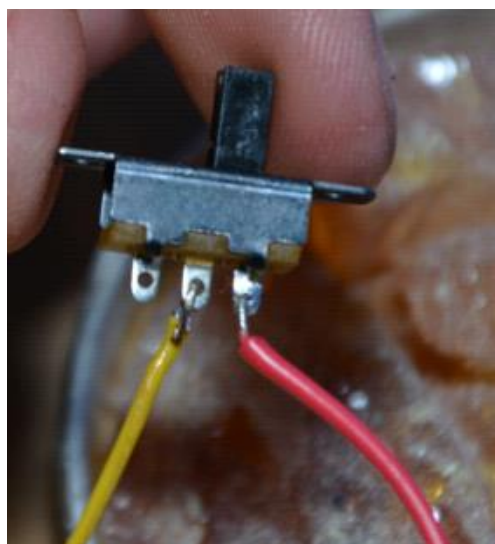
9. Przylutowujemy czerwony przewód od koszyka na baterie do prawej skrajnej nóżki przełącznika. **UWAGA! Należy upewnić się, czy przed wykonaniem tej operacji na czerwony przewód nawleczona jest koszulka termokurczliwa.**



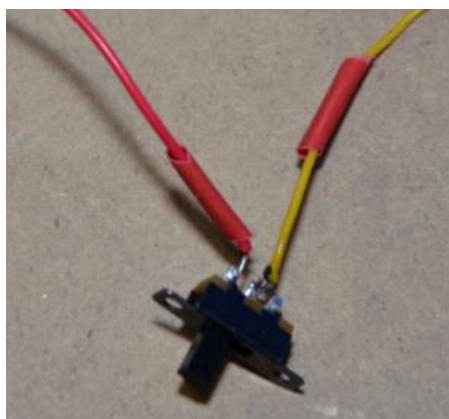
10. Oblutowujemy końcówki przewodu, z którego wcześniej zdjęto fragmenty izolacji.



11. Przylutowujemy przewód do środkowej nóżki przełącznika.

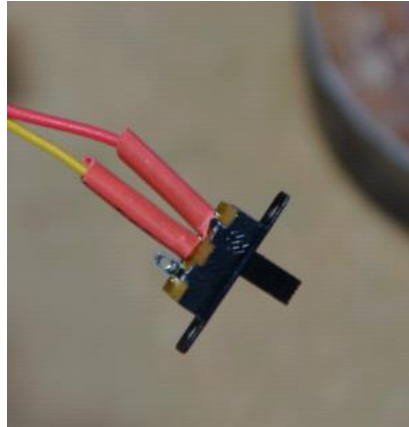


12. Nawlekamy koszulkę termokurczliwą na świeżo przylutowany przewód.

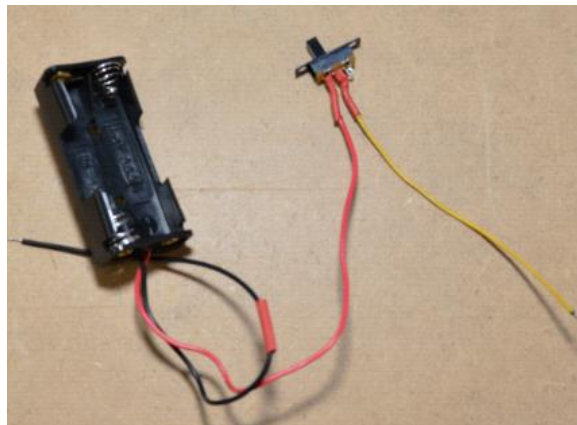




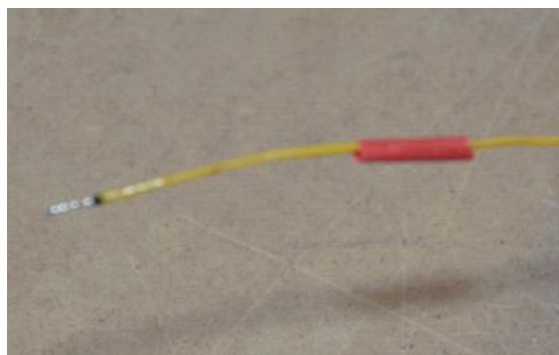
13. Naciągamy koszulki termokurczliwe na nóżki przełącznika (tak by całkowicie zakrywały miejsca lutowania).



14. Obkurczamy koszulkę termokurczliwą na połączeniu przy wykorzystaniu zapalniczki.
UWAGA! Koszulki należy trzymać w pewnej odległości nad płomieniem. Zbyt bliskie zbliżenie koszulek do płomienia może skutkować ich trwałym uszkodzeniem!

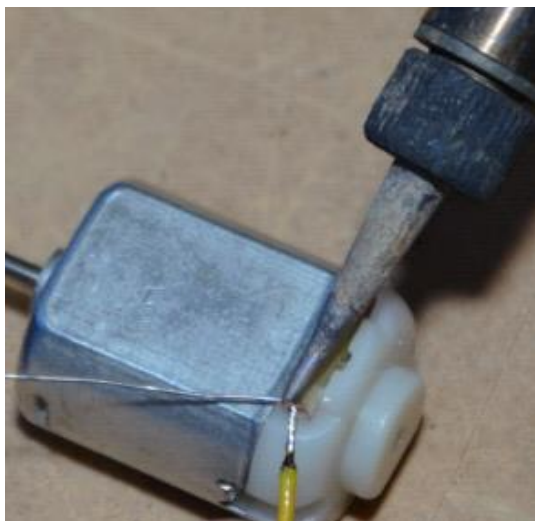


15. Nakładamy kolejną koszulkę termokurczliwą na przewód przylutowany do środkowej nóżki przełącznika.

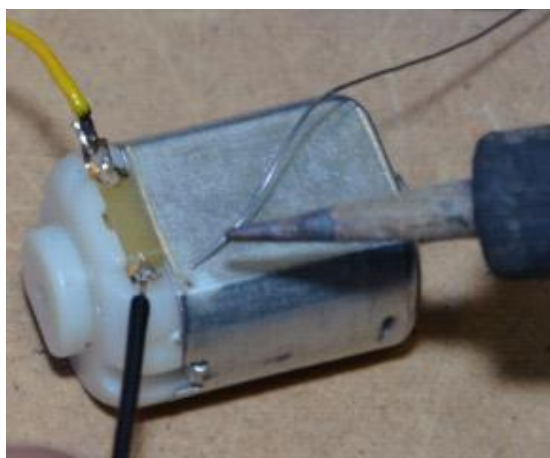




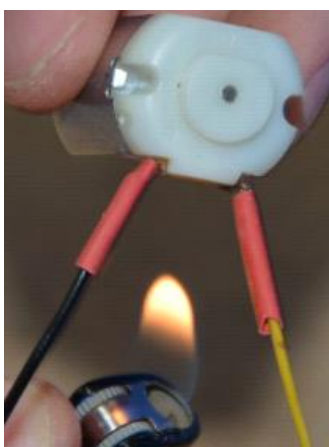
16. Przylutowujemy końcówkę przewodu do jednej z nóżek silnika.



17. Przylutowujemy do drugiej nóżki silnika czarnego przewodu od koszyka na baterie.
UWAGA! Należy zwrócić uwagę przed lutowaniem, czy koszulki termokurczliwe są nawleczone na przewody.



18. Naciągamy koszulki termokurczliwe na nóżki silnika, tak aby miejsca lutowania były całkowicie zasłonięte. Obkurczamy koszulki za pomocą zapalniczki.





19. Montujemy baterie w koszyku. Przeprowadzamy test poprawności działania układu. Układ napędowy jest gotowy.



20. Wklejamy w dolnej części tacki na środku, wcześniej wycięty z górnej części element w odległości 50mm od tylnej ścianki.



21. Wrysowujemy prostokąt o wymiarach 4x10[mm] na prawym boku górnej części pojemnika. Wycinamy otwór.





22. Zaznaczamy krzyżykiem punkt w dolnej części pojemnika, na tylnej pionowej ścianie, u jej podstawy na środku.



23. Przebijamy ściankę wkładem do długopisu we wcześniej zaznaczonym punkcie.

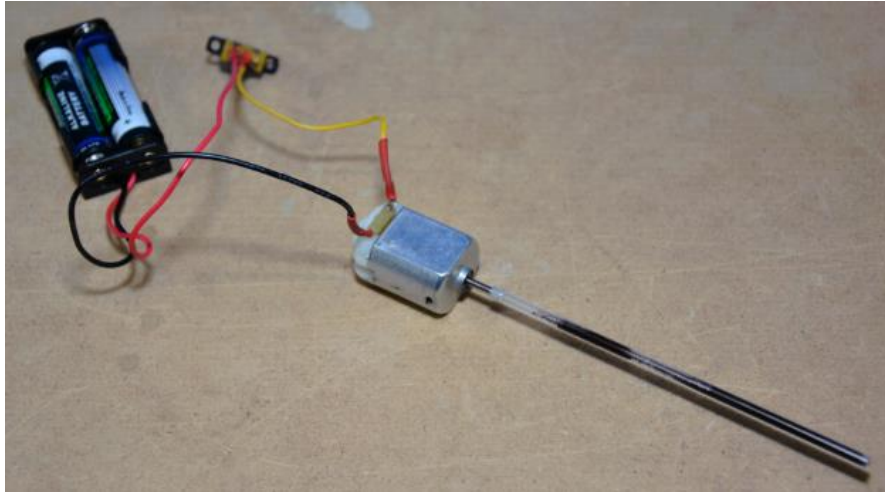


24. Obcinamy wkład do długości 80mm, licząc od jego końca.

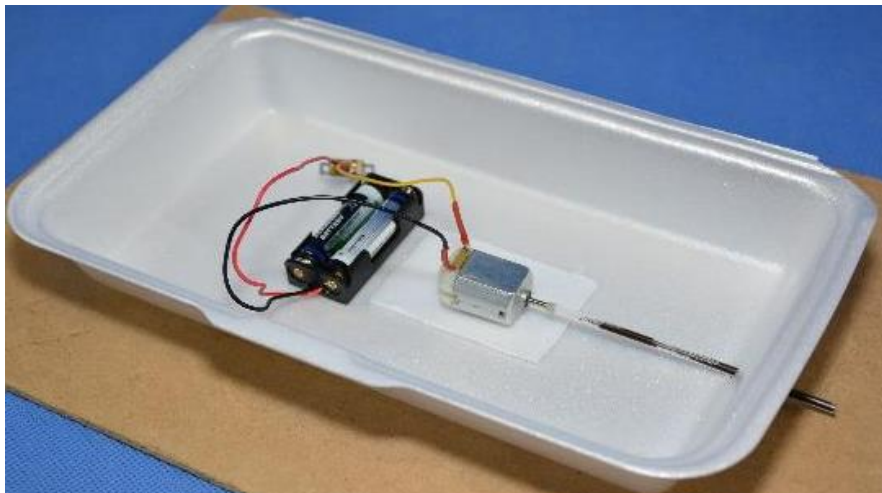




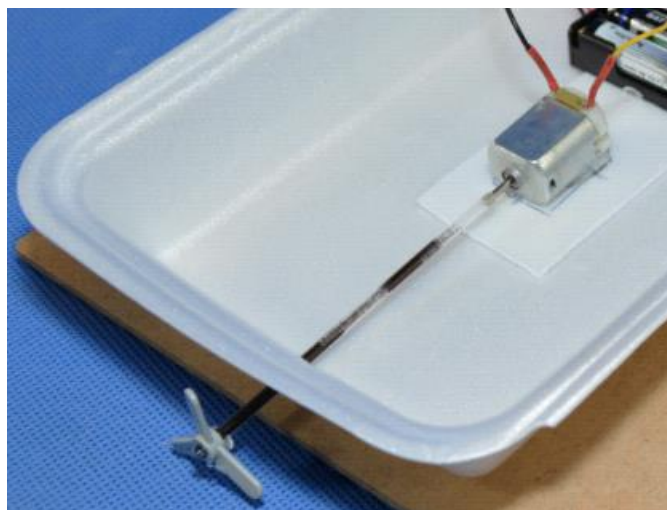
25. Wciskamy wkład na wał silnika.



26. Montujemy układ napędowy w dolnej części tacki za pomocą kleju na gorąco.

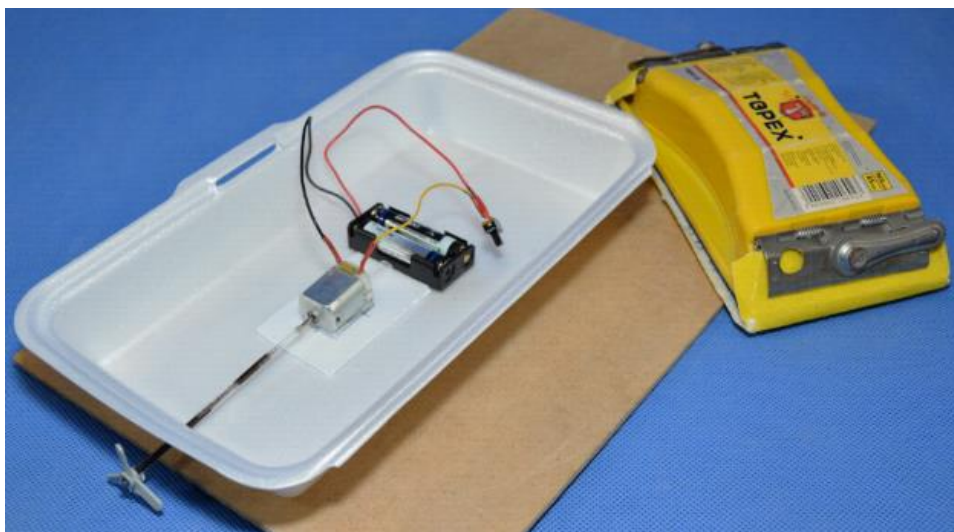


27. Montujemy śmigła na końcu wkładu wystającego poza tackę.

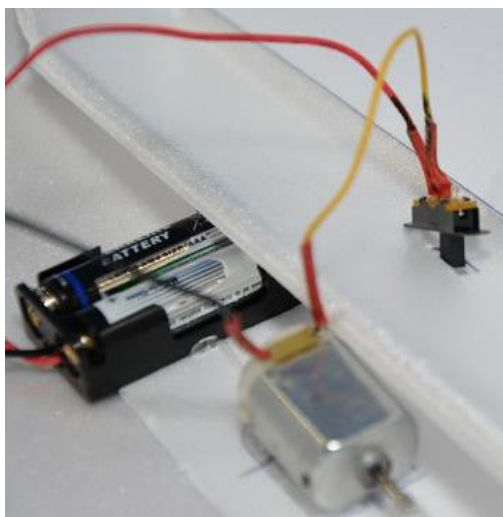




28. Szlifujemy ostre krawędzie przed sklejeniem górnej i dolnej części tacki.



29. Wklejamy przełącznik we wcześniej przygotowany prostokątny otwór.



30. Przyklejamy górną i dolną część tacki za pomocą kleju cyjanoakrylowego.





31. Wzmacniamy miejsce łączenia górnej i dolnej części tacki poprzez oklejenie go taśmą klejącą.



Motorówka jest gotowa.

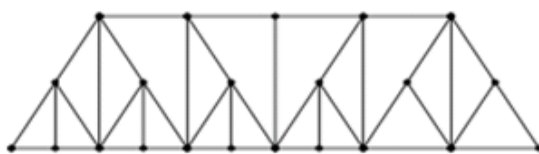


32. Przykładowy projekt:

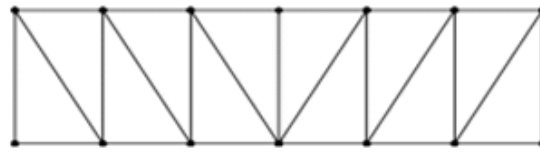


Zajęcia 6 i 7: Mosty – cud nowoczesnej inżynierii

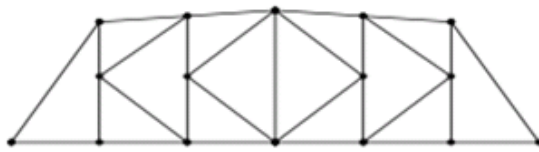
Most jest rodzajem przeprawy wodnej w postaci budowli lub konstrukcji inżynierskiej. Istnieje wiele różnorodnych rodzajów konstrukcji mostów, np.: mosty podwieszane, wiszące, zwodzone, obrotowe itp. Są wśród nich również konstrukcje kratownicowe mostów, które dzielimy na :



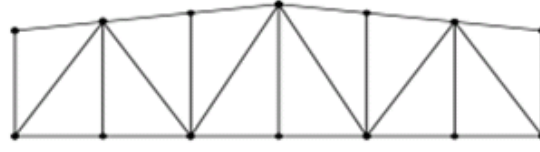
Kratownica Baltimore



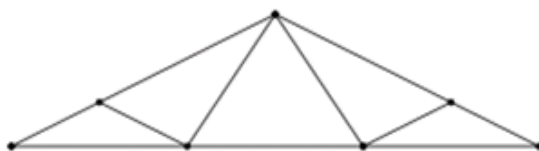
Kratownica Pratta płaska



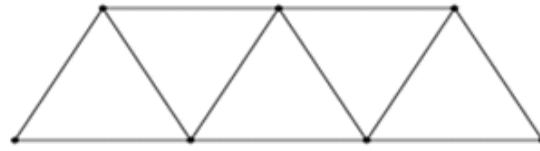
Kratownica "K"



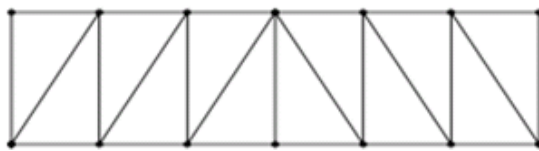
Kratownica Warrena z prętami pionowymi



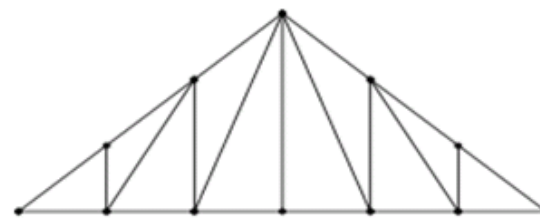
Kratownica Finka



Kratownica Warrena



Kratownica Howe'a



Kratownica Pratta trójkątna

Rysunek 6.1 Rodzaje kratownic

Skuteczność wyżej przedstawionych konstrukcji kratownicowych mostów można przetestować grając w internetową grę: „Budowanie mostów” pod adresem:

http://gry-online.pozskole.pl/gra,Bridge_Builder,219762.html

<http://download.komputerswiat.pl/gry-i-rozrywka/gry-logiczne/bridge-builder>

http://czytam.pl/k,ks_354094,Bridge-Project-Simulator-Budowy-Mostow.html



Podłoże naukowe konstruowania mostów opiera się o zagadnienia mechaniki dotyczące **kratownic**, czyli zespołu połączonych ze sobą elementów konstrukcyjnych (prętów, rur, kształtowników) stanowiących **niezmienny układ geometryczny** (oznacza to, że dzięki takiemu ułożeniu prętów względem siebie siły zewnętrzne działające na kratownice – np.: samochód jadący przez most – nie wywołują większych zmian w układzie, ponieważ rozkładają się na wiele elementów(prętów), dzięki czemu kratownica nie zmienia swojego stanu i nie ulega zniszczeniu).

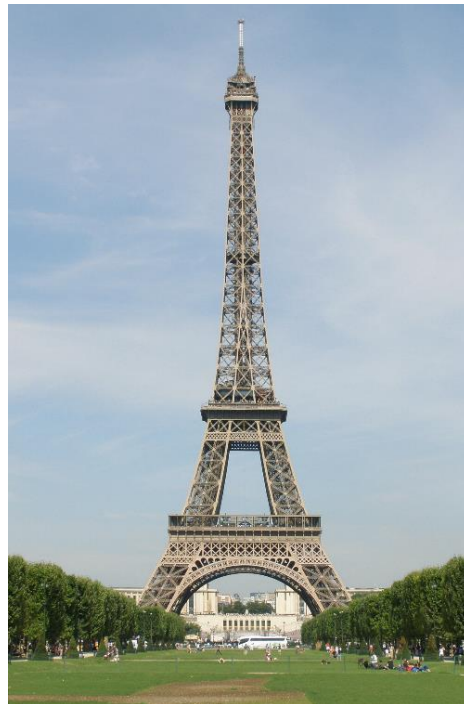
Czasem funkcję niektórych elementów sztywnych (pionowych i/lub skośnych prętów, rur czy kształtowników) przejmują specjalne liny nośne. Wtedy mamy do czynienia z mostem podwieszanym. Najpopularniejszym przykładem takiego mostu jest Golden Gate Bridge w San Francisco.



Rysunek 6.2 Golden Gate w San Francisco

Najbardziej znanym na świecie przykładem konstrukcji opartej na kratownicy jest Wieża Eiffla.

Właściwości kratownic pozwalają na tworzenie skomplikowanych konstrukcji zdolnych wytrzymać spore obciążenia, np.: wieżby dachowe czy mosty.



Rysunek 6.3 Wieża Eiffla

Budowanie mostu

Potrzebne materiały:

- projekt mostu,
- kolorowe patyczki do lodów,
- klej na gorąco.

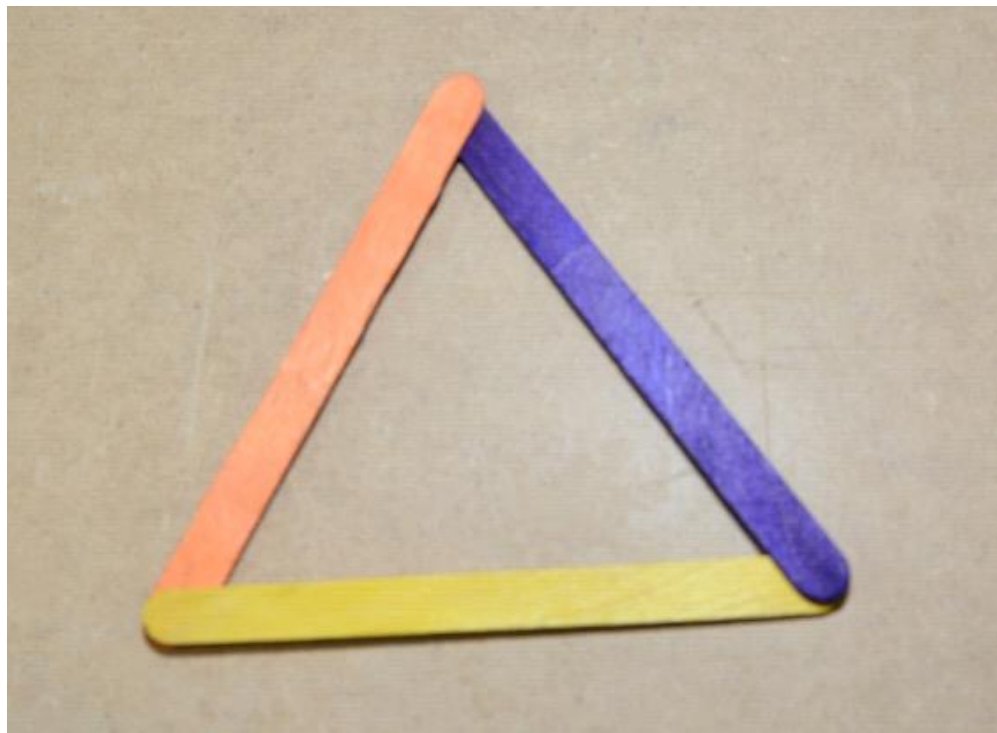
Potrzebne narzędzia:

- rękawiczki,
- podkładka na stół,
- przezroczysta taśma klejąca.

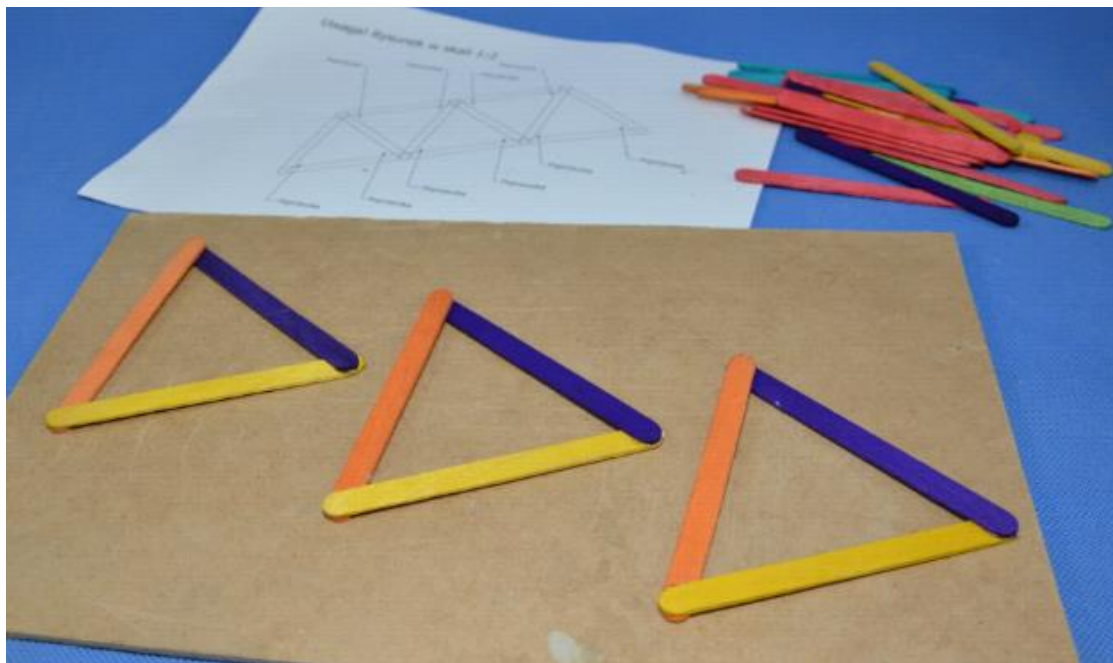




1. Łączymy patyczki w trójkąt równoboczny sposobem „na zakładkę” (tak jak na zdjęciu poniżej). Sklejamy patyczki ze sobą za pomocą kleju na gorąco.

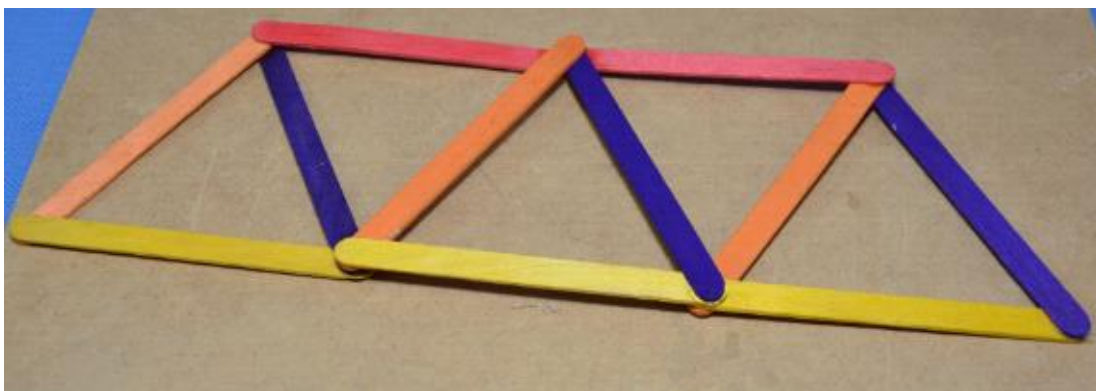


2. Powtarzamy punkt pierwszy w celu uzyskania trzech identycznych kopii.

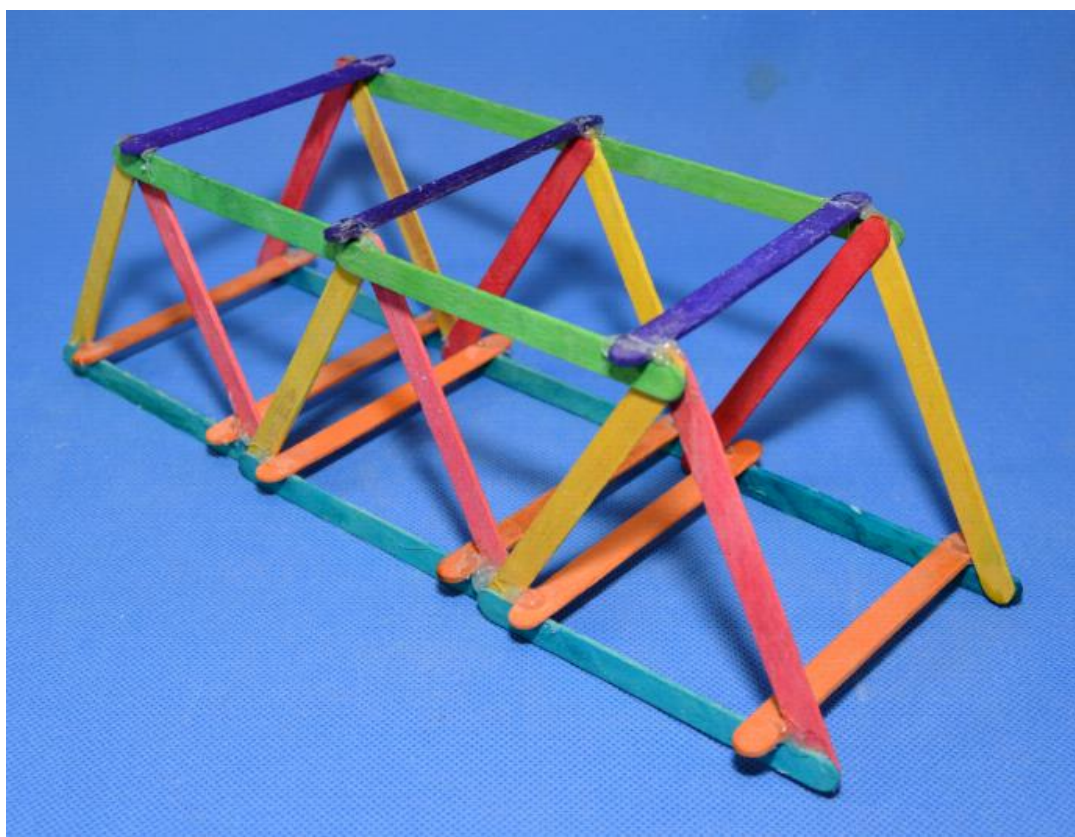




- Układamy wykonane elementy zgodnie z projektem. Środkowy trójkąt powinien być wsparty na trójkątach pobocznych. Dodajemy poprzeczki górne (tak jak przedstawiono na zdjęciu poniżej). Sklejamy elementy klejem na gorąco.



- Powtarzamy czynności z punktów od pierwszego do trzeciego.
- Dodajemy poprzeczki w miejscach oznaczonych na projekcie. Sklejamy całość klejem na gorąco.

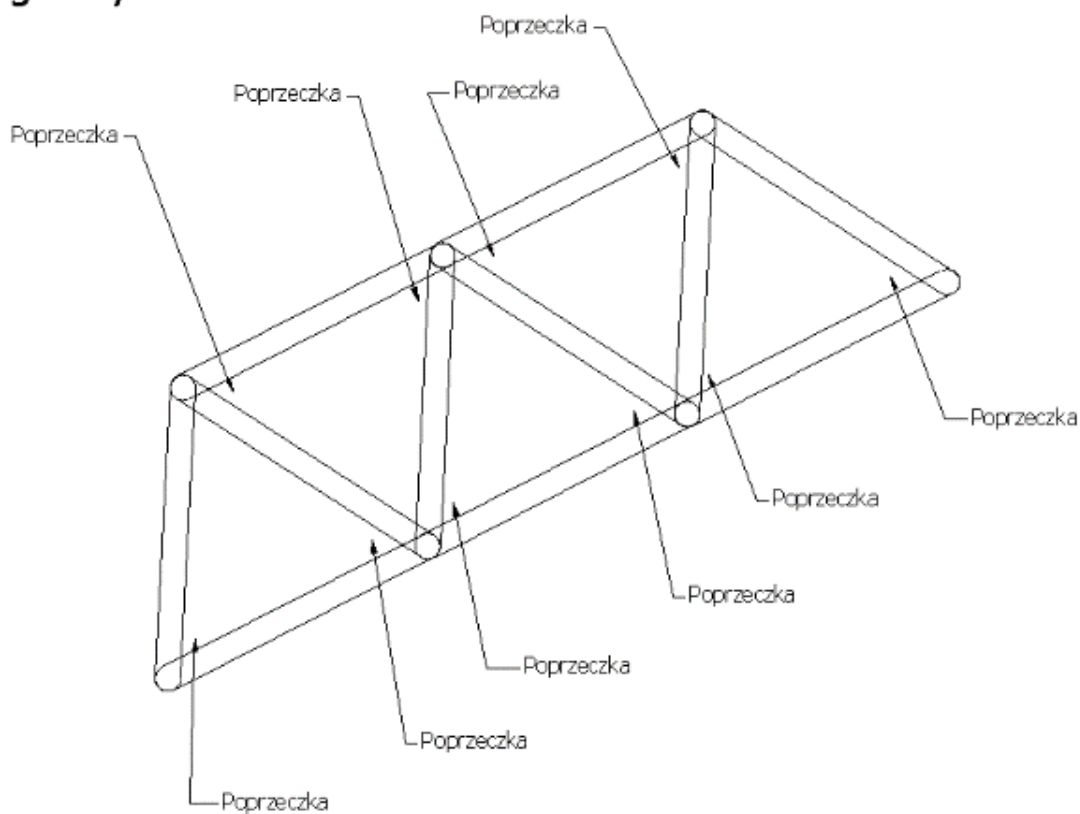


Most jest gotowy.



6. Przykładowy projekt

Uwaga! Rysunek w skali 1:2





Zajęcia 8: 123D® Design – tworzenie modelu 3D dziadka do orzechów i pudełka



Rysunek 8. 1. Dziadek do orzechów

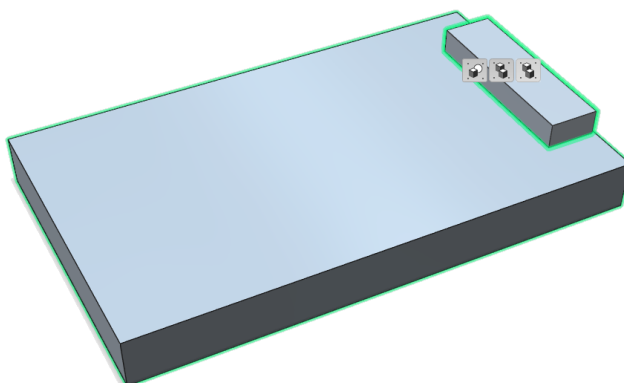
Przy pomocy programu 123D® Design stworzymy trójwymiarowy model dziadka do orzechów, którego konstrukcję wykonamy na następnych zajęciach.

Potrzebne narzędzia:

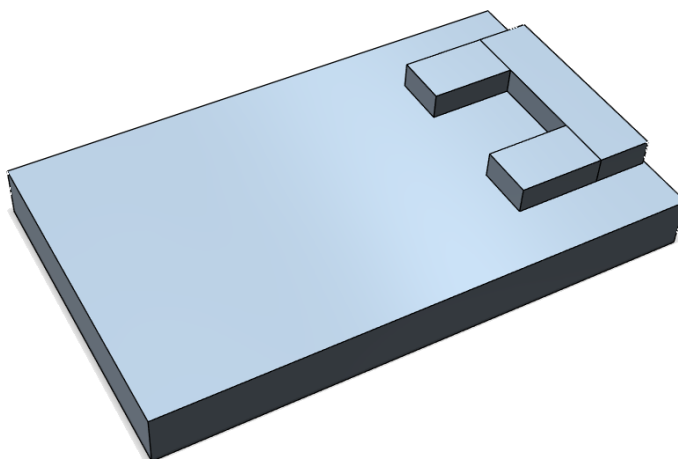
Do konstrukcji trójwymiarowego modelu dziadka do orzechów niezbędny będzie komputer z zainstalowanym programem 123D® Design.

Wykonanie dziadka do orzechów:

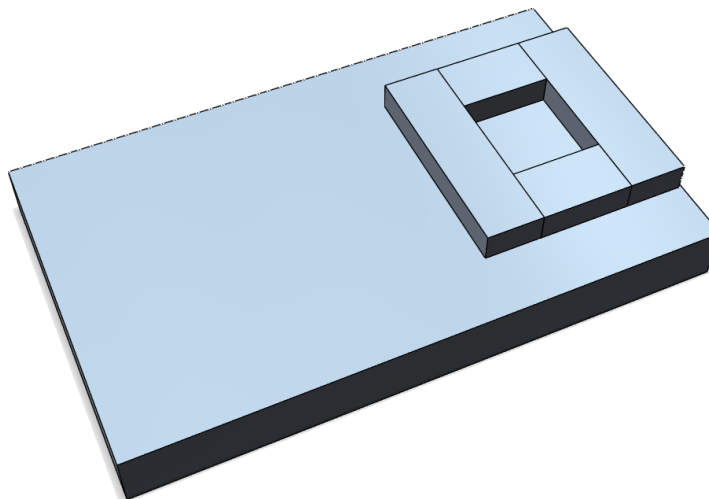
1. Uruchamiamy program i tworzymy nowy projekt.
2. Tworzymy prostopadłościan, o wymiarach 120x200x12mm [szerokość, długość, wysokość].
3. Modelujemy dwa prostopadłościany 20x34x10mm [szerokość, długość, wysokość] oraz dwa prostopadłościany 74x20x10mm [szerokość, długość, wysokość].
4. Prostopadłościan 74x20x10mm łączymy przy pomocy funkcji Snap z prostopadłościanem 120x200x12mm.
5. Przy pomocy opcji Move ustawiamy prostopadłościan równo z tylną krawędzią.



6. Mniejsze prostopadłościany przy pomocy polecenia Snap przyłączamy najmniejszą ścianą do bocznej ściany prostopadłościanu 74x20x10mm i ustawiamy je w sposób przedstawiony na poniższym rysunku.

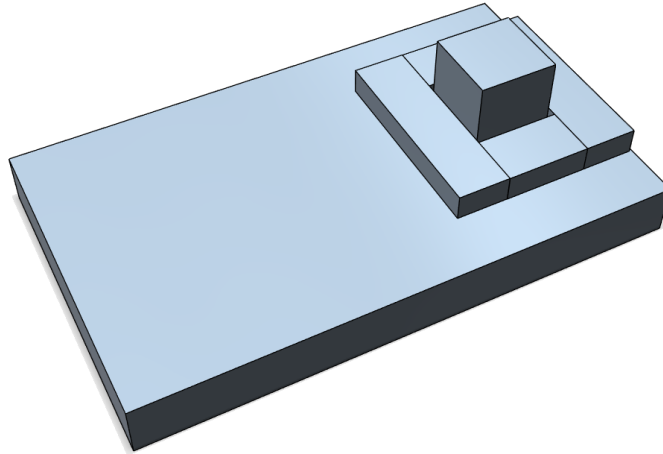


7. Ostatni prostopadłościan przy pomocy polecenia Snap łączymy z górną powierzchnią największego prostopadłościanu i przesuwamy w taki sposób, aby powstał „kwadrat”

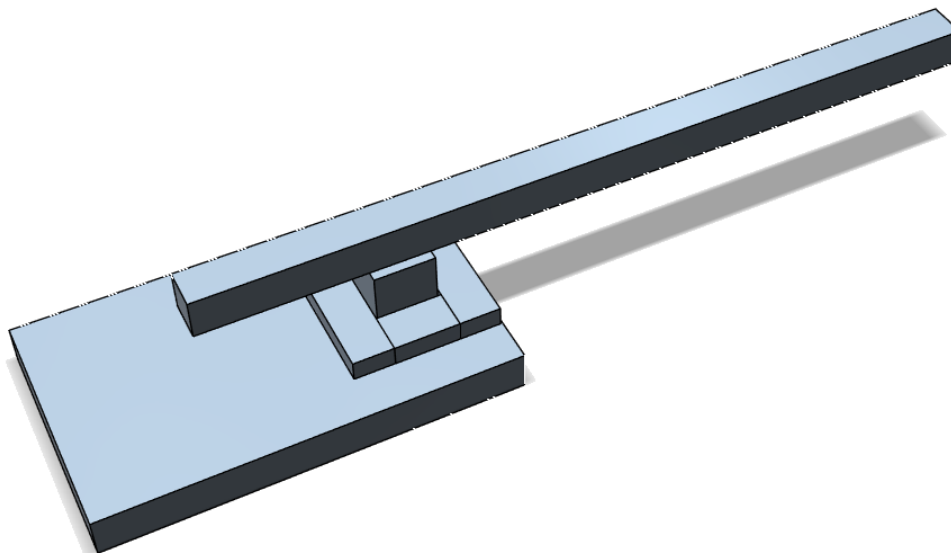




8. Modelujemy kostkę o wymiarach 30x30x30mm, przyczepiamy ją przy pomocy polecenia Snap do górnej powierzchni największego prostopadłościanu i przesuujemy ją na środek „kwadratu” przy pomocy funkcji Move.



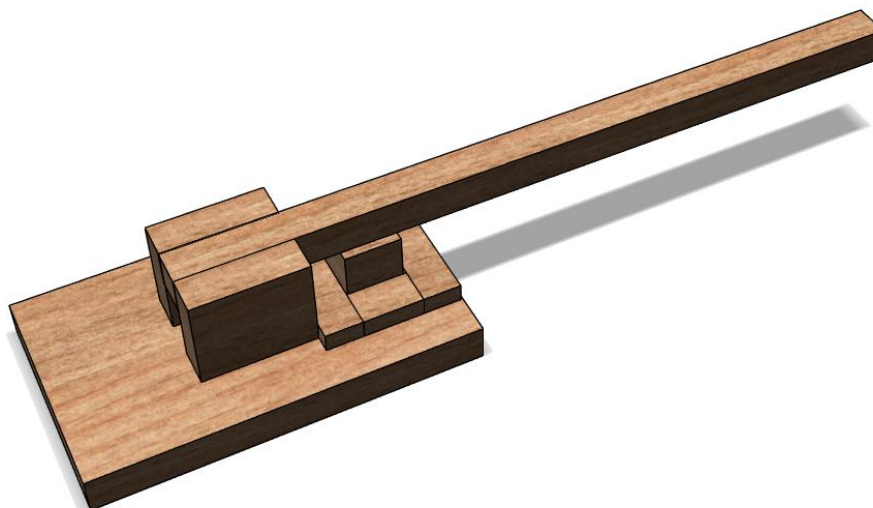
9. Następnym krokiem jest stworzenie ramienia o wymiarach 20x400x20mm. Górną ścianę ramienia łączymy przy pomocy funkcji Snap z górną ścianą kostki. Przesuwamy ramię tylko wzdłuż osi x (tak, aby środek ramienia zawsze pokrywał się ze środkiem kostki)



10. Ostatnimi dwoma elementami, jakie należy wykreować, są dwa prostopadłościany o wymiarach 20x60x50 [szerokość, długość, wysokość]. Górne ściany tych prostopadłościanów łączymy przy pomocy polecenia Snap z górną powierzchnią największego prostopadłościanu (po przyłączeniu pierwszego przesuwamy go na bok, aby obie figury nie nachodziły na siebie). Może się zdarzyć tak, że ramię przystąpi nam prostopadłościan – w takim wypadku należy je przesunąć. Oba



prostopadłościany 20x60x50 ustawiamy po bokach ramienia w taki sposób aby stykały się z „kwadratem”, ramię natomiast przesuwamy w taki sposób, aby kończyło się równo z nimi.

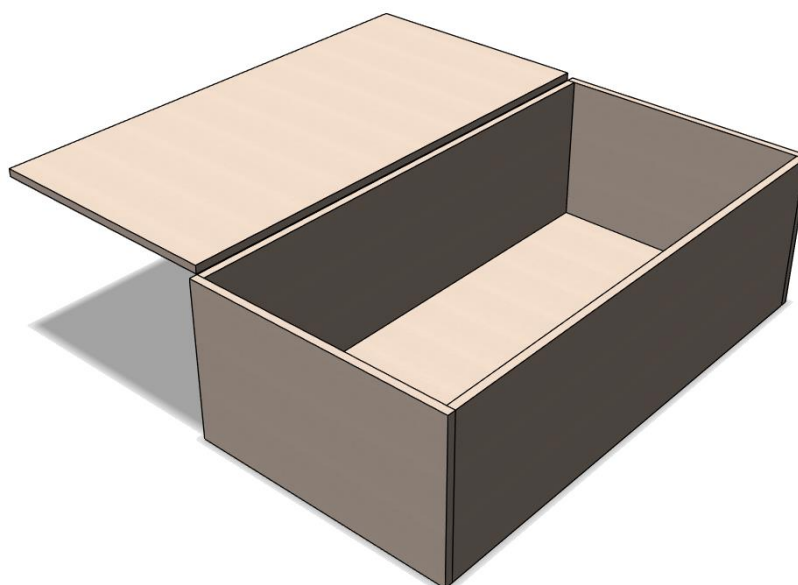


11. Przy pomocy opcji Material nadajemy naszemu modelowi wygląd drewna.

Wykonanie modelu pudełka:

Kolejnym zadaniem jest wykonanie trójwymiarowego modelu pudełka, którego konstrukcja będzie wykonywana na zajęciach 10. Tym razem musimy je zbudować bez dokładnego opisu.

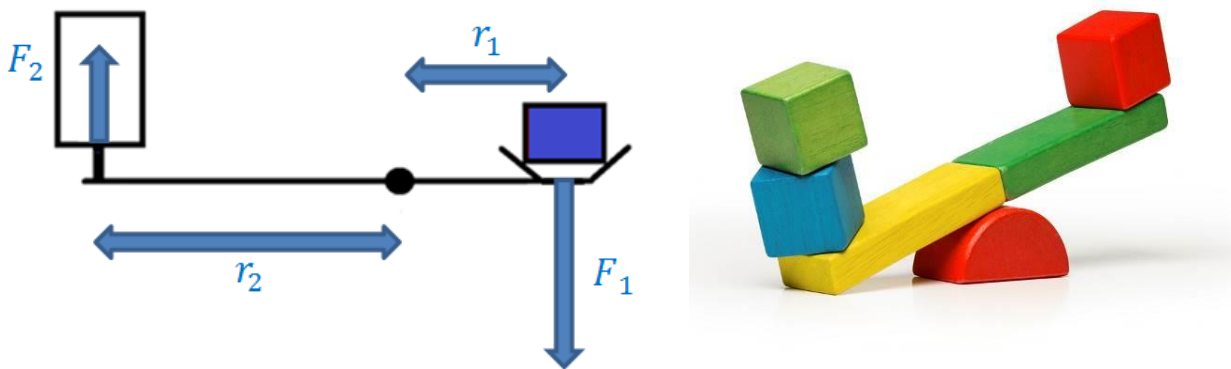
Konstrukcja składa się z dwóch sklejek o wymiarach 125x250x4mm, dwóch sklejek o wymiarach 80x250x4mm oraz dwóch sklejek o wymiarach 80x133x4mm. Gotowy model został przedstawiony na poniższym rysunku.



Zajęcia 9: Dziadek do orzechów

Dźwignia - jest to jedna z maszyn prostych, których zadaniem jest uzyskanie działania większej siły przez zastosowanie siły mniejszej. Możemy wyróżnić dźwignię dwustronną i dźwignię jednostronną.

Dźwignia dwustronna zbudowana jest ze sztywnej belki zawieszanej na osi. Wzór na przełożenie dźwigni (wzrost siły) jest przedstawiony w równaniu 1. Przykładem dźwigni dwustronnej może być huśtawka na placu zabaw (Rysunek 9.1).



Rysunek 9.1. Schemat dźwigni dwustronnej oraz huśtawka jako przykład dźwigni dwustronnej

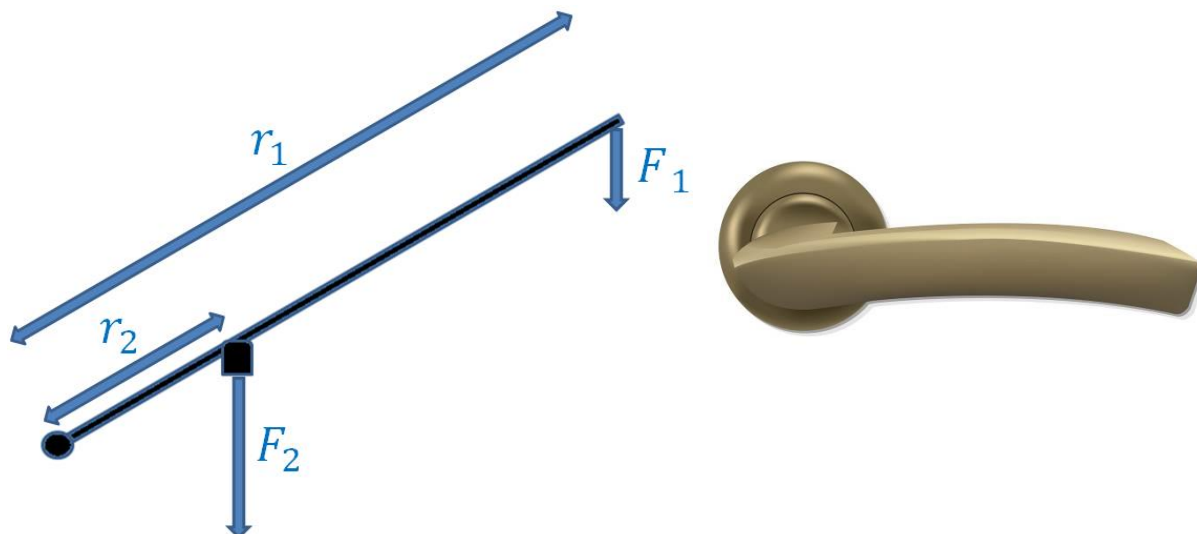
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

Gdzie:

r_1 i r_2 – długości ramion dźwigni [m],

F_1 i F_2 – siły działające po przeciwnych osiach obrotu [N].

Dźwignia jednostronna (dziadek do orzechów) zbudowana jest ze sztywnej belki, której koniec jest przyczepiony do sztywnej osi. Wzór na przełożenie dźwigni (wzrost siły) jest przedstawiony w równaniu 2.



Rysunek 9.2. Schemat dźwigni jednostronnej oraz klamka jako przykład dźwigni jednostronnej

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (2)$$

Gdzie:

r_1 i r_2 – odległość od osi obrotu [m],

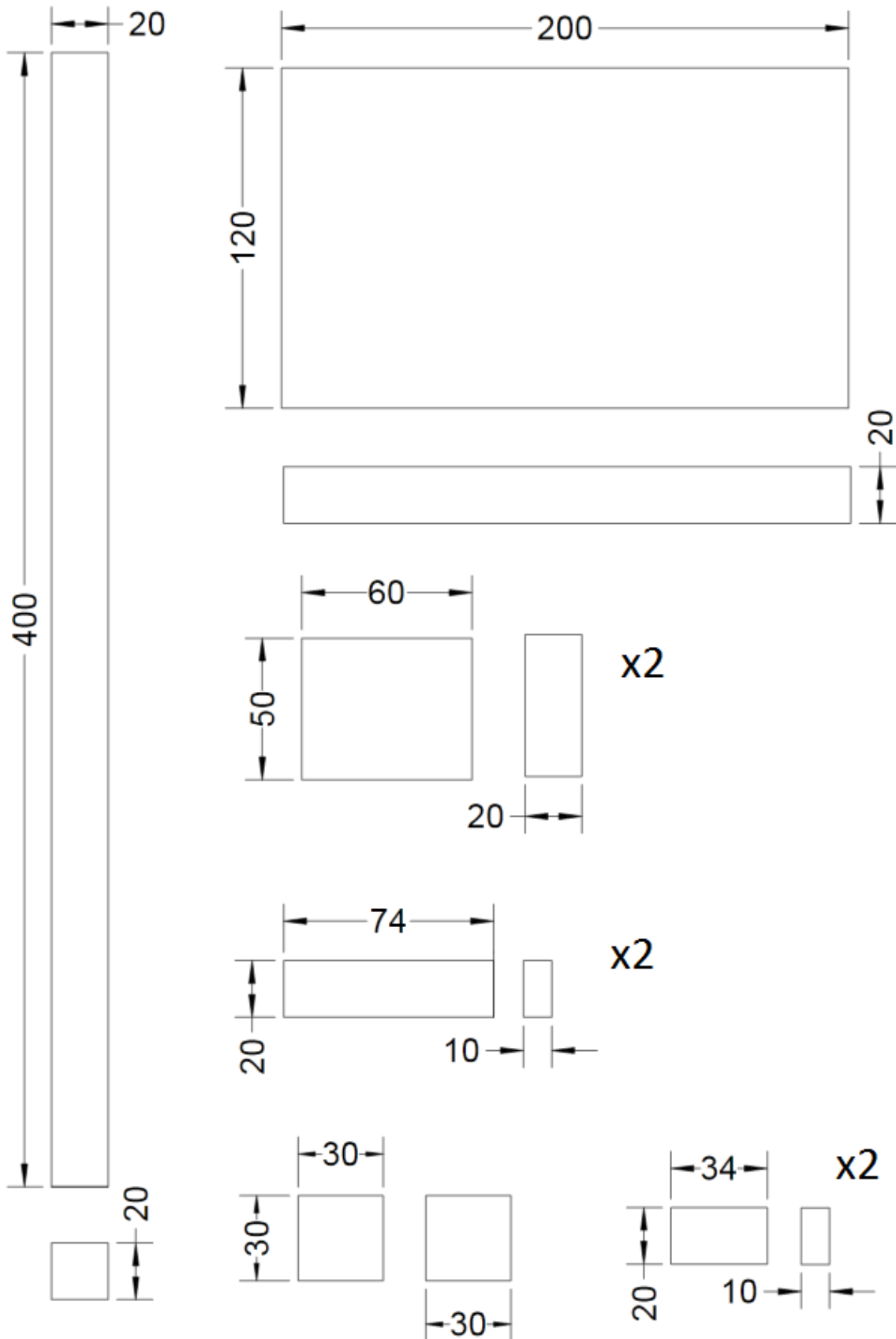
F_1 i F_2 – siły działające w danej odległości od osi obrotów [N].

