Scenariusz zajęć w ramach modułu Imaginarium 7.0 poświęconych tematowi „wykorzystania geometrii płaskiej i przestrzennej w życiu codziennym” do projektu pn.: "Kalejdoskop Matematyczny", (umowa nr POWR.03.01.00-00-T044/18).

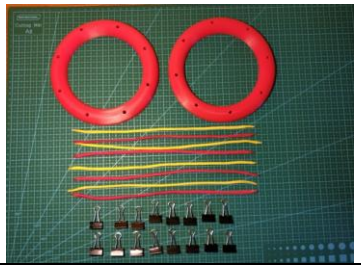
POWIERZCHNIE PROSTOKREŚLNE

Cel zajęć	Celem zajęć opisywanych scenariuszem jest przedstawienie pojęcia powierzchni prostokreślnych i ich zastosowania w życiu codziennym, budownictwie i architekturze. Uczestnicy będą własnoręcznie (indywidualnie oraz w grupach) wykonywać modele takich powierzchni. Zajęcia będą służyły rozwijaniu wyobraźni przestrzennej i będą wspomagały wizualizację obiektów matematycznych. Scenariusz zajęć przedstawia zastosowanie matematyki w różnych dziedzinach życia codziennego i innych naukach.	
Cele szczegółowe	• zapoznanie się z pojęciem powierzchni prostokreślnej, • kształtowanie umiejętności rozpoznawania takich powierzchni w otaczającym nas świecie, • samodzielnego ich konstruowania i projektowania, • ćwiczenia umiejętności manualnych, • skłonienie uczestników do samodzielnego eksperymentowania, • wskazanie możliwości rozwoju naukowego i badawczego,	
Dla nauczyciela Przygotuj się do zajęć	W scenariuszu zostały zaproponowane różne formy pracy z dziećmi: frontalna i zespołowa, jak również różne metody dydaktyczne: wykład, dyskusja, burza mózgów, praca w grupach, ćwiczenia indywidualne, prezentacja. Scenariusz zawiera opisy powstawania pomocy dydaktycznych. Można je tworzyć wspólnie z uczestnikami (wymaga to poświęcenia sporej ilości czasu na zajęciach) lub przygotować samodzielnie przed zajęciami i podczas zajęć zaprezentować je tylko. Opisane poniżej ćwiczenia mogą zastać wykonane wybiórczo i niezależnie od innych ćwiczeń i można zmieniać dowolnie ich kolejność (poza ćwiczeniami 1 i 2, w których uczestnicy zapoznają się z pojęciem powierzchni prostokreślnej). W opisie każdej aktywności znajduje się kilka informacji dla nauczyciela oraz spis materiałów potrzebnych do wykonania tej aktywności.	Załącznik: Spis materiałów

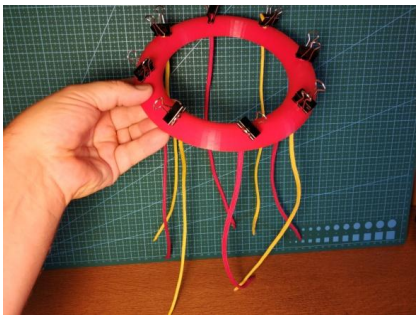
NA ZAJĘCIACH

Aktywność 1	Tytuł: Rozpoznajemy powierzchnie Czas pracy: 5 minut	Załączniki: Prezentacja1.pdf
	Opis działania: Nauczyciel wyświetla prezentację Prezentacja1.pdf lub pokazuje wydruk załącznika Prezentacja1.pdf i prosi uczestników aby nazwali powierzchnie, które potrafią rozpoznać na zdjęciach. Na początkowych zdjęciach widzimy płaszczyzny, walce, stożki będące dachami i ścianami prezentowanych budowli. Zdjęcie 1: walec, płaszczyzna, Zdjęcie 2: stożek, płaszczyzna, Zdjęcie 3: płaszczyzna – na uwagę zasługuje sposób jej wykonania – zostaje wygładzona deską (linijka będzie nam służyć pomocą w dalszej części zajęć), Zdjęcie 4: walec, stożek, płaszczyzna, Zdjęcia 5 i 6: uczestnicy rozpoznają powierzchnie utworzone przez deski mostu oraz liny podtrzymujące konstrukcję – należy zwrócić uwagę na to, że powierzchnie te są utworzone ze „sklejonych ze sobą odcinków” podobnie jak droga na Zdjęciu 7. Zdjęcie 8 przedstawia wieżę ciśnień w Niżnym Nowgorodzie, Zdjęcie 9: wieża portowa w Kobe, Zdjęcie 10: wieża ciśnień w Ciechanowie, Zdjęcie 11: stacja kolejki Warszawa Ochota, Zdjęcie 12: schody w wieży Torrazzo w Cremonie. Począwszy od zdjęcia 8 uczestnicy mają problemy z nazwaniem tych pionowych powierzchni. Pytamy się w jaki sposób można te powierzchnie otrzymać? Burza mózgów na temat tego, czy można je otrzymać poprzez sklejenie ze sobą sztywnych patyków (patyczków szaszłykowych). Pytanie pozostawiamy bez odpowiedzi. Odpowiedź pojawi się w dalszej części zajęć. Zdjęcia pochodzą ze strony: https://en.wikipedia.org/wiki/Ruled_surface Na	

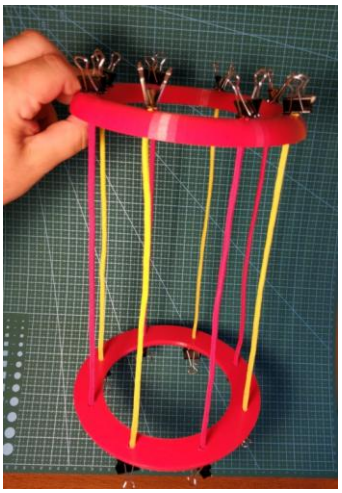
	licencji CC Creative Commons	
	Wiedza dla nauczyciela Prezentowane na zdjęciach powierzchnie są przykładami powierzchni prostokreśnych. Definicja powierzchni prostokreślnej w module Aktywność 2.	
Aktywność 2	Tytuł: Powierzchnie prostokreślne Czas pracy: 5 minut	Załączniki: Pomoce dydaktyczne: Stożek, walec, kula (piłka), prostopadłościan (pudełko), kartka bloku technicznego, linijka
	Opis działania: Należy przygotować pomoce dydaktyczne: modele stożka, walca, kuli, sześcianu lub prostopadłościanu (pudełko), sztywna kartka bristolu, linijka. Nauczyciel prosi osoby z sali aby przyłożyły linijkę do modeli w taki sposób aby ich dotykała wzdłuż odcinka. Zadaje pytanie: Do których brył można przyłożyć linijkę, tak aby dotykała bryły wzdłuż odcinka? Czy kula/sfera ma tę własność? Następnie prosi dwie osoby – jedna trzyma kartkę bristolu wyginając ją a druga linijkę. Nauczyciel prosi aby druga osoba przyłożyła linijkę do kartki we wskazany wcześniej sposób. Powinno się to dać zrobić. Nauczyciel podaje definicję powierzchni prostokreślnej.	
	Wiedza dla nauczyciela Definicja powierzchni prostokreślnej: Powierzchnia prostokreślna to powierzchnia, przez której każdy punkt przechodzi prosta (odcinek) całkowicie w niej zawarta.	
Aktywność 3	Tytuł: Oloid Czas pracy: 5 minut (20 minut - w przypadku sklejenia wraz z uczestnikami modeli fasetkowych – będą wówczas potrzebne nożyczki)	Załączniki: Oloid.pdf oloid.jpg Perfect_oloid_peg.stl Perfect_oloid_side.stl
	Opis działania: Przed zajęciami należy wykonać model według zdjęcia oloid.jpg. Należy wyciąć dwa koła o takich samych promieniach (najlepiej z tektury), następnie naciąć (w przypadku grubszej tektury należy wyciąć prostokąt tak, aby dało się je później łatwo złożyć) oba wzdłuż promienia aż do środka i złożyć je ze sobą prostopadle. Połączyć nitką oba koła jak na zdjęciu (metodą prób i błędów). Można również skleić model fasetkowy (Oloid.pdf). W przypadku możliwości wykonania wydruku 3D można skorzystać z gotowych modeli umieszczonych na przykład stronie https://www.thingiverse.com/thing:3072710 na licencji CC Creative Commons. Nauczyciel prosi uczestnika zajęć aby przyłożył linijkę do modelu i sprawdził doświadczalnie czy jest to powierzchnia prostokreślna.	
	Wiedza dla nauczyciela: Oliod jest bryłą/powierzchnią odkrytą przez Paula Schatza w 1929 roku. Jej konstrukcja została podana w opisie działania. Obecnie używana jest jako przedmiot dekoracyjny (drewniany, kamienny, kwarcowy).	
Aktywność 4	Tytuł: Wstęga Möbiusa Czas pracy: 5 minut	Załączniki: Materiały i pomoce: klej, paski papieru, długopis/ołówek
	Opis działania: Przygotuj dla każdego ucznia pasek papieru. Wzdłuż całej dłuższej krawędzi kartki formatu A4 wytnij pasek o szerokości około 5-6 cm. Minimalna długość paska ok 25 cm, na paskach o krótszej długości uczestnikom będzie się niewygodnie pracować. Uczestnicy sklejają węższe końce paska papieru obracając jeden z końców o	

