

**CENTRUM  
NAUKI  
KOPERNIK**



# Zajęcia z konstruowania

Dobre praktyki

**Poradnik**

Poradnik powstał w wyniku partnerskiej współpracy  
Centrum Nauki Kopernik i Raytheon Technologies



**Raytheon**  
Technologies



# Spis treści

## Wstęp 4

### PRZED ZAJĘCIAMI 5

Od czego zacząć? **5**

Jak zaprojektować swoje zajęcia? **6**

Formaty zajęć z konstruowania **7**

Warsztat **8**

Eksperymentowanie **9**

Inżynieria **10**

Projektowanie **11**

### Narzędzia 12

Wstęp **12**

Podstawowa lista narzędzi na start **12**

Jakie elektronarzędzia na początek? **13**

Tanie vs. drogie narzędzia **14**

Pozyskiwanie narzędzi **14**

### Materiały 15

Wstęp **15**

Podstawowa lista materiałów na początek **15**

Nieoczywiste materiały do majsterkowania **16**

Gdzie kupować materiały? **17**

Jak pozyskiwać materiały za darmo? **17**

Ile przygotować materiałów na zajęcia? **18**

Cookie rule, czyli tyle ile damy, tyle zużyją uczestnicy **18**

### Przestrzeń 22

Wstęp **22**

Jak zorganizować najprostszą przestrzeń do pracy? **22**

Podział na czyste i brudne prace **23**

Hałas – problem podczas głośnych prac w większej grupie **23**

Media, czyli prąd, wentylacja, światło **23**

Stały warsztat vs. tymczasowy (tzw. pop up) **24**

Miejsce na materiały i narzędzia **25**

Miejsce na przechowywanie niedokończonych projektów **25**

### BHP 26

Jakie narzędzia są bezpieczne dla dzieci i młodzieży? **26**

Dopasowanie narzędzia do wieku **27**

Środki ochrony osobistej **28**

Szkolenie BHP i ogólne zasady **29**

Instruktaż korzystania z narzędzi **30**

Kategorie narzędzi pod względem bezpieczeństwa **90**

BHP w naszym warsztacie **30**

## **W TRAKCIE ZAJĘĆ 31**

### **Ogólne wskazówki 32**

Przygotowanie materiałów i miejsca **33**

Powitanie i początek aktywności **33**

Typowy przebieg zajęć **34**

Praca grupowa **34**

Ile czasu dawać na zadanie? **34**

Testowanie warsztatów przed zajęciami **34**

Kiedy udzielić bezpośredniej odpowiedzi? **34**

Dlaczego lepsze są indywidualne projekty? **34**

Jak nie przytłoczyć nadmiarem możliwości? **34**

Modelowanie, czyli pokazywanie na przykładzie **35**

Umiejętność zaprezentowania swojego projektu i pomysłu **35**

Peer coaching, czyli jak angażować innych **35**

Porażka – jak radzić sobie z uczestnikami, którym nie wychodzi **36**

Przykłady gotowych projektów od innych uczestników **36**

Jak sobie poradzić, jeśli nie znamy odpowiedzi na pytanie uczestnika? **36**

Sprzątanie – bardzo ważny element warsztatu **36**

### **Rodzaje zajęć warsztatowych – wstęp 37**

#### **Warsztat – porady i wskazówki 37**

Jak wyglądają takie zajęcia? **37**

Do czego służy? **37**

Jak prowadzić takie zajęcia? **37**

#### **Eksperymentowanie – porady i wskazówki 38**

Jak wyglądają takie zajęcia? **38**

Do czego służy? **38**

Metoda badawcza **39**

Jak prowadzić takie zajęcia? **39**

#### **Inżynieria – porady i wskazówki 40**

Jak wyglądają takie zajęcia? **40**

Do czego służy? **41**

Jak prowadzić takie zajęcia? **41**

#### **Projektowanie – porady i wskazówki 42**

Jak wyglądają takie zajęcia? **42**

Jak prowadzić takie zajęcia? **43**

## **PO ZAJĘCIACH 44**

Inspiracje i pomysły na warsztaty **40**

Schemat tworzenia kolejnych zajęć **41**

#### **Przykładowe scenariusze 46**

Robołapa **46**

Helikopter **47**

Ready, set, design – zadanie projektowe **48**

Wieża – wyzwanie inżynierskie **49**

Samochód odrzutowy (eksperymentowanie) **50**

#### **Narzędziownik – zbuduj własny warsztat 51**

# Wstęp

Prowadząc zajęcia związane z konstruowaniem w Wytwórni w Centrum Nauki Kopernik zgromadziliśmy bardzo dużo cennego doświadczenia. Teraz chcemy się nim podzielić. Niniejszy poradnik polecamy edukatorom, nauczycielom, instruktorom, wychowawcom i trenerom pracującym na co dzień z dziećmi. Wszystkim, którzy chcieliby do swoich zajęć włączyć elementy konstruowania i majsterkowania. Pomożemy postawić pierwszy krok, a potem – następne. Zaczniemy od absolutnych podstaw, żeby każdy mógł rozpocząć majsterkowanie ze swoimi podopiecznymi niezależnie od własnego doświadczenia, warunków lokalowych i dostępnych akcesoriów.

**Poradnik jest podzielony na trzy główne części.**

**W pierwszej części** („Przed zajęciami”) omawiamy to wszystko, na co trzeba zwrócić uwagę przed rozpoczęciem prowadzenia zajęć z konstruowania – od tworzenia scenariusza, aż po praktyczne porady związane z przestrzenią, materiałami, narzędziami, bezpieczeństwem.

**Druga część** („W trakcie zajęć”) to praktyczne wskazówki dotyczące organizacji warsztatów oraz prowadzenia zajęć z dziećmi i młodzieżą. Wszystkie informacje zawarte w tym rozdziale są oparte na naszych doświadczeniach i dostosowane do polskich lokalnych realiów.

**W trzeciej części** („Po zajęciach”) inspirujemy do samodzielnego tworzenia scenariuszy zajęć. Przedstawiamy możliwości rozwoju warsztatu i proponujemy proste aktywności, idealne na początek.

Poradnik nie jest dziełem skończonym. Cały czas uczymy się nowych rzeczy i zdobywamy coraz więcej cennych doświadczeń. Zachęcamy do przetestowania naszych pomysłów i dostosowania ich do własnych warunków oraz potrzeb.

Będziemy wdzięczni, jeśli ktoś zechce podzielić się z nami swoimi wrażeniami, doświadczeniami, przemyśleniami. Pozwoli to nam rozwijać kolejne metody, formaty i strategie związane z dobrymi praktykami podczas zajęć z konstruowania i majsterkowania.

Dane kontaktowe znajdują się na końcu poradnika.



**Zachęcamy do przetestowania naszych pomysłów i dostosowania ich do własnych warunków oraz potrzeb.**

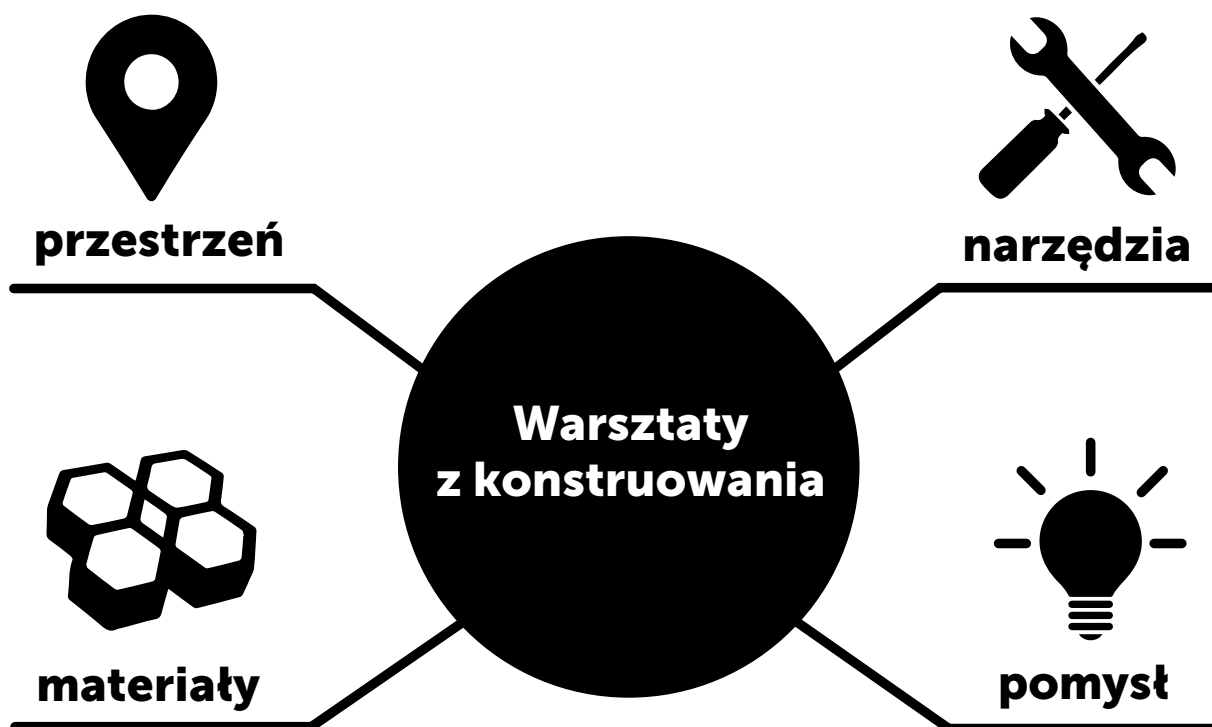
# PRZED ZAJĘCIAMI

## Od czego zacząć?

Bardzo często spotykamy się z tym pytaniem. Zadają je edukatorzy, nauczyciele, instruktorzy i wychowawcy. W tej części poradnika przedstawiamy porady i wskazówki, które pomogą w przygotowaniu pierwszych zajęć z konstruowania dla dzieci i młodzieży.

Na początek nie trzeba wiele. Aby zrealizować pierwsze praktyczne warsztaty, potrzebujemy:

- pomysłu i tematu zajęć,
- narzędzi,
- materiałów,
- przestrzeni.



Co zbudować? Poradnik peten jest inspiracji i wskazówek. Na początek warto wybrać coś prostego, szybkiego, nie wymagającego specjalistycznego sprzętu. Jednak nawet do realizacji najprostszych zajęć musimy przygotować jakieś materiały i narzędzia. Potrzebujemy również pomieszczenia, w którym będziemy majsterkować.

Często słyszymy, że ktoś nie może robić takich zajęć. Nie ma odpowiednich narzędzi, funduszy na materiały, nie posiada odpowiedniej przestrzeni warsztatowej. Tymczasem wcale nie potrzebujemy wielkich pieniędzy

i dobrze wyposażonego warsztatu. Za pomocą kartonu, nożyczek i taśmy klejącej można zbudować absolutnie wszystko, a do takich zasobów dostęp ma każdy.

Ważne, by zacząć. Pierwsze samodzielnie przeprowadzone zajęcia to bezcenne doświadczenie. Pierwszy krok na drodze ku przygodzie z majsterkowaniem i konstruowaniem z dziećmi i młodzieżą.

**A więc - zaczynamy!**

## Jak zaprojektować swoje zajęcia?

Każdy proces projektowy zaczyna się od zadawania odpowiednich pytań. Pomagają one w określeniu założeń, według których będziemy tworzyć nasze zajęcia. Poniżej przedstawiamy listę pytań, z których korzystamy w Wytwórni przygotowując scenariusze.

- Jaki jest cel warsztatów? (np. integracja grupy)
- Co chcę osiągnąć podczas warsztatów? (np. nauczyć uczestników podstaw szycia igłą i nicią)
- Jakie mam ograniczenia, a jakie możliwości?
- W czym jestem dobry? (np. bardzo lubię prace plastyczne i rękodzieło)
- Jakie dziedziny nie są moją dobrą stroną? (np. nie mam doświadczenia w stolarstwie)
- Kto będzie uczestniczył w moich zajęciach? (np. uczniowie 4 klasy szkoły podstawowej)
- Na jakim poziomie są uczestnicy? (np. nigdy nie mieli doświadczenia z majsterkowaniem)
- Co chcą osiągnąć uczestnicy? (np. chcą zdobyć nowe praktyczne umiejętności)

- Ile czasu zajmą warsztaty?
- Gdzie będą się odbywać?
- Ile osób będzie brało udział?
- Jakie materiały i narzędzia będą potrzebne?
- Ile czasu potrzebuję na przygotowanie i przetestowanie zajęć?
- Czy dam radę prowadzić zajęcia samemu, czy będzie potrzebna pomoc?

Odpowiedzenie na powyższe pytania znacząco ułatwia proces projektowania zajęć. Jeśli nie mamy doświadczenia w stolarstwie, to nie ma sensu zaczynać od budowy karmnika. Lepiej skupić się na obszarze, w którym czujemy się pewniej. Istotna jest również charakterystyka samych uczestników. Pracując z grupą bez doświadczenia, musimy zacząć od absolutnych podstaw.

Kolejnym krokiem projektowania zajęć jest nadanie wszystkim założeniom i pomysłom odpowiedniej struktury. Pomagają w tym formaty zajęć z konstruowania, które dokładnie przedstawiamy w następnym rozdziale.



**Każdy proces projektowy zaczyna się od zadawania odpowiednich pytań.**

## Formaty zajęć z konstruowania

W Wytwórni stworzyliśmy cztery schematy projektowania zajęć o określonych założeniach i strukturze. Pomagają one realizować różne cele – od podstawowego wprowadzenia do obsługi narzędzi, aż po zaawansowane zadania projektowe. Dzięki tym formatom możemy w prosty sposób dopasować pomysły do założeń. Nic nie stoi na przeszkodzie, by łączyć różne schematy w ramach pojedynczych zajęć.



Powyższy schemat pokazuje zależności pomiędzy wszystkimi formatami. Rozróżniamy je na podstawie dwóch podstawowych kryteriów:

**Narzędzia** – to kryterium określa, czy mamy z góry zdefiniowane narzędzia, z których będą korzystać uczestnicy podczas warsztatów. Chodzi tutaj o tradycyjne narzędzia (na przykład młotek, śrubokręt), ale także np. środowisko programistyczne, czy jakiegokolwiek inne wykorzystywane materiały. Wprowadziliśmy podział na zajęcia z wcześniej zdefiniowanymi narzędziami i materiałami oraz takie, podczas których uczestnicy mogą korzystać z dowolnych dostępnych narzędzi oraz materiałów.

**Rezultat** – to kryterium określa, czy przed zajęciami uczestnicy wiedzą, co ma być ich efektem. Znany lub nieznaną rezultat może określać warunki brzegowe danego warsztatu. Podobnie jak przy pierwszym kryterium, pod uwagę bierzemy dwa przypadki – kiedy dokładnie wiemy, jaki będzie rezultat i kiedy nie jesteśmy w stanie przewidzieć, co dokładnie powstanie na koniec zajęć.

Na podstawie tych dwóch kryteriów możemy stworzyć cztery kombinacje, które stanowią podstawowe formaty zajęć z konstruowania:

- znane narzędzia i znany rezultat – **WARSZTAT**
- znane narzędzia i nieznaną rezultat – **EKSPERYMENTOWANIE**
- nieznane narzędzia i znany rezultat – **INŻYNIERIA**
- nieznane narzędzia i nieznaną rezultat – **PROJEKTOWANIE**

# Warsztat



## REZULTAT

To zajęcia, podczas których prowadzący prowadzi uczestników krok po kroku. Mówi im, co mają robić w danym momencie. Od razu wiadomo, z jakimi narzędziami i materiałami będą pracować oraz co dokładnie powstanie na końcu. Tego typu zajęcia mogą trwać od 15 minut aż do kilku godzin. Może się wydawać, że warsztat jest typowym przykładem "instrukcjonizmu", stojącego w opozycji do konstrukcjonizmu. Zaczynając pracę z narzędziami ważne jest jednak, aby uczestnicy zajęć nauczyli się nimi poprawnie postugiwać.

Przykładem mogą być warsztaty lutowania. Uczestnicy otrzymują zestaw części elektronicznych i dowiadują się, jak prawidłowo wykonać połączenie lutowane. Pod koniec zajęć każdy tworzy działające urządzenie elektroniczne zgodnie z instrukcją.