Schemat budowy dziadka do orzechów został wykonany w skali 1:2.

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 5\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2,5\text{mm}$,
- młotek,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- bit o rozstawie 2mm,
- 8 wkrętów o dł. 20mm,
- 2 wkręty o dł. 40mm,
- 2 wkręty o dł. 50mm,
- śruba $\varnothing 5\text{mm}$ o min. dł. 65mm i nakrętka,
- 15. ołówek.

Przygotowanie poszczególnych elementów :



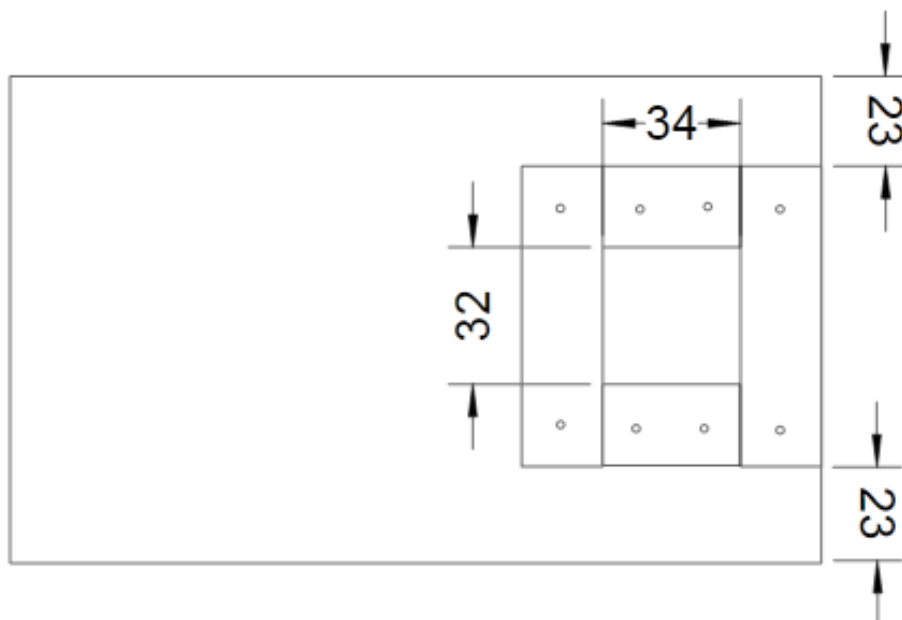


Do konstrukcji użyjemy elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na powyższym rysunku technicznym.



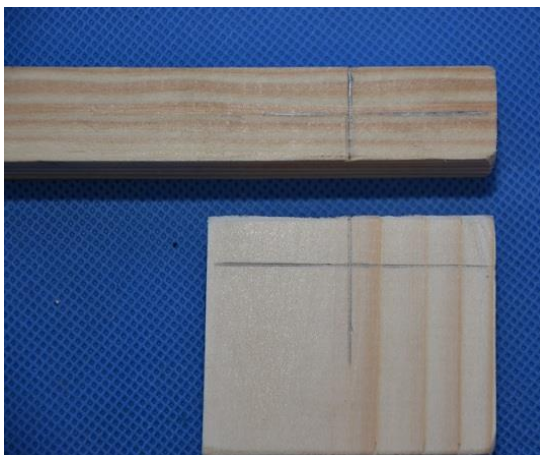
Rysunek 9.4 Niezbędne elementy drewniane

1. Zaczynamy od połączenia listewek 74x20x10 oraz 32x20x10 do deski 200x120x20. Użyjemy do tego wkrętów o dł. 20mm. Aby zapobiec pękaniu listewek, przed wkręceniem wkrętów nawiercamy w nich otwory przy pomocy wiertła 2mm w miejscach wkręcenia wkrętów. Do wkręcenia wkrętów będziemy używać bitu o rozstawie 2mm. Należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie równych odstępów po bokach listewek (23mm).





2. W deskach 60x50x20 i ramieniu 400x20x20 wiercimy otwory w miejscach przedstawionych na poniższym rysunku wiertłem do drewna $\varnothing 5\text{mm}$. Wszystkie trzy elementy skręcamy ze sobą przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby ramię znajdowało się pośrodku desek. Jeżeli deski posiadają zaokrąglone krawędzie, ustawiamy je w taki sposób, aby nie przylegały do ramienia. Należy zwrócić szczególną uwagę na wiercenie otworów pod kątem prostym do płaszczyzny.

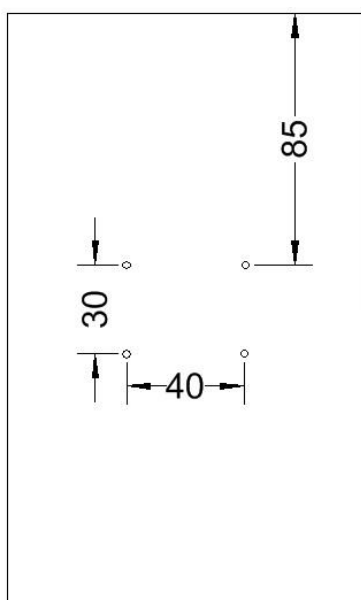




3. Obie deski 60x50x20, ramię 400x20x20 oraz klocek 30x30x30 ustawiamy w sposób przedstawiony poniższym rysunku (klocek 30x30x30 jak najdalej od krawędzi deski). Koniec ramienia i tylne krawędzie desek 60x50x20 są w jednej płaszczyźnie z tylną krawędzią deski 200x120x20. Przy pomocy wiertła $\varnothing 2,5\text{mm}$ wiercimy otwory na głębokość 40mm tak, aby przechodziły zarówno przez ramię, jak i klocek. Przy pomocy wkrętów o dł. 40mm łączymy ze sobą oba elementy.



4. Pozostało nam tylko przykręcenie połączonych elementów do deski 200x120x20. Całość ustawiamy w taki sposób, aby ramię znajdowało się pod deską. Od spodu deski wiercimy otwory wiertłem $\varnothing 2,5\text{mm}$ na głębokość 50mm w taki sposób, aby przechodziły one przez deskę 60x50x20. Końce deski 60x50x20 powinny przylegać do listewek. Wkręty o dł. 50mm wkręcamy w miejsca wywierconych otworów.





Dziadek do orzechów jest gotowy.



Zajęcia 10: Pudełko na orzechy

Obok kamienia i gliny drewno należy do najstarszych surowców używanych przez człowieka. Jego największymi zaletami są ekologiczność, lekkość i wytrzymałość, a przez to wielofunkcyjność zastosowań. Drewno jest stosowane w wielu gałęziach przemysłu – min. stanowi materiał budowlany, wykończeniowy, funkcjonuje także jako materiał do produkcji mebli, instrumentów muzycznych czy zabawek.

Drzewo to roślina wieloletnia o zdrewniałej łodydze. Dla przemysłu najważniejszą częścią jest pień – otrzymuje się z niego większość materiałów drzewnych.

Drewno w materiałoznawstwie to surowiec otrzymywany ze ściętych drzew i przerobiony na różne produkty. Źródłem drewna są lasy. Drzewa rosną długo, ścina się je dopiero, gdy mają 80-120 lat. Po ścięciu drewno jest transportowane do tartaków i cięte na deski o różnych wymiarach. Ścięte drewno jest wilgotne i nie nadaje się do produkcji. Dlatego jest ono suszone w naturalny sposób poprzez swobodny obieg powietrza lub przy wykorzystaniu sztucznego obiegu w specjalnych suszarniach z systemem grzejmym.

Każdy gatunek drewna ma inne właściwości. Drewno można podzielić ze względu na rodzaj drzewa z jakiego powstało oraz ze względu na jego twardość.



Drewno drzew liściastych jest zazwyczaj trudne w obróbce ze względu na swoją twardość. Za to charakteryzuje się dużą wytrzymałością oraz ciekawą budową słoje (wykorzystywanych



jako element dekoracyjny). Stosowane jest do wyrobu wytrzymałych konstrukcji, mebli, sprzętu sportowego czy narzędzi.

Drewno drzew iglastych jest miękkie, dlatego jego obróbka jest znacznie łatwiejsza. Nie wątpliwie główną zaletą tego typu drewna jest jego cena - jest o wiele tańszym materiałem niż drewno liściaste (drzewa iglaste rosną znacznie szybciej od drzew liściastych). Stosowane jest w konstrukcjach budynków, produkcji mebli (lekkich) oraz papieru.

Wady drewna:

- sęki, pęknięcia,
- higroskopijność (łatwo wchłaniają wodę),
- mała odporność na szkodniki, choroby i czynniki atmosferyczne (woda, śnieg, mróz, deszcz),
- wysoka cena.

Zalety drewna:

- wygląd (kolor, faktura)
- łatwość obróbki,
- własności mechaniczne,
- ekologiczność,
- izoluje termicznie i elektrycznie,
- niska rozszerzalność cieplna,
- odporność na działanie wielu czynników chemicznych.



Rysunek 10.1 Przekrój przez pień drzewa

Z drewna wytwarza się także **materiały drewnopodobne**. Są to materiały, których podstawowym składnikiem jest drewno w postaci cienkich warstw listew, trocin, wiórów lub włókien, powiązanych lepiszczem. Wyróżnia się m.in.:

- płyty stolarskie – stosowane głównie w meblarstwie,
- sklejki (płyty wielowarstwowe sklejone z nieparzystej liczby cienkich płatów drewna) – stosowane w stolarstwie, budownictwie, przemyśle okrętowym i kolejowym, modelarstwie,



- okleiny (cienkie płyty ozdobnego drewna przeznaczone do oklejania od zewnątrz mebli, boazerii itp. w celu nadania im estetycznego wyglądu),
- płyty pilśniowe (uformowane z rozwłóknionego drewna w podwyższonej temperaturze i ciśnieniu),
- płyty wiórowe (wykonane z wiórów spojonych klejem pod wysokim ciśnieniem) – używane głównie do budowy mebli.

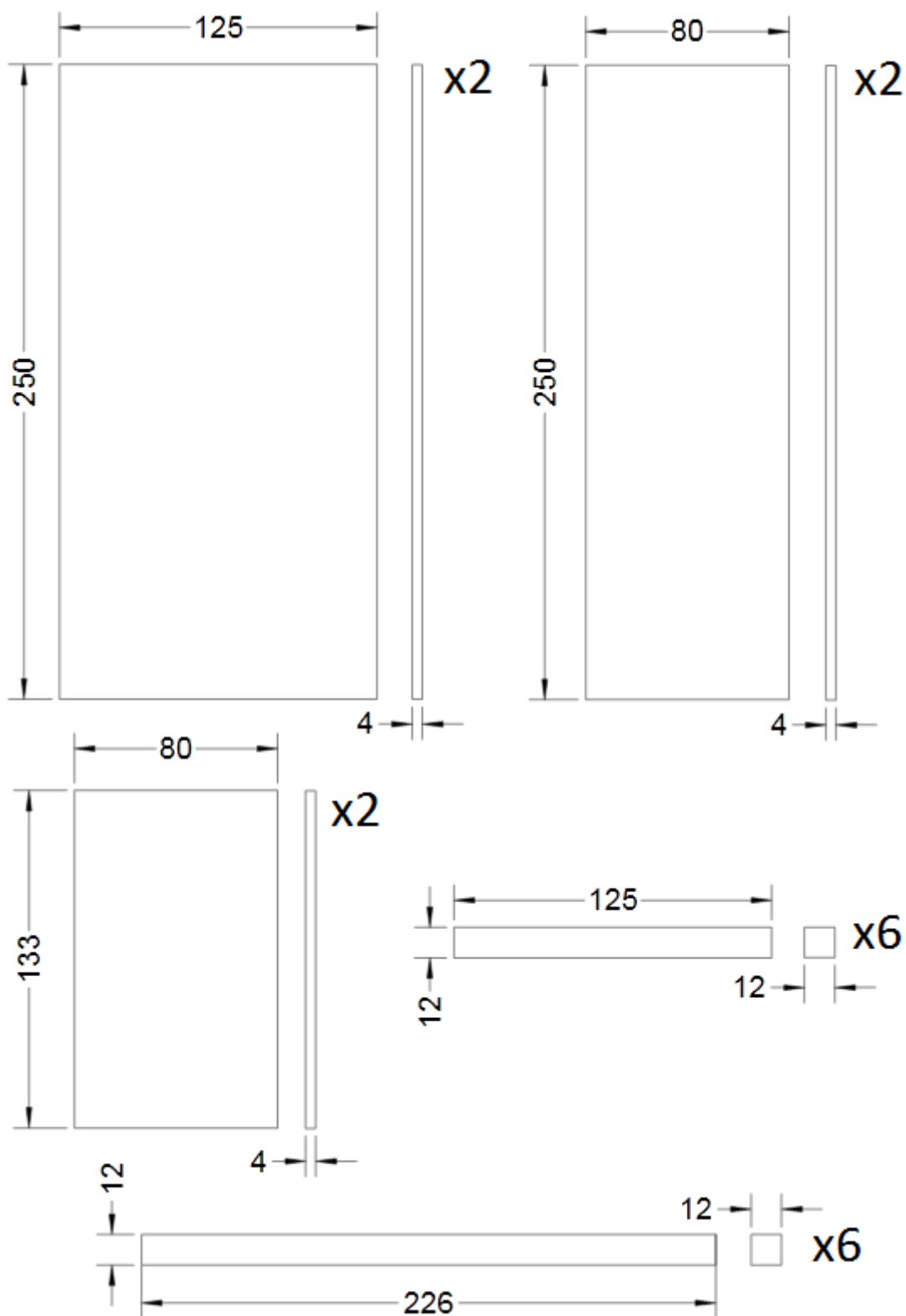
Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 2,5\text{mm}$,
- młotek,
- miara,
- kątownik stolarski,
- 9. bit o rozstawie 2mm,
- 10. 12 wkrętów 30mm,
- 8 wkrętów 10mm,
- 36 gwoździ 15mm,
- 2 zawiasy 25x10mm,
- ołówek
- pilnik do drewna lub metalu,
- śrubokręt gwiazdka.

Przygotowanie poszczególnych elementów :

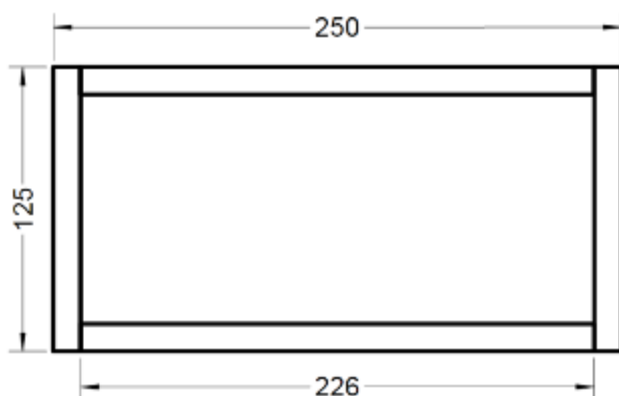
Do konstrukcji użyjemy elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na poniższym rysunku technicznym.







1. Zaczynamy od zbudowania 3 ramek o wymiarach 250x125mm. W tym celu listewki o wymiarach 125x12x12 i 226x12x12 montujemy w imadle w taki sposób, aby kąt pomiędzy nimi wynosił 90°. Przy pomocy wiertła $\varnothing 2,5\text{mm}$ wiercimy otwór na głębokość 30mm tak, aby przechodził przez środek dłuższej deski. W miejscu wywierconego otworu wkręcamy wkręt o dł.30mm. Następnie z drugiej strony krótszej deski przymocowujemy drugą deskę 226x12x12. W analogiczny sposób przymocowujemy ostatnią deskę 125x12x12 z drugiej strony.



2. Następnym krokiem będzie przymocowanie do dwóch ramek kawałków sklejk o wymiarach 250x125x5 przy pomocy 6 gwoździ o dł. 1,5mm. Gwoździe rozmieszczamy symetrycznie. Powstaje spód i wieko pudełka.



3. Teraz spód pudełka łączymy z trzecią ramką. Zaczynamy od przymocowania sklejki o wymiarach 250x80x4 przy pomocy gwoździ o dł. 1,5mm do obu ramek. Wbijanie gwoździ w sklejkę od strony ramki ułatwia podłożenie imadła pod deskę w celu zapobiegnięcia sprężynowania. W taki sam sposób montujemy drugi kawałek sklejki z przeciwnej strony. Należy zwrócić uwagę na to, aby wszystkie elementy były umieszczone równo. Na koniec montujemy sklejki o wymiarach 133x80x4





4. Ostatnim etapem jest zamontowanie zawiasów. Wieko i pudełko ustawiamy naprzeciwko siebie. Zaznaczamy miejsca, w których mają zostać zamontowane zawiasy (koniec zawiasu 40mm od krawędzi pudełka). Teraz przy pomocy pilnika wyźłabiamy w wyznaczonych miejscach bruzdy o głębokości 2mm. Umożliwi to swobodne zamykanie i otwieranie pudełka. W wyznaczonych miejscach przy pomocy wkrętów o dł. 1mm mocujemy zawiasy.



Pudełko na orzechy jest gotowe.



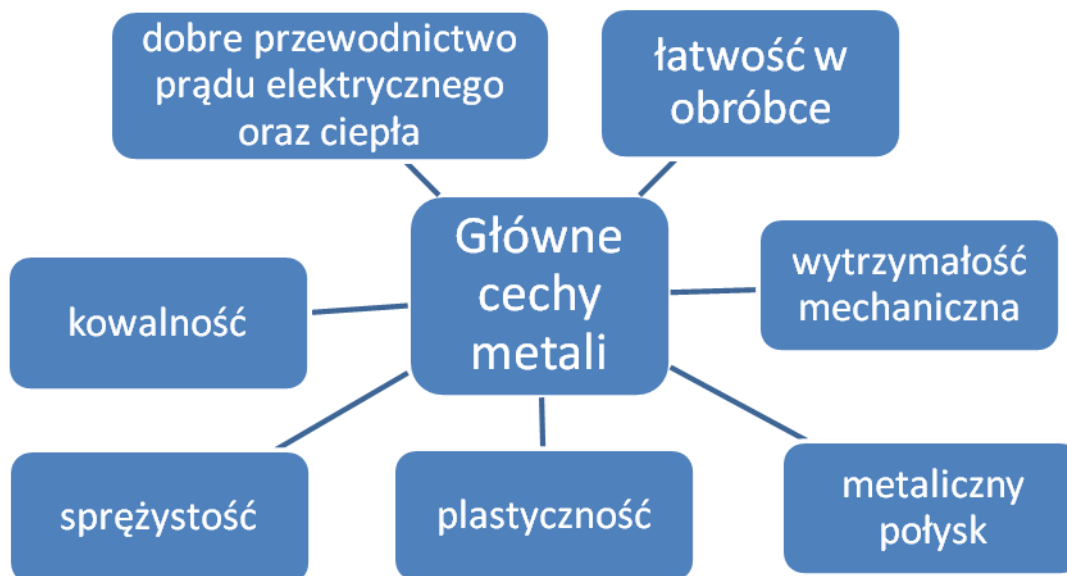
Zajęcia 11. Łamigłówki logiczne ze stali i aluminium

W sensie chemicznym metalami są nazywane wszystkie pierwiastki chemiczne charakteryzujące się występowaniem w sieci krystalicznej elektronów swobodnych. W przyrodzie pierwiastki te występują najczęściej w postaci rud, które mogą zostać przekształcone w czyste metale na drodze różnych procesów metalurgicznych. Rudy dzieli się na monometaliczne (zawierające jeden metal) i polimetaliczne (zawierające więcej, niż jeden metal). Rudy dzieli się ze względu na najczęściej występujące w nich minerały (pierwiastek lub związek chemiczny w postaci krystalicznej) m. in. żelaza, cynku, miedzi, ołowiu.



Rysunek 11.1 Ruda żelaza

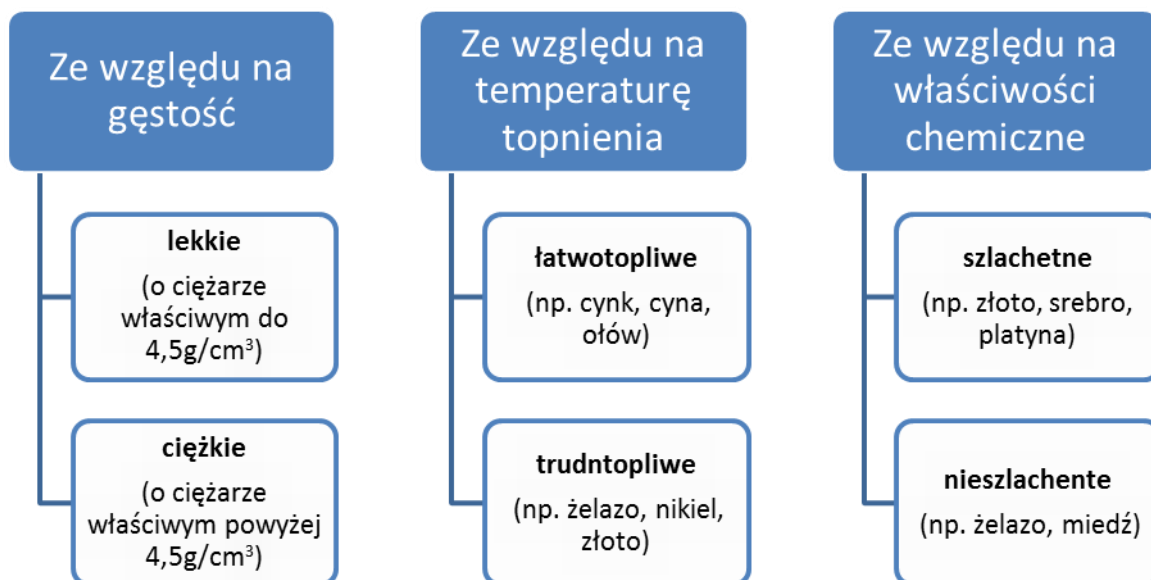
Ze względu na swoje własności mechaniczne metale są wykorzystywane do konstrukcji urządzeń mechanicznych, maszyn oraz jako materiał konstrukcyjny w budownictwie. Główne cechy metali zostały przedstawione na Rysunku 11.2.



Rysunek 11.2 Główne cechy metali

WSZYSTKIE METALE PRZEWODZĄ PRĄD ELEKTRYCZY.

Metale możemy podzielić ze względu na ich różne właściwości (Rysunek 11.3.).



Rysunek 11.3 Podział metali ze względu na ich właściwości

Metallurgia – nauka o metalach - obejmuje ona swoim zakresem odlewnictwo, metaloznawstwo, obróbkę plastyczną oraz metalurgię ekstrakcyjną. Głównym przedmiotem badań metalurgii jest obróbka rud metali oraz przetwórstwo metali i wykorzystanie ich do wytwarzania przedmiotów użytkowych.

W materiałoznawstwie metalami są nazywane wszystkie materiały o wiązaniach metalicznych. Mają one najczęściej postać krystaliczną. W tej definicji stal używana do konstrukcji jest również metalem.



Rysunek 11.4 Stalowa płyta

Stal jest to stop żelaza z węglem. Obecnie stal jest głównym materiałem wykorzystywanym w przemyśle



Stopy metali są to mieszaniny jednorodne (takie, w których nie możemy odróżnić od siebie poszczególnych składników) różnych metali lub metali i niemetalu stopionych w odpowiednich proporcjach. Stopy charakteryzują się innymi właściwościami, niż metale z których powstały. Temperatura topnienia stopu jest zazwyczaj niższa, niż temperatura topnienia metali, z których powstał.

Poza stalą głównymi stopami, jakie można spotkać na co dzień, są stopy miedzi:

- - mosiądz (stop miedzi z cynkiem) wykorzystywany do odlewania dzwonów, pomników i rzeźb,
- - brąz (stop miedzi z cyną) używany do produkcji części maszyn, armatury oraz ozdób.



Rysunek 11.5 Stary garnek z brązu



Rysunek 11.6 Kran z mosiądzu

Innym popularnym stopem jest duraluminium – stop aluminium, miedzi i magnezu z domieszkami krzemu i manganu. Posiada dużą wytrzymałość mechaniczną, z tego powodu jest wykorzystywany głównie jako element konstrukcyjny różnych urządzeń.

Do konstrukcji łamigłówek użyty zostanie drut wykonany ze stali miękkiej, bardziej elastycznej od stali twardej. Stal miękka znacznie łatwiej ulega namagnesowaniu, niż stal twarda. Drut ten jest także pokryty warstwą cynku, który zapobiega jego korozji (drut ze stali miękkiej ocynkowany). Drut powstaje w procesie obróbki plastycznej – ciągnięcia (materiał kształtowany jest poprzez przeciąganie przez oczko ciągała).

Użyty zostanie także pręt aluminiowy o średnicy $\varnothing 5\text{mm}$. Aluminium to glin (pierwiastek Al) o czystości technicznej (zawiera od 99,0 do 99,8% glinu). Aluminium pozyskuje się głównie z rudy, która jest nazywana boksytem. Aluminium otrzymuje się poprzez elektrolizę tlenku glinu (przepływ prądu elektrycznego). Aluminium wykazuje znacznie większą elastyczność, niż żelazo.



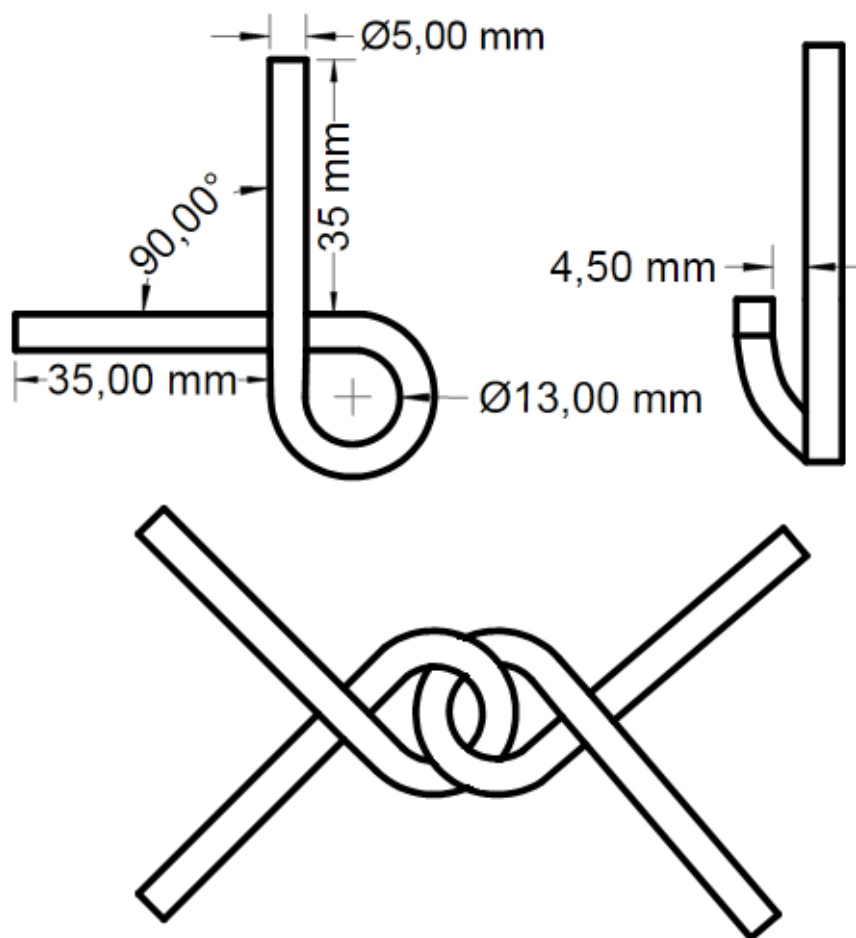
Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do metalu,
- rurka aluminiowa 10mm,
- młotek,
- kombinerki (małe, duże, średnie),
- pilniki do metalu,
- drobny papier ścierny,
- miara,
- szczypce wydłużone,
- kątownik stolarski.

Przygotowanie poszczególnych elementów :

Do wykonania łamigłówek potrzebne nam będą dwa rodzaje drutu – stosunkowo miękki drut aluminiowy o średnicy 5mm (ok. 20cm) oraz stalowy drut o średnicy 1,6-2,4mm (ok. 50cm) - miękki drut ocynkowany lub półtwardy. Drut dokładnie oczyszczamy i wygładzamy drobnym płótnem ściernym.

1. Zaczniemy od wykonania dwóch identycznych elementów (WYGIĘTYCH W TĄ SAMĄ STRONĘ), których schemat znajduje się na poniższym rysunku.



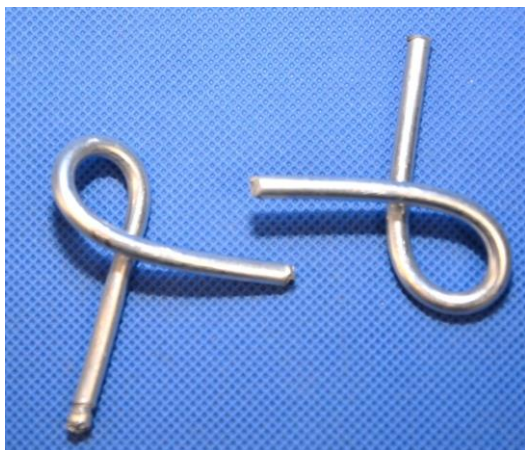


Elementy wyginamy na imadle używając do tego rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$. Wkręcamy ją pionowo w imadło i z jak najdłuższego fragmentu drutu wyginamy „precel”. Po uformowaniu oczek odcinamy nadmiar drutu przy pomocy piłki do metalu, zostawiając jedynie końcówki o dł. 35mm. Gięcie oczek wykonujemy w taki sposób, aby końcówki obu ramion były od siebie oddalone o 4,5mm (odległość mniejsza niż średnica drutu). W przypadku krótszego fragmentu druta można użyć innego kawałka rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$ jako dźwigni, wsuwając w jeden z jej końców drut aluminiowy.

Zdecydowanie łatwiej jest w początkowej fazie pozostawić szerszą szczelinę pomiędzy ramionami, aby później ją zmniejszyć przy pomocy młotka.

Obcięte końcówki szlifujemy pilnikiem do metalu oraz drobnym papierem ściernym, aby usunąć ostre krawędzie.

Po wykonaniu obu elementów należy połączyć je razem nie używając siły (nie wyginając drutu oraz nie przepychając oczek siłą), zgodnie z poniższą instrukcją.



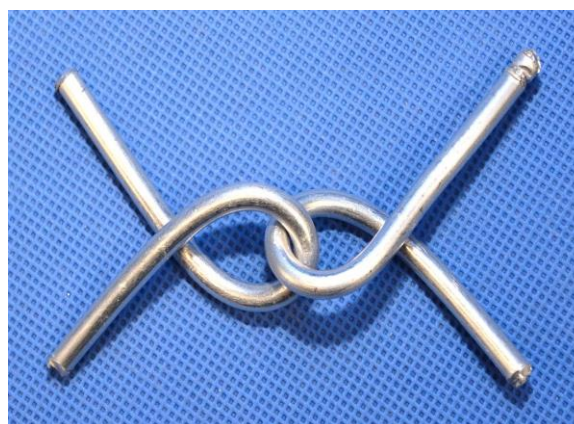
(a)



(b)



(c)

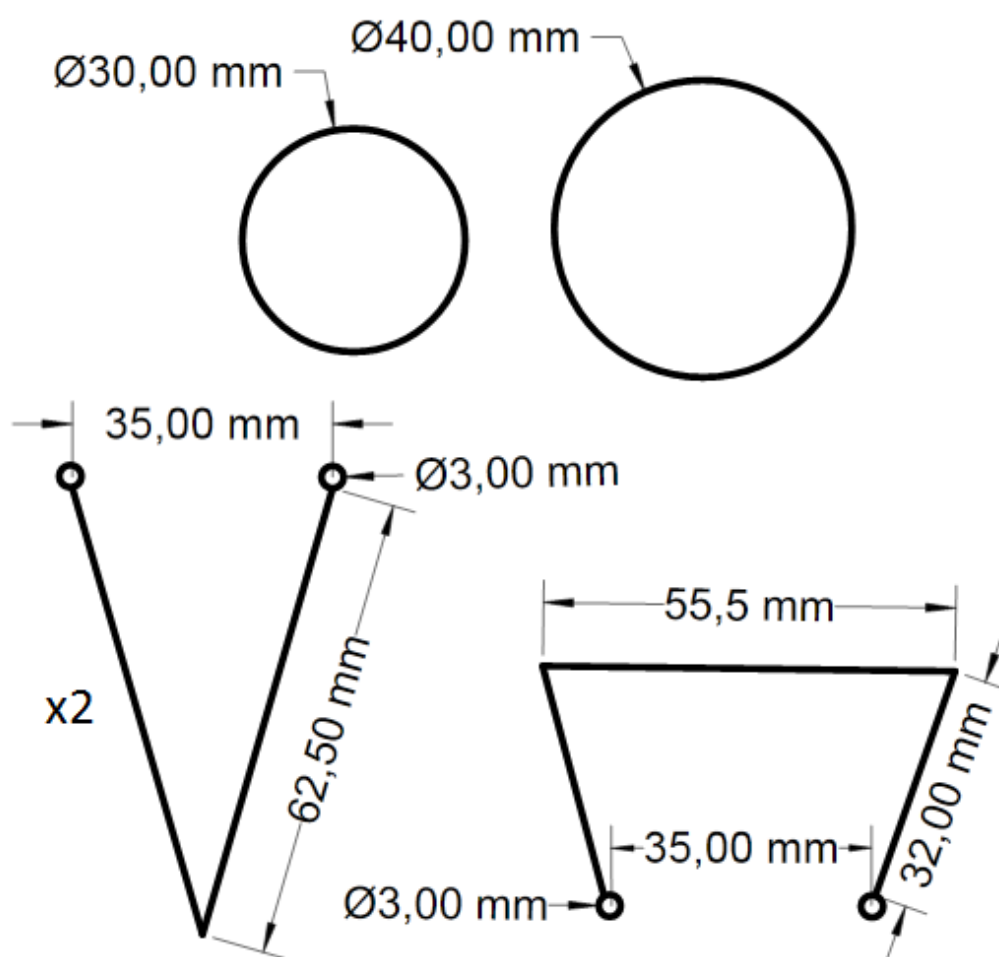


(d)

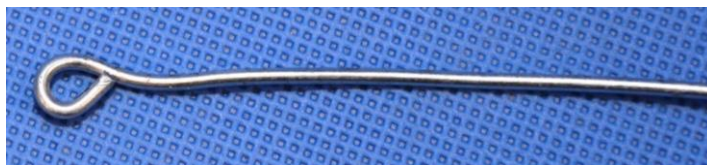


- (a) Ustawiamy oba elementy naprzeciwko siebie.
- (b) Końcówki ramion wsuwamy maksymalnie w środek oczek.
- (c) Chwytny oczka i zaczynamy je obracać w przeciwną stronę do siebie (skręcamy je razem), pilnujemy przy tym, aby nie odsuwały się od siebie.
- (d) Oba elementy są ze sobą połączone, spróbuj teraz je rozdzielić.

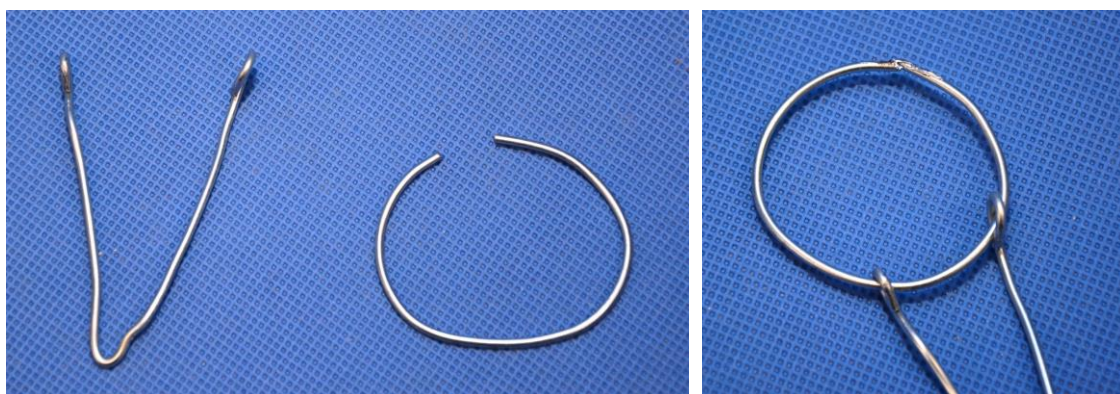
2. Druga łamigłówka będzie składać się z 5 elementów. Wymiary poszczególnych elementów łamigłówki zostały przedstawione na poniższym rysunku.



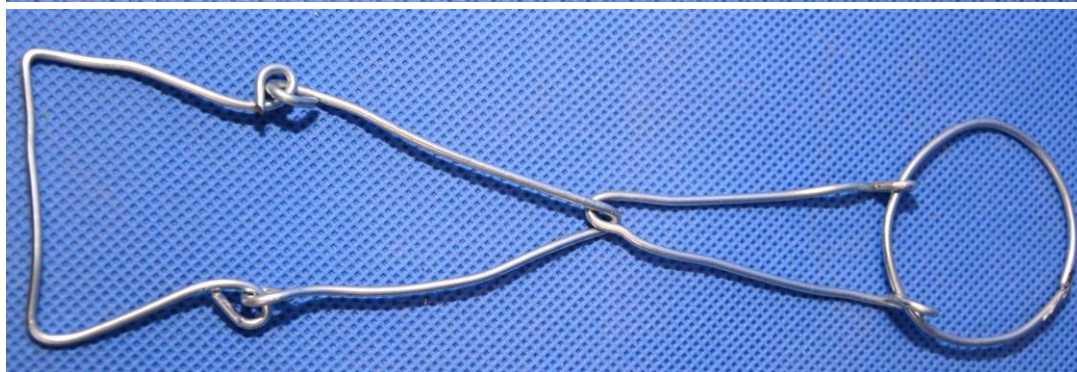
W tym przypadku pracę rozpoczynamy od wyznaczenia długości rozwinięcia poszczególnych części. Najłatwiej jest ją określić przy pomocy sznurka (układamy go wzdłuż krawędzi dodając ok. 5-10mm na „uszka” poszczególnych części). W ten sposób ustalimy wstępną długość drutu dla każdego elementu. Niewielkie kółka i uszka wyginamy szczypcami płaskimi.



Zaczynamy od wygięcia większej obręczy o średnicy 40mm oraz elementu w kształcie litery V. Obręczę o $\varnothing 40\text{mm}$ pozostawiamy nie do końca zamkniętą. Po połączeniu obu elementów zamykamy obręcz i łączymy przy pomocy lutownicy i cyny.



Następnie wykonujemy drugi element w kształcie litery V w identyczny sposób jak pierwszy oraz element w kształcie otwartego trapezu, ale w tym przypadku „uszka” pozostawiamy nie do końca domknięte w celu połączenia z drugim elementem w kształcie litery V



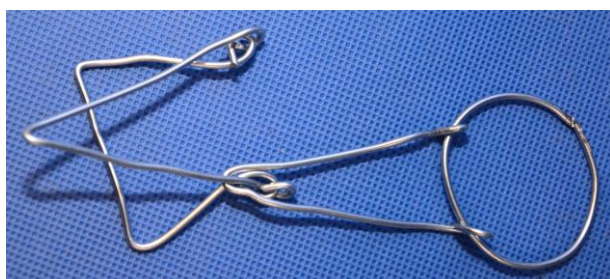


Pozostało nam tylko wykonanie elementu ruchomego - obręczy o $\varnothing 30\text{mm}$. Obręcz zamykamy przy pomocy lutownicy i cyny

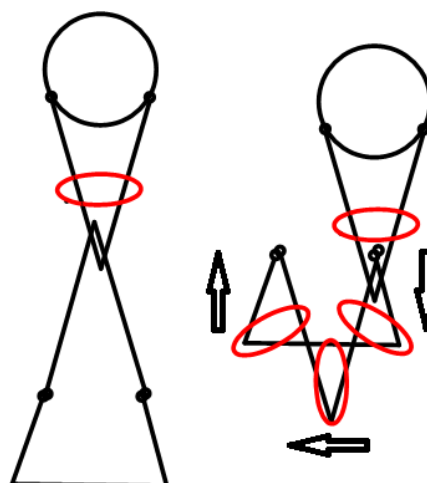
Naszym zadaniem jest umieszczenie małej obręczy w miejscu przedstawionym na poniższym rysunku.



Sposób połączenia ze sobą elementów łamigłówek



x5



łamigłówki są gotowe.



Zajęcia 12 i 13: Dźwig – potęga wielokrążków



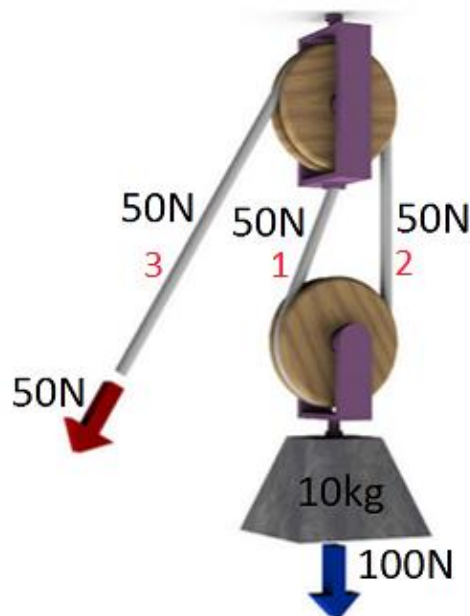
Rysunek 12.1 Dźwig budowlany

Dźwigiem określamy każde urządzenie służące do przenoszenia (podnoszenia) ładunków pomiędzy określonymi poziomami. Najbardziej znanym z życia codziennego przykładem dźwigu jest winda, służąca do transportu osób lub przedmiotów na różne wysokości – najczęściej pomiędzy poszczególnymi piętrami. Innym przykładem dźwigu jest dźwig portowy lub, wspomniany już wcześniej, dźwig budowlany. Skupmy się teraz na zasadzie działania dźwigu, którego zadaniem jest przetransportowanie dużego ciężaru na znaczną

wysokość. Przypomnijmy sobie konstrukcję dziadka do orzechów. Do jego budowy wykorzystaliśmy zasadę działania dźwigni, dzięki której uzyskaliśmy zwielokrotnienie naszej siły. Dźwignia jest przykładem maszyny prostej. Niektóre dźwigi również wykorzystują podobny mechanizm – rozkładają działającą siłę na większą drogę. Podnoszą dzięki temu znacznie większe ciężary przy działaniu mniejszej siły. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu **systemu wielokrążków**.

System wielokrążków jest układem składającym się z krążków oraz cięgien. System ten charakteryzuje się wykorzystaniem pojedynczej ciągłej linii (ciągną), która przenosi siłę naprężenia wokół jednego lub więcej kół, co ułatwia podnoszenie obciążenia.

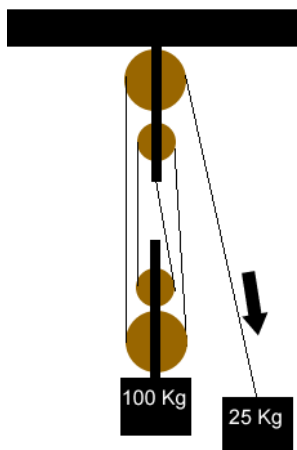
Przeanalizujmy teraz najprostszy układ wielokrążków przedstawiony na Rysunku 12.2. Składa się on z dwóch krążków umieszczonych jeden pod drugim. Jeżeli na dolny krążek będzie działać siła 100 N, to rozłoży się ona równomiernie po 50 N na dwa fragmenty linii (1 i 2). W celu podniesienia ciężaru wystarczy, że będziemy działać siłą 50N, czyli siłą o połowę mniejszą niż w przypadku, gdybyśmy nie używali



Rysunek 12.2 Układ składający się z dwóch wielokrążków

systemu wielokrążków.

W naszym układzie przyjmujemy kilka uproszczeń, które nie występują w układach rzeczywistych. Zakładamy, że krążki oraz lina są nieważkie oraz nie występują straty energii spowodowane siłą tarcia. Przyjmuje się także, że liny się nie rozciągają oraz, że wszystkie siły w układzie rozkładają się równomiernie.



Rysunek 12.3 Układ składający się z czterech wielokrążków

Gdy stosujemy dwa wielokrążki w układzie prostym (Rysunek 12.1), w celu podniesienia obciążenia musimy działać siłą równą $\frac{1}{2}$ ciężaru podnoszonego przedmiotu. Jeżeli użyjemy trzech wielokrążków, siła będzie rozkładała się równomiernie na trzy fragmenty liny i w tym przypadku wystarczy że użyjemy siły równej $\frac{1}{3}$ ciężaru podnoszonego przedmiotu. Przy użyciu czterech bloczków do podniesienia obciążenia wystarczy siła równa $\frac{1}{4}$ wartości jego ciężaru (rozkłada się on na czterech fragmentach liny).

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 10\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- 6. młotek,
- nożyczki,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 3\text{mm}$,
- 11. bit o rozstawie 2mm.

Przygotowanie poszczególnych elementów:

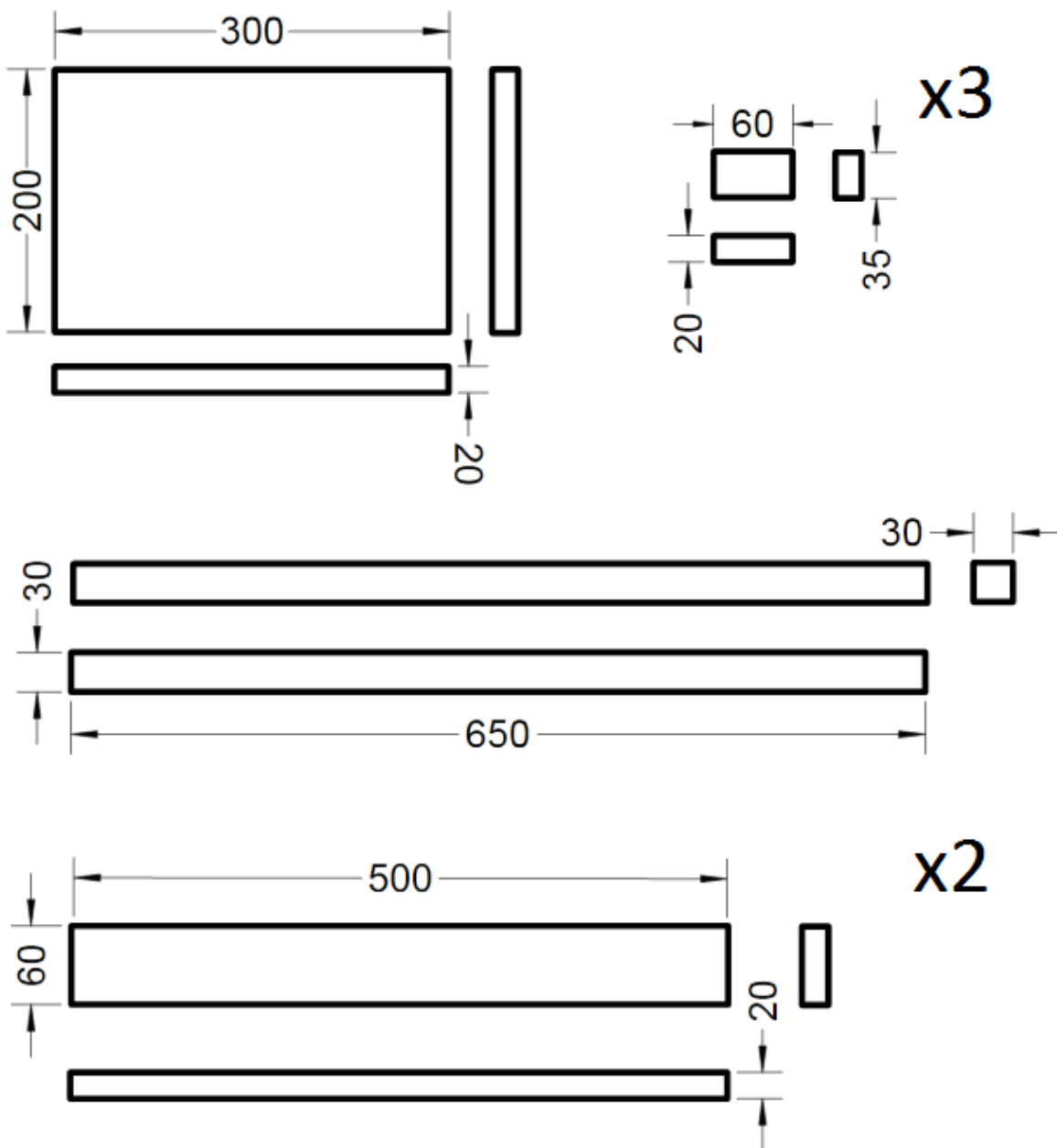


Rysunek 12.4 Spis metalowych elementów

1. dwa bloczki stojące do lin $\varnothing 40\text{mm}$,
2. dwa kątowniki 50x70mm o szerokości 40mm,
3. jeden bloczek do lin z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$,
4. dwa bloczki stojące do lin $\varnothing 20\text{mm}$,
5. jeden bloczek do lin z hakiem $\varnothing 30\text{mm}$,
6. 500mm rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$.



Do konstrukcji użyjemy także elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na poniższym rysunku technicznym

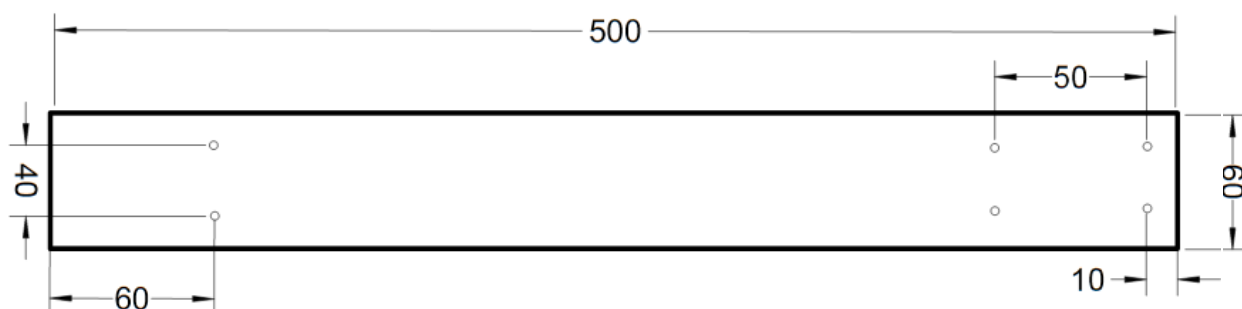




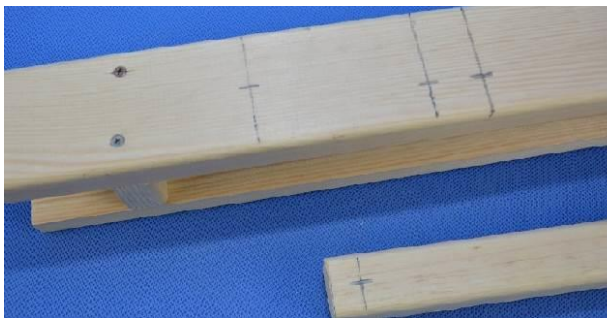
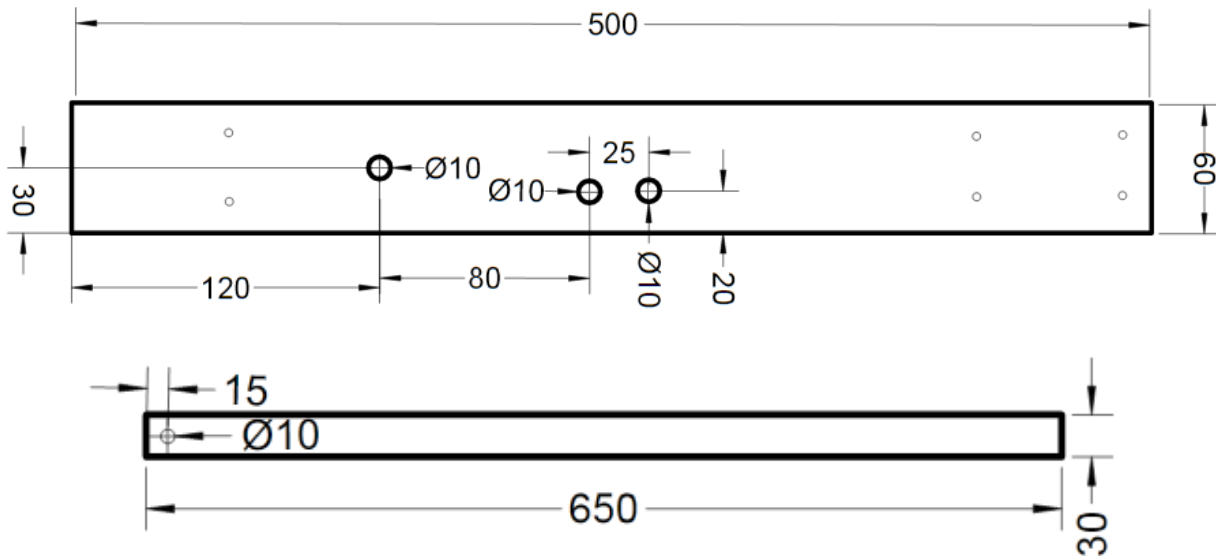
Oprócz tego będziemy potrzebować również:

- 12 wkrętów 30mm,
- 12 wkrętów 20mm,
- 10 wkrętów 10mm,
- dratwę lub żyłkę ok. 3m,
- siłomierz,
- obciążenie o znanej masie.