	180 stopni tworząc wstęgę Möbiusa. Pierwsza obserwacja: otrzymana powierzchnia jest prostokreślna – uczestnicy przykładają linijkę do wstęgi tak, aby wspólna część oby przedmiotów była odcinkiem. Obserwacja druga: otrzymana powierzchnia jest jednostronna - poproś uczestników aby nie odrywając długopisu od wstęgi narysowali środkiem wstęgi linię równoległą do krawędzi wstęgi. Okazuje się, że narysowana linia znajduje się po „obu stronach" wstęgi.	
	Wiedza dla nauczyciela: **Wstęga Möbiusa** – pierwszą odkrytą przez matematyków powierzchnią jednostronną była wstęga Möbiusa. Prostokątny pasek papieru skręcony o 180º, a następnie sklejony końcami jest jej modelem. Oprócz tego, że powierzchnia ta posiada tylko jedną stronę, to jej brzeg (krawędź) składa się tylko z jednej ciągłej linii w odróżnieniu od krawędzi prostokątnego paska papieru ze sklejonymi końcami (bez uprzedniego skręcania), który tworzy obręcz będącą powierzchnią dwustronną i posiadającą dwie krawędzie. Różnicę pomiędzy powierzchnią jedno- i dwustronną przedstawmy na przykładach. Klasycznym przykładem powierzchni dwustronnej jest sfera. Wyobraźmy sobie dwie mrówki, z których jedna została uwięziona wewnątrz sfery, a druga porusza się po stronie widocznej dla obserwatora znajdującego się na zewnątrz sfery. Obie mrówki mogą swobodnie spacerować, jedna wewnątrz, a druga na zewnątrz sfery, ale żadna z nich nie jest w stanie przedostać się na przeciwną stronę powierzchni (bez uszkodzenia sfery). Żadna z nich nie wie nawet o istnieniu drugiej strony. Cienki arkusz papieru rozłożony na biurku posiada również dwie strony. Notując na nim litery, cyfry czy rysując obrazki, zapełniamy tylko jedną stronę arkusza dopóty, dopóki nie przewrócimy kartki na drugą stronę; do tego momentu druga strona pozostaje niezapisana. Rysując dowolną ciągłą linię i (ewentualnie) jednocześnie przesuwając po biurku kartkę papieru, nie jesteśmy w stanie narysować tej linii po drugiej stronie arkusza. Takie powierzchnie są powierzchniami dwustronnymi. Istnieją również powierzchnie, które posiadają tylko jedną stronę. Jeżeli na takiej powierzchni, w dowolnie wybranych miejscach, umieścimy dwie mrówki, które mogą się swobodnie po niej poruszać, to okaże się, że mrówki po jakimś czasie się spotkają. Takie powierzchnie nazywamy powierzchniami jednostronnymi. Najlepiej znanym przykładem powierzchni jednostronnej jest wstęga Möbiusa.	
Aktywność 5	Tytuł: Hiperboloida Czas pracy: 15 minut	Załączniki: torus_hiperboloida.stl prezentacja_hiperboloida.pdf Materiały: Ćw. 1.: 2 sztuki wydruku: torus_hiperboloida.stl 8 linek o długości 30cm 16 klipów do dokumentów Ćw. 2.: kartka z bloku technicznego, cyrkiel, nożyczki, pistolet do kleju na ciepło, rolka po papierze toaletowym i patyczki do szaszłyków – 16 sztuk
	Opis działania: Ćwiczenie pierwsze daje więcej możliwości poznawania własności tej powierzchni. Ćwiczenie 1: Przygotowując się do zajęć należy wydrukować dwie połowy torusa korzystając z pliku torus_hiperboloida.stl oraz 8 linek (średnica 4.5mm) o długości 30cm i 16 klipów do dokumentów (19mm). Zestaw jest przewidziany na 2-4 osoby. Poniżej zdjęcie zestawu. W przypadku braku możliwości wydruku 3D można wyciąć ze sztywnego kartonu dwa pierścienie kołowe o promieniach R=10, r=7. W otrzymanych pierścieniach wykonujemy dziurkaczem po 8 otworów równomiernie rozmieszczonych. 	

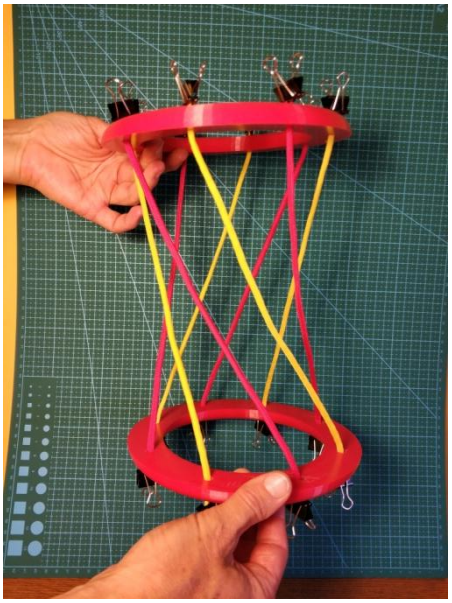
Uczestnicy pracują w parach. Poproś dwie osoby aby włożyły linki przez dziurki jednej połowy torusa i zacisnęły je po drugiej stronie klipami. Otrzymują następujący rezultat:



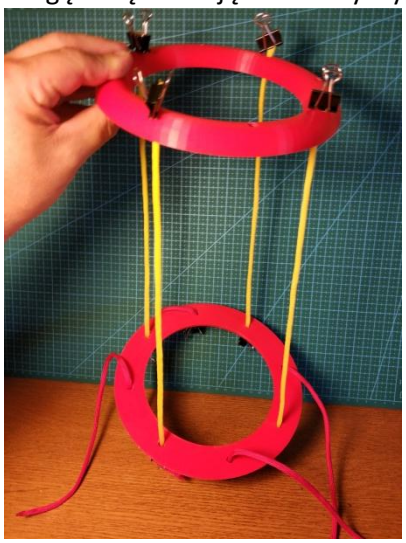
Następnie robią to samo z drugą połową torusa. Po zaciśnięciu linek klipami otrzymają powierzchnię walcową.



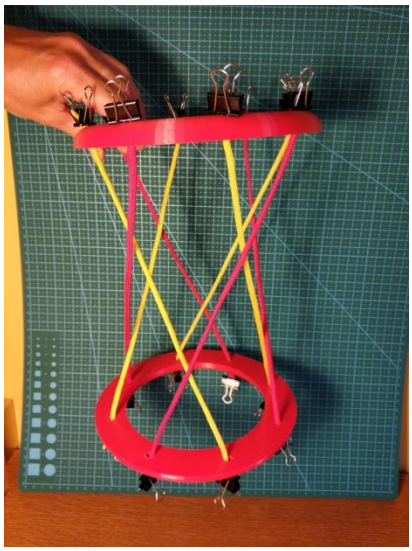
Poproś uczestników aby delikatnie skręcali jedną z połówek torusa przy unieruchomionej drugiej części. Czy otrzymana powierzchnia jest walcowa? Należy zwrócić uwagę na to, że otrzymana powierzchnia jest prostokreślna. Linki są odcinkami leżącymi na niej. Powierzchnia ta nazywa się hiperboloidą jednopowłokową.



Poproś teraz kolejne dwie osoby aby wypięły cztery linki z górnej części torusa – odpinamy co drugą linkę. Na zdjęciu zostały wypięte linki czerwone.



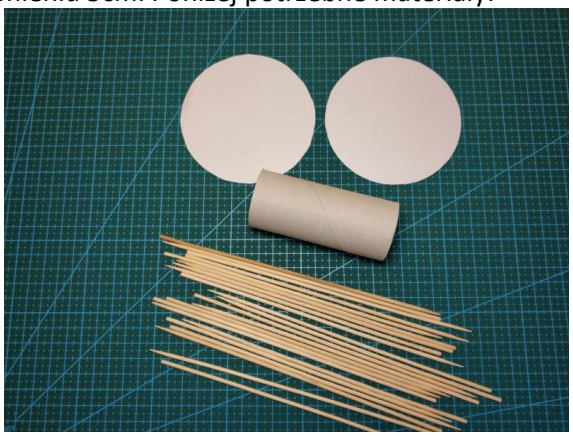
Zadaniem uczestników jest przepięcie luźnych linek o dwa puste oczka w torusie w lewo lub w prawo. Ważne jest aby linki były prowadzone na zewnątrz tej bryły. W wyniku tego działania otrzymamy powierzchnię ze zdjęcia.



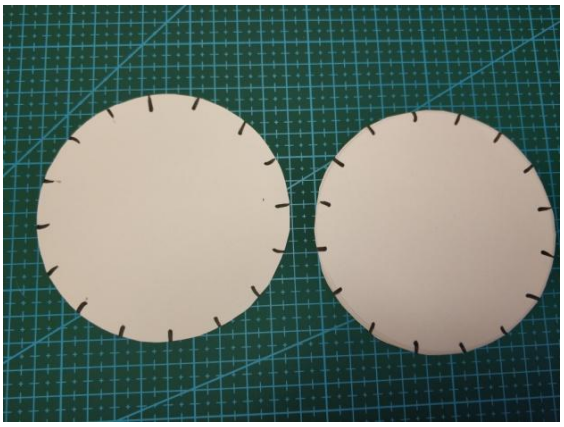
Zapytaj uczestników czy potrafią wskazać budowle w tym kształcie. Jedną z budowli o tym kształcie są kominy elektrociepłowni – tzw. chłodnie kominowe.

