

**I K O N Y**

**A**

**R**

**C**

**H**

**I**

**T**

**E**

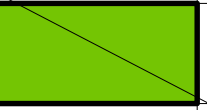
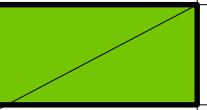
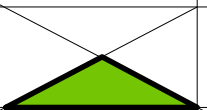
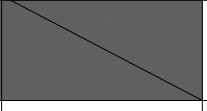
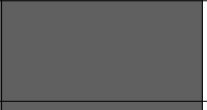
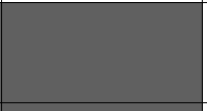
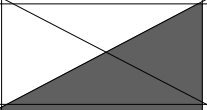
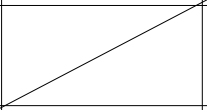
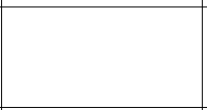
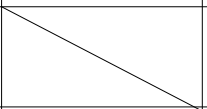
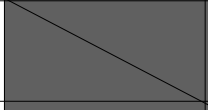
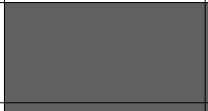
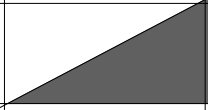
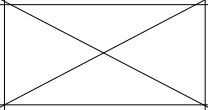
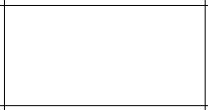
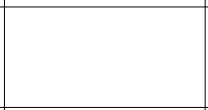
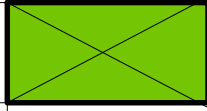
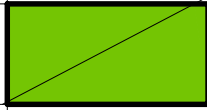
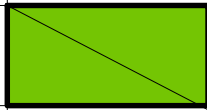
**K**

**T**

**U**

**R**

**Y**



**ZESZYT ZADAŃ  
CZĘŚĆ I - DLA DZIECI  
Agnieszka Szumilas**

**Agnieszka Szumilas**

**IKONY ARCHITEKTURY**  
**ZESZYT ZADAŃ**

**Część I – dzieci**



**Agnieszka Szumilas**

**IKONY ARCHITEKTURY  
ZESZYT ZADAŃ**

**Część I – dzieci**

**Wrocław 2016**

Wrocław 2016

Redaktorzy wydania: dr inż. arch. Agnieszka Szumilas, Zakład Urbanistyki, Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej, ul. Bolesława Prusa 53/55, 50-377 Wrocław

Redakcja techniczna: mgr Michał Wolski (Stowarzyszenie „Trickster”)

Korekta językowa: mgr Joanna Płoszaj (Stowarzyszenie „Trickster”)

Projekt graficzny okładki oraz ilustracje: dr inż. arch. Agnieszka Szumilas

Wydawnictwo AS, Wrocław 2015

ISBN 978-83-943492-0-2

Druk: Drukarnia Triada Sp. z o.o., ul. Czechowicka 9, Wrocław

Publikacja finansowana jest ze środków przyznanych przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej na podstawie umowy nr 101/UD/SKILLS/2015 o wykorzystanie nagrody przyznanej w konkursie eNgage w ramach projektu SKILLS współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego.

Publikacja jest dostępna na licencji Creative Commons Uznanie Autorstwa – Użycie niekomercyjne – Bez utworów zależnych 3.0 Polska. Treść licencji jest dostępna na stronie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pl/legalcode>

Publikacja dostępna jest na stronie internetowej Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej [www.dbc.wroc.pl](http://www.dbc.wroc.pl)

Egzemplarz bezpłatny

Zeszyt zadań *Ikony architektury* składa się z dwóch części – pierwsza, którą właśnie czytasz, przeznaczona jest dla dzieci ze szkoły podstawowej. Znajdują się tu łamigłówki i zadania logiczne, a także rebus i architektoniczna krzyżówka. Wszystkie dotyczą istotnych dzieł architektury. Takie ważne i znane na całym świecie budynki nazywamy właśnie ikonami architektury.

Zwróć uwagę, jak ważna w naszym życiu jest architektura. Mieszkamy w budynkach, uczymy się w budynkach, pracujemy w budynkach. Nawet czas wolny często spędzamy na basenie lub w kinie – czyli też w budynku. Chciałabym, żebyś wiedział, że za każdym budynkiem, za każdym jego elementem – dachem, podłogą, schodkiem lub oknem – stoi sztab inżynierów. Jest to zespół specjalistów: architektów, konstruktorów, instalatorów, elektryków, którzy współpracują ze sobą. Ich wiedza w dużym stopniu wynika z nauki, zwłaszcza znajomości konstrukcji i technologii – o czym również przeczytasz w *Ikonach architektury*.

Przed sobą masz wiele łamigłówek. Rozwiązaniem każdego zadania jest budynek, a w kilku przypadkach – istotne czynniki, które wpływały na jego wygląd. Wykonuj polecenia, a sam narysujesz ważne i znane budynki! W ten sposób Twój zeszyt zadań zapełni się znanymi na całym świecie ikonami architektury. O każdym budynku, który narysujesz, przeczytasz więcej na kolejnej stronie. Jeśli chcesz pokolorować, nazwać albo ozdobić swoje budynki – wszystko w twoich rękach! Może chciałbyś, żeby wieżowiec był jeszcze wyższy, a może powinien być w Twoim ulubionym kolorze?

Baw się architekturą i gimnastykuj umysł!

Życzę miłej pracy

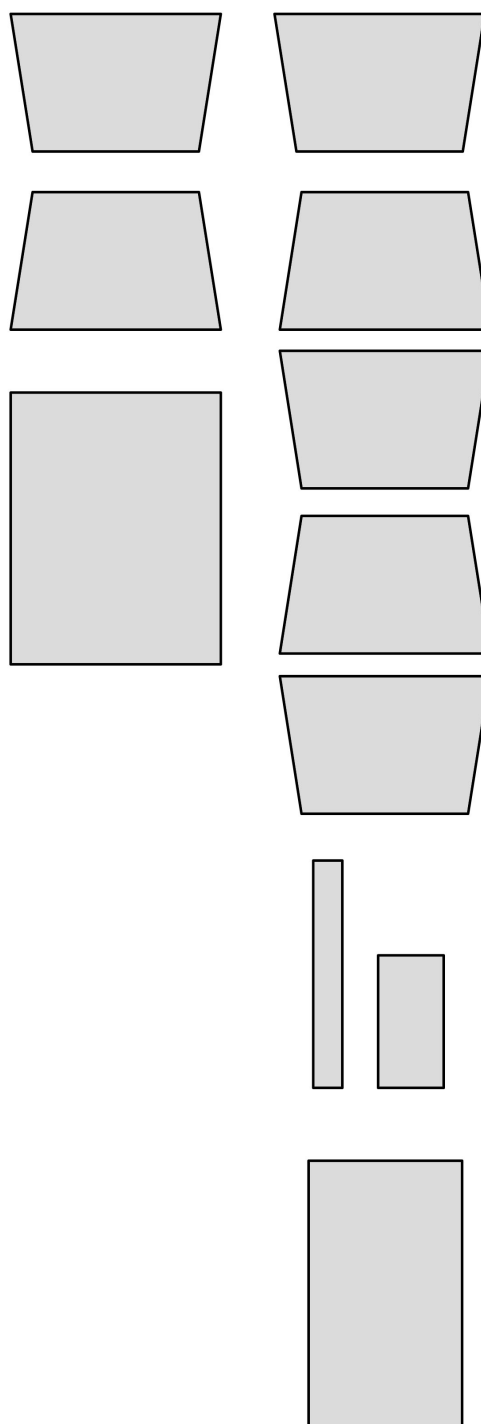
*Agnieszka Szumilas*



## ZADANIE 1

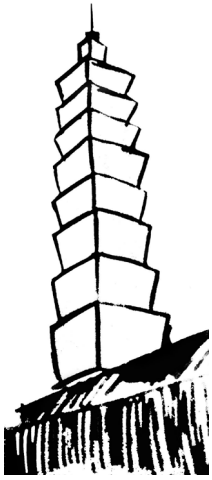
Narysuj wieżowiec, wykorzystując wszystkie przedstawione figury, a następnie porównaj swoją budowlę ze szkicem z kolejnej strony.

**Uwaga! Możesz dowolnie obracać figury.**





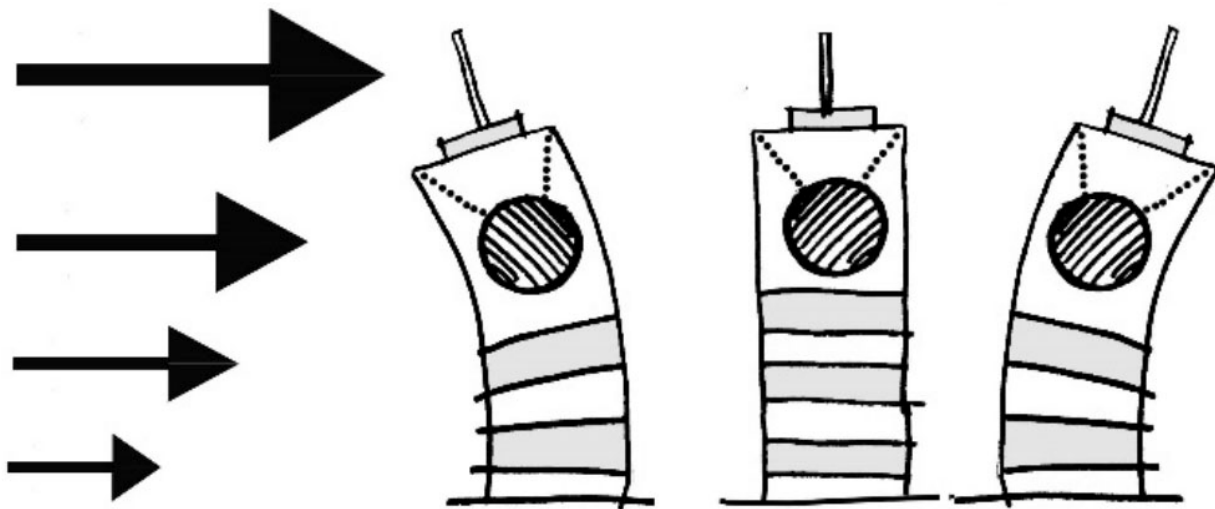




Wieżowiec, który widzisz na szkicu, to budynek Taipei 101 (Centrum Finansowe Tajpej) zlokalizowany w mieście Tajpej na Tajwanie.

Jego wysokość to 509,5 metra. Został zaprojektowany przez pracownię C. Y. Lee & Partners.

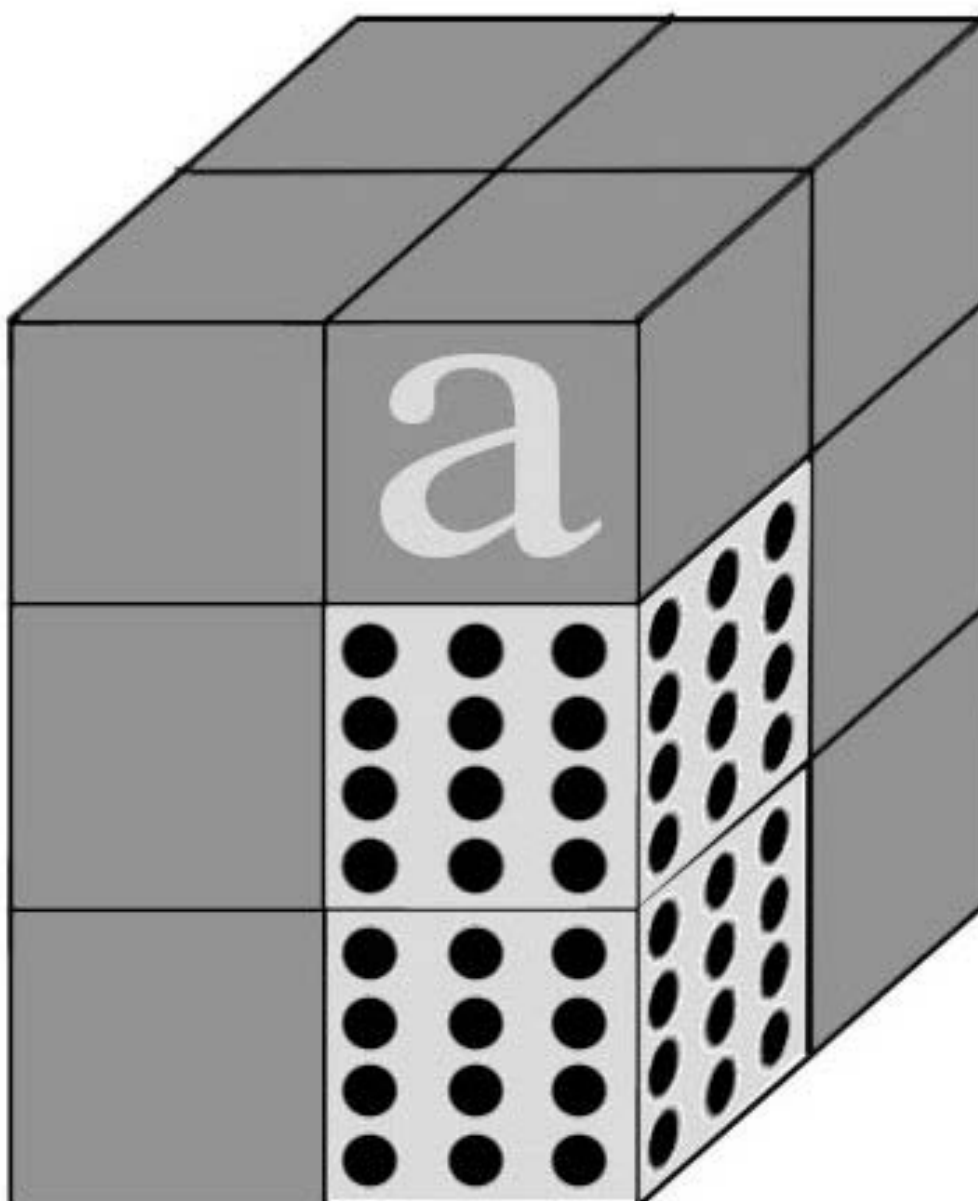
Tajwan znajduje się na obszarze aktywnym sejsmicznie, co oznacza, że jest zagrożony trzęsieniami ziemi. Ponadto każdego lata nawiedzają go potężne huragany. Budynek Taipei 101 jako wieżowiec jest szczególnie narażony na silne działanie wiatru. Konstruktorzy pracujący przy projekcie mieli trudne zadanie do wykonania – musieli oni stworzyć taki układ konstrukcyjny wieżowca, który wytrzyma i trzęsienie ziemi, i silne wiatry. Rozwiązali postawione przed nimi zadanie w następujący sposób: w górnej części budynku umiejscowili olbrzymią stalową kulę (ważącą 660 ton). Kula jest przymocowana do konstrukcji budynku przez układ specjalnych lin i tym samym stanowi przeciwwagę dla działających na budynek sił. W uproszczeniu można przyjąć, że kula przejmuje siły działające na budynek. To kula we wnętrzu kołysze się, a budynek niezmiennie stoi – jak na schemacie poniżej. Odpowiednie ukształtowanie narożników budynku pozwoliło zmniejszyć siły wytwarzane przez wiatr o 25%.



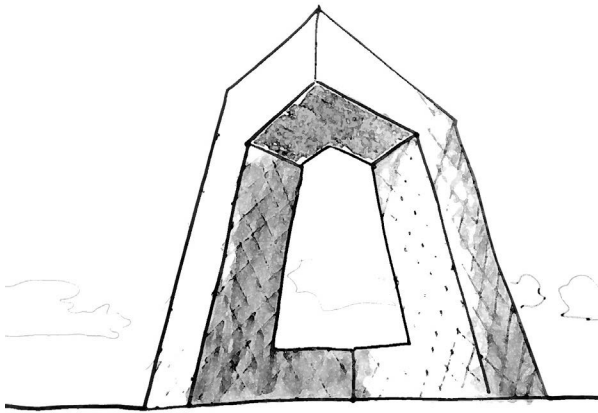


## ZADANIE 2

Spójrz na wieżę z klocków. Jak myślisz, czy klocek oznaczony literką „a” pozostanie na swoim miejscu, jeśli wyjmemy z konstrukcji klocki w kropki?







Szkic przedstawia schemat siedziby CCTV (China Central Television). Wieżowiec został zaprojektowany w pracowni OMA w 2002 roku. Jest elementem biznesowej dzielnicy Pekinu.

Konstrukcja tego niekonwencjonalnego wieżowca opiera się na skomplikowanym układzie kilku brył. Najbardziej spektakularnym fragmentem budynku jest wysunięty element (w zadaniu z poprzedniej strony oznaczony literą „a”). Nadwieszenie liczy kilka pięter, a znajduje się na wysokości 230 m. **Zastanawiasz się w jaki sposób nadwieszenie utrzymuje się, a nie spada?** Dzieje się tak dzięki konstrukcji wspornikowej. Wspornik jest elementem, który „wystaje” z budynku. Można porównać go do wyciągniętej ręki u człowieka. Przykładem wspornika może być balkon lub trampolina, z której skaczemy do wody.

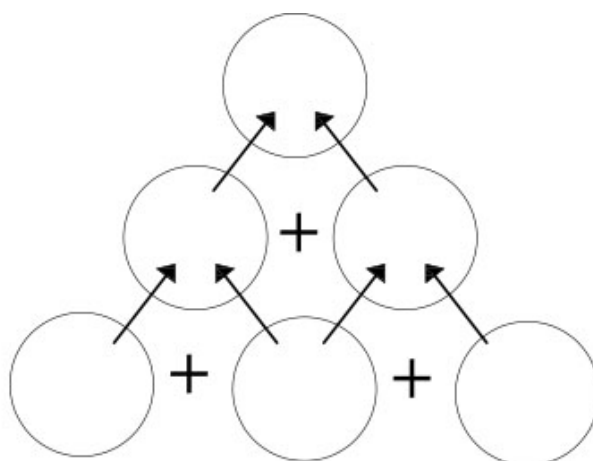
Już pod koniec XV wieku Leonardo da Vinci opisywał konstrukcję wspornikową. Marzył on o przedziwnych kształtach budynków, które zaprzeczałyby prawom fizyki. Pierwsze wsporniki wykonywano z kamienia, a później z cegieł. Ozdabiały one fasady budynków, jednak były tylko detalami – nie wpływały na ich kształty.

Dopiero zastosowanie stali w budownictwie oraz użycie komputera jako narzędzia do modelowania pozwoliły inżynierom tworzyć nieprawdopodobne konstrukcje.

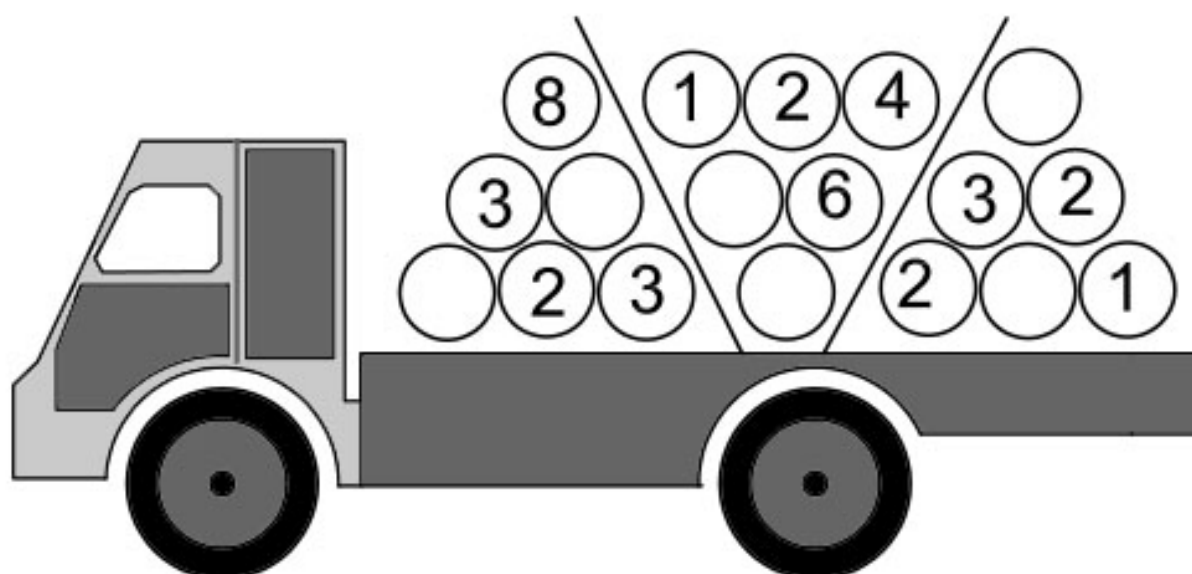


**ZADANIE 3**

Uzupełnij brakujące cyfry, posługując się następującym schematem:



Na kolejnej stronie dowiesz się, jaki związek ma ciężarówka z architekturą.