Jeśli wręczymy uczniom lutownicę i powiemy, aby samodzielnie rozpoczęli lutowanie, rezultat nie będzie od razu satysfakcjonujący. Warsztaty świetnie sprawdzają się, kiedy chcemy nauczyć grupę obsługi nowego narzędzia, programu komputerowego, zapoznać uczniów z właściwościami jakiegoś materiału.

W ramach tego formatu możemy wyróżnić dwa dodatkowe warianty:

**Tutorial** – jest to instrukcja w formie pisanej, rysowanej lub wideo, która dokładnie przedstawia sposób realizacji konkretnego projektu. Ta forma warsztatu pozwala skalować zajęcia lub organizować je dla większej grupy uczestników. Możemy na przykład przygotować zestawy do samodzielnego lutowania wraz z instrukcją i podczas zajęć pomagać tylko wtedy, kiedy ktoś zgłasza jakiś problem.

**Nauka umiejętności** (ang. *skill builder*) – format warsztatu to doskonała metoda szybkiego nabywania umiejętności praktycznych. Jeśli chcemy nauczyć uczestników podstaw obróbki drewna, możemy np. zrealizować warsztat budowy prostego krzesła. To wstęp do kolejnych projektów, wykorzystujących nowe umiejętności uczestników.



# Eksperymentowanie



Zajęcia zaczynamy ze ściśle określonymi narzędziami oraz materiałami. Uczestnicy nie wiedzą jednak, jaki będzie rezultat. Najprostszym przykładem mogą być zajęcia z mikroskopem, podczas których uczestnicy sami przygotowują różne preparaty i obserwują je w powiększeniu. Mamy tu jasno zdefiniowane narzędzie ale nie wiemy, co konkretnie zobaczą w okularze mikroskopu.

Główną ideą eksperymentowania jest stworzenie uczestnikom zajęć warunków do samodzielnego odkrywania, z niewielką pomocą i w asyście prowadzącego. Możemy np. wręczyć im pistolet do kleju na gorąco i pokazać, w jaki sposób bezpiecznie z niego korzystać (warsztat). Następnie udostępniamy wiele różnych materiałów i zachęcamy do sprawdzania, które z nich można połączyć za pomocą takiego kleju. Podczas eksperymentowania dzieci uczą się nowych rzeczy znacznie efektywniej niż przez tradycyjne metody podawcze.

W ramach tego formatu możemy wyróżnić dwa warianty:

**Tinkering** – czyli „kombinowanie, majstrowanie, dłubanie, testowanie”. Aktywności „tinkeringowe” przeważnie skupione są wokół jednego tematu i pozwalają uczestnikom na konstruowanie całkowicie dowolnych rzeczy – np. instrumentów muzycznych, prostych automatów, robotów. Więcej na temat tego typu zajęć można znaleźć na stronie Tinkering Studio (<https://www.exploratorium.edu/tinkering>) działającego w Exploratorium.

**Metoda badawcza** – eksperymentowanie to tak naprawdę wykorzystanie metody badawczej w zajęciach związanych z konstruowaniem. Warto zastosować ten format w momencie, kiedy podczas praktycznych warsztatów padnie np. pytanie, czy można ciąć karton za pomocą piły ręcznej. Możemy wtedy zachęcić uczestników do przeprowadzenia tego prostego i szybkiego eksperymentu.

# Inżynieria



Zajęcia inżynierskie to wszystkie warsztaty, podczas których uczestnicy muszą stworzyć coś, co ma z góry narzucone ograniczenia (znany rezultat), ale mogą to zrobić na wiele różnych, przez siebie wybranych sposobów (nieznane narzędzia). Zadaniem inżynierskim może być np. zbudowanie mostu o konkretnej długości, który przez minutę utrzyma ciężar puszki z napojem. Uczniowie mają do dyspozycji wiele różnych materiałów i narzędzi (papier, taśmę klejącą, klej, papier, karton, słomki, wykałaczki, spinacze). To typowe wyzwanie inżynierskie, w którym mamy jasno postawione ograniczenia i mniej więcej wiemy, jak będą wyglądały konstrukcje stworzone przez uczestników.

Głównym celem tego formatu jest stworzenie warunków, w których uczestnicy zajęć mogą wykorzystać w praktyce swoją wiedzę oraz już nabyte umiejętności. Kiedy uczymy się programowania, to na początku korzystamy z różnych tutoriali (warsztat) lub swobodnie testujemy, jak działają różne funkcje (eksperymentowanie). Jednak dopiero samodzielna realizacja jakiegoś konkretnego projektu jak np. napisanie programu do tworzenia swojej listy zadań, pozwala rozwinąć nowo nabyte umiejętności.

W ramach tego formatu możemy wyróżnić dwa dodatkowe warianty:

**Wyzwanie inżynierskie** – polega na wprowadzeniu elementu rywalizacji wśród uczestników. Kto zbuduje najwyższą wieżę? Najdalej lecący samolot? Dzięki temu dzieci (ale też dorośli) bardziej angażują się w zajęcia i często tworzą lepsze rozwiązania.

**Inżynieria odwrotna** – polega na odtworzeniu gotowego i działającego urządzenia. Wiadomo, jak powinien wyglądać rezultat i trzeba samodzielnie odkryć, jak do niego dojść. Wcześniej możemy zaprezentować uczestnikom model, który muszą jak najwierniej odtworzyć. Rodzajem inżynierii odwrotnej jest też naprawianie zepsutych urządzeń czy mechanizmów.

# Projektowanie



Projektowanie to najtrudniejszy i najbardziej skomplikowany format. Uczestnicy podczas takich warsztatów rozwiązują tzw. otwarte problemy. Muszą samodzielnie zdefiniować, co będzie wynikiem projektu (nieznany rezultat) i mogą rozwiązać problem na wiele różnych sposobów (nieznane narzędzia). Przykładem może być zadanie polegające na zaprojektowaniu rozwiązań poprawiających warunki do nauki w szkolnej klasie. Pomysłom mogą zakładać zbudowanie nowego typu tawek (fizyczny produkt), inną organizację przestrzeni czy zmianę struktury lekcji. Na koniec trzeba podjąć decyzję, które rozwiązanie jest możliwe do wdrożenia i przetestować je w działaniu. Zajęcia mogą mieć bardzo różną formę: od piętnastominutowych ćwiczeń w niewielkich grupach, aż po projekty trwające nawet cały semestr. Bez względu na czas, uczestnicy zawsze stoją przed koniecznością rozwiązania otwartego problemu. Projektowanie sprzyja nauce tworzenia oraz budowaniu poczucia sprawczości. Podobnie jak w przypadku inżynierii, pozwala wykorzystać nabytą wcześniej wiedzę i umiejętności.

W ramach tego formatu możemy wyróżnić dwa warianty:

**Personalne projekty** – bazują na osobistym zaangażowaniu w realizowany projekt. Kiedy uczestnicy mają stworzyć rozwiązanie, które pomoże im samym, chętniej przystępują do działania. Przechodzą pełen proces projektowy, zaczynając od podjęcia decyzji (co chcą zrobić), przez prototypowanie i testowanie, aż po końcową realizację.

**Problemy społeczne** – bazują na realizacji większych zadań, dotyczących problemów najbliższego otoczenia. Możemy na przykład wspólnie z uczniami zastanowić się, w jaki sposób poprawić bezpieczeństwo wokół szkoły albo co zrobić, żeby uczniowie mieli lepsze warunki do uprawiania różnych sportów na jej terenie.

# Narzędzia

## Wstęp

Aby rozpocząć zajęcia z konstruowania, niezbędne są narzędzia. Co jest najlepsze na start? Ile będzie potrzebnych śrubokrętów? Gdzie je kupić? Ile kosztują? Skąd pozyskać środki? Takie pytania padają bardzo często i trudno jest się temu dziwić. Zamiast skupiać się na doborze wyposażenia, warto jednak zacząć z tym, co już mamy lub łatwo możemy mieć. W tej części przedstawiamy kilka porad i wskazówek, które pomogą wyposażać się we wszystkie narzędzia potrzebnych na start.

## Podstawowe narzędzia

Aby rozpocząć prowadzenie zajęć z konstruowania, wystarczy zgromadzić zestaw kilku prostych oraz tanich narzędzi. Są one uniwersalne, wielofunkcyjne i umożliwiają realizację bardzo wielu różnych scenariuszy.

- nożyczki,
- nożyk do papieru,
- pistolet do kleju na gorąco,
- ścisk stolarski,
- zszywacz tapicerski,
- młotek,
- pilniki / tarniki,
- śrubokręt,
- kombinerki,
- piła,
- materiały do łączenia: taśma klejąca, kleje, zszywki, gwoździe, wkręty, śruby, opaski kablowe, sznurki, drut, itd.

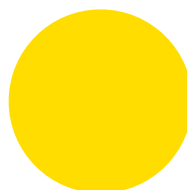


**Zamiast skupiać się na doborze wyposażenia, warto jednak zacząć z tym, co już mamy lub łatwo możemy mieć.**

## Elektronarzędzia

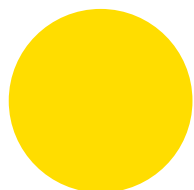
Za pomocą narzędzi ręcznych możemy wykonać wiele prac. Wymagają one jednak sporo czasu i wysiłku, co może zniechęcać uczestników zajęć. Dlatego warto zainwestować w tzw. elektronarzędzia – narzędzia, które do działania potrzebują energii elektrycznej.

Ich dobór zależy od rodzaju zajęć, materiałów, wieku uczestników, możliwości lokalowych. Generalna zasada mówi, że elektronarzędzia (zwłaszcza z szybko obracającym się ostrzem) są potencjalnie niebezpieczne i trzeba zachować szczególną ostrożność podczas ich używania. Istnieje jednak kilka względnie bezpiecznych urządzeń, które mogą być stosowane nawet przez młodszych uczestników i z pewnością rozszerzą możliwości pracy.



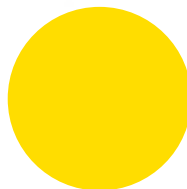
### Wkrętarka akumulatorowa

Jest to absolutnie podstawowe elektronarzędzie, które umożliwia wiercenie oraz wkręcanie/odkręcanie. Przy zachowaniu ogólnych zasad bezpieczeństwa może być stosowana nawet przez małe dzieci.



### Wiertarka stołowa

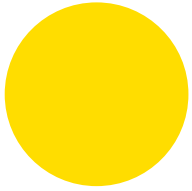
Jest to większy sprzęt, który pozwala na precyzyjne wiercenie prostopadłych otworów do powierzchni stołu roboczego. Również jest to stosunkowo bezpieczne urządzenie, które może być wykorzystywane również przez młodszych.



### Lutownica

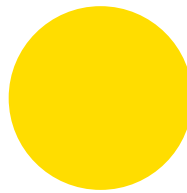
Jest to niezbędny sprzęt przy wszelkich pracach związanych z elektroniką. Przy zachowaniu podstawowych zasad bezpieczeństwa bez problemu mogą się nią posługiwać nawet młodsze dzieci, które są w stanie precyzyjnie kontrolować końcówkę lutownicy.





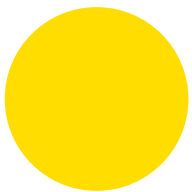
### **Szlifierka oscylacyjna**

Do wszelkich prac z drewnem i materiałami drewnopochodnymi nieocenioną pomocą będzie szlifierka oscylacyjna. Umożliwia nie tylko szlifowanie powierzchni drewna papierami ściernymi o różnych gradacjach, ale też wyrównywanie powierzchni, czy pozbywanie się ostrych krawędzi.



### **Wyrzynarka**

Jest to jedno z bezpieczniejszych narzędzi służących do cięcia drewna i materiałów drewnopochodnych. Za pomocą wyrzynarki bardzo trudno jest uzyskać idealnie równą linię, czy powierzchnię cięcia, ale przyda się wszędzie, gdzie trzeba coś sprawnie i bezproblemowo przeciąć, czy wyciąć. W dodatku brzeszczot znajduje się pod powierzchnią obrabianego materiału, co znacząco zmniejsza ryzyko ewentualnego urazu.



### **Multiszlifierka**

Wbrew pozorom przydatnym oraz uniwersalnym sprzętem na początek może być tzw. multiszlifierka (np. DREMEL). Jest to szlifierka niewielkich rozmiarów z wymiennymi końcówkami jak np. tarcze ściernie, do cięcia, małe wiertła, tarcze polerskie, etc. Tego typu sprzęt idealnie nadaje się do wszelkich prac precyzyjnych, czy modelarskich.



## Tanie vs. drogie narzędzia

Wyposażając prywatny warsztat lub pracownię edukacyjną, zastanawiamy się nad budżetem. Czy warto kupić tanie narzędzie? A może zainwestować w droższe? Czy cena przekłada się na jakość i wytrzymałość? Jeśli zaczynamy totalnie od zera, bardzo trudno jest znaleźć jedyną słuszną odpowiedź.

Z jednej strony, lepiej kupić jakiegokolwiek narzędzia i zacząć coś robić, niż nie podejmować żadnych działań z powodu braku sprzętu. Z drugiej – tanie narzędzia są często wykonane z kiepskiej jakości materiałów i bardzo szybko ulegają zniszczeniu. A wtedy znów musimy dokonać zakupu.

Najlepiej wybierać najlepsze narzędzia, na jakie pozwala nam aktualny budżet. Jeśli nie mamy pieniędzy, to korzystamy z posiadanych zasobów. Przy pomocy zwykłych nożyczek czy nożyka do papieru można zrealizować wiele interesujących zajęć!

## Pozyskiwanie narzędzi

Większość podstawowych narzędzi ręcznych oraz elektro-narzędzi można znaleźć w marketach budowlanych i sklepach online. Warto skorzystać z porównywarki cen. Te same urządzenia mogą mieć różne ceny w różnych sklepach. Warto też zajrzeć do piwnic i garaży – własnych i naszych znajomych. Często zalegają tam zapomniane narzędzia, które mogą nam się przydać. Pamiętajmy, że kiedyś do produkcji urządzeń wykorzystywane były znacznie lepsze materiały. Używany sprzęt możemy także niedrogo kupić korzystając z serwisów aukcyjnych czy giełd staroci.



**Najlepiej wybierać najlepsze narzędzia,  
na jakie pozwala nam aktualny budżet.**

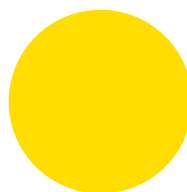
# Materiały

## Wstęp

Aby rozpocząć zajęcia z konstruowania, niezbędne są narzędzia. Co jest najlepsze na start? Ile będzie potrzebnych śrubokrętów? Gdzie je kupić? Ile kosztują? Skąd pozyskać środki? Takie pytania padają bardzo często i trudno jest się temu dziwić. Zamiast skupiać się na doborze wyposażenia, warto jednak zacząć z tym, co już mamy lub łatwo możemy mieć. W tej części przedstawiamy kilka porad i wskazówek, które pomogą wyposażyć się we wszystkie narzędzia potrzebnych na start.

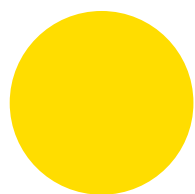
## Podstawowe materiały

W zależności od specyfiki zajęć, będziemy potrzebować różnych materiałów. Poniżej przedstawiamy te, które przydadzą się w każdym warsztacie.



### Artykuły papiernicze

Papier, karton, tektura, klej, taśma klejąca, bibuła, farby, pisaki, kredki. Podstawowe materiały wykorzystywane w szkole i w domu znajdą wszechstronne zastosowanie w warsztacie. Za pomocą tych skromnych zasobów można zorganizować wiele ciekawych zajęć konstrukcyjnych.



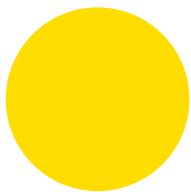
### Artykuły kuchenne

Wykałaczki (małe i duże), folia aluminiowa, papier do pieczenia, tacki papierowe/plastikowe, słomki, folia spożywcza, kubki papierowe/plastikowe. Te rzeczy znajdziemy w każdej kuchni!

Łącząc je z artykułami papierniczymi możemy stworzyć solidną bazę różnorodnych materiałów, łatwych w obróbce oraz łączeniu (wystarczą tylko nożyczki i dowolna taśma klejąca).