Ćwiczenie 2: W przypadku wykonywania go z uczestnikami czas pracy wynosi około 30 minut. Przygotuj kartkę z bloku technicznego, cyrkiel, nożyczki, pistolet do kleju na ciepło (zamiast kleju na ciepło można użyć kleju typu superglue – klejenie przy jego pomocy wymaga cierpliwości), rolkę po papierze toaletowym i patyczki do szaszłyków – 16 sztuk.

Uczestnicy zadanie wykonują w parach. Z kartki bloku technicznego wytnijcie dwa koła o promieniu 5cm. Poniżej potrzebne materiały:

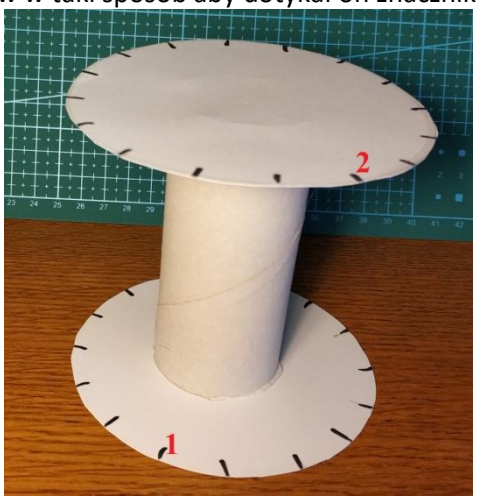
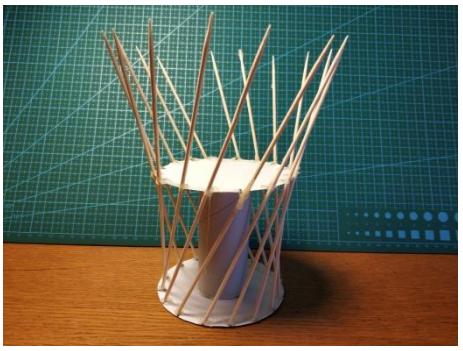


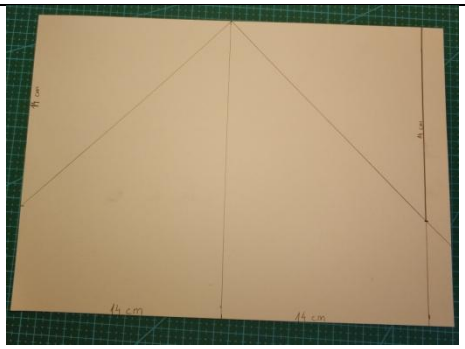
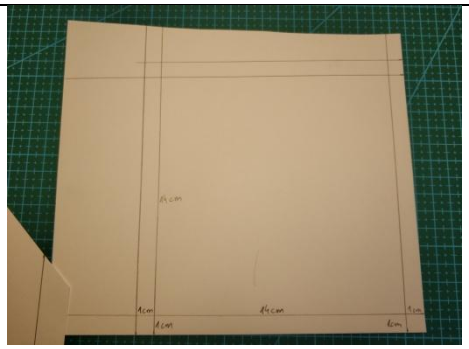
Odmierzcie na okręgach punkty odległe od siebie o 1.96cm. Nie musi być to idealnie wymierzone. Nastawiając cyrkiel na niecałe 2cm otrzymacie 16 punktów.



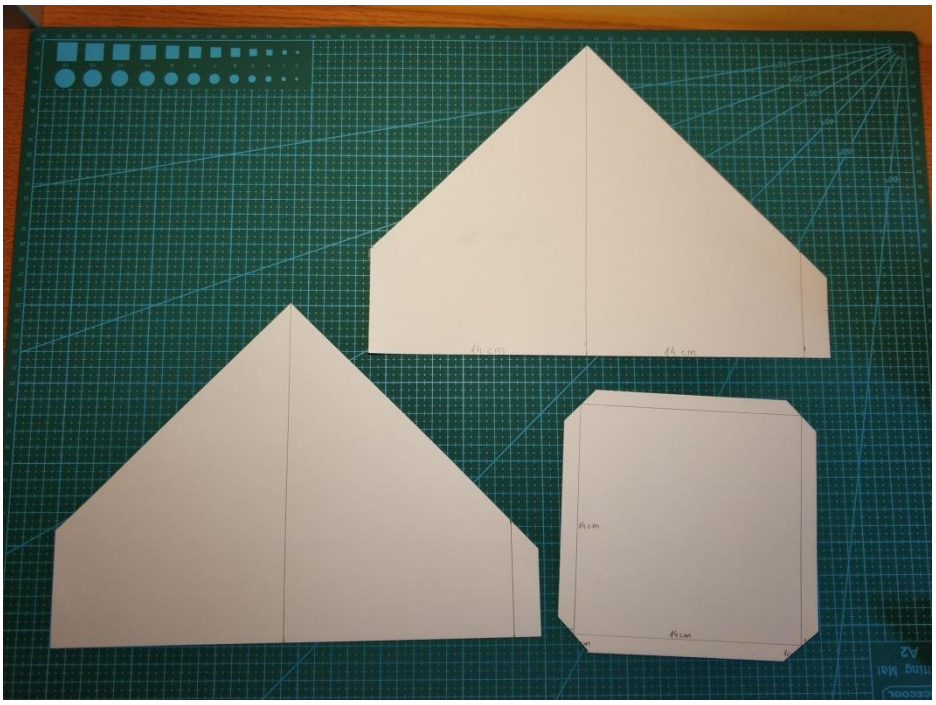
Następna część ćwiczenia będzie wymagała nadzoru. Uczestnicy będą pracować z klejem na gorąco (superglue). Przed przystąpieniem do klejenia zabezpieczcie stół na którym będziecie pracować.

Przyklejcie klejem na gorąco koła do rolki po papierze jak na zdjęciu. Zwróćcie uwagę na znaczniki.

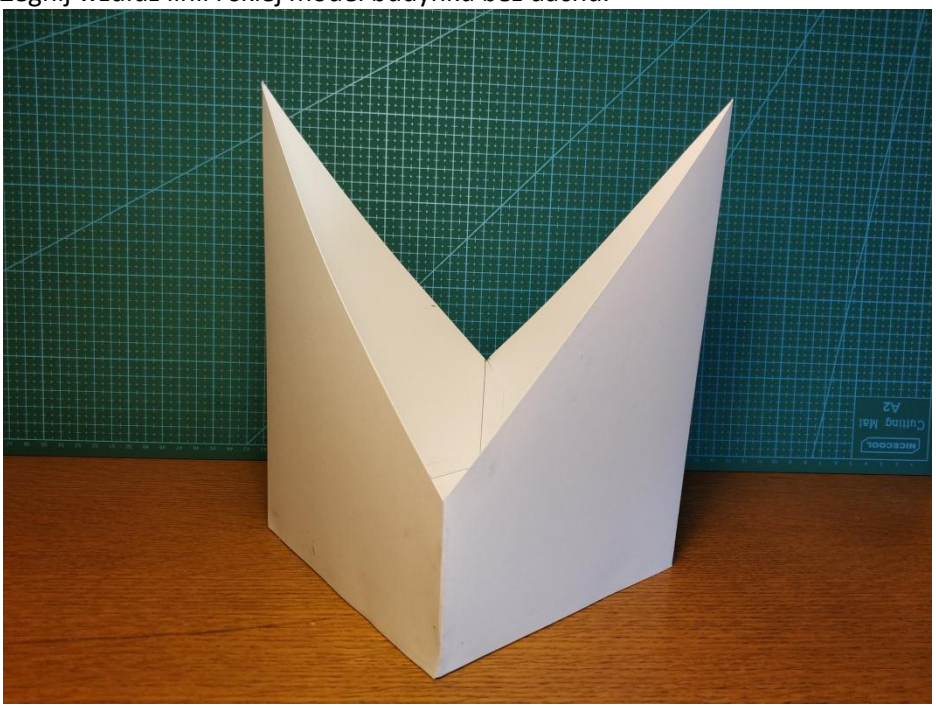
	Na dolnym kole zróbcie kropkę z kleju na gorąco na znaczniku 1 i przyklejcie patyk do szaszłyków w taki sposób aby dotykał on znacznik 2 na górnym kole.  Następnie przyklejcie patyk do górnego koła na znaczniku 2. Wykonajcie to samo z pozostałymi 15 patykami. Otrzymacie następującą powierzchnię:  Otrzymaliśmy model chłodni kominowej. Model można okleić taśmą papierową. Uczestnicy zauważają, że jest to powierzchnia prostokreślna. Na końcu tej części zajęć wyświetlamy prezentacja_hiperboloida.pdf. Wiedza dla nauczyciela: Hiperboloida – nieograniczona, nierozwijalna powierzchnia drugiego stopnia (kwadryka), powstała przez obrót hiperboli wokół osi symetrii hiperboli rozłącznej z nią (hiperboloida jednopowłokowa) lub osi prostopadłej do poprzedniej, przechodzącej przez oba wierzchołki hiperboli (hiperboloida dwupowłokowa), a także każda otrzymana z takiej przez przekształcenie afiniczne przestrzeni.	
Aktywność 6	Tytuł: Paraboloida hiperboliczna Czas pracy: 20 minut Opis działania: W tej części można wykonać ćwiczenia wraz z budową modeli wspólnie z uczestnikami lub przygotować modele przed zajęciami. W tym drugim przypadku czas pracy wynosi około 20 minut. W przypadku przygotowywania modeli wspólnie z uczestnikami czas pracy wynosi około 45 minut. Ćwiczenie 1. Przygotuj 3 kartki bloku technicznego – im bardziej gęsty, tym lepszy. Narysuj linie na dwóch kartkach bloku zgodnie z poniższym rysunkiem. Na trzeciej kartce narysuj kwadrat (patrz rysunek).	Materiały: Ćwiczenie 1: 3 kartki bloku technicznego, ołówek, linijka, nożyczki, klej na gorąco, patyczki szaszłykowe – 18 sztuk Ćwiczenie 2: 24 patyczki do szaszłyków, klej na gorąco Ćwiczenie 3: paraboloida_hiperboliczna.pdf