1. Zaczniemy od połączenia ze sobą dwóch desek o wymiarach 500x60x20mm przy pomocy 3 bloczków 60x35x20mm. Użyjemy do tego wkrętów o dł. 30mm. W celu zapobiegnięcia pękaniu desek, przed wkręceniem wkrętów można nawiercić otwory przy pomocy wiertła o średnicy 2mm w miejscach wkręcania wkrętów. Do wkręcania wkrętów będziemy używać bitu o rozstawie 2mm.

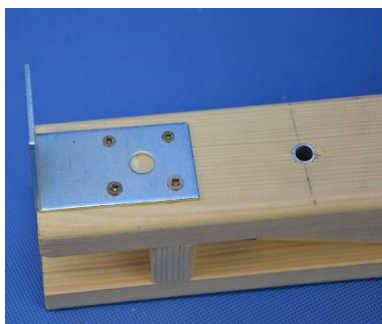


2. Przy pomocy wiertła o średnicy 10mm wiercimy otwory w tak skręconych deskach w miejscach zaznaczonych na poniższym rysunku. oraz w desce 650x30x30mm. Zapobiegnie to przesunięciu się otworów względem siebie. Należy zwrócić szczególną uwagę na wiercenie otworów pod kątem prostym do deski.

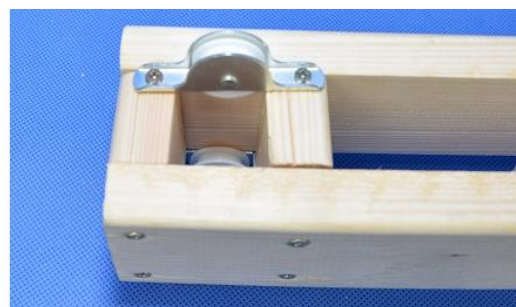


Z rurki aluminiowej odcinamy kawałek długości 75mm i za jego pomocą mocujemy ramię (650x30x30mm) pomiędzy skręcone deski w sposób przedstawiony na powyższym rysunku. zwracając uwagę, aby ramię znajdowało się dalej od wywierconych górnych otworów. Rurka powinna ciasno wchodzić. Do jej wbicia używamy młotka.

3. Do tak przygotowanego elementu mocujemy kątownik 50x70mm dłuższym ramieniem przy pomocy wkrętów o dł. 20mm. **Następnie** krótsze ramię mocujemy do deski 300x200x20mm w taki sposób, aby montowany element znajdował się pośrodku oraz był odsunięty o 50mm od krótszej krawędzi deski. Z drugiej strony przykręcamy drugi kątownik.



4. Przechodzimy do montażu bloczków. Wszystkie bloczki montujemy przy pomocy wkrętów o dł. 1mm. Zaczynamy od zamontowania dwóch bloczków stojących $\varnothing 20\text{mm}$ (bloczek nr 4 Rysunek 12.4). Mocujemy je w sposób pokazany na poniższym rysunku naprzeciwko siebie. Tutaj również możemy użyć wiertła 3mm w celu zapobiegnięcia pęknięciu desek.



Następnie przykręcamy bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 1 Rysunek 12.4). Jeden – na samej górze konstrukcji, odsunięty maksymalnie od ramienia dźwigu. Drugi – w taki sposób, aby dół krążka był na wysokości wywierconego środkowego otworu $\varnothing 10\text{mm}$ po przeciwnej stronie, niż ramię dźwigu.



Następnie przykręcamy bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 1 Rysunek 12.4). Jeden – na samej górze konstrukcji, odsunięty maksymalnie od ramienia dźwigu. Drugi – w taki sposób, aby dół krążka był na wysokości wywierconego środkowego otworu $\varnothing 10\text{mm}$ po przeciwnej stronie, niż ramię dźwigu.

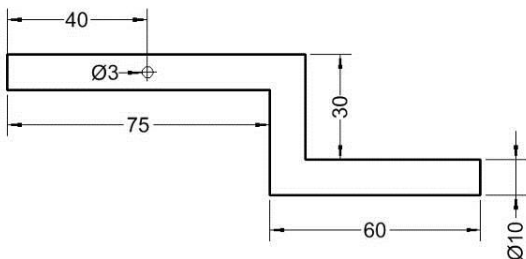
Ostatnim bloczkiem, jaki zamontujemy, będzie bloczek z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 3 Rysunek 12.4). W celu zabezpieczenia ramienia przed pęknięciem, wykonujemy nawiercenie wiertłem 5mm na głębokość wkrętu pośrodku ramienia i wkręcamy delikatnie bloczek





5. Z rurki aluminiowej należy wygiąć dwa „kołowrotki”, zgodnie ze schematem przedstawionym na poniższym rysunku. Gięcie najlepiej wykonywać z jak najdłuższej rurki, jednak do wykonania pojedynczego elementu wystarczy rurka o dł. 165mm. Część rurki aluminiowej o dł. 75mm wkręcamy w imadło i wykonujemy zgięcie pod kątem 90° . W celu ułatwienia formowania elementu w środku rurki, możemy umieścić śrubokręt, który będzie pełnił rolę dźwigni ułatwiającej wygięcie elementu. Następnie w imadle ściskamy środkowy fragment i wyginamy rurkę w taki sposób, aby uzyskać zamierzony kształt.

W połowie dłuższego ramienia wiercimy otwór o średnicy 3mm przez obie ściany rurki. Będzie to miejsce, do którego przywiążemy dratwę



6. Ostatnie dwa wkręty wkręcamy – jeden na wysokości białego bloczka po zewnętrznej stronie ramienia (pkt. 1), drugi na końcu ramienia od dołu (pkt. 2).
7. Kołowrotki montujemy w taki sposób, aby krótsze ramiona były po przeciwnych stronach, w razie potrzeby należy rozwiercić otwory w celu swobodnego obracania się kołowrotek.
8. Dratwę przywiązujemy do górnego kołowrotka i prowadzimy przez dwa bloczki $\varnothing 20\text{mm}$ do wkrętu umieszczonego na środku ramienia dźwigu (pkt. 1), naciągamy dratwę przy pomocy kołowrotka.
9. Od dolnego kołowrotka dratwę prowadzimy przez bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$, do bloczka z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$, zaczepiamy bloczek do lin z hakiem $\varnothing 30\text{mm}$, a koniec przywiązujemy do wkrętu na końcu ramienia (pkt. 2).



Sprawdzenie zasady działania:

Na początku przy pomocy wagi hakowej dokonujemy pomiaru ciężaru danego obiektu. Nie musimy do tego przecinać dratwy.

Następnie wagę należy umieścić pomiędzy bloczkiem z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$, a górnym bloczkiem stojącym $\varnothing 40\text{mm}$ i odczytać wskazania wagi.

Porównujemy ze sobą oba wyniki. Czy są zgodne z założeniami teoretycznymi? Na wynik uzyskany mogą mieć wpływ uproszczenia, które przyjęliśmy dla naszego układu.



Dźwig jest gotowy.



Zajęcia 14 i 15. Maszyna hydrauliczna – potęga ciśnienia

Na ostatnich zajęciach zbudowaliśmy dźwig wykorzystujący zasadę działania wielokrążków. Niektóre dźwigi do podnoszenia ciężarów używają podnośników hydraulicznych. Podnoszenie odbywa się przy udziale cieczy, która jest wypychana, powodując podnoszenie się jednej z części podnośnika.

Mechanizm hydrauliczny jest wykorzystywany również w pracy koparki. Olejowe siłowniki hydrauliczne odpowiadają za precyzyjną pracę łyżki i ramienia koparki (Rysunek. 14.1).



Rysunek 14.1 Koparka

Siłownik hydrauliczny jest rodzajem silnika hydrostatycznego o ruchu posuwistym. Elementem roboczym siłownika jest tłok, który umieszczony jest w cylindrycznym korpusie. Do przestrzeni roboczej wtłaczana jest ciecz, która przesuwa tłok, to z kolei powoduje posuwisty ruch tłoczyska.

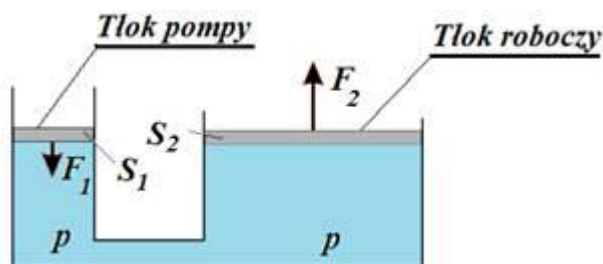
Zasadę działania mechanizmu hydraulicznego z można zobaczyć, wykonując doświadczenie z plastikowymi strzykawkami lekarskimi.



14.2 Sposób połączenia strzykawk przy pomocy wężyka

W dalszej części doświadczenia łączymy ze sobą strzykawki o różnej pojemności. Obserwujemy w jaki sposób porusza się tłok i jakiej siły musimy używać żeby się poruszał.

Przy połączeniu dwóch strzykawk o różnej średnicy (pojemności) układ ten zachowuje się jak prasa hydrauliczna (umożliwia zwielokrotnienie siły nacisku dzięki wykorzystaniu zjawiska stałości ciśnienia w zamkniętym układzie hydraulicznym).



Tłok o powierzchni S_1 na który działa siła F_1 wywołuje powstanie w układzie ciśnienia p . Zgodnie z **prawem Pascala** ciśnienie to działa także na drugi tłok o powierzchni S_2 wywołując powstanie siły F_2 (Równanie1).

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1 \quad (1)$$

Z powyższego wzoru wynika, że siła działająca na drugi tłok jest tyle razy większa od siły działającej na pierwszy, ile razy powierzchnia tłoka drugiego jest większa od powierzchni tłoka pierwszego. Praca wykonana przez obydwa tłoki jest sobie równa.

Przykład:

Jeżeli S_1 jest równe 10cm^2 , a S_2 jest dwa razy większe niż S_1 , to S_2 jest równe 20cm^2 . F_1 jest równe 10N - wtedy drugi tłok zareaguje siłą 20N .

Jeżeli pierwszy tłok przesuniemy na odległość 10cm , drugi tłok przesunie się o 5cm . Praca wykonana przez pierwszy tłok jest równa 1J (praca jest to iloczyn siły i przesunięcia - 10N



razy 10cm jest równe 1J), tak samo, jak praca wykonana przez drugi tłok (20N razy 5 cm jest równe 1J).

*Możemy jeszcze sprawdzić, w jaki sposób zachowuje się ściskane i rozciągane powietrze. Gazy są dużo bardziej ściśliwe niż ciecze. Znaczna część pracy wykonywanej przy przesuwaniu tłoka jest zużywana na sprężanie powietrza.

W prasach hydraulicznych stosuje się olej gdyż, jest on mniej ściśliwy, niż woda

Potrzebne narzędzia:

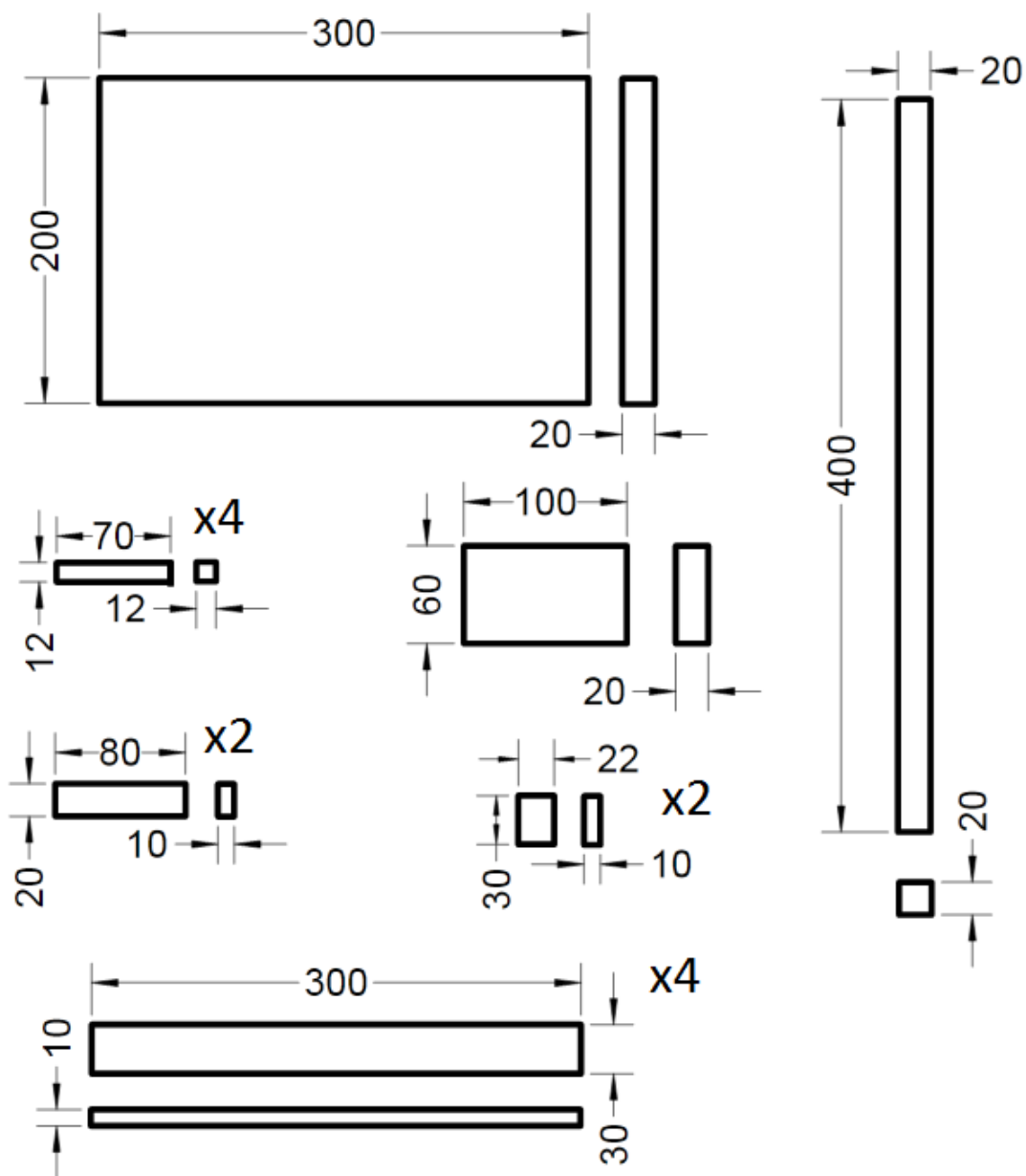
- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło do drewna $\varnothing 5\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- młotek,
- nożyczki,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 3\text{mm}$,
- bit o rozstawie 3mm,
- 12. śrubokręt gwiazdka.

Przygotowanie poszczególnych elementów:



- 1m wężyka igielitowego $\varnothing 4\text{mm}$,
- 4 strzykawki trzyczęściowe 20ml,
- 1 strzykawkę trzyczęściową 10ml,
- 1 strzykawkę trzyczęściową 5ml,
- 14 opasek zaciskowych 2,5mm dł. 25cm,
- 2 kątowniki 50x2mm,
- 8 gwoździ o dł. 20mm,
- 12 wkrętów o dł. 20mm,
- 12 wkrętów o dł. 10mm,
- 3 śruby z nakrętkami $\varnothing 5\text{mm}$ o dł. min. 50mm.

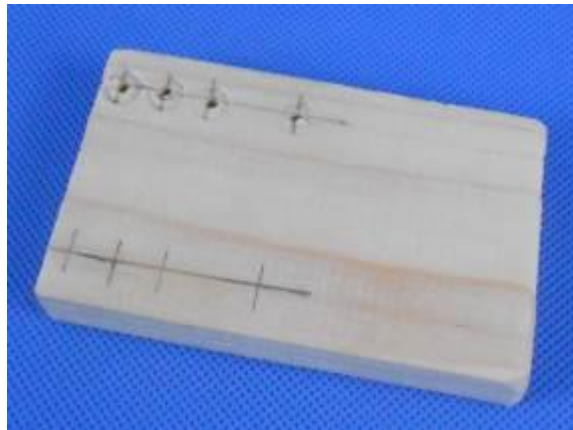
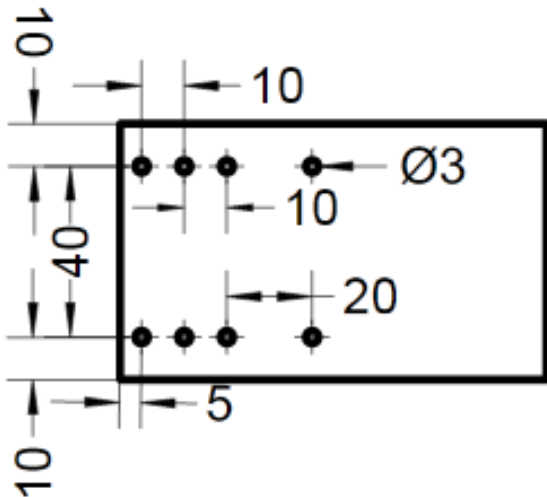
Do konstrukcji użyjemy także elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na rysunku technicznym.



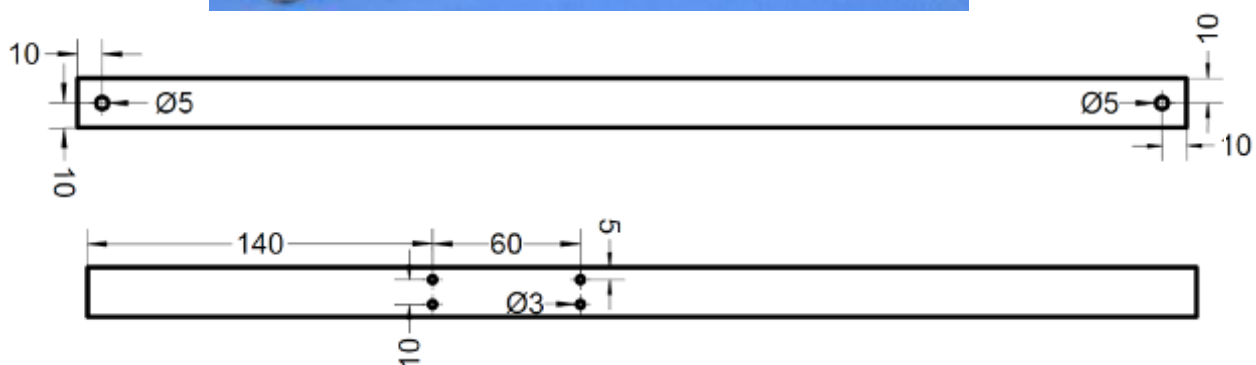


Następnym krokiem po przygotowaniu desek jest ponawieranie otworów w poszczególnych elementach.

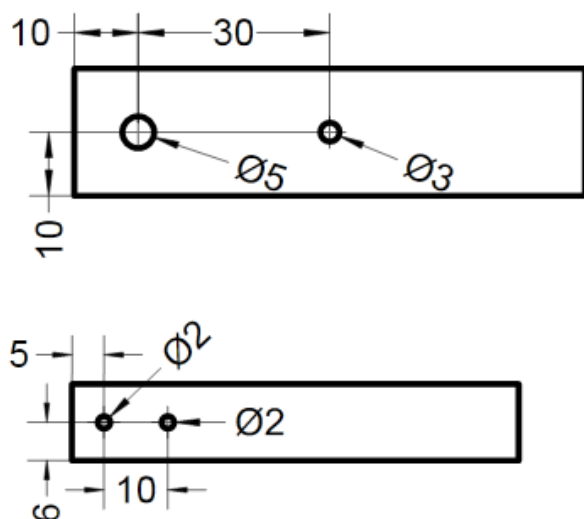
1. Zaczynamy od deski o wymiarach 100x60x20. Sposób wywiercenia otworów został zamieszczony na poniższym rysunku. Używamy wiertła $\varnothing 3$ mm.



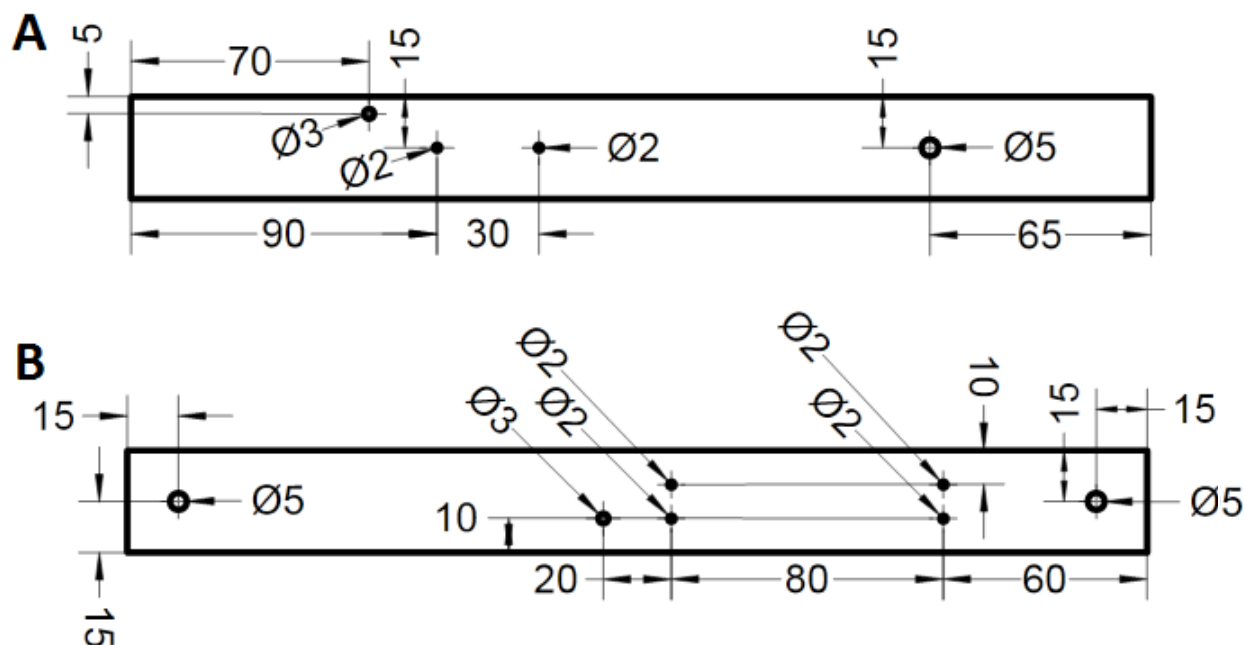
2. Teraz wiercimy otwory w desce o wymiarach 450x20x20. Należy zwrócić uwagę, że otwory są wiercone z różnych stron deski (otwory o różnych średnicach będą do siebie skierowane pod kątem prostym).



3. Listewki o wymiarach 80x20x10 oraz 70x12x12. Miejsca wiercenia otworów zostały przedstawione na poniższym rysunku.



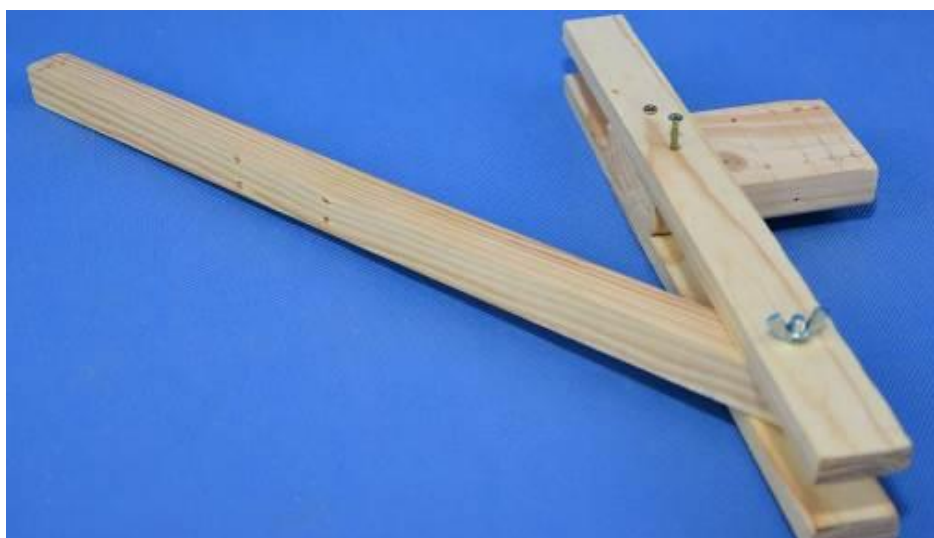
4. W dwóch deskach o wymiarach 300x30x10 wiercimy otwory zgodnie z rysunkiem technicznym A. W dwóch pozostałych deskach wiercimy otwory zgodnie z rysunkiem technicznym B.





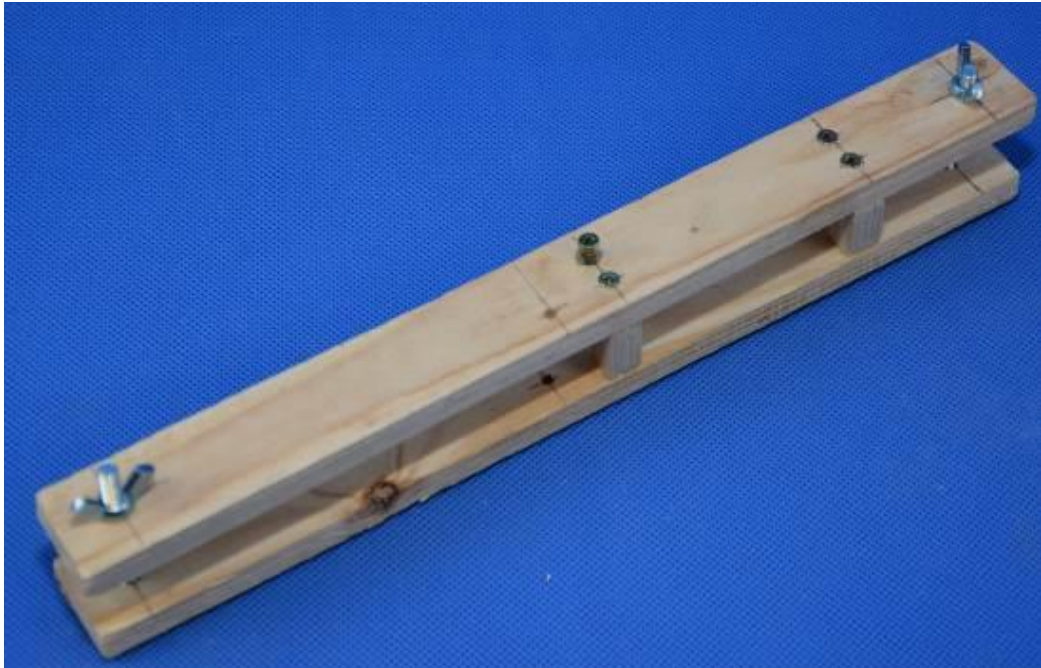
Montaż:

1. Łączymy ze sobą 2 deski o wymiarach 300x30x10 (A) przy pomocy deski 10x60x20 oraz ramienia 450x20x20. Ramię mocujemy przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby wywiercone otwory $\varnothing 3\text{mm}$ znajdowały się bliżej górnego końca ramienia. Deskę 10x60x20 ustawiamy tak, aby jej górna krawędź znajdowała się 80mm od końca deski 300x30x10. W miejscach wywiercenia otworów $\varnothing 2\text{mm}$ wkręcamy wkręty o dł. 20mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, żeby otwory o $\varnothing 3$ na deskach 300x30x10 znajdowały się naprzeciwko siebie i były po tej stronie co ramię. Ten element będziemy nazywać masztem.





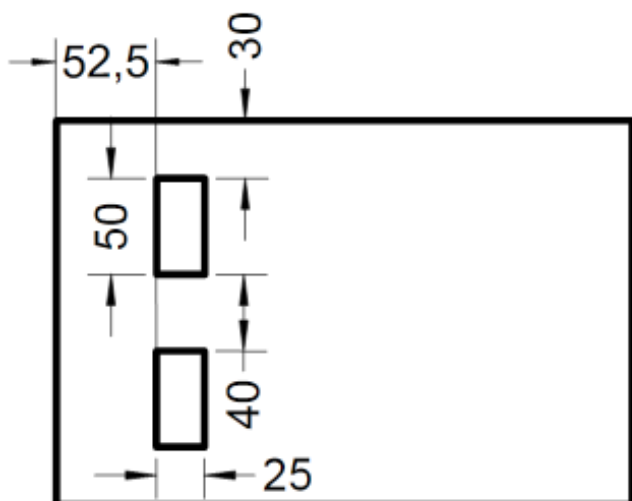
2. Pozostałe dwie deski 300x30x10 (B) łączymy przy pomocy kawałków 30x22x10. Otwory $\varnothing 3\text{mm}$ powinny być ustawione naprzeciwko siebie. Kawałki 30x22x10 umieszczamy pomiędzy deskami (środek deski powinien znajdować się pod otworami $\varnothing 2\text{mm}$) i całość skręcamy dwiema śrubami $\varnothing 5$. W miejsca otworów $\varnothing 2\text{mm}$ wkręcamy wkręty o dł. 20mm. Jest to drugi człon ramienia.



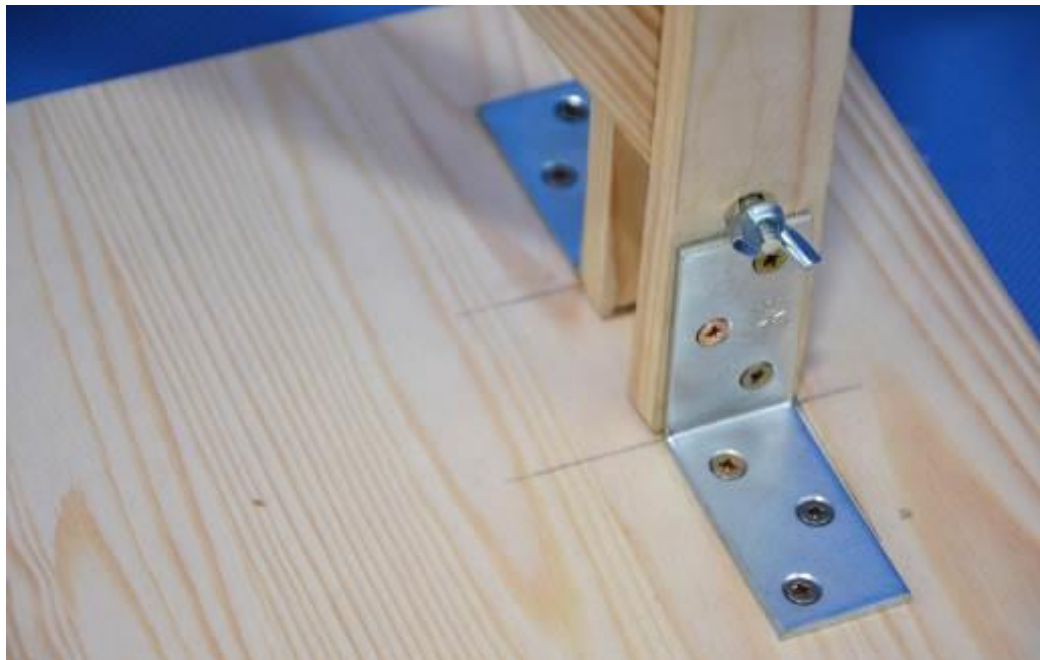
3. Listewki o wymiarach 80x20x10 oraz 70x12x12 łączymy ze sobą przy pomocy gwoździ 20mm. Listewki 70x12x12 ustawiamy po dwóch stronach listewki 80x20x10 pod kątem prostym po przeciwnej stronie, niż otwór $\varnothing 5\text{mm}$. Połączone elementy będą stanowiły chwytak naszej maszyny hydraulicznej.



4. Teraz łączymy wszystkie elementy ze sobą. Zaczynamy od przymocowania masztu do deski 300x200x20 przy pomocy kątowników 50x25. Kątowniki przykręcamy do deski przy pomocy wkrętów 10mm.



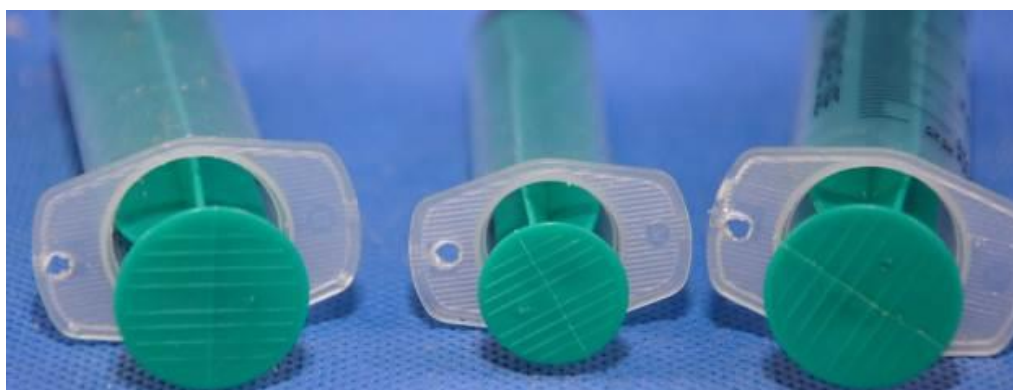
Pomiędzy kątownikami umieszczamy maszt i przykręcamy go wkrętami o dł. 10mm. Tylna krawędź masztu powinna znajdować się 50mm od krawędzi deski 300x200x20.



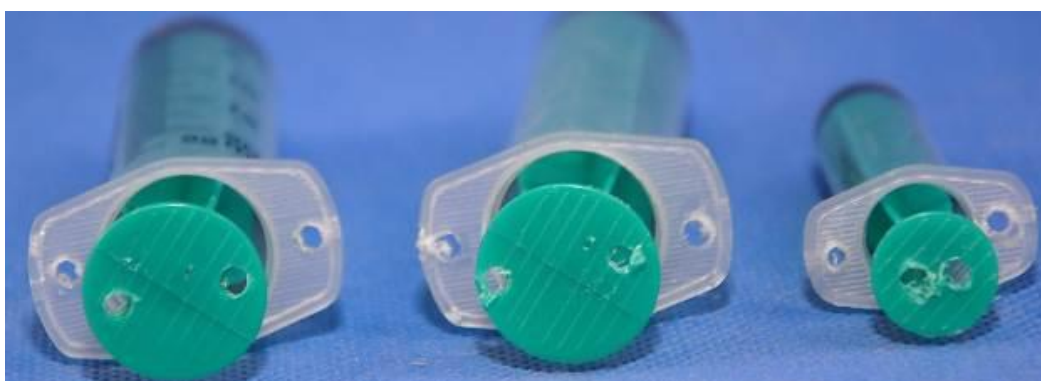
5. Do ramienia mocujemy teraz drugą część przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby otwory $\varnothing 3\text{mm}$ w drugiej części znajdowały się po wewnętrznej stronie. Do końca drugiej części ramienia przy pomocy śruby 50mm montujemy chwytak w sposób przedstawiony na poniższym rysunku.



6. Aby zamontować w konstrukcji dźwigu strzykawki, należy wywiercić w nich otwory. Wyciągamy tłoki i przy pomocy wiertła $\varnothing 3\text{mm}$ w strzykawce 10ml i dwóch strzykawkach 20ml wiercimy po jednym otworze w sposób wskazany na poniższym rysunku.

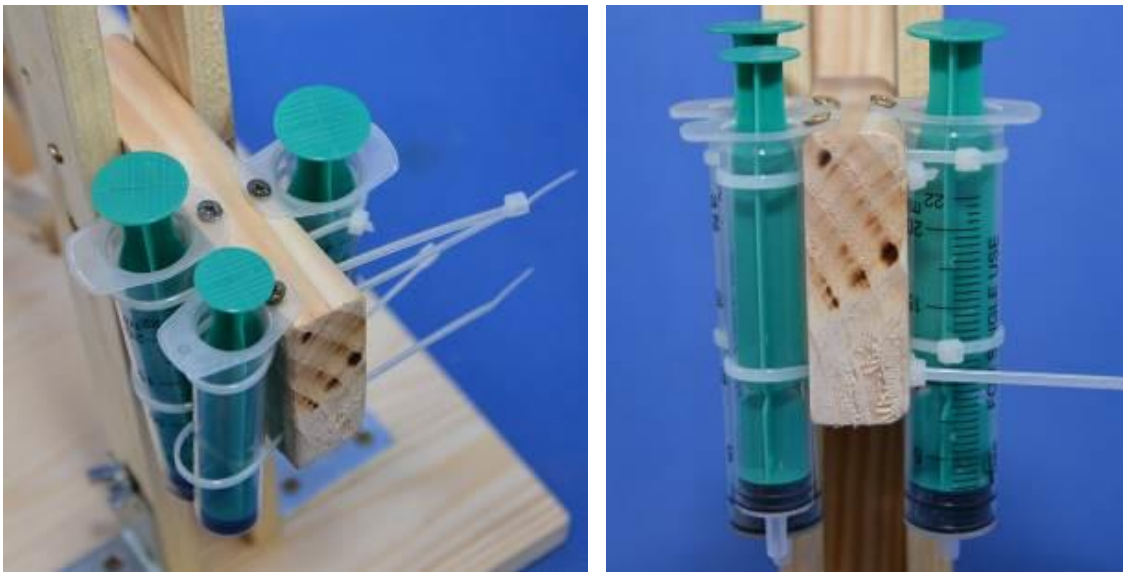
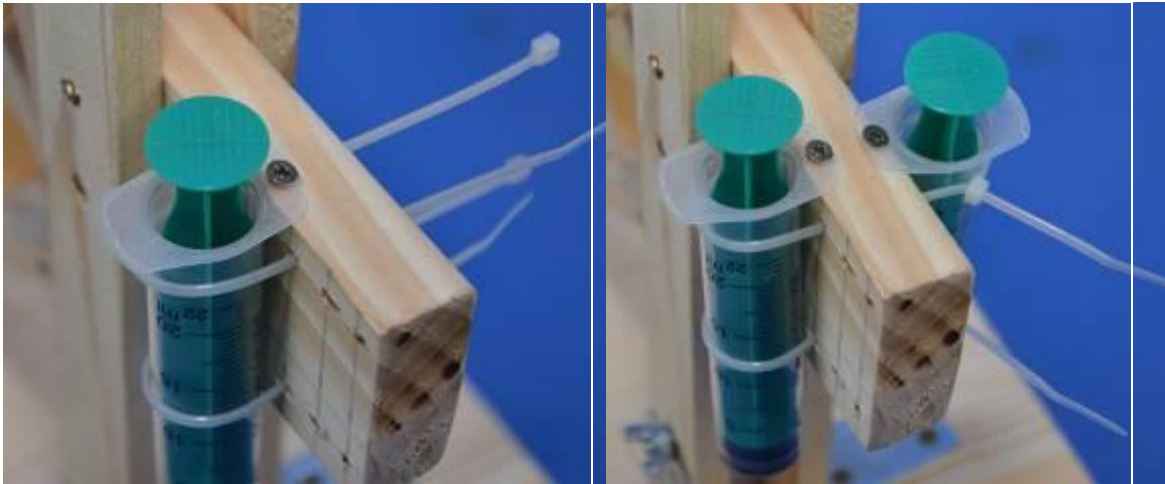


W pozostałych trzech strzykawkach wiercimy po cztery otwory





7. Zaczynamy od montażu strzykawkę z jednym otworem do deski 100x60x20 przy pomocy wkrętów 10mm oraz opasek zaciskowych. Po zaciśnięciu opasek nadmiar odcinamy nożyczkami.



8. Strzykawkę 5ml montujemy do chwytaka w sposób pokazany na poniższym rysunku.

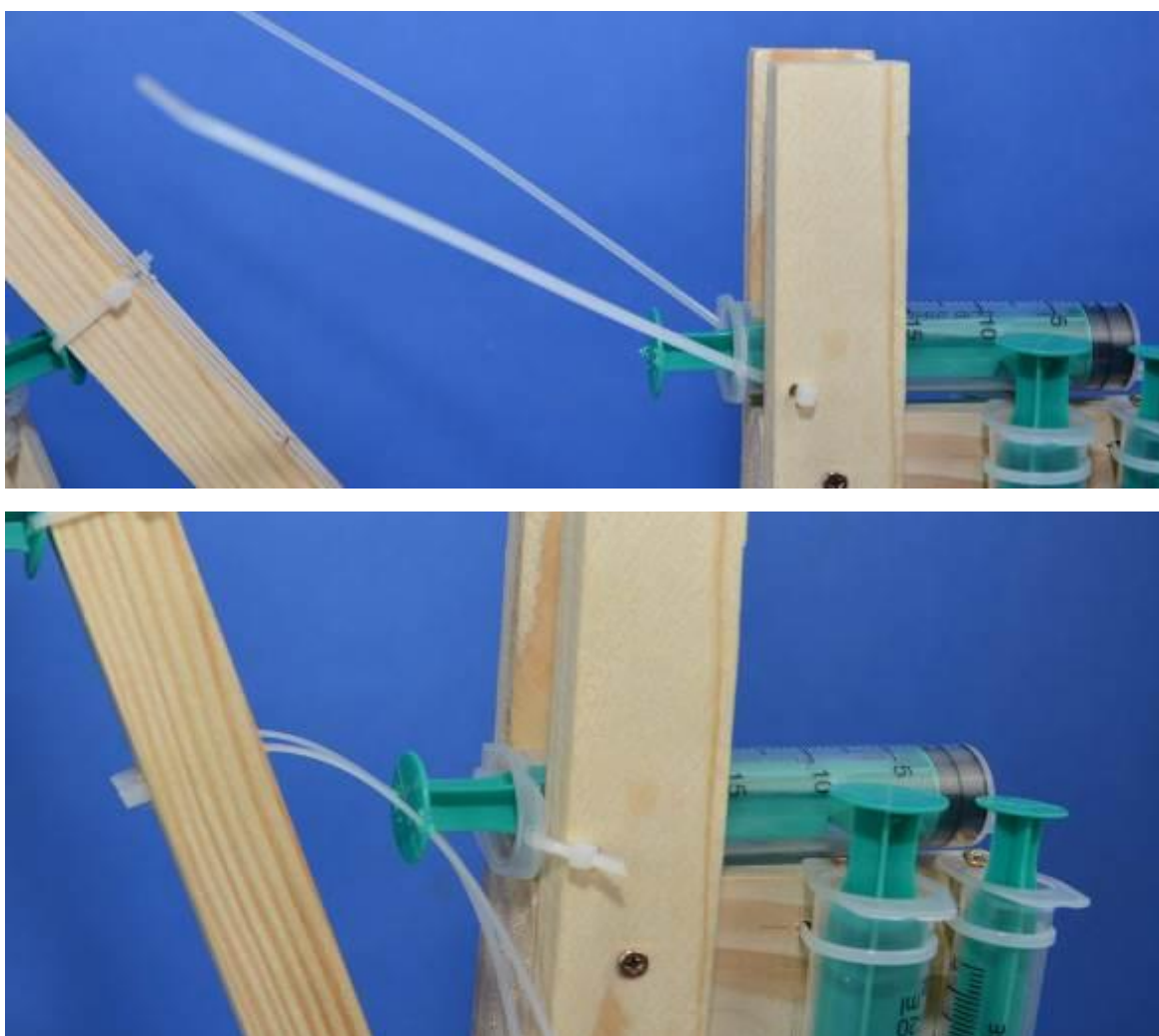




9. Strzykawkę 20ml montujemy pomiędzy obie części ramienia. Używamy do tego czterech opasek zaciskowych.



10. Ostatnią strzykawkę montujemy pomiędzy masztem, a ramieniem.





11. Pozostało tylko dociąć wężyk igielitowy na odpowiednią długość i napełnić układ wodą. Strzykawki łączymy ze sobą w sposób przedstawiony na rysunku poniżej. Układ napełniamy wodą – odczepiamy wężyk od strzykawk z czterema otworami, wszystkie tłoki maksymalnie wciskamy. Następnie zasysamy wodę przy użyciu strzykawk z jednym wywierconym otworem i podłączamy wężyk z powrotem do strzykawki. Wyjmujemy tłoki z strzykawk z jednym otworem, dolewamy do pełna wody i wkładamy z powrotem tłok. W celu polepszenia pracy możemy odczepić wężyk i spuścić część wody.



Maszyna hydrauliczna jest gotowa.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY





Spis treści

ZAJĘCIA 1 I 2: PODSTAWY RYSUNKU TECHNICZNEGO I WSTĘP DO PROJEKTOWANIA	3
ZAJĘCIA 3: PIERWSZY PROJEKTY - DREWNIANY SAMOCHODZIK.....	23
ZAJĘCIA 4: SAMOŁOT – SPEŁNIENIE MARZEŃ O LATANIU	31
ZAJĘCIA 5 I 6: DLACZEGO CO MA PŁYWAĆ NIE UTONIE? JAK WPRAWIĆ MOTORÓWKĘ W RUCH? ..	41
ZAJĘCIA 7: MOSTY – CUD NOWOCZESNEJ INŻYNIERII	62
ZAJĘCIA 8: 123D® DESIGN – TWORZENIE MODELU 3D DZIADKA DO ORZECHÓW I PUDEŁKA	69
ZAJĘCIA 9 I 10: RÓŻNICA POMIĘDZY DRZEWEEM, A DREWNEM. BUDOWA DZIADEK DO ORZECHÓW I PUDEŁKA	73
ZAJĘCIA 11 I 12. ŁAMIGŁÓWKI LOGICZNE ZE STALI I ALUMINIUM.....	90
ZAJĘCIA 13, 14 I 15: WYKORZYSTANIE POTĘGI WIELOKRAŻKÓW I CIŚNIENIA – ZASADA DZIAŁANIA DŹWIGU I MASZYNY HYDRAULICZNEJ	99



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY





Zajęcia 1 i 2: Podstawy rysunku technicznego i wstęp do projektowania

Wstęp do projektowania

Niejednokrotnie podczas obcowania z różnymi przedmiotami codziennego użytku zadajemy sobie pytanie „*W jaki sposób zostały one wytworzone?*”. To bardzo dobre pytanie, które często jest problemem wielu technologów opracowujących nowoczesne linie produkcyjne. Jednak żadna fabryka czy wytwórnia nie ma racji bytu bez swojego podstawowego składnika, jakim jest produkt.

Niezależnie od kształtu, wielkości i przeznaczenia, każdy produkt rozpoczyna swoje istnienie w wyobraźni. Jak wiadomo nie od dziś, potrzeba jest matką wynalazków, dlatego wiele przedmiotów powstaje... zupełnie przypadkiem! Największe i najważniejsze dla człowieka odkrycia i wynalazki są właśnie dziełem przypadku.

Tak było również w przypadku plastra samoprzylepnego. Earle Dickson był amerykańskim handlarzem bawełną zatrudnionym w firmie Johnson&Johnson. Niedługo po swoim ślubie spostrzegł, że jego żona nie radzi sobie najlepiej w kuchni i nie ma dnia, by nie skaleczyła się nożem kuchennym. Czasochłonne okładanie gazą i obwiązywanie każdej rany bandażami było bardzo uciążliwe i niewygodne. Pewnego dnia zamiast bandaża Dickson pociął gazę na kawałki i przykleił ją do najwykleszej taśmy samoprzylepnej. Rozwiązanie okazało się bardzo wygodne, więc pomysły inżynier pochwalił się nim przed swoim szefem i tak Johnson&Johnson w 1920r. wyprodukował „Band-Aid”, czyli pierwszy plaster samoprzylepny z opatrunkiem, który dziś jest obecny w każdej domowej apteczce.

Zanim jednak plaster trafił na linię produkcyjną, musiał zostać zaprojektowany. Podstawą każdej konstrukcji jest jej projekt. Przełożenie pomysłu na papier stanowi dość skomplikowany i złożony element każdego procesu technologicznego. Zazwyczaj trwa on zdecydowanie dłużej od pozostałych etapów tworzenia nowych przedmiotów.

Projekt rozpoczyna się od pomysłu zwanego koncepcją. Podczas formowania koncepcji pojawiają się propozycje zastosowania pewnych rozwiązań, wstępne szkice wizualizujące nasze myśli, które następnie trzeba poddać licznym próbom sprawdzającym ich rzeczywistą skuteczność zastosowania w naszym produkcie końcowym.

W dobie postępującej cyfryzacji otaczającego nas świata zyskujemy dostęp do coraz bardziej zaawansowanych narzędzi tworzenia projektów. Jednym z nich jest darmowa wersja oprogramowania firmy Autodesk® o nazwie 123D® Design, którą będziemy wykorzystywać w trakcie tworzenia naszych konstrukcji.

Przygodę z projektowaniem musimy rozpocząć od zaznajomienia się ze środowiskiem oprogramowania, w jakim będziemy pracować, następnie warto poznać kilka najważniejszych pojęć z dziedziny rysunku technicznego, a końcowym etapem będzie własnoręcznie wykonana konstrukcja.



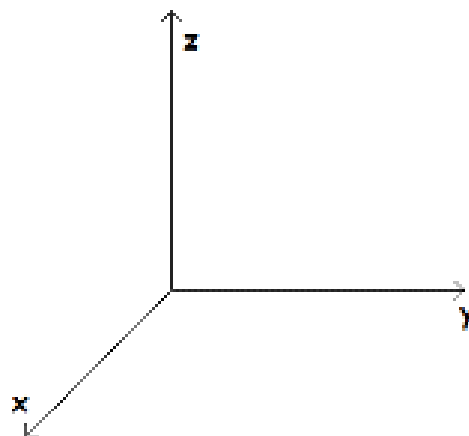
Podstawy rysunku technicznego

Rysunek techniczny pozwala projektantowi na przekazanie wizji wykonawcy. Aby projekt wyglądał profesjonalnie, należy poznać kilka zasad i pojęć. Zagadnienia rysunku technicznego stanowią uniwersalny język komunikacji projektanta z wykonawcą.

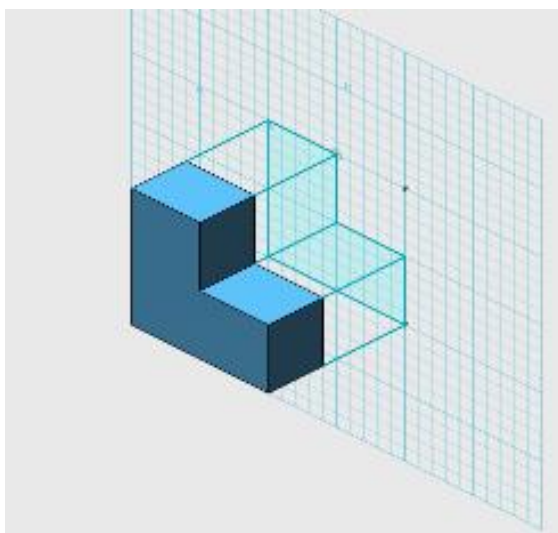
Rzutowanie prostokątne

Każdy projektant powinien wyobrazić sobie produkt przed jego stworzeniem. W tym celu wykorzystuje się **trójwymiarowy układ współrzędnych (3D)**, który posiada 3 wzajemnie prostopadłe osie: X, Y i Z (odpowiednio: długość, wysokość, szerokość).

Trójwymiarowy obraz jest tylko poglądowy w procesie projektowania. Aby stworzyć prawidłowy projekt, zawierający wszystkie niezbędne informacje, należy przedstawić bryły w **dwuwymiarowym układzie współrzędnych (2D)**. Posiada on tylko dwie osie: X i Y (długość i wysokość).



Rysunek 1.1 Przestrzeń trójwymiarowa 3D



Rysunek 1.2 Rzutowanie prostokątne

W tym celu wykorzystuje się **rzutowanie prostokątne**, które polega na przedstawieniu obiektu w postaci kilku wzajemnie zależnych rysunków dwuwymiarowych (2D).

Podstawowymi pojęciami rzutowania prostokątnego są **rzut** oraz **rzutnia**:

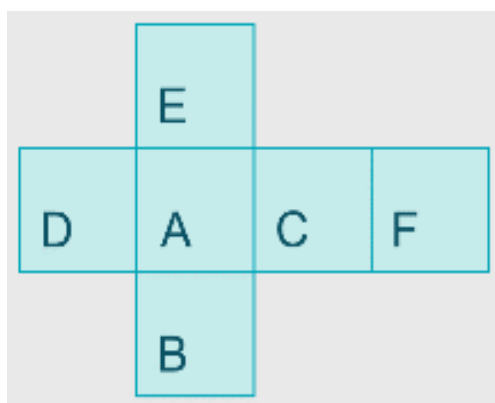
Rzut – jest to obraz (2D) naszej bryły jaki powstaje na rzutni (jasnoniebieski obszar)

Rzutnia – jest to płaszczyzna znajdująca się „za” przedmiotem, na której powstaje widziany obraz (zakratkowana płaszczyzna).

Opisane powyżej rzutowanie jest nazywane Rzutowaniem Metodą Europejską. Wykonując je trzeba kierować się kilkoma podstawowymi zasadami:



Wybór widoku głównego. Widok główny powinien zawierać jak najwięcej szczegółów i elementów charakterystycznych przedstawianej bryły. Każdy rzut główny musi znajdować się na płaszczyźnie A, czyli centralnej płaszczyźnie siatki prostopadłościanu tworzącej rzutnię. Rysunek obok przedstawia wzajemne rozmieszczenie płaszczyzn (Rysunek 1.3).