## Rozwój sieci sklepów w XIX wieku

Do czasu pojawienia się sklepów sieciowych (np. Żabka, Fresh, H&M, Smyk) każde miasto miało swój własny zbiór niepowtarzalnych sklepów. Sklepy sieciowe zaczęły pojawiać się dopiero pod koniec XIX w. Rozwój sklepów sieciowych miał przede wszystkim związek z postępującą rewolucją przemysłową i koniecznością dowożenia znacznej ilości towarów. Transporty konny i żaglowy nie były już wystarczające, ale wraz z rozwojem przemysłu pojawiały się nowe możliwości. Udoskonalenie procesu produkcji stali spowodowało znaczne przyspieszenie pracy w fabrykach, przez co konieczne było transportowanie dużej liczby materiałów i produktów. Zastosowanie maszyny parowej do poruszania pojazdów – takich jak ciągniki drogowe, lokomotywy i statki parowe – oraz rozwój kolei znacząco zwiększyły możliwości transportowe. Aby zaspokoić wszystkie potrzeby, powstawało coraz więcej dróg i torów, a olbrzymie ilości materiałów i towarów były przewożone z fabryk do miast, gdzie je sprzedawano. Stworzono również magazyny centralne, z których gotowe produkty były dostarczane do sklepów, wykorzystując trasy już utworzone dla przemysłu. W ten sposób w różnych miastach mogły działać identyczne sklepy – tak właśnie powstały sklepy sieciowe.

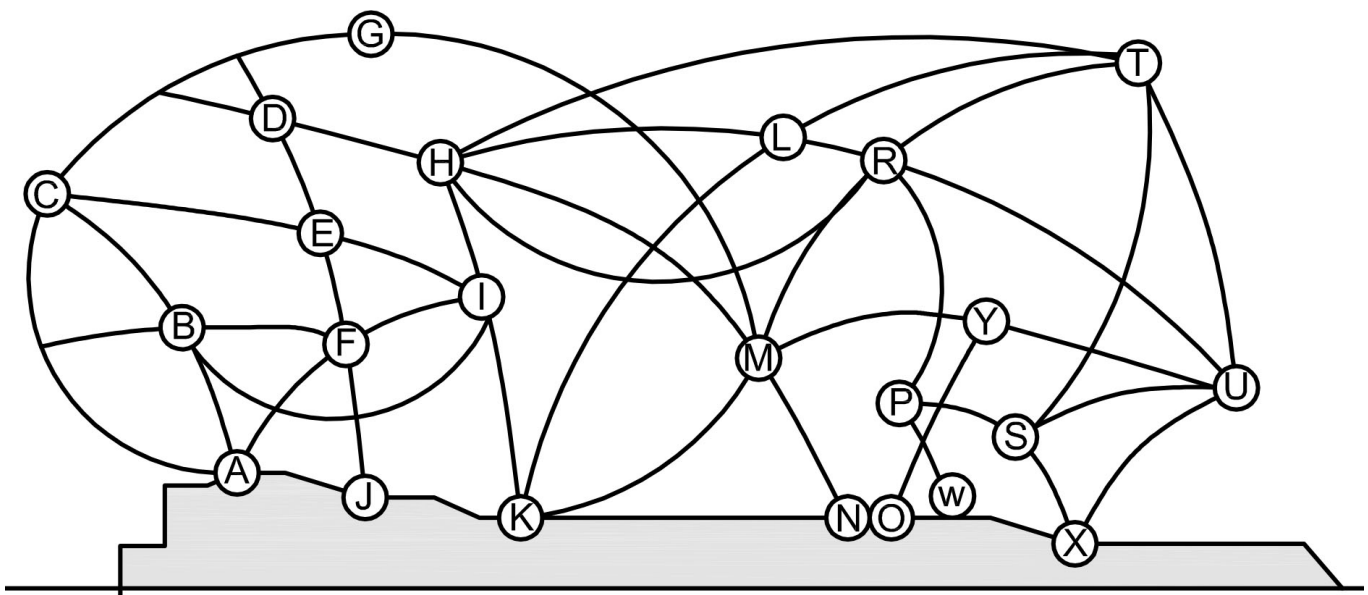
Obecnie sklepy sieciowe są podstawą handlu. Pierwszym z nich był sklep spożywczy Thomasa Liptona w Glasgow, który powstał w 1872 r. Dzięki rozwojowi komunikacji w ciągu 25 lat powstało 250 sklepów Thomasa Liptona w całej Wielkiej Brytanii.



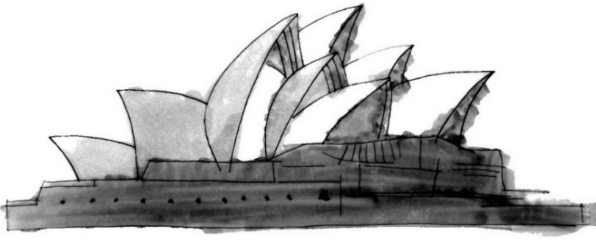
**ZADANIE 4**

Połącz grubą kreską odcinki opisane poniżej, a dowiesz się, jak wygląda jedno z najbardziej znanych dzieł architektury:

[AB]    [BF]    [FE]    [EI]    [IH]    [HM]  
 [MY]    [YO]    [WP]    [PS]    [SU]    [UX]





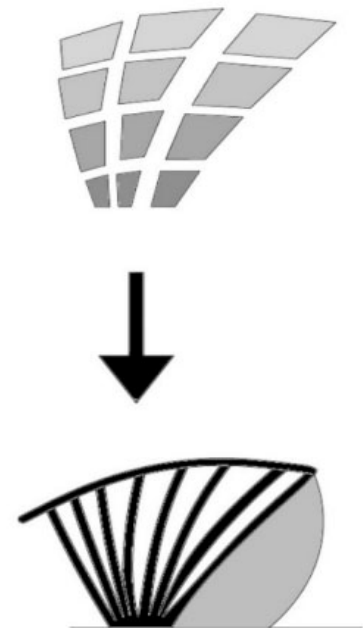


Budynek na szkicu przedstawia Operę w Sydney. Projektantem budynku był Jorn Utzon. Projekt wygrał konkurs architektoniczny w 1957 r.; natomiast budowa Opery została zakończona w 1973 r.

Opera w Sydney jest jednym z najbardziej rozpoznawalnych budynków świata. Dach Opery ma oryginalny i niespotykany kształt. Niektórym kształt dachu przypomina liście palmy, innym skorupy orzecha, żagle lub skrzydła. A Tobie z czym się kojarzy?

Historia budowy obiektu jest bardzo długa. Operę budowano 14 lat. Najtrudniejsza praca należała do konstruktorów, którzy mieli do rozwiązania dwa ważne zadania: obmyśleć, z jakich materiałów i w jaki sposób wybudować platformę, na której stoi cała konstrukcja, oraz jak stworzyć dach. Niezależnie od tego, co dach miał przypominać, jego wzniesienie było bardzo trudne. Po latach pracy projekt dachu udało się stworzyć dzięki nowym możliwościom technologicznym, takim jak **prefabrykacja**, czyli wytwarzanie elementów budowlanych w fabryce.

Elementy te w formie gotowych „puzzli” przyjeżdżają na budowę. Budowanie dachu opery wyglądało więc jak składanie olbrzymich klocków. Ważne było również zastosowanie **źeber**. W budownictwie **źebro** oznacza element, który może unieść większy ciężar niż okoliczne części.

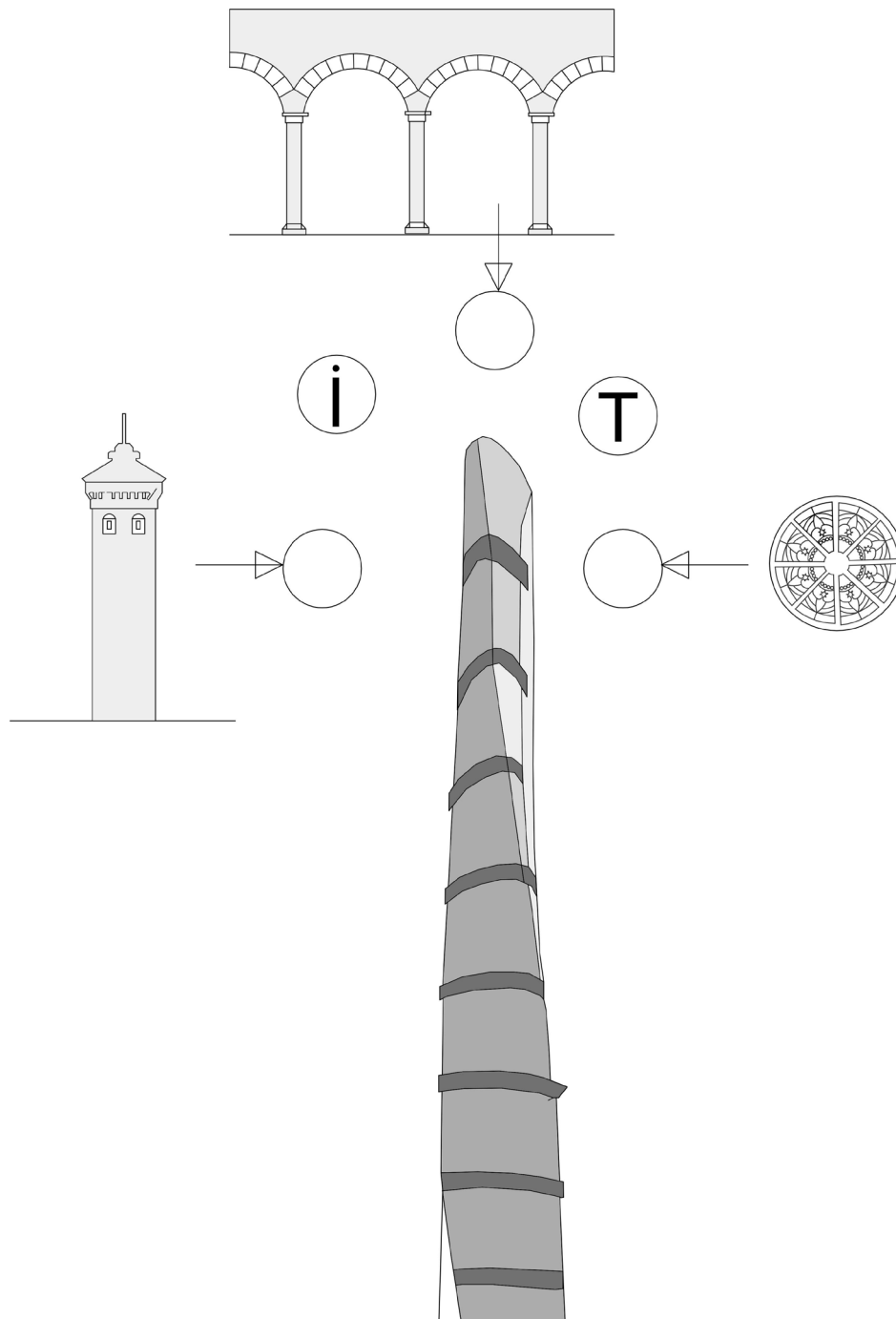




**ZADANIE 5**

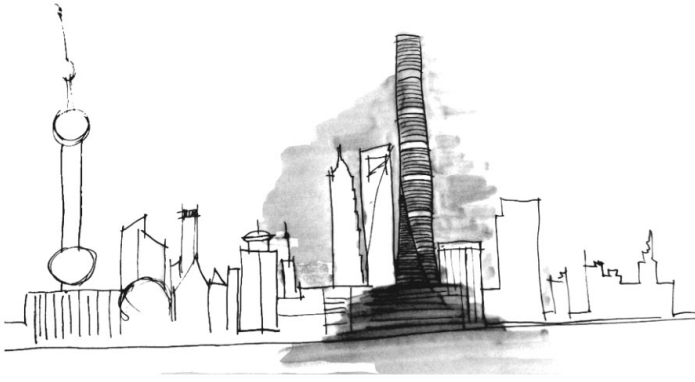
Przy projektowaniu wieżowca, który widzisz w centralnej części kartki, konstruktorzy zastosowali specjalne rozwiązania. Aby dowiedzieć się, który z żywiołów wpłynął na taką właśnie strukturę budynku, odgadnij, co jest na rysunkach, a następnie wpisz pierwsze litery wyrazów w kółka.

Jeśli będziesz mieć problem z zadaniem – odpowiedź znajdziesz na kolejnej stronie.









Budynek na szkicu przedstawia wieżowiec Shanghai Tower. Budynek ma 632 m wysokości, jego budowa rozpoczęła się w 2008 roku.

Żywiołem wyznaczającym kształt budynku, który widzisz na szkicu, jest wiatr. Przy projektowaniu wieżowca Shanghai Tower największym wyzwaniem dla projektantów było takie obmyślenie konstrukcji, aby nie zniszczyły jej występujące w tych rejonach tajfuny (czyli bardzo silne wiatry). Konstruktorzy przyjęli trzy koncepcje projektowe, żeby zmniejszyć to zagrożenie. Po pierwsze, budynek zwęża się ku górze. Po drugie, kształt budynku jest skręcony. Po trzecie, narożniki są zaokrąglone.

Pomniejszona makieta budynku została umieszczona w tunelu aerodynamicznym – czyli w takim miejscu, w którym naukowcy mogli obserwować, jak zachowuje się konstrukcja pod wpływem silnego wiatru i jak można ją wzmocnić.

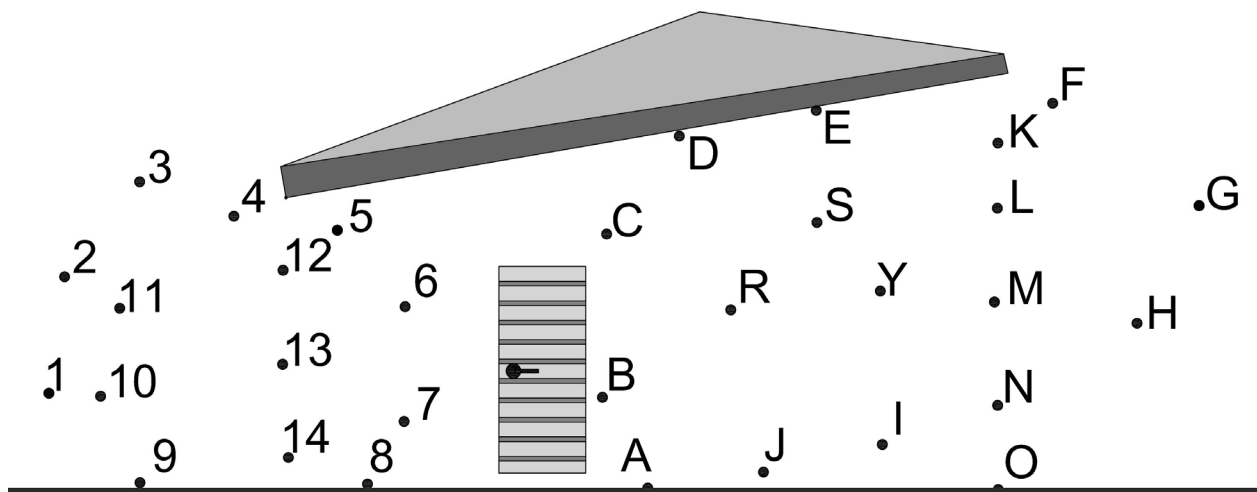
Dzięki szczegółowym badaniom i zastosowaniu tych trzech zasad udało się zmniejszyć działanie sił wiatru na budynek o 25% w porównaniu do prostej bryły. Ze względu na występujące w Szanghaju trzęsienia ziemi sprawdzano również, jak budynek zachowa się w ich trakcie. Szesnastometrową makietę (całkiem sporą!) umieszczono na urządzeniu, które nazywa się stołem wibracyjnym i służy do imitowania trzęsień ziemi o różnej sile.



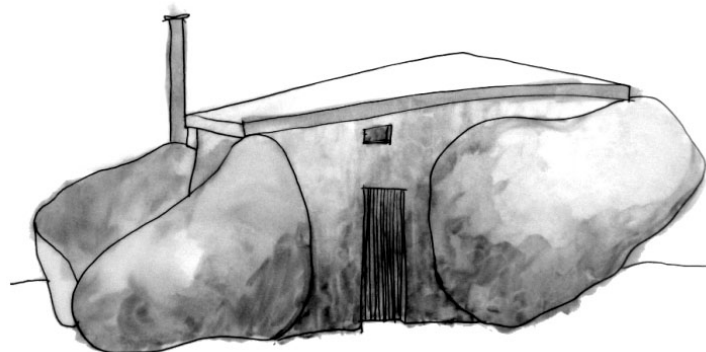
## ZADANIE 6

Aby dowiedzieć się, jaki kształt ma dom, do którego prowadzą narysowane drzwi, musisz wykreślić dwie pętle:

- pierwszą, łączącą literki: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J – po kolei
- drugą, łączącą cyfry: 1,2,3,4,5,6,7,8,9 – po kolei







Na szkicu widzisz budowlę Kamennego Domu, który został wybudowany w 1974 r. w Portugalii.

Dom, który widzisz, powstał z czterech wielkich głazów. Jest on zaprzeczeniem nowoczesności. Pomimo tego, że zbudowano go blisko 40 lat temu, nie ma w nim elektryczności, a ogrzewany jest kominkiem. Dom można nazwać samotnią XXI wieku – stanowi oryginalną alternatywę dla nowoczesnych budowli. Budynek wygląda jak dom z bajki o jaskiniowcach.

Pierwsze domy z kamienia powstawały bardzo dawno temu. Kamień był dobrym budulcem – bardzo dobrze znosi **obciążenie ściskające**. Oznacza to, że możemy ułożyć na sobie bardzo wiele elementów, zanim któryś z nich zostanie ściśnięty tak mocno, że pęknie. Wadą kamienia jako materiału budowlanego jest fakt, że jest on mało elastyczny w porównaniu do innych materiałów, takich jak drewno lub stal. **Czy próbowaliście rozciągnąć kamień?** Jest to niemożliwe ze względu na małą elastyczność. Z tego powodu jest to doskonały materiał do budowy ścian czy słupów, ale gorzej nadaje się do tworzenia dachów lub stropów. Budowniczowie w dawnych czasach potrafili sobie jednak dobrze radzić z tym problemem i wymyślili sklepienia, w których kamień jest tylko ściskany. Budownictwo kamienne w XXI wieku należy traktować raczej jako ciekawostkę.



## ZADANIE 7

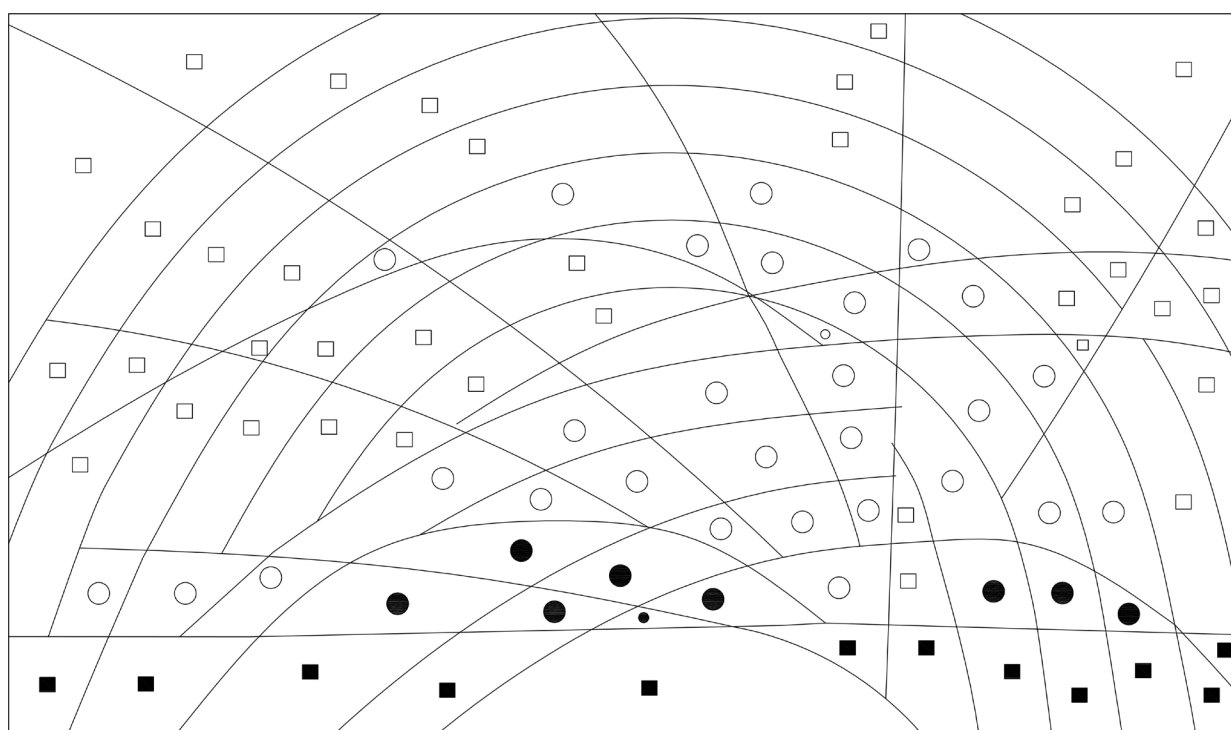
Pokoloruj obrazek poniżej posługując się następującym kodem

■ Kolor brązowy

● Kolor szary

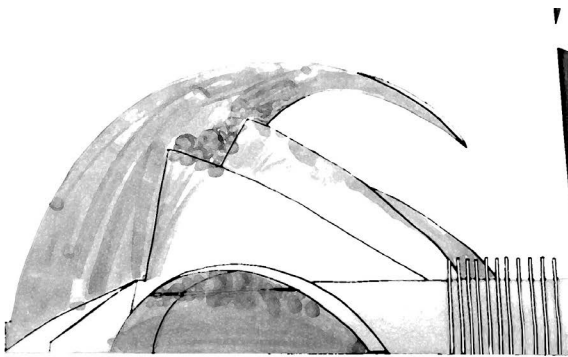
□ Kolor niebieski

○ Kolor biały









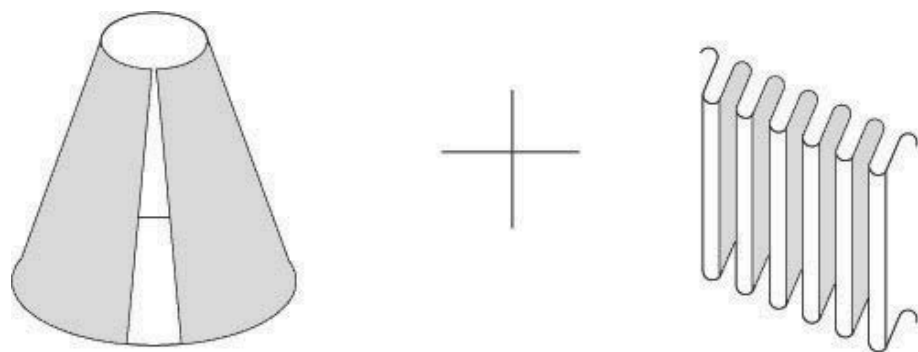
Budynek na szkicu przedstawia Auditorio de Tenerife, autorem projektu jest Santiago Calatrava. Budynek powstał w Santa Cruz na wyspie Teneryfa w Hiszpanii w 2003 r.