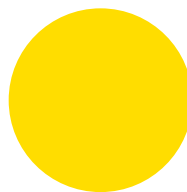
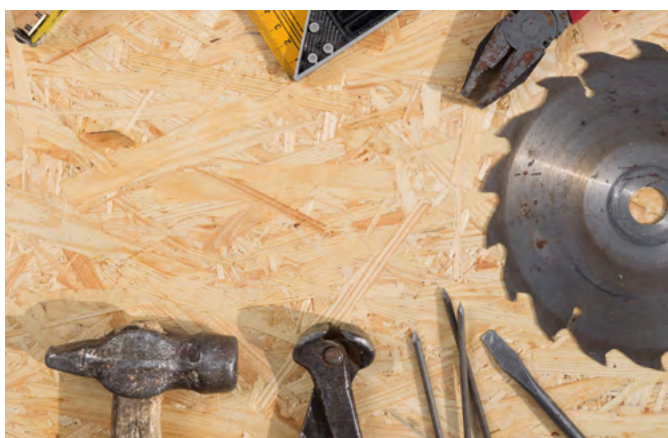






### **Śmieci**

Nie wyrzucajcie pustych opakowań plastikowych, butelek PET, nakrętek, gumowych wężyków, folii, pleksi. Wszystko może się przydać podczas konstruowania. Te materiały są łatwe w obróbce, a pozyskując je uczymy dzieci ponownego wykorzystania przedmiotów, które wylądowały

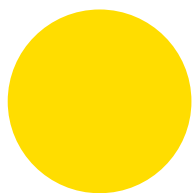


### **Drewno i materiały drewnopochodne**

Drewno, sklejka, OSB, płyty wiórowe to materiały, pozwalające tworzyć trwałe i stabilne konstrukcje. Drewno łatwo obrabia się za pomocą prostych narzędzi ręcznych (np. piła, tarniki, dłuto, młotek, papier ścierny, wiertarka ręczna), dzięki czemu pracę z nim mogą rozpocząć nawet bardzo małe dzieci.

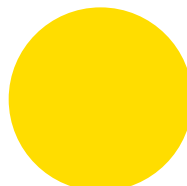
## Nieoczywiste materiały do majsterkowania

Istnieją pewne materiały, które można kreatywnie wykorzystywać na bardzo wiele różnych sposobów. Są one także stosunkowo niedrogie i łatwo dostępne.



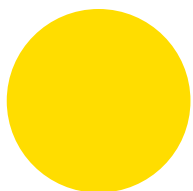
### XPS - styrodur ekstrudowany

Materiał powszechnie stosowany do ocieplania budynków, dostępny praktycznie w każdym sklepie budowlanym. Jest to bardzo gęsta, sztywna i wytrzymała pianka, z której możemy wycinać i rzeźbić dowolne kształty. Idealnie nadaje się do tworzenia wszelkich trójwymiarowych form, takich jak figurki i modele.



### Karton

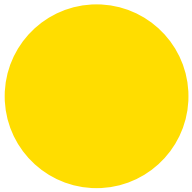
Karton i tektura są jednymi z najbardziej uniwersalnych i wszechstronnych materiałów do konstruowania. W dodatku możemy go pozyskać praktycznie za darmo w sporych ilościach. Do obróbki kartonu wystarczy tylko nóż, nożyczki, taśma klejąca, czy klej na gorąco. Korzystając tylko z tych prostych narzędzi możemy zbudować z kartonu dosłownie wszystko. Dzięki temu prace z kartonem mogą rozpocząć już bardzo małe dzieci, które są w stanie korzystać z nożyczek, czy nożyka do papieru.



### Rury PCV

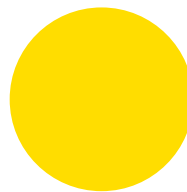
Za pomocą rurek i systemu złączy można tworzyć przeróżne struktury. Materiał jest tani i łatwo dostępny. Ze względu na lekkość i łatwość montażu, mogą z niego korzystać nawet małe dzieci.





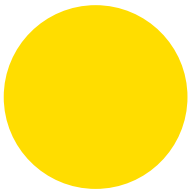
### **Europalety**

Palety znajdziemy dosłownie wszędzie – przy śmietnikach, zakładach produkcyjnych, dużych marketach. To jeden z najbardziej uniwersalnych i dostępnych materiałów, za pomocą którego jesteśmy w stanie zbudować wiele trwałych konstrukcji – mebli, skrzynek, niewielkich domków.



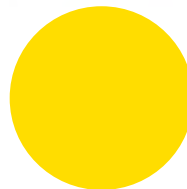
### **Płyty OSB**

Częstym problem w konstruowaniu różnych obiektów jest znalezienie dosyć sztywnego i wytrzymałego tzw. materiału powierzchniowego, który jest produkowany w arkuszach. Do tego celu najlepiej jest wykorzystać popularną płytę OSB, która jest produkowana w standardowych rozmiarach 2,5 x 1,25 m. Dodatkowo taka płyta jest znacznie tańsza od sklejk, płyty stolarskiej, czy litych desek drewnianych. Pozwoli nam to znacząco obniżyć koszty zwłaszcza, kiedy budujemy coś większego. Na przykład spora część wyposażenia Wytwórni w Centrum Nauki Kopernik została zbudowana na bazie OSB.



### **Duct tape**

Srebrna taśma (ang. duct tape) służy nie tylko do łączenia różnych elementów. Sama w sobie jest bardzo wytrzymałym i praktycznym materiałem. Możemy z niej tworzyć przeróżne rzeczy: kostiumy, klapki, meble, a nawet kajaki.



### **Materiały naturalne**

Jest to kategoria materiałów, które były wykorzystywane od samego początku cywilizacji np. kamienie, patyki, glina, liście, piasek, czyli wszystko, co znajdziemy w lesie, na łące, nad brzegiem rzeki, itd. Wbrew pozorom z takich materiałów można zrealizować wiele ciekawych projektów. W dodatku pozyskujemy je praktycznie za darmo i sam proces poszukiwania odpowiednich źródeł może być niezłą przygodą.



## Gdzie kupować materiały?

### Markety i sklepy budowlane

Podobnie jak w przypadku narzędzi, materiały znajdziemy w marketach budowlanych oraz mniejszych sklepach. Mają one w swoim asortymencie spory wybór materiałów wykorzystywanych w remontach, na budowach, w ogrodzie, do urządzania wnętrz.

### Sklepy specjalistyczne

Niestety, nie wszystko znajdziemy w marketach. Czasem trzeba udać się do sklepu specjalizującego się w konkretnym asortymencie, np. do pasmanterii, sklepu plastycznego, modelarskiego, tapicerskiego. Oprócz samych produktów możemy tam również uzyskać cenne porady dotyczące planowanych przez nas działań.

### Internet

W sklepach internetowych, portalach ogłoszeniowych czy serwisach aukcyjnych na pewno znajdziemy poszukiwane materiały. Wadą tego rozwiązania jest konieczność oczekiwania na dostawę oraz dodatkowe koszty wysyłki. Z drugiej strony, w internecie można kupić rzeczy, których nie ma w pobliskich sklepach stacjonarnych.

### Inne sklepy z materiałami do majsterkowania

Czasem potrzebujemy bliżej nieokreślonych materiałów. Dopiero oglądając towary, odnajdujemy inspirację i nowe pomysły. Warto czasem wybrać się do sklepów oferujących szerokie spektrum produktów do tworzenia i konstruowania. Są to sklepy modelarskie, składnice harcerskie, sklepy artystyczne.

## Jak pozyskiwać materiały za darmo?

### Śmietniki

Mniejsze i większe składowiska odpadów to doskonałe źródła darmowych materiałów. Przy śmietnikach można znaleźć absolutnie wszystko, często w bardzo dobrym stanie. Niestety, nie jesteśmy w stanie przewidzieć co i kiedy znajdziemy. Dlatego warto zidentyfikować kilka "dobrych" śmietników w swojej okolicy i regularnie je odwiedzać. Przynajmniej raz w tygodniu przeglądamy odpady w Centrum Nauki Kopernik i pozyskujemy różne materiały, które mogą się przydać na zajęciach.

### Internet

Kolejnym miejscem z darmowymi lub prawie darmowymi materiałami jest internet. Na wielu portalach aukcyjnych i ogłoszeniowych (OLX, Facebook, Marketplace) oraz w grupach facebookowych można znaleźć informacje o rzeczach do oddania. Są tam dostępne palety, listwy drewniane, płyty OSB.

### Sklepy

Niektóre placówki handlowe regularnie pozbywają się rzeczy, które mogą stać się świetnym materiałem konstrukcyjnym. Wystarczy udać się do konkretnego sklepu i zapytać o niepotrzebne duże kartony, drewniane skrzynki, palety, ścinki drewniane, resztki tkanin.

### Dary od rodziców

Prowadząc zajęcia w szkole lub innej instytucji (np. dom kultury, biblioteka) warto sprawdzić, czy rodzice uczestników mają dostęp do jakichś materiałów konstrukcyjnych. Można w ten sposób pozyskać wiele przydatnych materiałów i narzędzi.

### Sponsoring

Znalezienie sponsora materiałów to także dobra metoda. W okolicy może znajdować się np. tartak albo market budowlany, który chciałby wesprzeć zajęcia edukacyjne dla dzieci. Warto odwiedzić takie miejsce i zapytać.

### To, co zostało

Po zajęciach bardzo często zostają większe kawałki sklejek czy kartonu oraz przeróżne ścinki. Nie wyrzucamy ich! Mogą się przydać przy innym projekcie, znacząco ograniczając koszty oraz zmniejszając ilość generowanych śmieci.

## Jak dużo materiałów jest potrzebnych na zajęciach?

Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie. Wszystko zależy od liczby uczestników, ich wieku, specyfiki grupy, rodzaju zajęć, naszych możliwości finansowych i logistycznych oraz wielu innych czynników. Trzeba testować różne warianty. Bardzo duży wybór materiałów często przytłacza uczestników i powoduje rozkojarzenie oraz zagubienie. Nie wiedzą, co wybrać. Warto też czasem celowo ograniczyć ilość materiałów, np. ustalić, że budujemy tylko z jednego arkusza kartonu. Taki wariant znacząco wspomaga rozwój kreatywności oraz uczy racjonalnego korzystania z ograniczonych zasobów.



## “Reguła ciasteczek”, czyli uczestnicy użyją tyle, ile damy

Prowadząc zajęcia z konstruowania zauważyliśmy, że uczestnicy są w stanie zużyć każdą ilość np. kleju czy taśmy klejącej, jeśli tylko mają taką możliwość. Chcąc uniknąć zbędnego wykorzystywania surowców, warto zastosować tzw. “regułę ciasteczek” (ang. cookie rule). Mówi ona, że ludzie zjedzą tyle ciastek, ile wyłożymy na półmisek. To samo dotyczy materiałów dostępnych na zajęciach lub czasu przeznaczanego na wykonanie zadania. Najlepiej przygotować wystarczające „porcje” dla każdej grupy i podkreślić, że więcej nie będzie.



**Warto też czasem celowo ograniczyć ilość materiałów, np. ustalić, że budujemy tylko z jednego arkusza kartonu.**

# Przeźrzeń

## Wstęę

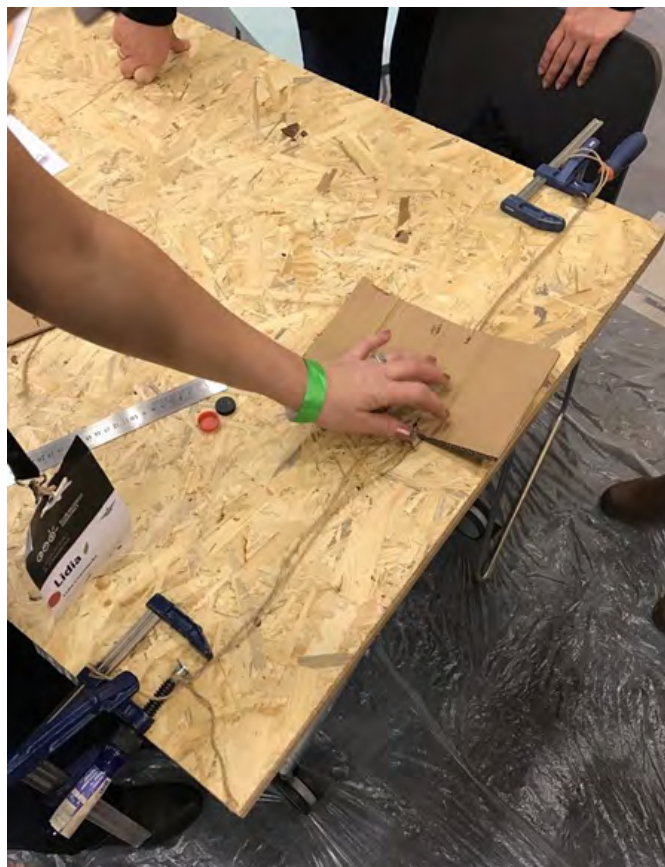
Brak infrastruktury to jedna z większych barier, powstrzymujących nas przed organizowaniem zajęć z konstruowania i majsterkowania. Tymczasem wiele ciekawych aktywności praktycznych można prowadzić w dowolnym miejscu dostępnym w szkole czy instytucji. Wystarczą stoły, krzesła i akcesoria, które ze sobą przyniesiemy.

## Jak zorganizować przestrzeń?

Sala lekcyjna, konferencyjna, korytarz, biuro, świetlica, stołówka. Jeśli zaplanujemy zajęcia tak, aby korzystać z przenośnych narzędzi i materiałów nie wytwarzających trudnych do usunięcia odpadów, możemy pracować w praktycznie w dowolnym pomieszczeniu.

Zwykły stół i krzesła to świetne stanowisko robocze. Planując prace, które mogą zniszczyć blat (np. przybijanie gwoździ czy piłowanie drewna), warto zabezpieczyć stół kawałkiem płyty OSB, sklejkki, grubszego kartonu. Jeśli na posadzce znajduje się wykładzina lub dywan, można przykryć podłogę folią malarską, budowlaną lub kawałkami kartonu.

Zajęcia z konstruowania w Wytwórni rozpoczęliśmy dokładnie w ten sam sposób.



Tak wygląda przestrzeń Sali Konferencyjnej w Centrum Nauki Kopernik podczas warsztatów. Stoły są zabezpieczone płytą OSB, a na podłodze umieszczono folię malarską, aby maksymalnie ograniczyć ewentualne uszkodzenia.

## Podział na czyste i brudne prace

Planując zajęcia musimy zdecydować, jakiego typu aktywności będą im towarzyszyć.

Niektóre rodzaje prac (np. obróbka drewna) generują dużą ilość wiórów, odpadów, pyłu. Jeśli nasze warunki lokalowe nie pozwalają na takie działania (np. czyste biuro, sala konferencyjna), można przenieść je na zewnątrz (np. na podwórko, korytarz, do piwnicy). Drugim rozwiązaniem jest takie zaprojektowanie zajęć, żeby uniknąć generowania zanieczyszczeń. Można skupić się wyłącznie na "czystych pracach" (np. przy wykorzystaniu artykułów papierniczych).

<b>Czyste prace - można realizować praktycznie wszędzie</b>	<b>Częściowo brudne prace</b>	<b>Brudne prace</b>
lutowanie	przycięcie paru cienkich listewek za pomocą piły ręcznej	cięcie drewna i materiałów drewnopochodnych
warsztaty z elektroniką i programowaniem	stosowanie multiszlifierki typu Dremel	szlifowanie drewna i metalu wiercenie dużej ilości otworów
wszelkie zajęcia z artykułami papierniczymi	konstruowanie przy wykorzystaniu tworzyw sztucznych	malowanie
karton + klej na gorąco		stosowanie większości elektronarzędzi takich jak pilarki, wiertarki kolumnowe, frezarki, strugi elektryczne, itd.
szycie		
modelowanie i druk 3D		

## Problem z hałasem

Sporym problemem podczas zajęć jest hałas generowany przez narzędzia. Najgłośniejsze są wszelkiego rodzaju elektronarzędzia, do których obsługi sami powinniśmy zakładać słuchawki ochronne. Nie tylko sprzęty elektryczne potrafią jednak zakłócać ciszę. Wystarczy kilka osób tnących piłą ręczną, do tego ktoś pracujący młotkiem i w pomieszczeniu robi się głośno. Warto również zwrócić uwagę na liczebność grupy. Z naszych doświadczeń wynika, że jednocześnie korzystać z głośniejszych narzędzi może maksymalnie 10-12 osób. Jeśli jest ich więcej, hałas staje się bardzo uciążliwy.