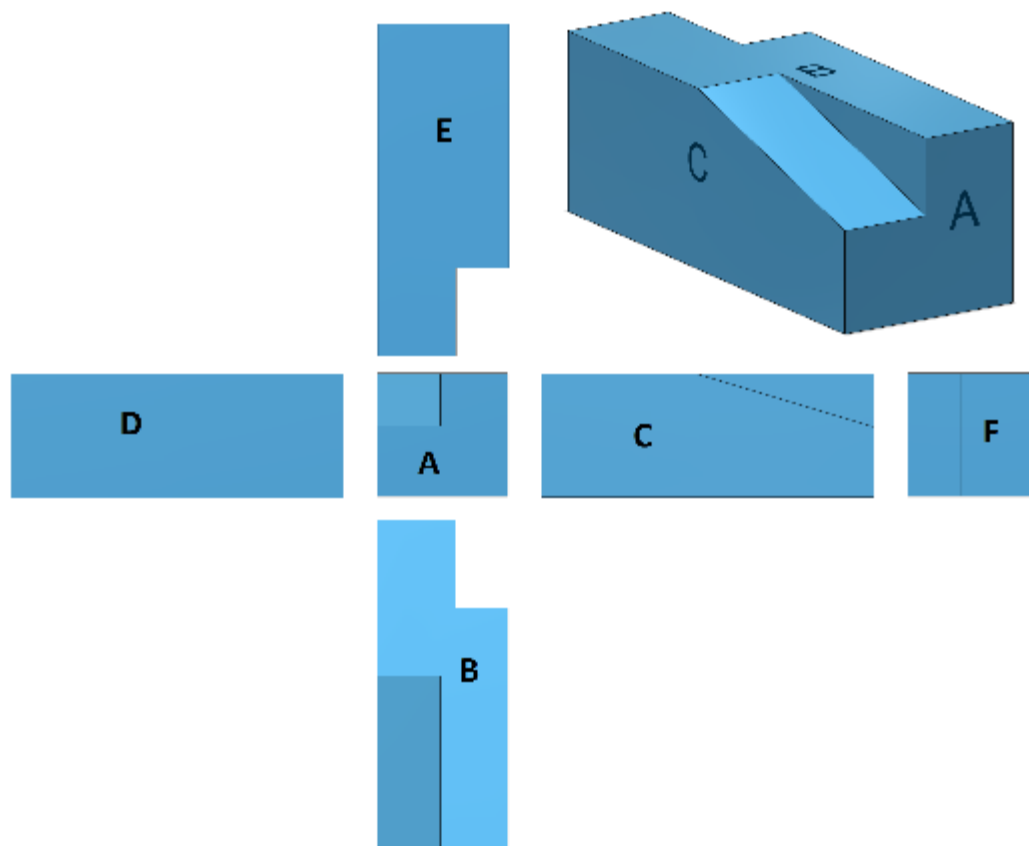


Płaszczyzny odpowiednio przedstawiają:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| A – Front bryły (widok główny) | D – Widok z prawej |
| B – Widok z góry | E – Widok z dołu |
| C – Widok z lewej | F – Widok z tyłu |

Rysunek 1.3 Rozmieszczenie rzutni

UWAGA! Rozmieszczenie płaszczyzn (rzutni) względem siebie jest kluczowe i nie wolno go zmieniać!



Rysunek 1.4 Przykład rzutowania bryły metodą europejską

Zwróćmy uwagę, że widok górnej ściany jest przedstawiony na dole, a lewa ściana znajduje się na prawo od widoku głównego.

Przykład:

Przednia okładka książki stanowi widok główny (rzutnia A). Obserwator spogląda na książkę tak, że widzi tylko jej przednią okładkę. Odwracając książkę w prawo (rzutnia C) otrzymuje obraz jej grzbietu, czyli lewej części książki. Analogicznie – książkę przedstawioną w widoku głównym obrócono w dół (w stronę obserwatora – rzutnia B). Zaobserwowano górny grzbiet książki

Metoda europejska różni się od metody amerykańskiej, w której widok górnej części przedmiotu jest przedstawiony na górze, a dolnej części na dole.

Wymiarowanie

Kluczowym elementem każdego projektu jest **wymiarowanie**. Żaden przedmiot, którego projekt nie posiadałby odpowiednio opisanych wymiarów nie ma racji bytu.



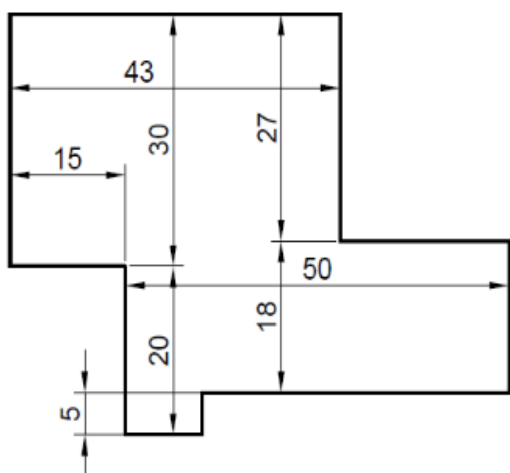
Wymiarowanie jest potrzebne do precyzyjnego określenia ilości materiałów potrzebnych do wykonania obiektu. Określa ono również gabaryty przedmiotu. Projekt opiera się na rzutowaniu prostokątnym. Każdy z rzutów przedstawia widok bryły z innej strony, zatem można opisać każdy jej wymiar.

Wymiarowanie należy wykonywać zgodnie z zasadami:

Podstawą każdego wymiaru są linie pomocnicze stanowiące przedłużenie krawędzi przedmiotu. Strzałki rozpięte pomiędzy tymi liniami (lub też pomiędzy linią a krawędzią przedmiotu, lub nawet pomiędzy krawędziami przedmiotu) określają nam wymiar. **Rzeczywistą odległość opisujemy na środku strzałki ponad nią, lub z lewej strony** (tak by możliwe było swobodne odczytanie wymiaru przechylając głowę o 90° w lewo).

UWAGA! WSZYSTKIE WYMIARY NA RYSUNKACH PODAJEMY W MILIMETRACH (mm)

Wykonując projekt należy pamiętać, aby wymiary umieszczać **poza** rysunkiem przedmiotu. W sytuacjach wyjątkowych (takich jak np.: brak miejsca na umieszczenie wymiaru) dopuszcza się zaznaczenie wymiaru wewnątrz rysunku.

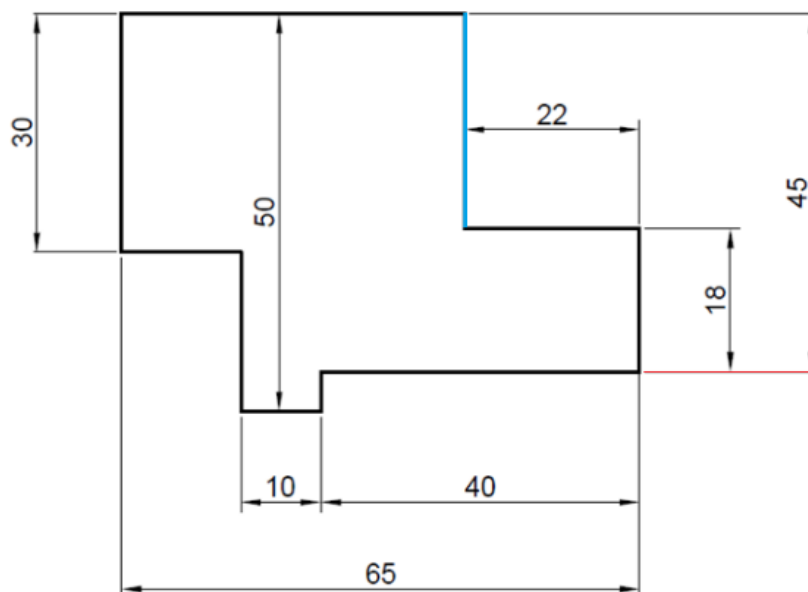


Rysunek 1.5 Źle wykonane wymiarowanie rysunku technicznego

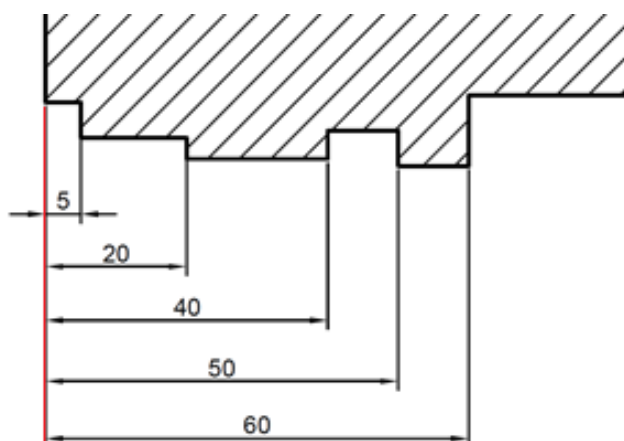
Rysunek obok (Rysunek 1.5) przedstawia rzut pewnej bryły, który został zwymiarowany niepoprawnie. Niemal wszystkie wymiary zawierają się wewnątrz obrysu rzutu, są rozmieszczone chaotycznie i zbyt blisko siebie. Jest ich zdecydowanie za dużo. **Linie pomocnicze przecinają się ze strzałkami, co jest niedopuszczalne!** Należy też rozmieszczać wymiary w taki sposób, aby linie pomocnicze nie przecinały się wzajemnie jeśli jest to tylko możliwe.

Kolejną istotną sprawą jest **niepowtarzalność wymiarów**. Oznacza to, że nie podaje się wymiarów, które można w prosty sposób obliczyć posługując się innymi wymiarami.

Na rysunku poniżej (Rysunek 1.6) po prawej stronie podano dwa wymiary wychodzące od jednej linii pomocniczej (zaznaczonej kolorem czerwonym, zwanej **linią bazową** lub w skrócie **bazą**). Długości tych wymiarów to 18 i 45 milimetrów, zatem aby poznać długość boku figury zaznaczonego na niebiesko, który nie jest zwymiarowany, należy wykonać odejmowanie: $45 - 18 = 27$ [mm]. Dzięki takim prostym manewrom można ograniczyć ilość zaznaczanych wymiarów do absolutnego minimum. Mogą wystąpić sytuacje, w których obliczenie wymiaru będzie znacznie utrudnione, ale na pewno nie niemożliwe.



Rysunek 1.6 Poprawnie wykonane wymiarowanie rysunku technicznego



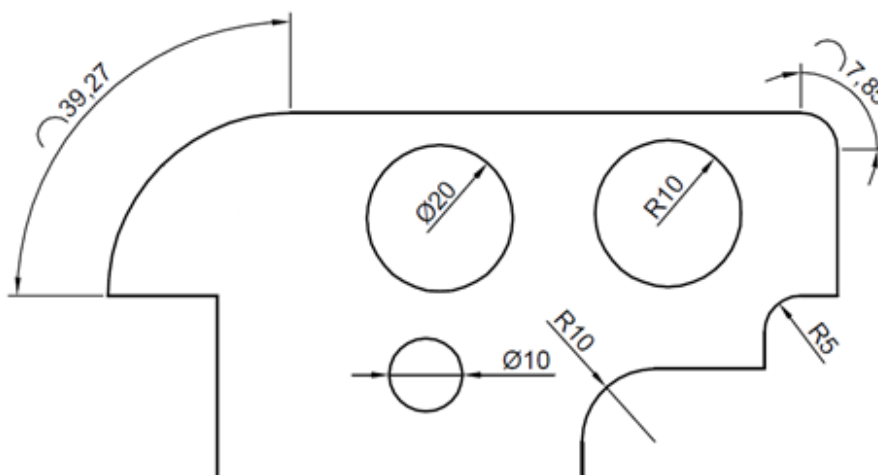
Rysunek 1.7 Linia bazowa

W poprzednim akapicie użyto terminu „linia bazowa”. **Linia bazowa (baza lub wspólna baza, baza wymiarowa)** to linia pomocnicza, od której prowadzimy wszystkie wymiary w danym kierunku. Na Rysunku 1.6 jedną z takich linii oznaczono kolorem czerwonym. Obok inny przykład bazy wymiarowej oznaczonej również kolorem czerwonym (Rysunek 1.7).

Linia bazowa stanowi podstawę **łańcucha wymiarowego**, czyli wymiarów wzajemnie zależnych. Taki łańcuch wymiarowy znajduje się na rysunku 1.6 w dolnej jego części. Został on utworzony przez wymiary 40, 10 oraz 60mm. Prawa linia pomocnicza jest wspólną bazą, od której poprowadzono wymiar 40mm oraz 65mm. Wymiar 10mm jest przedłużeniem wymiaru 40mm. Takie usytuowanie nazywa się **łańcuchem wymiarowym prostym**, ponieważ wymiary leżą w jednej linii i następują jeden po drugim. **łańcuchem wymiarowym złożonym** nazywamy wszystkie wymiary podane na rysunku.

Wymiarowanie średnic, promieni okręgów i łuków

W projektach występuje wiele otworów, elementów okrągłych lub zaokrąglonych. Każdy z nich należy prawidłowo opisać. Na Rysunku 1.8 zaprezentowano pewien przedmiot, który posiada kilka zwymiarowanych prawidłowo łuków i otworów.



Rysunek 1.8 Wymiarowanie średnic, promieni i łuków

Łuki wymiaruje się na dwa sposoby:

- Oznaczenie **promienia krzywizny** (R – ang. *Radius* czyli promień) oraz liczba określająca długość promienia, np.: R5, R10 itd.
- Określenie **wymiaru długości łuku**. Początek i koniec łuku oznaczony przez linie pomocnicze łączy się strzałką wymiarową. Nad strzałką umieszcza się liczbową wartość długości łuku poprzedzając wymiar symbolem łuku (\frown).

Okręgi zaznaczone na rysunku również oznaczają się na dwa różne sposoby:

- Przez podanie **promienia** tak samo, jak w przypadku wymiarowania łuków.
- Przez podanie **średnicy** okręgu. Średnicę oznacza się literą **D** lub grecką literą alfabetu (**ϕ** , czyt. **fi**). Na rysunku zaznaczono średnicę dwóch okręgów dwoma różnymi sposobami. Dobór sposobu wynika z faktu, że jeden zapis wymiaru mieści się wewnątrz okręgu (pozostając przy tym czytelnym) a drugi nie.

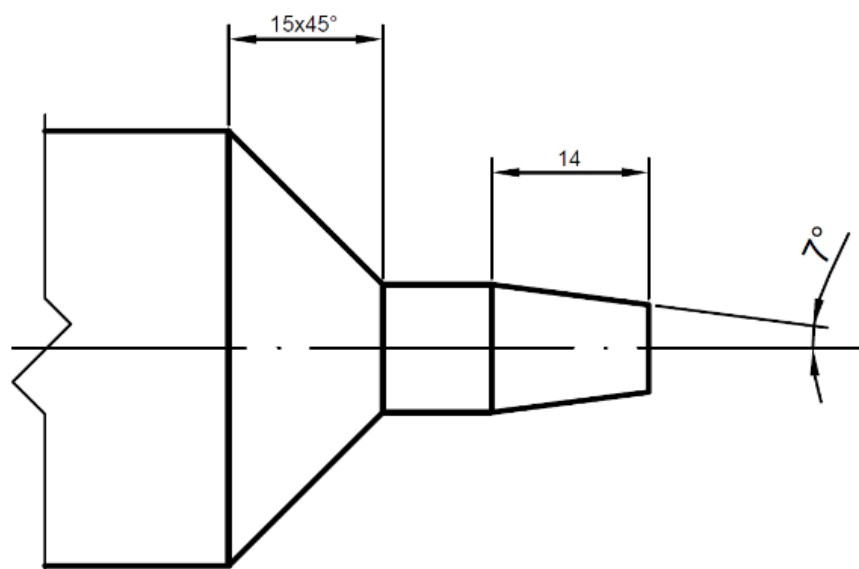
Wymiarowanie kątów i faz - ostatnim istotnym elementem wymiarowania jest wymiarowanie kątów i faz.

Wymiarowanie kątów przypomina wymiarowanie łuków. Różnica jest w zapisie. Zamiast symbolu łuku i jego długości podaje się **miarę kąta wyrażoną w stopniach**, np.: **30°**, **55°**.

Faza, czyli inaczej **ścięcie** jest podstawowym elementem optymalizacji projektów.

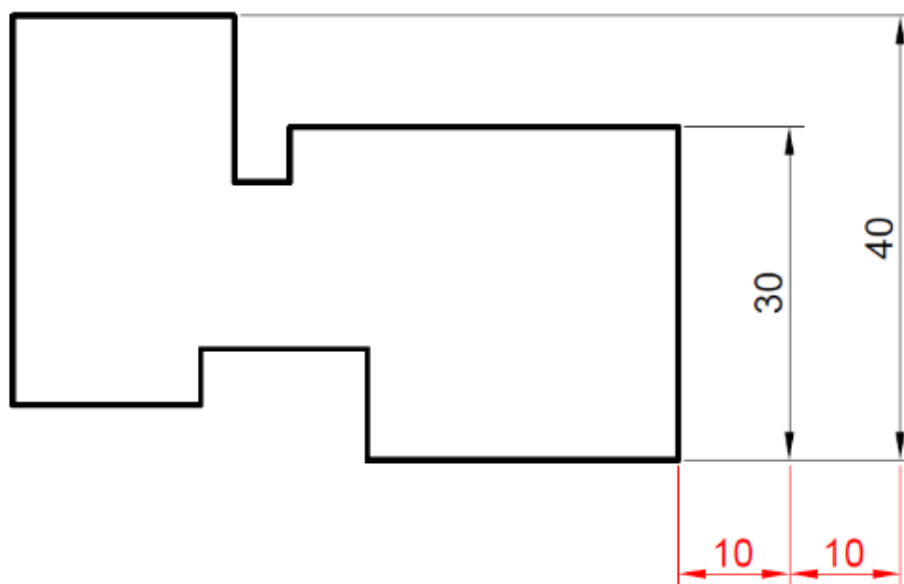


Najpopularniejszą stosowaną w rysunku fazą jest ścięcie pod kątem 45° . **UWAGA! Wymiar ten (i tylko ten) jest uprzywilejowany i można go zapisywać w postaci uproszczonej.** Pozostałe fazy należy oznaczać długością na jakiej występuje, oraz osobnym wymiarem kąta pod jakim zostało wykonane ścięcie (Rysunek 1.9).



Rysunek 1.9 Wymiary kątów i faz

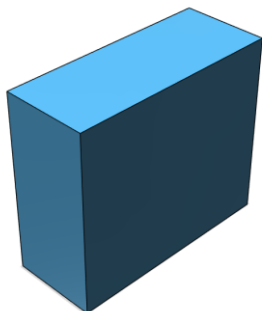
Dopełnieniem poprawności wymiarowania elementów pod względem estetycznym jest dbałość o szczegóły. Aby rysunek wyglądał porządnie, wszystkie wymiary powinny być oddalone od krawędzi figury o **minimum 10mm**. Taka sama odległość powinna być zachowana pomiędzy kolejnymi liniami wymiarowymi, tak jak pokazano to na rysunku poniżej (Rysunek 1.10 - oznaczone kolorem czerwonym).



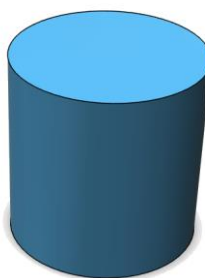
Rysunek 1.10 Rozmieszczenie wymiarów

Zadania kontrolne:

1. Wykonaj rzutowanie bryły:



a.

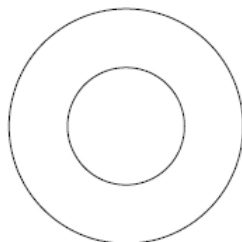


b.

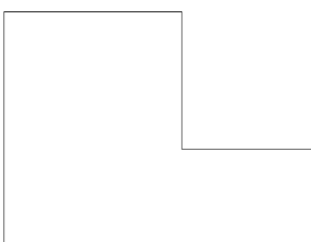


c.

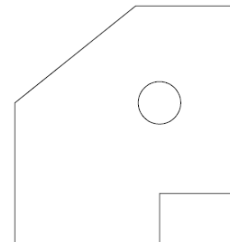
2. Zwymiaruj przedstawione poniżej rzuty



a.



b.

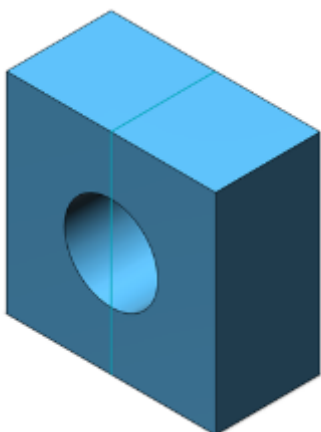


c.



Widoki i przekroje

Rzutowanie prostokątne opisane powyżej opiera się na widokach powierzchni zewnętrznych przedmiotu. Chcąc przedstawić bryłę z otworem zgodnie z zasadami rysunku, należy wyobrazić sobie płaszczyznę, która przecina przedmiot na pół (Rysunek 1.11). Następnie jedna połówka przedmiotu znika. (Rysunek 1.12). To co widzimy patrząc na ww. płaszczyznę (zwaną „płaszczyzną przekroju”) nazywamy **przekrojem bryły (przedmiotu)** (Rysunek 1.13).



Rysunek 1.11 Bryła przecięta płaszczyzną przekroju w osi symetrii

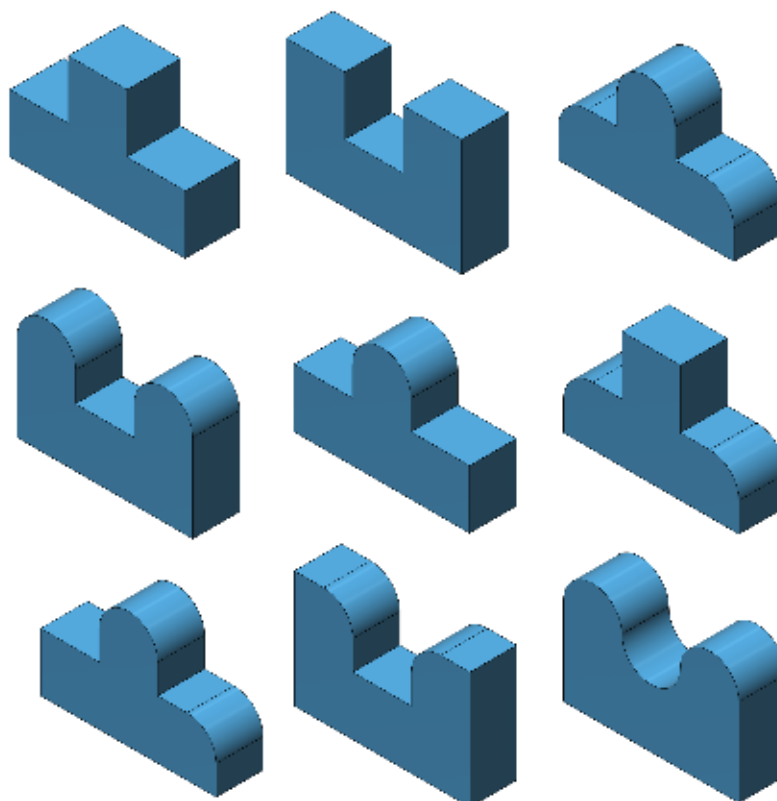


Rysunek 1.12 Widok przeciętej bryły



Rysunek 1.13 Przekrój bryły (przedmiotu)

Rysunek 1.13 przedstawia przekrój naszej bryły, jednak nie jest on narysowany poprawnie. Technolog na podstawie tylko tego rysunku mógłby wykonać przedmiot na kilkanaście sposobów (Rysunek 1.14).



Rysunek 1.14 Różnorodne wyniki realizacji projektu na podstawie źle zdefiniowanego przekroju

W celu doprecyzowania naszego projektu należy użyć następujących elementów:

- **osie,**
- **kreskowanie,**
- **zaznaczanie powierzchni płaskich,**
- **linia kreskowa.**

Osie w rysunku technicznym zaznaczamy linią kropkowo-kreskową (Rysunek 1.15), która służy do zaznaczania **otworów** lub **płaszczyzny przecięcia**.

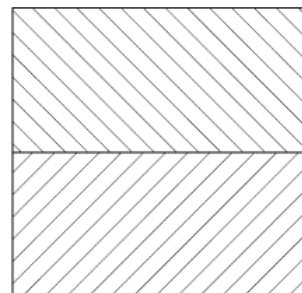


Rysunek 1.15: Linia kropkowo-kreskowa wykorzystywana do oznaczaniu osi w rysunku technicznym i linia kreskowa

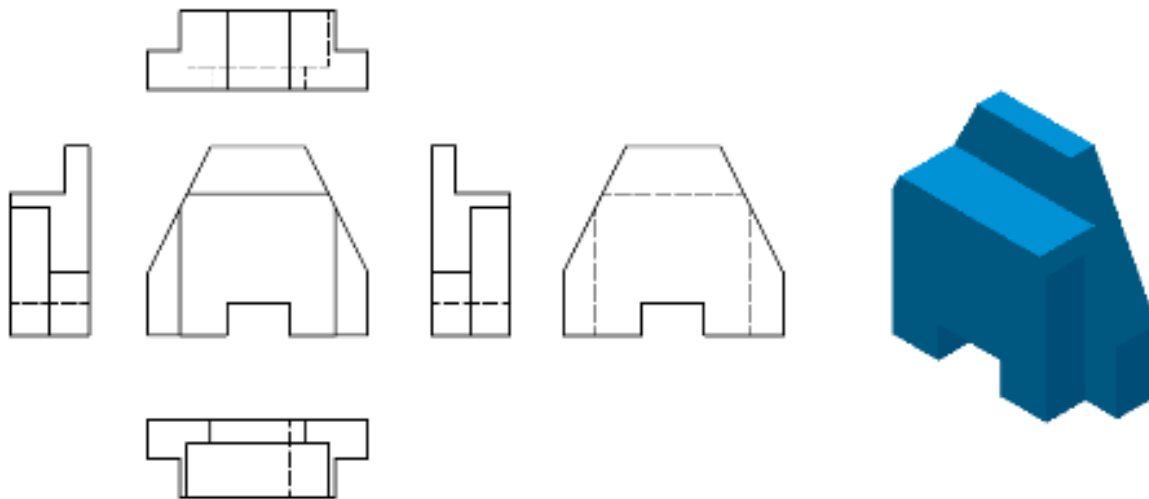


Kreskowanie jest zbiorem linii ciągłych pochylonych pod kątem 45° względem poziomu. Stykające się ze sobą elementy, które nie stanowią jednej bryły kreskujemy w dwie różne strony (Rysunek 1.16). **Uwaga! Kreskowania używamy tylko podczas rysowania przekrojów do zaznaczania obszarów przeciętych przez płaszczyznę przekroju.**

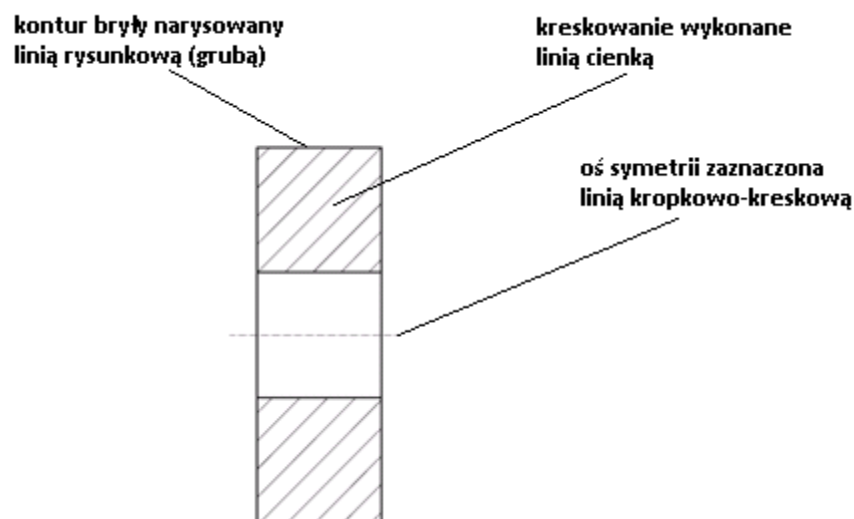
Linie kreskową (Rysunek 1.15) wykorzystujemy do zaznaczania płaszczyzn przekrojów oraz do pokazywania w rzutowaniu szczegółów, które nie są widoczne na pierwszym planie. Jak to rozumieć? Wyobraźmy sobie przedmiot, o dowolnym kształcie, który chcemy przedstawić za pomocą rzutowania. Przedmiot ten posiada charakterystyczny kształt, który na pierwszy rzut oka może zostać niezauważony lub źle zinterpretowany. W celu uniknięcia nieporozumień, na rzutach, które poniekąd są jedynie widokami, zaznaczamy linią przerywaną wszelkie krawędzie pojawiające się wewnątrz przedmiotu, które są niewidoczne w obecnym widoku (Rysunek 1.17).



Rysunek 1.16 Sposób kreskowania jednoczesnego przekroju dwóch różnych, stykających się ze sobą przedmiotów.

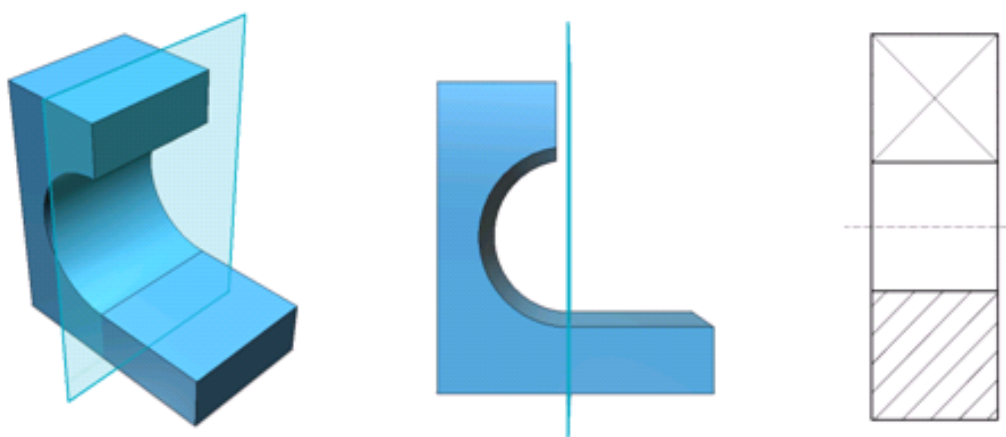


Rysunek 1.17 Rzutowanie bryły z zaznaczonymi niewidocznymi w rzucie elementami



Rysunek 1.18 Prawidłowo narysowany przekrój bryły z otworem

Zaznaczanie powierzchni płaskich wykorzystujemy, by zaznaczyć na rysunku powierzchnię płaską. Uwaga! To oznaczenie również wykorzystujemy tylko wtedy, gdy rysujemy przekrój bryły. W innych przypadkach, jak np.: w rzutowaniu. Przy odczytywaniu kształtu danej powierzchni należy sugerować się wzajemnym położeniem wszystkich rzutów. Rysunek poniżej obrazuje przykład przedstawiania powierzchni płaskich w przekrojach (Rysunek 1.19).



Rysunek 1.19 Przekrój bryły z otworem z zaznaczoną powierzchnią płaską

Dolna część bryły została przecięta, dlatego na rysunku przedstawiono ją jako obszar zakreskowany. Górna część bryły jest powierzchnią płaską, ale nie znajduje się ona w płaszczyźnie przekroju, więc w celu jej zobrazowania górny obszar określa się dwiema przekątnymi.

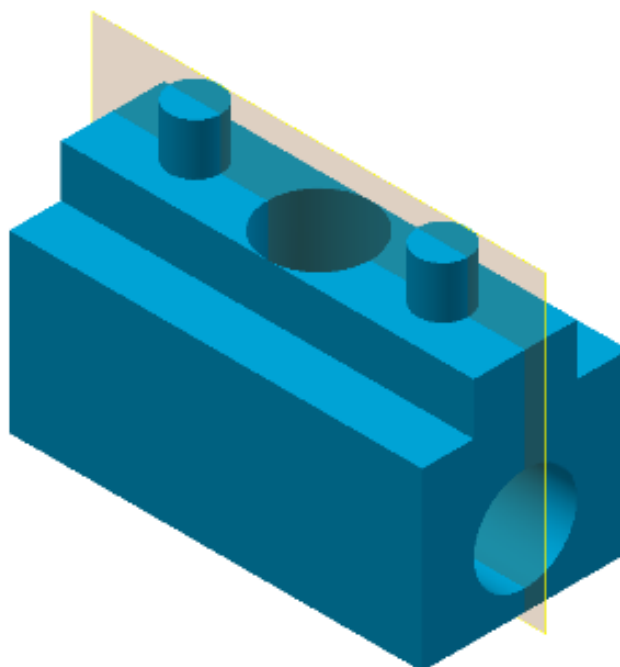


Do wykonywania rysunków używamy jeszcze dwóch różnych rodzajów linii:

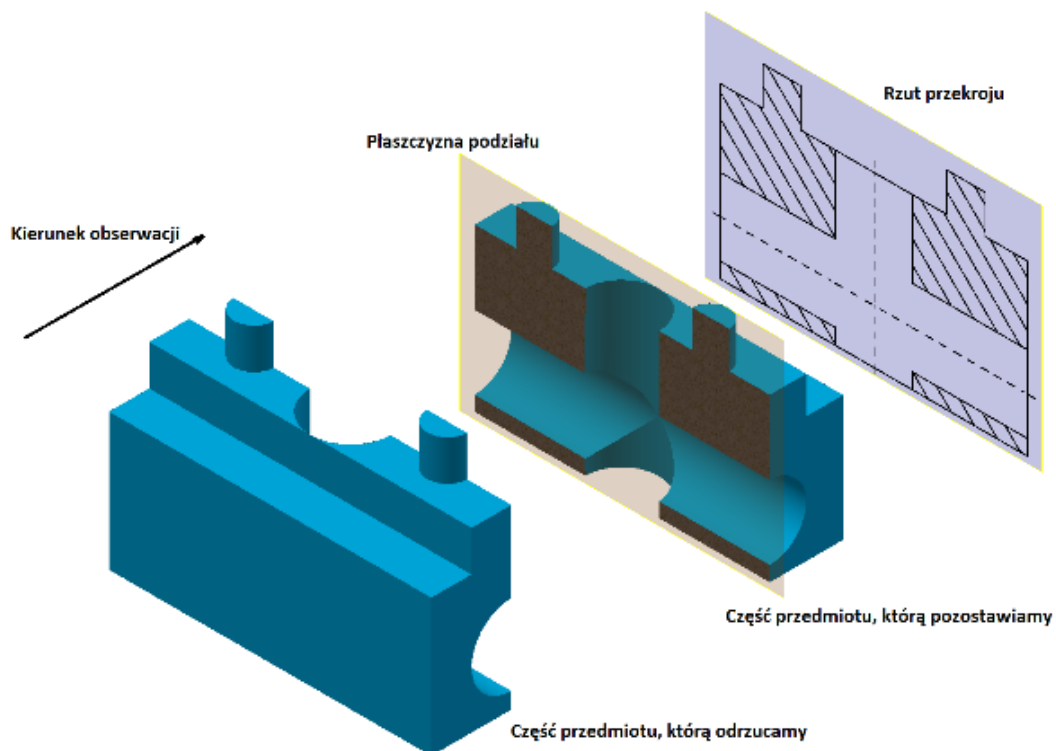
- **linią rysunkową (grubą)** rysujemy kontury bryły i cały jej kształt,
- **linią pomocniczą (cienką)** rysujemy wszystkie pozostałe elementy rysunku (np.: oznaczenie powierzchni płaskich, wymiary, osie, kreskowanie).

Rysunek 1.20 Linia pomocnicza (cienka) oraz linia rysunkowa (gruba)

Dotychczas prezentowane bryły nie były skomplikowane i można było w łatwy sposób odgadnąć jak będzie wyglądał jej przekrój. Na rysunku obok (Rysunek 1.21) mamy nieco bardziej skomplikowaną bryłę, która posiada dwa otwory, w górnej i bocznej swojej powierzchni. Patrząc na ten przedmiot z takiej perspektywy nie jesteśmy w stanie ocenić, czy otwory te są otworami przelotowymi (przechodzą przez cały przedmiot na drugą stronę), czy może są głębokie tylko na kilka, kilkanaście milimetrów. Poniżej znajdziecie rysunek, prezentujący, jak powstaje przekrój bryły i jak wygląda ona w projekcie. Taki rysunek nazywamy **rzutem przekroju**. (Rysunek 1.22).

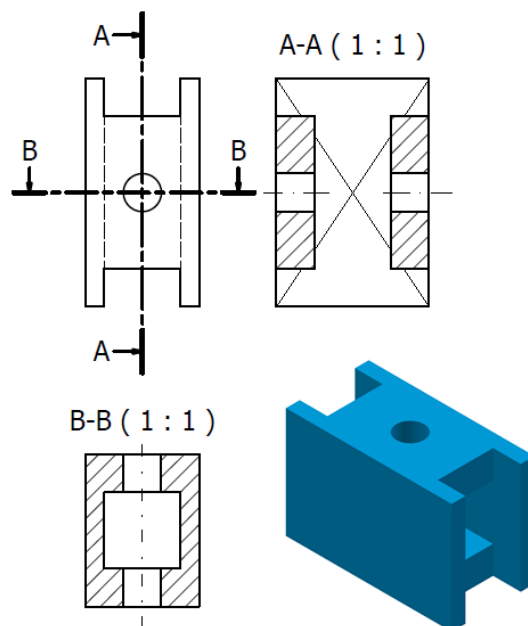


Rysunek 1.21 Bardziej skomplikowany przedmiot przecięty płaszczyzną przekroju w osi symetrii



Rysunek 1.22 Schemat powstawania rzutu przekroju bryły

Jak łatwo zauważyć, otwory w przedmiocie są otworami przelotowymi. Dzięki wykonaniu takiego przekroju w projekcie, technolog, który będzie wykonywał przedmiot na pewno wykona go poprawnie.

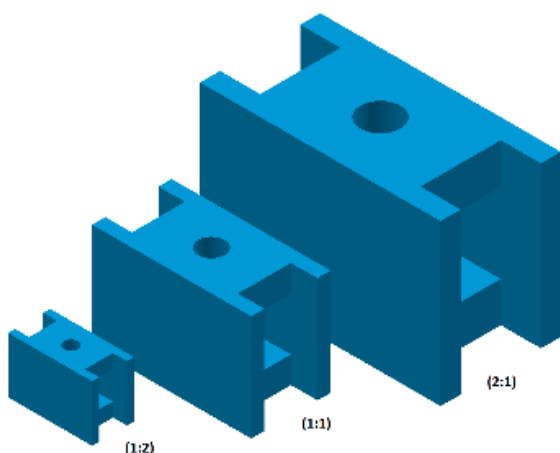


Rysunek 1.23 Projekt przekrojów bryły



W rysunku technicznym płaszczyzny podziału oznacza się strzałkami oraz linią przerywaną. Linia przerywana wykonana jest linią cienką, natomiast jej zakończenia (lub też załamania) – linią grubą. Można też płaszczyznę przekroju zaznaczać dodając w wybranym miejscu odcinki linii grubej z prostopadłe ułożonymi względem nich strzałkami. Spójrzmy na Rysunek 1.23.

Widzimy w dolnej części rysunku pewną bryłę, której projekt został rozrysowany zgodnie z wcześniej omawianymi zasadami rzutowania. Na rzut główny wybrano górną powierzchnię bryły. Następnie przecięto bryłę wzdłuż jej osi symetrii. **Płaszczyzny przekrojów zostały oznaczone linią kreskową i strzałkami.** Zauważmy, że przy strzałkach znajdują się też litery A oraz B. Służą one do łatwiejszej i szybszej identyfikacji przekrojów w bardziej złożonych projektach. Rzuty odpowiednich przekrojów są podpisane takimi samymi literami, ale w nieco innej konfiguracji: A-A. Mówimy, że w wyniku przecięcia przedmiotu płaszczyzną A-A (ponieważ rozciąga się ona od górnej strzałki A do dolnej strzałki A) otrzymano widok przedstawiony na płaszczyźnie A-A. Dzięki tym oznaczeniom można mieć pewność, że rysunek zostanie odczytany i zinterpretowany w odpowiedni sposób.

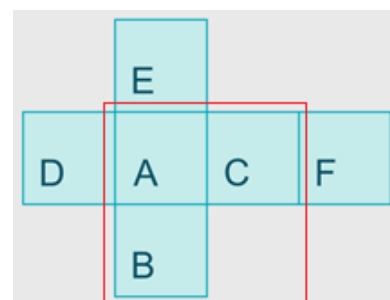


Rysunek 1.25 Skalowanie przedmiotów

Obok oznaczenia A-A znajduje się inne oznaczenie w nawiasie, a dokładniej (1:1). Jest to **skala** danego rzutu. Jeśli obiekt, który chcemy przedstawić na arkuszu jest zdecydowanie większy, niż format projektu, wtedy używamy skali. Oznaczenie 1:1 oznacza, że przedmiot przedstawiony na projekcie ma wymiary rzeczywiste. Jeśli skala miałaby postać 1:2, to oznaczałoby, że przedmiot jest **poniższy** dwukrotnie. Biorąc pod uwagę ten fakt wiemy, że przedmiot przedstawiony w

projekcie, w rzeczywistości będzie dwukrotnie **większy**. Jeśli natomiast skala była określona jako 2:1, to znaczyłoby, że przedmiot jest narysowany w dwukrotnym **powiększeniu**, czyli w rzeczywistości będzie on dwukrotnie **mniejszy**. Skalę stosujemy nie tylko w celu dopasowania przedmiotów do arkusza (Rysunek 24). Można tworzyć również wszelkiego rodzaju **szczegóły**. Powyższy opis jest analogiczny dla przekroju B-B.

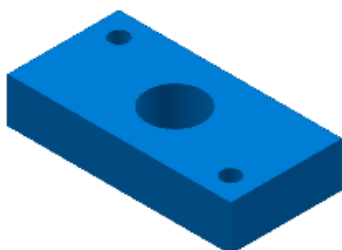
Zwróćmy też uwagę, że wszystkie wcześniej omówione elementy rysunku technicznego zostały zachowane. Rzut główny znajduje się w centralnej części, poniżej jest rzut z góry, a z prawej strony jego rzut lewy (Rysunek 1.25).



Rysunek 1.24 Rozmieszczenie rzutni przedstawiających przekroje



Oznaczono również widoczną w przekroju powierzchnię płaską, która nie jest bezpośrednio przecięta, ale widać ją w przekroju. **Zauważmy, że groty strzałek oznaczających płaszczyznę przekroju wskazują nam miejsca, w których należy dany przekrój narysować (Strzałka w prawo - rzut C, a strzałka w dół – rzut B).**



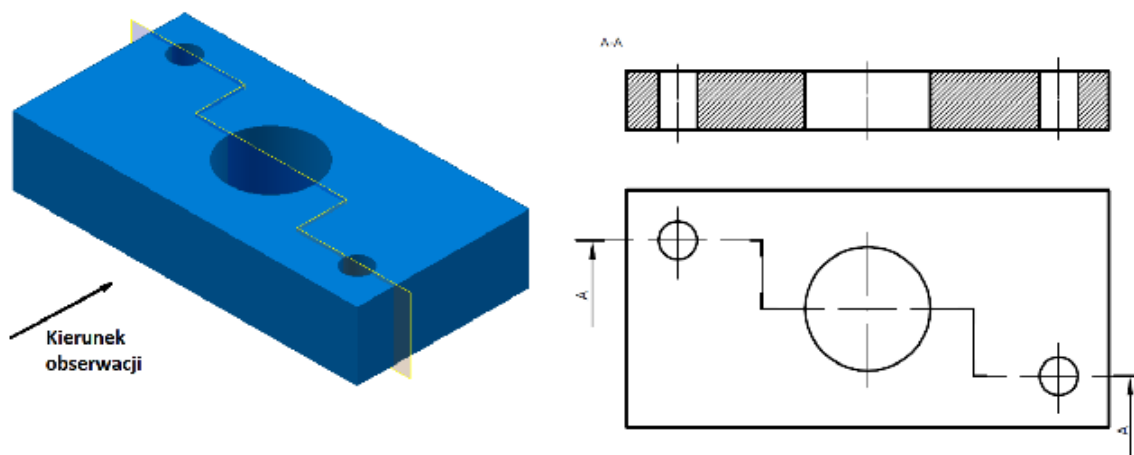
Rysunek 1.26 Bryła z 3 otworami przelotowymi

Rysunek techniczny wychodzi naprzeciw problemom i pozwala zastosować pewną formę tworzenia przekroi, którą nazywamy **przekrojem złożonym**.

Wyobraźmy sobie prostopadłościan, który ma 3 otwory: jeden większy w centralnej części, dwa mniejsze w przeciwległych narożnikach (Rysunek 1.26). By pokazać przekrój, którego widok przechodzi przez każdy otwór musielibyśmy wykonać aż 3 zwykłe przekroje. Możemy ułatwić sobie zadanie, wykonując przekrój złożony, którego

schemat tworzenia przedstawiono poniżej (Rysunek 1.27).

Tworzenie przekrojów złożonych jest sporym ułatwieniem i przyspieszeniem prac projektowych. Za pomocą jednej płaszczyzny (pozaginanej w odpowiednich miejscach) przecięliśmy naszą bryłę, ukazując jej najbardziej charakterystyczne elementy czyli otwory. Zauważmy, że wszystkie miejsca zgięcia płaszczyzny przekroju zaznaczone są linią grubą, podobnie jak zakończenia płaszczyzny przekroju (fragmenty linii przy strzałkach). Strzałki, jak już nam wiadomo, wskazują nam nie tylko samą płaszczyznę przekroju, ale i miejsce w którym powstanie obraz wykonanego przez nas przekroju (ponad naszym rysunkiem). Widok na przedmiot z góry jest oczywiście naszym widokiem głównym, ponieważ ukazuje wszystkie charakterystyczne elementy naszej figury. Zauważmy, że nie musimy tworzyć całego rzutowania dla tej bryły. Wystarczy wykonać przekrój złożony, tak jak przedstawiono to powyżej, a wykonawca czytający nasz projekt z pewnością odtworzy go z największą dokładnością.

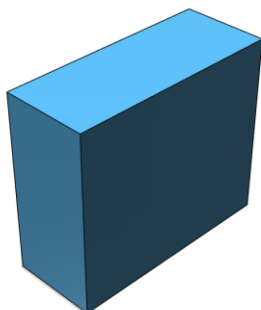


Rysunek 1.27 Schemat tworzenia przekroju złożonego

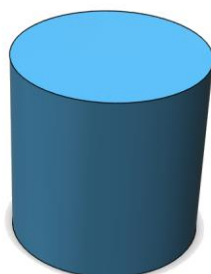


Zadania kontrolne:

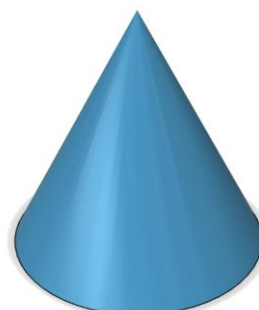
1. Wykonaj przekrój bryły:



a.



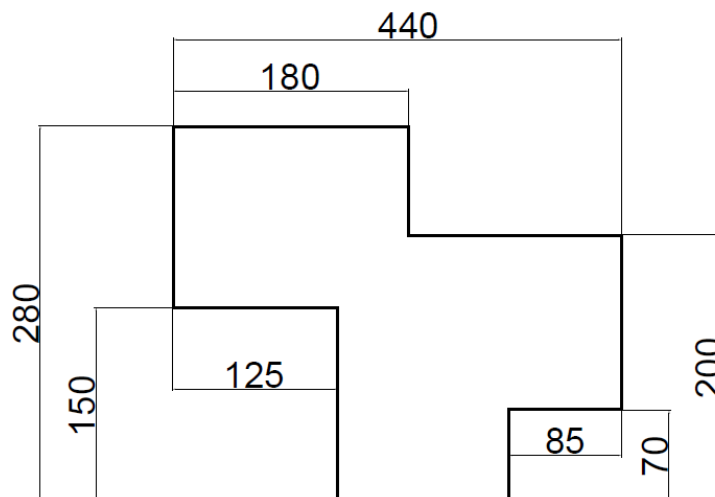
b.



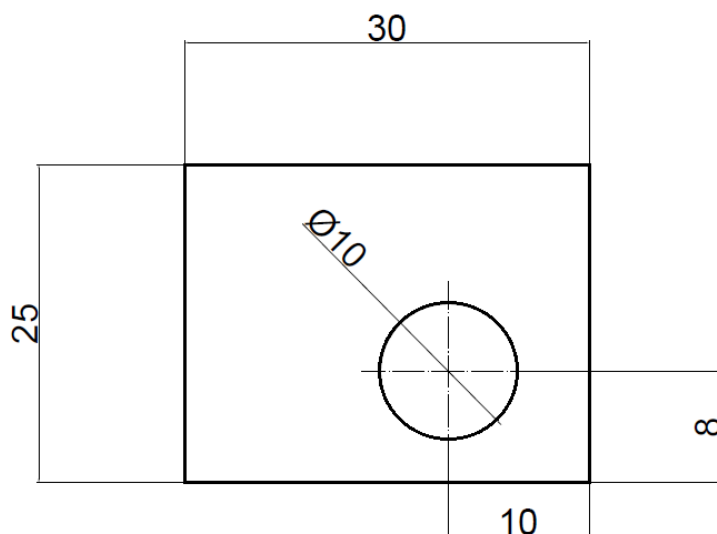
c.

2. Narysuj przedmiot w odpowiedniej skali:

a. Skala 1:2



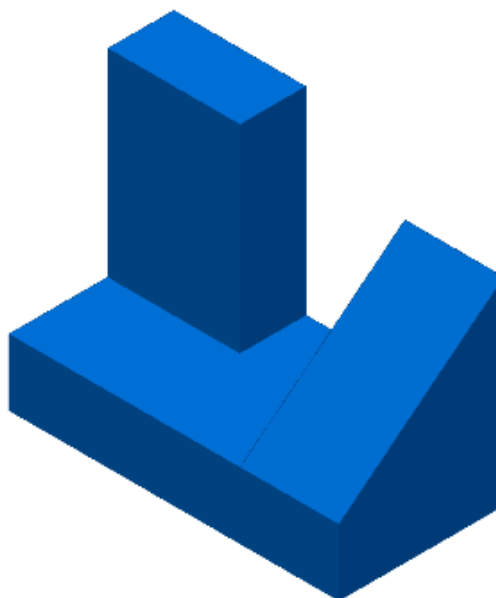
b. Skala 2:1



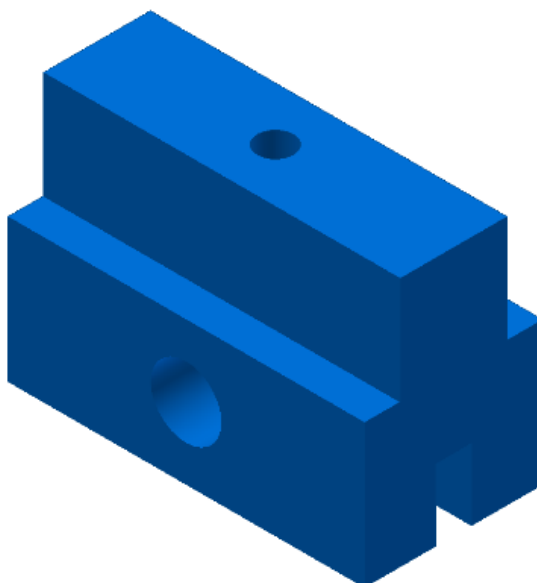


Sprawdź czy umiesz!

1. Wykonaj rzutowanie przedstawionego niżej przedmiotu.

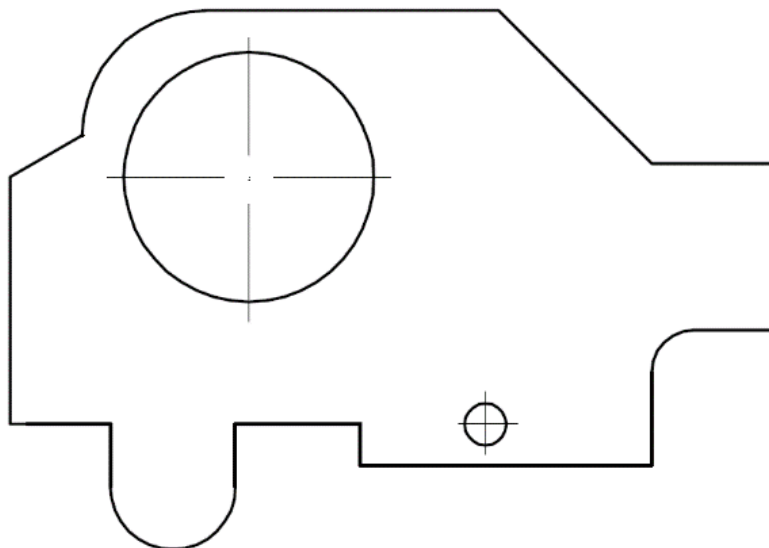


2. Wykonaj przekrój przedstawionego poniżej przedmiotu.





3. Zwymiaruj, pamiętając o wszystkich zasadach poprawnego wymiarowania rysunków technicznych) przedstawiony niżej rzut.

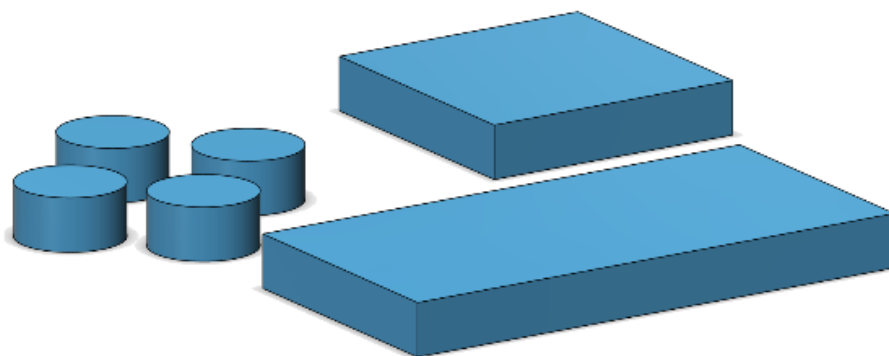




Zajęcia 3: Pierwszy projekty - Drewniany samochodzik

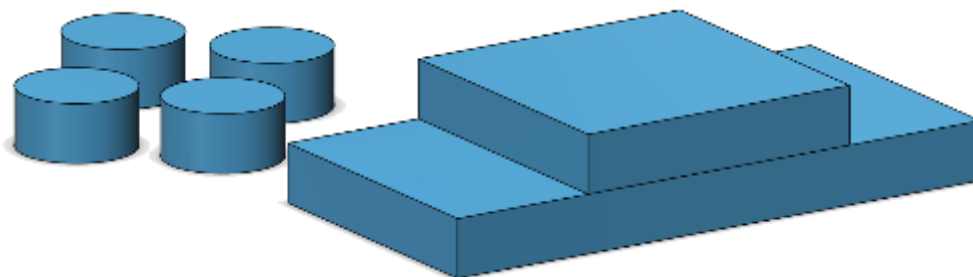
Pierwszym projektem będzie zbudowanie zabawki z drewna, przy wykorzystaniu poznanej wcześniej oprogramowania i własnej wyobraźni. Projekt, który będzie służył za przykład, to model samochodu wykonanego z drewna.