Budynek Sali Koncertowej Tenerife Auditorium przypomina wielkiego białego ptaka, który przyleciał do miasta. Jest to budynek **ekspresyjny** – patrząc na niego można zastanawiać się, czy budynek-ptak odleci, czy pozostanie na miejscu?

Ważnym elementem przy projektowaniu obiektu była jego lokalizacja. Auditorium zostało postawione tak, aby było widoczne z każdego miejsca wyspy. Budynek wykonany jest w konstrukcji żelbetowej. Charakterystycznym elementem jest dach – skrzydło, wysoki na 98 metrów (to tyle ile mierzy trzydziestopiętrowy budynek).

Ważnym aspektem przy projektowaniu sal koncertowych jest akustyka, czyli nauka zajmująca się tym, jak dźwięk rozchodzi się w pomieszczeniu. Dźwięk musi dotrzeć do każdego słuchacza, a jednocześnie w sali nie może występować zjawisko echa. Dźwięk dobrze rozchodzi się w salach, które mają inny kształt niż prostokątny oraz mają dużo załamań, pochyleń i wypukłości w ścianach, od których dźwięk może się odbijać. Architekt – Santiago Calatrava – zaproponował salę koncertową, która ma kształt stożka (czyli odwróconego wafelka od lodów).

Stożek od wewnątrz wyłożony jest nawierzchnią, która przypomina kartkę złożoną w harmonijkę, co zapewnia dobrą akustykę sali.



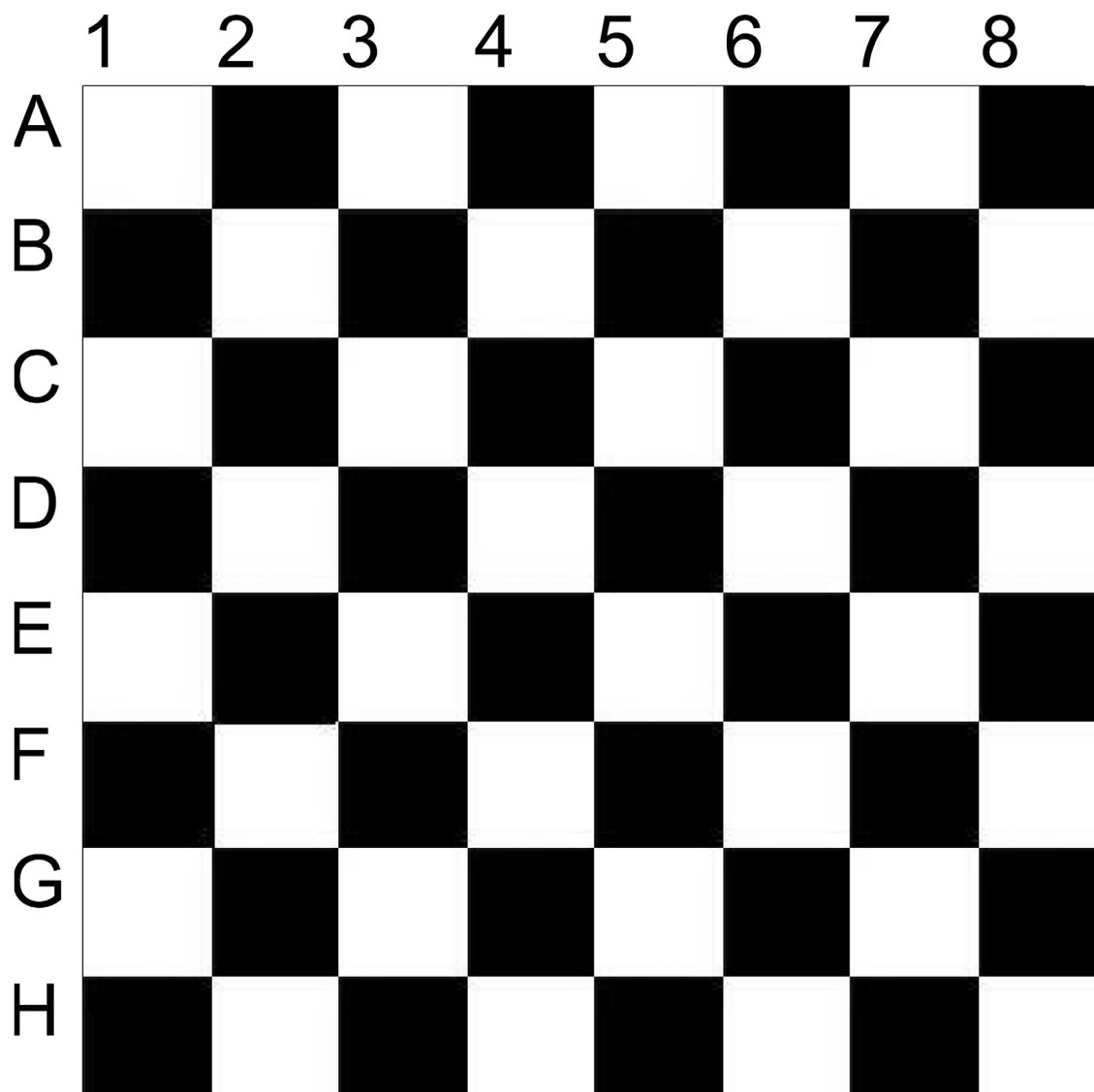


**ZADANIE 8**

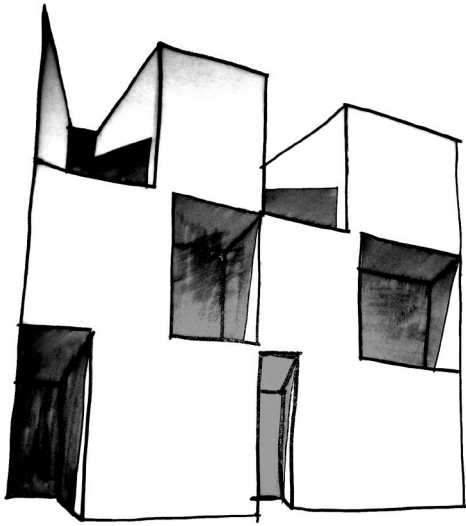
Weź w koło następujące pola szachownicy (każde osobno):

**A1 / C1 / B2 / A3 / C3 / B4 / A5 / C5 / B6 / A7 / C7 / B8**

Następnie porównaj swoją pracę z budynkiem znajdującym się na następnej stronie. Czy widzisz podobieństwo między szachownicą a szkicem domu spokojnej starości na kolejnej stronie?







Na szkicu widzisz dom spokojnej starości w Alcácer do Sal w Portugalii z 2010 r. Autorem projektu są architekci z pracowni Aires Mateus Arquitectos.

Dom spokojnej starości w portugalskim miasteczku Alcácer do Sal przypomina szachownicę. W białych polach są pokoje, a w ciemnych (zacienionych) – balkony. Dom starców jest budynkiem, w którym mogą zamieszkać osoby w podeszłym wieku, które wymagają opieki ze strony lekarza lub pielęgniarek. Budynek taki musi być przede wszystkim **funkcjonalny**, czyli wygodny. Jest to bardzo ważne pojęcie w architekturze. Lekarz i pielęgniarka muszą mieć szybki dostęp do mieszkańca, z drugiej strony osoby, które mieszkają w ośrodku, chcą mieć zapewnioną prywatność i czuć się jak w domu.

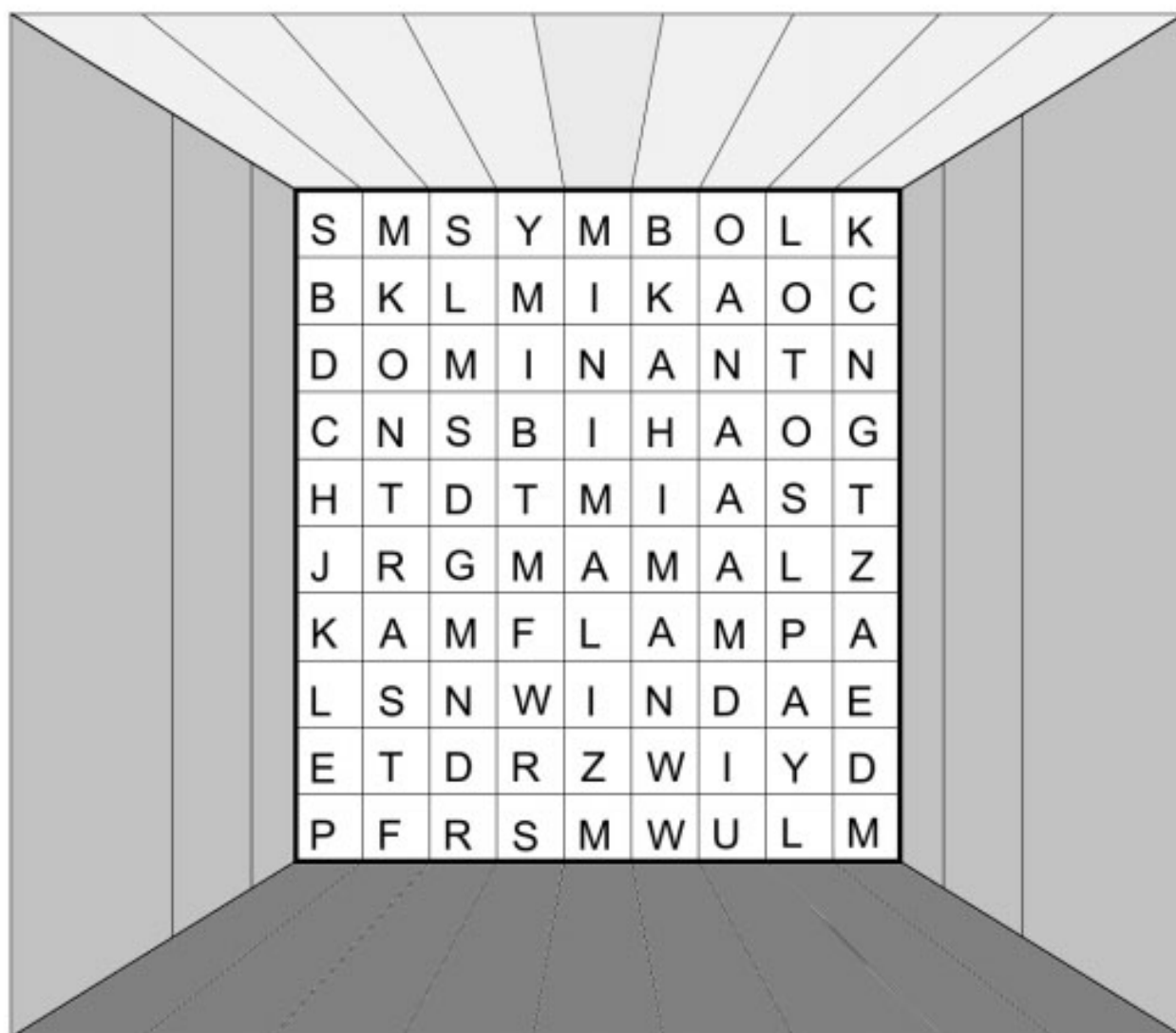
Budynek wygląda, jakby był złożony z białych kostek, które stykają się w narożnikach, jednak wiszące w powietrzu pudełka nie mogłyby stanowić jego konstrukcji. Pomimo że budynek sprawia wrażenie szachownicy, jest to jedynie iluzja. W rzeczywistości pola nieco nachodzą na siebie i w nich właśnie ukryta jest konstrukcja utrzymująca cały obiekt.



**ZADANIE 9**

Znajdź na poniższej planszy i obrysuj słowa:

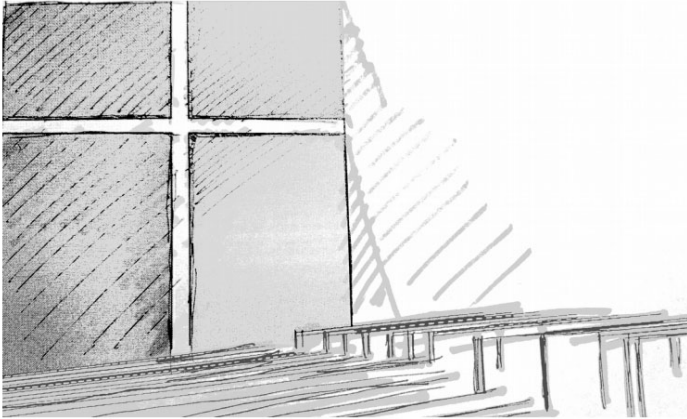
**MINIMALIZM** oraz **DOMINANTA**



Poradziłeś sobie z zadaniem? A może znalazłeś więcej słów związanych z architekturą budynku?







Na szkicu widzisz zarys wnętrza *domu modlitwy* zaprojektowanego przez architekta Tado Ando. Budynek powstał w Japonii w 1989 r.

Pojęcie **minimalizmu** oraz **dominandy** wiąże się z wnętrzem budynku, który widzisz na szkicu. Projektantem „Kościoła Światła” jest japoński architekt Tadao Ando. Pomimo tego, że w świątyni nie ma namacalnego krzyża, architekt stworzył wrażenie, że taki właśnie symbol jest w jego wnętrzu. Do budynku przez dwie wąskie szczeliny o szerokości 20 cm (jedna pionowa od podłogi do sufitu oraz druga pozioma łącząca ściany boczne) wpada światło, którego promienie krzyżują się. Daje to wrażenie świetlistego krzyża zawieszzonego na ścianie w nawie kościoła.

Odpowiedź do zad. 9.

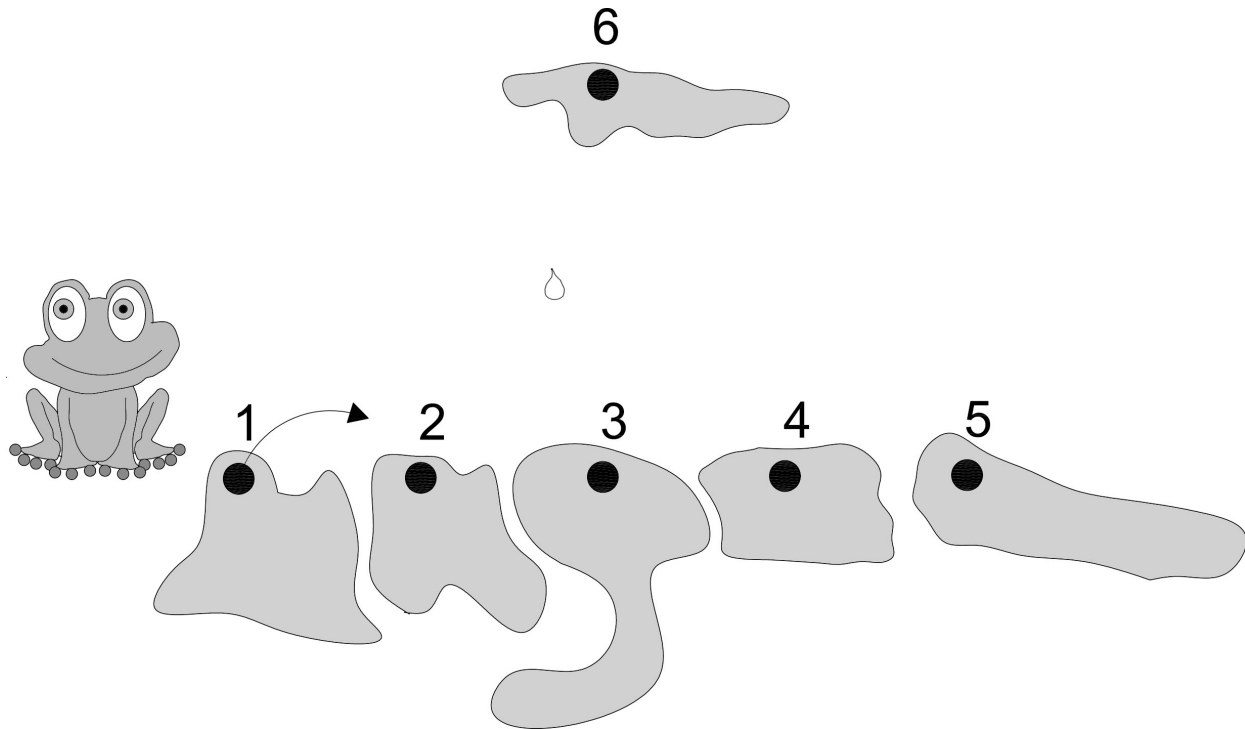
Inne pojęcia związane z architekturą, które można znaleźć na poprzedniej stronie:

**Symbol**  
**Miasto**  
**Lampa**  
**Winda**  
**Drzwi**

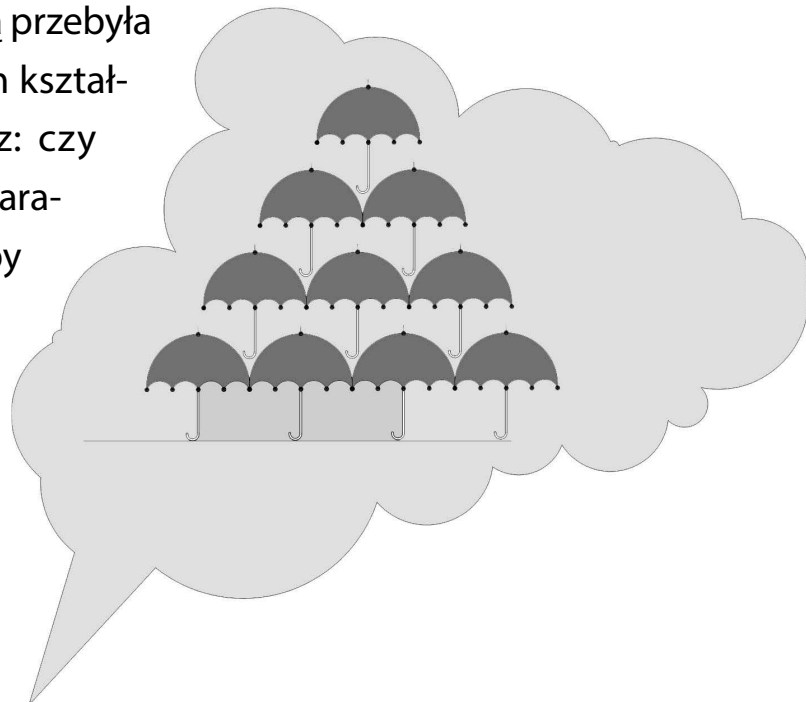


**ZADANIE 10**

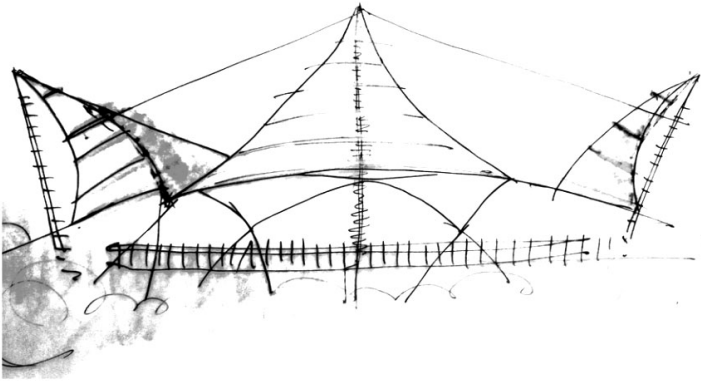
Mała żabka postanowiła wybrać się na spacer, skacząc po kolei po kamieniach z numerami 1, 2, 3, 4, 5 i 6, a następnie wracając do kamienia numer 1. Połącz kamienie tak, jak skakała po nich żabka.