## Media, czyli prąd, wentylacja, światło

Każde pomieszczenie jest projektowane z myślą o określonych aktywnościach i konkretnej liczbie osób. Do tych kryteriów przystosowane są wszelkie instalacje, media, oświetlenie, izolacja akustyczna, itp. Jeśli organizujemy zajęcia w istniejącej przestrzeni, np. w szkole, biurze, bibliotece, muzeum, to powinniśmy zapoznać się ze wszystkimi warunkami technicznymi pomieszczenia. Najlepiej zapytać o nie osoby, które zajmują się administracją budynku. Warto uzyskać następujące informacje:

### **Jaka jest moc przyłączeniowa i stan instalacji elektrycznej?**

Będziemy wiedzieć, czy możemy korzystać z kilku elektronarzędzi jednocześnie.

### **Ile osób może przebywać wewnątrz?**

Jeśli w pomieszczeniu może przebywać maks. 10 osób, a my planujemy zajęcia dla 25, to w pewnym momencie może zrobić się duszno i niekomfortowo.

### **Jaka jest izolacja akustyczna?**

Ta wiedza pomaga określić, jak bardzo głośne zajęcia będą zakłócały pracę osób w innych pomieszczeniach.

### **Czy mamy dostęp do wody i kanalizacji?**

### **Jakie jest oświetlenie w pomieszczeniu? Czy jest dostęp do światła naturalnego?**

Jeśli będziemy pracować w pomieszczeniu ze sztucznym światłem (np. w piwnicy), zajęcia nie mogą trwać zbyt długo. Najlepiej skontaktować się w tej sprawie z osobą odpowiedzialną za BHP w budynku.

### **Jakie są zabezpieczenia i procedury przeciwpożarowe w budynku oraz w pomieszczeniu, z którego korzystamy?**

W nowoczesnych budynkach często są instalowane czujki dymu. Podczas prac warsztatowych można przypadkowo je aktywować, np. generując pył (podczas szlifowania) lub dym (z lutownicy). Przed zajęciami warto skontaktować się z osobami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo pożarowe i poinformować je o planowanych działaniach.

### **Jakie są procedury bezpieczeństwa w budynku, drogi ewakuacji, przepisy przeciwpożarowe, gdzie są apteczki?**

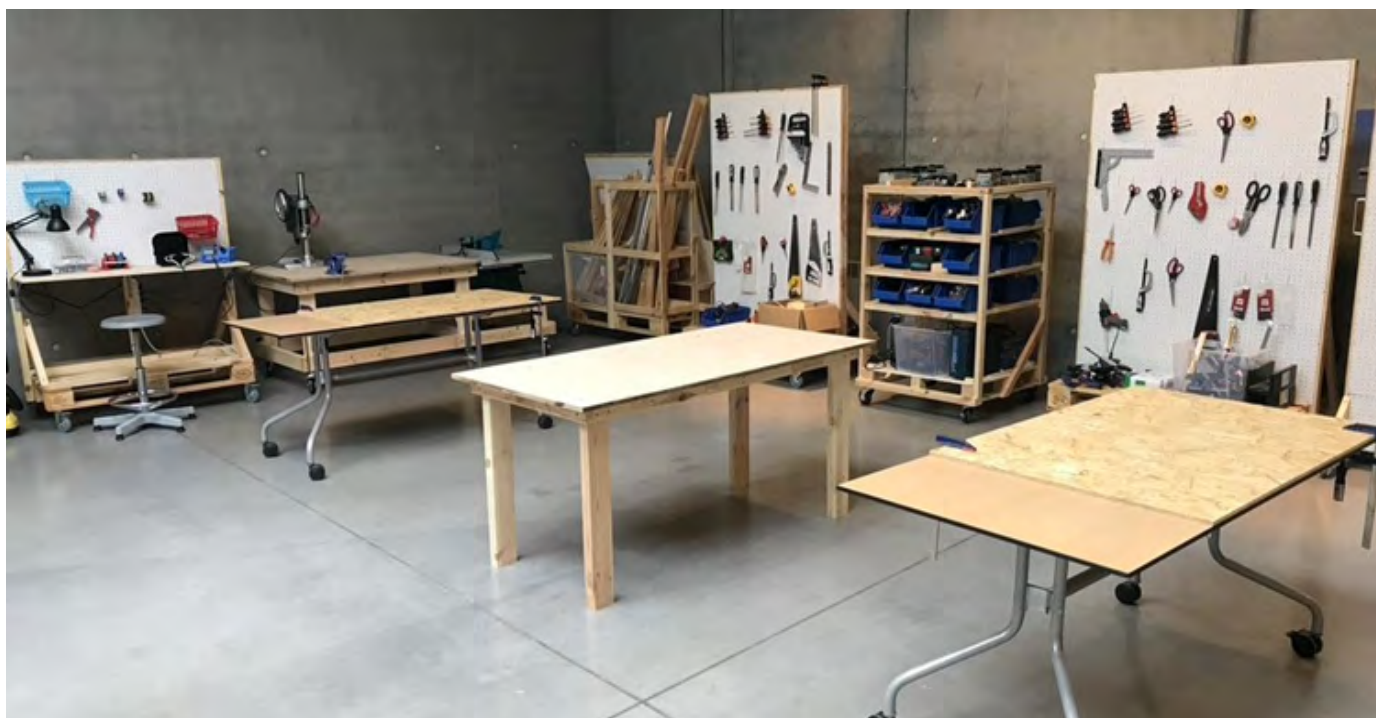
Dla bezpieczeństwa własnego oraz uczestników warto przed posiadać wszelkie informacje przydatne w razie wypadku, pożaru czy awarii.

## **Stały warsztat vs. tymczasowy (tzw. pop up)**

Najlepszym rozwiązaniem jest posiadanie własnej dedykowanej przestrzeni służącej do organizowania praktycznych warsztatów. Niestety bardzo często nie mamy na to miejsca, ani funduszy, żeby zorganizować taką przestrzeń. Dlatego bardzo dobrym rozwiązaniem jest stworzenie pracowni tymczasowej (ang. "pop up makerspace"). Taką rolę może pełnić sala lekcyjna, czy sala konferencyjna. Na co dzień korzystamy w normalny sposób z tego pomieszczenia. Kiedy chcemy zorganizować warsztaty, to szybko modyfikujemy przestrzeń i urządzamy tymczasowy warsztat. Po skończonych zajęciach sprzątamy i wszystko chowamy, a pomieszczenie wraca do swojej pierwotnej funkcji. Dzięki takiemu rozwiązaniu możemy wykorzystać istniejące miejsce i w razie potrzeby szybko je modyfikować.

Do takiej szybkiej transformacji w warsztat najlepiej wykorzystać system przechowywania narzędzi oraz materiałów w kartonach, pudełkach, szafkach, czy na regałach. Kiedy rozpoczynamy zajęcia, wyjmujemy pudełko na stół, w którym znajdują się wszystkie niezbędne przybory do pracy. Przeprowadzamy właściwie zajęcia i na koniec sprzątamy pozostawiając miejsce w stanie zastanym przed warsztatami

Dobrym pomysłem jest zbudowanie mobilnych stanowisk, które szybko przesuniemy na środek pomieszczenia i łatwo schowamy po zakończonej pracy. Dokładnie w ten sposób funkcjonuje Wytwórnia w Centrum Nauki Kopernik. Dzięki temu rozwiązaniu nie marnujemy cennego miejsca na stały warsztat i możemy dowolnie zaaranżować przestrzeń w zależności od potrzeb i naszych możliwości lokalowych..



Wytwórnia w Centrum Nauki Kopernik funkcjonująca jako tymczasowy warsztat z mobilnymi elementami wyposażenia.



## Miejsce na materiały i narzędzia

Bez względu na to, czy posiadamy swoją pracownię, czy korzystamy z pomieszczenia „gościnnie”, potrzebujemy trochę miejsca na przechowywanie materiałów zużywalnych. Jeżeli realizujemy proste aktywności z wykorzystaniem prostych materiałów papierniczych, to wystarczy nam 1-2 kartony. Jeśli jednak planujemy prace stolarskie, musimy gdzieś przechowywać listwy drewniane, arkusze sklejki, płyty OSB. Zajmują one sporo miejsca. Po każdym kolejnych zajęciach pozostaje wiele ścinków i materiałów „do ponownego wykorzystania”. Warto przygotować na nie oddzielny pojemnik/karton/skrzynkę.



## Miejsce przechowywania niedokończonych projektów

Jeśli praca nad konstrukcjami zajmie więcej spotkań niż jedno, trzeba zorganizować miejsce do przechowywania niedokończonych projektów. Można polecić uczestnikom zabierać ich do domu, ale bardzo często zapominają przynieść je z powrotem, gubią je lub niszczą. Najlepiej zostawiać prace na miejscu. Jeżeli mamy taką możliwość, warto eksponować je na półkach. Dzięki temu pozostali użytkownicy przestrzeni oraz goście widzą, co powstaje podczas zajęć.



**Jeżeli mamy taką możliwość,  
warto eksponować je na półkach.**

## Wstęp

Bezpieczeństwo zawsze jest najważniejsze. Prowadząc zajęcia związane z konstruowaniem i majsterkowaniem, trzeba być szczególnie ostrożnym. Zdarza się, że z tego powodu powstrzymujemy się od rozpoczęcia działalności – obawiamy się o uczestników i ewentualne problemy formalne. W Polsce nie istnieje żadna podstawa prawna zakazująca organizowania tego typu aktywności z osobami niepełnoletnimi. Przy zachowaniu zasad BHP można z powodzeniem wykorzystywać „niebezpieczne” narzędzia, takie jak młotki, wiertarki, noże, piły. Poniżej przedstawiamy porady dotyczące bezpieczeństwa podczas zajęć.

## Jakie narzędzia są bezpieczne dla dzieci i młodzieży?

Narzędzia możemy podzielić na mniej i bardziej bezpieczne w użytkowaniu. Kombinerki czy śrubokręt nie wydają się niebezpieczne. Bez problemu wręczylibyśmy je nawet małym dzieciom i nie obawialibyśmy się o ich bezpieczeństwo. Tymczasem piła tarczowa budzi uzasadniony strach i mało kto wyobraża sobie sytuację, w której dzieci w wieku wczesnoszkolnym samodzielnie z niej korzystają.

Zasada mówi, że wszelkiego rodzaju narzędzia ręczne (takie jak piła, śrubokręt, młotek) są względnie bezpieczne i mogą być używane nawet przez młodszych uczestników zajęć (patrz punkt „Dopasowanie narzędzia do wieku”). Oczywiście, nieodpowiedzialnie korzystając nawet ze zwykłego noża można wyrządzić sobie krzywdę. Przy korzystaniu z narzędzi zawsze trzeba przestrzegać zasad bezpieczeństwa.

Elektronarzędzia niosą znacznie większe niebezpieczeństwo niż narzędzia ręczne. Do potencjalnie groźnych elektronarzędzi zaliczamy te, które posiadają szybko obracające się ostrze – np. piłę tarczową, szlifierkę kątową, piłę ukosową, piłę stołową, frezarkę.

Z takich narzędzi nie powinny samodzielnie korzystać młodsze dzieci, a starsze – tylko po odpowiednim przeszkoleniu i pod nadzorem prowadzących.

Wśród elektronarzędzi znajdziemy też względnie bezpieczne urządzenia, takie jak wkrętarka, wyrzynarka, wiertarka kolumnowa. Ryzyko poważnego wypadku podczas pracy tymi narzędziami jest znacząco niższe. Z naszych doświadczeń wynika, że np. z wkrętarki mogą bez problemu korzystać dzieci już w wieku 8-10 lat. Oczywiście, wszystko zależy od indywidualnych zdolności i poziomu rozwoju danego uczestnika.

Narzędzia „bezpieczne”	Narzędzia „bezpieczne” dla starszych dzieci	Narzędzia niebezpieczne
wszelkie narzędzia ręczne takie jak np: śrubokręt, nożyk do papieru, młotek, piła, itd.  klej na gorąco - przy odpowiednim przeszkoleniu i opiece prowadzącego klej na gorąco mogą bez problemu używać nawet dzieci w wieku 7-8 lat	wkrętarka akumulatorowa wyrzynarka multiszlifierka np. Dremel lutownica wiertarka kolumnowa szlifierka oscylacyjna	piłarka tarczowa frezarka piła stołowa wiertarka piła ukosowa

## Dopasowanie narzędzia do wieku

Wiek to podstawowe kryterium doboru narzędzi. Nie wręczymy przedszkolakom lutownicy, bo jest to urządzenie dla nich zbyt zaawansowane i potencjalnie niebezpieczne (poparzenie). Tymczasem dzieci w wieku 11-12 lat z powodzeniem mogą rozpocząć swoją przygodę z lutowaniem. Mają już niezbędną koordynację ruchową i są w stanie zrozumieć zasady związane z procesem lutowania.

Przekonaliśmy się, że dzieci w wieku poniżej 9-10 lat mają dosyć słabo rozwinięte umiejętności manualne i bardzo nieprecyzyjnie wycinają np. kształty z papieru. Nie dysponują też odpowiednią siłą, aby utrzymać ciężkie narzędzia. Pracując z grupami w tym wieku najczęściej korzystamy z bardzo prostych narzędzi, takich jak nożyczki, nożyki do papieru, kombinerki, śrubokręty, pistolety do kleju na gorąco.

Podczas zajęć z dziećmi w wieku 10-12 lat można już korzystać z bardziej zaawansowanych narzędzi ręcznych oraz bardzo prostych elektronarzędzi, np. wkrętarek, wyrzynarek, lutownic. Uczestnicy w wieku 14-16 lat są w stanie używać większość elektronarzędzi i bardziej zaawansowanych urządzeń, np. obrabiarek CNC czy wycinarek laserowych.

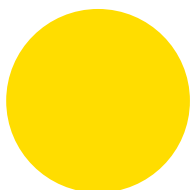
Należy też pamiętać, że każde dziecko jest inne. Zdarzają się przypadki młodszych dzieci, które bardzo dobrze postępują się zaawansowanymi narzędziami. Również występują odwrotne sytuacje.

<b>Młodsze dzieci do 9-10 lat</b>	<b>Starsze dzieci 10-15 lat</b>	<b>Nastolatki powyżej 14-15 lat</b>
nożyczki	wkrętarka	wiertarka
nożyk do papieru	wyrzynarka	piła ukosowa
klej na gorąco	szlifierka oscylacyjna	pilarka tarczowa
narzędzia ręczne jak np. piła, młotek, kombinerki	drukarka 3D	
	lutownica	

## Środki ochrony osobistej

Korzystając z różnych narzędzi musimy stosować właściwe środki ochrony i zabezpieczenia.

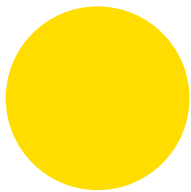
Podstawowe środki ochrony osobistej to:



### Okulary

Bardzo ważnym środkiem ochrony są okulary. Niestety w Polsce bardzo często bagatelizuje się odpowiednią ochronę oczu podczas różnych prac warsztatowych. Okulary chronią przed wszelkimi drobkami, odłamkami, wiórami, cząstkami, które mogą uszkodzić nasz wzrok. Okulary stosujemy przy wszelkich pracach, które mogą spowodować wcześniej wymienione zagrożenia np. podczas szlifowania, cięcia elektronarzędziami, wiercenia w kruchych materiałach, etc. Niektórzy organizatorzy zajęć z konstruowania zalecają zakładanie okularów ochronnych przez cały czas trwania zajęć, nawet jeśli nie wykonujemy zbyt często potencjalnie niebezpiecznych prac.

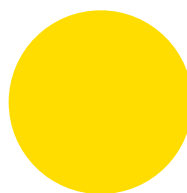




### **Rękawice**

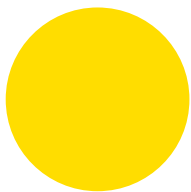
To jeden z podstawowych środków ochrony. Zapobiegają skaleczeniom, otarciom i innym uszkodzeniom dłoni. Stosujemy je przed kontaktem z materiałami o nierównych, ostrych powierzchniach (jak np. płyta OSB, nieheblowane drewno).