1. Należy wykonać modelowanie wizji w wirtualnej przestrzeni 3D. W tym celu uruchamiamy program 123D® Design. Na komputerze tworzymy nowy folder (np.: o nazwie „Projekt – SAMOCHÓD”) przeznaczony do zapisywania wszystkich obiektów przygotowywanych w ramach projektu.
2. Tworzymy prostopadłościan, o wymiarach 50x100x10mm [szerokość, długość, wysokość] i zapisujemy na komputerze.
3. Kreujemy prostopadłościan o wymiarach 50x50x10mm i zapisujemy.
4. Modelujemy walec o średnicy podstawy równej 20mm i wysokości 10mm.
5. Tworzymy nowy plik, do którego importujemy wszystkie bryły. Wstawiamy 4 kopie walca (Rysunek 2.1).



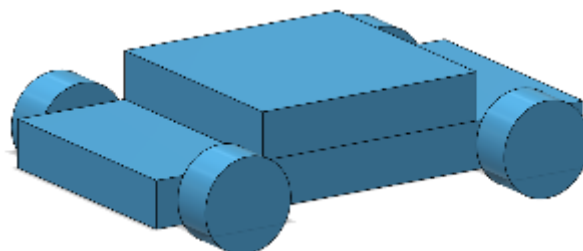
Rysunek 3.1 Elementy potrzebne do budowy samochodu

6. Za pomocą funkcji **Snap** łączymy prostopadłościany, klikając najpierw na górną powierzchnię mniejszego, a następnie na górną powierzchnię większego.



Rysunek 3.2 Połączone elementy nadwozia i podwozia

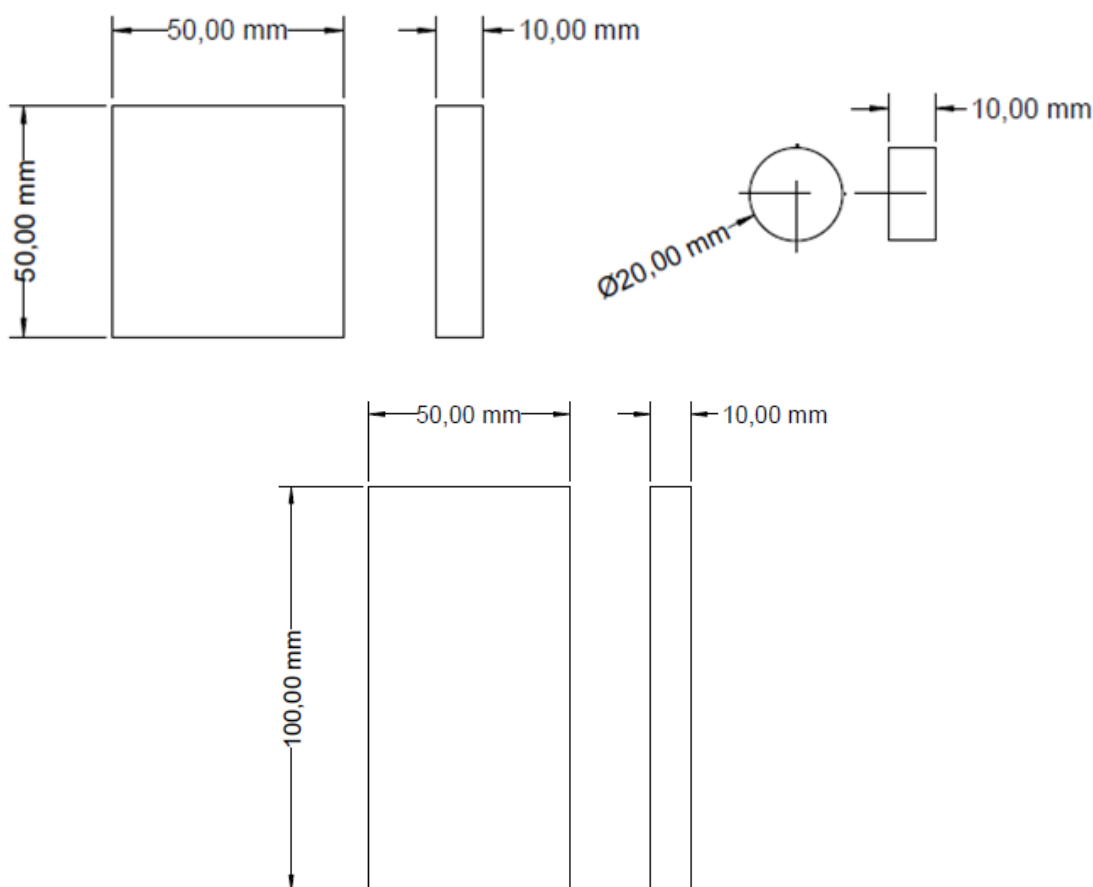
7. Ponownie wybieramy opcję „Snap”, klikamy na górną powierzchnię walca i zaznaczamy powierzchnię boczną naszej karoserii. Walec ustawia się w pionie obok prostopadłościanu dokładnie w połowie jego długości. Zaznaczając walec i wykorzystując opcję „Move”, przesuamy koła w odpowiednie miejsca, określając wartości przesunięcia +35, dla koła przedniego i -35 dla koła tylnego. Gotowy samochód (Rysunek 3.3).



Rysunek 3.3 Gotowy model samochodu

Gotowy model 3D należy odwzorować w rzeczywistości za pomocą elementów konstrukcyjnych przedstawione w przestrzeni dwuwymiarowej (2D).

8. Kolejnym krokiem jest określenie ilości materiału potrzebnego do budowy samochodu. W związku z tym dobieramy deskę o długości 152mm, szerokości 50mm i grubości 10mm.



Rysunek 3.4 Projekt elementów konstrukcyjnych samochodu



Wskazówka:

Warto przygotować więcej materiału – lepiej, by było go za dużo, niż za mało. Należy również pamiętać, że piły do cięcia drewna charakteryzują się pewną grubością elementu tnącego i posiadają szereg zębów powyginanych w przeciwnych kierunkach. Tnąc taką piłą po wyznaczonej linii deskę o długości 150mm otrzymamy fragmenty 49mm i 99mm, a do wykonania konstrukcji potrzebujemy fragmenty o długości 50mm i 100mm. Przy doborze materiału konieczne jest zachowanie naddatku na linię cięcia o grubości zgodnej z grubością elementu tnącego.

Należy postępować analogicznie, wybierając materiał na koła. W tym celu wykorzystujemy gotowy okrągły kołek o średnicy 20mm. Tniemy go „na plastry” w celu uzyskania 4 kół.

Uwaga: Kołek jest okrągły i trudno będzie się ciąć tak krótkie elementy, warto wykorzystać dłuższy kołek (naddatek 30mm). Tu również należy uwzględnić grubość cięcia (po 2mm na każde cięcie). Zatem w rzeczywistości będziemy potrzebowali: 4x10mm na każde koło 4x2mm na każdą linię cięcia oraz 30mm na naddatek do wygodnego cięcia. W sumie na koła potrzebujemy 78mm. Wszystkie elementy będziemy kleili.

Potrzebne materiały:

- deska o wymiarach 152x50x10mm [długość, szerokość, grubość],
- kołek drewniany długości 78mm o średnicy 20mm,
- klej do drewna,
- nasz projekt.

Potrzebne narzędzia:

- piła ręczna,
- miara,
- ołówek,
- ekierka,
- imadło,
- rękawice,
- papier ścierny.





ZASADY BHP

Papier ścierny – podobnie jak pilniki i tarniki, wyrób przeznaczony do obróbki ścierniej powierzchni przedmiotów drewnianych, metalowych lub z tworzyw sztucznych. Występuje w różnorodnej gradacji uzależnionej od przeznaczenia papieru do danej obróbki. Gradacja określa ilość ziaren przypadających na jednostkę powierzchni. Papier przeznaczony do obróbki zgrubnej posiada bardzo niskie numery gradacji (np.: P40, P80 – tzn. że na jednostkę powierzchni przypada 40 lub 80 ziaren materiału ściernego – najczęściej korundu). Papier ścierny do obróbki wykańczającej posiada zdecydowanie wyższe numery gradacji, np.: P800, P2500. Papier ścierny można podzielić na zwykły (do P300) i wodoodporny (powyżej P300 do P2500). Papier wodoodporny (zwany też „wodnym”) wykorzystywany jest do obróbki wykańczającej powierzchni w obecności wody lub nafty.



Zdjęcie 1 Papier ścierny

Piła ręczna – Samodzielne narzędzie służące do przerywania (przecinania) ciał stałych takich, jak metal, drewno, kamień itp. Piła składa się z zębatego ostrza zwanego **brzeszczotem**, który napięty jest w **ramie** piły. Ślad po cięciu piły nazywany jest **razem**. Jest on szerszy od grubości brzeszczotu. Jest to spowodowane naprzemiennym rozgięciem zębów piły na boki w celu zmniejszenia siły tarcia powstającej w trakcie cięcia. Brzeszczot posiada na swoich krawędziach dwa rodzaje zębów. Większe, do cięcia drewna i mniejsze do cięcia metalu.



Zdjęcie 2 Piła ręczna

Imadło – Przyrząd służący do mocowania przedmiotów poddawanych obróbce mechanicznej lub ręcznej. Imadło składa się z dwóch szczęk zaciskanych za pomocą śruby z pokrętłem. Posiada ramię wysięgowe pozwalające na zamontowanie go do stołu oraz kowadełko, na którym można przeprowadzać obróbkę materiałów za pomocą młotka. **UWAGA! Młotkiem możemy uderzać tylko w przedmioty oparte na kowadełku, uderzanie młotkiem w materiał oparty na szczękach lub w innej części imadła może spowodować jego trwałe uszkodzenie!**



Zdjęcie 3 Imadło

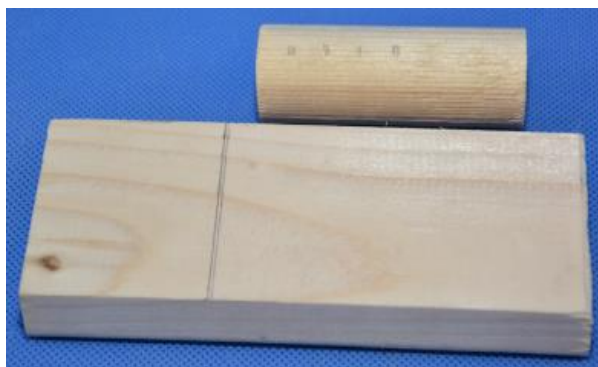


9. Na początek należy przygotować elementy do cięcia. Na desce za pomocą miary odmierzymy 50mm od jednej z jej krawędzi. Zaznaczamy to miejsce za pomocą ołówka.



10. Wyznaczamy linię cięcia. W tym celu przykładamy ekierkę do krawędzi deski tak, aby zachować kąt prosty pomiędzy krawędzią deski, a linią cięcia przechodzącą przez wcześniej zaznaczony punkt (linię zaznaczamy ołówkiem). Ponownie odmierzamy 2mm od zaznaczonej linii i, analogicznie do poprzednich kroków, rysujemy drugą linię równoległą do pierwszej.

W ten sposób otrzymaliśmy linię cięcia o grubości 2mm. Dla pewności zmierzmy raz jeszcze naszą deskę miarą sprawdzając, czy wszystkie wymiary się zgadzają.





Wskazówka: Zawsze mierz 5 razy, a tnij raz. Nigdy na odwrót!

11. Postępujemy analogicznie z odmierzaniem odległości na kołku. Tu nie trzeba rysować już linii dookoła, wystarczy krótka kreseczka oznaczająca każdy istotny punkt. Gdy upewniliśmy się, że deska jest właściwie oznaczona, przystępujemy do cięcia.
12. Montujemy deskę w imadle tak, jak pokazano na zdjęciu, ubieramy rękawice i przystępujemy do cięcia.



13. Gotowe, ucięte elementy są postrzępione. W celu wygładzenia powierzchni i usunięcia postrzępień, szlifujemy krawędzie papierem ściernym. Prace te wykonujemy w rękawiczkach.



14. Kolejnym krokiem jest wykonanie karoserii samochodu. W tym celu skleamy większą płytkę z mniejszą. Mniejszą drewnianą płytkę smarujemy klejem i przyklejamy do



większej, ustawiając ją w odległości 25mm od krótszej krawędzi większej deski jak na obrazku poniżej.



15. Tak jak przy projektowaniu przestrzennym, teraz przyklejamy kółka w odległości 35mm (w przód oraz w tył) licząc od środka podwozia do środka koła.
Po wyschnięciu kleju samochód jest gotowy.



Teraz spróbujcie stworzyć własną konstrukcję (np.: czołg, lokomotywa) na wzór zaprezentowanej tutaj. Powodzenia!

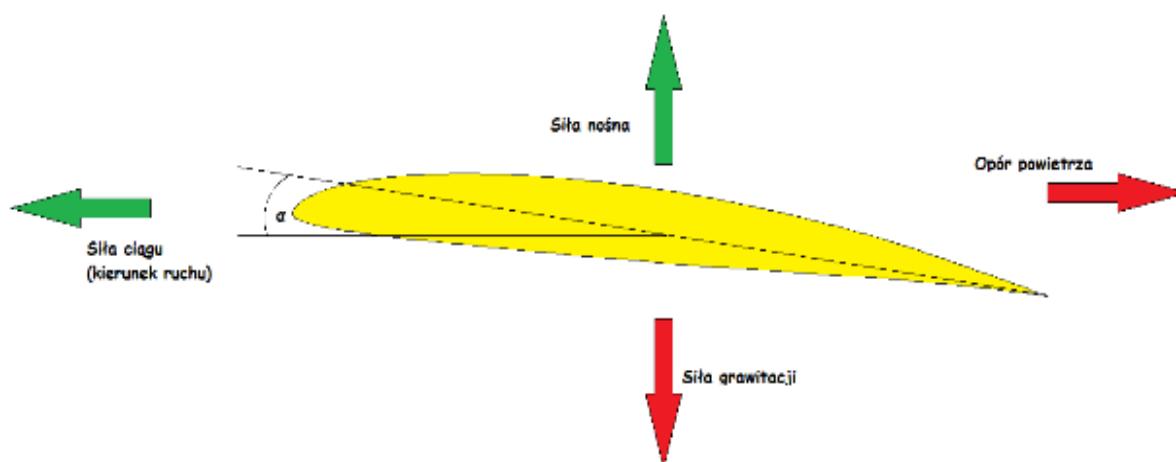


Zajęcia 4: Samolot – spełnienie marzeń o lataniu

Człowiek od zawsze marzył o lataniu. Wielcy wynalazcy, wizjonerzy i konstruktorzy nie ustawali w wysiłkach, by zbudować maszynę, która pozwoli im się wzbić w powietrze. Ciekawość z czasem przerodziła się w osobną dziedzinę nauki zwaną **aeronautyką**, która zajmuje się szeroko pojętym lotnictwem. Ze względu na wiele zmiennych czynników, jakie mają wpływ na wybór rozmiarów i kształtów skrzydeł, wybranego usterzenia, czy określenia napędu samolotu, nie można określić sztywnych ram, w które wpisałaby się aeronautyka. Istnieje dużo różnych rodzajów samolotów (np.: samoloty pasażerskie, odrzutowce), którym stawiane są bardzo różne wymagania, dlatego też większość rozwiązań stosowanych w lotnictwie bazuje na wieloletnich badaniach, testach i eksperymentach opartych o zagadnienia teoretyczne. Aeronautyka jest bardzo skomplikowaną i trudną dziedziną, w której bardzo wyraźnie widać różnice pomiędzy teorią, a praktyką, tzn. że coś, co teoretycznie nie ma prawa latać, okazuje się najlepszym poszukiwanym rozwiązaniem.

Głównym pojęciem aeronautyki jest **siła nośna**, czyli siła działająca na ciało poruszające się w wodzie lub powietrzu prostopadła do kierunku ruchu tego ciała. To dzięki sile nośnej samoloty latają. Oprócz siły nośnej na samolot działają też inne siły: **siła ciągu** – czyli siła generowana przez napęd (silniki śmigłowe, odrzutowe itp.), która pozwala aby samolot poruszał się w przód, **siła oporu** – obrazująca opór powietrza, jaki powstaje w trakcie lotu oraz **siła grawitacji** – czyli ciężar własny samolotu, jaki musi zostać podniesiony (siła przyciągania ziemskiego). **Czerwone strzałki** obrazują siły **negatywne**, co do których dąży się aby były jak najmniejsze. **Strzałki zielone** oznaczają siły **pozytywne** – dąży się do osiągnięcia ich maksymalnych wartości. **Kluczem do uzyskania maksymalnych osiągnięć samolotu jest wyznaczenie idealnej, wzajemnej zależności pomiędzy wszystkimi czterema siłami.** Jest to bardzo trudne, ponieważ zbyt lekki samolot (mała siła ciężkości) o bardzo dużej powierzchni nośnej (sile nośnej) będzie bardzo mało zwrotny i podatny na każdy podmuch wiatru, z kolei samolot zbyt szybki (za duża siła ciągu) spowoduje powstanie zbyt dużych oporów powietrza (wzrost siły oporu).

Samolot lata, ponieważ siła nośna wytwarzana przez jego skrzydła jest większa od siły grawitacji, a siła ciągu generowanego przez silnik jest większa, niż siła oporów powietrza. Zaznaczony na rysunku **kąt α** jest zwany **kątem natarcia skrzydła**. Jest to optymalny kąt dla ustawienia skrzydeł względem kierunku ruchu, który pozwala na osiągnięcie maksymalnej siły nośnej. Kąt ten jest wyznaczany doświadczalnie dla każdego profilu skrzydła.



Rysunek 4.1 Rozkład sił działających na skrzydło samolotu w trakcie lotu

Samolot widziany z góry swoim kształtem przypomina krzyż. Podłużny, opływowy kadłub jest głównym elementem samolotu. To w jego wnętrzu znajdują się najważniejsze części maszyny, od kokpitu (kabiny pilotów), po przestrzeń ładunkowe. Ważne jest, aby stawał on jak najmniejszy opór podczas lotu, dlatego zazwyczaj spotyka się samoloty z kadłubami o przekroju okrągłym.

Skrzydła są drugim najważniejszym elementem samolotu. Przyjmują różne kształty i, w zależności od przeznaczenia samolotu, posiadają różne profile. Niezależnie jednak od rodzaju samolotu, ich rola jest taka sama – wytworzenie odpowiedniej siły nośnej.

Ogon jest ostatnim i najważniejszym elementem samolotu. To dzięki niemu samolot może zwiększać lub zmniejszać swoją wysokość, a także skręcać. Najczęściej spotyka się ogony, które kształtem przypominają odwróconą do góry nogami literę „T”. Ogon posiada dwa stery. **Statecznik pionowy**, dzięki któremu samolot może skręcać, oraz **statecznik poziomy**, dzięki któremu samolot może zmieniać wysokość lotu.

Istotnym elementem konstrukcyjnym samolotu jest wzajemne położenie skrzydeł i ogona. Ogon umieszczony jest zazwyczaj powyżej linii skrzydeł. Jest to konieczne, ponieważ powietrze opływające skrzydło ulega zawirowaniom. Gdyby usterzenie samolotu (ogon) miało działać w powietrzu o takim zaburzonym przepływie, nie spełniałoby swoich zadań w sposób prawidłowy (sterowanie samolotem byłoby utrudnione, a nawet całkiem niemożliwe).

Siła ciągu generowana jest przez **śmigło** w samolotach z **napędem śmigłowym** lub przez silnik odrzutowy. Istnieje jeszcze rodzaj samolotów bez żadnego napędu – są to **szybowce**, które wykorzystują prądy powietrzne i kominy powietrzne do lotów i utrzymywania się w powietrzu.



Budowa samolotu

Potrzebne materiały:

- Projekt samolotu,
- Arkusz depronu o wymiarach 297x210 (A4) o grubości 6mm,
- Klej szkolny,
- Klej cyjanoakrylowy,
- Śruba stalowa M4,
- 2 patyczki do szaszłyków (opcjonalnie).

Potrzebne narzędzia:

- Nóż do tapet,
- Podkładka do cięcia,
- Nożyczki,
- Linijka,
- Rękawiczki lateksowe,
- Kawałek folii,
- Drobnny papier ścierny.



ZASADY BHP

Klej cyjanoakrylowy (CA) – Bardzo mocny klej sekundowy. Występuje w 3 odmianach (rzadki, średni lub gęsty). Każda odmiana charakteryzuje się inną lepkością, a co za tym idzie widocznością spoiny i czasem jej wiązania. Klej błyskawiczny łączy materiały już w kilka sekund! Rozróżnia się też odmianę uniwersalną i odmianę „styro” do klejenia materiałów takich, jak depron czy styropian. Kleje te doskonale łączą różnego rodzaju materiały, od tworzyw sztucznych po skórę!

UWAGA! Kleje te nie kleją folii, dlatego ważne jest, by miejsce pracy było nią zabezpieczone, a na dłoniach znajdowały się rękawice lateksowe. Podczas użytkowania kleju w miejscu powstawania spoiny zachodzi reakcja egzotermiczna z wydzielaniem ciepła. Skutkiem ubocznym tej reakcji są również wydzielające się opary, które działają bardzo drażniąco na oczy! Każdy kontakt ze skórą należy niezwłocznie zgłaszać u prowadzącego. W przypadku



kontakty z oczami konieczna jest NATYCHMIASTOWA INTERWENCJA LEKARZA!



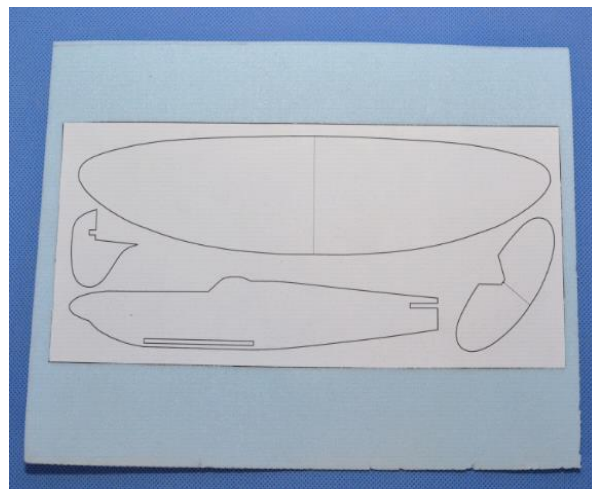
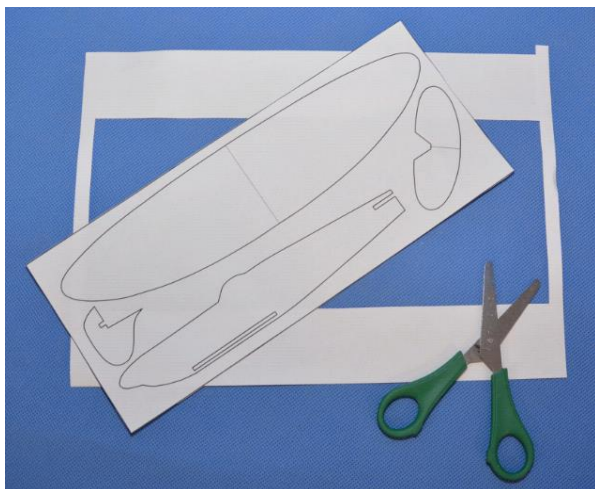
Zdjęcie 4 Klej cyanoakrylowy

Nóż do tapet – narzędzie o bardzo ostrym (wymennym) ostrzu, służącym do precyzyjnego cięcia cienkich materiałów (np.: papier). Ostrze noża jest zbudowane z kilku naostrzonych segmentów, które wraz ze wzrostem zużycia odłamuje się i zastępuje kolejnymi ostrzami wysuwanymi z rękojeści noża. Nóż do tapet posiada obrotową blokadę dzięki której możemy dostosować długość ostrza do naszych potrzeb i zablokować jego położenie przed wykonaniem niezbędnej pracy. Ze względów bezpieczeństwa przy wykonywaniu pracy nożem do tapet należy używać rękawic, aby chronić swoje ręce przed ewentualnym skałeczeniem oraz podkładki (aby nie zniszczyć powierzchni stołu lub innych mebli).



Zdjęcie 5 Nóż do tapet

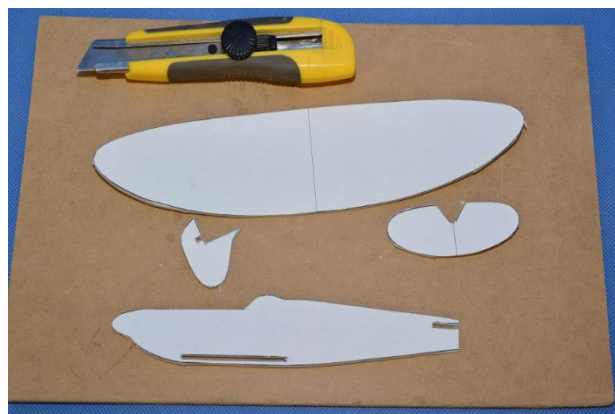
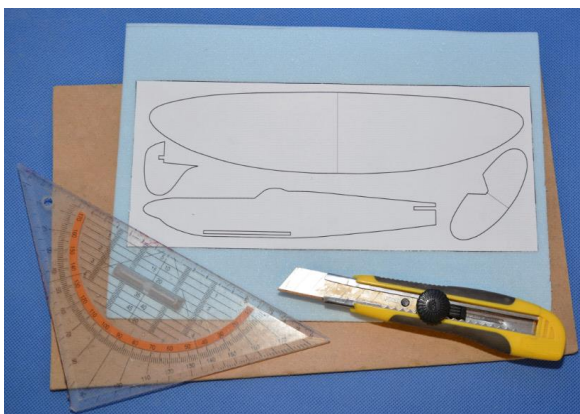
1. Wycięcie projektu i przyklejenie go klejem biurowym do arkusza depronu.



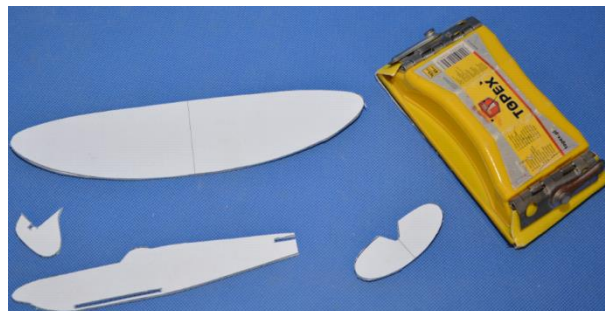
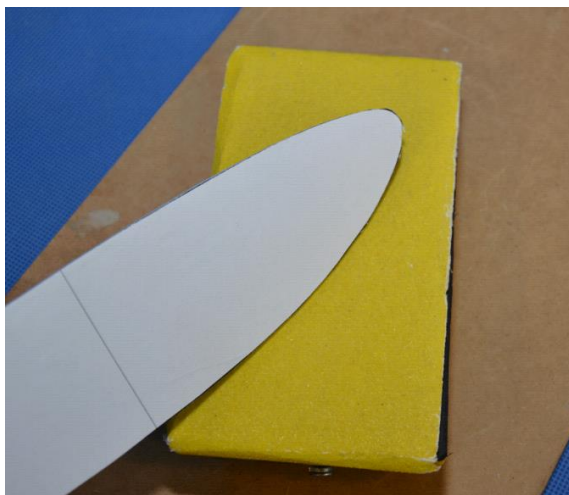
Wskazówka: Jeśli istnieje taka możliwość warto wykonać ten punkt dzień wcześniej i położyć na tak przygotowany arkusz coś ciężkiego, np.: grubą książkę. Dzięki temu zabiegowi projekt przyklei się do arkusza depronu równo i dokładnie.

2. Wycinamy elementy samolotu za pomocą noża do tapet.

UWAGA! Nóż jest bardzo ostry!

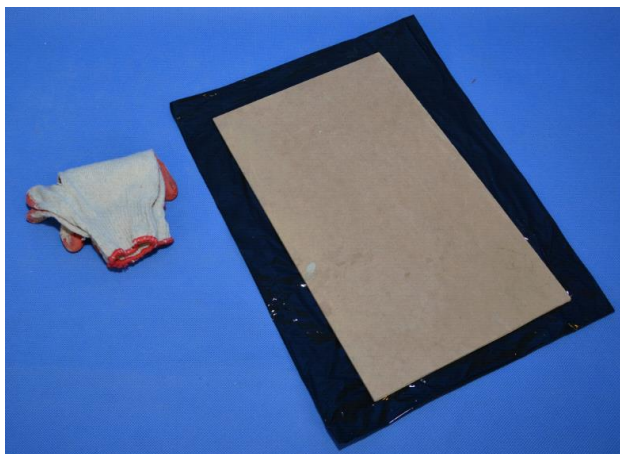


3. Szlifujemy postrzępione krawędzie w celu uzyskania zaokrągleń i odpowiedniego profilu skrzydła.

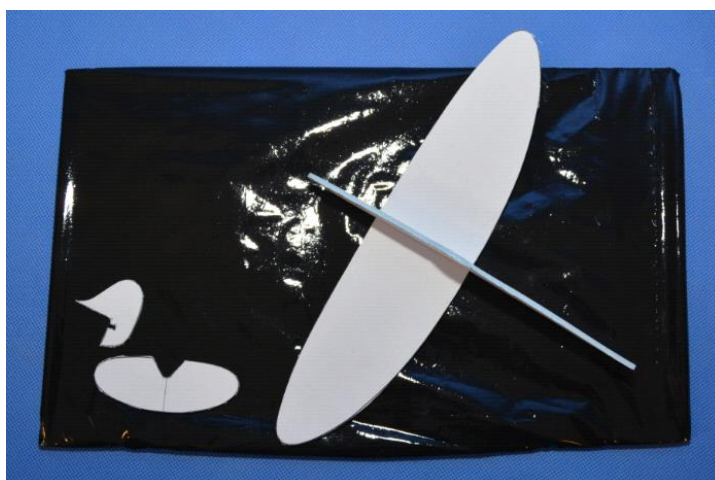


4. Przed przystąpieniem do klejenia należy obłożyć podkładkę folią w celu zabezpieczenia stołu przed pobrudzeniem klejem oraz ubrać rękawice lateksowe.

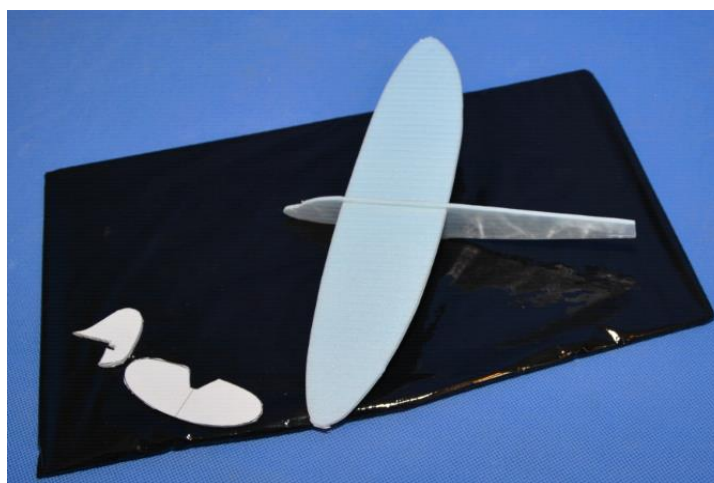
UWAGA! Klej cyjanoakrylowy wiąże bardzo szybko i jest bardzo mocny. Należy zachować szczególną ostrożność i nie dopuścić do kontaktu kleju ze skórą!



5. Przekładamy skrzydło przez otwór w kadłubie tak, jak na zdjęciu.



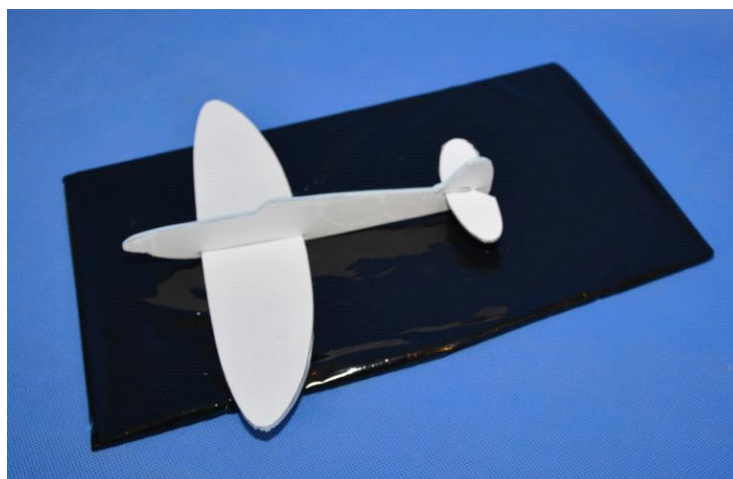
6. Odwracamy samolot do góry nogami. Połączenie ostrożnie zalewamy klejem cyjanoakrylowym do styropianu.



7. Mocujemy statecznik poziomy w tylnej części samolotu.



8. Połączenie utrwalamy, zalewając je klejem.
9. Montujemy statecznik pionowy. Ponownie używając kleju, wzmacniamy połączenie.



10. W celu odpowiedniego wyważenia samolotu wklejamy w miejscu śmigła stalową nakrętkę M5.



11. Gotowy samolot



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

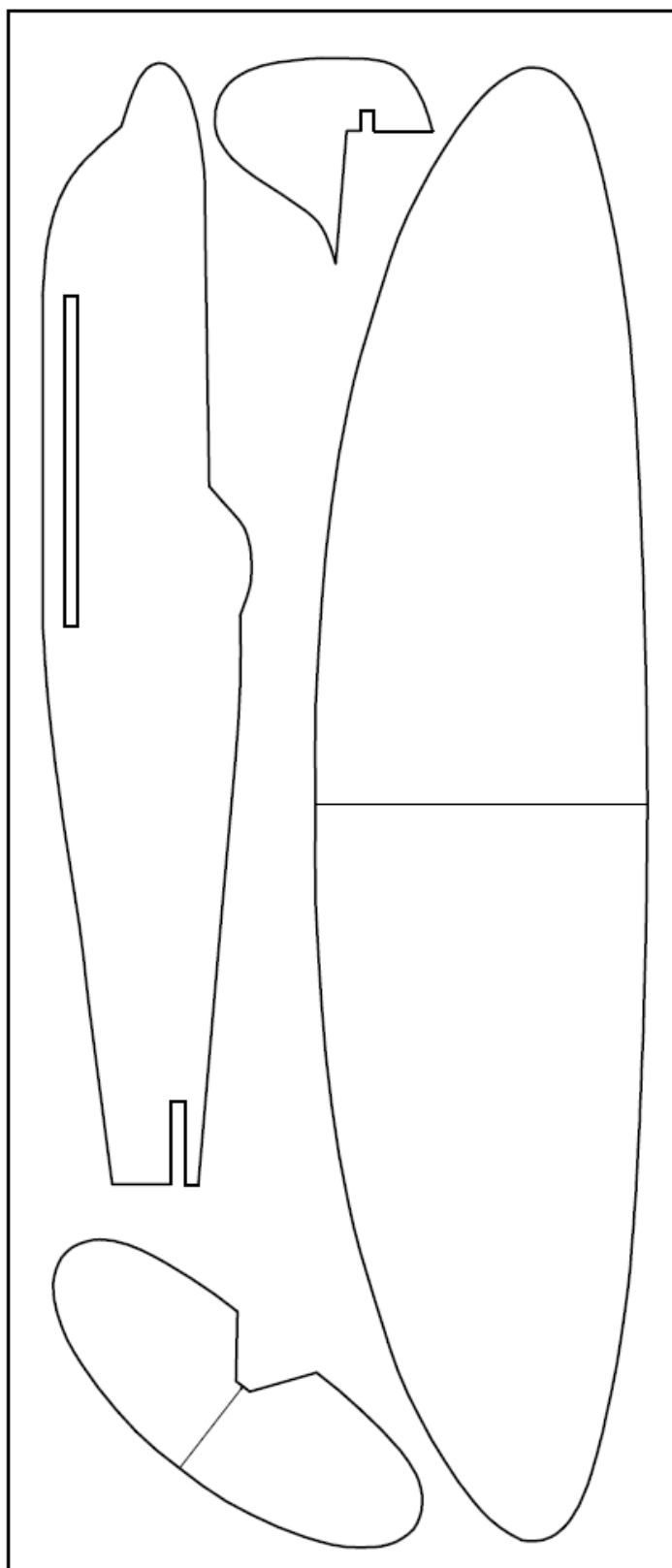


UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY





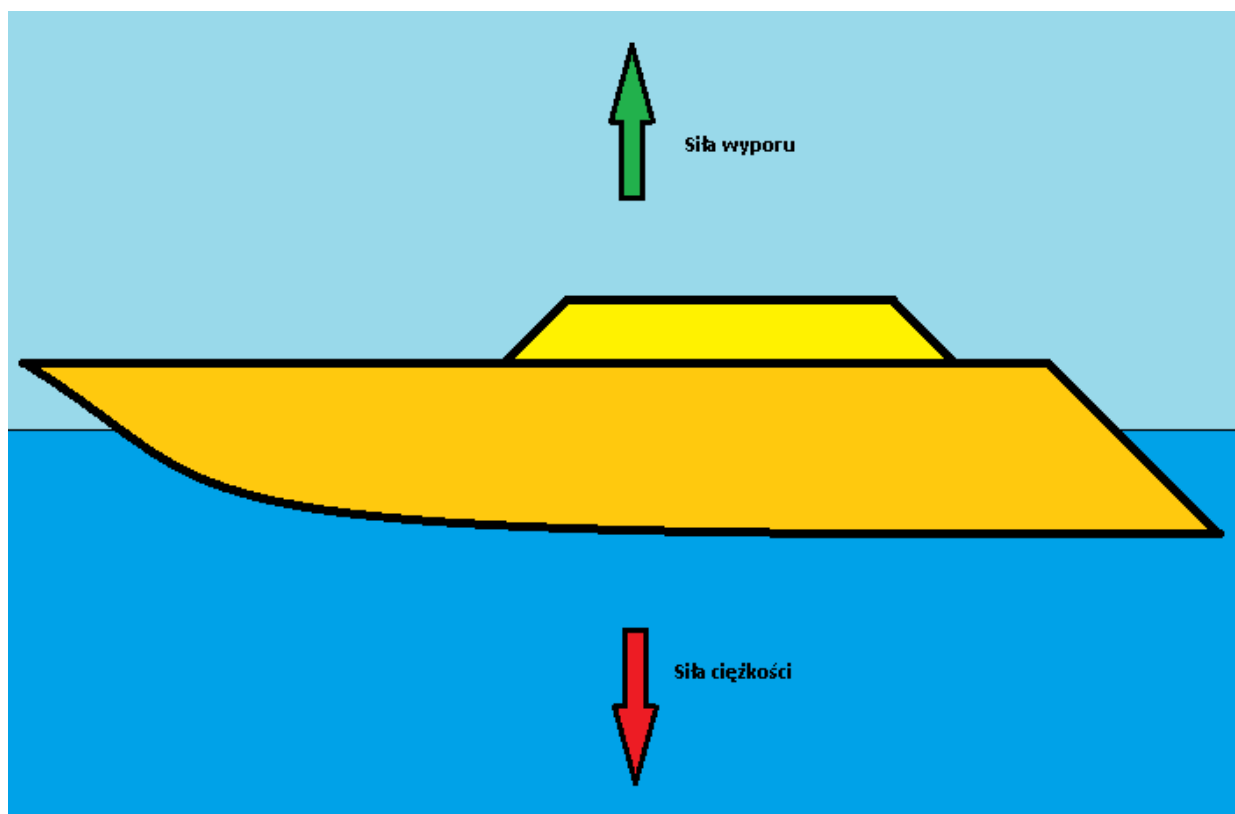
12. Przykładowy projekt:





Zajęcia 5 i 6: Dlaczego co ma pływać nie utonie? Jak wprowadzić motorówkę w ruch?

Siła wyporu to siła działająca na ciało znajdujące się w wodzie (lub innej cieczy). Występuje ona jedynie jako przeciwieństwo siły grawitacji, czyli jest skierowana pionowo w górę. Siła wyporu jest równa ciężarowi płynu wypartego przez to ciało. Zależy ona głównie od gęstości płynu i objętości przedmiotu, który jest w nim zanurzony. Dzięki sile wyporu statki płyną na powierzchni wody (tak samo, jak samoloty latają dzięki sile nośnej). Z fizycznego punktu widzenia siła nośna jest tym samym, co siła wyporu. Prawo to określa się mianem **Prawa Archimedesesa**, na cześć jego odkrywcy – Archimedesesa z Syrakuz.



Rysunek 5.1 Rozkład sił działających na łódkę

Prawo Archimedesesa:

Siła działająca na ciało zanurzone w płynie jest równa ciężarowi płynu wypartego przez to ciało.



Łódź, podobnie jak samolot, podlega działaniu prawa Archimedesesa. W przypadku łodzi możemy pominąć siłę ciągu i siłę oporu, ponieważ prawo to działa na łódź nawet, gdy się nie porusza, a tylko unosi się na wodzie (samolot musi być w ruchu aby zostało spełnione to prawo). Fakt ten nie wyklucza konieczności zastosowania optywowego kształtu łodzi. Charakterystyczny, zaokrąglony kształt dna nie jest przypadkowy. Siła wyporu zależy od **masy** oraz **wymiarów** łodzi. W celu wykorzystania łodzi do transportu ciężkich ładunków buduje się je w postaci sporych, opływowych i pustych w środku konstrukcji.



Rysunek 5.2 Rodzaje dna łodzi

Nie wyklucza to jednak możliwości zastosowania wszystkich kształtów dna. Łodzie o płaskim dnie wyposażone w bardzo silny napęd (przeważnie jest to wielki wiatrak umieszczony z tyłu łodzi, nad powierzchnią wody) wykorzystywane są do pływania po bardzo płytkich akwenach wodnych, na których dnie mogą znajdować się różnorodne przeszkody (jak np.: bagna). Dzięki płaskiemu dnu i dużej prędkości generowanej przez napęd, łódź jest zdolna do **ślizgu**. Zjawisko **ślizgu hydrodynamicznego** występuje, gdy **siła wyporu hydrodynamicznego (siła wyporu łodzi w ruchu) wywołana przez poruszający się kadłub będzie większa od siły wyporu hydrostatycznego (siła wyporu łodzi w spoczynku) na tyle, że kadłub wyłoni się ponad powierzchnię wody**. Przykładem maszyny wykorzystującej to



Rysunek 5.3 Ślizgacz bagieny



zjawisko jest **ślizgacz bagienny**. Zjawisko to wykorzystują również **motorówki**.

Zaokrąglone dno jest najpopularniejszym dnem stosowanym w większości łodzi, ponieważ posiada uniwersalne zalety. Łódź o takim kształcie można wykorzystywać do rekreacji, w sportach wodnych oraz w przemyśle (barki, holowniki, promy).

Łodzie, a raczej statki o charakterystycznym, szpiczastym kształcie dna są wykorzystywane w dalekomorskim transporcie sporych ładunków. Przykładem takiego statku jest kontenerowiec.



Rysunek 5.4 Kontenerowiec

Każda łódź, by się poruszać, potrzebuje elementu napędowego. Rozróżniamy trzy główne rodzaje napędów, stosowanych w budowie łodzi:

- **napęd wiosłowy** - najstarszy napęd wykorzystywany przez człowieka, polegający na wykorzystywaniu **wioseł** do wytworzenia odpowiedniego pędu za pomocą ludzkich mięśni.



5.5.Łódź wiosłowa



- **napęd żaglowy** – żagiel, czyli płótno rozciągnięte na maszcie, wykorzystuje siłę wiatru do wytworzenia odpowiedniego pędu łodzi.



5.6 Łódź żaglowa

- **napęd motorowy** – napęd wykorzystujący w swoim działaniu silnik elektryczny lub spalinowy.



5.7 Łódź motorowa



W napędzie motorowym elementem napędzającym łódź jest **śruba napędowa**. **Śruba napędowa** kształtem przypomina **śmigło**, jednak posiada mocniej zakrzywione łopaty, dzięki czemu nazwę swą zawdzięcza spirali, jaka powstaje poprzez obrót śruby wokół własnej osi.

Budowa motorówki

Potrzebne materiały:

- projekt motorówki,
- arkusz depronu o wymiarach 297x210 (A4) o grubości 6mm lub tacka jednorazowa,
- klej cyjanoakrylowy do styropianu,
- klej na gorąco,
- silnik prądu stałego (3V),
- kosz na baterie,
- baterie,
- przełącznik,
- przewody,
- cyna do lutowania,
- koszulka termokurczliwa,
- śruba okrętowa z klocków LEGO® 2421,
- stary wkład do długopisu.

Potrzebne narzędzia:

- nóż do tapet,
- podkładka do cięcia,
- linijka,
- rękawiczki lateksowe,
- kawałek folii,
- drobny papier ścierny,
- lutownica,
- zapalarka do gazu.





ZASADY BHP

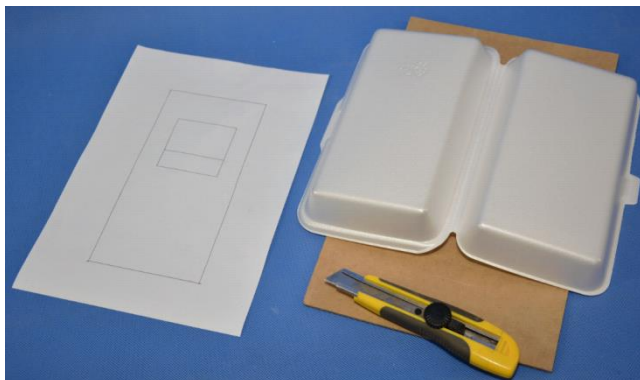
Pistolet do kleju na gorąco – Narzędzie elektryczne służące do przetapiania i rozprowadzania kleju (dostarczanego do pistoletu w postaci lasek). Dzięki energii elektrycznej spirala grzejna upłynnia klej i pozwala na jego swobodne rozprowadzenie po klejonej powierzchni. Służy do klejenia drewna, metali, kamienia i tworzyw sztucznych. Klejenie odbywa się poprzez nałożenie kleju na klejone elementy i złączenie ich, zanim roztopiony klej wystygnie i zwiąże (zwykle w ciągu pierwszych 10-20 sekund po nałożeniu kleju). Klej osiąga swoją maksymalną trwałość po 5 minutach od momentu sklejenia elementów. **Uwaga! W celach bezpieczeństwa klejenie klejem na gorąco przeprowadza się TYLKO w rękawicach ochronnych. Przetopiony klej nałożony na klejone powierzchnie osiąga temperaturę nawet 200°C! Bardzo łatwo się poparzyć przez odrobinę nieuwagi.**



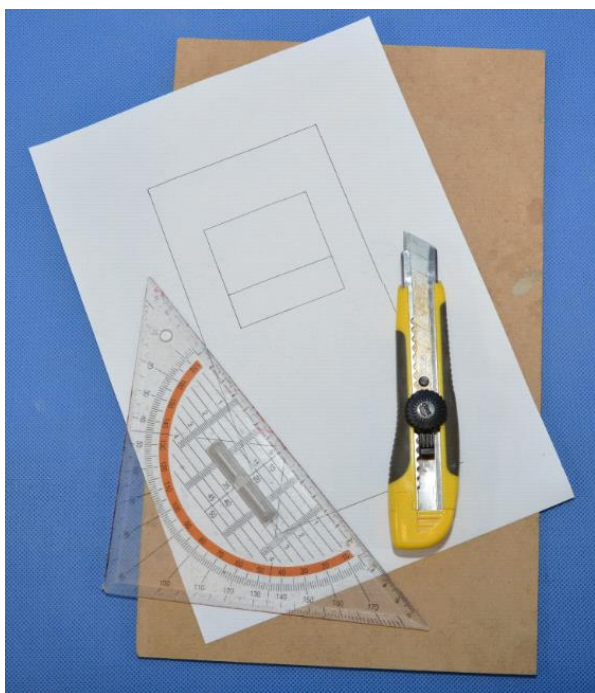
Zdjęcie 6 Pistolet do kleju na gorąco



Przecinamy depronowy pojemnik w miejscu łączenia części górnej z dolną. Odcinamy wystający element zamknięcia.



1. Wycinamy projekt i przyklejamy go za pomocą kleju biurowego do wewnętrznej powierzchni górnej części tacki.

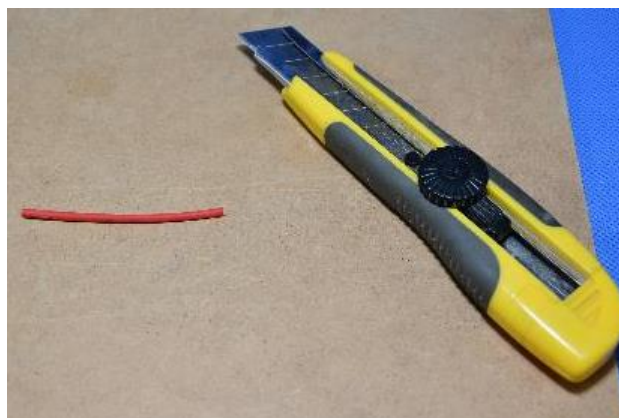


2. Wycinamy otwór i nacinamy krawędź zgodnie z liniami cięcia.

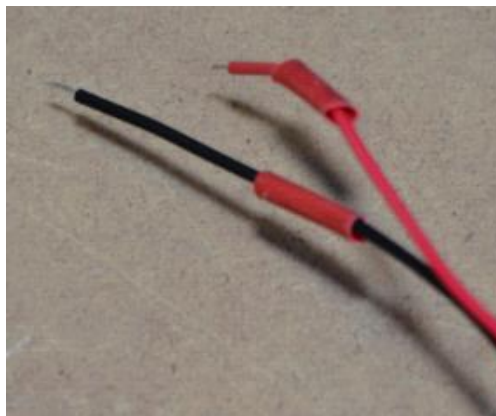


3. Odginamy „owiewki”.





7. Zakładamy koszulki izolacyjne na okablowanie koszyka na baterie.



8. Przylutowujemy czerwony przewód od koszyka na baterie do prawej skrajnej nóżki przełącznika. **UWAGA! Należy upewnić się, czy przed wykonaniem tej operacji na czerwony przewód nawleczona jest koszulka termokurczliwa.**

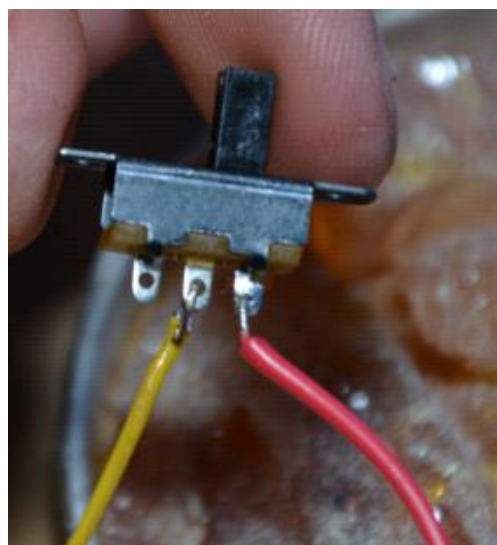




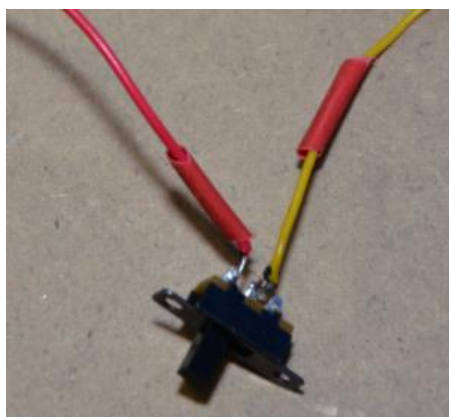
9. Oblutowujemy końcówki przewodu, z którego wcześniej zdjęto fragmenty izolacji.