Zauważyłeś, że trasa, którą przebyła żabka, przypomina swoim kształtem parasol? Jak myślisz: czy można zbudować dom z parasoli? Jeśli tak, to jak mógłby wyglądać?







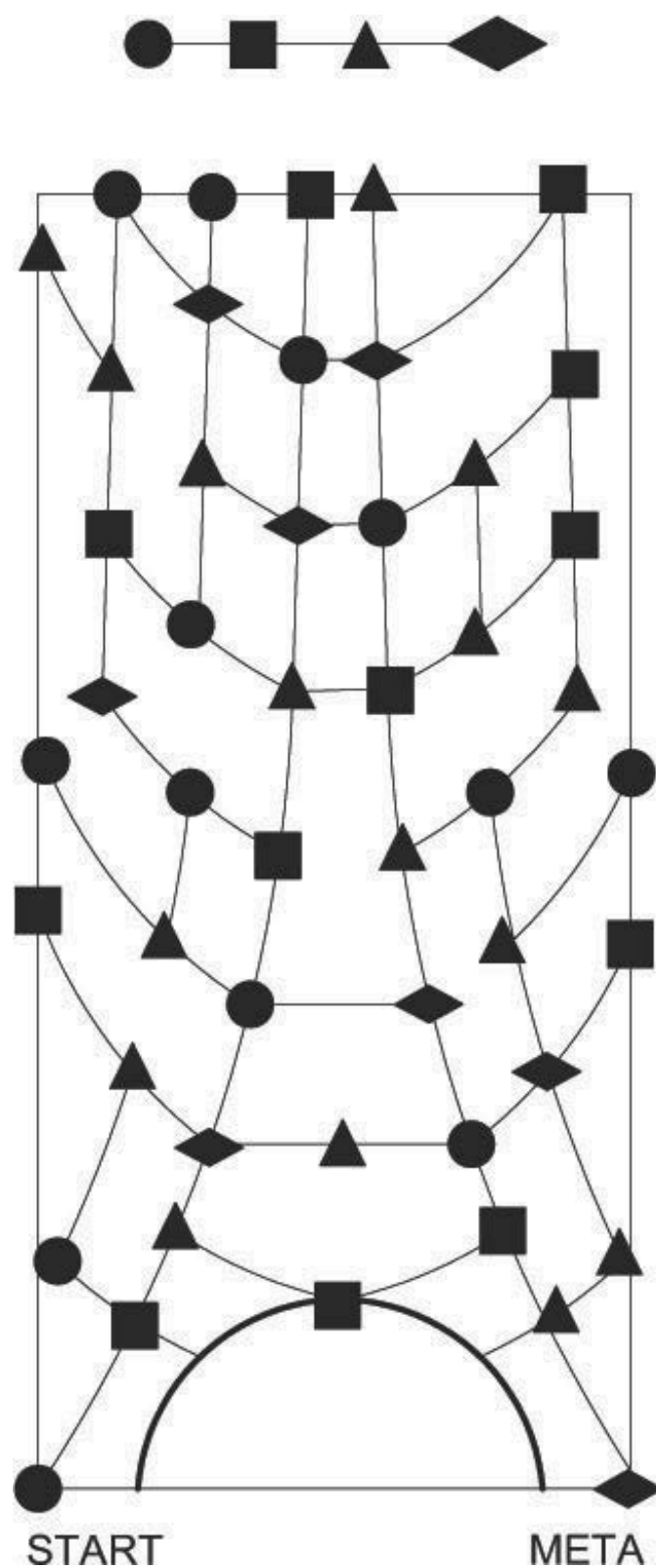
Na szkicu widzisz pawilon którego projektantem był Otto Frei. Struktura przygotowana została na Wystawę w Kolonii w 1957 r.

W budownictwie konstrukcje podobne do parasoli nazywane są membranowymi. W takich konstrukcjach lekki materiał jest napinany na innych elementach (jak słupy, pierścienie czy belki). Największym zaletami są lekkość, dzięki której można przykryć bardzo duże powierzchnie, oraz łatwość kształtowania, dzięki czemu architekci mogą wymyślać ciekawe kształty budynków. Jednym z architektów, którzy zasłynęli z wykorzystywania konstrukcji membranowych, był Otto Frei. Stworzył on m.in. pawilon RFN na wystawie Expo '97 oraz zadanie trybun Stadionu Olimpijskiego w Monachium – obydwa wyglądają jakby ktoś postawił obok siebie kilka wielkich parasoli. Na trybunach stadionu w Monachium może usiąść prawie 70 000 osób – to naprawdę duży namiot! Największą wadą takich dachów jest to, że nie można na nich położyć nic więcej niż sam materiał – dlatego może być pod nimi dosyć zimno i są wykorzystywane zazwyczaj w budowlach, których się nie ogrzewa, jak stadiony sportowe, dworce czy amfiteatry.



## ZADANIE 11

Aby dowiedzieć się, jaki budynek będzie rozwiązaniem kolejnej zagadki, przejdź labirynt, korzystając ze schematu:









Szkic przedstawia schemat popularnej Wieży Eiffla, projektantem konstrukcji byli Gustav Eiffel i jego zespół, a wieża powstała w 1899 r.

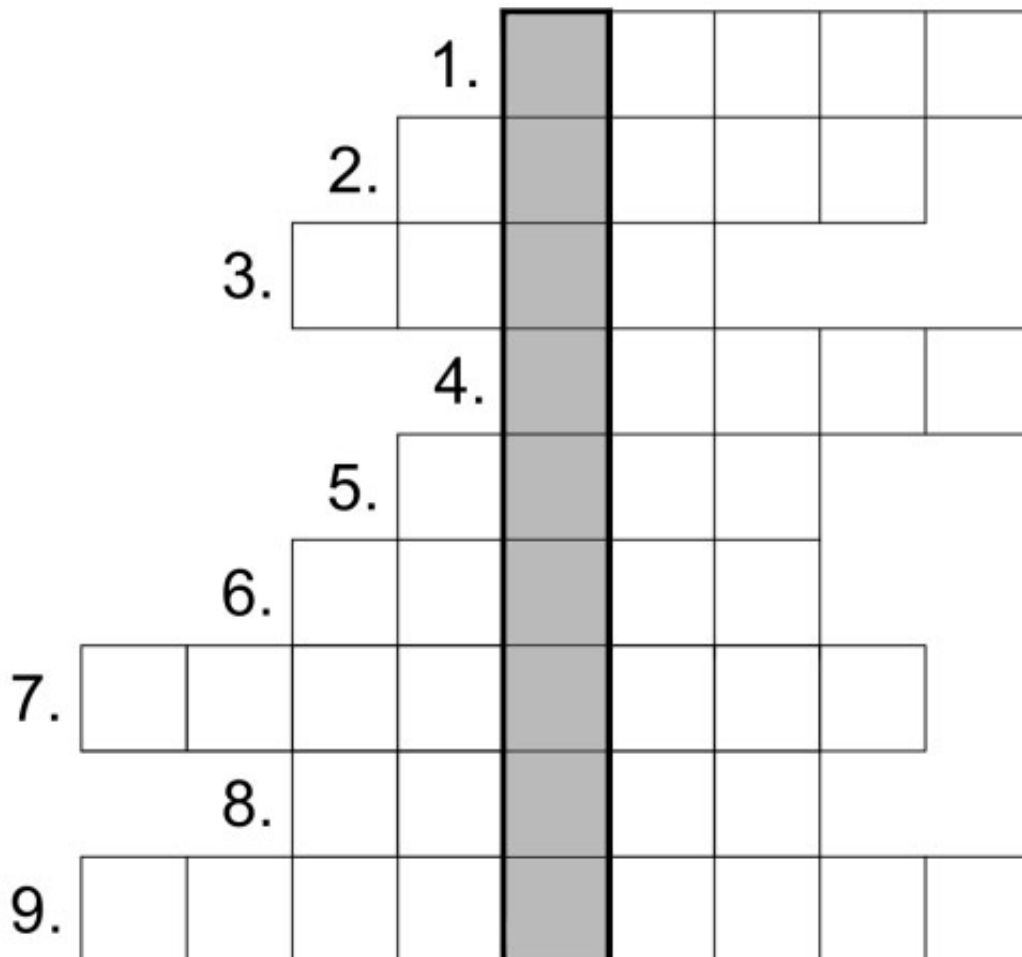
Wieża Eiffla, która stała się symbolem Paryża, w 1889 roku była sukcesem uzdolnionych inżynierów. Wieża wznoszona była jako konstrukcja tymczasowa, mająca uświetnić wystawę światową w Paryżu. W momencie zakończenia budowy była to najwyższa konstrukcja na świecie, mierząca 324 m.

Wieża Eiffla jest konstrukcją stalową. Rozwój techniki jest ściśle związany z produkcją i zastosowaniem metali. Żelazo jako samodzielny materiał konstrukcyjny po raz pierwszy zostało zastosowane w XVIII wieku. Stal, czyli połączenie żelaza z węglem, jest materiałem budowlanym, który jest wytrzymały i jednocześnie elastyczny. W odróżnieniu od betonu czy kamienia dobrze znosi rozciąganie i jest od nich o wiele mocniejszy, więc elementy mogą być mniejsze, a wciąż wytrzymać takie samo obciążenie. Konstrukcje stalowe można składać jak z klocków – najpierw w wytwórni przygotowywane są złożone z wielu drobnych części elementy, które po przywiezieniu na budowę można już dość łatwo ze sobą połączyć. Takie działanie przyspiesza budowę i sprawia, że jest ona bardziej wydajna. Wieża Eiffla początkowo nie cieszyła się akceptacją mieszkańców miasta, dopiero z czasem stała się największą atrakcją turystyczną i ikoną Paryża.



**ZADANIE 12**

Wypełnij krzyżówkę, a następnie sprawdź na kolejnej stronie, dlaczego rozwiązanie jest bardzo ważnym elementem budynku.



1. Musisz jej użyć, jeśli chcesz zmienić kolor ścian w pokoju.
2. Masz go w domu nad głową.
3. Wyglądasz przez nie, jeśli chcesz dowiedzieć się jaka jest pogoda.
4. Otwierasz je, żeby wejść do domu.
5. „Czapka” domu.
6. Rozjaśnia pokój po zmroku.
7. Pomieszczenie, w którym jest wanna.
8. Wjedziesz nią na piętro.
9. Jaką figurę geometryczną przypomina Ci okno?



Fundament powinien być solidną podstawą dla każdego budynku. Odpowiada on za przeniesienie ciężaru całego budynku na ziemię.

W pierwszych budynkach nie używano fundamentów – drewniane chaty były stawiane bezpośrednio na gruncie. Następnie używano kamieni, a później murowanych ścian z kamienia lub cegły. Obecnie większość fundamentów jest wykonywana z betonu.

Materiał, z którego jest stworzony fundament, oraz to, jak on wygląda, zależy najbardziej od tego, jak ciężki jest budynek oraz na jakim gruncie jest on budowany. Inaczej trzeba postępować, stawiając budynek na mokrej glinie, a inaczej mając dostępną twardą skałę.

Jeśli ziemia jest wyjątkowo słaba albo budynek bardzo ciężki, to może się okazać, że nie da się go w danym miejscu bezpiecznie zbudować – wtedy używa się fundamentów głębokich, czyli najczęściej pali. Są to głębokie słupy wwiercane albo wbijane w ziemię. Najgłębszym fundamentem może się pochwalić budynek, o którym czytałeś kilka stron wcześniej – Taipei 101 – jego betonowe pale sięgają nawet do 114 metrów pod powierzchnię terenu.

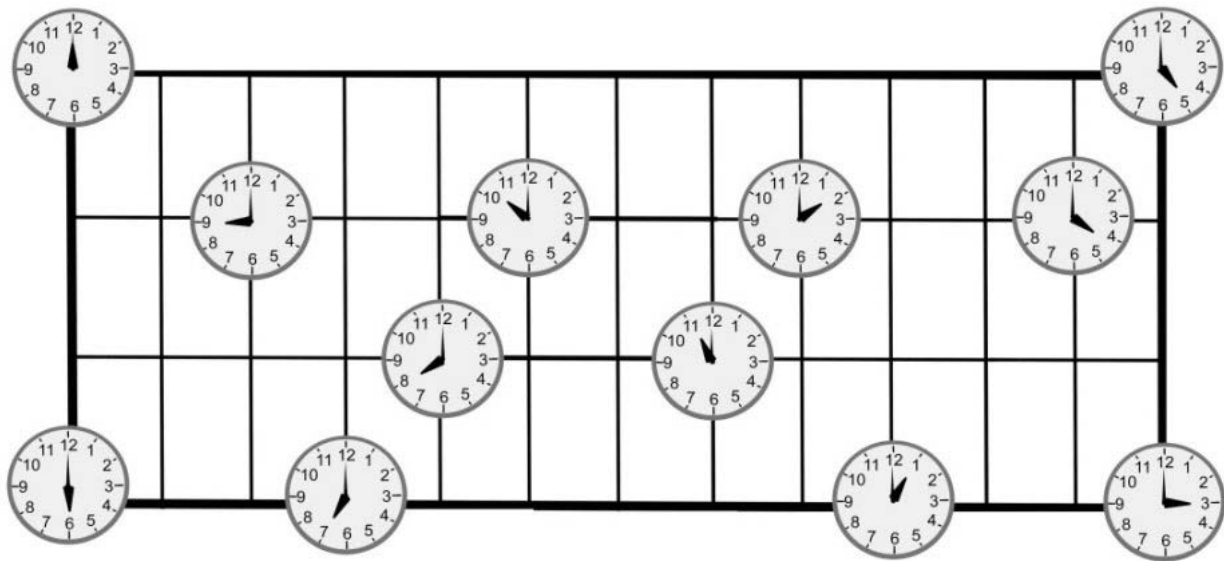
Prace ziemne są jednymi z najdroższych, jakie można spotkać w budownictwie – dlatego nawet w bardzo wysokich budynkach zazwyczaj nie ma wielu pięter podziemnych. Istnieją jednak pewne wyjątki – np. wieża World Tower w Sydney (Australia) ma ich aż 10. Bardzo ciekawym budynkiem jest też Y-40 The Deep Joy, czyli znajdujący się we Włoszech hotel z centrum nurkowym, w którym znajduje się najgłębszy basen stworzony przez człowieka – można w nim nurkować aż na 40m.



## ZADANIE 13

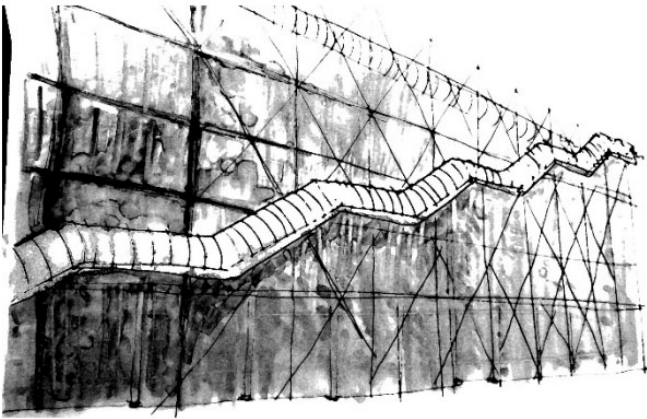
Przeczytaj historię o Julii mieszkającej w Paryżu, a następnie połącz grubą kreską zegary, które przedstawiają godziny, o których przeczytasz.

Julia wstała o godzinie szóstej rano, o godzinie siódmej wyszła z domu. Cztery kwadransy jechała do centrum, o godzinie ósmej weszła do galerii sztuki, spacerowała po pierwszym poziomie aż trzy godziny, do jedenastej. O czternastej zjadła obiad, a o szesnastej poszła na deser. Wróciła do domu dopiero o siedemnastej.









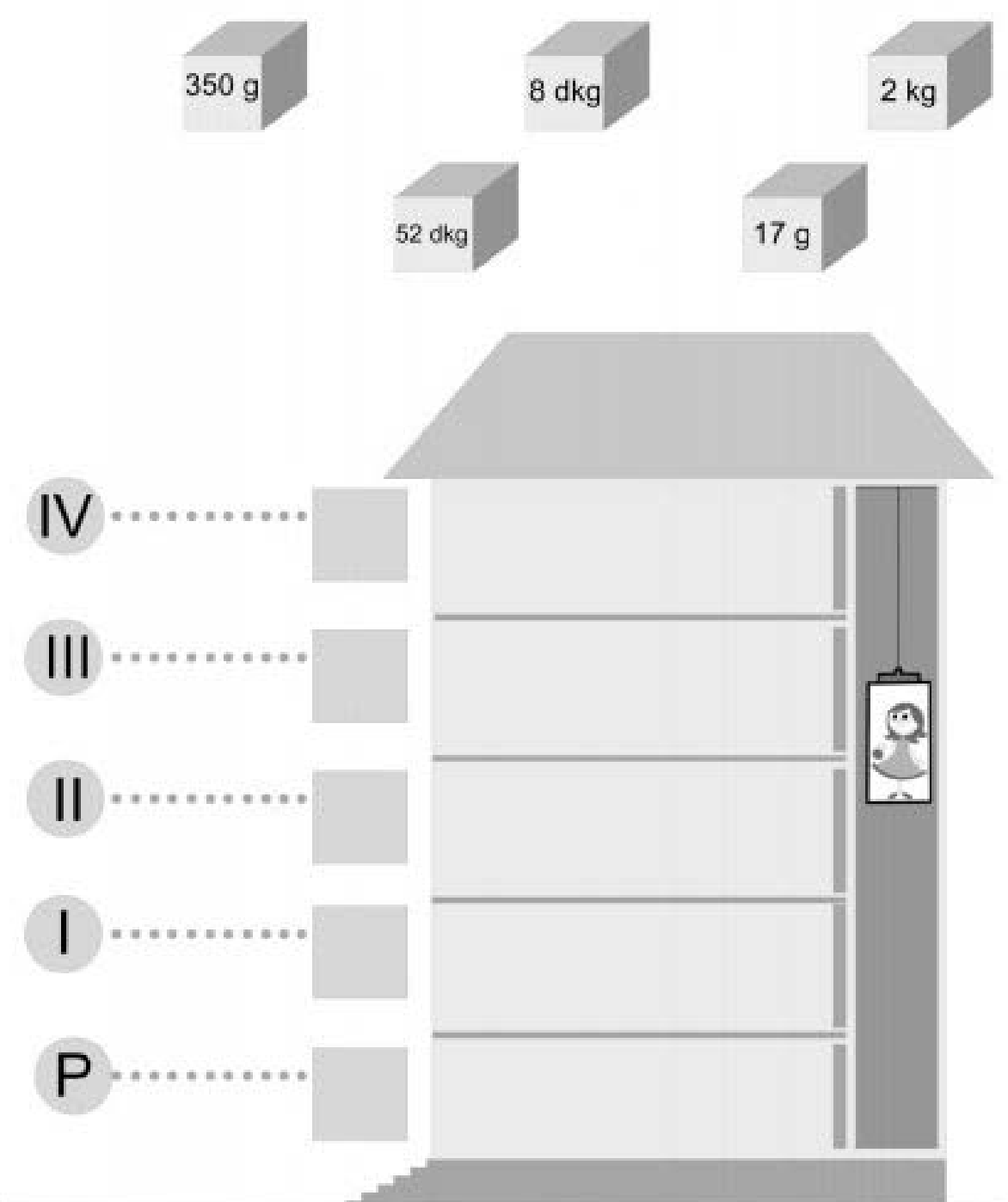
Budynek, który widzisz na szkicu, to Centrum Sztuki Pompidou. Projekt budynku powstał w 1971 roku. Autorami projektu są architekci: Renzo Piano i Richard Rogers.

Budynek nie przypomina tradycyjnego muzeum, a raczej wielką maszynę, która wyłania się z historycznego krajobrazu miasta. Konstrukcja nośna, rusztowania, instalacje oraz przestrzeń komunikacyjna po raz pierwszy znalazły się na zewnątrz budynku. Technologia jest ozdobą Pompidou, a nie elementem ukrywanym wewnątrz. Każdy rodzaj instalacji (wentylacja, klimatyzacja, wodna itd.) ma swój własny kolor. Jeden z krytyków architektury opisał Pompidou jak kosmiczny obiekt, który wylądował w centrum miasta. Muzeum w swoim zamyśle było budynkiem nowoczesnym – jak i sztuka, którą promuje.