**UWAGA:** Nie nosimy rękawic podczas pracy z wysokoobrotowymi narzędziami (np. wiertarka, piła tarczowa, szlifierka kątowa). Fragment rękawicy może wkręcić się w szybko obracające się ostrze i wciągnąć naszą rękę!



### **Ochroniacze słuchu**

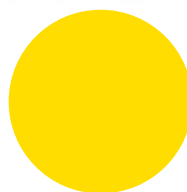
Specjalne słuchawki wytłuszające stosujemy wtedy, kiedy pracujemy z bardzo głośnymi narzędziami lub w mocno hałaśliwym środowisku.



### **Fartuchy / odzież robocza**

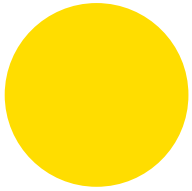
Odzież robocza zabezpiecza nasze ubrania przed uszkodzeniem i zabrudzeniem. Nie powinna posiadać luźno zwisających sznurków, frędzli, bardzo długich rękawów.

Te elementy mogą przez przypadek wkręcić się w szybko obracające się elektronarzędzia.



### **Obuwie**

W warsztacie trzeba zwrócić uwagę na osłonę stóp. Należy unikać sandałów i odkrytych butów.



### **Maski**

Przystępując do prac, których efektem ubocznym jest pył lub opiółki unoszące się w powietrzu, trzeba korzystać z odpowiednich masek przeciwpyłowych.



## **Szkolenie BHP i ogólne zasady**

Przed rozpoczęciem zajęć, koniecznie trzeba przeprowadzić szkolenie BHP – przedstawić ogólne zasady bezpieczeństwa i zrobić instruktaż korzystania z narzędzi. Oto dodatkowe zasady bezpiecznej pracy, które można stosować praktycznie zawsze:

- Jeśli nie wiemy, jak skorzystać z narzędzia, wykonać jakieś działanie, nie jesteśmy pewni swojego pomysłu – pytamy prowadzącego.
- Zawsze stosujemy środki ochrony osobistej dobrane odpowiednio do prac, które będziemy wykonywać.
- Pracujemy bez pośpiechu i presji czasowej. Bardzo często dochodzi do wypadków w sytuacjach, kiedy się spieszymy i tracimy koncentrację.
- Do pracy przystępujemy w odpowiednim ubiorze (bez sznurków, frędzli, za długich rękawów), zdejmujemy biżuterię oraz upinamy długie włosy.
- Przed rozpoczęciem pracy z nowym narzędziem zapoznajemy się z instrukcją. Nie korzystamy nigdy z narzędzi bez wcześniejszego przeszkolenia.
- Słuchamy poleceń prowadzących i stosujemy się do nich.
- Nie przeszkadzamy innym uczestnikom w pracy. Zwłaszcza, kiedy korzystają z potencjalnie niebezpiecznych elektronarzędzi.

## Instruktaż korzystania z narzędzi

Jednym z podstawowych elementów wprowadzenia do zajęć (zarówno jednorazowych, jak i cyklicznych) jest tzw. instruktaż stanowiskowy. Oprócz omówienia zasad BHP pokazujemy, jak prawidłowo oraz bezpiecznie korzystać z narzędzi. Niektóre wymagają krótkiego i prostego instruktażu (np. młotek, kombinerki, piła ręczna), a inne są znacznie bardziej zaawansowane (np. drukarka 3D, piła stołowa, frezarka CNC) i korzystanie z nich wymaga doświadczenia. Na naukę prawidłowej obsługi urządzenia można poświęcić całe zajęcia, a nawet ich cykl.

## Kategorie narzędzi pod względem bezpieczeństwa

Bardzo dobrym rozwiązaniem jest wprowadzenie podziału na 3 kategorie bezpieczeństwa różnych narzędzi. Dzięki temu unikniemy wielu potencjalnie niebezpiecznych sytuacji oraz łatwiej zapanujemy nad uczestnikami zajęć. Podział dostosowujemy do swoich indywidualnych uwarunkowań i potrzeb, takich jak specyfika projektu, wiek uczestników i ich umiejętności.

Narzędzia do samodzielnego użytku bez ograniczeń	Narzędzia do korzystania pod nadzorem prowadzących	Narzędzia wykorzystywane tylko przez dorosłych
sprzęty jak nożyczki, kombinerki, śrubokręty, które mogą być wykorzystywane bez ograniczeń	narzędzia, które uczestnicy obsługują samodzielnie, ale w obecności osoby dorosłej, przykłady narzędzi: wyrzynarka, wkrętarka, lutownica, etc.	takie urządzenia, które są niebezpieczne lub zbyt skomplikowane dla uczestników, np. prowadzący zajęcia przycina elementy na pile stołowej dla uczestników

## BHP na każdych zajęciach

Nasze wskazówki są zgodne z ogólnymi zasadami bezpieczeństwa. Warto je rozważyć przed przystąpieniem do organizowania praktycznych zajęć z wykorzystaniem potencjalnie niebezpiecznych narzędzi oraz materiałów. Rekomendujemy również kontakt z osobą bezpośrednio odpowiedzialną za sprawy BHP w miejscu, w którym będziemy prowadzić zajęcia. Uzyskamy wtedy niezbędne informacje o lokalnych regulaminach oraz zasadach obowiązujących w konkretnym obiekcie.

### Checklista BHP przed każdym warsztatem:

- Zapoznanie się z lokalnym regulaminem oraz przepisami – konsultacja z osobą odpowiedzialną za BHP.
- Obowiązkowe przedstawienie zasad BHP uczestnikom na początku każdych zajęć.
- Zapewnienie uczestnikom i prowadzącym odpowiednich środków ochrony osobistej.
- Przygotowanie przestrzeni i regularne przeglądy narzędzi.
- Przygotowanie instrukcji stanowiskowych oraz ogólnych wskazówek dot. bezpieczeństwa.
- Pilnowanie przestrzegania zasad BHP w trakcie zajęć.

# W TRAKCIE ZAJĘĆ

W tym rozdziale podzielimy się doświadczeniem związanym z prowadzeniem zajęć. Najpierw przedstawimy ogólne porady, dotyczące każdego typu zajęć opartych na konstruowaniu i majsterkowaniu. Następnie skupimy się na konkretnych formatach.

## Ogólne wskazówki

### Przed, w trakcie i po

Same zajęcia, podczas których uczestnicy budują i majsterkują, są tylko niewielkim elementem całego procesu przygotowania. W poniższej tabeli znajdują się różne czynności związane z przygotowaniem i przeprowadzeniem takiego warsztatu:

Przed zajęciami	W trakcie zajęć	Po zajęciach
wybór lub stworzenie scenariusza/konspektu zajęć	powitanie i przedstawienie prowadzących	sprzątanie narzędzi, materiałów i miejsca
przetestowanie pomysłu przez prowadzącego	zasady panujące na warsztacie	przegląd zużytych materiałów oraz narzędzi
dodanie ewentualnych poprawek do scenariusza/konspektu	szkolenie z zasad BHP	wnioski po warsztacie
przygotowanie miejsca, narzędzi i materiałów	zawarcie ustnego kontraktu na przestrzeganie zasad	
	prowadzenie właściwego warsztatu	
	podsumowanie i zakończenie	

Jak widać organizowanie takich aktywności jest dosyć czasochłonne i pracochłonne. Dlatego warto zarezerwować sobie więcej czasu na przygotowanie oraz sprzątanie po zajęciach.

## Testowanie warsztatów przed zajęciami

Zanim zaprosimy dzieci na zajęcia, warto „przejsć przez scenariusz” samodzielnie. Pozwala to sprawdzić czy wszystko działa, wyłapać ewentualne błędy oraz zidentyfikować problematyczne momenty. Przekonamy się również, ile czasu potrzeba na kolejne etapy. Można spokojnie założyć, że grupa będzie pracowała ok. 2 razy wolniej niż my.

## Przygotowanie materiałów i miejsca

Warto zarezerwować sobie trochę czasu przed zajęciami. Trzeba będzie przyszykować materiały, sprawdzić dostępną ilość materiałów zużywalnych (np. kleje, taśmy klejące, wkłady do klejenia na gorąco), ocenić stan narzędzi i elektronarzędzi, wydzielić odpowiednią ilość akcesoriów, przygotować pomieszczenie. W zależności od scenariusza, rodzaju zajęć i wielkości grupy, czynności te pochłoną różną ilość czasu.



## Powitanie i początek zajęć

Pierwsze minuty są niezwykle ważne! Wtedy poznajemy uczestników, wzbudzamy ich zainteresowanie tematem zajęć, przekazujemy najważniejsze informacje i zasady. Podstawowymi elementami każdego powitania są następujące elementy:

- Przedstawienie się prowadzących.
- Krótka informacja o tym, co będziemy robić
- Przedstawienie zasad obowiązujących na zajęciach (np. nie przerywamy, zgłaszamy się, nie jemy i nie pijemy, nie używamy telefonów) i prośba o zaakceptowanie ich przez wszystkich uczestników. W ten sposób łatwiej będzie zapanować nad grupą w dalszej części.
- Przedstawienie zasad BHP oraz prośba o potwierdzenie ich zrozumienia i zobowiązanie się do ich przestrzegania.
- Rozpoczęcie zajęć.

Tak wygląda przykładowa sala z przygotowanymi stanowiskami, materiałami oraz narzędziami dla każdego uczestnika.



## **Zakładamy, że uczestnicy nie umieją obchodzić z narzędziami i materiałami**

Zawsze zakładamy, że uczestnicy zajęć nie korzystali wcześniej z narzędzi, z którymi się zetkną. Dlatego na początku trzeba przeszkolić ich w tym zakresie. Z naszych doświadczeń wynika, że jest to niezbędny element zajęć. Coraz mniej dzieci wie, jak wbić gwóźdź czy przepiłować drewnianą listwę.

## **Praca indywidualna i grupowa**

Trudno sobie wyobrazić dwójkę dzieci, które wspólnie przybijają gwóźdź. Specyfika majsterkowania i konstruowania zakłada samodzielną pracę uczestników zajęć. Zadania indywidualne mogą jednak przeplatać się z pracą grupową. Idealnym typem zajęć przeznaczonych dla kilkusobowych zespołów są wszelkiego rodzaju wyzwania inżynierskie oraz proste zadania projektowe. Z naszych doświadczeń wynika, że idealny zespół powinien liczyć 2-4 członków. Przy podziale na większe grupy, część osób nie będzie aktywnie uczestniczyła w zajęciach. Jeśli pracujemy dłużej z tą samą grupą i widzimy, że uczestnicy nabrali już odpowiednich umiejętności, możemy eksperymentować z zadaniami grupowymi, podczas których każdy będzie mógł pełnić określoną rolę i odpowiadać za zbudowanie fragmentu większej całości. Niestety, wielokrotnie byliśmy świadkami „pracy grupowej”, kiedy jedna osoba faktycznie budowała, a reszta się przyglądała. W takiej sytuacji tylko niewielka część uczestników w pełni korzysta z zajęć.

## **Jak nie przytłoczyć nadmiarem możliwości?**

Rozpoczynając zajęcia z konstruowania (zwłaszcza z nową grupą) warto dosyć znacznie ograniczyć liczbę różnych materiałów oraz narzędzi. Dotyczy to zajęć typowo projektowych z otwartym zadaniem oraz wyzwań inżynierskich. Zbyt duży wybór potrafi czasem mocno sparaliżować i uczestnicy muszą włożyć sporo energii w podjęcie decyzji, jakiego materiału użyć, czym go połączyć, po jakie narzędzie sięgnąć, itd. Ograniczając możliwości paradoksalnie pomagamy uczestnikom w skupieniu się na tworzeniu i budowaniu. Materiały oraz narzędzia są tylko środkiem, który służy do zmaterializowania pomysłu uczestników zajęć. Oczywiście wszystko zależy od umiejętności konkretnej grupy, jej doświadczenia, oraz typu zajęć, który realizujemy. Czasem duży wybór narzędzi umożliwia tworzenie bardziej zaawansowanych rozwiązań.

## **Walka z czasem**

Podczas zajęć musimy dobrze zarządzać czasem. Przeważnie mamy ściśle określone ramy czasowe - 45 minut, godzinę, 4 godziny. Przygotowując scenariusz trzeba zadbać o to, by uczestnicy zdążyli zrealizować wszystkie zadania. Warto otwarcie komunikować, ile czasu zostało na wykonanie poszczególnych aktywności. Dobrym pomysłem jest wyświetlenie stopera odliczającego pozostały czas.



**Ograniczając możliwości paradoksalnie pomagamy uczestnikom w skupieniu się na tworzeniu i budowaniu.**



## Modelowanie, czyli pokazywanie na przykładzie

Zajęcia z konstruowania zwykle wywołują lawinę pytań. Najgorszym rozwiązaniem jest... udzielanie bezpośrednich odpowiedzi. Możemy być pewni, że takie samo lub podobne pytanie zada za chwilę ktoś inny lub ta sama osoba, jeśli nie zrozumiem naszego wyjaśnienia.

### Przykład:

**Budujemy samochód odrzutowy, napędzany powietrzem z balona.**

- *Przepraszam, co mam teraz zrobić?*
- *Z czym masz problem?*
- *Nie wiem jak dokończyć.*
- *Tutaj mam gotowy model samochodu. Zobacz, jak to działa.*

Uczestnik zajęć dokładnie ogląda model i go testuje.

- *Czy teraz wiesz, jak dokończyć swój projekt?*
- *Tak, teraz już wiem.*

## Kiedy udzielić bezpośredniej odpowiedzi?

Bywa, że wszelkie sposoby naprowadzania uczestnika na samodzielne znalezienie rozwiązania nie przynoszą żadnego efektu. Wtedy pozostają dwie możliwości: zostawiamy uczestnika z problemem, albo instruujemy, a nawet pomagamy mu w pracy. Obydwie metody nie są najlepsze. Prowadząc zajęcia dla większej grupy, nie jesteśmy jednak czasem w stanie poświęcić wystarczającej uwagi każdemu dziecku. Trzeba się z tym pogodzić.

## Umiejętność zaprezentowania swojego projektu i pomysłu

Ważny element każdych zajęć to dzielenie się rezultatem swojej pracy z resztą grupy. Niestety, w naszym kraju niewiele osób potrafi dobrze prezentować własne projekty. Wszelkiego rodzaju zajęcia z konstruowania mogą być doskonałą okazją, by ćwiczyć tę przydatną umiejętność. Na koniec warto więc poprosić uczestników o krótką prezentację. Niech opowiedzą o tym, nad czym pracowali, przedstawią wyzwania i problemy, ocenią rezultat swojej pracy i zdradzą pomysły kolejnych modyfikacji, które planują.



### Przykład:

- *Jak połączyć te dwie drewniane listwy?*

Zwracamy się do osoby siedzącej obok:

- *Widzę, że udało Ci się już połączyć listewki. Pomogiesz Zosi i pokażesz, jak to zrobić?*

W przeważającej liczbie przypadków ta metoda działa bardzo dobrze. Należy pamiętać, żeby „kątem oka” kontrolować jak idzie uczestnikom.

## Peer coaching, czyli jak angażować innych

W każdej grupie znajdziemy dzieci, które pracują szybciej niż inne i jako pierwsze kończą zadanie. Możemy poprosić taką osobę, aby pomogła komuś, kto akurat ma problem. To tzw. peer coaching, czyli angażowanie w pomoc współuczestnikom zajęć. Stosowanie tej metody pomaga nam w zarządzaniu grupą, a dla osób pomagających jest okazją nauczenia się czegoś nowego i utrwalenia wiedzy. Nie każdy „prymus” będzie jednak dobrym pomocnikiem, musi jeszcze umieć tłumaczyć i współpracować. Odrobina doświadczenia pomaga odkrywać właściwe osoby.



## Porażka – jak radzić sobie z uczestnikami, którym nie wychodzi

Ważny element każdego zajęcia to dzielenie się rezultatem swojej pracy z resztą grupy. Niestety, w naszym kraju niewiele osób potrafi dobrze prezentować własne projekty. Wszelkiego rodzaju zajęcia z konstruowania mogą być doskonałą okazją, by ćwiczyć tę przydatną umiejętność. Na koniec warto więc poprosić uczestników o krótką prezentację. Niech opowiedzą o tym, nad czym pracowali, przedstawią wyzwania i problemy, ocenią rezultat swojej pracy i zdradzą pomysły kolejnych modyfikacji, które planują.