10. Przylutowujemy przewód do środkowej nóżki przełącznika.

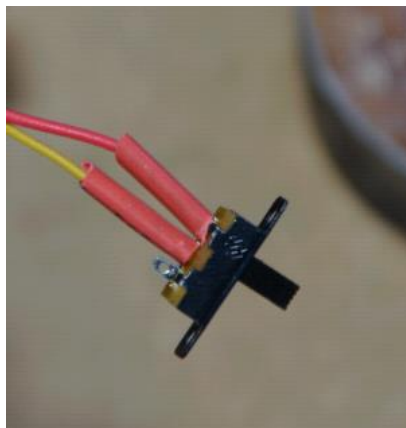


11. Nawlekamy koszulkę termokurczliwą na świeżo przylutowany przewód.

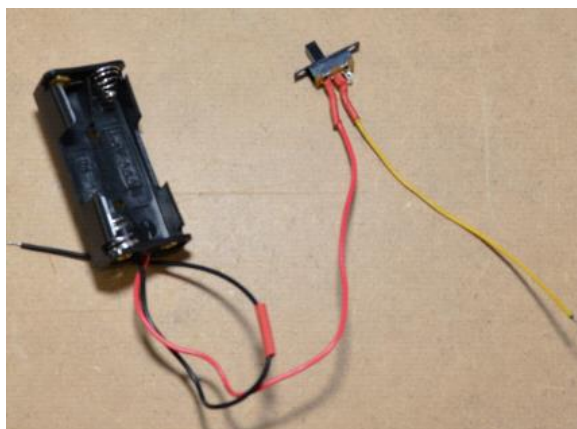




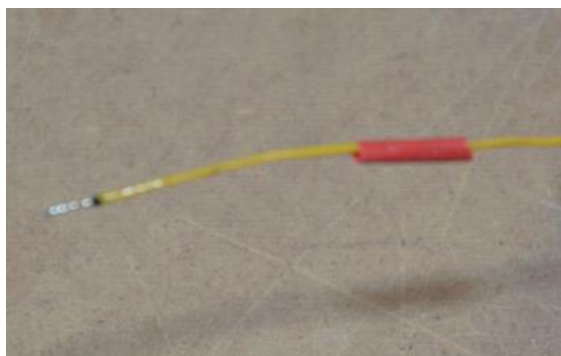
12. Naciągamy koszulki termokurczliwe na nóżki przełącznika (tak by całkowicie zakrywały miejsca lutowania).



13. Obkurczamy koszulkę termokurczliwą na połączeniu przy wykorzystaniu zapalniczki. **UWAGA! Koszulki należy trzymać w pewnej odległości nad płomieniem. Zbyt bliskie zbliżenie koszulek do płomienia może skutkować ich trwałym uszkodzeniem!**



14. Nakładamy kolejną koszulkę termokurczliwą na przewód przylutowany do środkowej nóżki przełącznika.

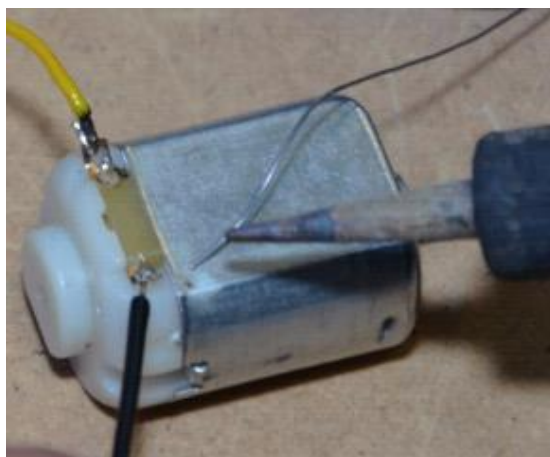




15. Przylutowujemy końcówkę przewodu do jednej z nóżek silnika.

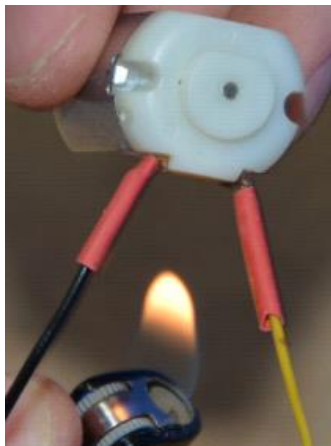


16. Przylutowujemy do drugiej nóżki silnika czarnego przewodu od koszyka na baterie.
UWAGA! Należy zwrócić uwagę przed lutowaniem, czy koszulki termokurczliwe są nawleczone na przewody.

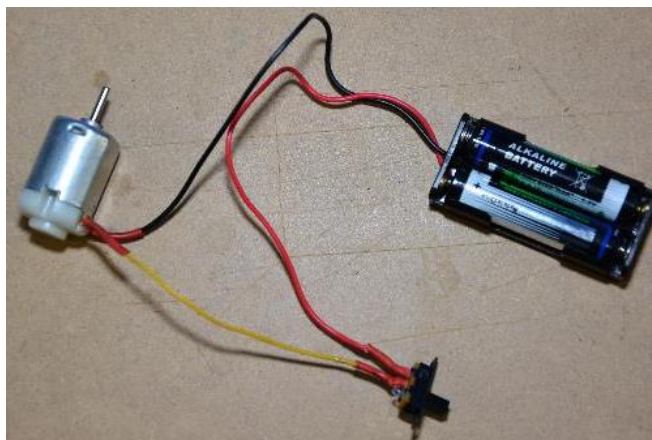




17. Naciągamy koszulki termokurczliwe na nóżki silnika, tak aby miejsca lutowania były całkowicie zasłonięte. Obkurczamy koszulki za pomocą zapalniczki.



18. Montujemy baterie w koszyku. Przeprowadzamy test poprawności działania układu. Układ napędowy jest gotowy. Przed zamontowaniem go w łodzi należy sprawdzić czy działa poprawnie.



19. Wrysowujemy prostokąt o wymiarach 4x10[mm] na prawym boku górnej części pojemnika. Wycinamy otwór.





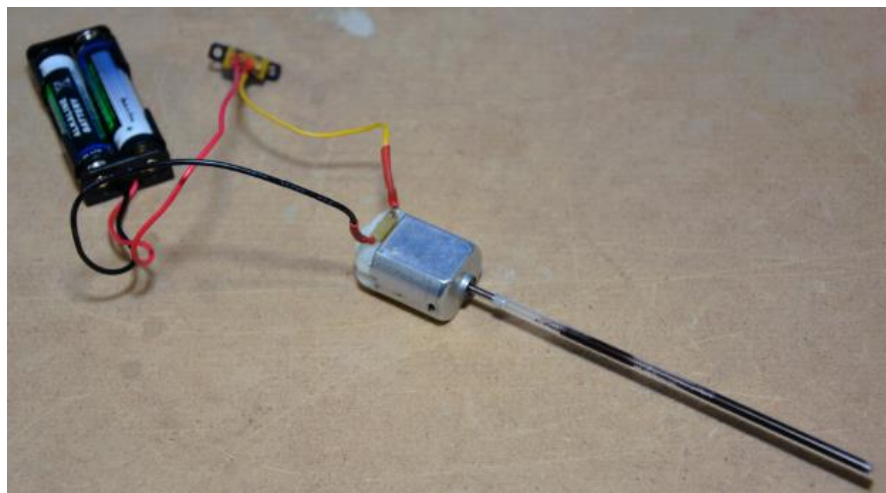
20. Zaznaczamy krzyżykiem punkt w dolnej części pojemnika, na tylnej pionowej ścianie, u jej podstawy na środku.



21. Przebijamy ściankę wkładem do długopisu we wcześniej zaznaczonym punkcie.



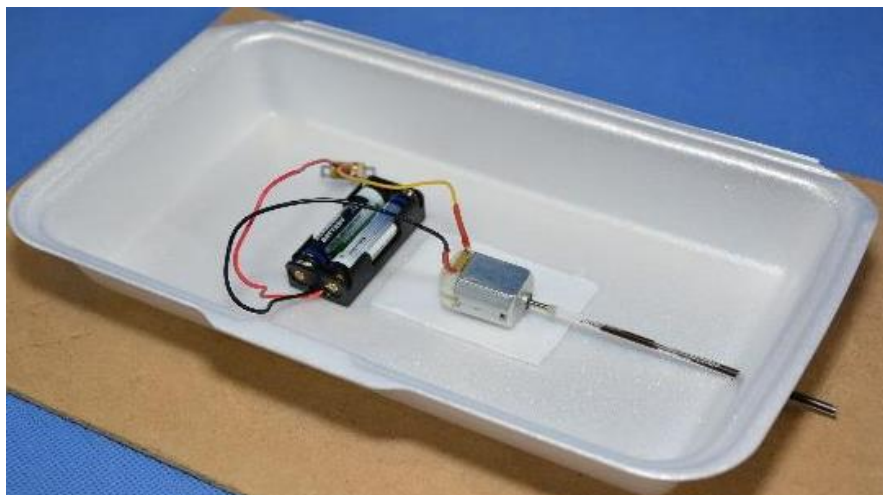
22. Wciskamy wkład na wał silnika.



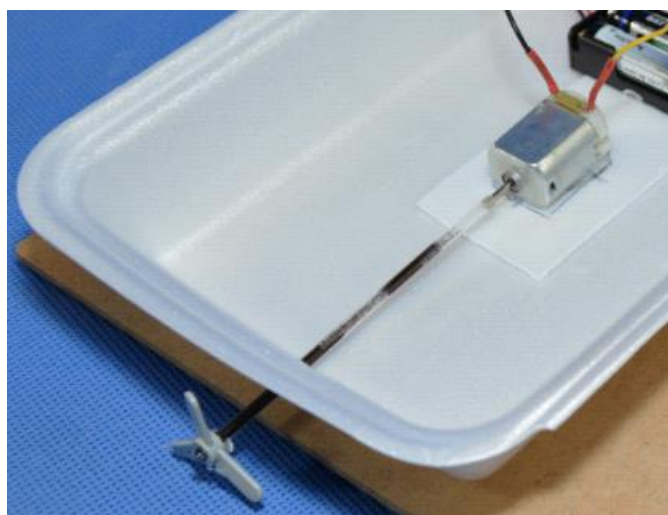
23. Wklejamy w dolnej części tacki na środku, wcześniej wycięty z górnej części element w odległości 50mm od tylnej ścianki. Można też ten kawałek przeciąć na pół i skleić obie części razem tworząc podwyższenie, które zapewni większe zanurzenie turbiny napędzającej łódź.



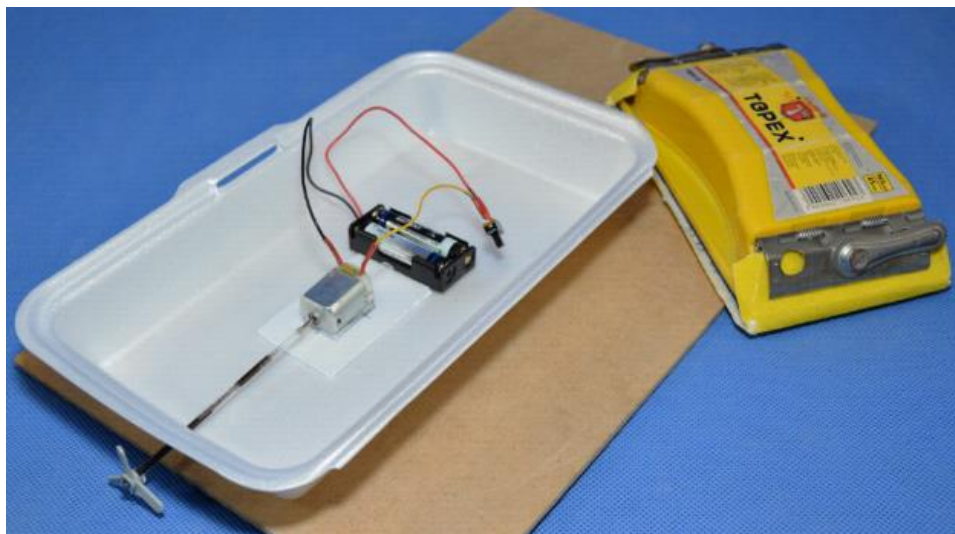
24. Montujemy układ napędowy w dolnej części tacki za pomocą kleju na gorąco.



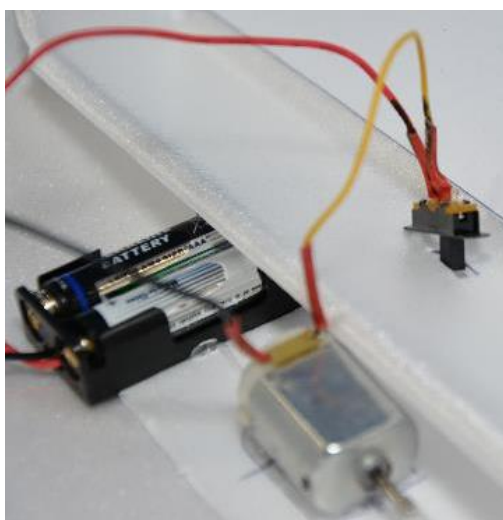
25. Montujemy śmigła na końcu wkładu wystającego poza tackę.



26. Szlifujemy ostre krawędzie przed sklejeniem górnej i dolnej części tacki.



27. Wklejamy przełącznik we wcześniej przygotowany prostokątny otwór.



1. Przyklejamy górną i dolną część tacki za pomocą kleju cyjanoakrylowego. Należy pamiętać o odpowiednim zabezpieczeniu stołu folią oraz o ubraniu rękawic ochronnych.



2. Wzmacniamy miejsce łączenia górnej i dolnej części tacki poprzez oklejenie go taśmą klejącą.





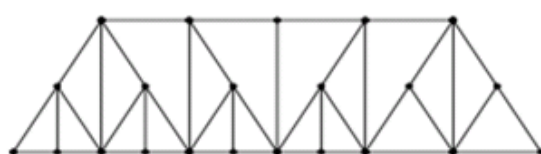
Motorówka jest gotowa

Przykładowy projekt na następnej stronie:

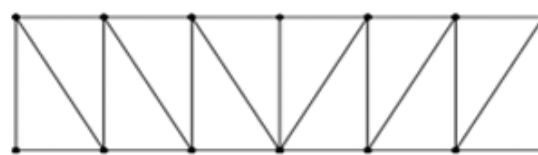


Zajęcia 7: Mosty – cud nowoczesnej inżynierii

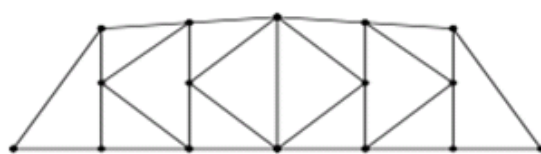
Most jest rodzajem przeprawy wodnej w postaci budowli lub konstrukcji inżynierskiej. Istnieje wiele różnorodnych rodzajów konstrukcji mostów, np.: mosty podwieszane, wiszące, zwodzone, obrotowe itp. Są wśród nich również konstrukcje kratownicowe mostów, które dzielimy na :



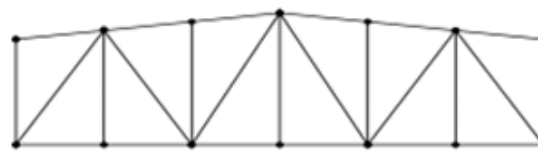
Kratownica Baltimore



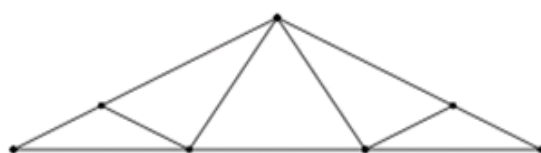
Kratownica Pratta płaska



Kratownica "K"



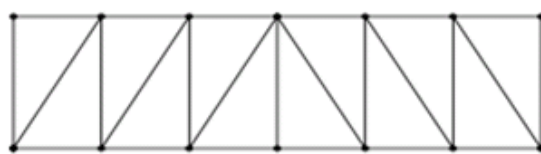
Kratownica Warrena z prętami pionowymi



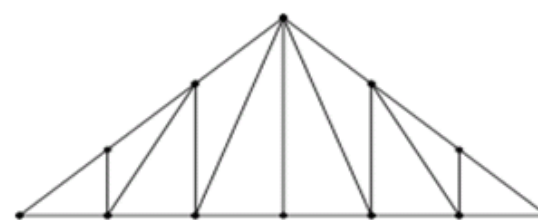
Kratownica Finka



Kratownica Warrena



Kratownica Howe'a



Kratownica Pratta trójkątna

Rysunek 7.1 Rodzaje kratownic

Skuteczność wyżej przedstawionych konstrukcji kratownicowych mostów można przetestować grając w internetową grę: „Budowanie mostów” pod adresem:

http://gry-online.pozskole.pl/gra,Bridge_Builder,219762.html

<http://download.komputerswiat.pl/gry-i-rozrywka/gry-logiczne/bridge-builder>

http://czytam.pl/k,ks_354094,Bridge-Project-Simulator-Budowy-Mostow.html



Przed rozpoczęciem gry należy sprawdzić czy, czy obecny poziom wynosi 0. Jeśli poziom nie jest zerowy (gra nie rozpoczyna się od początku) należy zrestartować jej ustawienia i uruchomić ją ponownie.



Gdy na rzece nie było brodu, albo płycizny by się przez nią przeprawić, ludzie zaczęli szukać odpowiednich rozwiązań. Tak narodziła się idea budowania mostów. Muliste dno i rwący nurt utrudniały ustawienie odpowiedniej konstrukcji. Najlepszym rozwiązaniem były **mosty łukowe**, które wykorzystywały prosty rozkład sił działających nań z góry. Wykonywane były z kamienia lub cegły, z czasem zaczęto wykorzystywać stal. Podłoże naukowe konstruowania mostów opiera się o zagadnienia mechaniki dotyczące **kratownic**, czyli zespołu połączonych ze sobą elementów konstrukcyjnych (prętów, rur, kształtowników) stanowiących **niezmienny układ geometryczny** (oznacza to, że dzięki takiemu ułożeniu prętów względem siebie siły zewnętrzne działające na kratownice – np.: samochód jadący przez most – nie wywołują większych zmian w układzie, ponieważ rozkładają się na wiele elementów(prętów), dzięki czemu kratownica nie zmienia swojego stanu i nie ulega zniszczeniu).

Czasem funkcję niektórych elementów sztywnych (pionowych i/lub skośnych prętów, rur czy kształtowników) przejmują specjalne liny nośne. Wtedy mamy do czynienia z mostem podwieszanym. Najpopularniejszym przykładem takiego mostu jest Golden Gate Bridge w San Francisco.



Rysunek 7.2 Golden Gate w San Francisco



Najbardziej znanym na świecie przykładem konstrukcji opartej na kratownicy jest Wieża Eiffla.

Właściwości kratownic pozwalają na tworzenie skomplikowanych konstrukcji zdolnych wytrzymać spore obciążenia, np.: więźby dachowe czy mosty.



Rysunek 7.3 Wieża Eiffla



Budowanie mostu

Potrzebne materiały:

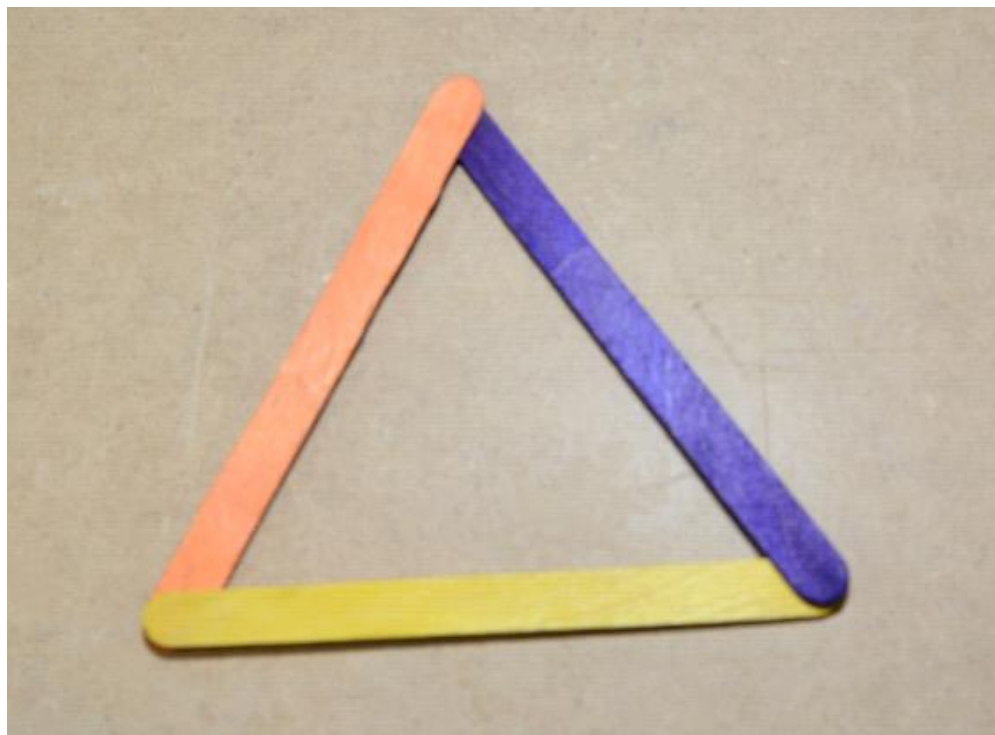
- projekt mostu,
- kolorowe patyczki do lodów,
- klej na gorąco.

Potrzebne narzędzia:

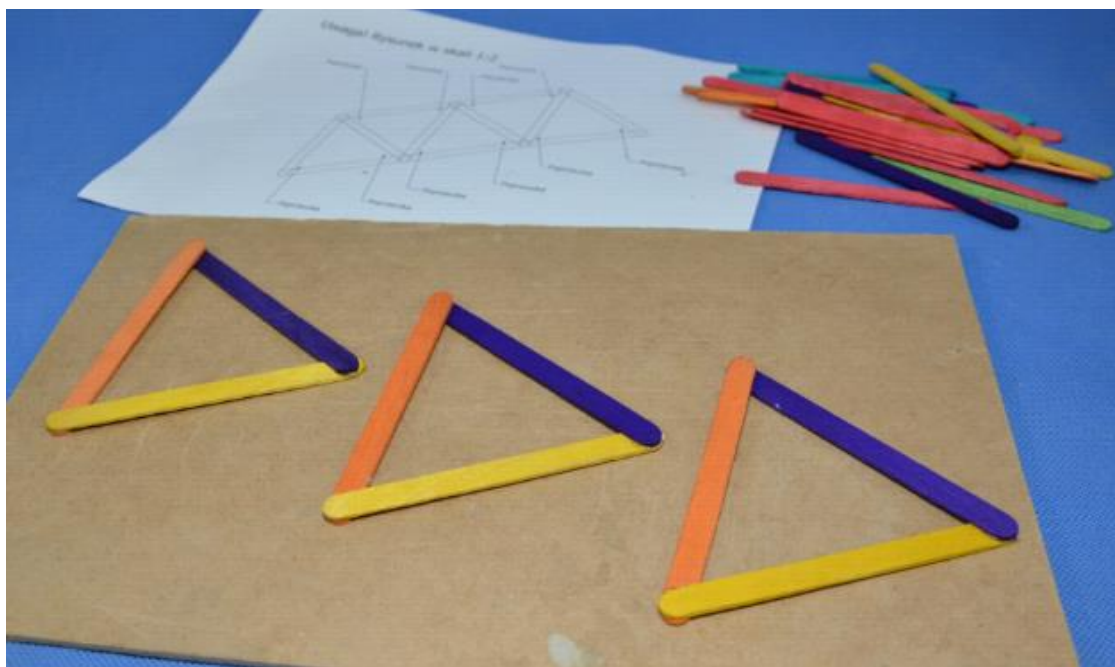
- rękawiczki,
- podkładka na stół,
- przezroczysta taśma klejąca.



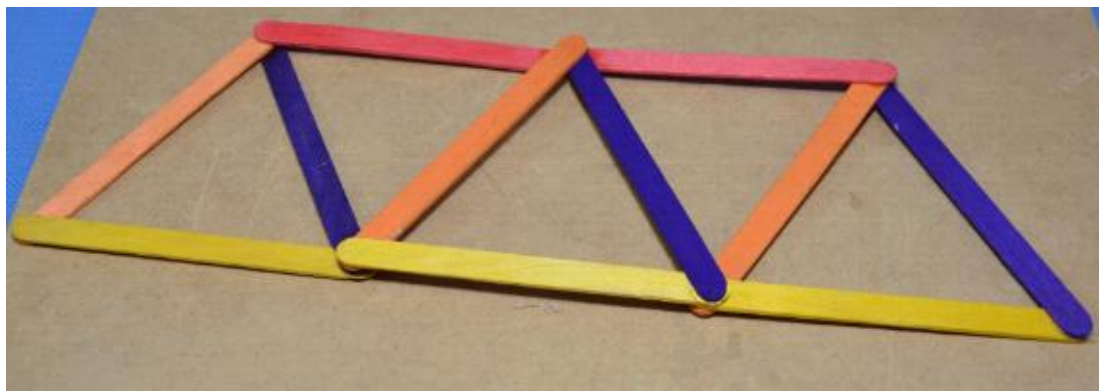
1. Łączymy patyczki w trójkąt równoboczny sposobem „na zakładkę” (tak jak na zdjęciu poniżej). Sklejamy patyczki ze sobą za pomocą kleju na gorąco.



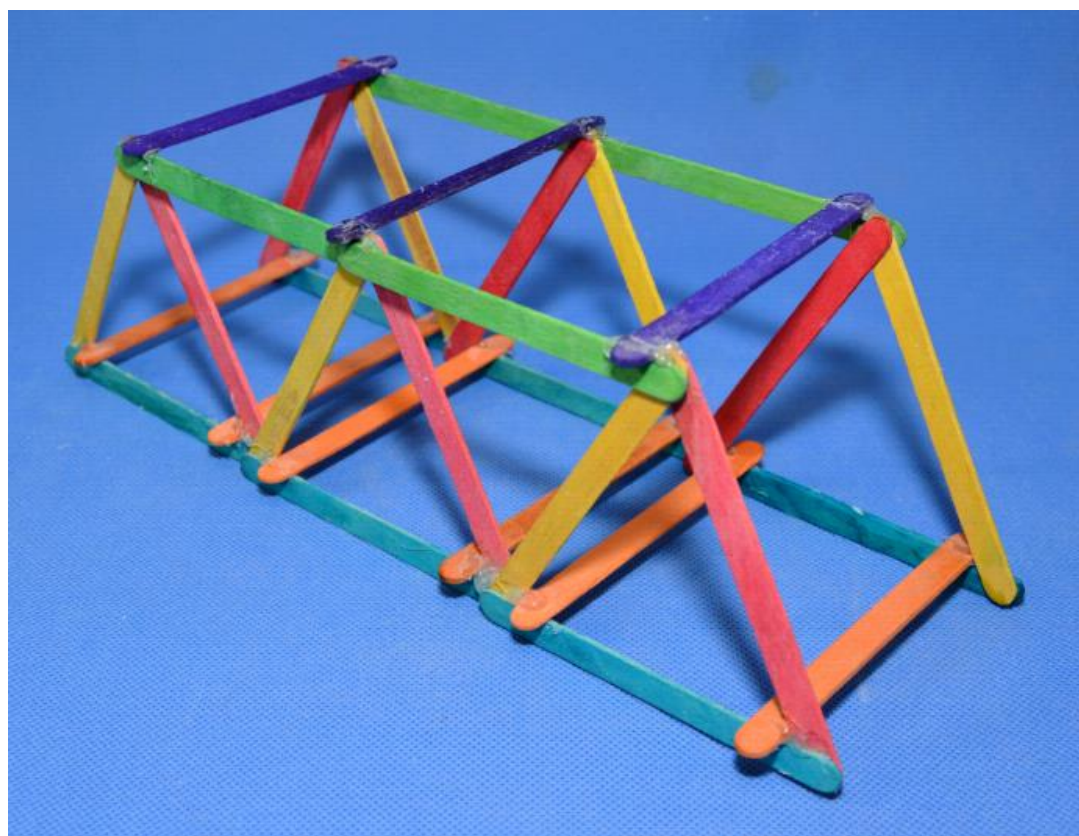
2. Powtarzamy punkt pierwszy w celu uzyskania trzech identycznych kopii.



3. Układamy wykonane elementy zgodnie z projektem. Środkowy trójkąt powinien być wsparty na trójkątach pobocznych. Dodajemy poprzeczki górne (tak jak przedstawiono na zdjęciu poniżej). Sklejamy elementy klejem na gorąco.



4. Powtarzamy czynności z punktów od pierwszego do trzeciego.
5. Dodajemy poprzeczki w miejscach oznaczonych na projekcie. Sklejamy całość klejem na gorąco.

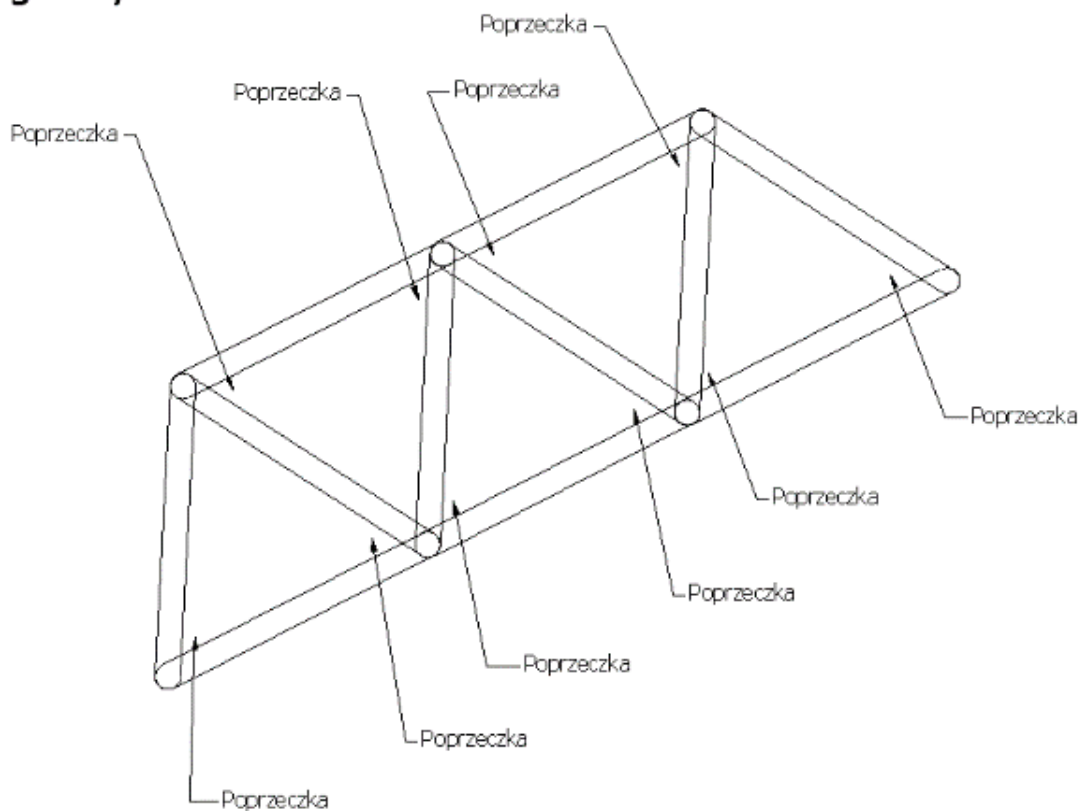


Most jest gotowy.



6. Przykładowy projekt

Uwaga! Rysunek w skali 1:2





Zajęcia 8: 123D® Design – tworzenie modelu 3D dziadka do orzechów i pudełka



Rysunek 8.1. Dziadek do orzechów

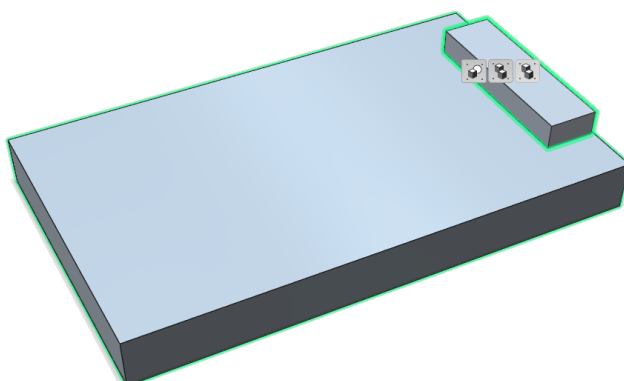
Przy pomocy programu 123D® Design stworzymy trójwymiarowy model dziadka do orzechów, którego konstrukcję wykonamy na następnych zajęciach.

Potrzebne narzędzia:

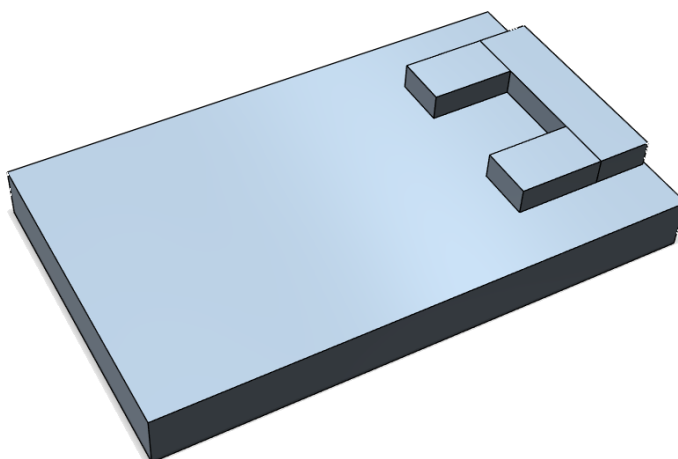
Do konstrukcji trójwymiarowego modelu dziadka do orzechów niezbędny będzie komputer z zainstalowanym programem 123D® Design.

Wykonanie dziadka do orzechów:

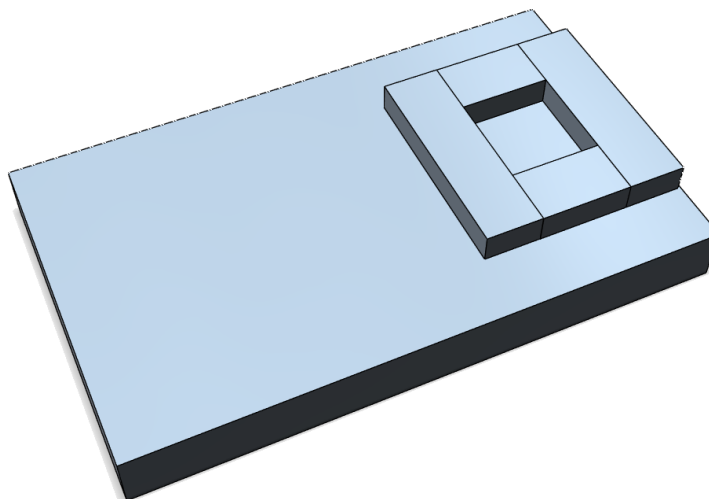
1. Uruchamiamy program i tworzymy nowy projekt.
2. Tworzymy prostopadłościan, o wymiarach 120x200x12mm [szerokość, długość, wysokość].
3. Modelujemy dwa prostopadłościany 20x34x10mm [szerokość, długość, wysokość] oraz dwa prostopadłościany 74x20x10mm [szerokość, długość, wysokość].
4. Prostopadłościan 74x20x10mm [szerokość, długość, wysokość] łączymy przy pomocy funkcji Snap z prostopadłościanem 120x200x12mm [szerokość, długość, wysokość].
5. Przy pomocy opcji Move ustawiamy prostopadłościan równo z tylną krawędzią.



6. Mniejsze prostopadłościany przy pomocy polecenia Snap przyłączamy najmniejszą ścianą do bocznej ściany prostopadłościanu 74x20x10mm [szerokość, długość, wysokość] i ustawiamy je w sposób przedstawiony na poniższym rysunku.

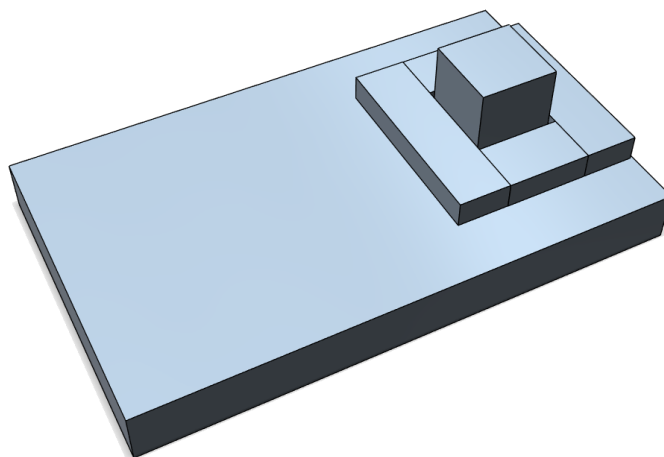


7. Ostatni prostopadłościan przy pomocy polecenia Snap łączymy z górną powierzchnią największego prostopadłościanu i przesuwamy w taki sposób, aby powstał „kwadrat”

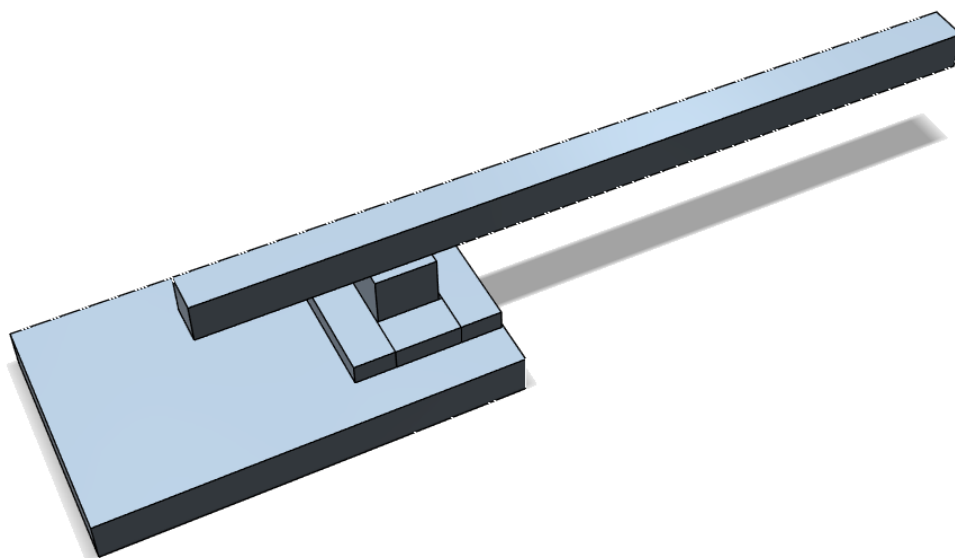




8. Modelujemy kostkę o wymiarach 30x30x30mm, przyczepiamy ją przy pomocy polecenia Snap do górnej powierzchni największego prostopadłościanu i przesuujemy ją na środek „kwadratu” przy pomocy funkcji Move.



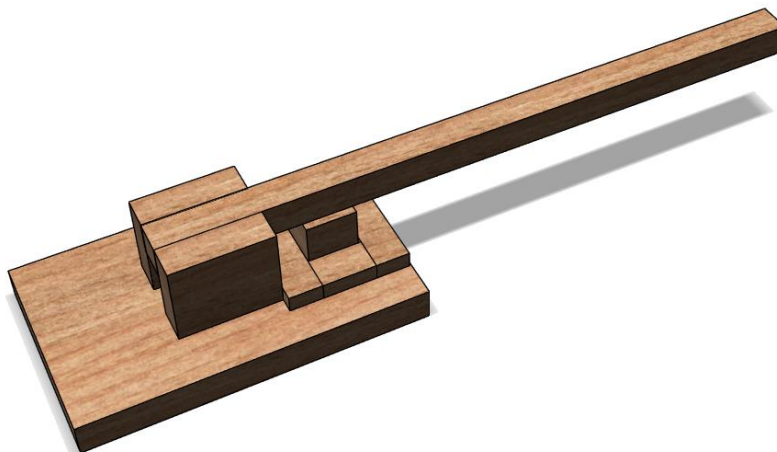
9. Następnym krokiem jest stworzenie ramienia o wymiarach 20x400x20mm [szerokość, długość, wysokość]. Górną ścianę ramienia łączymy przy pomocy funkcji Snap z górną ścianą kostki. Przesuwamy ramię tylko wzdłuż osi x (tak, aby środek ramienia zawsze pokrywał się ze środkiem kostki)



10. Ostatnimi dwoma elementami, jakie należy wykreować, są dwa prostopadłościany o wymiarach 20x60x50 [szerokość, długość, wysokość]. Górne ściany tych prostopadłościanów łączymy przy pomocy polecenia Snap z górną powierzchnią największego prostopadłościanu (po przyłączeniu pierwszego przesuwamy go na bok, aby obie figury nie nachodziły na siebie). Może się zdarzyć tak, że ramię przysłoni nam prostopadłościan – w takim wypadku należy je przesunąć. Oba



prostokątne 20x60x50 ustawiamy po bokach ramienia w taki sposób aby stykały się z „kwadratem”, ramię natomiast przesuwamy w taki sposób, aby kończyło się równo z nimi.

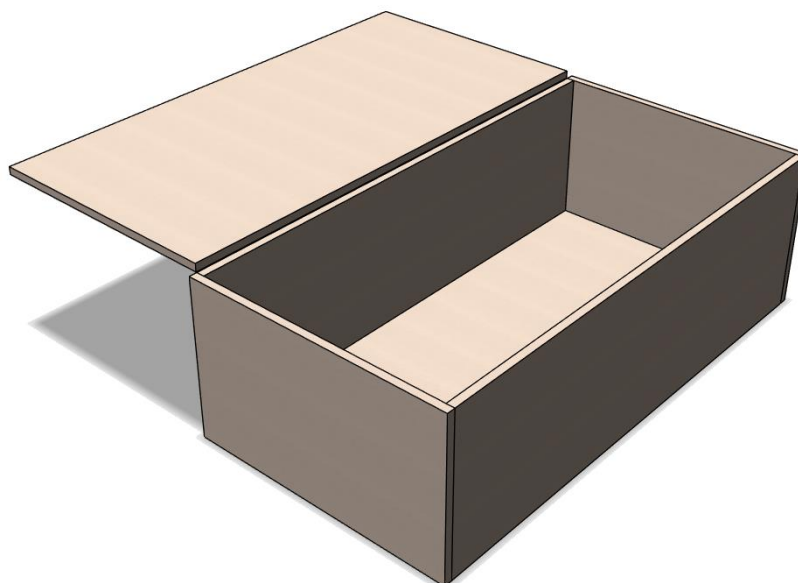


11. Przy pomocy opcji Material nadajemy naszemu modelowi wygląd drewna.

Wykonanie modelu pudełka:

Kolejnym zadaniem jest wykonanie trójwymiarowego modelu pudełka, którego konstrukcja będzie wykonywana na zajęciach¹⁰. Tym razem musimy je zbudować bez dokładnego opisu.

Konstrukcja składa się z dwóch sklejek o wymiarach 125x250x4mm [szerokość, długość, wysokość], dwóch sklejek o wymiarach 80x250x4mm oraz dwóch sklejek o wymiarach 80x133x4mm [szerokość, długość, wysokość]. Gotowy model został przedstawiony na poniższym rysunku.





Zajęcia 9 i 10: Różnica pomiędzy drzewem, a drewnem. Budowa dziadek do orzechów i pudełka

Obok kamienia i gliny drewno należy do najstarszych surowców używanych przez człowieka. Jego największymi zaletami są ekologiczność, lekkość i wytrzymałość, a przez to wielofunkcyjność zastosowań. Drewno jest stosowane w wielu gałęziach przemysłu – min. stanowi materiał budowlany, wykończeniowy, funkcjonuje także jako materiał do produkcji mebli, instrumentów muzycznych czy zabawek.

Drzewo to roślina wieloletnia o zdrewniałej łodydze. Dla przemysłu najważniejszą częścią jest pień – otrzymuje się z niego większość materiałów drzewnych.

Drewno w materiałoznawstwie to surowiec otrzymywany ze ściętych drzew i przerobiony na różne produkty. Źródłem drewna są lasy. Drzewa rosną długo, ścina się je dopiero, gdy mają 80-120 lat. Po ścięciu drewno jest transportowane do tartaków i cięte na deski o różnych wymiarach. Ścięte drewno jest wilgotne i nie nadaje się do produkcji. Dlatego jest ono suszone w naturalny sposób poprzez swobodny obieg powietrza lub przy wykorzystaniu sztucznego obiegu w specjalnych suszarniach z systemem grzejnym.

Każdy gatunek drewna ma inne właściwości. Drewno można podzielić ze względu na rodzaj drzewa z jakiego powstało oraz ze względu na jego twardość.





Drewno drzew liściastych jest zazwyczaj trudne w obróbce ze względu na swoją twardość. Za to charakteryzuje się dużą wytrzymałością oraz ciekawą budową słoje (wykorzystywanych jako element dekoracyjny). Stosowane jest do wyrobu wytrzymałych konstrukcji, mebli, sprzętu sportowego czy narzędzi.

Drewno drzew iglastych jest miękkie, dlatego jego obróbka jest znacznie łatwiejsza. Nie wątpliwie główną zaletą tego typu drewna jest jego cena - jest o wiele tańszym materiałem niż drewno liściaste (drzewa iglaste rosną znacznie szybciej od drzew liściastych). Stosowane jest w konstrukcjach budynków, produkcji mebli (lekkich) oraz papieru.

Wady drewna:

- sęki, pęknięcia,
- higroskopijność (łatwo wchłaniają wodę),
- mała odporność na szkodniki, choroby i czynniki atmosferyczne (woda, śnieg, mróz, deszcz),
- wysoka cena.

Zalety drewna:

- wygląd (kolor, faktura)
- łatwość obróbki,
- własności mechaniczne,
- ekologiczność,
- izoluje termicznie i elektrycznie,
- niska rozszerzalność cieplna,
- odporność na działanie wielu czynników chemicznych.



Rysunek 9.1 Przekrój przez pień drzewa

Z drewna wytwarza się także **materiały drewnopodobne**. Są to materiały, których podstawowym składnikiem jest drewno w postaci cienkich warstw listew, trocin, wiórow lub włókien, powiązanych lepiszczem. Wyróżnia się m.in.:

- płyty stolarskie – stosowane głównie w meblarstwie,

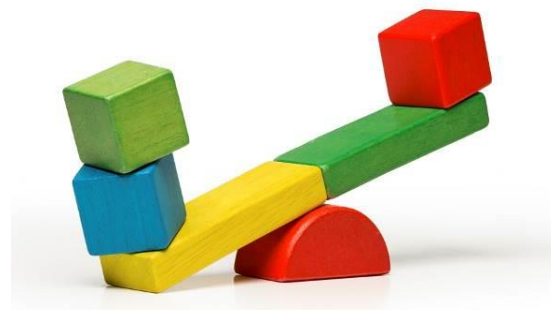
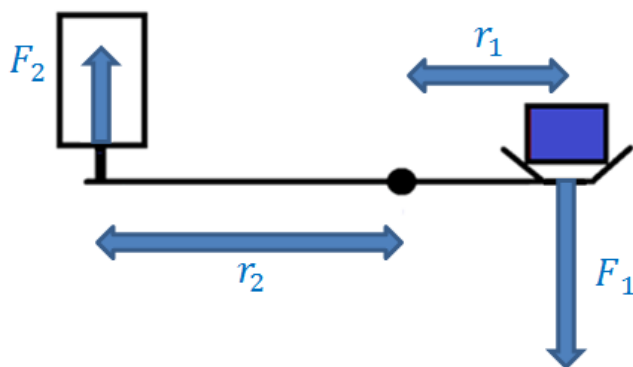


- sklejki (płyty wielowarstwowe sklejone z nieparzystej liczby cienkich płatów drewna) – stosowane w stolarstwie, budownictwie, przemyśle okrętowym i kolejowym, modelarstwie,
- okleiny (cienkie płyty ozdobnego drewna przeznaczone do oklejania od zewnątrz mebli, boazerii itp. w celu nadania im estetycznego wyglądu),
- płyty pilśniowe (uformowane z rozwłóknionego drewna w podwyższonej temperaturze i ciśnieniu),
- płyty wiórowe (wykonane z wiórów spojonych klejem pod wysokim ciśnieniem) – używane głównie do budowy mebli.

I. Dziadek do orzechów

Dźwignia - jest to jedna z maszyn prostych, których zadaniem jest uzyskanie działania większej siły przez zastosowanie siły mniejszej. Możemy wyróżnić dźwignię dwustronną i dźwignię jednostronną.

Dźwignia dwustronna zbudowana jest ze sztywnej belki zawieszanej na osi. Wzór na przełożenie dźwigni (wzrost siły) jest przedstawiony w równaniu 1. Przykładem dźwigni dwustronnej może być huśtawka na placu zabaw (Rysunek 9.1).



Rysunek 9.2. Schemat dźwigni dwustronnej oraz huśtawka jako przykład dźwigni dwustronnej

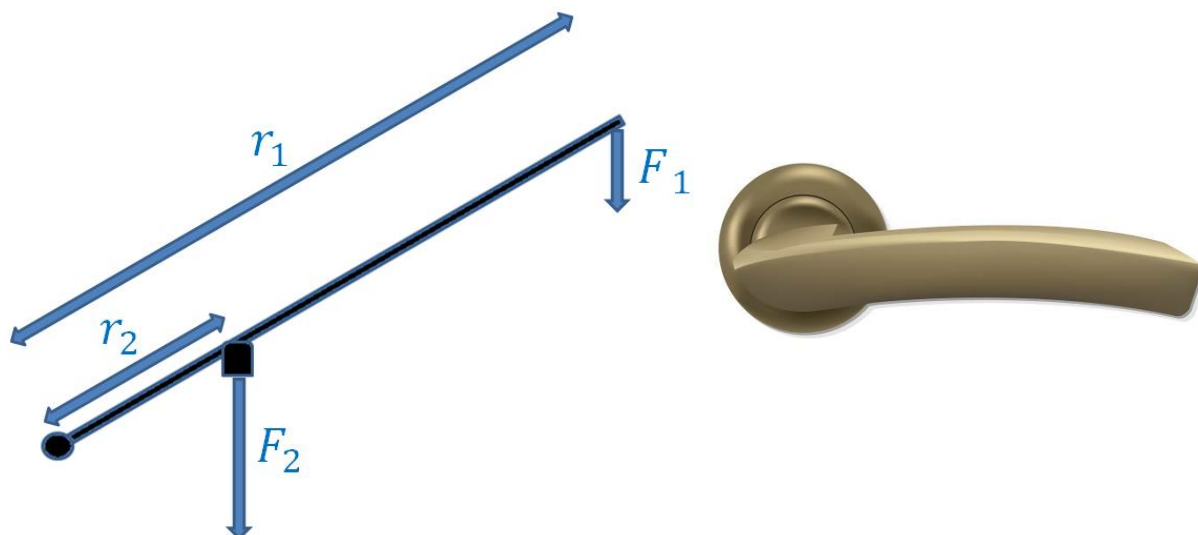
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

Gdzie:

r_1 i r_2 – długości ramion dźwigni [m],

F_1 i F_2 – siły działające po przeciwnych osiach obrotu [N].

Dźwignia jednostronna (dziadek do orzechów) zbudowana jest ze sztywnej belki, której koniec jest przyczepiony do sztywnej osi. Wzór na przełożenie dźwigni (wzrost siły) jest przedstawiony w równaniu 2.



Rysunek 9.3. Schemat dźwigni jednostronnej oraz klamka jako przykład dźwigni jednostronnej

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (2)$$

Gdzie:

r_1 i r_2 – odległość od osi obrotu [m],

F_1 i F_2 – siły działające w danej odległości od osi obrotów [N].

Schemat budowy dziadka do orzechów został wykonany w skali 1:2.

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 5\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2,5\text{mm}$,
- młotek,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- bit o rozstawie 2mm,
- 8 wkrętów o dł. 20mm,
- 2 wkręty o dł. 40mm,
- 2 wkręty o dł. 50mm,
- śruba $\varnothing 5\text{mm}$ o min. dł. 65mm i nakrętka,
- 15. ołówek.

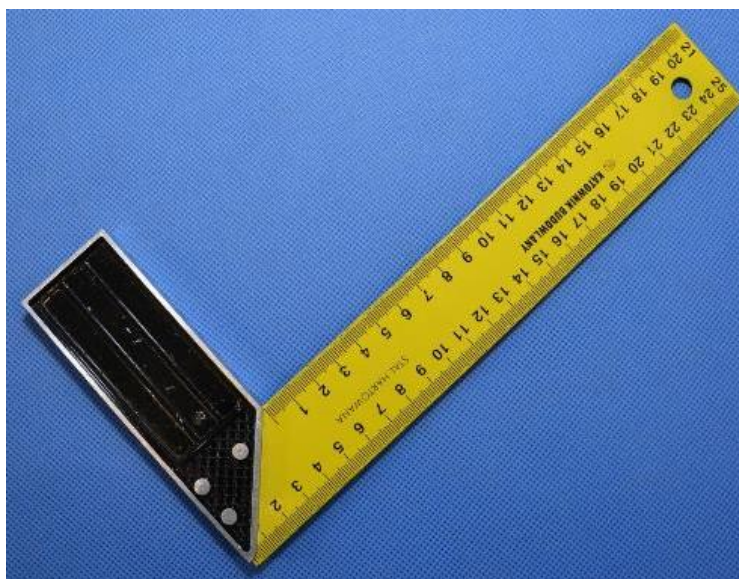


Młotek – najstarsze narzędzie używane przez człowieka. Służy do wbijania gwoździ lub klinów, uderzania w materiał w celu jego obróbki czy też do uderzania w inne narzędzia (dłuta, przecinaki, punktaki itp.). Składa się z obucha i trzonka, a swoim kształtem przypomina literę „T”. Obuch jest częścią roboczą najczęściej wykonaną z twardej stali, a trzonek jest przeważnie drewniany. Rozróżniamy wiele rodzajów młotków, m. in. ślusarskie, blacharskie, kowalskie, dekarskie itd., które różnią się kształtem obucha i materiałem z jakiego jest on wykonany.



Zdjęcie 7 Młotek

Kątownik – narzędzie ślusarskie (często z podziałką liniową) służące do wyznaczania kąta prostego. Jeśli jest wyposażony w podziałkę może również służyć jako linijka.