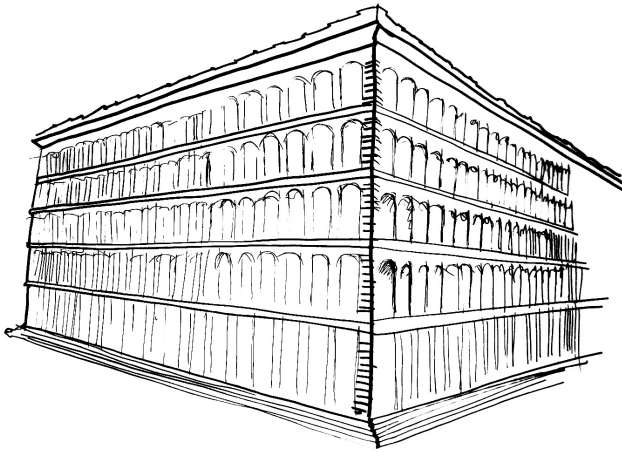


## ZADANIE 14

Uzereguj paczki od najlżejszej do najcięższej, aby dowiedzieć się, na jakich piętrach zatrzymała się winda.







Szkic przedstawia budynek E. V. Haughwout projektu Johna P. Gaynora. Powstał w 1857 r.

Pewnie zauważyłeś, że winda była ważnym elementem poprzedniego zadania? Jest ona również ważną częścią budynku, który widzisz na szkicu. W domu handlowym E.V. Haughwout w Nowym Jorku powstała pierwsza winda osobowa w historii budownictwa.

Pierwsze wzmianki o istnieniu wind pochodzą jeszcze z czasów starożytnej Grecji. Według nich pierwsze urządzenie przypominające dzisiejszą windę stworzył Archimedes i były ono napędzane siłą ludzkich rąk. Później windy były wielokrotnie używane i unowocześniane ale służyły głównie do transportu towarów.

Pierwsza winda osobowa podobna do używanych obecnie została wynaleziona przez Elisha Otisa oraz zainstalowana w 1857 r. (czyli prawie 160 lat temu). Z kolei w 1880 r. zaprezentowano pierwszą windę napędzaną silnikiem elektrycznym.

W swojej historii windy przeszły długą drogę – od prostych urządzeń wprawianych w ruch przez ludzi lub zwierzęta do obecnych wynalazków, które w najwyższych budynkach potrafią osiągać prędkość ponad 60 km/h.

Spis literatury:

1. Coleman Peter, *Shopping Environments: Evolution, Planning and Design*, Architectural Press 2006.
2. Fromonot Françoise, Jørn Utzon, *Architect of the Sydney Opera House*, translation from the French by Christopher Thompson, Milan, Electra Architecture 2000.
3. Hammond Michael, *Performing architecture: opera houses, theatres and concert halls for the twenty-first century*, London – New York, Merrell, 2006.
4. Furuyama Masao, Tadao Ando, *\*1941 : geometria ludzkiej przestrzeni*, Köln, – Taschen – TMC Art, cop. 2008.
5. Frei Otto, *Dachy wiszące :forma i konstrukcja*, tłum. Stanisław Janicki, Warszawa Arkady 1959.
6. Salvadori Mario, *Siła architektury: dlaczego budynki stoją*, tłum. Paweł Iwanowski, Siła Warszawa, Murator 2001.
7. Tzonis Alexander , Santiago Valatrava, *The Complete Works – Expanded Edition*, New York, Rizzoli 2007.
8. Szulborski K., Pyrak S., *Mechanika Konstrukcji. Przykłady obliczeń*, Arkady 2004.
9. Sieczkowski Józef, Nejman Tadeusz, *Ustroje Budowlane*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2002.
10. Rykaluk Kazimierz, *Konstrukcje stalowe – podstawy i elementy*, Wrocław, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne 2006.

Witryny internetowe:

1. [www.taipei-101.com.tw](http://www.taipei-101.com.tw)
2. [bryla.pl](http://bryla.pl)
3. [architektura.muratorplus.pl](http://architektura.muratorplus.pl)

**I K O N Y**

**A**

**R**

**C**

**H**

**I**

**T**

**E**

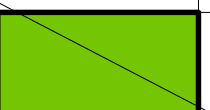
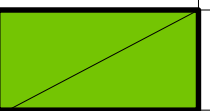
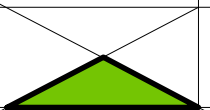
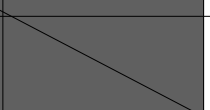
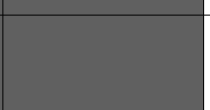
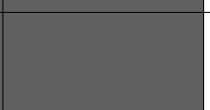
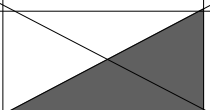
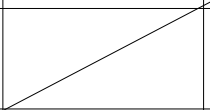
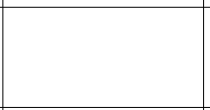
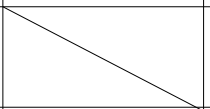
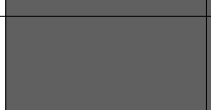
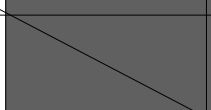
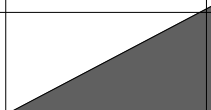
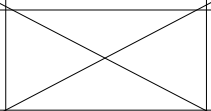
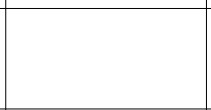
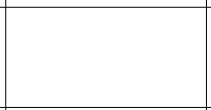
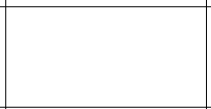
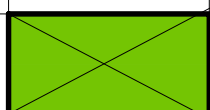
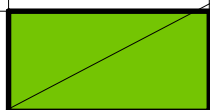
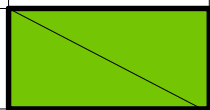
**K**

**T**

**U**

**R**

**Y**



**ZESZYT ZADAŃ**  
**CZĘŚĆ II - DLA MŁODZIEŻY**  
**Agnieszka Szumilas**



**Agnieszka Szumilas**  
**IKONY ARCHITEKTURY**  
**ZESZYT ZADAŃ**

**Część II – młodzież**



**Agnieszka Szumilas**

**IKONY ARCHITEKTURY  
ZESZYT ZADAŃ**

**Część II – młodzież**

Wrocław 2016

Wrocław 2016

Redaktor wydania: dr inż. arch. Agnieszka Szumilas, Zakład Urbanistyki, Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej, ul. Bolesława Prusa 53/55, 50-377 Wrocław

Redakcja techniczna: mgr Michał Wolski (Stowarzyszenie „Trickster”)

Korekta językowa: mgr Joanna Płoszaj (Stowarzyszenie „Trickster”)

Projekt graficzny okładki oraz ilustracje: dr inż. arch. Agnieszka Szumilas

Wydawnictwo AS, Wrocław 2015

ISBN 978-83-943492-0-2

Druk: Drukarnia Triada Sp. z o.o., ul. Czechowicka 9, Wrocław

Publikacja finansowana jest ze środków przyznanych przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej na podstawie umowy nr 101/UD/SKILLS/2015 o wykorzystanie nagrody przyznanej w konkursie eNgage w ramach projektu SKILLS współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego.

Publikacja jest dostępna na licencji Creative Commons Uznanie Autorstwa – Użycie niekomercyjne – Bez utworów zależnych 3.0 Polska. Treść licencji jest dostępna na stronie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pl/legalcode>

Publikacja dostępna jest na stronie internetowej Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej [www.dbc.wroc.pl](http://www.dbc.wroc.pl)

Egzemplarz bezpłatny

Zeszyt zadań *Ikony architektury* składa się z dwóch części. Część pierwsza jest zestawem zadań logicznych dla dzieci, które dotyczą znanych na całym świecie budynków, część druga natomiast jest przeznaczona jest dla młodzieży licealnej. Ma ona charakter interdyscyplinarny: rozwój architektury pokazany jest w kontekście wielu dziedzin nauki, dominują jednak nauki ścisłe. Każde zagadnienie jest opisane trojako: pytaniem, zadaniem oraz krótkim wyjaśnieniem poruszonego problemu. Żeby rozwiązać zadania, czasem będziesz musiał użyć wiedzy z matematyki i fizyki, a czasem po prostu pogłównkować. Polecenia dotyczą zagadnień konstrukcyjnych, właściwości materiałów budowlanych oraz ważnych odkryć w budownictwie i architekturze.

Inspiracją do powstania zeszytu zadań *Ikony architektury* była chęć podzielenia się moją pasją, jaką jest MIASTO. Miasta, w których mieszkamy, budynki między którymi żyjemy i te, które znamy z plakatów, wyglądają tak a nie inaczej dzięki rozwojowi nauki, konstrukcji i technologii. Za każdym budynkiem, za każdym jego elementem – dachem, podłogą, oknem – stoi sztab inżynierów. Jest to zespół specjalistów: architektów, konstruktorów, instalatorów, którzy współpracują ze sobą. Ich wiedza wynika z nauki, a same badania naukowe oraz odkrycia związane z architekturą możemy podzielić na dwie grupy:

1. Pośrednio związane z architekturą – czyli takie, które nie były nakierowane na budownictwo, jednak znalazły w nim swoje zastosowanie, np. wynalezienie tworzyw sztucznych w XIX wieku, które przydały się również architektom.
2. Bezpośrednio związane z architekturą – czyli takie, w których od razu spodziewano się wpływu na rozwój budownictwa. Część tego rodzaju odkryć jest spektakularna, jak np. zastosowanie stali do konstrukcji budynków, która bardzo mocno wpłynęła na architekturę XX wieku. Znacznie więcej badań odbywa się jednak po cichu. Chemicy, konstruktorzy oraz przedstawiciele wielu innych dziedzin nauki codziennie pracują w laboratoriach. Analizują skład materiałów budowlanych, zastanawiają się, w jaki sposób zwiększyć możliwości konstrukcyjne elementów budowlanych czy jak poradzić sobie z zagrożeniami, np. trzęsieniami ziemi przy budowie kolejnych wieżowców.

Chciałabym, żebyście zapamiętali, że każdy element budynku jest przebadany, wymierzony oraz opisany, a w laboratoriach ciągle trwają badania dotyczące ulepszania konstrukcji.

Życzę Wam dobrej zabawy z zeszytem zadań *Ikony architektury*

*Agnieszka Szumilas*



## PYTANIE 1. Jak to się stało, że mamy kaloryfer w domu?

**ZADANIE.** Poniżej widzisz różne kraje. W jednym z nich wynaleziono kaloryfer, który stał się podstawą dzisiejszego systemu centralnego ogrzewania. Uszereguj przedrostki dla układu miar SI od największej do najmniejszej. Przedrostek, który charakteryzuje największą liczbę, został przypisany do szukanego przez Ciebie kraju. Potrafisz go nazwać na podstawie mapy? Odpowiedź na kolejnej stronie.



Jednym z pierwotnych zadań architektury jest zapewnienie mieszkańcom komfortu termicznego. Pierwsze szalasy i domy powstawały, aby zapewnić bezpieczne miejsce rodzinie – niezależne od warunków atmosferycznych. Człowiek od zawsze dbał o swój komfort cieplny, przez wieki wykorzystywał do tego ogień. Przez kolejne stulecia starał się stworzyć system dzisiejszego centralnego ogrzewania, czego próby podejmowane były już w starożytności – w domach stosowano różnego rodzaju kominki i piece kaflowe. Przełomowym odkryciem było jednak stworzenie kaloryfera połączonego z systemem centralnego ogrzewania przez Franza San Gallego, który opatentował swój wynalazek w 1855 r. w Sankt Petersburgu. Pierwsze elektrociepłownie, dzięki którym ciepło płynęło bezpośrednio do domów mieszkańców, budowano w miastach polskich na przełomie XIX i XX w., np. we Wrocławiu mieszkańcy po raz pierwszy odkręcili kaloryfery w 1901 roku. Rozwój systemu centralnego ogrzewania wpłynął na kształt i wygląd budynków mieszkalnych. Przede wszystkim zniknął otwarty ogień, a wraz z nim pomieszczenia do przetrzymywania węgla. Na dachach było też mniej kominów. Istotnym dla komfortu mieszkania był fakt, że pomieszczenia mogły być kształtowane dowolnie i nie musiały uwzględniać obecności pieców. Układ wnętrza można było tworzyć w oparciu o inne czynniki, jak oświetlenie czy akustyka. Ważnym jest, że stało się to możliwe tylko dlatego, że najważniejsza potrzeba – komfortu cieplnego – została zaspokojona.

**Odpowiedź:**

Tera – T –  $10^{12}$

Giga – G –  $10^9$

Kilo – K –  $10^3$

Decy – d –  $10^{-1}$

Centy – c –  $10^{-2}$

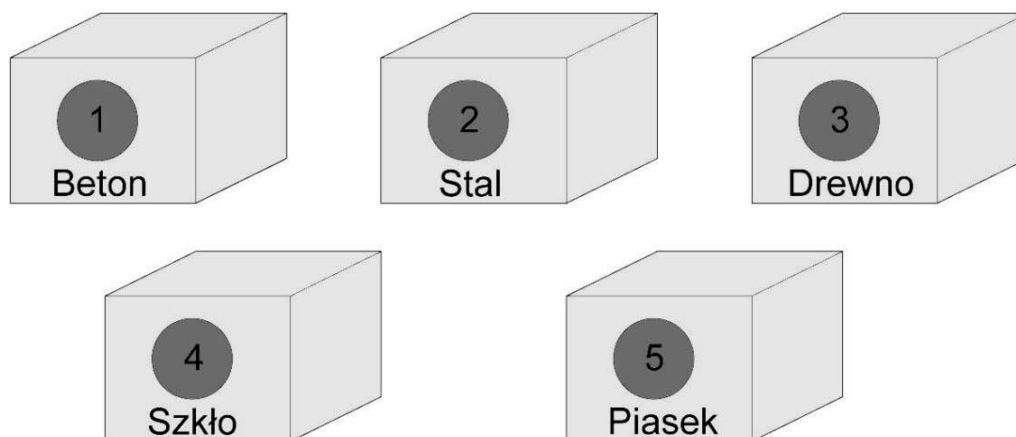
Piko – p –  $10^{-12}$

Kraj, który posiada najwyższy przedrostek, to ROSJA.



## PYTANIE 2. Fizyka w architekturze – czym materiały budowlane różnią się od siebie?

**ZADANIE.** Zapewne wiesz już z lekcji fizyki i chemii, że różne materiały (w tym również budowlane) mają różne właściwości. Na rysunku poniżej widzisz prostopadłościany wykonane z różnych materiałów budowlanych. Uszereguj prostopadłościany od najcięższego do najlżejszego. Jeśli nie jesteś pewien swojej odpowiedzi, polegaj na intuicji – stykasz się z materiałami budowlanymi na co dzień.



O ile głównym zadaniem architektury jest oddzielenie przestrzeni wewnętrznej od zewnętrznej, o tyle głównym zadaniem konstrukcji jest przenoszenie obciążeń – czyli sił, które działają na konstrukcję – do gruntu. Elementy nośne konstrukcji, które przenoszą obciążenia, to ściany, słupy i belki, ale także sklepienia czy stalowe liny. Natomiast siły, które na nie działają, to najczęściej: ściskająca i rozciągająca.

Materiały budowlane mają różne granice wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie.

Z przenoszeniem sił ściskających większość materiałów budowlanych radzi sobie dobrze, w przeciwieństwie do rozciągania. Kamień, cegła czy beton mogą pękać nawet przy stosunkowo niewielkim wydłużeniu wywołanym działaniem siły rozciągającej. Za to stal czy drewno radzą sobie z takimi siłami bardzo dobrze.



### **Odpowiedź**

Różne właściwości materiałów budowlanych, jak np. gęstość objętościowa, mogą różnić się również obrębie grupy (np. betony różnych klas mogą mieć różną gęstość).  
W tabelce poniżej przyjęto średnie wartości.

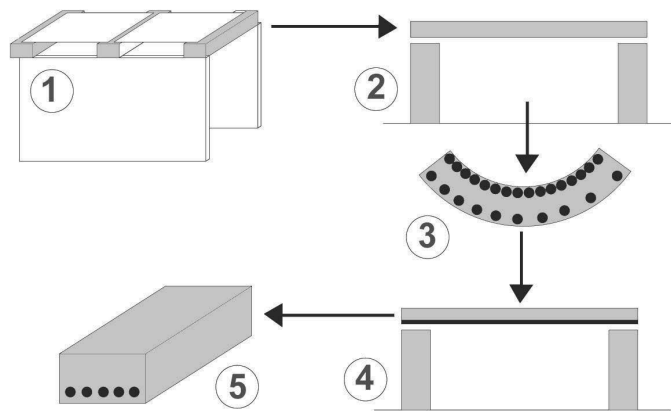
L.p.	Materiał	Gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Stal	7 850
2	Beton	2 500
3	Szkło	2 400
4	Piasek	1 800
5	Drewno dębowe	710

### PYTANIE 3. JAK DZIAŁA BELKA ŻELBETOWA?

Beton zbrojony – czyli żelbet – jest to materiał konstrukcyjny, który łączy w sobie właściwości stali i betonu. Belka żelbetowa jest zbudowana w następujący sposób: cały element wykonuje się z betonu, który doskonale radzi sobie z przenoszeniem sił ściskających, natomiast w miejscach, w których działa siła rozciągająca stosuje się stalowe pręty. Dzięki takiemu podziałowi elementy żelbetowe dobrze sprawdzają się pod wpływem sił ściskania oraz rozciągania.

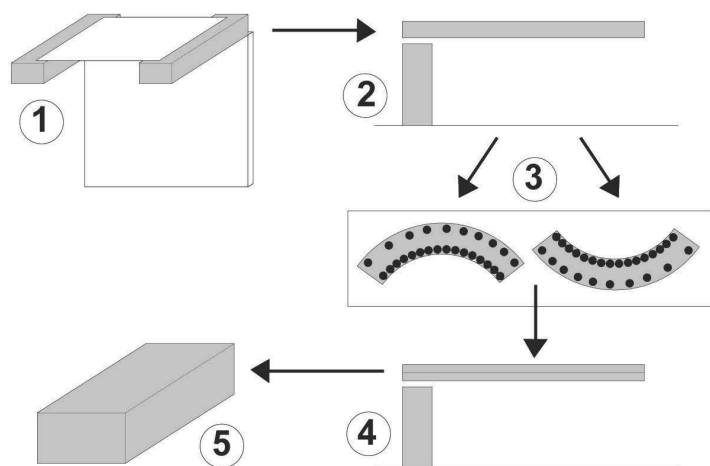
Przeanalizuj schemat poniżej, żeby zrozumieć, jak działają belki żelbetowe.

1. Schemat rozmieszczenia belek żelbetowych – belki oparte są na ścianach, a na belkach ułożona jest podłoga.
2. Belka żelbetowa w przekroju podłużnym (bez zaznaczonej części rozciąganej i ściskanej).
3. Kiedy belka podparta jest na obydwu końcach i działa na nią siła przyłożona z góry belka jest zginana – górna część ulega ściśnięciu, a dolna się rozciąga.
4. Belka żelbetowa w przekroju podłużnym z zaznaczoną strefą rozciąganą – to w niej umieszczamy pręty stalowe.
5. Belka żelbetowa w przekroju poprzecznym. Na schemacie widzisz stalowe pręty w dolnej części belki.



**ZADANIE.** Wiesz już, jak działa belka żelbetowa podparta na dwóch końcach. Zastanów się, jak zachowa się wspornik żelbetowy – belka przytwierdzona do ściany tylko na jednym końcu (wspornikiem jest np. trampolina basenowa lub balkon). Przeanalizuj schemat poniżej, a następnie określ strefę rozciąganą oraz ściskaną i wrysuj metalowe pręty.

1. Belka wspornikowa, widzisz ją w perspektywie.
2. Belka wspornikowa, widzisz ją w przekroju podłużnym.
3. Zastanów się w jaki sposób belka wygnie się, jeśli ją obciążymy (tylko jedna wersja jest poprawna).
4. Określ strefę rozciąganą: dół czy góra belki?
5. Sam wrysuj stalowe pręty. W której części będą?