### Przykład:

- *Nic mi się nie udaje, nie potrafię tego zbudować.*
- *Z czym masz problem? Co nie wychodzi?*
- *Wszystko!*
- *OK, ale powiedz proszę, co konkretnie poszło nie tak?*
- *Nie trzyma się ta listwa i cała ramka mi się rozwalila!*
- *Jak myślisz, dlaczego tak się stało?*
- *Nie wiem!*
- *Zastanów się. Co sprawia, że te wszystkie listwy się trzymają?*
- *Taśma klejąca.*
- *Jak myślisz, czy taśma dobrze łączy te listwy ze sobą?*
- *Nie, właśnie przez to mi się wszystko rozwalilo.*
- *OK, czyli wiemy już, dlaczego tak się stało. Jak myślisz, jak inaczej można połączyć te listwy?*
- *Może spróbuję przybić gwoździe?*
- *Dobra, weź młotek, parę gwoździ i daj mi znać, jak poszło.*



To jest prosty stojak na telefon wykonany przez jedną z uczestniczek naszych zajęć. Ten sam model pokazywaliśmy wielokrotnie na innych warsztatach jako inspirację dla innych.

## Przykłady gotowych projektów od innych uczestników

Jedną z metod ułatwiających uczestnikom tworzenie własnych rozwiązań jest pokazanie gotowych przykładów. Możemy na chwilę wyjąć model, żeby np. zwrócić uwagę na pewne rozwiązania lub podsunąć wskazówki. Trzeba go jednak później schować, inaczej dzieci zaczną być kopiować konkretny projekt.



## Jak sobie poradzić, jeśli nie znamy odpowiedzi na pytanie?

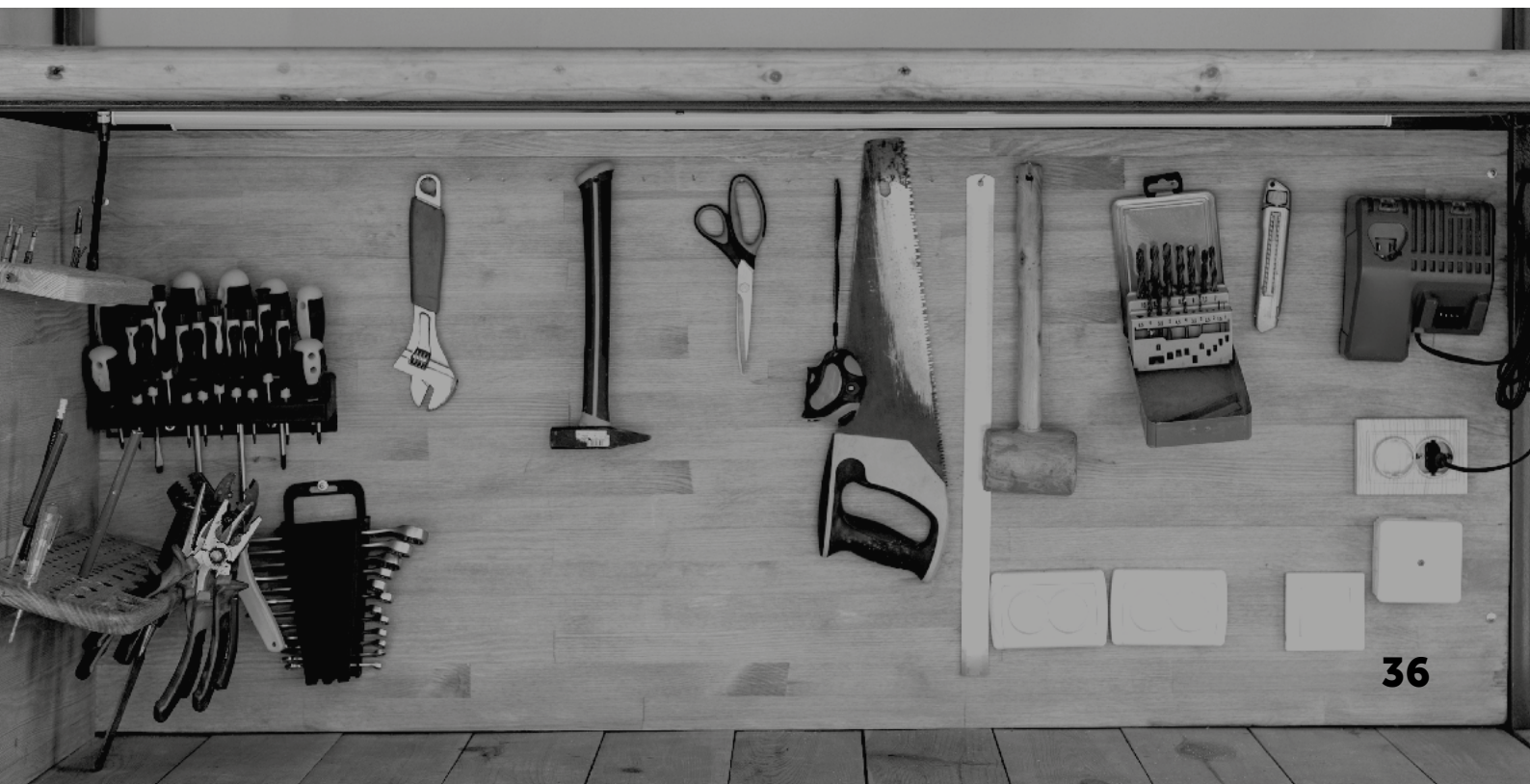
Strach przed własną niewiedzą blokuje wielu edukatorów. Tymczasem świat konstruowania jest tak bogaty, że na całym świecie nie istnieje osoba, która posiada wszystkie umiejętności techniczne, zna wszystkie materiały i narzędzia oraz potrafi zbudować każdą rzecz. Jest to absolutnie normalne i naturalne, że czasem nie znamy odpowiedzi na pytanie uczestnika zajęć. Taką pozornie stresującą i niekomfortową sytuację można bardzo dobrze wykorzystać w celach edukacyjnych i pokazać uczestnikom, jak szukać samodzielnie odpowiedzi.

### Przykład:

- Jak najlepiej połączyć te dwa kawałki drewna?
- *Wiesz co? Sam nie wiem! Może uda nam się wspólnie znaleźć rozwiązanie. Jak myślisz, co można zrobić?*
- Nie wiem. Proszę mi powiedzieć.
- Mamy tu klej, gwoździe, wkręty i co jeszcze?
- Zszywki, taśmę klejącą, klej na gorąco i może jeszcze sznurek.
- To ma być mocne połączenie? Czy wystarczy, żeby wszystko się razem trzymało?
- Raczej mocne. To może spróbuję użyć kleju na gorąco, ale czy to zadziała?
- **Nie mam pojęcia, bo nigdy tego nie robiłem w ten sposób. Zróbmy eksperyment i sprawdźmy, czy to zadziała. Daj mi znać za 5 minut, czy się udało. Jeśli nie, to spróbujemy innej metody.**

## Sprzątanie – bardzo ważny element zajęć

Zajęcia z wykorzystaniem różnych narzędzi i materiałów generują sporo śmieci, wiórów i innych odpadków. Warto zarezerwować ostatnie minuty na sprzątanie. Zaangażowanie do tego uczestników to bardzo ważny element – uczymy w ten sposób kultury warsztatowej.



# Rodzaje zajęć z konstruowania i majsterkowania

## Wstęp

W tej części zaprezentujemy praktyczne porady i wskazówki dotyczące prowadzenia zajęć w ramach 4 formatów, które przedstawiliśmy w pierwszej części poradnika.

## Warsztat – porady i wskazówki

### Czym jest warsztat?

To ustrukturyzowane zajęcia, podczas których prowadzący krok po kroku wyjaśnia uczestnikom kolejne etapy realizowanego projektu. Cechą charakterystyczną warsztatu jest całkowicie liniowa struktura. Wszyscy od początku wiedzą co będą budować, jakich narzędzi i materiałów będą używać oraz jaki efekt końcowy uzyskają. Modelowym przykładem tego formatu jest budowa karmnika dla ptaków, tak popularna niegdyś na lekcjach ZPT w szkole. Każdy uczeń budował swój karmnik według takiego samego projektu, postępując zgodnie z instrukcjami nauczyciela.

### Do czego służy warsztat?

Warsztat doskonale sprawdza się, kiedy chcemy zapoznać uczestników zajęć z nowymi zagadnieniami i umiejętnościami. Na warsztatach uczą się obsługiwać narzędzia, poznają właściwości materiałów, programy komputerowe, zasady BHP, są wprowadzani w nowe tematy (np. elektronika, szycie, projektowanie 3D). Dobrze przygotowany warsztat jest idealny do rozwijania podstawowych umiejętności. Jeśli zaczynamy pracę z grupą niedoświadczoną w majsterkowaniu, to najlepiej zacząć od warsztatów i dopiero potem przejść do bardziej zaawansowanych projektów.

### Jak prowadzić takie zajęcia?

Dobre przygotowanie warsztatu nie jest proste i wymaga sporo pracy. Oto kilka wskazówek i porad:

- Ilu powinno być prowadzących? Ilu uczestników?  
To zależy od poziomu zaawansowania zadania. Czasem optymalna będzie mała grupa (2-4 osoby), a kiedy indziej

jeden prowadzący może pracować z kilkunastoma osobami. Zasada jest jednak taka, że im więcej osób przypada na jednego prowadzącego, tym prostsze i krótsze powinny być zajęcia.

- Dużym plusem warsztatu jest jego łatwa skalowalność. Jeśli mamy do dyspozycji kilku prowadzących i nie występują żadne ograniczenia logistyczne (pojemność sali, dostępne narzędzia i materiały), to możemy „dokładać” kolejnych uczestników.
- Podczas prostszych warsztatów (oraz tych przeznaczonych dla dużej grupy uczestników) stosuje się instrukcje. Wtedy wszyscy pracują praktycznie samodzielnie, a prowadzący pełni rolę pomocników.
- Wadą tego formatu jest brak oryginalności projektów tworzonych przez uczestników. Ikonicznym przykładem jest wspomniany karmnik dla ptaków. Warto umożliwić uczestnikom choćby niewielką możliwość personalizacji – wybór koloru, wariantu dachu (w przypadku karmnika). Dzięki temu dzieci znacznie chętniej wezmą udział w warsztatach i będą miały osobisty stosunek do projektu.
- Jednym z wariantów warsztatu jest tutorial. Bardzo łatwo go skalować. Oprócz samej instrukcji można przygotować zestaw ze wszystkimi materiałami oraz narzędziami niezbędnymi do realizacji zajęć. W ten sposób powstaje tzw. „kit” (ang. zestaw). Im więcej mamy „kitów”, tym więcej osób może skorzystać z tutorialu. Przygotowując wcześniej wszystkie materiały i tworząc zestawy, unikamy chaosu i niepotrzebnego zamieszania.

## Eksperymentowanie – porady i wskazówki

### Jak wyglądają takie zajęcia?

Na początku prezentujemy uczestnikom narzędzia, z których będą korzystać. Mogą to być kombinerki, śrubokręt, szcypce i zestaw kluczy płaskich. Jeśli dzieci nie potrafią korzystać z tych urządzeń, przeprowadzamy krótki warsztat. Następnie każdy uczestnik otrzymuje zepsute urządzenie, które musi rozebrać za pomocą otrzymanych wcześniej narzędzi. W tym momencie tradycyjna rola prowadzącego się kończy. Wszyscy zaczynają pracować samodzielnie i odkrywają jak dana rzecz jest zbudowana. Podczas tego procesu prowadzący pełni rolę facylitatora, który podsuwa dyskretne wskazówki, kiedy ktoś „się zablokował” lub ma jakieś pytanie. W tym formacie nie ma jasno określonego zakończenia (nieznany rezultat). Zajęcia mogą trwać od kilkunastu minut, aż do kilku godzin.

### Do czego służy eksperymentowanie?

Głównym celem eksperymentowania jest skłonienie uczestników do samodzielnego odkrywania, sprawdzania, testowania i kombinowania. Nie prowadzimy tutaj uczestników za rękę, dajemy im swobodę działania. To oni decydują, co chcą zrobić z dostępnymi narzędziami oraz materiałami. Jest to format, który bardzo dobrze wpisuje się we wszystkie

idee konstruktywistyczne czy konstrukcjonistyczne. Dzieci samodzielnie stawiają hipotezy, przeprowadzają eksperymenty i wyciągają wnioski. Nasze wieloletnie doświadczenia pokazują, że eksperymentowanie to jedna z najbardziej efektywnych metod nauki czegokolwiek. Każdy uczestnik samodzielnie dokonuje różnych odkryć i buduje model nowej wiedzy w swojej głowie. Rola prowadzącego to inspirowanie, wspieranie i pomaganie, jeśli zajdzie taka potrzeba.

### Metoda badawcza

To narzędzie coraz częściej wykorzystywane podczas prowadzenia lekcji i nie tylko. Sprawdza się jednak tylko wtedy, jeśli jest stosowana w odpowiedni sposób. Przeprowadzenie badania wymaga czterech kolejnych działań:

- Postawienie odpowiedniego pytania (hipoteza).
- Zaprojektowanie eksperymentu sprawdzającego hipotezę.
- Przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentu.
- Analiza wyników i wyciągnięcie wniosków.

## Poniżej przedstawiamy dwie sytuacje, które pokazują różnice pomiędzy właściwym i niewłaściwym stosowaniem metody badawczej podczas zajęć:

### Sytuacja 1

Do prowadzącego przychodzi uczeń i pyta, czy można za pomocą piły przeciąć twardy i gruby karton, bo nożyczki są za słabe. Wtedy prowadzący postanawia, że wykona doświadczenie i pokaże całej grupie, jakimi narzędziami da się ciąć gruby karton. Prowadzący bierze kawałek kartonu, próbuje przeciąć go przy pomocy kolejnych narzędzi i pyta na koniec, które narzędzie tnie taki mocny karton, a który nie.

### Sytuacja 2

Mamy dokładnie tę samą sytuację - uczeń pyta o cięcie kartonu za pomocą piły. W tym przypadku jednak prowadzący zadaje odpowiednie pytania, które pomagają uczniowi samodzielnie sformułować hipotezę badawczą brzmiącą np. "Jakimi narzędziami możemy ciąć gruby i mocny karton?". Prowadzący przyznaje, że sam nie wie i pyta ucznia, w jaki sposób to sprawdzić. Wtedy następuje etap projektowania eksperymentu przez ucznia, który następnie próbuje przeciąć różnymi narzędziami karton. Na koniec prowadzący pyta, jakie narzędzia są najlepsze do cięcia takiego kartonu.



Tak wygląda w praktyce testowanie, jakie materiały są odporne na działanie wody.

Powyższe przykłady wydają się bardzo przerysowane, są jednak oparte na naszych autentycznych doświadczeniach.

**Sytuacja nr 1** pokazuje niewłaściwie stosowanie metody badawczej – prowadzący prowadzi pokaz, a uczniowie są tylko biernymi obserwatorami.

**Sytuacja nr 2** przedstawia przykład modelowy. To uczeń samodzielnie stawia hipotezę, projektuje eksperyment, wykonuje go i wyciąga wnioski. Prowadzący tylko asystuje i pomaga mu w dokonywaniu samodzielnego odkryć.

Podczas każdego zajęcia z konstruowania mamy do czynienia z podobnymi sytuacjami i możemy wtedy spontanicznie wykorzystać metodę badawczą.