Zdjęcie 8 Kątownik

Wkrętarka – urządzenie elektryczne lub pneumatyczne służące do wkręcania wkrętów, wiercenia oraz wykorzystywane w prostych operacjach wymagających ruchu obrotowego (np.: gwintowanie otworów). Dzięki głowicy z zaciskiem sześciokątnym posiada spore możliwości przystosowania do pracy (duża szybkość wymiany końcówek wkrętarki - tzw. Bitów - oraz duża rozbieżność rozmiarów stosowanego narzędzia – możliwość instalacji



wiertła od $\phi 1$ [mm] do $\phi 10$ [mm]). Wkrętarka posiada także możliwość zmiany kierunku obrotów (lub całkowitego ich zablokowania) poprzez przełącznik trójpozycyjny znajdujący się ponad spustem. Za pomocą czułego spustu można regulować prędkość obrotową. Dynamika prędkości obrotowej wzrasta tym bardziej, im mocniej naciska się spust. Wokół głowicy znajduje się dodatkowy przełącznik obrotowy umożliwiający dobór odpowiedniego momentu siły. Istnieją różne rodzaje wkrętarek. Wkrętarki akumulatorowe są narzędziami przenośnymi do ogólnego zastosowania. Wkrętarki pneumatyczne (lub rzadziej elektryczne – zasilane z sieci) mają ograniczoną mobilność.

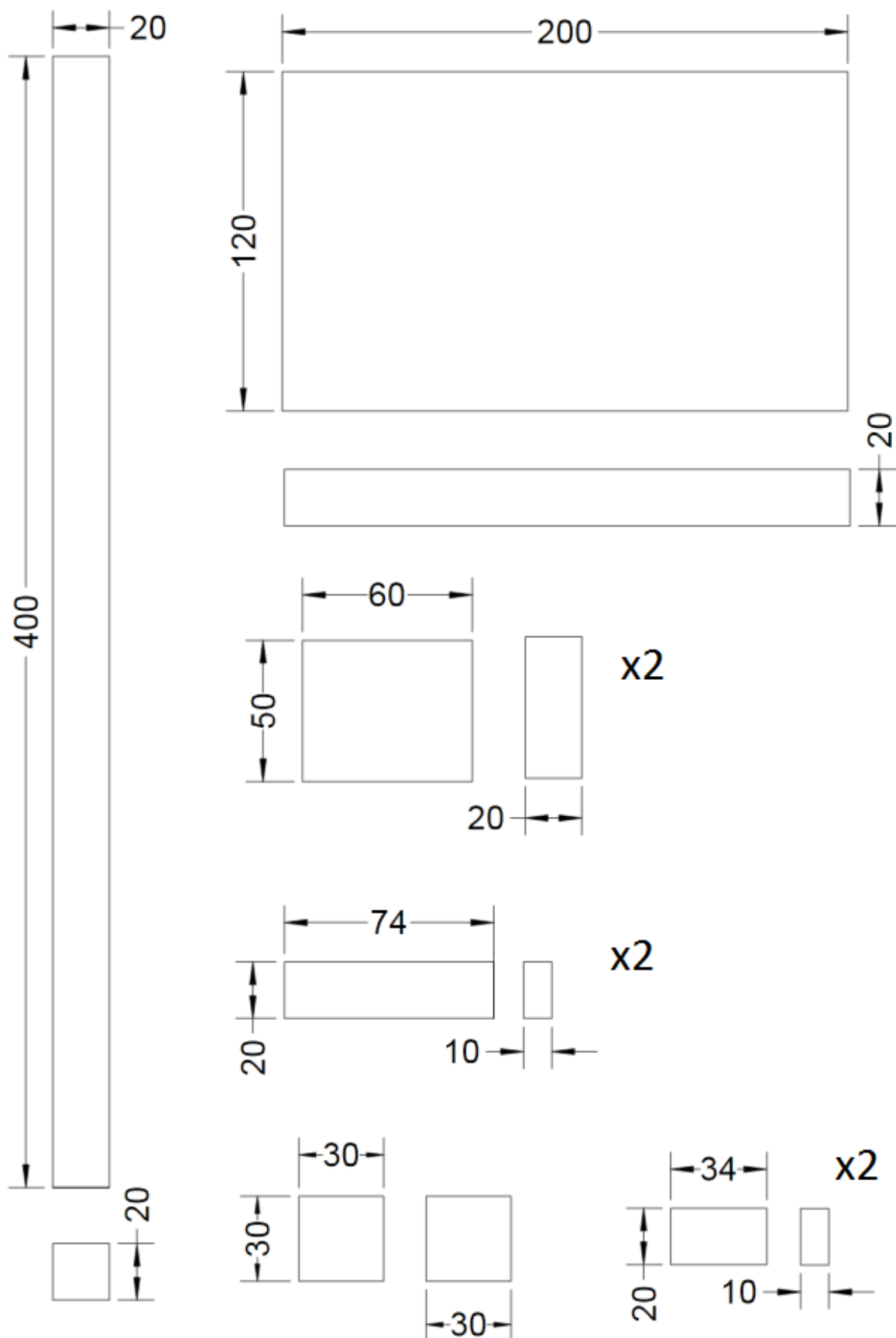
Obsługa wkrętarki

W celu zamontowania wiertła lub bitów we wkrętarce należy rozewrzeć, zamocować wewnątrz głowicy wiertło lub bit, a następnie zewrzeć szczęki zaciskowe głowicy poprzez jej obrót wokół własnej osi. Dla szybszego i sprawniejszego przeprowadzenia tej czynności można jedną dłonią przytrzymać głowicę unieruchamiając ją i delikatnie wcisnąć spust w celu wzbudzenia obrotów głowicy. Zacisk powinien się otworzyć lub zewrzeć w zależności od nastawionych obrotów. Przed wykonaniem pracy narzędziem należy upewnić się, że wiertło lub bit zostało osadzone w głowicy sztywno, a sama głowica jest odpowiednio mocno dokręcona. Środkowe położenie przełącznika trójpozycyjnego ponad spustem blokuje jego wciśnięcie (zablokowanie obrotów wkrętarki). Skrajne lewe położenie tego przełącznika sprawi, że głowica wkrętarki będzie obracała się zgodnie z ruchem wskazówek zegara (wkręcanie), a skrajne prawe - głowica będzie obracać się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (wykręcanie).



Zdjęcie 9 Wkrętarka

Przygotowanie poszczególnych elementów :



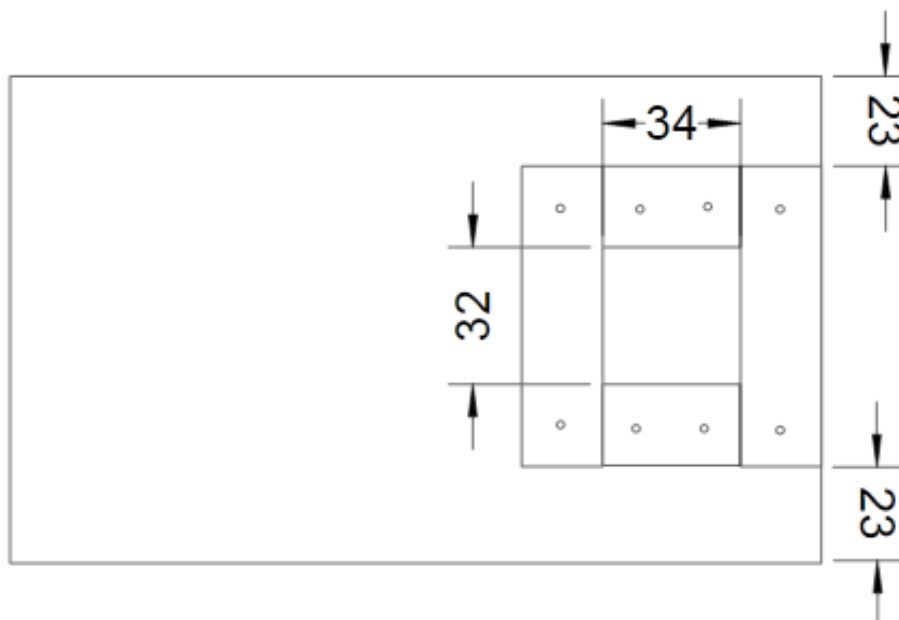


Do konstrukcji użyjemy elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na rysunku technicznym na str. 84.



Rysunek 9.4 Niezbędne elementy drewniane

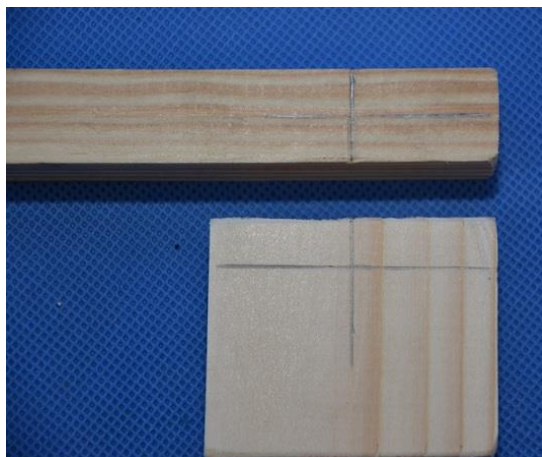
1. Zaczynamy od połączenia listewek 74x20x10 [szerokość, długość, wysokość] oraz 32x20x10 do deski 200x120x20. Użyjemy do tego wkrętów o dł. 20mm. Aby zapobiec pękaniu listewek, przed wkręceniem wkrętów nawiercamy w nich otwory przy pomocy wiertła 2mm w miejscach wkręcania wkrętów. Do wkręcania wkrętów będziemy używać bitu o rozstawie 2mm. Należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie równych odstępów po bokach listewek (23mm).





2. W deskach 60x50x20 i ramieniu 400x20x20 wiercimy otwory w miejscach przedstawionych na poniższym rysunku wiertłem do drewna $\varnothing 5\text{mm}$. Wszystkie trzy elementy skręcamy ze sobą przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby ramię znajdowało się pośrodku desek. Jeżeli deski posiadają zaokrąglone krawędzie, ustawiamy je w taki sposób, aby nie przylegały do ramienia. Należy zwrócić szczególną uwagę na wiercenie otworów pod kątem prostym do płaszczyzny.

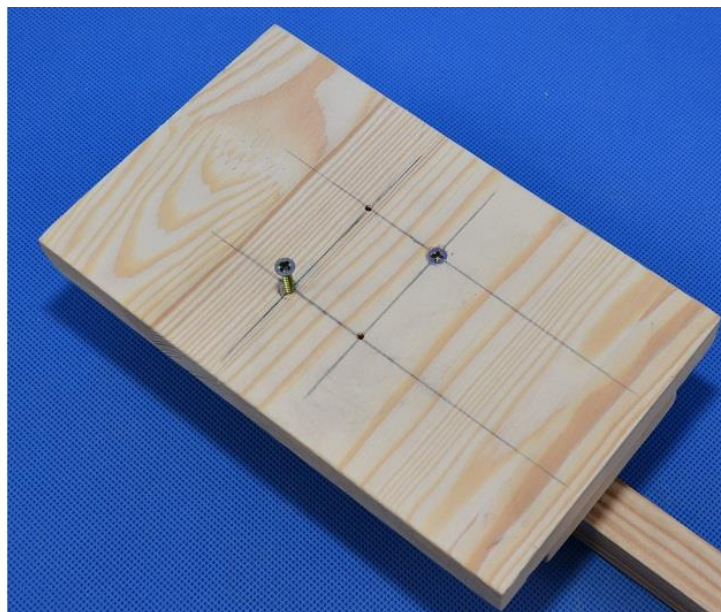
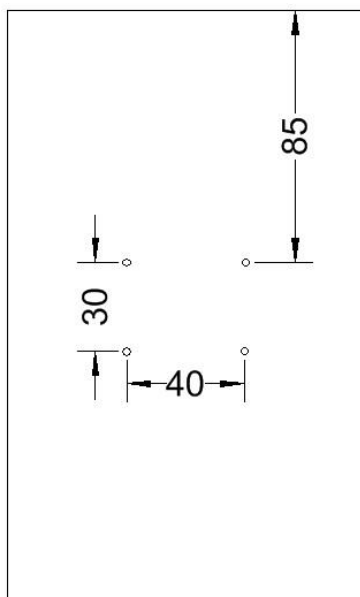




3. Obie deski 60x50x20, ramię 400x20x20 oraz klocek 30x30x30 ustawiamy w sposób przedstawiony poniższym rysunku (klocek 30x30x30 jak najdalej od krawędzi deski). Koniec ramienia i tylne krawędzie desek 60x50x20 są w jednej płaszczyźnie z tylną krawędzią deski 200x120x20. Przy pomocy wiertła $\varnothing 2,5\text{mm}$ wiercimy otwory na głębokość 40mm tak, aby przechodziły zarówno przez ramię, jak i klocek. Przy pomocy wkrętów o dł. 40mm łączymy ze sobą oba elementy.



4. Pozostało nam tylko przykręcenie połączonych elementów do deski 200x120x20. Całość ustawiamy w taki sposób, aby ramię znajdowało się pod deską. Od spodu deski wiercimy otwory wiertłem $\varnothing 2,5\text{mm}$ na głębokość 50mm w taki sposób, aby przechodziły one przez deskę 60x50x20. Końce deski 60x50x20 powinny przylegać do listewek. Wkręty o dł. 50mm wkręcamy w miejsca wywierconych otworów.



Dziadek do orzechów jest gotowy.



I. Pudełko

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 2,5\text{mm}$,
- młotek,
- miara,
- kątownik stolarski,
- 9. bit o rozstawie 2mm,
- 10. 12 wkrętów 30mm,
- 8 wkrętów 10mm,
- 36 gwoździ 15mm,
- 2 zawiasy 25x10mm,
- ołówek
- pilnik do drewna lub metalu,
- śrubokręt gwiazdka.

Pilniki i tarniki – Narzędzia stolarskie i ślusarskie służące do obróbki danego detalu poprzez piłowanie, czyli skrawanie z obrabianej powierzchni cienkiej warstwy materiału. Pilniki służą przeważnie do obróbki metali, a tarniki do obróbki drewna. Można je rozróżnić po strukturze nacięć na ich powierzchni (pilniki mają bardzo drobne nacięcia krzyżowe, tarniki charakteryzują się większymi wypustkami na swojej powierzchni). Dzięki tej różnicy tarniki usuwają znacznie grubszą warstwę, niż pilniki. Wyróżniamy różne rodzaje pilników i tarników. Możemy je podzielić na duże – do obróbki zgrubnej, oraz małe – do obróbki dokładnej, wykańczającej. Istnieje wiele rodzajów kształtów pilników i tarników – płaskie, półkoliste, okrągłe, trójkątne, kwadratowe i wiele innych.



Zdjęcie 11 Pilniki i tarniki

Wkrętak – potocznie zwany **śrubokrętem** – podstawowe narzędzie ręczne składające się z rękojeści i grotu. Najczęściej spotykany w postaci stalowego pręta zakończonego odpowiednio uformowanym kształtem umożliwiającym wsunięcie jego końca w łeb wkręta, a następnie poprzez obrót wokół własnej osi, obrót wkręta wraz z wkrętakiem. Grot



wkrętaka najczęściej osadzony jest w rękojeści z tworzywa sztucznego, która ma za zadanie ułatwiać wykonywanie obrotów (zapobiega ślizganiu się dłoni po powierzchni śrubokręta) oraz w niektórych przypadkach izoluje przed potencjalnym zagrożeniem ze strony wysokiego napięcia (głównie wkrętaki dedykowane dla elektryków). Innymi odmianami wkrętaków są wkrętaki zegarmistrzowskie o zdecydowanie mniejszych wymiarach, przeznaczone do wykonywania bardziej precyzyjnych prac w mniejszej skali. Istnieje wiele kształtów zakończenia grotu wkrętaka. Najczęściej spotykanymi końcówkami wkrętaków są końcówki płaskie i krzyżakowe.

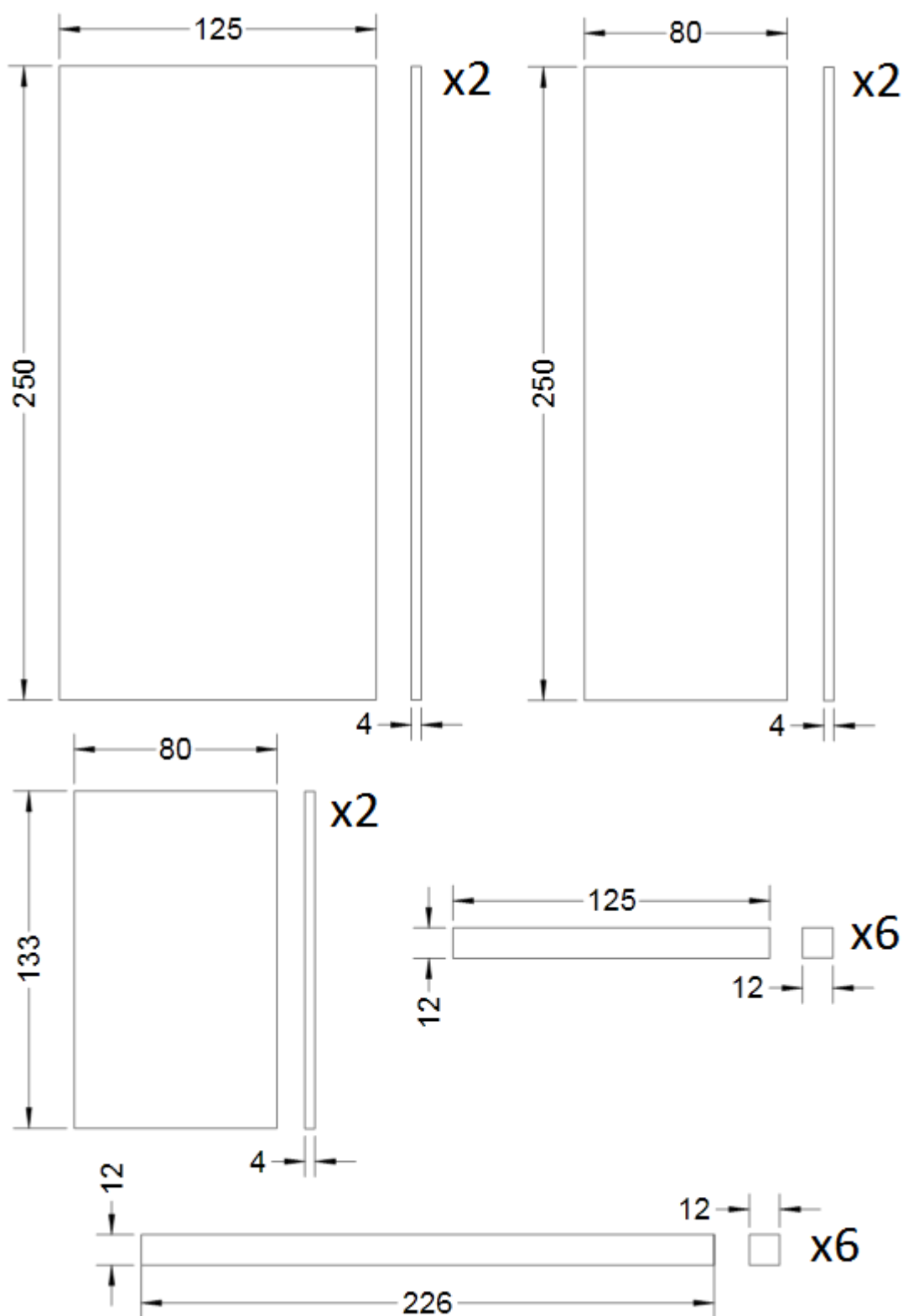


Zdjęcie 12. Wkrętaki

Przygotowanie poszczególnych elementów :

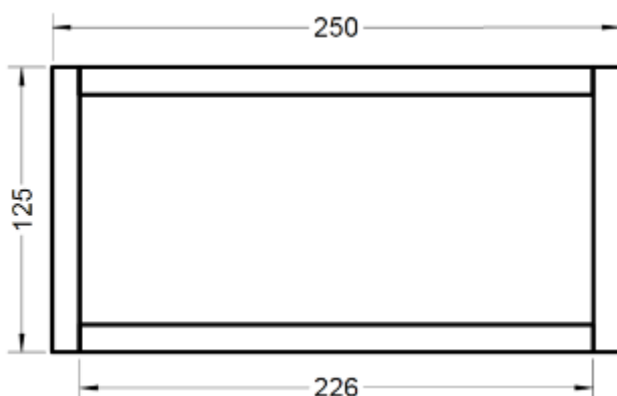
Do konstrukcji użyjemy elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na rysunku technicznym na stronie 90.







1. Zaczynamy od zbudowania 3 ramek o wymiarach 250x125mm. W tym celu listewki o wymiarach 125x12x12 i 226x12x12 montujemy w imadle w taki sposób, aby kąt pomiędzy nimi wynosił 90°. Przy pomocy wiertła $\varnothing 2,5\text{mm}$ wiercimy otwór na głębokość 30mm tak, aby przechodził przez środek dłuższej deski. W miejscu wywierconego otworu wkręcamy wkręt o dł.30mm. Następnie z drugiej strony krótszej deski przymocowujemy drugą deskę 226x12x12. W analogiczny sposób przymocowujemy ostatnią deskę 125x12x12 z drugiej strony.



2. Następnym krokiem będzie przymocowanie do dwóch ramek kawałków sklejki o wymiarach 250x125x5 przy pomocy 6 gwoździ o dł. 1,5mm. Gwoździe rozmieszczamy symetrycznie. Powstaje spód i wieko pudełka.



3. Teraz spód pudełka łączymy z trzecią ramką. Zaczynamy od przymocowania sklejki o wymiarach 250x80x4 przy pomocy gwoździ o dł. 1,5mm do obu ramek. Wbijanie gwoździ w sklejkę od strony ramki ułatwia podłożenie imadła pod deskę w celu zapobiegnięcia sprężynowania. W taki sam sposób montujemy drugi kawałek sklejki z przeciwnej strony. Należy zwrócić uwagę na to, aby wszystkie elementy były umieszczone równo. Na koniec montujemy sklejki o wymiarach 133x80x4





4. Ostatnim etapem jest zamontowanie zawiasów. Wieko i pudełko ustawiamy naprzeciwko siebie. Zaznaczamy miejsca, w których mają zostać zamontowane zawiasy (koniec zawiasu 40mm od krawędzi pudełka). Teraz przy pomocy pilnika **wyżłabiamy w wyznaczonych miejscach bruzdy o głębokości 2mm.** Umożliwi to swobodne zamykanie i otwieranie pudełka. W wyznaczonych miejscach przy pomocy wkrętów o dł. 1mm mocujemy zawiasy.



Pudełko na orzechy jest gotowe.



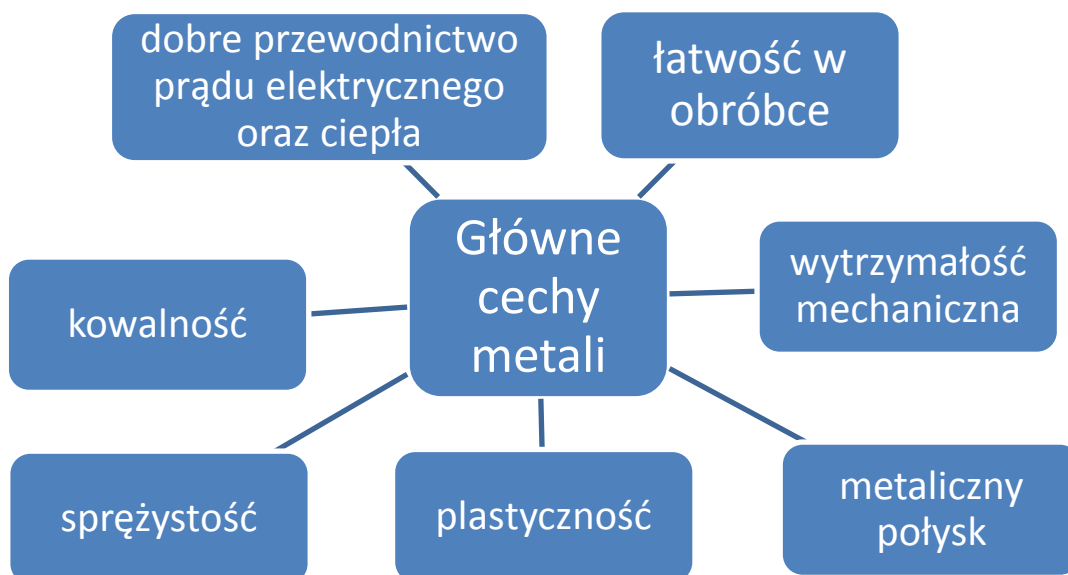
Zajęcia 11 i 12. Łamigłówki logiczne ze stali i aluminium

W sensie chemicznym metalami są nazywane wszystkie pierwiastki chemiczne charakteryzujące się występowaniem w sieci krystalicznej elektronów swobodnych. W przyrodzie pierwiastki te występują najczęściej w postaci rud, które mogą zostać przekształcone w czyste metale na drodze różnych procesów metalurgicznych. Rudy dzieli się na monometaliczne (zawierające jeden metal) i polimetaliczne (zawierające więcej, niż jeden metal). Rudy dzieli się ze względu na najczęściej występujące w nich minerały (pierwiastek lub związek chemiczny w postaci krystalicznej) m. in. żelaza, cynku, miedzi, ołowiu.



Rysunek 11.1 Ruda żelaza

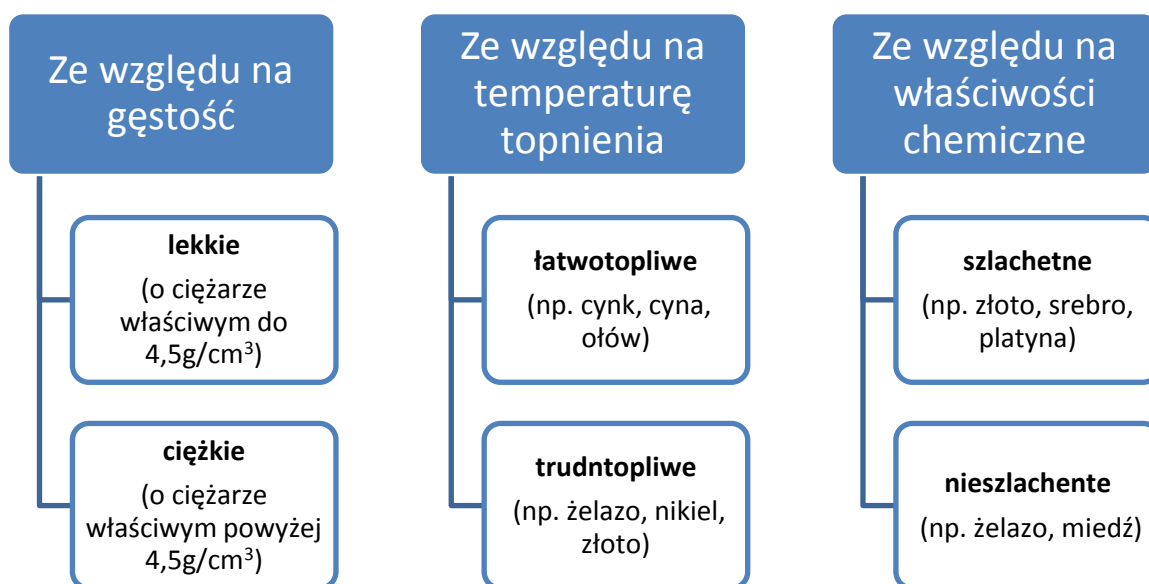
Ze względu na swoje własności mechaniczne metale są wykorzystywane do konstrukcji urządzeń mechanicznych, maszyn oraz jako materiał konstrukcyjny w budownictwie. Główne cechy metali zostały przedstawione na Rysunku 11.2.



Rysunek 11.2 Główne cechy metali

WSZYSTKIE METALE PRZEWODZĄ PRĄD ELEKTRYCZY.

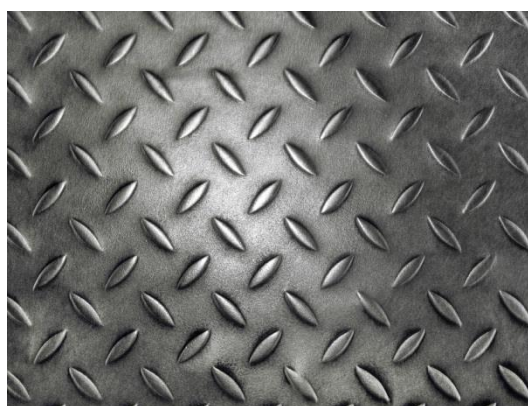
Metale możemy podzielić ze względu na ich różne właściwości (Rysunek 11.3.).



Rysunek 11.3 Podział metali ze względu na ich właściwości

Metalurgia – nauka o metalach - obejmuje ona swoim zakresem odlewnictwo, metaloznawstwo, obróbkę plastyczną oraz metalurgię ekstrakcyjną. Głównym przedmiotem badań metalurgii jest obróbka rud metali oraz przetwórstwo metali i wykorzystanie ich do wytwarzania przedmiotów użytkowych.

W materiałoznawstwie metalami są nazywane wszystkie materiały o wiązaniach metalicznych. Mają one najczęściej postać krystaliczną. W tej definicji stal używana do konstrukcji jest również metalem.



Rysunek 11.4 Stalowa płyta

Stal jest to stop żelaza z węglem. Obecnie stal jest głównym materiałem wykorzystywanym w przemyśle



Stopy metali są to mieszaniny jednorodne (takie, w których nie możemy odróżnić od siebie poszczególnych składników) różnych metali lub metali i niemetali stopionych w odpowiednich proporcjach. Stopy charakteryzują się innymi właściwościami, niż metale z których powstały. Temperatura topnienia stopu jest zazwyczaj niższa, niż temperatura topnienia metali, z których powstał.

Poza stalą głównymi stopami, jakie można spotkać na co dzień, są stopy miedzi:

- - mosiądz (stop miedzi z cynkiem) wykorzystywany do odlewania dzwonów, pomników i rzeźb,
- - brąz (stop miedzi z cyną) używany do produkcji części maszyn, armatury oraz ozdób.



Rysunek 11.5 Stary garnek z brązu



Rysunek 11.6 Kran z mosiądzu

Innym popularnym stopem jest duraluminium – stop aluminium, miedzi i magnezu z domieszkami krzemu i manganu. Posiada dużą wytrzymałość mechaniczną, z tego powodu jest wykorzystywany głównie jako element konstrukcyjny różnych urządzeń.

Do konstrukcji łąmigłówek użyty zostanie drut wykonany ze stali miękkiej, bardziej elastycznej od stali twardej. Stal miękka znacznie łatwiej ulega namagnesowaniu, niż stal twarda. Drut ten jest także pokryty warstwą cynku, który zapobiega jego korozji (drut ze stali miękkiej ocynkowany). Drut powstaje w procesie obróbki plastycznej – ciągnięcia (materiał kształtowany jest poprzez przeciąganie przez oczko ciągadła).

Użyty zostanie także pręt aluminiowy o średnicy $\varnothing 5\text{mm}$. Aluminium to glin (pierwiastek Al) o czystości technicznej (zawiera od 99,0 do 99,8% glinu). Aluminium pozyskuje się głównie z rudy, która jest nazywana boksytem. Aluminium otrzymuje się poprzez elektrolizę tlenku glinu (przepływ prądu elektrycznego). Aluminium wykazuje znacznie większą elastyczność, niż żelazo.



Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do metalu,
- rurka aluminiowa 10mm,
- młotek,
- lutownica
- kombinerki (małe, duże, średnie),
- pilniki do metalu,
- drobny papier ścierny,
- miara,
- szczypce wydłużone,
- sznurek (dratwa),
- kątownik stolarski.

Szczypce uniwersalne – potocznie zwane **kombinerkami**, są narzędziem prostym przeznaczonym do chwytania i manipulowania uchwyconymi przedmiotami, wyginania tych przedmiotów oraz ściągania izolacji z przewodów elektrycznych. Wewnętrzna strona szczypiec jest karbowana, co zapobiega wyślizgiwaniu się uchwyconych przedmiotów. Niektóre rodzaje kombinerek są wyposażone w dwie ostro zakończone krawędzie, dzięki którym możliwe jest cięcie twardych elementów niewielkich rozmiarów (jak np.: przewody). Swoją konstrukcją przypominają nożyczki.



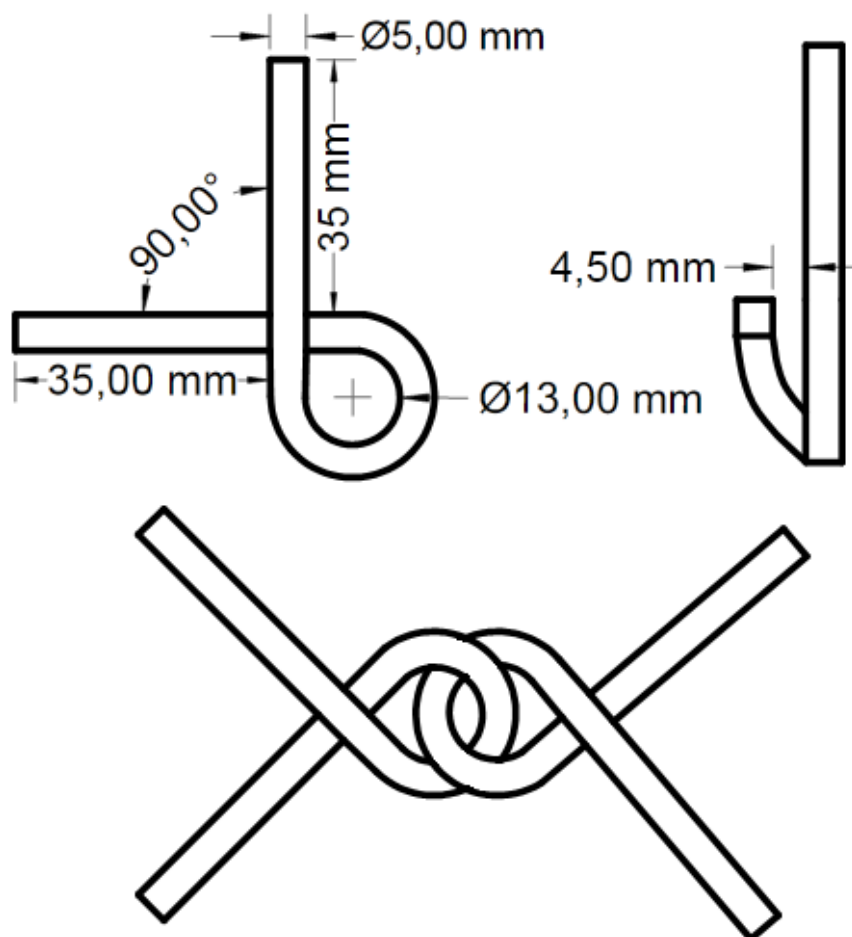
Zdjęcie 13 Szczypce uniwersalne

Przygotowanie poszczególnych elementów :

Do wykonania łamigłówek potrzebne nam będą dwa rodzaje drutu – stosunkowo miękki drut aluminiowy o średnicy 5mm (ok. 20cm) oraz stalowy drut o średnicy 1,6-2,4mm (ok. 50cm) - miękki drut ocynkowany lub półtwardy. Drut dokładnie oczyszczamy i wygładzamy drobnym płótnem ściernym.



1. Zaczniemy od wykonania dwóch identycznych elementów (WYGIĘTYCH W TĄ SAMĄ STRONĘ), których schemat znajduje się na poniższym rysunku.



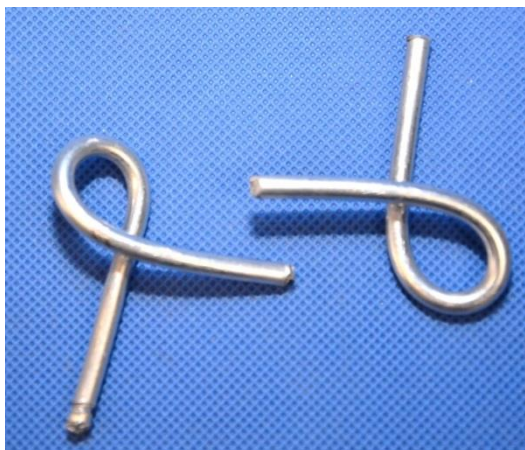
Elementy wyginamy na imadle używając do tego rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$. Wkręcamy ją pionowo w imadło i z jak najdłuższego fragmentu drutu wyginamy „precel”. Po uformowaniu oczek odcinamy nadmiar drutu przy pomocy piłki do metalu, zostawiając jedynie końcówki o dł. 35mm. Gięcie oczek wykonujemy w taki sposób, aby końcówki obu ramion były od siebie oddalone o 4,5mm (odległość mniejsza niż średnica drutu). W przypadku krótszego fragmentu drutu można użyć innego kawałka rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$ jako dźwigni, wsuwając w jeden z jej końców drut aluminiowy.

Zdecydowanie łatwiej jest w początkowej fazie pozostawić szerszą szczelinę pomiędzy ramionami, aby później ją zmniejszyć przy pomocy młotka.

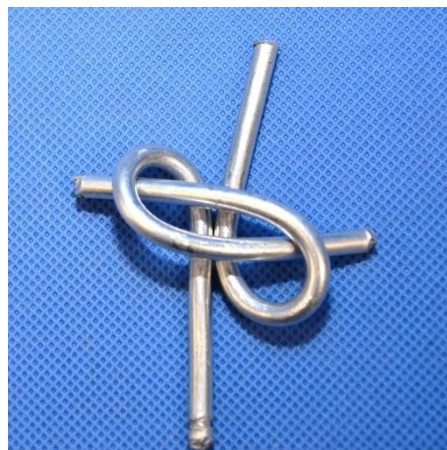
Obcięte końcówki szlifujemy pilnikiem do metalu oraz drobnym papierem ściernym, aby usunąć ostre krawędzie.



Po wykonaniu obu elementów należy połączyć je razem nie używając siły (nie wyginając drutu oraz nie przepychając oczek siłą), zgodnie z poniższą instrukcją.



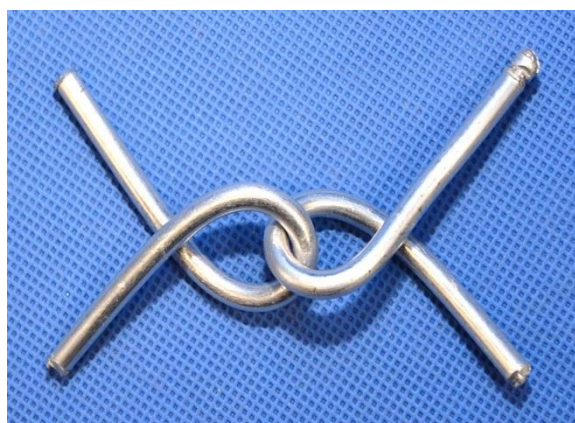
(a)



(b)



(c)



(d)

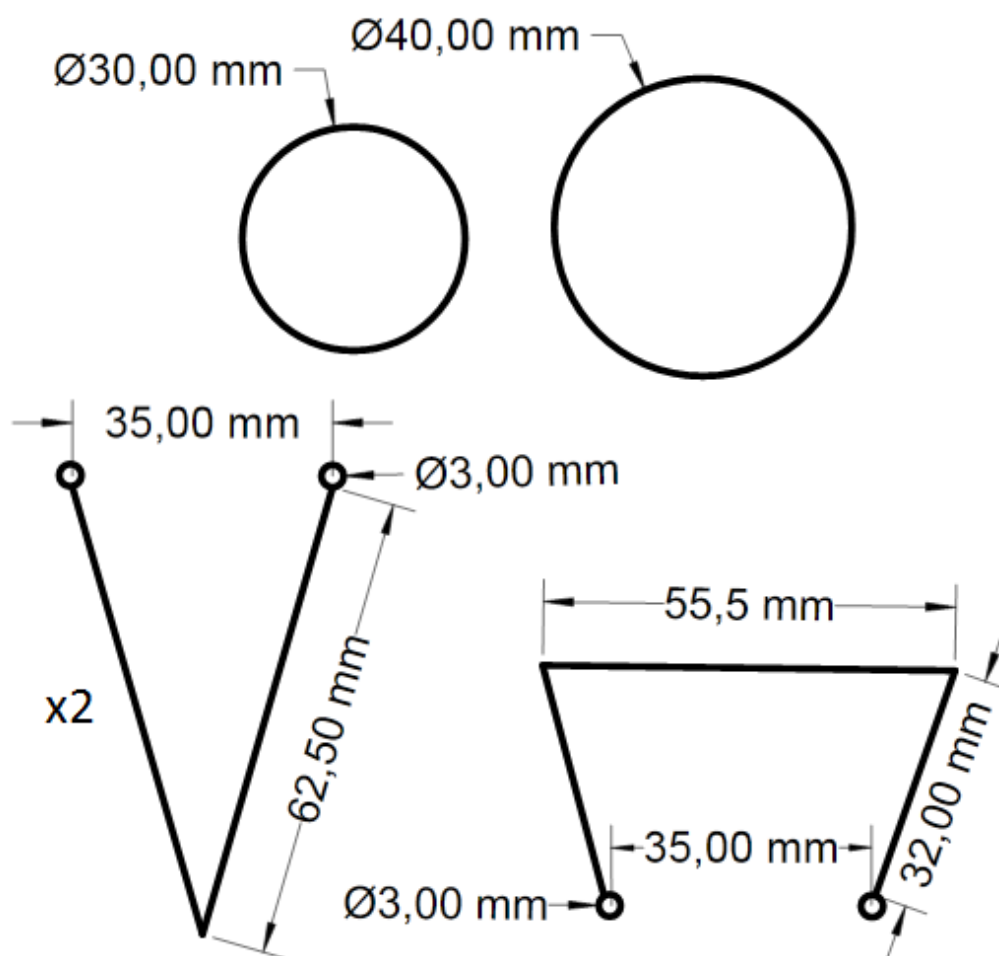
(a) Ustawiamy oba elementy naprzeciwko siebie.

(b) Końcówki ramion wsuwamy maksymalnie w środek oczek.

(c) Chwytny oczka i zaczynamy je obracać w przeciwną stronę do siebie (skręcamy je razem), pilnujemy przy tym, aby nie odsuwały się od siebie.

(d) Oba elementy są ze sobą połączone, spróbuj teraz je rozdzielić.

2. Druga łamigłówka będzie składać się z 5 elementów. Wymiary poszczególnych elementów łamigłówki zostały przedstawione na poniższym rysunku.



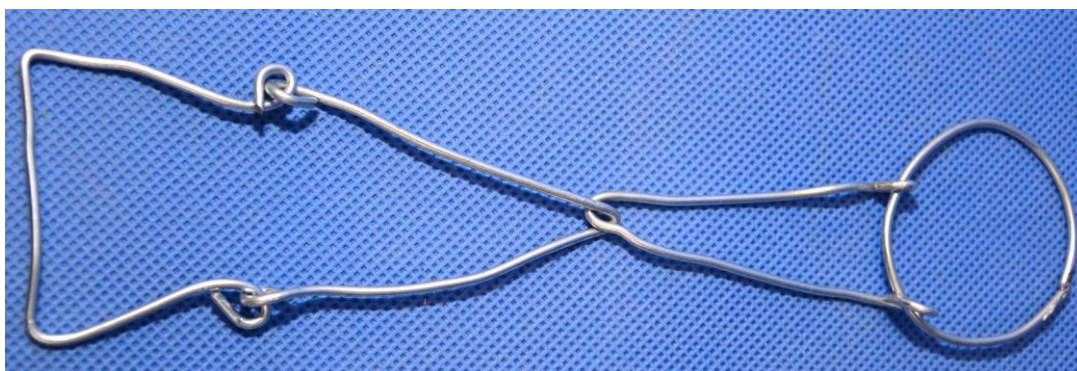
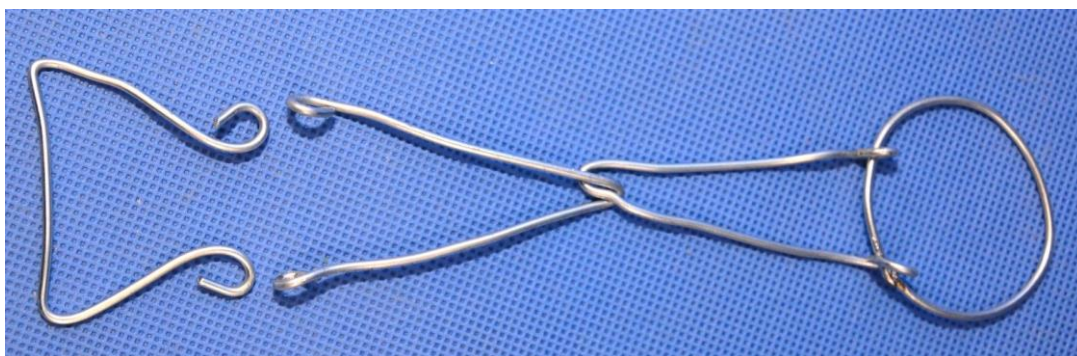
W tym przypadku pracę rozpoczynamy od wyznaczenia długości rozwinięcia poszczególnych części. Najłatwiej jest ją określić przy pomocy sznurka (układamy go wzdłuż krawędzi dodając ok. 5-10mm na „uszka” poszczególnych części). W ten sposób ustalimy wstępną długość drutu dla każdego elementu. Niewielkie kółka i uszka wyginamy szczypcami płaskimi.



Zaczynamy od wygięcia większej obręczy o średnicy 40mm oraz elementu w kształcie litery V. Obręcz o $\varnothing 40\text{mm}$ pozostawiamy nie do końca zamkniętą. Po połączeniu obu elementów zamykamy obręcz i łączymy przy pomocy lutownicy i cyny.



Następnie wykonujemy drugi element w kształcie litery V w identyczny sposób jak pierwszy oraz element w kształcie otwartego trapezu, ale w tym przypadku „uszka” pozostawiamy nie do końca domknięte w celu połączenia z drugim elementem w kształcie litery V





Pozostało nam tylko wykonanie elementu ruchomego - obręczy o $\varnothing 30\text{mm}$. Obręcz zamykamy przy pomocy lutownicy i cyny

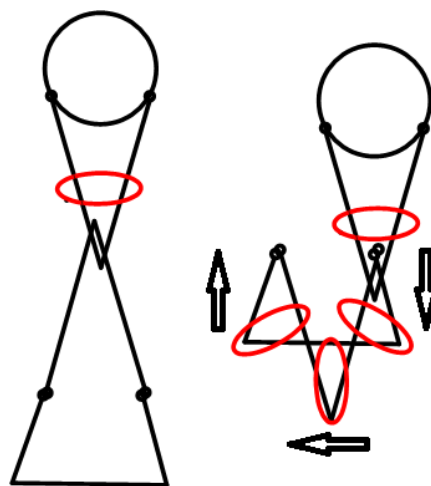
Naszym zadaniem jest umieszczenie małej obręczy w miejscu przedstawionym na poniższym rysunku.



Sposób połączenia ze sobą elementów łamigłówki



xs



Łamigłówki są gotowe.



Zajęcia 13, 14 i 15: Wykorzystanie potęgi wielokrążków i ciśnienia – zasada działania dźwigu i maszyny hydraulicznej

I Dźwig – potęgą wielokrążków



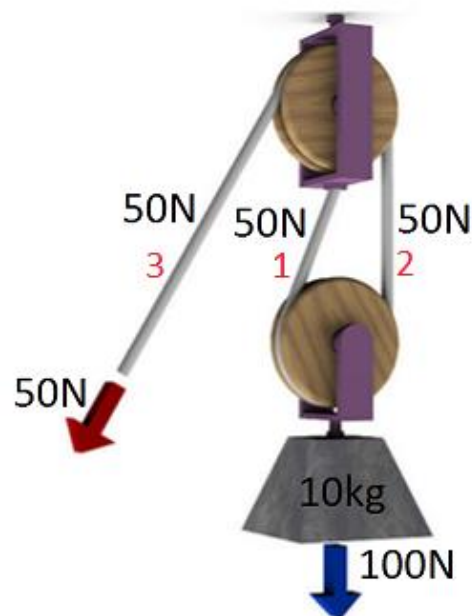
Rysunek 13.1 Dźwig budowlany

Dźwigiem określamy każde urządzenie służące do przenoszenia (podnoszenia) ładunków pomiędzy określonymi poziomami. Najbardziej znanym z życia codziennego przykładem dźwigu jest winda, służąca do transportu osób lub przedmiotów na różne wysokości – najczęściej pomiędzy poszczególnymi piętrami. Innym przykładem dźwigu jest dźwig portowy lub, wspomniany już wcześniej, dźwig budowlany. Skupmy się teraz na zasadzie działania dźwigu, którego

zadaniem jest przetransportowanie dużego ciężaru na znaczną wysokość. Przypomnijmy sobie konstrukcję dziadka do orzechów. Do jego budowy wykorzystaliśmy zasadę działania dźwigni, dzięki której uzyskaliśmy zwielokrotnienie naszej siły. Dźwignia jest przykładem maszyny prostej. Niektóre dźwigi również wykorzystują podobny mechanizm – rozkładają działającą siłę na większą drogę. Podnoszą dzięki temu znacznie większe ciężary przy działaniu mniejszej siły. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu **systemu wielokrążków**.

System wielokrążków jest układem składającym się z krążków oraz cięgien. System ten charakteryzuje się wykorzystaniem pojedynczej ciągłej liny (ciągna), która przenosi siłę naprężenia wokół jednego lub więcej kół, co ułatwia podnoszenie obciążenia.

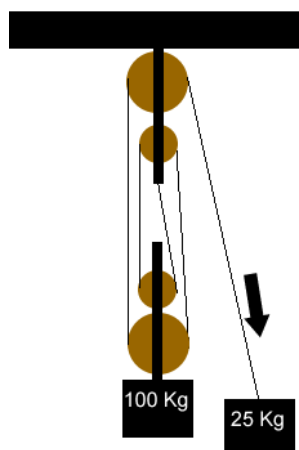
Przeanalizujmy teraz najprostszy układ wielokrążków przedstawiony na Rysunku 13.2. Składa się on z dwóch krążków umieszczonych jeden pod drugim. Jeżeli na dolny krążek będzie działać siła 100 N, to rozłoży się ona równomiernie po 50 N na dwa fragmenty liny (1 i 2). W celu podniesienia ciężaru wystarczy, że będziemy działać siłą 50 N, czyli siłą o połowę mniejszą niż w



Rysunek 13.2 Układ składający się z dwóch wielokrążków

przypadku, gdybyśmy nie używali systemu wielokrążków.

W naszym układzie przyjmujemy kilka uproszczeń, które nie występują w układach



Rysunek 13.3 Układ składający się z czterech wielokrążków

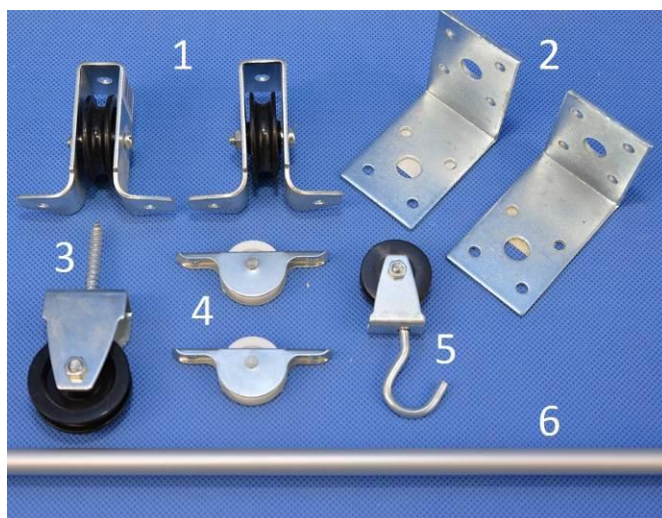
rzeczywistych. Zakładamy, że krążki oraz lina są nieważkie oraz nie występują straty energii spowodowane siłą tarcia. Przyjmuje się także, że liny się nie rozciągają oraz, że wszystkie siły w układzie rozkładają się równomiernie.

Gdy stosujemy dwa wielokrążki w układzie prostym (Rysunek 13.3), w celu podniesienia obciążenia musimy działać siłą równą $\frac{1}{2}$ ciężaru podnoszonego przedmiotu. Jeżeli użyjemy trzech wielokrążków, siła będzie rozkładała się równomiernie na trzy fragmenty liny i w tym przypadku wystarczy że użyjemy siły równej $\frac{1}{3}$ ciężaru podnoszonego przedmiotu. Przy użyciu czterech bloczków do podniesienia obciążenia wystarczy siła równa $\frac{1}{4}$ wartości jego ciężaru (rozkłada się on na czterech fragmentach liny).

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło $\varnothing 10\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- 6. młotek,
- nożyczki,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 3\text{mm}$,
- 11. bit o rozstawie 2mm.