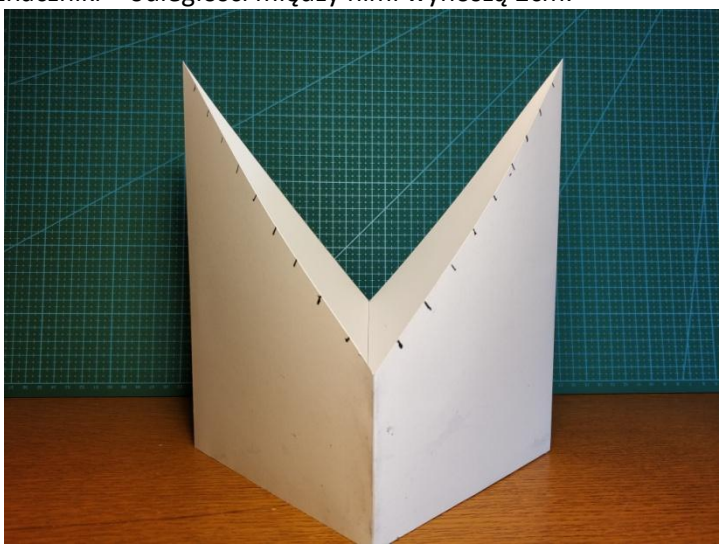
Następnie wytnij fragmenty modelu (patrz rysunek).



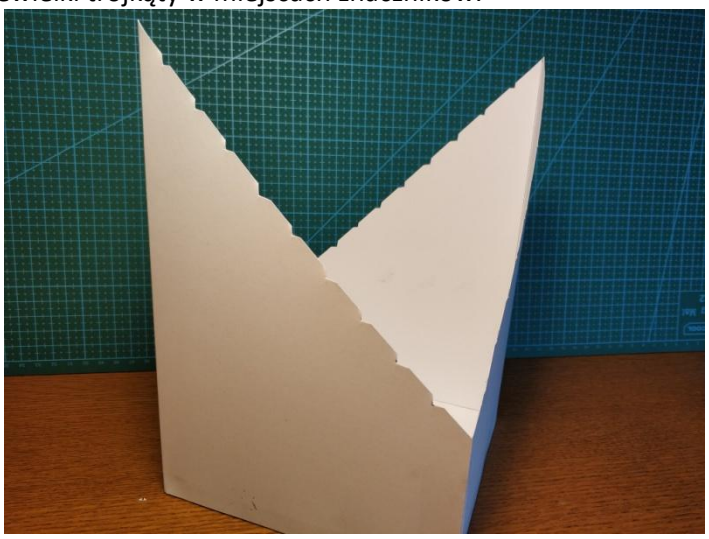
Zegnij wzdłuż linii i sklej model budynku bez dachu.



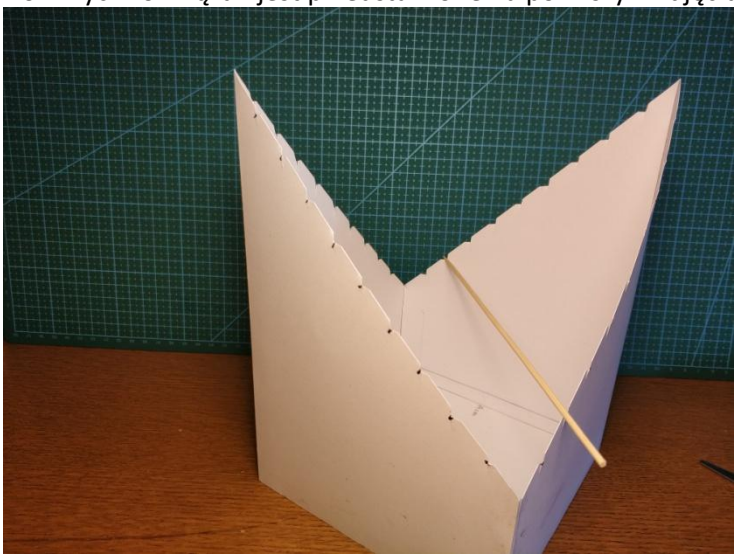
Narysuj znaczniki – odległości między nimi wynoszą 2cm.



Wytnij niewielki trójkąty w miejscach znaczników.

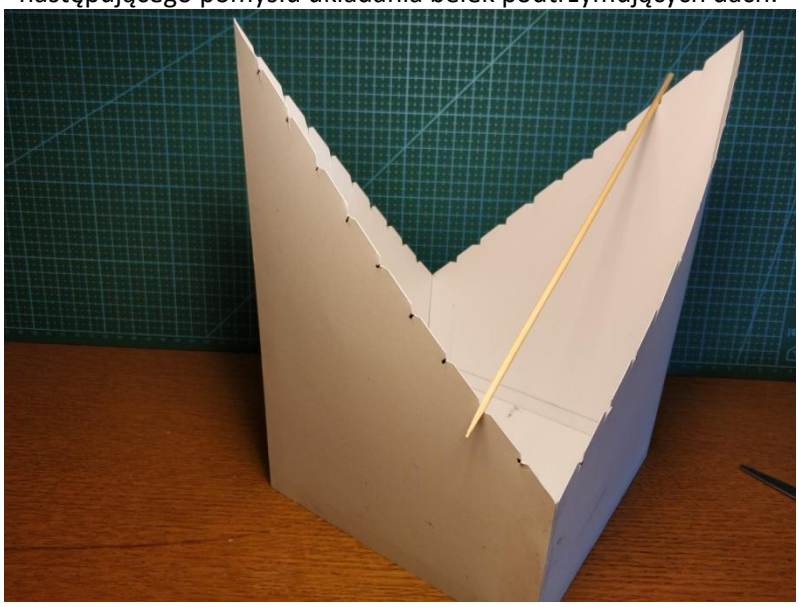


Po przygotowaniu modelu przystępujemy do sformułowania problemu, który będzie rozwiązywany przez uczestników.
Problem: wykonać pokrycie dachowe tego budynku. Wycięte fragmenty stanowią punktu podparcia belek dachowych.
Jedno z możliwych rozwiązań jest przedstawione na poniższym zdjęciu:

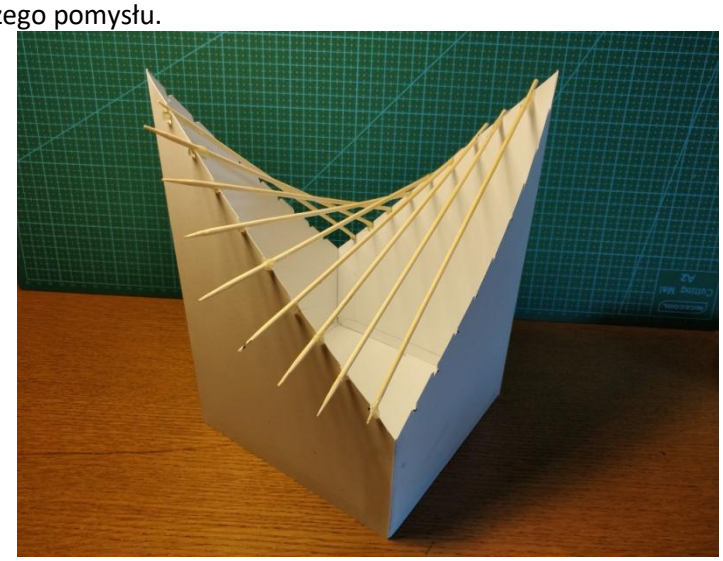


Takie rozwiązanie jest problematyczne z punktu widzenia mieszkańców budynku. Problem stanowi odprowadzenie wody opadowej oraz śnieg zalegający na dachu.