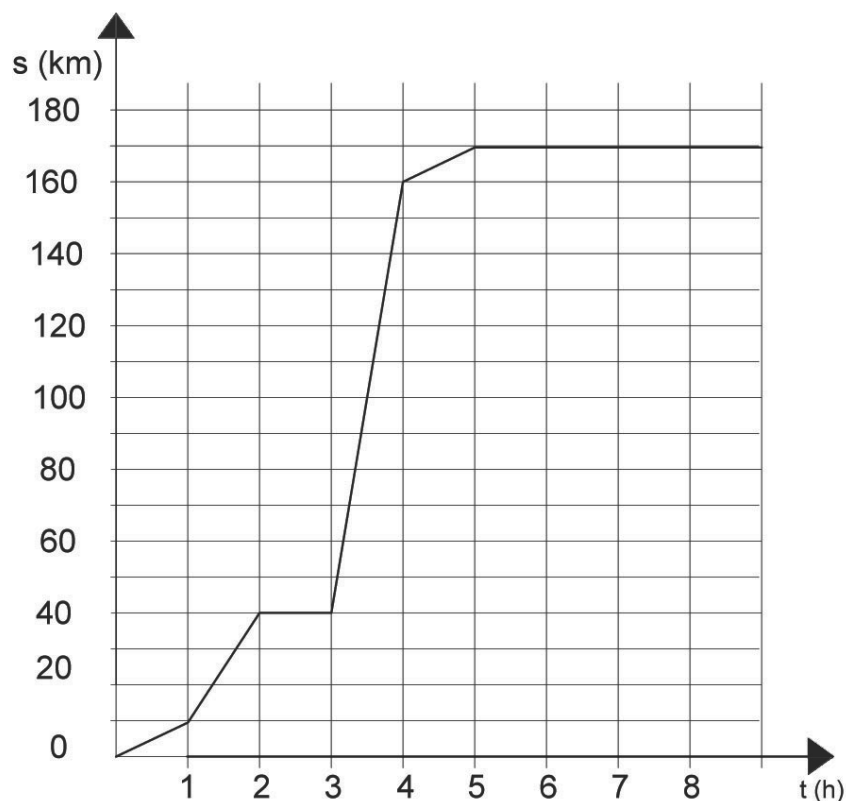


**Odpowiedź:**

Siły działające na wspornik rozkładają się inaczej, niż w belce podpartej na obu końcach. Górna część wspornika jest rozciągana, natomiast dolna – ściskana. Zatem zbrojenie – stalowe pręty – powinno zostać umieszczone w górnej części belki.

## PYTANIE 4. Czy marzenie o szklanych domach spełniło się?

**ZADANIE.** Julia mieszka w niewielkiej francuskiej miejscowości Yvetot, z której wyruszyła w podróż do Paryża. Celem jej wyprawy była dzielnica biznesowa La Defense. Julię pasjonują wieżowce i ich szklane fasady. Podróżowała następującymi środkami komunikacji: pieszo, rowerem oraz pociągiem. Przeanalizuj wykres i określ, jakimi z wymienionych środków komunikacji poruszała się Julia i w jakim okresie czasu? Umieść określić, kiedy Julia osiągnęła cel wycieczki? Jaką odległość pokonała Julia z Yvetot do Paryża?



Marzenie o szklanych domach towarzyszyło budowniczym od wieków. Częściowo spełniło się ono w 1851 r., kiedy w Londynie powstał Kryształowy Pałac. Był to pierwszy budynek, który zbudowano jedynie z elementów prefabrykowanych, czyli wykonanych w fabryce i przywiezionych na budowę (żelazo i szkło).

Znaczny postęp w kształtowaniu szklanych konstrukcji przyniosła szklana ściana osłonowa o samonośnej konstrukcji, która pojawiła się w architekturze w latach 20. XX w. Ściany osłonowe to lekkie konstrukcje tworzące elewację budynku – w uproszczeniu możemy powiedzieć, że są one niezależnymi strukturami przyłożonymi do konstrukcji budynku. Ściany osłonowe przenoszą jedynie swój własny ciężar, nie są obciążone dodatkowymi elementami, a jednocześnie nie opierają się na konstrukcji budynku. Są one bardzo lekkie, dlatego głównym problemem dotyczącym szklanych elewacji jest wiatr.

Spektakularną konstrukcją jest szklany pawilon zaprojektowany przez niemieckich architektów: Jurgena Marquardta i Jorga Heibera. Pawilon powstał w niemieckiej miejscowości Reinbach. Jest to budynek, którego dach podtrzymują szklane słupy – szkło wykorzystane zostało jako materiał nośny – zatem marzenie o szklanych domach spełniło się.

### **Odpowiedź**

1. Pieszo – w pierwszej godzinie podróży poruszała się z prędkością 10km/h.
  2. Rower – w drugiej godzinie podróży poruszała się z prędkością 30 km/h.
  3. Postój – w trzeciej godzinie podróży Julia czekała na pociąg.
  4. Pociąg – w czwartej godzinie podróży poruszała się z prędkością 120 km/h.
  5. Pieszo – w piątej godzinie podróży 10 km/h.
  6. Postój – po pięciu godzinach podróży Julia osiągnęła cel.
- Julia pokonała odległość 170 km.

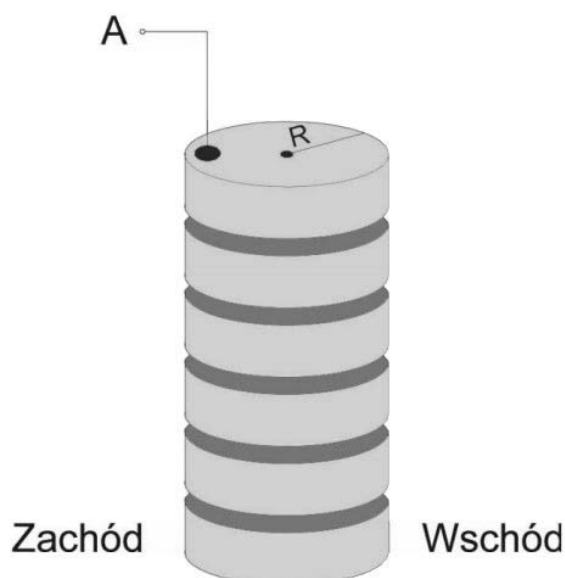
## PYTANIE 5. CZY RUCHOME BUDYNKI SĄ SZYBKIE?

**ZADANIE.** Na szkicu poniżej widzisz wieżowiec, którego każda kondygnacja może obracać się niezależnie od pozostałych wokół osi wieżowca. Takim budynkiem jest np. planowany Dynamic Tower w Dubaju. Punktem A oznaczono salon jednego z mieszkań. O godzinie 20.00 mieszkańcy podziwiali zachód słońca, czy mieszkańcy zobaczą również wschód słońca o godzinie 7.00? W jakim położeniu o godzinie 7.00 będzie punkt A?

Wieżowiec obraza się zgodnie ze ruchem wskazówek zegara.

### Dane wejściowe

- promień,  $r = 10 \text{ m}$
- jednostajna prędkość obrotu wieżowca,  
 $v = 0,00872 \text{ m/s}$



Architektura XXI w. wykracza poza pojmowanie budynku jako nieruchomego tworu. Już wiesz, że konstrukcje mogą być szklane lub organiczne oraz że materiały budowlane mają różne właściwości. Możliwości techniczne i powiązanie architektury z mechaniką pozwalają na stworzenie ruchomych budynków.

Najbardziej spektakularną konstrukcją, która na razie pozostaje w fazie projektu, jest obrotowa wieża Dynamic Tower w Dubaju. Każde z jej pięter ma obracać się niezależnie od pozostałych na betonowym trzonie. Pełen obrót piętra ma być bardzo wolny, tak aby nie był on odczuwalny dla mieszkańców. Wieżowiec w Dubaju planowo ma mieć 420 m. wysokości.

W 2001 r. została ukończona budowa Suite Vollard w Brazylii. Budynek posiada 11 pięter, z których każde może się obracać w dowolną stronę. Ukończenie pełnego obrotu trwa godzinę. Istnieją również budynki, w których działają obrotowe restauracje, gdzie nie porusza się całe piętro budynku, ale wyłączanie podłoga wraz z wyposażeniem. Dzięki temu podczas jednego posiłku można podziwiać widoki całego miasta.

Przykładem niższym – bo jednokondygnacyjnym – jest duński Walking House. Jest to jednopokojowy dom o wysokości i szerokości 3,5 m, waży 1200 kg. Dom jest samowystarczalny – energię produkuje znajdująca się na dachu bateria słoneczna, woda pitna jest odzyskiwana z deszczówki. Dom posiada 6 nóg. Niestety ze względu na wagę budynku naukowcom nie udało się jeszcze rozwiązać problemu poruszania się przy tak dużym ciężarze. Zakładano, że Walking House będzie pokonywał 5 km w godzinę, na razie pokonuje on w tym czasie jedynie 60 m.

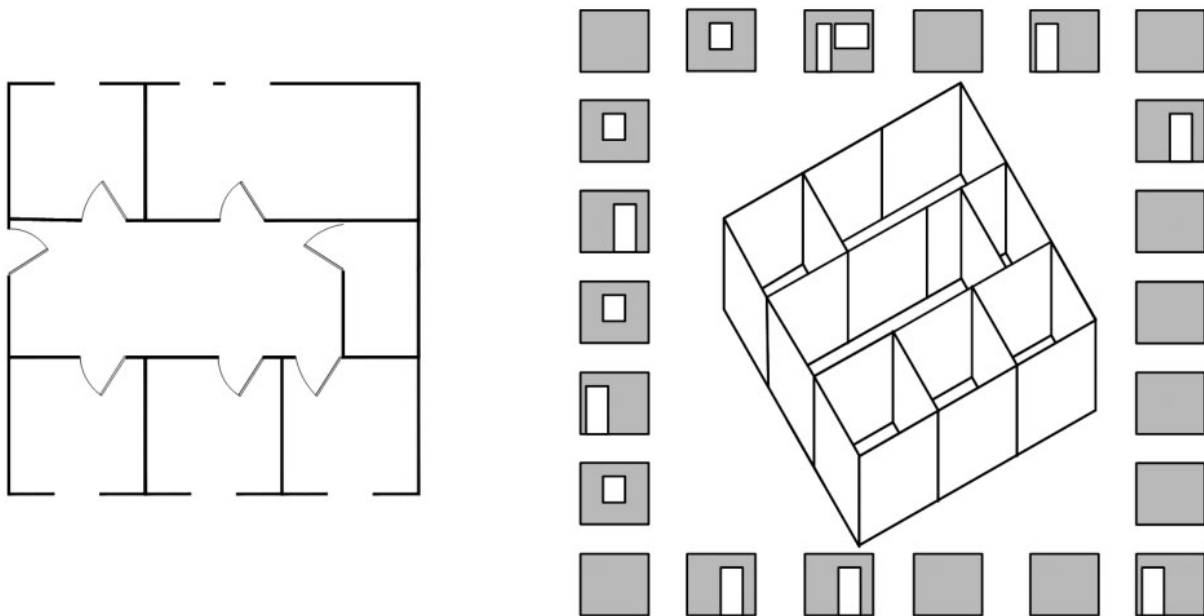
**Odpowiedź:**

Budynek robi jeden obrót w ciągu 2 godzin, zatem w ciągu 11 godzin kondygnacja wykona 5,5 obrotu. Mieszkańcy będą mogli obserwować wschód słońca ze swojego mieszkania.



## PYTANIE 6. O prefabrykacji. Jak produkcja wpłynęła na przestrzeń do mieszkania?

**ZADANIE.** Poniżej widzisz rzut oraz aksonometrię mieszkania wykonanego w technologii wielkiej płyty. Zapoznaj się z rzutem, zastanów się, gdzie są otwory wejściowe, drzwi oraz okna, a następnie dopasuj przedstawione wzory płyt do odpowiednich miejsc.

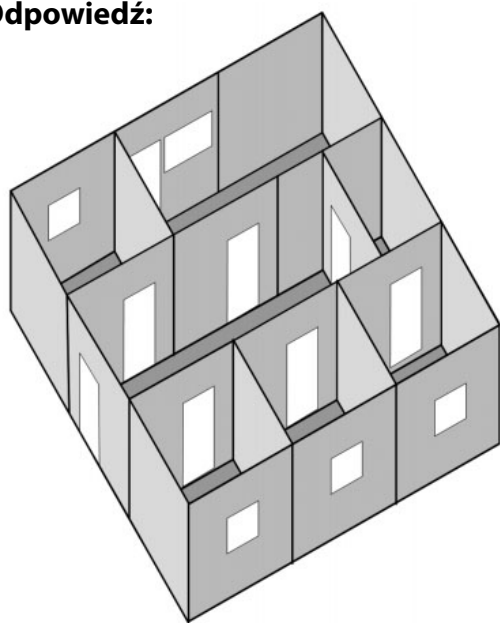


Pod pojęciem prefabrykacji rozumie się wyrób wielkogabarytowych elementów konstrukcyjnych w fabrykach. Po przywiezieniu na budowę można łatwo je ze sobą połączyć. Jeśli w budynku używa się wielu powtarzalnych elementów, zastosowanie prefabrykacji ma wiele plusów – produkcja takich samych elementów w fabryce teoretycznie pozwala osiągnąć większą dokładność, a wykonanie projektu jest tańsze i szybsze. Po II Wojnie Światowej Europa borykała się z problemem braku mieszkań – rozwiązanie przyniosły osiągnięcia rewolucji przemysłowej związane z uprzemysłowieniem budownictwa. Prefabrykacja wielkiej płyty była tanim rozwiązaniem, które pozwoliło szybko i tanio oddawać do użytku nowe bloki. Aby skrócić czas transportu, organizowano wytwórnie poligonowe, czyli takie, które pracowały w pobliżu miejsca budowy.

Prefabrykowane domy utożsamiane były z nowoczesnością. Mieszkańcy mogli korzystać z kuchенок gazowych, centralnego ogrzewania, posiadali również własne toalety – na tle przedwojennych kamienic był to naprawdę wysoki standard.

Niestety ze względu na ograniczenia kosztów oraz pośpiech w trakcie produkcji oraz budowy często zdarzało się, że jakość wykonania pozostawiała wiele do życzenia. Kolejnym rozwiązaniem, które pozwalało zmniejszyć koszty, było ograniczenie liczby produkowanych elementów. W ten sposób w całym kraju powstawały takie same domy. Przestrzeń do mieszkania została zunifikowana – w różnych miastach w takich samych budynkach mieszkaly różne rodziny. Bez względu na okolicę, sąsiedztwo czy nasłonecznienie. Z tych powodów systemy wielkiej płyty – mimo że teoretycznie mają wiele zalet – nie cieszą się dobrą opinią.

**Odpowiedź:**



## PYTANIE 7. CO TO JEST DEKONSTRUKTYWIZM?

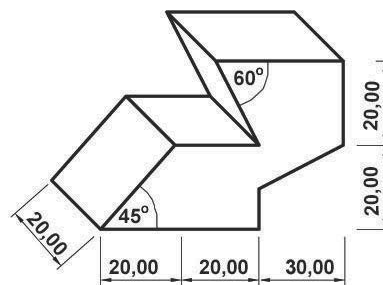
**ZADANIE.** Przyjrzyj się bryle narysowanej w aksonometrii. Wpisuje się ona w nurt dekonstruktywizmu, o którym przeczytasz więcej w tekście poniżej. Czy umiesz narysować jej widok z przodu, z góry i z boku?

Widok z przodu

Widok z boku

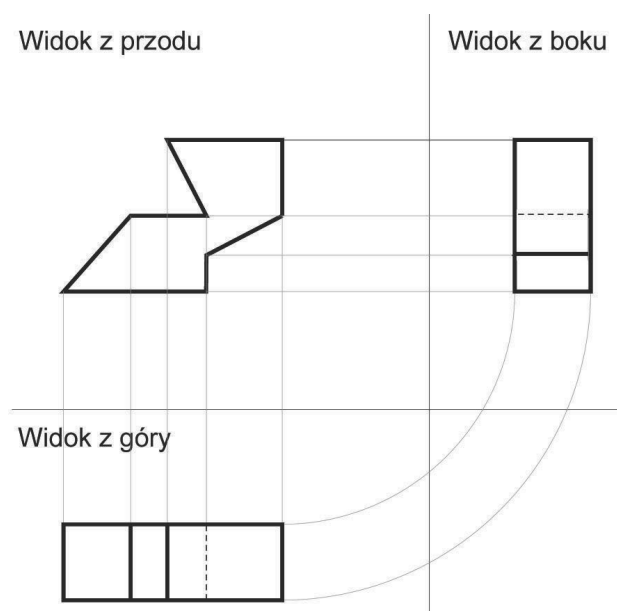
Widok z góry

Aksonometria



Istnieje w architekturze nurt zwany **dekonstruktywizmem**. Przedstawicielami tego trendu są m.in. Daniel Libeskind i Frank Gehry. Budynki dekonstruktywistyczne sprawiają wrażenie złożonych z niepasujących do siebie brył. Ich konstrukcja pozornie zaprzecza logice. Budynki te mają zaburzone proporcje, przesunięte elementy. Cechują się nieprzewidywalnością i kontrolowanym chaosem. Realna konstrukcja ukryta jest wewnątrz budynku, w wielu przypadkach jest ona tradycyjna, a zewnętrzna forma jest jedynie dodatkiem.

**Odpowiedź:**

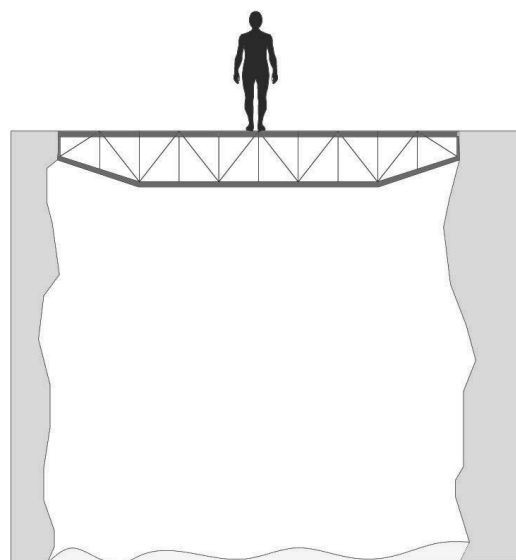


## PYTANIE 8. Co wpływa na konstrukcję mostu?

**Zadanie.** Miłośnicy skoków bungee poszukują nieczynnych mostów i wiaduktów, z których można skoczyć. Jednym z takich miejsc nich jest most kratownicowy nad Kanałem Korynckim w Grecji.

Most znajduje się na wysokości  $s = 79$  m.

Mężczyzna, który stoi na moście, planuje wykonać skok. Jaką prędkość będzie miał w momencie, kiedy dotknie wody (pomijamy opór powietrza)?



Mosty towarzyszą ludziom od początku ich istnienia – były niezbędne, aby móc pokonywać naturalne przeszkody i poznawać nowe tereny. Pierwsze mosty stanowiły splątane liny lub zwalone drzewa. Stopniowo, wraz z rozwojem możliwości konstrukcyjnych, mosty były coraz dłuższe i spektakularne, aż do momentu, kiedy to kolejne, coraz ciekawsze konstrukcje mostów zaczęły przesuwać granice możliwości budownictwa. Często zdarzało się tak, że nowe osiągnięcia inżynierii najpierw pojawiały się w mostach, a dopiero za jakiś czas znajdowały zastosowanie w innych dziedzinach budownictwa.

Pierwszą wielką rewolucją w rozwoju mostów było stworzenie w starożytnym Rzymie konstrukcji łukowej, która pozwalała układać kamienie w kształt łuku. W ten sposób były one ściskane, a wiesz już z poprzednich stron, że kamień ma dużą wytrzymałość na ścisk. Kolejnym krokiem milowym w budowaniu mostów było zastosowanie w XVIII w. żeliwa (czyli stopu żelaza i węgla). Pierwszym żeliwnym mostem był Iron Bridge w Anglii.

Dziedziną nauki, która silnie rozwijała się w XVIII i XIX w., a jej rozwój wpłynął na możliwości konstrukcyjne, była metalurgia. Tworzenie coraz to nowszych gatunków stali oraz nowe pomysły projektantów pozwalały na ciągłe przesuwanie granic możliwości w budowaniu mostów.

Każdy most możemy podzielić na przęsła, czyli fragmenty znajdujące się pomiędzy podporemami. Most może mieć jedno przęsło (tak jak most na rysunku w zadaniu) lub kilka (jeśli np. słupy pośrednie znajdują się w wodzie). Budowa pojedynczego, długiego przęsła to duże wyzwanie dla inżynierów. Obecnie rekordzistami w tej kategorii są Japończycy którzy stworzyli most Akashi-Kaikyo. Długość głównego przęsła wynosi aż 1 991 m.