Przygotowanie poszczególnych elementów:

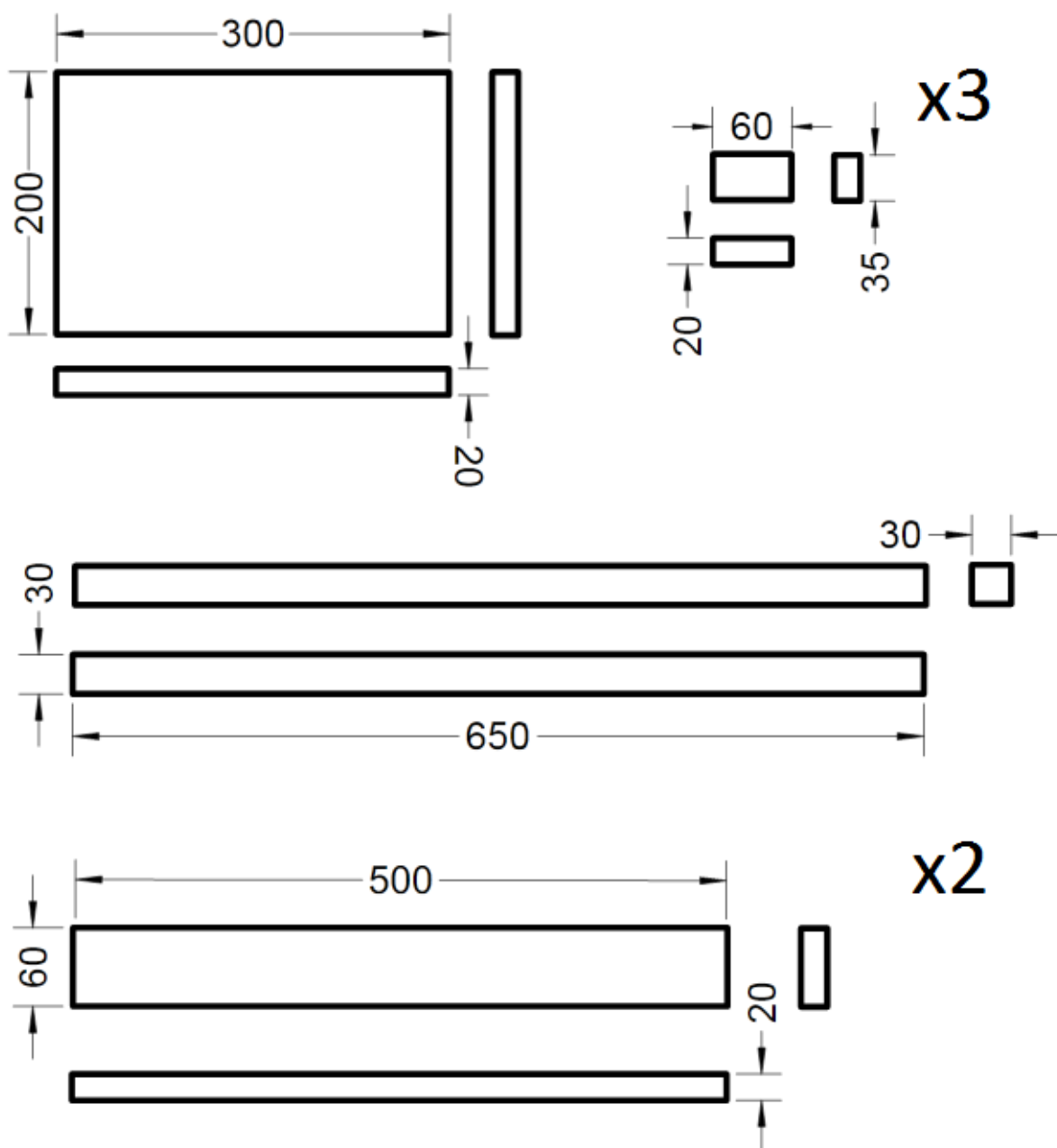


Rysunek 13.4 Spis metalowych elementów

1. dwa bloczki stojące do lin $\varnothing 40\text{mm}$,
2. dwa kątowniki 50x70mm o szerokości 40mm,
3. jeden bloczek do lin z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$,
4. dwa bloczki stojące do lin $\varnothing 20\text{mm}$,
5. jeden bloczek do lin z hakiem $\varnothing 30\text{mm}$,
6. 500mm rurki aluminiowej $\varnothing 10\text{mm}$.



Do konstrukcji użyjemy także elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na poniższym rysunku technicznym

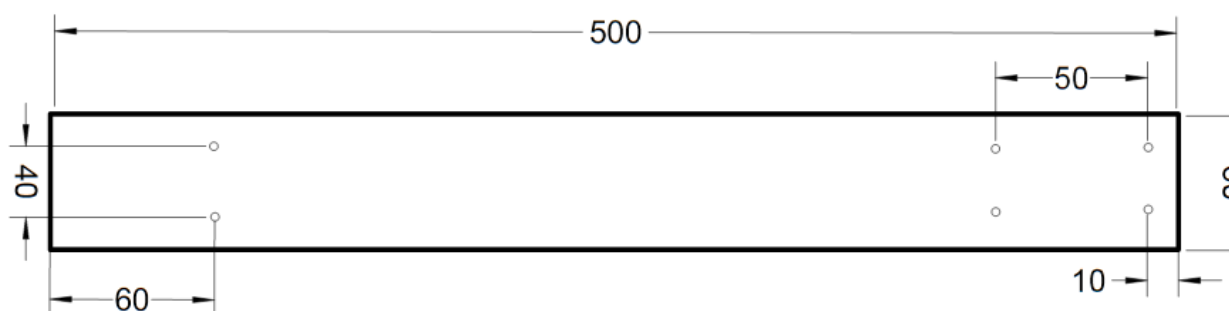




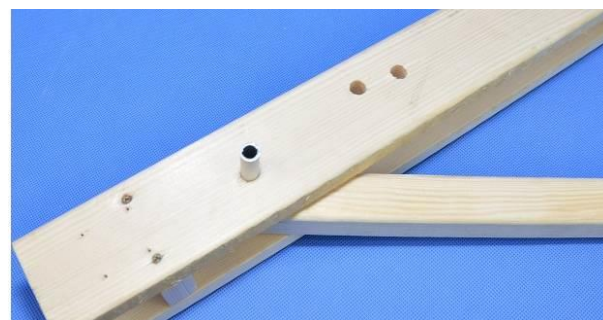
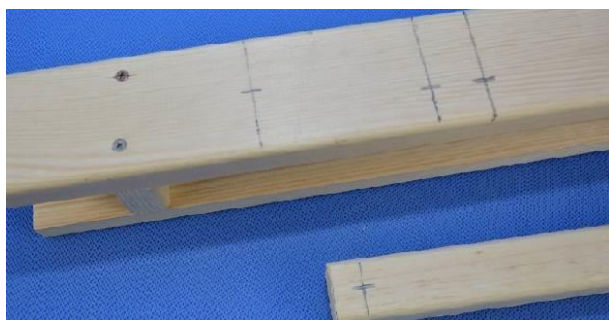
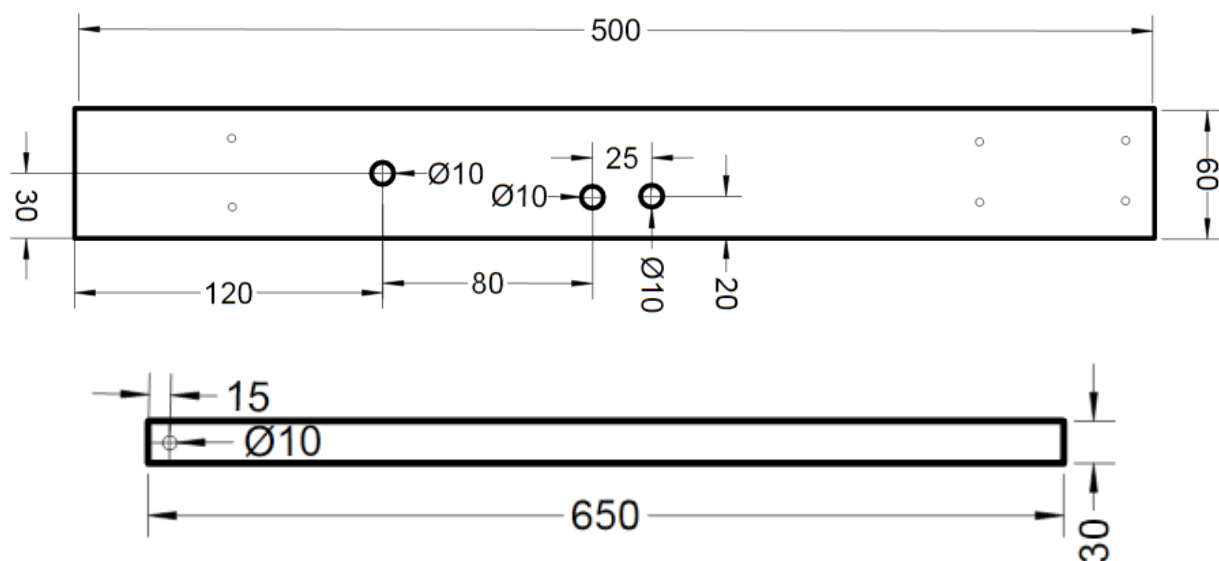
Oprócz tego będziemy potrzebować również:

- 12 wkrętów 30mm,
- 12 wkrętów 20mm,
- 10 wkrętów 10mm,
- dratwę lub żyłkę ok. 3m,
- siłomierz,
- obciążenie o znanej masie.

1. Zaczniemy od połączenia ze sobą dwóch desek o wymiarach 500x60x20mm przy pomocy 3 bloczków 60x35x20mm. Użyjemy do tego wkrętów o dł. 30mm. W celu zapobiegnięcia pękaniu desek, przed wkręceniem wkrętów można nawiercić otwory przy pomocy wiertła o średnicy 2mm w miejscach wkręcania wkrętów. Do wkręcania wkrętów będziemy używać bitu o rozstawie 2mm.

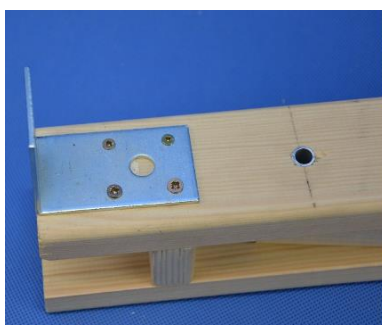


2. Przy pomocy wiertła o średnicy 10mm wiercimy otwory w tak skreślonych deskach w miejscach zaznaczonych na poniższym rysunku. oraz w desce 650x30x30mm. Zapobiegnie to przesunięciu się otworów względem siebie. Należy zwrócić szczególną uwagę na wiercenie otworów pod kątem prostym do deski.



Z rurki aluminiowej odcinamy kawałek długości 75mm i za jego pomocą mocujemy ramię (650x30x30mm) pomiędzy skręcone deski w sposób przedstawiony na powyższym rysunku. zwracając uwagę, aby ramię znajdowało się dalej od wywierconych górnych otworów. Rurka powinna ciasno wchodzić. Do jej wbicia używamy młotka.

3. Do tak przygotowanego elementu mocujemy kątownik 50x70mm dłuższym ramieniem przy pomocy wkrętów o dł. 20mm. **Następnie** krótsze ramię mocujemy do deski 300x200x20mm w taki sposób, aby montowany element znajdował się pośrodku oraz był odsunięty o 50mm od krótszej krawędzi deski. Z drugiej strony przykręcamy drugi kątownik.





4. Przechodzimy do montażu bloczków. Wszystkie bloczki montujemy przy pomocy wkrętów o dł. 1mm. Zaczynamy od zamontowania dwóch bloczków stojących $\varnothing 20\text{mm}$ (bloczek nr 4 Rysunek 12.4). Mocujemy je w sposób pokazany na poniższym rysunku naprzeciwko siebie. Tutaj również możemy użyć wiertła 3mm w celu zapobiegnięcia pęknięciu desek.



Następnie przykręcamy bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 1 Rysunek 12.4). Jeden – na samej górze konstrukcji, odsunięty maksymalnie od ramienia dźwigu. Drugi – w taki sposób, aby dół krążka był na wysokości wywierconego środkowego otworu $\varnothing 10\text{mm}$ po przeciwnej stronie, niż ramię dźwigu.

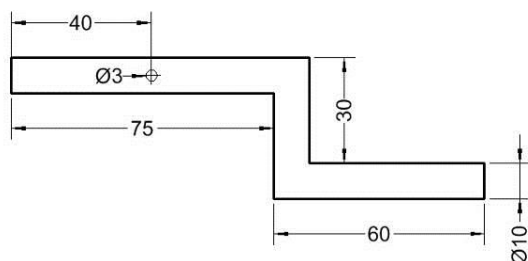


Następnie przykręcamy bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 1 Rysunek 12.4). Jeden – na samej górze konstrukcji, odsunięty maksymalnie od ramienia dźwigu. Drugi – w taki sposób, aby dół krążka był na wysokości wywierconego środkowego otworu $\varnothing 10\text{mm}$ po przeciwnej stronie, niż ramię dźwigu. Ostatnim bloczkiem, jaki zamontujemy, będzie bloczek z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$ (bloczek nr 3 Rysunek 12.4). W celu zabezpieczenia ramienia przed pęknięciem, wykonujemy nawiercenie wiertłem 5mm na głębokość wkrętu pośrodku ramienia i wkręcamy delikatnie bloczek



5. Z rurki aluminiowej należy wygiąć dwa „kołowrotki”, zgodnie ze schematem przedstawionym na poniższym rysunku. Gięcie najlepiej wykonywać z jak najdłuższej rurki, jednak do wykonania pojedynczego elementu wystarczy rurka o dł. 165mm. Część rurki aluminiowej o dł. 75mm wkręcamy w imadło i wykonujemy zgięcie pod kątem 90° . W celu ułatwienia formowania elementu w środku rurki, możemy umieścić śrubokręt, który będzie pełnił rolę dźwigni ułatwiającej wygięcie elementu. Następnie w imadle ściskamy środkowy fragment i wyginamy rurkę w taki sposób, aby uzyskać zamierzony kształt.

W połowie dłuższego ramienia wiercimy otwór o średnicy 3mm przez obie ściany rurki. Będzie to miejsce, do którego przywiążemy dratwę





6. Ostatnie dwa wkręty wkręcamy – jeden na wysokości białego bloczka po zewnętrznej stronie ramienia (pkt. 1), drugi na końcu ramienia od dołu (pkt. 2).

7. Kołowrotki montujemy w taki sposób, aby krótsze ramiona były po przeciwnych stronach, w razie potrzeby należy rozwiąć otwory w celu swobodnego obracania się kołowrotek.

8. Dratwę przywiązujemy do górnego kołowrotka i prowadzimy przez dwa bloczki $\varnothing 20\text{mm}$ do wkrętu umieszczonego na środku ramienia dźwigu (pkt. 1), naciągamy dratwę przy pomocy kołowrotka.

9. Od dolnego kołowrotka dratwę prowadzimy przez bloczki stojące $\varnothing 40\text{mm}$, do bloczka z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$, zaczepiamy bloczek do lin z hakiem $\varnothing 30\text{mm}$, a koniec przywiązujemy do wkrętu na końcu ramienia (pkt. 2).

Sprawdzenie zasady działania:

Na początku przy pomocy wagi hakowej dokonujemy pomiaru ciężaru danego obiektu. Nie musimy do tego przecinać dratwy.

Następnie wagę należy umieścić pomiędzy bloczkiem z wkrętem $\varnothing 40\text{mm}$, a górnym bloczkiem stojącym $\varnothing 40\text{mm}$ i odczytać wskazania wagi.

Porównujemy ze sobą oba wyniki. Czy są zgodne z założeniami teoretycznymi? Na wynik uzyskany mogą mieć wpływ uproszczenia, które przyjęliśmy dla naszego układu.



Dźwig jest gotowy.

II Maszyna hydrauliczna – potęga ciśnienia

W pierwszej części rozdziału została przedstawiona zasada działania dźwigu wykorzystującego zasadę działania wielokrążków. Niektóre dźwigi do podnoszenia ciężarów używają podnośników hydraulicznych. Podnoszenie odbywa się przy udziale cieczy, która jest wypychana, powodując podnoszenie się jednej z części podnośnika.

Mechanizm hydrauliczny jest wykorzystywany również w pracy koparki. Olejowe siłowniki hydrauliczne odpowiadają za precyzyjną pracę łyżki i ramienia koparki (Rysunek. 13.5).



Rysunek 13.5 Koparka

Siłownik hydrauliczny jest rodzajem silnika hydrostatycznego o ruchu posuwistym. Elementem roboczym siłownika jest tłok, który umieszczony jest w cylindrycznym korpusie. Do przestrzeni roboczej wtłaczana jest ciecz, która przesuwa tłok, to z kolei powoduje posuwisty ruch tłoczyska.

Zasadę działania mechanizmu hydraulicznego z można zobaczyć, wykonując doświadczenie z plastikowymi strzykawkami lekarskimi.

Sprawdzenie zasady działania tłoka (prasa hydrauliczna)

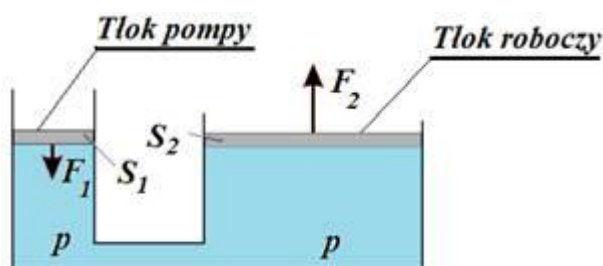
Zacznijmy od prostego doświadczenia – łączymy ze sobą dwie strzykawki plastikową rurką. Nakładamy rurkę na strzykawkę w miejscu w którym nakłada się zazwyczaj igłę. Musimy zadbać o szczelność połączenia. Strzykawkę i wążek napełniamy wodą. Na drugi koniec nakładamy pustą strzykawkę z całkowicie wciśniętym tłokiem. Gdy zaczniemy wciskać tłok pierwszej strzykawki zaobserwujemy, że tłok drugiej strzykawki się wysunął. Gdyby do naszego układu dostało się powietrze należy je usunąć. Tłok wysuwamy całkowicie i dolewamy wody. Jest to nasz pierwszy własnoręcznie wykonany siłownik hydrauliczny (rys. 13.6).



13.6 Sposób połączenia strzykawkę przy pomocy wężyka

W dalszej części doświadczenia łączymy ze sobą strzykawki o różnej pojemności. Obserwujemy w jaki sposób porusza się tłok i jakiej siły musimy używać żeby się poruszał.

Przy połączeniu dwóch strzykawkę o różnej średnicy (pojemności) układ ten zachowuje się jak prasa hydrauliczna (umożliwia zwielokrotnienie siły nacisku dzięki wykorzystaniu zjawiska stałości ciśnienia w zamkniętym układzie hydraulicznym).



Tłok o powierzchni S_1 na który działa siła F_1 wywołuje powstanie w układzie ciśnienia p . Zgodnie z **prawem Pascala** ciśnienie to działa także na drugi tłok o powierzchni S_2 wywołując powstanie siły F_2 (Równanie1).

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1 \quad (1)$$

Z powyższego wzoru wynika, że siła działająca na drugi tłok jest tyle razy większa od siły działającej na pierwszy, ile razy powierzchnia tłoka drugiego jest większa od powierzchni tłoka pierwszego. Praca wykonana przez obydwa tłoki jest sobie równa.

Przykład:

Jeżeli S_1 jest równe 10cm^2 , a S_2 jest dwa razy większe niż S_1 , to S_2 jest równe 20cm^2 . F_1 jest równe 10N - wtedy drugi tłok zareaguje siłą 20N .



Jeżeli pierwszy tłok przesuniemy na odległość 10cm, drugi tłok przesunie się o 5cm. Praca wykonana przez pierwszy tłok jest równa 1J (praca jest to iloczyn siły i przesunięcia - 10N razy 10cm jest równe 1J), tak samo, jak praca wykonana przez drugi tłok (20N razy 5 cm jest równe 1J).

*Możemy także sprawdzić, w jaki sposób zachowuje się ściskane i rozciągnięte powietrze. Gazy są dużo bardziej ściśliwe niż ciecze. Znaczna część pracy wykonywanej przy przesuwaniu tłoka jest zużywana na sprężanie powietrza.

W prasach hydraulicznych stosuje się olej gdyż, jest on mniej ściśliwy, niż woda

Potrzebne narzędzia:

- imadło,
- piłka do drewna,
- wiertarko-wkrętarka,
- wiertło do drewna $\varnothing 5\text{mm}$,
- wiertło $\varnothing 2\text{mm}$,
- młotek,
- nożyczki,
- miara,
- kątownik stolarski,
- wiertło $\varnothing 3\text{mm}$,
- bit o rozstawie 3mm,
- śrubokręt gwiazdka.

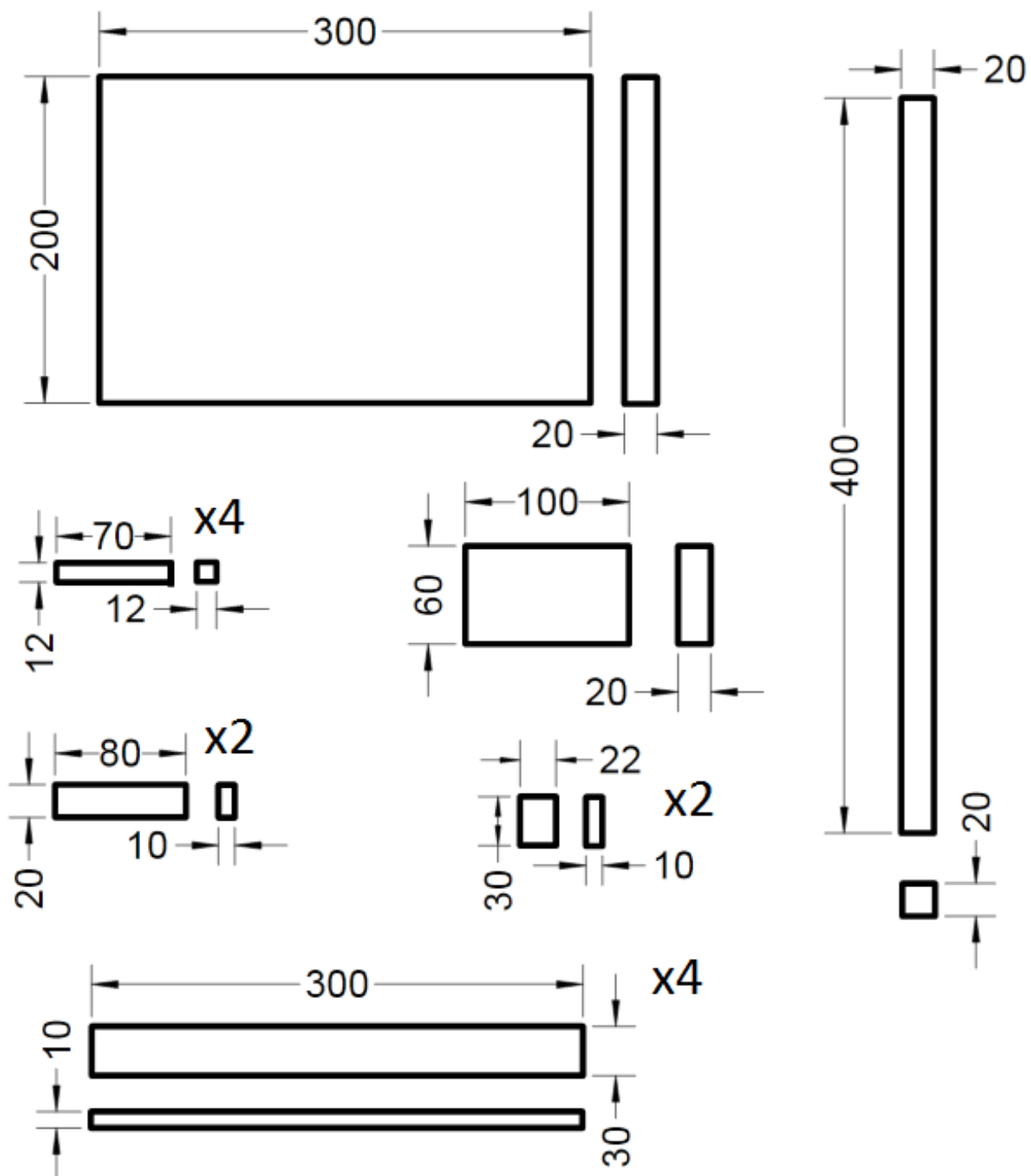
Przygotowanie poszczególnych elementów:



- 1m wężyka igielitowego $\varnothing 4\text{mm}$,
- 4 strzykawki trzyczęściowe 20ml,
- 1 strzykawkę trzyczęściową 10ml,
- 1 strzykawkę trzyczęściową 5ml,
- 14 opasek zaciskowych 2,5mm dł. 25cm,
- 2 kątowniki 50x2mm,
- 8 gwoździ o dł. 20mm,
- 12 wkrętów o dł. 20mm,
- 12 wkrętów o dł. 10mm,
- 3 śruby z nakrętkami $\varnothing 5\text{mm}$ o dł. min. 50mm.



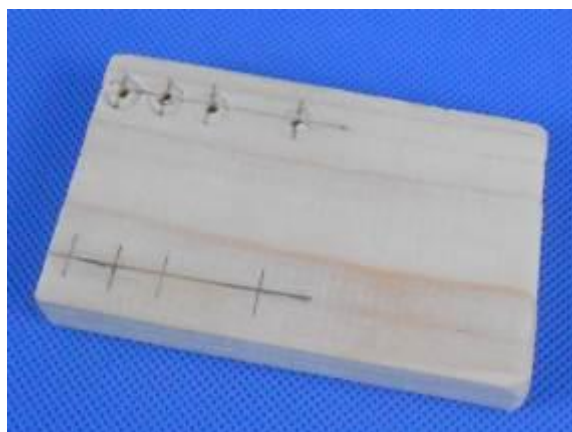
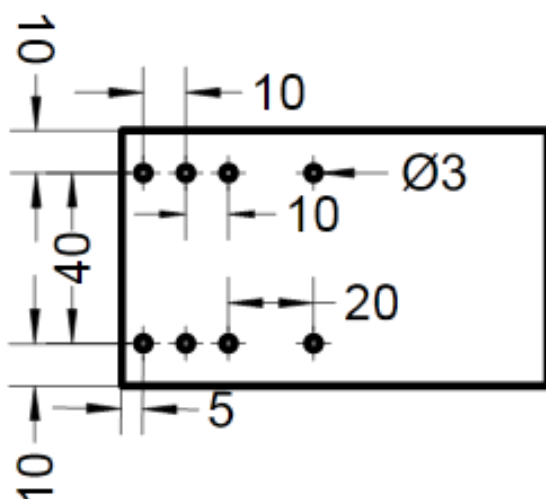
Do konstrukcji użyjemy także elementów drewnianych, wymiary poszczególnych części zostały przedstawione na rysunku technicznym.





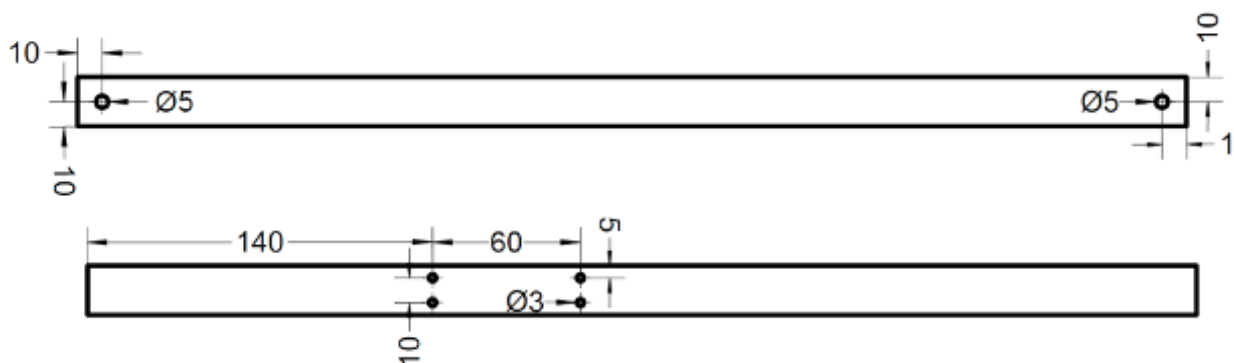
Następnym krokiem po przygotowaniu desek jest ponawieranie otworów w poszczególnych elementach.

1. Zaczynamy od deski o wymiarach 100x60x20. Sposób wywiercenia otworów został zamieszczony na poniższym rysunku. Używamy wiertła $\varnothing 3$ mm.

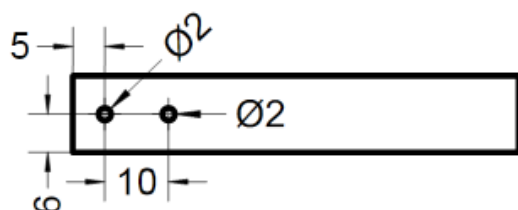
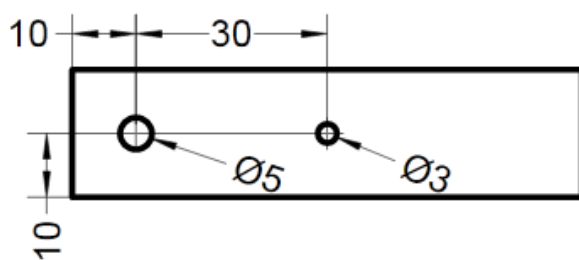


2. Teraz wiercimy otwory w desce o wymiarach 450x20x20. Należy zwrócić uwagę, że otwory są wiercone z różnych stron deski (otwory o różnych średnicach będą do siebie skierowane pod kątem prostym).

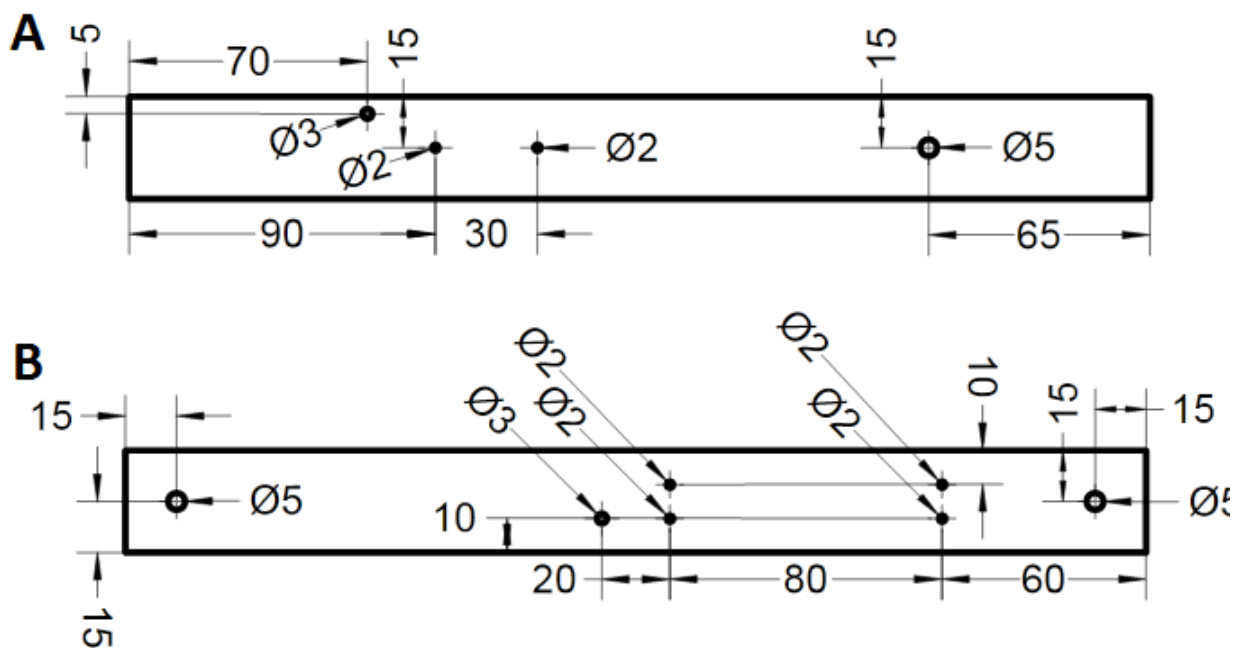




3. Listewki o wymiarach 80x20x10 oraz 70x12x12. Miejsca wiercenia otworów zostały przedstawione na poniższym rysunku.



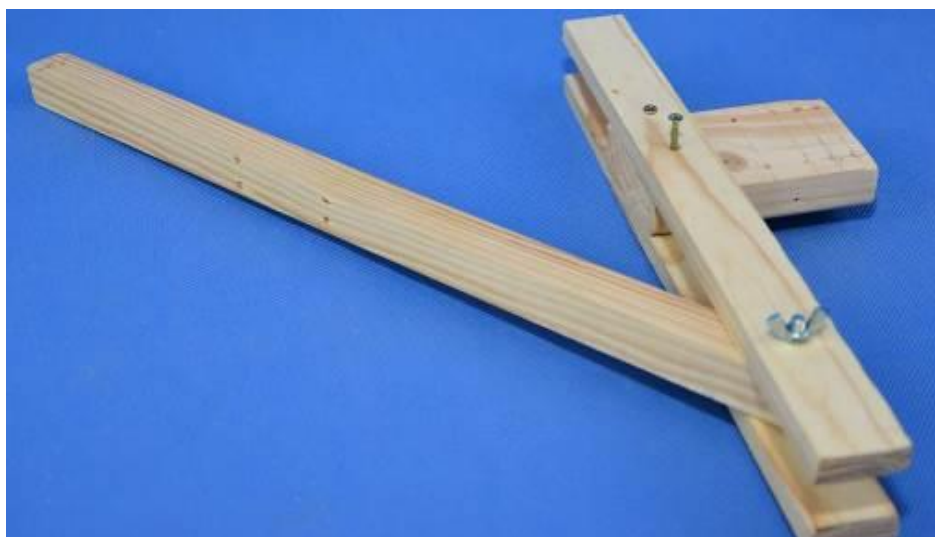
4. W dwóch deskach o wymiarach 300x30x10 wiercimy otwory zgodnie z rysunkiem technicznym **A**. W dwóch pozostałych deskach wiercimy otwory zgodnie z rysunkiem technicznym **B**.



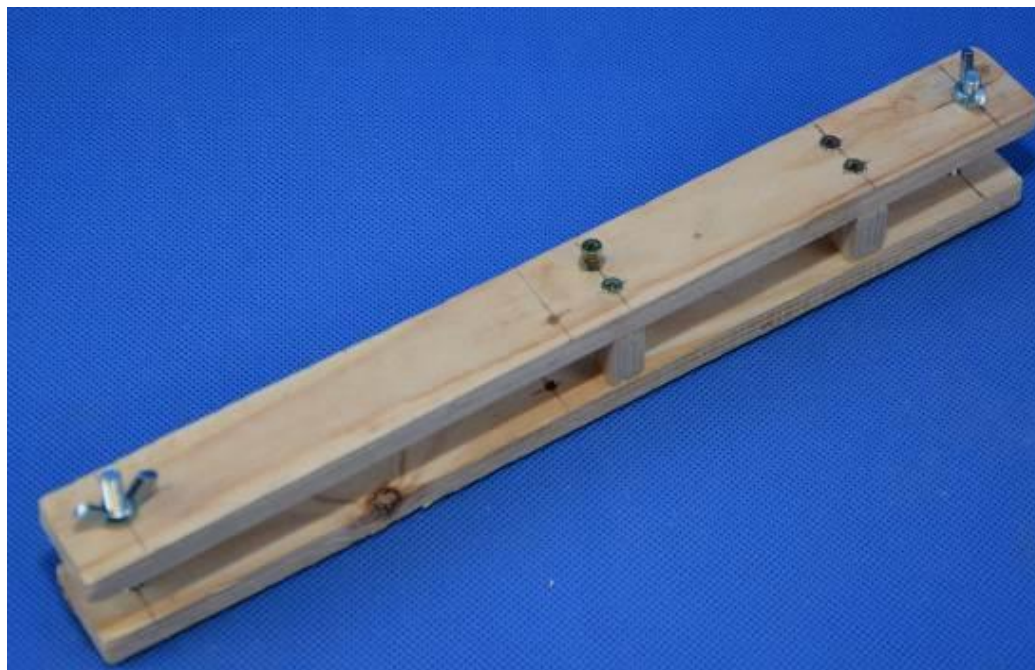


Montaż:

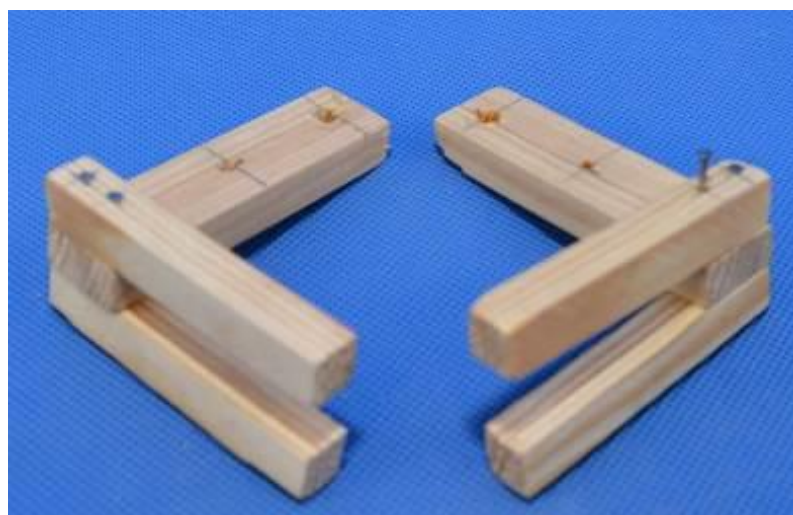
1. Łączymy ze sobą 2 deski o wymiarach 300x30x10 (A) przy pomocy deski 10x60x20 oraz ramienia 450x20x20. Ramię mocujemy przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby wywiercone otwory $\varnothing 3\text{mm}$ znajdowały się bliżej górnego końca ramienia. Deskę 10x60x20 ustawiamy tak, aby jej górna krawędź znajdowała się 80mm od końca deski 300x30x10. W miejscach wywiercenia otworów $\varnothing 2\text{mm}$ wkręcamy wkręty o dł. 20mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, żeby otwory o $\varnothing 3$ na deskach 300x30x10 znajdowały się naprzeciwko siebie i były po tej stronie co ramię. Ten element będziemy nazywać masztem.



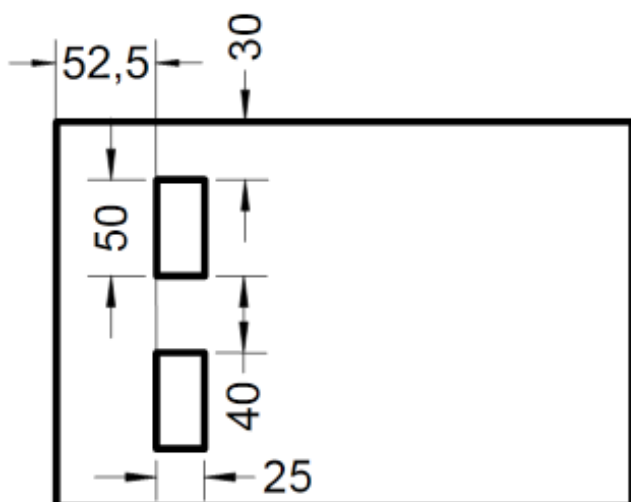
2. Pozostałe dwie deski 300x30x10 (B) łączymy przy pomocy kawałków 30x22x10. Otwory $\varnothing 3\text{mm}$ powinny być ustawione naprzeciwko siebie. Kawałki 30x22x10 umieszczamy pomiędzy deskami (środek deski powinien znajdować się pod otworami $\varnothing 2\text{mm}$) i całość skręcamy dwiema śrubami $\varnothing 5$. W miejsca otworów $\varnothing 2\text{mm}$ wkręcamy wkręty o dł. 20mm. Jest to drugi człon ramienia.



- Listewki o wymiarach 80x20x10 oraz 70x12x12 łączymy ze sobą przy pomocy gwoździ 20mm. Listewki 70x12x12 ustawiamy po dwóch stronach listewki 80x20x10 pod kątem prostym po przeciwnej stronie, niż otwór $\varnothing 5\text{mm}$. Połączone elementy będą stanowiły chwytak naszej maszyny hydraulicznej.



- Teraz łączymy wszystkie elementy ze sobą. Zaczynamy od przymocowania masztu do deski 300x200x20 przy pomocy kątowników 50x25. Kątowniki przykręcamy do deski przy pomocy wkrętów 10mm.



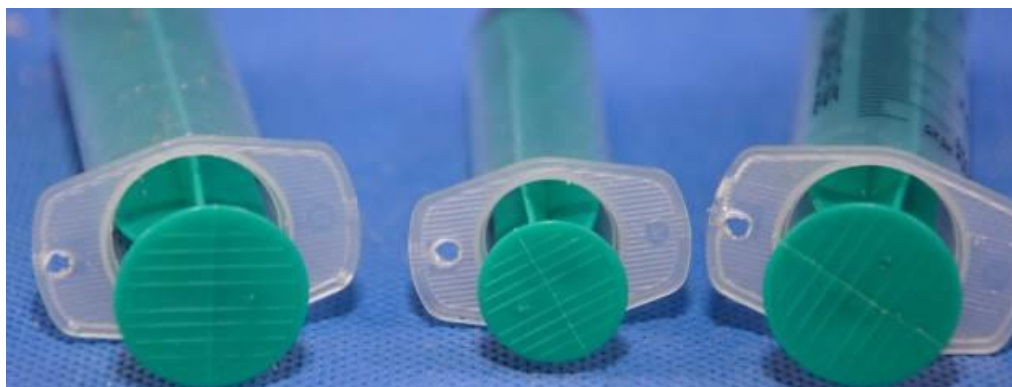
Pomiędzy kątownikami umieszczamy maszt i przykręcamy go wkrętami o dł. 10mm. Tylna kraweź masztu powinna znajdować się 50mm od krawędzi deski 300x200x20.



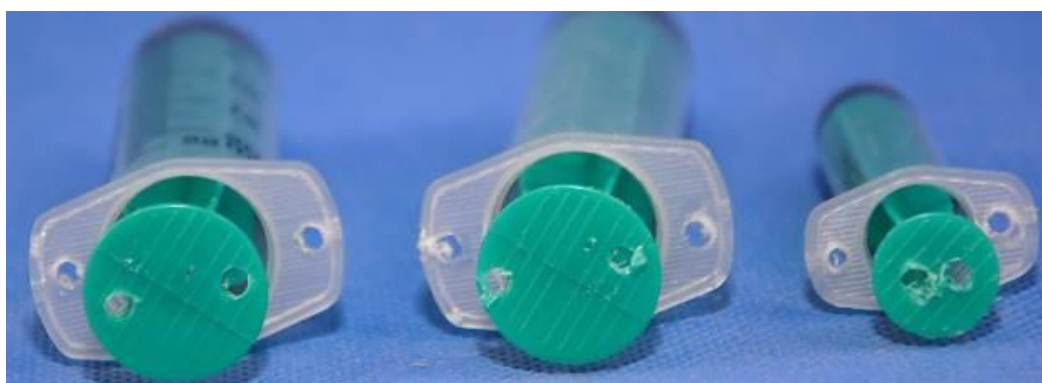
5. Do ramienia mocujemy teraz drugą część przy pomocy śruby $\varnothing 5\text{mm}$ w taki sposób, aby otwory $\varnothing 3\text{mm}$ w drugiej części znajdowały się po wewnętrznej stronie. Do końca drugiej części ramienia przy pomocy śruby 50mm montujemy chwytak w sposób przedstawiony na poniższym rysunku.



6. Aby zamontować w konstrukcji dźwigu strzykawki, należy wywiercić w nich otwory. Wyciągamy tłoki i przy pomocy wiertła $\varnothing 3\text{mm}$ w strzykawce 10ml i dwóch strzykawkach 20ml wiercimy po jednym otworze w sposób wskazany na poniższym rysunku.

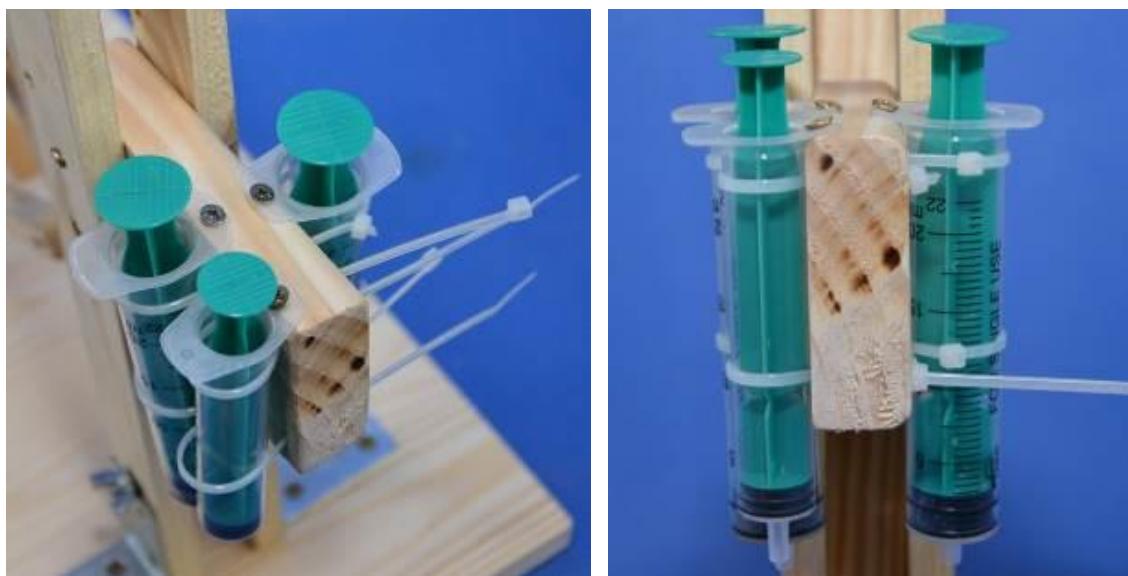
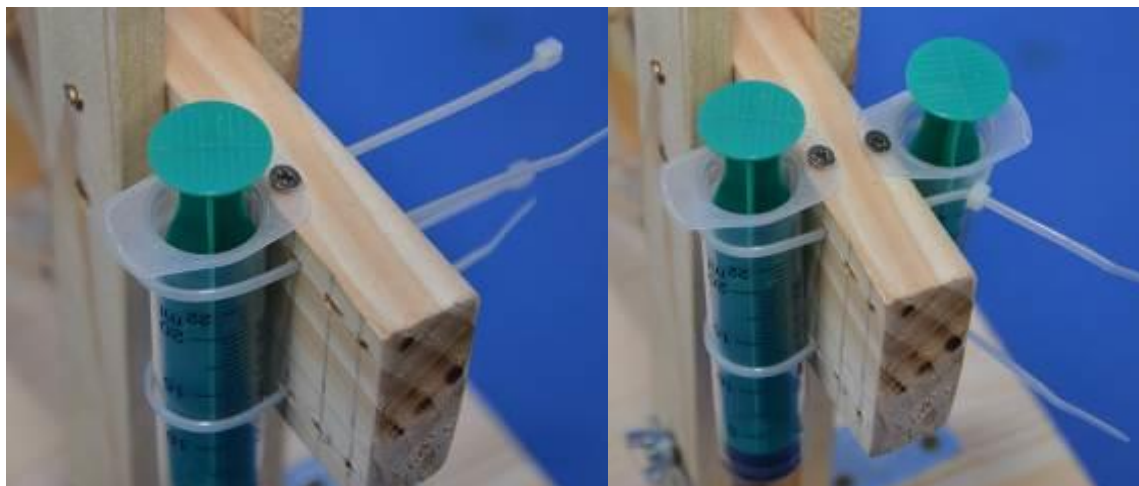


W pozostałych trzech strzykawkach wiercimy po cztery otwory





7. Zaczynamy od montażu strzykawkę z jednym otworem do deski 100x60x20 przy pomocy wkrętów 10mm oraz opasek zaciskowych. Po zaciśnięciu opasek nadmiar odcinamy nożyczkami.

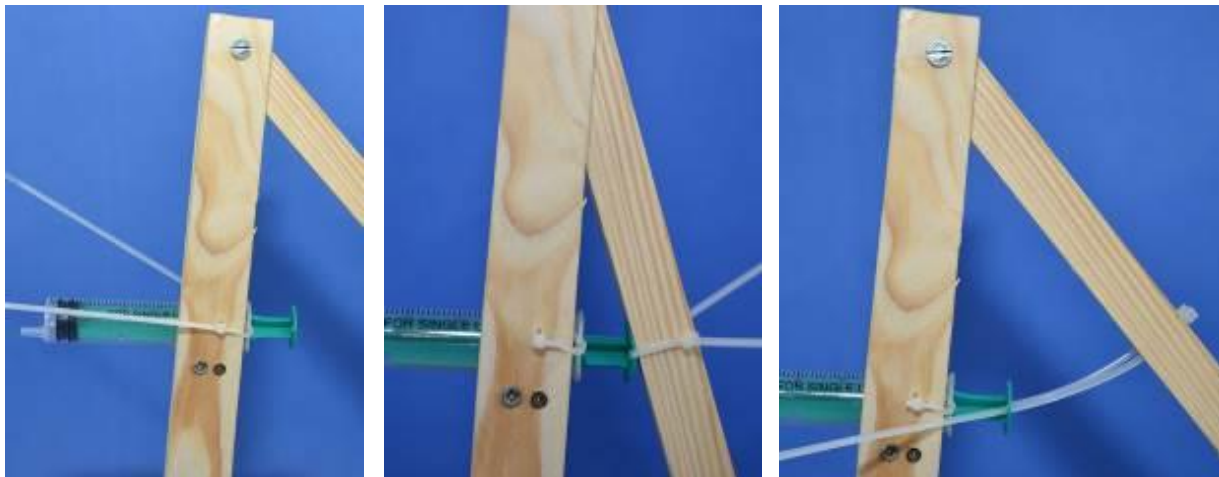


8. Strzykawkę 5ml montujemy do chwytaka w sposób pokazany na poniższym rysunku.

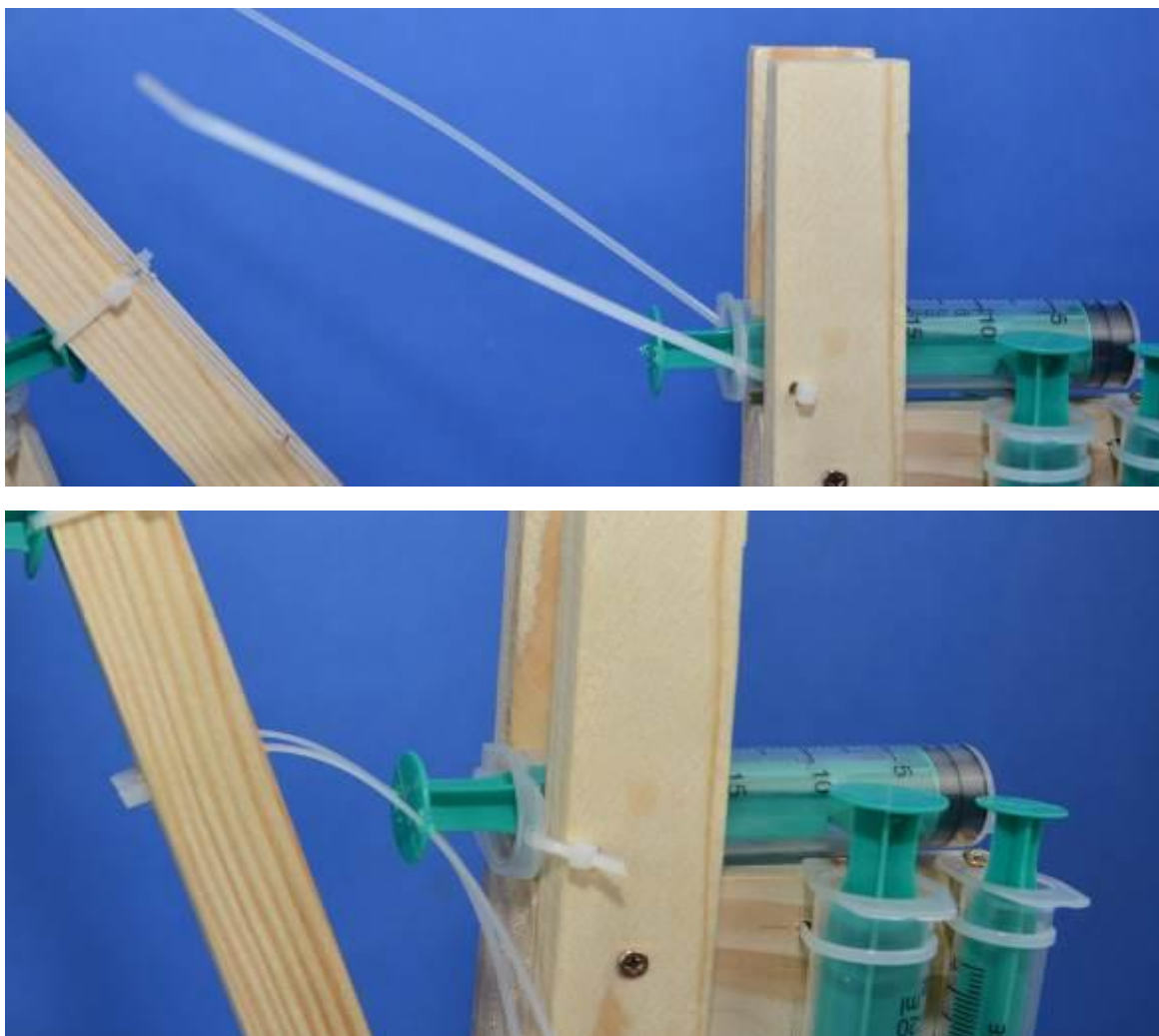




9. Strzykawkę 20ml montujemy pomiędzy obie części ramienia. Używamy do tego czterech opasek zaciskowych.



10. Ostatnią strzykawkę montujemy pomiędzy masztem, a ramieniem.





11. Pozostało tylko dociąć wężyk igielitowy na odpowiednią długość i napełnić układ wodą. Strzykawki łączymy ze sobą w sposób przedstawiony na rysunku poniżej. Układ napełniamy wodą – odcepimy wężyk od strzykawek z czterema otworami, wszystkie tłoki maksymalnie wciskamy. Następnie zasysamy wodę przy użyciu strzykawek z jednym wywierconym otworem i podłączamy wężyk z powrotem do strzykawki. Wyjmujemy tłoki z strzykawek z jednym otworem, dolewamy do pełna wody i wkładamy z powrotem tłoki. W celu polepszenia pracy możemy odcepić wężyk i spuścić część wody.



Maszyna hydrauliczna jest gotowa.