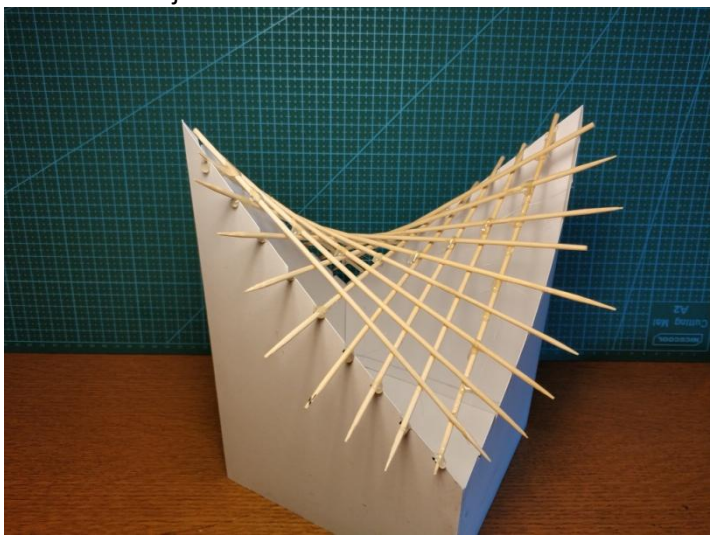
Pojawią się również inne pomysły. Celem jest doprowadzenie uczestników do następującego pomysłu układania belek podtrzymujących dach:



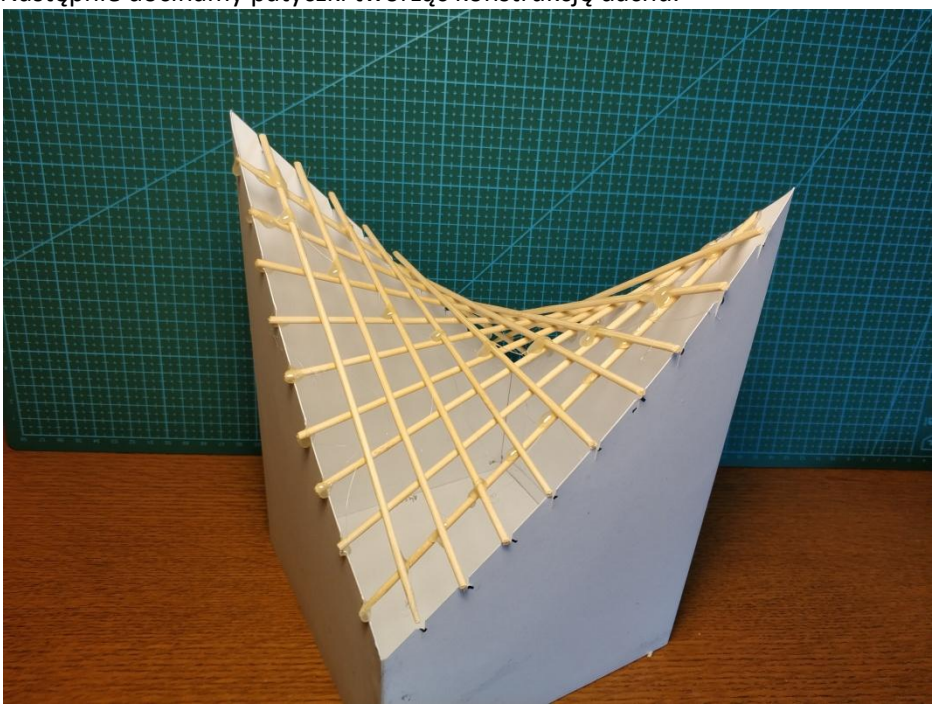
Bazując na tym rozwiązaniu wspólnie z uczestnikami kleimy dach według powyższego pomysłu.



Uzupełniamy belki układając je w drugim kierunku. Przyklejamy je klejem na gorąco klejąc dodatkowo w kilku punktach wewnętrznych celem wzmocnienia konstrukcji



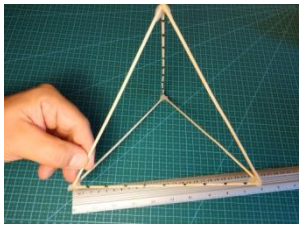
Następnie docinamy patyczki tworząc konstrukcję dachu.

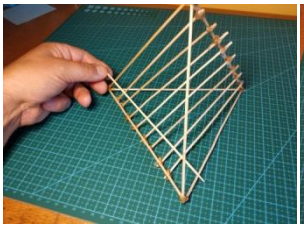


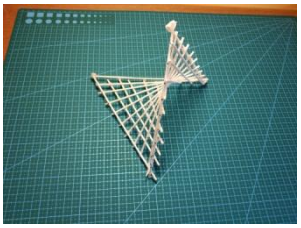
Otrzymaliśmy powierzchnię, która nazywa się paraboloidą hiperboliczną. Przykładem budynku o takim dachu jest prezentowana w Aktywności 1 stacja kolejki Warszawa Ochota.

Wersja druga wykonania modelu: Weź pudełko kartonowe, wytnij górną część tak aby otrzymać powyższy model, natnij krawędzie i użyj żyłki wędkarskiej. Przykładowy efekt końcowy – na zdjęciu poniżej.

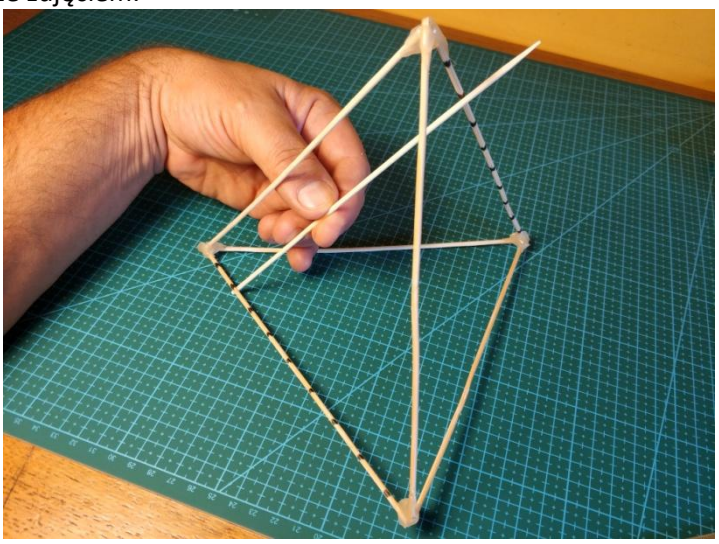
Ćwiczenie 2. Kolejny model powierzchni powstanie ze sklejenia 24 patyczków szaszłykowych. Można go budować wspólnie z uczestnikami zajęć lub przygotować trzy pokazowe modele pokazujące kolejne etapy konstrukcji. Oto one:



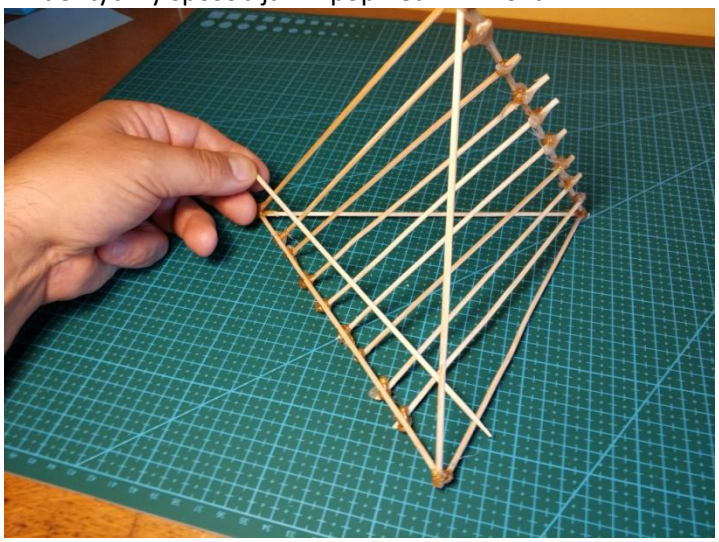




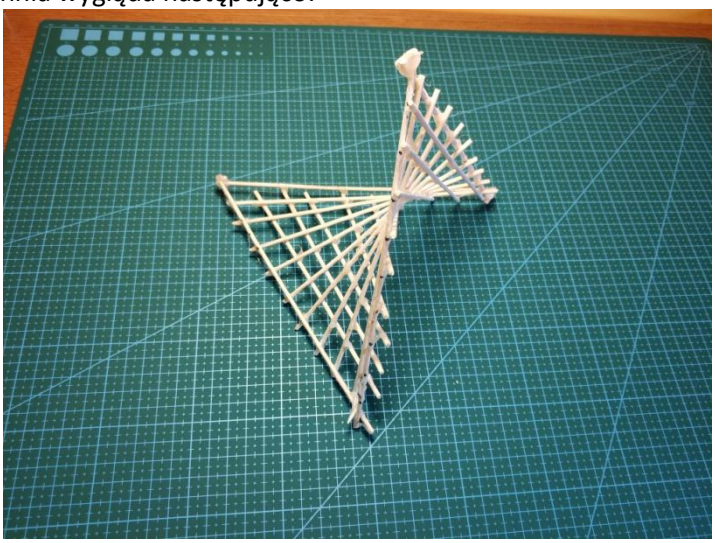
Kolejne etapy powstawania: Z 6 patyczków skleić model czworościanu foremnego. Na dwóch przeciwległych krawędziach narysować znaczniki w równej odległości miedzy nimi (odległość miedzy znacznikami jest równa 1/10 długość krawędzi czworościanu). Przykleić patyczki (9 sztuk) do znaczników zgodnie ze zdjęciem:

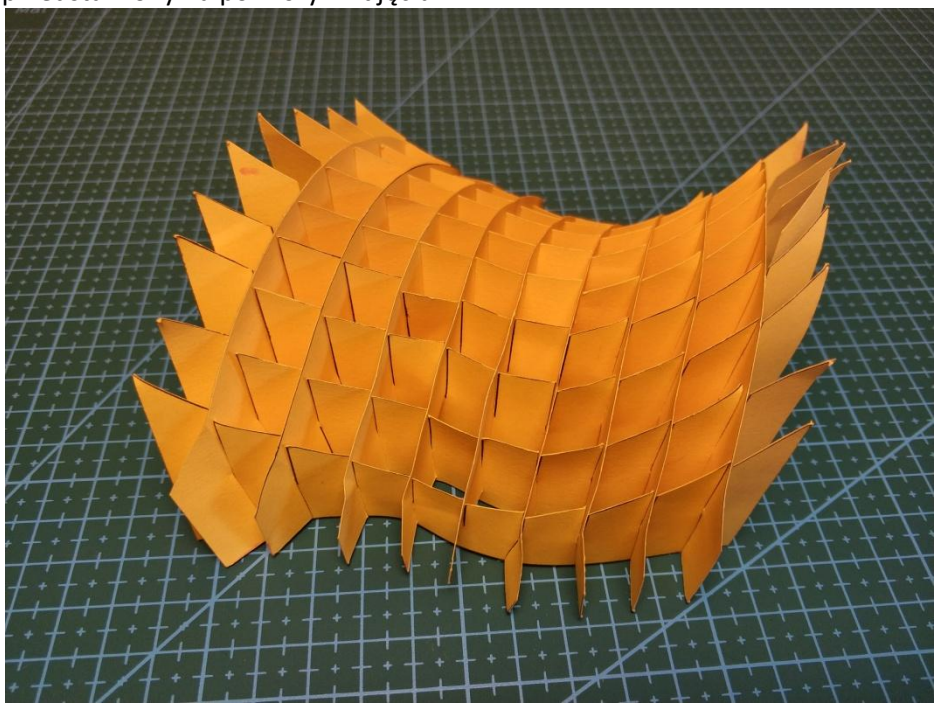
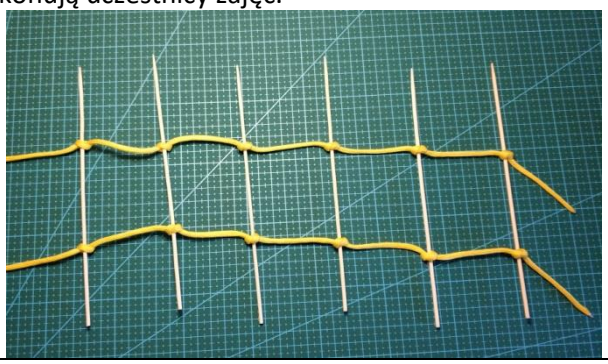


Przykleić pozostałe patyczki w przeciwnym do powyższego kierunku. Wcześniej należy na odpowiednich krawędziach czworościany narysować znaczniki w identyczny sposób jak w poprzednim kroku.

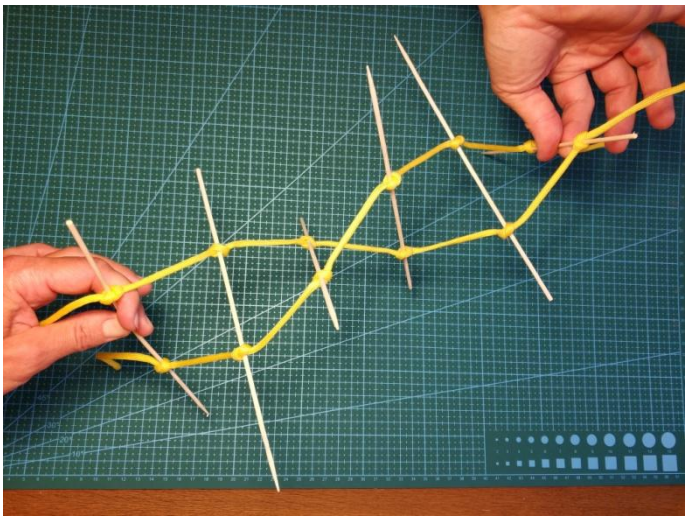


Ostatnim krokiem jest odcięcie dwóch zbędnych patyczków. Otrzymana powierzchnia wygląda następująco:



	Ćwiczenie 3: Wydrukuj dwa razy na (czterech) kolorowych kartkach bloku technicznego plik paraboloida_hiperboliczna.pdf. Wytnij figury rozcinając je wzdłuż linii ciągłych. Natnij linie ciągłe wchodzące w głąb figur – wskazane jest wycięcie tych linii – łatwiej będzie wówczas połączyć wycinankę w model. Zacznij od figury, która na pliku zaznaczona jest x1. Połącz ze sobą jej części wkładając jedną w drugą środkowe rozcięcia prostopadle do siebie. Następnie rozbudowuj model dokładając kolejne moduły od środka do brzegu. Efektem końcowym jest model paraboloidy hiperbolicznej przedstawiony na poniższym zdjęciu. 	
	Wiedza dla nauczyciela: Paraboloida hiperboliczna to nieograniczona powierzchnia drugiego stopnia posiadająca jedną oś symetrii i dwie płaszczyzny symetrii, jedna z dwóch odmian paraboloidy obok paraboloidy eliptycznej. Powierzchnia ta powstaje w wyniku przesunięcia paraboli wzdłuż innej paraboli, przy czym obydwie parabole muszą spełniać następujące warunki: muszą się znajdować w płaszczyznach prostopadłych do siebie, ich osie symetrii muszą być równoległe, ich ramiona muszą być skierowane w przeciwne strony.	
Aktywność 7	Tytuł: Helikoida Czas pracy: 15 minut	Załączniki: prezentacja_helikoida.pdf Materiały: Ćwiczenie 1: Dwa kawałki sznurka, Potyczki do szaszłyków Ćwiczenie 2: Karton, Patyczek do szaszłyków
	Opis działania: Ćwiczenie 1. Do zajęć przygotuj dwa sznurki z zawiązanymi pętelkami w równych odległościach i na zajęciach połącz je patykami do szaszłyków (patrz zdjęcie). Ćwiczenie wykonują uczestnicy zajęć. 	

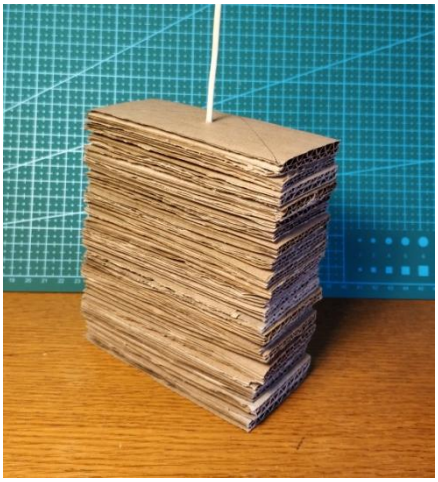
Poproś dwie osoby aby trzymając za końce sznurków przekręcali je. W wyniku tego działania otrzymują przykłady powierzchni zwanej helikoidą.



Zapytaj się, czy uczestnicy znają jakieś przykłady takiej struktury. (Łańcuchy DNA)

Ćwiczenie 2.

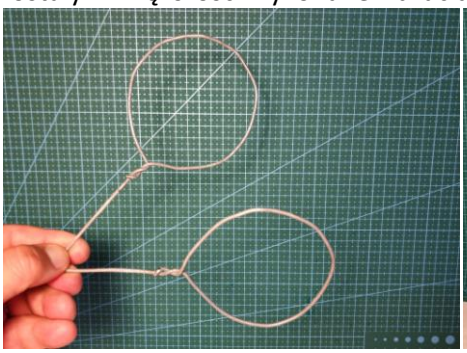
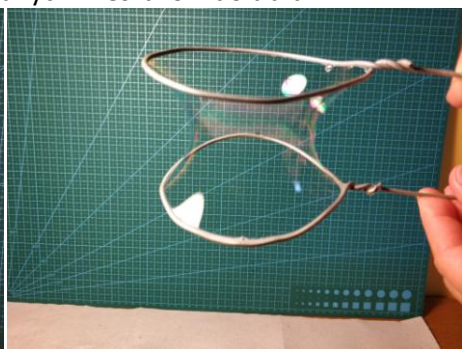
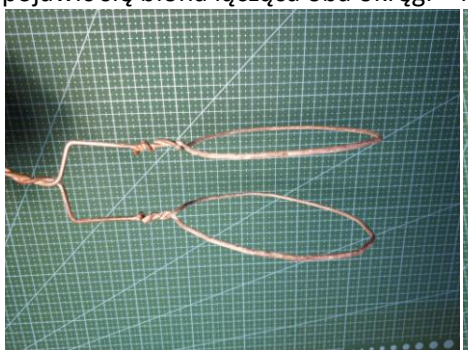
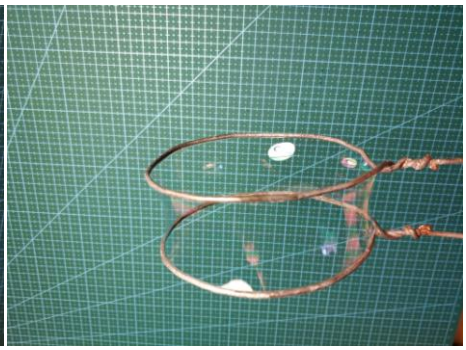
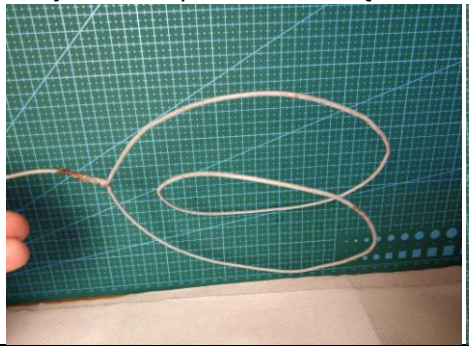
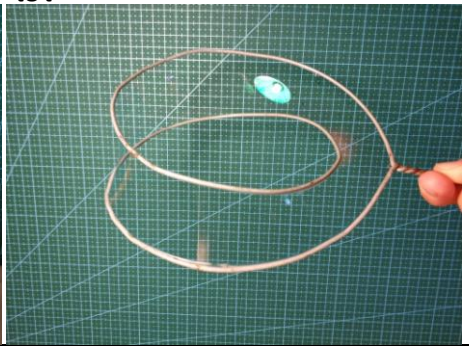
Z grubego kartonu wytnij 20 prostokątów o wymiarach 12cm x 5cm. Wyznacz ich środki ciężkości – punkty przecięcia przekątnych a następnie przedziuraw je w tym miejscu przy pomocy patyka szaszłykowego. Nabij wszystkie na patyk.