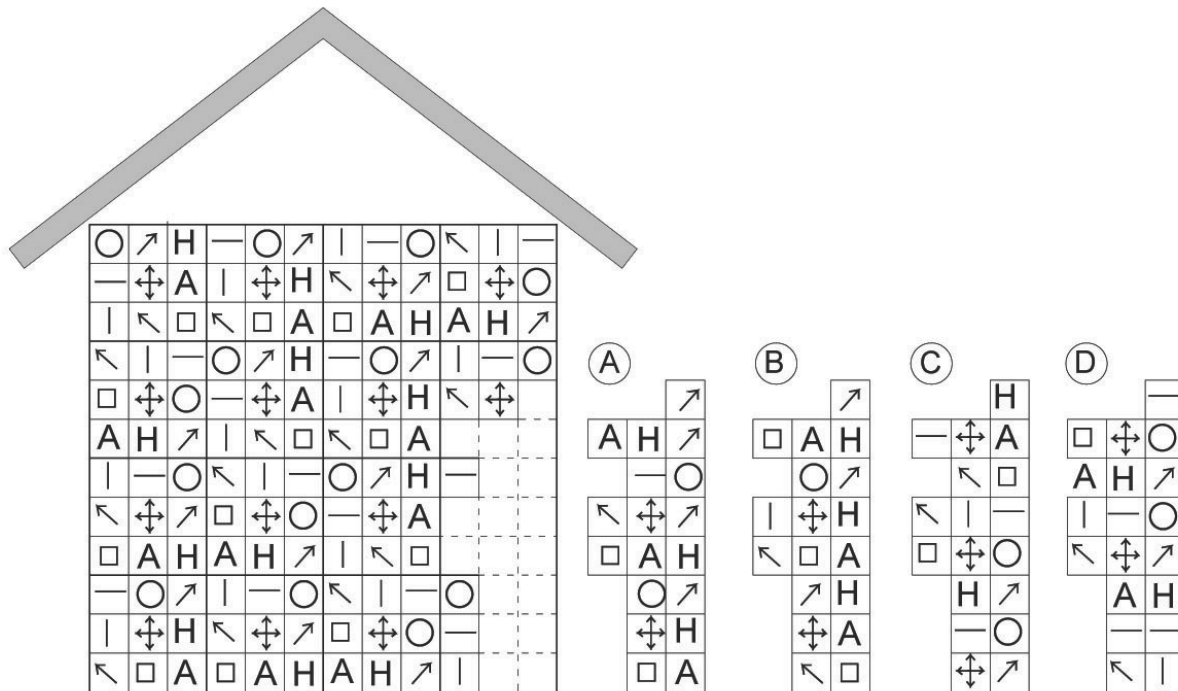
Oznacza to, że prawie dwa kilometry drogi „wiszą” między dwoma podporami.

**Odpowiedź:**

Prędkość wynosi 39,37 m/s

## PYTANIE 9. Jak ochronić budynki przed ogniem?

**Zadanie.** Poniżej widzisz budynek, którego fragment elewacji spłonął. Czy umiesz ją odtworzyć w oparciu o schemat, w jaki układają się poszczególne figury?



Ogień jest jednym z największych zagrożeń dla konstrukcji budowlanych. O ile mury czy beton w naturalny sposób są bardzo odporne na działanie wysokiej temperatury i płomieni, o tyle stal czy drewno są na nie bardzo podatne. W przypadku stali podstawowym problemem nie są same płomienie (które np. spalają drewno) lecz temperatura. Podczas pożaru może ona wynosić od 800 do 1600°C, co może sprawić, że stal się stopi. Wraz ze wzrostem temperatury znacząco zaczyna się również zmniejszać wytrzymałość oraz sztywność konstrukcji. Elementy stalowe nagrzewają się bardzo szybko. Badania pokazują, że czas, w którym elementy stalowe nagrzewają się do temperatury krytycznej (czyli takiej, przy której całkowicie tracą swoją nośność), wynosi od kilku do kilkunastu minut. Taki okres czasu nie wystarczy, aby bezpiecznie ewakuować ludzi z płonącego budynku, dlatego konieczne jest zabezpieczenie konstrukcji. Dobrym środkiem zabezpieczającym dla stali jest beton. W przypadku żelbetu pręty stalowe zatopione są w betonie – projektant musi więc zadbać o jego odpowiednią grubość. Innym zabezpieczeniem jest wykonanie osłon izolacyjnych, czyli zabudowanie stali elementami odpornymi na ogień lub poprzez malowanie specjalnymi farbami, które po podgrzaniu zamieniają się w piankę termoizolacyjną.

**Odpowiedź: B**



## PYTANIE 10. Czy budynek może być inteligentny?

**Zadanie.** Dzięki systemowi oprogramowania budynek inteligentny sam jest w stanie reagować na różnego rodzaju bodźce. Samo oprogramowanie natomiast opiera się przede wszystkim na matematyce. Odnajdź na poniższej tablicy kolejne liczby pierwsze.

12	11	13	17	49	75
4	7	15	19	51	72
3	5	24	23	52	70
2	32	31	29	55	68
35	33	37	30	57	66
39	42	41	53	59	61
44	45	43	47	60	63

Pojęcie inteligentnego budynku stosowane jest w kontekście obiektu, który posiada zintegrowany system zarządzania nazywany BMS (*Building Management System*). Budynek inteligentny sam reaguje na bodźce zewnętrzne, np. włączy klimatyzację, kiedy temperatura jest za wysoka, lub zamknie żaluzje, kiedy jest za jasno. Aby stworzyć użyteczny system BMS, niezbędna jest współpraca specjalistów wielu branż, których urządzenia i instalacje są monitorowane. Po połączeniu wszystkich instalacji w jedną sieć konieczna jest jeszcze praca programistów, którzy tworzą spójny system zarządzany jednym komputerem.

Możliwości systemów są bardzo duże. W przypadku budynków biurowych najczęściej kontrolowane są następujące instalacje:

- **Zasilająca** – odpowiada za monitorowanie zużycia energii. W przypadku awarii prądu system automatycznie włączy awaryjne systemy zasilania.
- **Oświetleniowa** – odpowiada za automatyczne wyłączenie światła po wyjściu pracowników i uruchamianie światła tylko w miejscach, gdzie ktoś aktualnie pracuje.
- **Wentylacja, klimatyzacja i ogrzewanie** – odpowiada za automatyczną regulację temperatury zależnie od temperatury zewnętrznej i nasłonecznienia oraz wyłączenie klimatyzacji po opuszczeniu pomieszczenia przez pracowników.

Również w budynkach uprawnych lub hodowlanych kontroluje się środowisko, m.in. temperaturę, wilgotność powietrza i ilość docierającego światła słonecznego.

W zautomatyzowanych budynkach magazynowych, w których odpowiednio sterowane roboty same rozwożą ładunki, również system komputerowy steruje ich pracą. Mimo że budynek inteligentny jest w stanie radzić sobie z wieloma kwestiami, warto się zastanowić, czy jest w stanie zastąpić człowieka?

**Odpowiedź:**

Kolejne liczby pierwsze: 2 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61

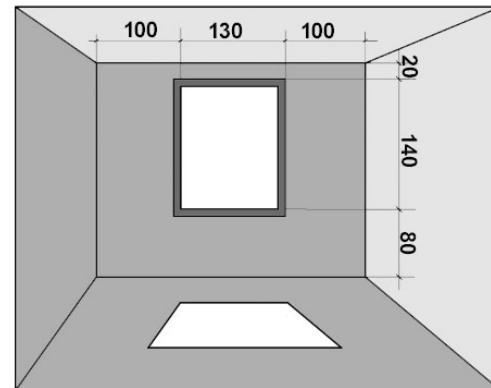
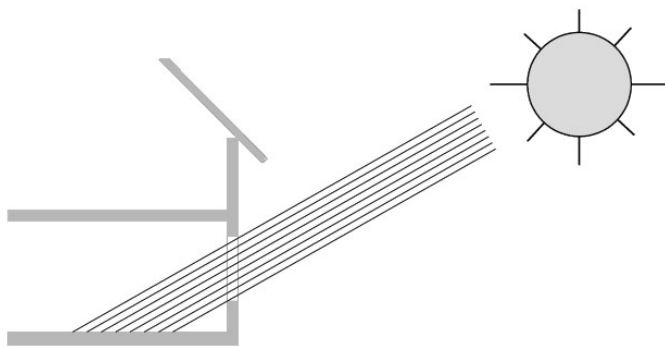
## PYTANIE 11. Dlaczego szkło jest wyjątkowym materiałem budowlanym?

**Zadanie.** Oświetlenie jest bardzo ważnym aspektem przy projektowaniu budynków. Przepisy budowlane określają, ile światła naturalnego należy zapewnić pomieszczeniom.

Na obrazku poniżej widzisz promienie słoneczne wpadające do wnętrza pokoju. Padają one pod kątem  $30^\circ$ .

Na ścianie widzisz okno.

Oblicz powierzchnię, na którą pada słońce, znając kąt padania promieni słonecznych.



Szkło wykorzystywane jest w budownictwie od bardzo dawna, przede wszystkim ze względu na przepuszczalność światła i energii słonecznej. Jednocześnie ma niski współczynnik przewodności cieplnej, czyli jest dobrym izolatorem – był to pierwszy materiał, który mógł być stosowany do budowania przezroczystych przegród (szyb). Dzięki rozwojowi nauki i technologii szkło, które przez wieki było używane w budownictwie wyłącznie w jednym celu, zyskuje nowe funkcje: może być ścianą lub nawet materiałem konstrukcyjnym. Z każdym badaniem naukowym poznajemy lepiej właściwości samego szkła, tworzymy jego nowe formy, a także odkrywamy mieszanki modyfikujące jego właściwości lub nawet materiały, które choć nie są szkłem, ale mogą je zastępować. Dzięki udoskonalonym metodom produkcji tafle są coraz bardziej płaskie i równomierne, a technologia tworzenia szyb zespolonych (czyli kilku połączonych ze sobą szczelnie tafli szkła) sprawiła, że okna są szczelniejsze i lepiej chronią przed przenikaniem zimna. Tafle szkła można też pokrywać dodatkowymi warstwami, które mogą sprawić, że szkło staje się ognioodporne.

Szczególnym przypadkiem są szyby kuloodporne. Zależnie od tego, jaki pocisk są w stanie zatrzymać, dzieli się je na różne klasy. O ile w przypadku najniższych klas stosuje się szkło laminowane (czyli kilka warstw szkła sklejonych ze sobą foliami), o tyle w przypadku klas wyższych samo szkło nie jest w stanie sprostać wymogom. W takich wypadkach stosuje się nowsze materiały, które zachowują wysoką przepuszczalność światła, np. poliwęglany lub akryl, a w przypadku najwyższych wymogów tlenoazotek glinu – czyli pochodną aluminium.

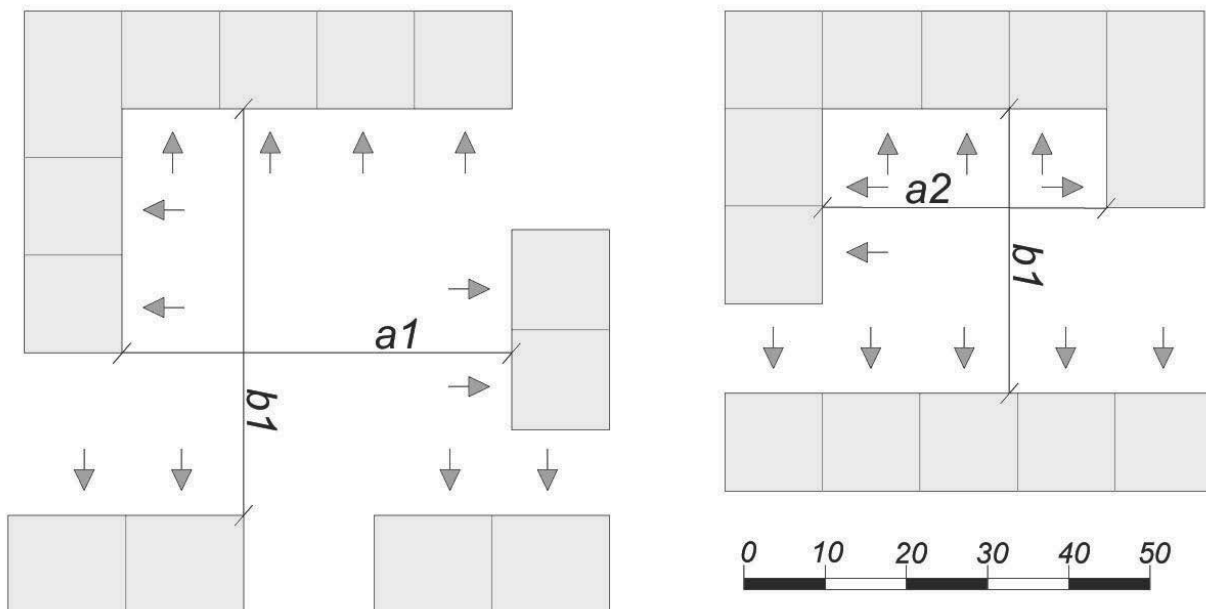
**Odpowiedź:**

Powierzchnia oświetlona to  $3,15 \text{ m}^2$

## Pytanie 12. Od czego zależy, czy poznam mojego sąsiada?

Na postawione wyżej pytanie pośrednio odpowiedź dają nam takie nauki, jak socjologia miasta oraz urbanistyka. Badania dotyczące relacji między mieszkańcami na osiedlu ożywiły się szczególnie w II połowie XX w., kiedy miasta diametralnie się zmieniały, a coraz większa liczba mieszkańców wprowadzała się na nowe, nieznane dotąd, olbrzymie osiedla z wielkiej płyty. Socjologów zaciękało, czy człowiek w nowej, innej przestrzeni będzie umiał nawiązać sąsiedzkie relacje. Okazało się, że bez względu na środowisko zamieszkania człowiek pragnie kontaktu z innymi. Jednak żeby mógł spotkać się z sąsiadami, potrzebna jest odpowiednia przestrzeń – tu przechodzimy do kluczowej roli, jaką pełni urbanistyka. Poprawnie zaprojektowane osiedle mieszkaniowe sprzyja stworzeniu grupowych stosunków międzyludzkich. Ważnym jest, żeby spełnione zostały określone warunki. Po pierwsze, ilość rodzin mieszkających na osiedlu powinna mieścić się w przedziale 20–150. Taką liczbę osób człowiek jest w stanie wizualnie zapamiętać, a co za tym idzie – wie kto jest mieszkańcem jego osiedla, a kto osobą z zewnątrz. Taka wiedza daje poczucie bezpieczeństwa. Na osiedlu powinny znajdować się obiekty wspólne – np. place zabaw – dające możliwość spotkania się „u nas” oraz elementy charakterystyczne, szczególnie dla mieszkańców osiedla. Bardzo ważnym elementem sprzyjającym integracji mieszkańców jest przestrzeń między budynkami.

**Zadanie.** Przy pomocy podziałki liniowej (w prawym dolnym rogu rysunku) określ wielkość placu między budynkami, podając wartość  $a_1$ ,  $a_2$  oraz  $b_1$ ,  $b_2$ .



**Odpowiedź:**

50 x 50 do 35 x 35

## PYTANIE 13. Stal – Iron Man Architektury ?

**Jak powstaje stal?** Stal jest stopem żelaza i węgla. Jej produkcja w dużym uproszczeniu wygląda następująco – rudę żelaza (czyli skamielinę zawierającą żelazo) topi się w olbrzymich piecach w wysokiej temperaturze i oczyszcza, a następnie łączy z węglem oraz z niewielką domieszką innych metali (każdy z dodatkowych metali daje stali inne właściwości), tworząc w ten sposób staliwo. Aby ze staliwa powstała stal, konieczny jest jeszcze proces obróbki plastycznej, czyli wywieranie na metal dużego nacisku – takimi procesami są m.in. walcowanie, kucie czy ciągnięcie.

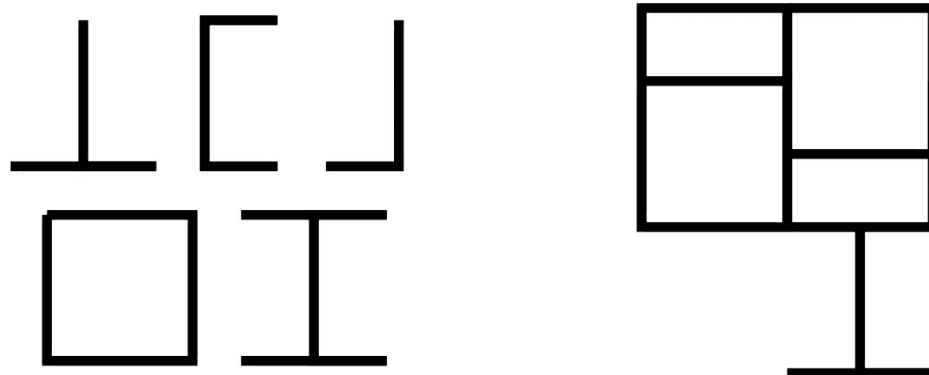
Belki, które mają zastosowanie w budownictwie, tworzy się głównie w procesie walcowania. Polega on na tym, że przygotowany wcześniej kawałek stali przepuszczany jest pomiędzy potężnymi obracającymi się elementami (walcami, tarczami, rolkami). Za każdym takim przepuszczeniem kształt zmienia się bardzo nieznacznie, a proces powtarzany jest wielokrotnie i za każdym razem przy zastosowaniu coraz ciaśniej ułożonych elementów – aż do osiągnięcia pożądanej formy. W ten sposób produkuje się blachy, dwuteowniki, kątowniki, szyny czy rury.

Poprzednikiem stali w budownictwie jest żeliwo, czyli stop bardzo podobny, jednak posiadający większą domieszkę węgla. O ile w przypadku stali wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie są niemal identyczne, w przypadku żeliwa występuje duża dysproporcja. Wytrzymałość żeliwa na ściskanie jest ponad 4-krotnie większa niż na rozciąganie. Pomimo tego wytrzymałość żeliwa na rozciąganie jest wielokrotnie większa niż betonu czy kamienia. Pierwszą istotną konstrukcją wykonaną z żeliwa był most Iron Bridge w Wielkiej Brytanii, którego budowę ukończono w 1779 r.

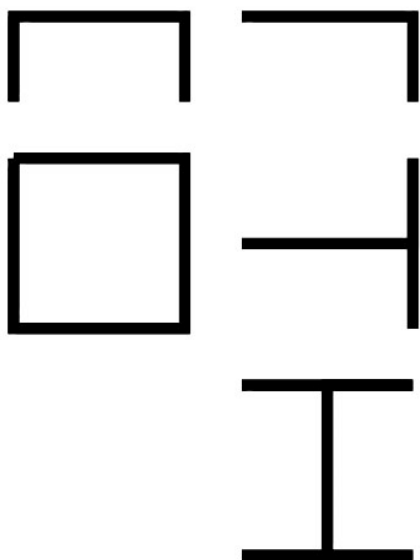
Powszechne stosowanie stali w budownictwie rozpoczęło się w połowie XIX w., a jedną z pierwszych istotnych konstrukcji z wykorzystaniem stali był most kolejowy Forth Bridge w Szkocji, którego budowa zakończyła się w 1890 r. Późniejszy postęp w budowie konstrukcji stalowych jest bardziej związany z rozwojem teorii obliczeniowych oraz użyciem komputera jako narzędzia projektanta niż z istotnymi innowacjami w produkcji stali.

Stal jest obecnie najbardziej wytrzymałym materiałem konstrukcyjnym powszechnie wykorzystywanym w budownictwie. Jej dodatkowym atutem są duże możliwości prefabrykacji, dzięki czemu budowa może postępować o wiele szybciej, niż w przypadku innych materiałów budowlanych.

**Zadanie.** Z lewej strony widzisz przekroje belek stalowych. Mają różne kształty, od lewej: teownik – jak litera T, ceownik – jak litera C; kątownik – jak litera L; rura kwadratowa, dwuteownik – jak dwie połączone litery T. Spróbuj ułożyć z nich kształt, który widzisz z prawej strony. Każdego elementu możesz użyć tylko raz.



**Odpowiedź:**





## PYTANIE 14. Co to jest kratownica?

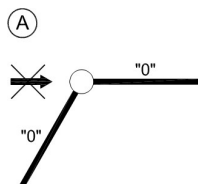
Ambicja każdego projektanta nakazuje mu, aby każda kolejna konstrukcja była trudniejsza i bardziej spektakularna od poprzedniej. Do pewnego momentu jest to dosyć proste – niezależnie od tego, czy tworzymy z drewna, betonu czy stali, wystarczy zastosować większe elementy – wyższe belki lub szersze słupy.

W pewnym momencie jednak docieramy do granic możliwości danej technologii. W przypadku konstrukcji drewnianej są to możliwości natury – każdy drewniany element jest wycinany z pnia drzewa. Stosując elementy stalowe takiego limitu nie ma, ale huty nie mogą tworzyć elementów o nieograniczonych wymiarach, a wraz ze wzrostem rozmiarów przekroju szybko rośnie też jego masa, co skutecznie niweluje wzrost nośności.

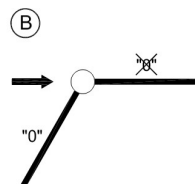
W takich sytuacjach projektant musi wykazać się większą kreatywnością i mądrze zaplanować wygląd i zasadę działania konstrukcji. Jednym z pierwszych pomysłów było zastosowanie kratownic, których używano już w czasach antycznych przy konstruowaniu dachów. Kratownica (jej schemat możesz zobaczyć poniżej) zbudowana jest z wielu pojedynczych prętów połączonych między sobą. Najczęściej są to dwa poziome pasy (górny i dolny), pionowe słupki i ukośne krzyżulce.