Oto przykładowy dialog z uczestnikiem zajęć z konstruowania (11 lat):



### **Przykład:**

- *Czy jak zbuduję łódkę z kartonu, to będzie pływać po wodzie i nie przemoknie?*
- *Nie wiem.*
- *Jak to Pan nie wie?!*
- *Trzeba to sprawdzić, bo naprawdę nie wiem. Jak myślisz, jak to można zrobić?*
- *Nie wiem. Niech mi Pan powie!*
- *Zastanówmy się przez chwilę. Co chcesz sprawdzić?*
- *Czy łódka z kartonu będzie pływać i nie przemoknie. Ale niech mi Pan powie, bo nie wiem jak to sprawdzić!*
- *Jak myślisz, karton jest wodoodporny?*
- *Chyba jest wodoodporny?*
- *A jakbyś to sprawdził?*
- *Nie wiem.*
- *OK, a jak sprawdzasz, czy coś jest mokre, czy suche?*
- *Dotykam ręką i czuję czy jest mokre.*
- *OK, to jak sprawdzić ten karton?*
- *Może zbuduję prostą łódkę, wrzucę do miski z wodą i sprawdzę, czy zatonie?*
- *OK, brzmi dobrze.*

## **Jak prowadzić takie zajęcia?**

Zajęcia z eksperymentowania wymagają od prowadzącego bardzo dobrego zrozumienia procesu badawczego. Bez tej umiejętności bardzo trudno jest pomagać innym w samodzielnym odkrywaniu i testowaniu. Poniżej przedstawiamy kilka pomocnych wskazówek:

- Zajęcia z eksperymentowania mogą być bardzo różnorodne. Najczęściej jednak trwają 30-120 minut i nie wymagają udziału wielu prowadzących. Wystarczy jedna osoba na 8-12 uczestników (zależy to oczywiście od stopnia zaawansowania zajęć). Tinkering jest idealny dla każdej grupy wiekowej. Nawet dzieci w wieku przedszkolnym mogą uczestniczyć w prostych aktywnościach zgodnych z tym formatem.
- Eksperymentowanie może być elementem urozmaicającym tradycyjny warsztat – np. kiedy chcemy, żeby uczestnicy mogli swobodnie poeksperymentować z nowo poznaną umiejętnością.
- Sam proces eksperymentowania jest znacznie ważniejszy niż finalny rezultat. Bywa, że w wyniku tinkeringu nic konkretnego nie zbudujemy, ale i tak odkryjemy wiele ciekawych zjawisk. Nawet jeśli eksperyment nie da nam satysfakcjonującej odpowiedzi lub jego wynik jest niezgodny z hipotezą, to jest to wartościowe zakończenie.
- Na początku zajęć warto przedstawić kilka przykładowych projektów innych uczestników. W ten sposób ułatwiamy rozpoczęcie eksperymentowania i sugerujemy kierunki, które warto eksplorować. Należy jednak uważać z ilością podpowiedzi, żeby uczestnicy nie zaczęli kopiować prac innych.
- Z naszych doświadczeń wynika, że zupełna swoboda i brak ograniczeń szkodzą eksperymentowaniu. Paradoksalnie, jeśli określimy pewne ramy (np. czas, rodzaj i liczbę materiałów, narzędzia, temat) to znacząco pomożemy uczestnikom w tworzeniu oryginalnych rozwiązań.
- Rolą prowadzącego zajęcia jest inspirowanie uczestników i pomaganie im w poszukiwaniu własnych pomysłów. Pomocne jest zadawanie odpowiednich pytań i nie udzielanie odpowiedzi sugerujących konkretne rozwiązania.
- Jeden z istotnych etapów procesu eksperymentowania to końcowa refleksja. Uczestnicy powinni zastanowić się, czy nauczyli się czegoś nowego, czy potrzebują jakiejś dodatkowej wiedzy. Zauważyliśmy, że bardzo często brakuje tego elementu podczas zajęć z konstruowania.

# Inżynieria – porady i wskazówki

## Jak wyglądają takie zajęcia?

Najczęściej zajęcia inżynierskie polegają na konstruowaniu przez grupę uczestników jakiegoś fizycznego obiektu lub realizacji przedsięwzięcia (np. film, program komputerowy). Bardzo ważna jest swoboda w wyborze narzędzi, materiałów oraz metod pracy. Perfekcyjnie wyposażony warsztat nie jest konieczny. Często wystarczą podstawowe narzędzia i łatwo dostępne materiały papiernicze. W tym formacie wszelkie ograniczenia i warunki świadczące o osiągnięciu celu są z góry ustalone. Po skończonej pracy wszyscy wiedzą, czy projekt jest udany, czy też nie. Głównym zadaniem prowadzącego zajęcia jest przygotowanie miejsca, materiałów oraz narzędzi, określenie „warunków brzegowych” pracy. Tak jak w przypadku poprzednich formatów, warto na

początku pokazać konstrukcje wykonane przez innych. Podczas pracy w grupach prowadzący służy pomocą, udziela wskazówek i sugeruje kierunki myślenia. Należy pamiętać, że istotą zajęć jest tworzenie własnych, oryginalnych rozwiązań przez uczestników.

## Do czego służy inżynieria?

Podczas zajęć z inżynierii uczestnicy wykorzystują posiadaną wiedzę do realizacji określonego przez nas zadania. Dzięki temu uczą się wykorzystywać swoje umiejętności w praktyce. Napotykając problemy zaczynają rozumieć zależność pomiędzy rzeczami, których nauczyli się wcześniej. Jest to bardzo efektywna metoda uczenia się i rozwijania swoich kompetencji.

## Jak prowadzić takie zajęcia?

Zajęcia z inżynierii są znacznie bardziej zaawansowane niż warsztat czy eksperymentowanie. Poziom ich trudności musi być precyzyjnie dostosowany do umiejętności grupy. Jak zwykle, najlepiej zacząć od prostych wyzwań inżynierskich, które są w zasięgu umiejętności praktycznie każdego. Oto kilka wskazówek, które warto wziąć pod uwagę:

- Bardzo dobry zestaw materiałów na start to wszelkiego rodzaju artykuły papiernicze. Są stosunkowo tanie, łatwo dostępne i możemy ich używać dosłownie wszędzie. Nawet najmłodsze dzieci doskonale znają właściwości takich materiałów i potrafią posługiwać się nożyczkami czy taśmą klejącą. Taki wybór pozwoli nam uniknąć blokady spowodowanej brakiem umiejętności.
  - Podobnie jak w przypadku poprzednich formatów, również na zajęciach z inżynierii warto ograniczyć liczbę dostępnych materiałów i narzędzi.
  - Przy bardziej skomplikowanych projektach można wprowadzić sztywny scenariusz i podzielić pracę na etapy. Taka struktura pozwala nadać uczestnikom pewien rytm pracy, który pomoże skupić się na odpowiednich etapach we właściwym czasie.
  - Młodsze dzieci (6-14 lat) mają tendencję do kopiowania pomysłów innych grup. Jeśli nie zwrócimy na to uwagi, powstanie kilka identycznych rozwiązań. Takie sytuacje zdarzają się nam bardzo często. Jak im zapobiegać? Można na początku zaznaczyć, że nie wolno podpatrywać projektów innych. Wtedy dzieci same zadbają o pilnowanie swoich pomysłów. Na jednym z naszych warsztatów dwóch chłopców stworzyło „żywy mur”, żeby nikt nie widział nad czym pracują. Oczywiście, wymiana doświadczeń i korzystanie z pomysłów innych może być też bardzo stymulujące, ale warto postawić na samodzielną pracę.
  - Czasem grupa odmawia pracy nad zadaniem albo blokuje się w pewnym momencie i nie chce pracować dalej. Zdarza się to najczęściej wśród młodzieży (13-15 lat) oraz dorosłych. Po wielu latach spędzonych w systemie edukacji jesteśmy już „sformatowani” na udzielanie jednej poprawnej odpowiedzi. Tymczasem wyzwanie inżynierskie można zrealizować na wiele różnych sposobów, co dla niektórych osób może być bardzo trudne i budzić niechęć. Starajmy się wtedy jeszcze raz wytłumaczyć cel zadania i jego potencjał edukacyjny. Można też udzielić kilku podpowiedzi. Jeśli grupa dalej odmawia współpracy, pozostaje tylko zwolnienie jej z zadania.
  - Zajęcia inżynierskie mogą być realizowane w wielu różnych wariantach. Przy prostszych projektach (np. budowa kartonowej kostki) sprawdza się praca indywidualna lub w parach. Bardziej zaawansowane zadania
1. Burza mózgów – każda grupa przygotowuje wiele pomysłów na rozwiązanie zadania.
  2. Tworzenie projektu – uczestnicy wybierają jeden (lub więcej) pomysł, który chcą zrealizować i tworzą projekt konstrukcji w formie szkicu.
  3. Budowanie – grupa buduje z dostępnych materiałów i narzędzi swój obiekt.
  4. Testowanie i refleksja – sprawdzenie, czy projekt spełnia wszystkie warunki i ewentualne modyfikacje.



można realizować w grupach, które powinny liczyć 3-4 osoby. Jeśli zmuszeni jesteśmy podzielić grupę na większe zespoły, warto nadać konkretne role wszystkim ich członkom. Wtedy ktoś pilnuje czasu, ktoś odpowiada za dokumentację (robi zdjęcia i zbiera wszystkie szkice), ktoś kontroluje zużycie materiałów, ktoś przygotowuje końcową prezentację, a ktoś inny jest kapitanem zespołu. Dzięki takiemu rozwiązaniu mamy pewność, że każda osoba ma zajęcie.

- Liczba prowadzących (podobnie jak przy poprzednich formatach) zależy mocno od scenariusza i trudności zajęć. Dla ułatwienia można przyjąć zasadę, że na 1 prowadzącego przypada 6-12 uczestników.
- Często podczas zajęć inżynierskich zauważamy, że uczestnicy robią coś, co według nas raczej się nie uda. Kusi nas wtedy, żeby wkroczyć do akcji i podpowiedzieć. Pod żadnym pozorem nie należy tego robić! Pozbawilibyśmy dzieci szansy na popełnienie błędu i zdobycie bezcennego doświadczenia. Można przeprowadzić taką rozmowę:



### **Przykład:**

- *Jak myślicie, czy wasza wieża wytrzyma i się nie zawali?*
- *Na pewno wytrzyma. Przecież sama stoi.*
- *A może to sprawdzicie?*
- *OK, możemy położyć na niej jakiś niewielki ciężar i zobaczyć, czy się zawali.*
- *Bardzo dobry pomysł, spróbujcie.*
- Uczeń kładzie drewniany klocek na wieżę, która po chwili wali się.*
- *Jak myślicie dlaczego wieża się zawaliła?*
- *Zrobiliśmy za słabą konstrukcję.*
- *A co było w niej najstabsze?*
- *Chyba podstawa, bo reszta wieży jest w całości, a dolna całkowicie się rozwaliła.*
- *Jak myślicie, co można zrobić, żeby to poprawić?*
- *Musimy dać więcej wsporników przy podstawie i zastosować więcej kleju. Super! Teraz już wiemy, jak to zrobić!*

- Jednym z fundamentów konstruktywizmu i konstrukcjonizmu jest skłanianie uczniów do refleksji. Powyższy przykład bardzo dobrze ilustruje, jak to powinno przebiegać w praktyce. Na koniec zajęć warto zadać uczestnikom pytania:

- *Dlaczego Wam się nie udało?*
- *Dlaczego Wam się udało wykonać zadanie?*
- *Co działało, a co nie?*
- *Co można zmienić, żeby działało lepiej?*
- *Co według Was było najtrudniejsze?*
- *Jak moglibyście rozwiązać ten problem inaczej?*

- Takie pytania pobudzają uczestników do zastanowienia się nad tym, co zrobili. Sami zaczynają dostrzegać, co zrobili dobrze, a co źle. Bez tego etapu uczestnicy mogą nie mieć świadomości, że przed chwilą czegoś się nauczyli.
- W młodszych grupach (6-13 lat) bardzo dobrze działają tzw. challenge (np. kto zbuduje najwyższą wieżę?). Dzieci w tym wieku kochają rywalizację. Można też wyznaczyć nagrody za pierwsze miejsce, choćby symboliczne. Dzięki temu wszyscy jeszcze bardziej zaangażują się w zajęcia.
- Końcowy etap (sprawdzanie, jak zadziałają konstrukcje) to najbardziej wyczekiwany moment przez uczestników. Podczas testowania kolejnych projektów mamy gwarantowane pełne skupienie całej sali. Możemy wtedy budować napięcie (Czy się uda? Czy konstrukcja wytrzyma?), tworząc dodatkowy element zabawy.

# Projektowanie – porady i wskazówki

## Jak wyglądają takie zajęcia?

Zajęcia z projektowania mogą trwać 15 minut, a także cały semestr. Zadaniem uczestników zawsze jest rozwiązanie tzw. otwartego problemu. Nie mają wyznaczonych kryteriów i wyniku. Sami muszą określić ramy, w których będą się poruszać – to jeden z kluczowych etapów projektowania. Aby dobrze prowadzić zajęcia, trzeba rozumieć specyfikę całego procesu. Poszukiwanie rozwiązań bez instrukcji i wcześniej wyznaczonego wyniku stoi w opozycji do tego, czego na co dzień uczy nas szkoła. Nie pomaga również fakt, że trudno przewidzieć efekt końcowy.

Problem projektowy może mieć brzmienie:

„Jak moglibyśmy zmienić naszą klasę, żeby lepiej się nam w niej uczyło?”. Nie wiadomo, czy pomalować ściany, przestawić ławki, wręczyć każdemu uczniowi tablet, czy zaprosić do klasy więcej nauczycieli. Od czego zacząć? Na początku należy zbadać potrzeby uczniów, przeanalizować zebrane informacje i definiować ramy, w których będziemy

się poruszać (np. budżet, pozwolenie dyrekcji, priorytety). Ten etap jest bardzo ważny, ponieważ pozwala uczestnikom skonkretyzować problem i wyznaczyć cel. Kolejny krok to generowanie pomysłów i prototypowanie ich (np. za pomocą niewielkiej kartonowej makiety klasy) oraz konsultacje z innymi uczniami, nauczycielami oraz dyrektorem. Po zebranej informacji zwrotnej zastanawiamy się, co jest dobre, a co trzeba zmodyfikować. Budujemy kolejne prototypy i dalej testujemy. Ostatecznie tworzymy rozwiązanie, które możemy wdrożyć w naszej klasie.

## Do czego służy projektowanie?

Projektowanie jest świetnym sposobem na zajęcia, gdzie uczestnicy realizują swoje autorskie pomysły - od koncepcji aż po finalny efekt. Również jest to bardzo dobry format do rozwiązywania otwartych zadań problemowych jak np. projektowanie eksperymentów, poszukiwanie odpowiedzi na różne pytania, czy realizację projektów społecznych.

## Jak prowadzić takie zajęcia?

Oto kilka wskazówek, które mogą pomóc w organizacji zajęć z projektowania:

- W szkołach i na uczelniach rzadko mamy styczność z projektowaniem. Dlatego takie zajęcia są bardzo trudne dla większości uczestników (zarówno dla dzieci, jak i dorosłych). Mogą doprowadzić do frustracji, braku zaangażowania i pomysłów. Dlatego warto przeprowadzić wcześniejsze ćwiczenia, takie jak "Wallet Challenge" czy "Ready, Set, Design" (informacje w materiałach dodatkowych) oraz zrobić prezentację wprowadzającą do tematyki designu i projektowania.
- Pierwsze projekty powinny być stosunkowo proste i w miarę szybkie (1-2 h). Może to być np. tworzenie autorskiego piórnika, projektowanie przebiegu lekcji, planowanie wycieczki. Warto eksperymentować z tym formatem – zmieniać liczebność grupy, wydłużać i pogłębiać niektóre fazy projektowania. Po przeprowadzeniu kilku takich ćwiczeń, można zabrać się za bardziej skomplikowane wyzwania.
- W przypadku projektowania, trudno o konkretne wskazówki logistyczne. Wszystko zależy od konkretnego zadania, naszych możliwości oraz ograniczeń. Proste zadania projektowe jak "Wallet Challenge" jest w stanie poprowadzić jedna osoba dla grupy liczącej 20-30 osób. Inaczej jest, jeśli pracujemy nad bardziej zaawansowanym projektem z początkującą grupą. Wraz z rozwojem umiejętności uczestników, nasza pomoc będzie coraz mniej potrzebna. Optymalna liczebność zespołu projektowego to 2-8 osób.
- Projektowanie to umiejętność wymagająca czasu oraz ćwiczeń. Musimy przygotować się na to, że nie od razu wszyscy uczestnicy zrozumieją proces projektowy i zaczęną stosować go w praktyce. Pomocne są wcześniejsze doświadczenia związane z twórczością, wymagające samodzielnego określania ram pomysłu i kreowania czegoś z niczego. Przykładem projektowania w czystej postaci jest np. tworzenie własnej biżuterii.
- Proces projektowy wymaga zarówno kreatywnego oraz twórczego podejścia, jak i logicznego oraz analitycznego myślenia. Obecność w zespole projektowym osób z różnymi predyspozycjami to wielki atut. Można im przydzielić konkretne role:
  - Badacz** – osoba otwarta na ludzi, lubiąca obserwować i zbierać informacje.
  - Analityk** – osoba o ścisłym umyśle, która potrafi wyciągać wnioski.
  - Twórca** – osoba, która nie ma najmniejszego problemu z wymyślaniem różnych pomysłów.
  - Budowniczy** – osoba dobrze postępuje się różnymi narzędziami oraz technologiami.
  - Kierownik** – osoba zarządzająca całym zespołem.
  - Inspirator** – osoba niezwiązana z tematyką projektu, ale potrafiąca wnieść doświadczenie ze swojej specjalności.
  - Facylitator** – osoba, która bardzo dobrze zna proces projektowy i czuwa nad tym, żeby zespół zgodnie z nim pracował.