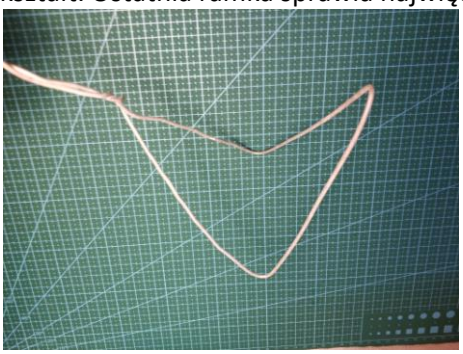
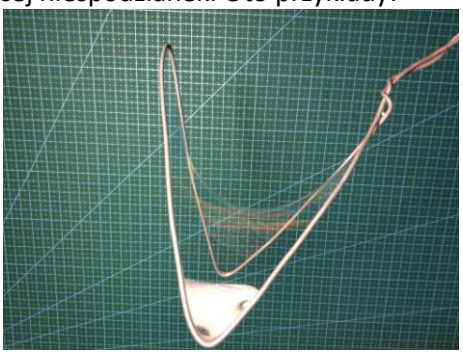
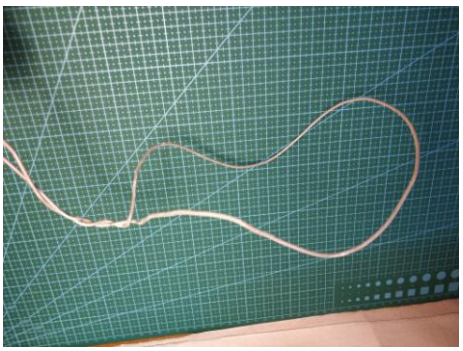
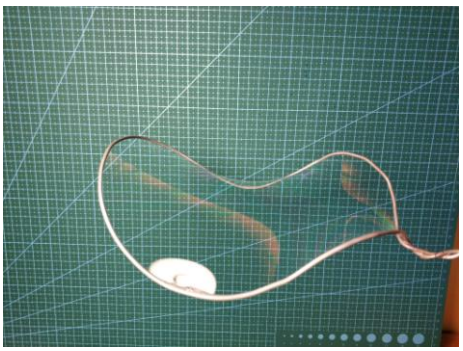
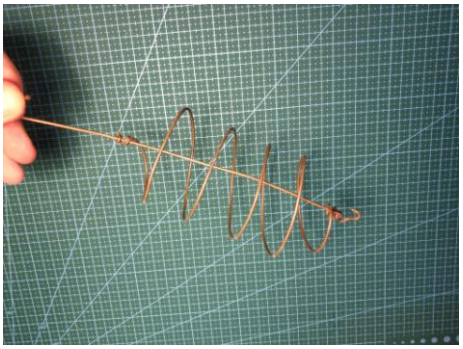
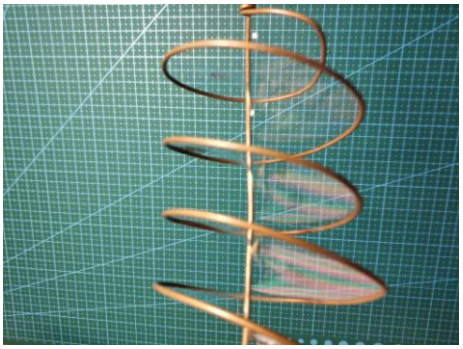
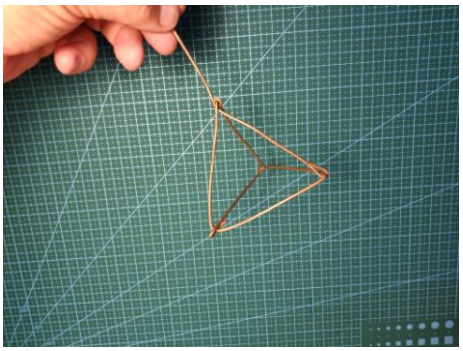
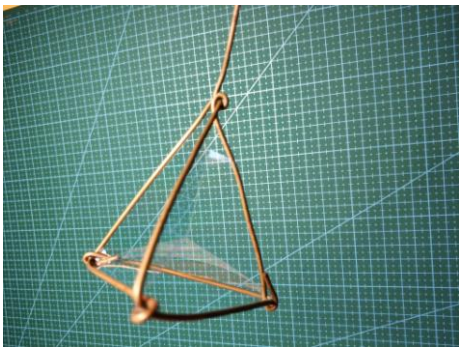
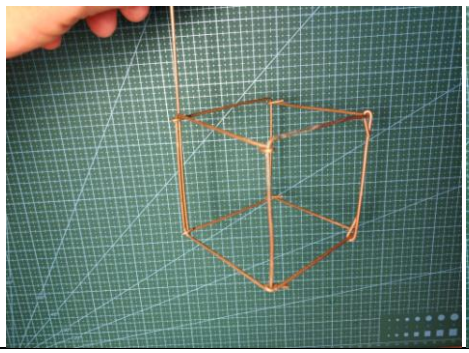
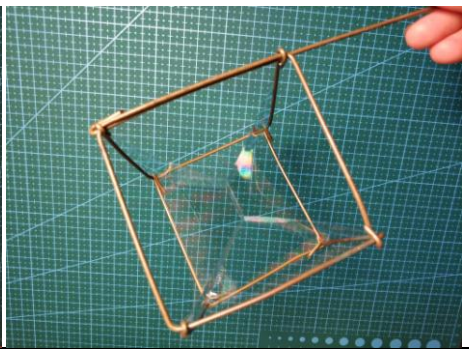
Poproś jednego z uczestników o płynne przekształcenie tej bryły – obracamy każdym z prostokątów o niewielki kąt.

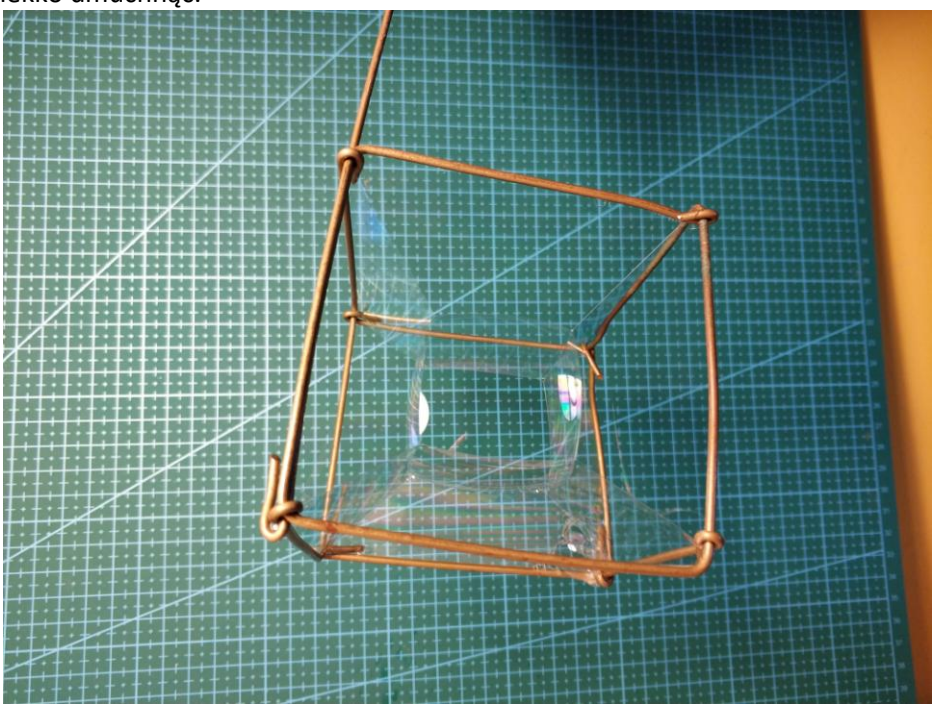
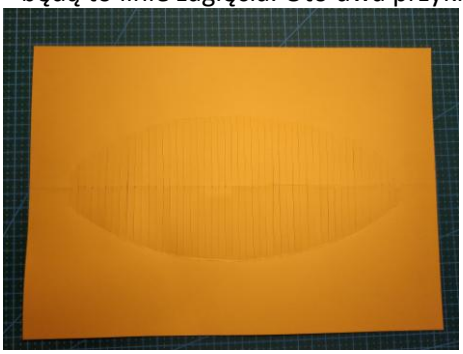
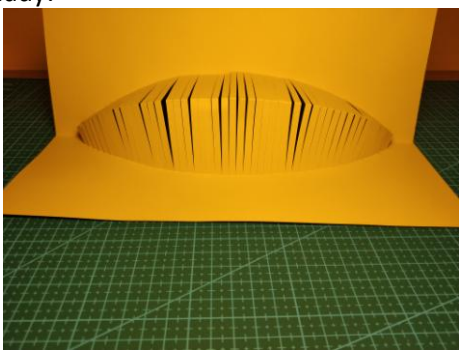
Każda ze ścian tej bryły jest przykładem helikoidy.