Jak wiemy z wcześniejszego zagadnienia dotyczącego zginanej belki żelbetowej, przy działaniu siły zginającej część elementu jest rozciągana, a część ściskana. Kratownica działa tak, jak gdyby była bardzo dużą belką, z której wycięto te fragmenty, na które nie działają żadne siły. Na każdy z prętów działa tylko siła osiowa – ściskająca lub rozciągająca. Najczęściej pas dolny jest rozciągany, a pas górny ściskany, słupki i krzyżulce mogą być obciążone na obydwa sposoby. Część elementów może być też „zerowa” – czyli nie działa na nie żadna siła, czasem są one jednak niezbędne, ponieważ wspomagają pracę innych prętów. Są trzy sytuacje, w których zawsze wiemy, że dany pręt jest zerowy.

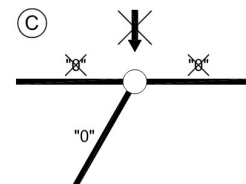
A – w danym węźle schodzą się dwa pręty i nie działa na niego siła z zewnątrz – obydwa pręty są zerowe.



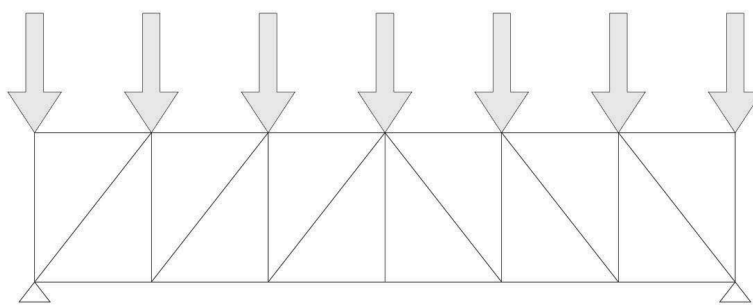
B – w danym węźle schodzą się dwa pręty i działa na niego siła z zewnątrz równoległa do jednego z prętów – drugi z prętów jest zerowy.



C – w węźle schodzą się trzy pręty, z których dwa są równoległe, i nie działa na niego siła z zewnątrz – trzeci z prętów jest zerowy.

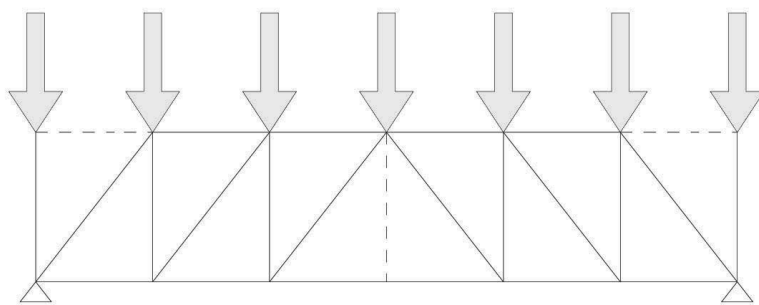


**Zadanie.** Przyjrzyj się kratownicy na rysunku. Czy umiesz określić pręty zerowe?



**Odpowiedź:**

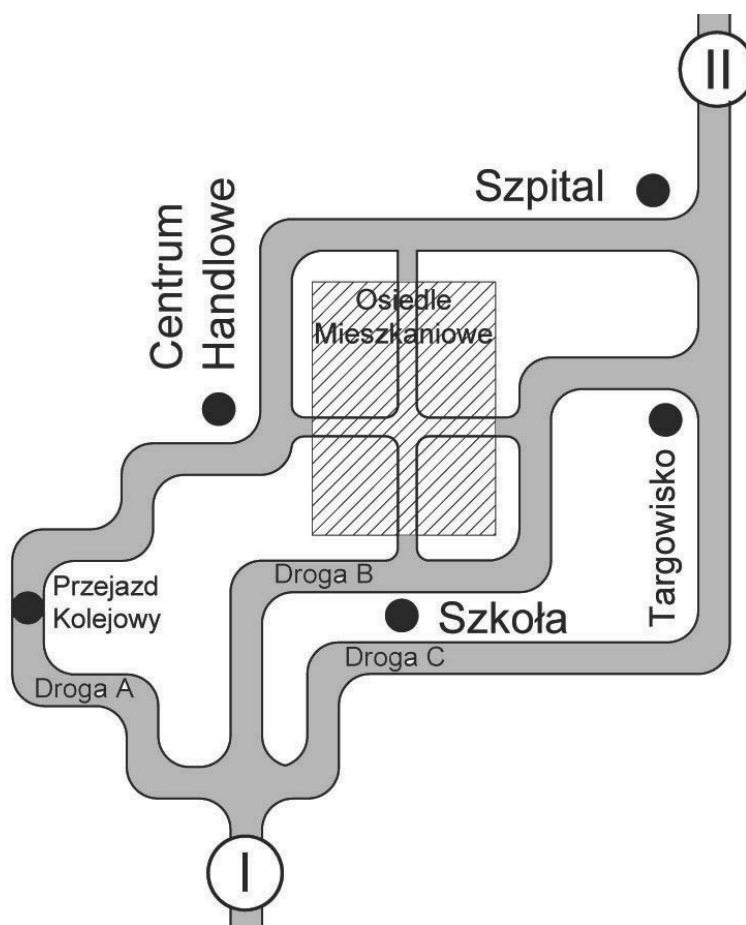
Linia przerywaną zaznaczono pręty zerowe.



## PYTANIE 15: Czy miasto może być sprytne?

Wiesz już, że budynek może być inteligentny, ale czy takie samo może być miasto? Istnieje pojęcie *smart city/ inteligent city*, które można tłumaczyć, jako „sprytne/ inteligentne miasto”. Idea inteligentnego miasta polega na tym, że używając technologii informacyjno-komunikacyjnych miasto stara się ulepszyć jakość działania usług miejskich, zwiększyć znaczenie ekologii oraz poprawić współpracę z mieszkańcami. System tworzący *smart city* zazwyczaj składa się z wielu różnych aplikacji dotyczących różnych dziedzin życia miasta, takich jak: komunikacja miejska, organizacja transportu, oszczędność energii, bezpieczeństwo, ekologia czy służba zdrowia. Stworzenie takiego systemu jest – znowu – możliwe dzięki pracy programistów. Do najczęściej używanych aplikacji należą: informacje o pozycjach pojazdów i czasach przejazdu komunikacji miejskiej, informacja o tworzących się korkach i sterowanie sygnalizacją świetlną, zarządzanie informacją o dostępności wolnych miejsc parkingowych, sterowanie oświetleniem ulicznym zależnie od natężenia ruchu, monitoring miejski, kontrola zanieczyszczenia powietrza czy dostępność usług medycznych. Nie istnieją określone standardy dotyczące budowania tego typu systemu. W każdym mieście może on działać inaczej i mieć różne funkcje – zależnie od infrastruktury miejskiej i tego, jakie problemy są dla władz najpilniejsze, a jedynym ograniczeniem jest pomysłowość zarządców systemu i programistów.

**Zadanie.** Poruszasz się samochodem z punktu I do punktu II. Zastanów się nad tym, którą drogę nawigacja podpowie Ci jako najszybszą?



**Odpowiedź:**

Miasto jest żywym organizmem, nie tylko korki wpływają na płynność ruchu, ale i wiele innych czynników, jak np. funkcje budynków znajdujących się przy drodze. W okolicy centrów handlowych, czy targowisk ruch jest nasilony, co z pewnością ograniczy jego płynność. Ważnym elementem jest szkoła oraz zlokalizowane w centrum osiedle mieszkaniowe. Kilkaset dzieci będzie przechodziło przez ulicę. Najszybszą drogą wydaje się DROGA C. Osiedle mieszkaniowe zlokalizowane jest na północ od szkoły. Jediną funkcją generującą ruch jest targowisko.

## PYTANIE 16. Chemia w architekturze – czy możemy budować z plastiku?

Za ojca plastiku można uznać brytyjskiego chemika Aleksandra Parseka, który w połowie XVIII w. zaprezentował „parkesine” – pierwsze tworzywo sztuczne produkowane na skalę masową. Odkrycie chemicznych metod polimeryzacji miało istotne znaczenie dla wielu dziedzin naszego życia, w tym również pośrednio na to, jak mieszkamy.

Tworzywa sztuczne są bardzo szeroko wykorzystywane w budownictwie. Używa się ich m.in. jako elementów wykończenia wewnątrz (pokrycia podłóg, okładziny ścienne, elementy mebli), pokryć dachowych (folie, płyty), materiałów izolacyjnych (styropian, pianki, kity) czy części instalacji (rury wodociągowe i kanalizacyjne, izolacja przewodów elektrycznych).

Możliwe jest wyprodukowanie olbrzymiej ilości materiałów, które mogą mieć całkowicie różne właściwości fizyczne i chemiczne. Pomimo wielu zalet, jak np. odporność na warunki pogodowe, niewielki ciężar czy brak podatności na korozję, tworzywa sztuczne praktycznie nie są wykorzystywane jako materiał konstrukcyjny.

**Dlaczego na ulicach nie stoją plastikowe budynki?** Podstawową przeszkodą, która uniemożliwia zastosowanie plastiku jako materiału konstrukcyjnego, jest niska sprężystość (zdolność materiału do przyjęcia początkowej postaci po usunięciu działającej na niego siły). Tworzywa sztuczne o małej sprężystości po każdym obciążeniu (np. przejeździe samochodu przez „plastikowy” most) nie wróciłyby do swojego oryginalnego kształtu, ale zmieniałyby się jeszcze bardziej (most opadałby coraz niżej). Dopiero stworzenie kompozytów z włókien szklanych i węglowych (którym najbliższe do plastików, jakie znamy na co dzień) wyeliminowało ten problem. Kompozyty włóknowe pozwalają przenosić bardzo duże siły przy stosunkowo małym ciężarze, ale ze względu na wysokie koszty produkcji na pierwsze plastikowe budynki będziemy musieli jeszcze poczekać.

**Zadanie.** Poniżej znajdziesz krótki opis kilku tworzyw sztucznych często wykorzystywanych w budownictwie. Na podstawie podanych właściwości dopasuj w tabeli materiał do odpowiedniego dla niego zastosowania.

- A – PVC – niska ścieralność, odporny na uderzenia, łatwy w utrzymaniu czystości, wiele kolorów
- B – EPDM – nie przepuszcza wody, odporny na prom. UV i warunki atmosferyczne
- C – PMMA – duża przepuszczalność światła, odporny na prom. UV i czynniki atmosferyczne
- D – Polietylen (PE) – gładka powierzchnia, odporny na bakterie, grzyby i wiele zw. chemicznych
- E – PUR – mały współczynnik przewodzenia ciepła, niska odporność na prom. UV
- F – Corian – twardy, higieniczny i łatwy w czyszczeniu, odporny na wiele chemikaliów i plamy

Nr	Zastosowanie	Oznaczenie materiału
1	Materiał termoizolacyjny – ocieplanie budynków	
2	Przezroczyste zadaszenie i ekrany akustyczne	
3	Błaty i umywalnie w służbie zdrowia	
4	Rury wodociągowe	
5	Wykładziny podłogowe	
6	Membrany do pokryć dachów	

**Odpowiedź:**

1 – E, 2 – C, 3 – F, 4 – D, 5 – A, 6 – B.

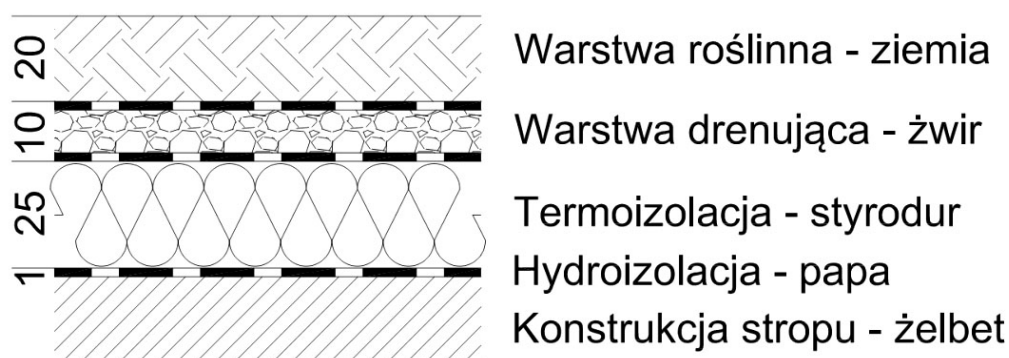
## PYTANIE 17. Botanika w architekturze, czyli zielone fasady

Jednym z antycznych siedmiu cudów świata są wiszące ogrody Semiramidy w Babilonie. Chęć łączenia zieleni oraz fasady budynków interesuje człowieka od zarania dziejów. Przez stulecia z problemem radzono sobie przez zabudowywanie miejsc do sadzenia roślin (swoistych donic) w ścianach i tarasach. Architektom i botanikom marzyło się jednak stworzenie prawdziwej zielonej, żyjącej fasady.

Prekursorem w tworzeniu zielonych fasad w XXI w. jest botanik Patrick Blanc. Strukturę nośną jego ogrodów stanowi metalowa rama, która łączy się z budynkiem i przenosi ciężar roślin. Do ramy przylegają sztywne płyty, a na nich z kolei umocowana jest podwójna warstwa włóknistej maty magazynującej wodę, w której rozwijają się korzenie roślin. Zielona ściana posiada system nawadniający, doprowadzający wodę do roślin. Rośliny z czasem wrastają w matę stanowiącą ich podłoże, tworząc zwartą całość, która integruje i scala sztukę budownictwa oraz sztukę natury. Rozwijane są też systemy budowy zielonych fasad z wykorzystaniem ziemi – albo znajdującej się w ukrytych donicach, albo układanej w pionowych panelach. Aby stworzyć wertykalne, pionowe ogrody, konieczna jest wiedza zarówno z dziedziny botaniki (rodzaj roślinności, nasłonecznienie, wiatr) jak również technologii oraz konstrukcji.

**Zadanie.** Wykorzystanie roślin w kształtowaniu bryły architektonicznej jest zabiegiem popularnym i lubianym wśród projektantów. Oprócz budowy zielonych fasad architekci często tworzą również zielone dachy. Odpowiednio projektując płaski dach budynku możliwy jest rozwój roślinności, co umożliwia stworzenie ogrodu nawet w samym środku gęsto zabudowanego centrum miasta. Niestety takie dachy są bardzo ciężkie i konstrukcja całego budynku musi być odpowiednio wzmocniona.

Pomóż projektantowi obliczyć całkowity ciężar wszystkich warstw leżących na konstrukcji dachu domu o wymiarach 10 x 12 m. Układ warstw, ich grubość oraz ciężary objętościowe podane są na rysunku i w tabeli poniżej.



Nr	Warstwa	Grubość [cm]	Ciężar objętościowy [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Ziemia	20	1 800
2	Żwir	10	1 500
3	Styrodur	25	40
4	Papa	1	1 100

**Odpowiedź:**

Ciężary kolejnych warstw w kg/m<sup>2</sup>:

1. ziemia  $1\ 800 \times 0,20 = 360$

2. żwir  $1\ 500 \times 0,10 = 150$

3. styrodur  $40 \times 0,25 = 10$

4. papa  $1\ 000 \times 0,01 = 10$

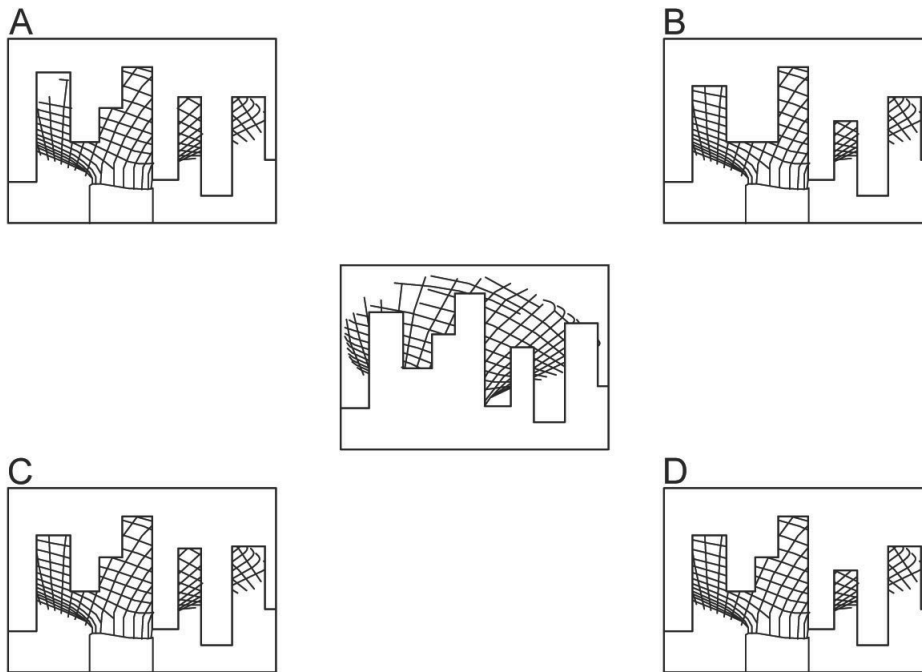
SUMA  $530 \text{ kg/m}^2$

Ciężar na cały dach –  $530 \times 10 \times 12 = \mathbf{63\ 600 \text{ kg}}$



## PYTANIE 18. Drewno vs. drewno klejone?

**Zadanie.** Poniżej widzisz fragment zadaszenia Plaza de la Encarnacion w Sewilli, projektu J. Mayer H. Architects. Który z obrazków A, B, C, D pasuje do środkowego fragmentu?



Drewno jest najstarszym materiałem budowlanym, którego z powodzeniem używano przez tysiąclecia, jednak w pewnym momencie pomysły architektów zaczęły przerastać jego możliwości konstrukcyjne. Wielkość pojedynczych drewnianych belek jest ograniczona. Projektanci, pomimo przeszkód technologicznych, wciąż chcieli jednak korzystać z drewna ze względu na jego naturalny charakter i wygląd. Rozwiązaniem problemu stało się osiągnięcie konstruktorów XX w. – drewno klejone. Pierwszy patent, który opisywał technologię drewna klejonego, został zarejestrowany w 1906 r. Opisywał on technologię porównywalną do dzisiejszych. Autorem patentu był Niemiec – Otto Hetzer.

Istota działania drewna klejonego jest prosta – zamiast szukać pojedynczego pnia, z którego dałoby się stworzyć dużą belkę, lepiej wykorzystać wiele stosunkowo cienkich desek, które można skleić, aby uzyskać pożądany rozmiar. Tak tworzonym belkom można nadać odpowiedni kształt, a ze względu na klejenie podłużne mogą osiągać długości wielokrotnie większe niż te z pojedynczego kawałka drewna (ze względu na ograniczenia w zakładach produkcji i transporcie zazwyczaj nie przekracza się długości 40 m). Drewno klejone warstwowo jest szeroko wykorzystywane w budownictwie niezależnie od rodzaju konstrukcji. Najczęściej używa się go przy budowaniu niewielkich mostów oraz zadaszeń – hal sportowych, basenów, trybun stadionów, terminali lotnisk czy kościołów.

Spis literatury:

1. Chmielewski Maciej, *Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast*, Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2010.
2. Coleman Peter, *Shopping Environments: Evolution, Planning and Design*, Architectural Press 2006.
3. Frei Otto, *Dachy wiszące: forma i konstrukcja*, tłum. Stanisław Janicki, Arkady 1959.
4. Józwick Anna, *Konstrukcyjna rola szkła w kształtowaniu architektury współczesnej*, „Czasopismo Techniczne – Architektura”, zeszyt 2-A, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2011 151-156.
5. Józwick Anna, *Rozwiązania konstrukcyjne w aspekcie nowych technologii szkła*, „Czasopismo Techniczne – Architektura”, zeszyt 4-A, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2007.
6. Kłopotowski Maciej, OW-T. Betonowy Potencjał, „Architecturae et Artibus”, nr 2, Białystok 2009, s. 31-38.
7. Rykaluk Kazimierz, *Konstrukcje stalowe – podstawy i elementy*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006.
8. Salvadori Mario, *Siła architektury: dlaczego budynki stoją*, tłum. Paweł Iwanowski, Murator 2001.
9. Sieczkowski Józef, Nejman Tadeusz, *Ustroje Budowlane*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
10. Solska Małgorzata *Architektura organiczna i bioniczna a nowoczesne technologie budowlane*, „Czasopismo Techniczne – Architektura”, zeszyt 2-A, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 2011, s.187-196.
11. Szulborski K., Pyrak S. *Mechanika Konstrukcji. Przykłady obliczeń*, Arkady 2004.
12. Wehle-Strzelecka Stanisława, *Relacje architektury i przyrody – wkład twórców modernizmu* [w:] *Modernizm w Europie. Modernizm w Gdyni. Architektura pierwszej połowy XX wieku i jej ochrona w Gdyni i w Europie*, Urząd Miasta Gdyni, 2011, s. 151-156.

**Odpowiedź: D**