- Istotne jest odpowiednie komunikowanie fazy procesu, w której obecnie się znajdujemy. Podczas podsumowywania obserwacji, uczestnicy często zaczynają generować kolejne pomysły. Tymczasem w tym momencie znacznie ważniejsze jest dokładne przeanalizowanie zebranych danych i określenie wytycznych. Dopiero potem można tworzyć nowe rozwiązania – znając ograniczenia oraz priorytety.
- Jeśli chcemy, żeby uczestnicy zajęć stworzyli zaawansowane prototypy, muszą nabyć odpowiednie umiejętności – np. pracy z różnymi materiałami i narzędziami. Projektując nowe ławki, po przetestowaniu prototypów z kartonu i papieru trzeba przystąpić do skonstruowania pierwszego mebla. Nie uda się to, jeśli uczestnicy zajęć nie mają pojęcia o obróbce drewna. Dlatego warto równolegle uczyć się postępowania narzędziami oraz materiałami (może w tym pomóc warsztat oraz tinkering).
- W odnalezieniu się w procesie projektowania pomaga narzucenie struktury pracy. Możemy określić, że przez najbliższe 2h przeprowadzamy wywiady środowiskowe, a potem przez 1h analizujemy zebrane informacje i formułujemy wnioski. Dzięki temu uczestnicy nie muszą się zastanawiać co robić i mogą się skupić na działaniu.



# PO ZAJĘCIACH

W tym rozdziale przedstawiamy pomysły i inspiracje, które mogą przydać się przy organizowaniu oraz prowadzeniu zajęć z konstruowania i majsterkowania. Omówimy też materiały dodatkowe.

## Skąd czerpać inspirację?

Pomysły czasem się kończą, to nie wstyd. Oto lista sprawdzonych miejsc, w których można szukać inspiracji:

### Wyszukiwarka Google

Wyszukiwanie w internecie to najbardziej oczywisty „kierunek” poszukiwań. Rekomendujemy wyszukiwanie w języku angielskim, ponieważ umożliwia skorzystanie z globalnej bazy wiedzy. W polskim internecie wciąż nie ma zbyt wielu treści związanych z konstruowaniem i majsterkowaniem, zwłaszcza z dziećmi. Jeśli chcemy znaleźć pomysły prac plastycznych, wystarczy wpisać hasło: „arts and crafts for kids”.

### Pinterest

To skarbnica różnorodnych inspiracji, czasem bardzo nieoczywistych. Jeśli szukamy łatwych projektów stolarskich dla dzieci, to wpisujemy następujące tagi: „easy woodworking projects kids”. Wyświetli się mnóstwo ciekawych zdjęć i szybko zdecydujemy, która propozycja najlepiej odpowiada

naszym kryteriom. Pinterest ma konstrukcję szkatułkową – po kliknięciu w konkretnego Pina, poniżej pojawiają się powiązane z nim kolejne propozycje.

### Stare książki

Za niewielkie pieniądze możemy znaleźć w antykwariatach stare książki dotyczące majsterkowania dla dzieci i młodzieży. Wiele ciekawych oraz inspirujących poradników (zwłaszcza zeszyty z serii „Zrób to sam”) publikowało dawne Wydawnictwo Harcerskie. Polecamy również serię książek autorstwa Adama Słodowego.

### YouTube

To kolejne miejsce z nieskończoną liczbą inspiracji, w którym znajdziemy nie tylko pomysły, ale też dokładne tutoriale. Tutaj również lepiej korzystać z języka angielskiego. Na szczęście język filmu jest uniwersalny i bez problemu jesteśmy w stanie korzystać z treści nawet w nieznanym sobie językach.

### Uczestnicy zajęć

Kopalnią inspiracji mogą być sami uczestnicy naszych zajęć. Zapytajmy, co ich najbardziej interesuje i fascynuje. Dzięki temu znajdziemy idealny temat, a uczniowie chętnie będą pracować nad swoimi projektami.

## Schemat tworzenia zajęć

Narzędziem pomocnym do generowania nowych pomysłów zajęć może być prosty schemat, grupujący zajęcia wokół materiału, narzędzia, umiejętności lub tematu.

Temat	Umiejętność	Materiał	Narzędzie
ekologia	stolarstwo	karton	nożyk i nożyczki
moda	ślusarstwo	sklejka	klej na gorąco
architektura	podstawowe majsterkowanie	plastik	elektronarzędzia
gry	lutowanie	rury PCV	drukarka 3D
sport	mierzenie	plyta OSB	narzędzia ręczne
muzyka	projektowanie	europaleta	program CAD
mikrokontrolery	programowanie	...	maszyna do szycia
rękodzieło	dobór materiału i narzędzia	...	...
sztuka	szycie	...	...
zabawki	odlewanie		
roboty	...		
ogrodnictwo	...		
...			
...			

## Jak to działa?

Wybieramy jeden lub kilka elementów i już mamy pomysł na zajęcia. Możemy np. zaplanować realizację projektu ekologicznego przy wykorzystaniu drewna i użyciu elektronarzędzi. Kombinacji jest wiele.

Poniżej znajduje się przykładowa ścieżka, która łączy ze sobą następujące pozycje:

**architektura** → **mierzenie** → **karton** → **klej na gorąco**

Temat	Umiejętność	Materiał	Narzędzie
ekologia moda <b>architektura</b> gry sport muzyka mikrokontrolery rękodzieło sztuka zabawki roboty ogrodnictwo ... ...	stolarstwo ślusarstwo podstawowe majsterkowanie lutowanie <b>mierzenie</b> projektowanie programowanie dobór materiału i narzędzia szycie odlewanie ... ...	<b>karton</b> sklejka plastik rury PCV płyta OSB europaleta ... ...	nożyk i nożyczki <b>klej na gorąco</b> elektronarzędzia drukarka 3D narzędzia ręczne program CAD maszyna do szycia ... ...

Czyli możemy stworzyć zajęcia polegające na budowaniu prostych modeli budynków z kartonu za pomocą kleju na gorąco. W dodatku kładziemy nacisk na umiejętność odmierzania elementów bryły z kartonu.



**Wybieramy jeden lub kilka elementów i już mamy pomysł na zajęcia.**

# Przykładowe scenariusze

## Robotąpa

**Czas aktywności** 20-45 min

**Stopień trudności** bardzo łatwy

To jedna z najprostszych aktywności, którą można prowadzić nawet z najmłodszymi. Podczas warsztatów budujemy model ręki ze stawami i ścięgnami, którymi możemy poruszać za pomocą sznurków.

### Potrzebne materiały

- karton
- słomki
- klej na gorąco lub taśma klejąca
- sznurek
- nożyczki

Instrukcja pokazująca, jak zbudować robotąpę znajduje się tutaj:

[https://www.youtube.com/watch?v=bWOp05huG2s&ab\\_channel=CentrumNaukiKopernik](https://www.youtube.com/watch?v=bWOp05huG2s&ab_channel=CentrumNaukiKopernik)



# Helikopter

**Czas aktywności** 15-30 min

**Stopień trudności** bardzo łatwy

Kolejny bardzo prosty scenariusz do wypróbowania na początek. Projekt jest odpowiedni nawet dla bardzo młodych uczestników.

## Potrzebne materiały

- patyczki do lodów
- gumka recepturka
- papier
- nożyczki
- taśma klejąca

Instrukcja pokazująca, jak zbudować helikopter znajduje się tutaj:

<https://www.youtube.com/watch?v=nA6O-4J1kso&t>



# Ready, set, design – zadanie projektowe

**Czas aktywności** 15-25 min

**Stopień trudności** średni

To ekspresowe zadanie projektowe, ukazujące ideę projektowania w pigułce. Polega na zbudowaniu prostego modelu z określonych materiałów.

**Przykładowy zestaw** 2x kartka A4, 5x wykałaczką, 10 spinaczy

**UWAGA** nie dajemy nożyczek!

## Przykładowe wyzwania projektowe

- Jak ostonić się od deszczu?
- Jak ogrzać ręce zimą?
- Jak urządzić szkolną klasę?
- Jak przetransportować ciężki plecak do szkoły?

Wszystkie pytania są otwarte i nie mają jednej słusznej odpowiedzi. Zachęcamy również uczestników do tworzenia nowych rozwiązań.

Dla każdego zespołu przygotowujemy identyczny zestaw materiałów, wybierając po jednej rzeczy z 3 kategorii:

- materiały powierzchniowe – kartki, karton, folia aluminiowa, tkanina, klejka
- materiały strukturalne – wykałaczki, listwy drewniane, rurki PCV, tuby kartonowe, drut
- materiały połączeniowe – spinacz, opaska kablowa, sznurek, gumka recepturka

## Przebieg zajęć

- Dzielimy uczestników na 2-4 osobowe zespoły.
- Przedstawiamy zadanie projektowe, np. "Jak sprawić, żeby nie zapominać o pracy domowej?".
- Rozdajemy zestawy materiałów.
- Ustalamy czas, optymalnie 15-20 minut.
- Rozpoczynamy budowę prototypów i pomagamy zespołom.
- Po zakończonym czasie prezentujemy wszystkie projekty i dyskutujemy o nich.
- Kończymy zajęcia.



# Wieża – wyzwanie inżynierskie

**Czas aktywności** 45-60 min

**Stopień trudności** łatwy

Uczestnicy zajęć otrzymują jasno określone zadanie – mają zbudować w konkretnym czasie jak najwyższą wieżę, która utrzyma na szczycie np. drewniany klocek lub metalowe nakrętki. Cel jest jasno sprecyzowany i będziemy w stanie stwierdzić, kto wygrał. Istnieje jednak wiele dróg i sposobów realizacji tego zadania.

## Potrzebne materiały

- papier
- kartony
- słomki
- wykałaczki
- taśma klejąca
- klej na gorąco
- spinacze biurowe
- sznurek
- nożyczki
- klej

## Przebieg zajęć

- Przedstawiamy uczestnikom cel zadania – budujemy jak najwyższą wieżę, która utrzyma określony ciężar przez 5 sekund.
- Ustalamy czas na wykonanie zadania, np. 15 -25 minut (to wariant optymalny).
- Dzielimy uczestników na zespoły 2-4 osobowe.
- Ogłaszamy rozpoczęcie budowy.
- W trakcie pomagamy i ewentualnie podpowiadamy. Nie udzielamy jednak bezpośrednich instrukcji. To uczestnicy muszą samodzielnie przetestować swój pomysł na konstrukcję.
- Po skończonym czasie testujemy wspólnie wieże i wyłaniamy zwycięski zespół.
- Podsumowujemy i kończymy zajęcia.

## Warianty

- Aktywność może być realizowana indywidualnie.
- Możemy bardzo mocno ograniczyć materiały, np. tylko do kartek, bez nożyczek i taśmy. Jest to trudniejsza wersja, dla bardziej zaawansowanych uczestników.
- Możemy uprościć aktywność do budowania jak najwyższej wieży.
- Zamiast wieży można wybrać coś innego – most, katapultę.



## Samochód odrzutowy – eksperymentowanie

**Czas aktywności** 45-60 min

**Stopień trudności** łatwy

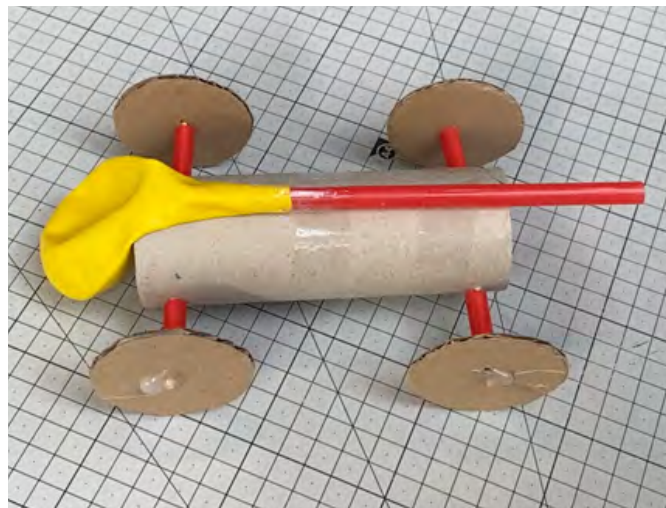
Zadaniem jest budowa samochodziku napędzanego siłą odrzutu powietrza z napompowanego balona.

Instrukcja budowy takiego samochodziku znajduje się tutaj:

[https://www.youtube.com/watch?v=w4DC5l1cBQ8&ab\\_channel=CentrumNaukiKopernik](https://www.youtube.com/watch?v=w4DC5l1cBQ8&ab_channel=CentrumNaukiKopernik)

### Potrzebne materiały

- karton
- papier
- klej na gorąco
- słomki
- wykałaczki
- taśma klejąca
- nożyczki i nożyk
- balony
- inne dodatkowe materiały papiernicze



### Warianty

- Aktywność zakłada pracę indywidualną, ale można połączyć uczestników w pary lub większe zespoły.
- Warto połączyć eksperymentowanie z wyzwaniem inżynierskim dodając kolejne kategorie rywalizacji, np. na najszybszy pojazd.

# Narzędziownik – zbuduj własny warsztat

W ramach projektu Konstruktorzy Marzeń realizowanego przez Centrum Nauki Kopernik, zespół Wytwórni opracował mobilny warsztat o nazwie "Narzędziownik". Głównym założeniem było stworzenie taniego i prostego sposobu na przechowywanie narzędzi, materiałów dla członków Klubów Młodego Odkrywcę. W ten sposób powstał podwójny regał umieszczony na podstawie z małej euro palety na kółkach. Zależało nam bardzo na niskich kosztach, prostym montażu i dostępności wszystkich elementów.

Powstała również instrukcja online z pełną listą potrzebnych materiałów oraz narzędzi. Dzięki temu każdy może samodzielnie zrealizować ten projekt.

Narzędziownik jest otwartym projektem i od samego początku gorąco zachęcamy do hackowania i modyfikowania oryginalnego pomysłu. Wiemy, że wiele osób przerabiało go na swoje własne potrzeby lub inspirowało się zaproponowaną przez nas wersją.

Idea jest bardzo prosta. Polega na przechowywaniu narzędzi i materiałów na wózku z kółkami. Dzięki temu nie potrzebujemy dedykowanej przestrzeni warsztatowej i po skończonych pracach chowamy wszystko do niewielkiego mobilnego schowka, który możemy łatwo przewieźć na zaplecze czy korytarz.



Link do instrukcji:

[https://docs.google.com/document/d/1cnJxSqiCj\\_8D-O\\_xMaK\\_18Z5cBx6hqCWHLkY3UVBWIA/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1cnJxSqiCj_8D-O_xMaK_18Z5cBx6hqCWHLkY3UVBWIA/edit?usp=sharing)

## Zajęcia z konstruowania

### Dobre praktyki

**Autor** Wojciech Karcz

**Redakcja i korekta** Katarzyna Nowicka

**Skład i opracowanie graficzne** Joanna Franczykowska

#### Kontakt

wytwornia@kopernik.org.pl

Centrum Nauki Kopernik  
ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 20  
00-390 Warszawa

Poradnik jest wspólną inicjatywą Centrum Nauki Kopernik i firmy Raytheon Technologies, która angażuje się w działania popularyzujące edukację STEM (Science Technology Engineering Mathematics) wśród dzieci, młodzieży, rodziców i nauczycieli.

Raytheon Technologies jest wyłącznym partnerem prowadzonego przez Centrum Nauki i Kopernik FabLabu edukacyjnego „Wytwórnia”. Dzieci i młodzież uczą się tu konstruować i podejmują wyzwania inżynierskie przy wykorzystaniu tradycyjnych, a także cyfrowych technik i urządzeń. Firma Raytheon Technologies jest również wyłącznym partnerem laboratorium robotycznego w Centrum Nauki Kopernik.