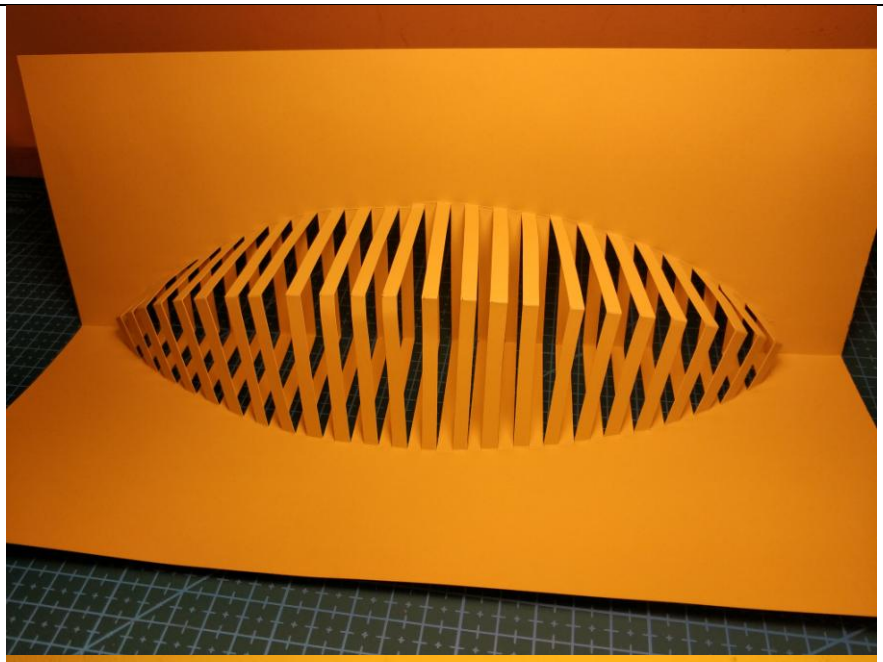
Zapytaj uczestników czy mogą wskazać jakieś przykłady takich powierzchni. Gwint śruby, sprężyna, schody kręcone….

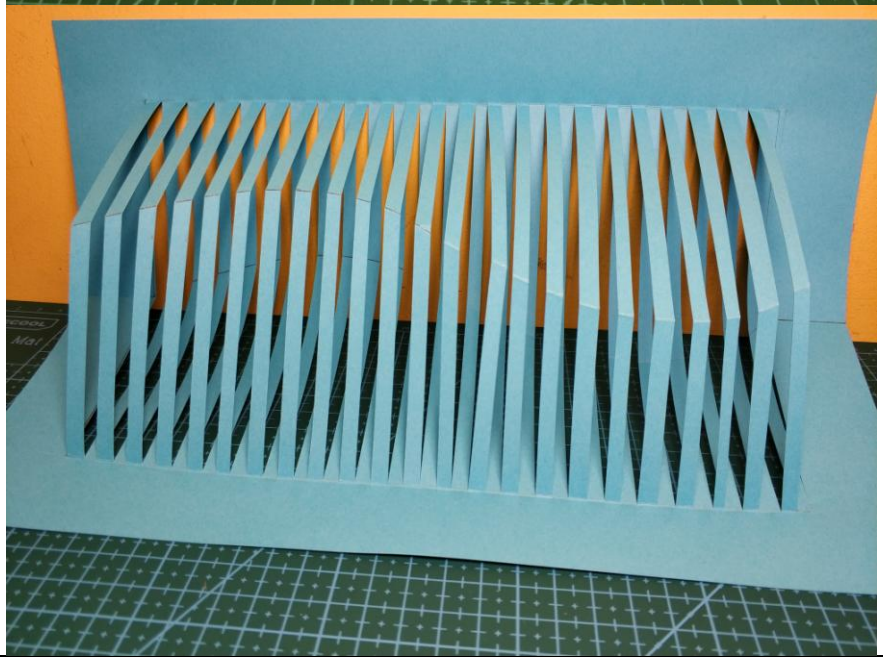
	Wiedza dla nauczyciela - Helikoida – powierzchnia tworzona przez prostą obracająca się wokół innej prostej ze stałą prędkością kątową i jednocześnie przesuwająca się równolegle do tej prostej ze stałą prędkością liniową. Jej nazwa pochodzi od jej pokrewieństwa z linią śrubową (helisą): przez każdy punkt helikoidy przechodzi linia śrubowa całkowicie w niej zawarta. Helikoida jest jedną z pierwszych odkrytych powierzchni minimalnych, jest też powierzchnią prostokreślną. Helikoidy znajdują zastosowanie w architekturze. Można znaleźć wiele przykładów budynków projektowanych w ten sposób. W prezentacja_helikoida.pdf znajdują się przykłady.	
Aktywność 8	Tytuł: Powierzchnie minimalne Czas pracy: 15 minut Opis działania: Celem tej części zajęć jest przedstawienie pojęcia powierzchni minimalnej. Podczas prezentacji ramek z bańkami używaj tego pojęcie nie precyzując co ono oznacza. Po kilku doświadczeniach postaraj się aby uczestnicy zajęć sami zdefiniowali to pojęcie. Do doświadczeń zaproś uczestników. Wykonaj przed zajęciami ramki do płynu do baniek. Prezentowane ramki zostały w większości wykonane z drucianych wieszaków do ubrań.   Wykonaj dwie ramki okrągłe. Mogą służyć do puszczenia zwykłych okrągłych (sferycznych) baniek. Włóż je złączone do płynu. Wyjmij delikatnie i przebij błonkę a następnie delikatnie oddal je od siebie. Powinna pojawić się błonka jak na powyższym zdjęciu. Zwróć uwagę uczestnikom, że otrzymana powierzchnia nie jest powierzchnią walcową. Jest to katenoida. Otrzymamy ją również przy pomocy kolejnej ramki. Włóż ramkę do płynu, po wyjęciu zafaluj ramką tak, aby oba koła połączyły się a następnie przebij błonę. Powinna pojawić się błona łącząca oba okręgi – katenoida.   Kolejna ramka przedstawiać będzie wstęgę Mobiusa.  	Załączniki: Pomoce dydaktyczne: Ramki metalowe, Płyn do baniek

Nie bój się eksperymentować, wykonaj własne ramki. Oto kilka przykładów fantazyjnych kształtów. Zwróć uwagę uczestników na moment wyłaniania się ramki z płynu. Dzieje się wtedy dużo ciekawych zjawisk fizycznych. Powierzchnie przez chwilę „myślą” nad tym jaki mają przyjąć ostateczny kształt. Ostatnia ramka sprawia najwięcej niespodzianek. Oto przykłady:

	Aby wykonać sześcian wewnątrz, należy włożyć słomkę w środkową błonkę i lekko dmuchnąć. 	
	Wiedza dla nauczyciela Powierzchnia minimalna w uproszczeniu jest powierzchnią zawierającą ramką (czyli ma ustalone wartości w pewnych punktach przestrzeni) mającą jednocześnie najmniejsze pole powierzchni.	
Aktywność 9	Tytuł: Kirigami Czas pracy: 5 minut	Załączniki:
	Opis działania: Ta część zajęć ma zachęcić do samodzielnego eksperymentowania z papierem. Łatwo jest stworzyć fantazyjne modele powierzchni, między innymi prostokreślnych, przy pomocy jednej kartki bloku technicznego, nożyka i metalowej linijki. Oto dwa proste przykłady – przygotuj je przed zajęciami i zaprezentuj je na koniec zajęć. Artyści używają tej metody przy projektowaniu przedmiotów użytkowych i dekoracyjnych. Na kartce papieru narysuj linie proste, fragmenty okręgów, linie faliste. Następnie narysuj pionowe równoległe linie równomiernie wypełniające kartkę papieru. Wzdłuż tych linii będziesz rozcinać kartkę papieru. Pozostałe linie należy pociągnąć końcówką nożyczek zaznaczając je na kartce – będą to linie zagięcia. Oto dwa przykłady:  	





Wiedza dla nauczyciela/ Instrukcja działania

Podsumowanie / ewaluacja	• zapoznanie się z pojęciem powierzchni prostokreślnej: Aktywności 1-9 • kształtowanie umiejętności rozpoznawania takich powierzchni w otaczającym nas świecie, Aktywności 1-7 • samodzielnego ich konstruowania i projektowania, Aktywności 3-7 • ćwiczenia umiejętności manualnych, Aktywności 3-9 • skłonienie uczestników do samodzielnego eksperymentowania, Aktywności 3-9 • wskazanie możliwości rozwoju naukowego i badawczego, Aktywności 3-9	