

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246223 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442059**

(22) Data zgłoszenia: **2022.08.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.02.26 BUP 09/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.16 WUP 51/2024**

(51) MKP:

E01D 1/00 (2006.01)

E01D 19/00 (2006.01)

E04C 3/02 (2006.01)

E04B 1/19 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MACIEJ ZAWIDZKI, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Mariusz Kondrat, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Moduł, modułowy system do budowy struktur rurowych oraz sposób tworzenia struktur rurowych opartych na tym module

PL 246223 B1

Opis wynalazku

DZIEDZINA TECHNIKI

Przedmiotem wynalazku jest moduł, modułarny system do budowy struktur rurowych oraz sposób tworzenia struktur rurowych opartych na module, szczególnie do zastosowań w budownictwie, w konstrukcji mostów, ścieżek, kładek, korzystnie z prefabrykowanych uniwersalnych modułów i prefabrykowanych elementów łączeniowych.

STAN TECHNIKI

W konstrukcjach budowlanych dąży się do standaryzacji oraz uproszczenia konstrukcji, celem ograniczenia kosztów oraz czasu budowy. Wszelkie budowle, jeżeli wykonane są z prefabrykatów wcześniej przygotowanych, korzystnie w jak najmniejszej liczbie elementów, znacząco usprawniają proces budowy jak też koszty z tą budową związane. W XX wieku w budownictwie, również na terenie Polski, rozwinął się trend budownictwa tzw. „wielkiej płyty”, w którym z wcześniej przygotowywanych prefabrykatów budowano całe osiedla w satysfakcjonującym czasie.

Podobnie przebiega proces budowy różnego rodzaju rusztowań, mostów tymczasowych opartych np. na modułach pontonowych i pokrewnych. W dzisiejszym, szybko zmieniającym się świecie, zachodzi potrzeba budowy do przemieszczenia się pieszego, czy też w ruchu kołowym.

Konstrukcje takie powinny umożliwiać integrację z wcześniej wybudowanymi obiektami.

Z artykułu pt. „*Creating organic 3-dimensional structures tor pedestrian traffic with reconfigurable modular "Truss-Z"* Journal of Design & Nature and Ecodynamics, 8(1), pp. 61–87 z roku 2013 znana jest koncepcja systemu kratownicowego Truss-Z, który to system umożliwia tworzenie złożonych i konfigurowalnych sieci strukturalnych o określonej, charakterystycznej oraz organicznej estetyce. System składa się z dwóch modułowych jednostek służących do budowy głównej struktury kratownicy oraz pojedynczego modułu do konstrukcji nośnej. Podano przykład zastosowania systemu do tworzenia przejść dla pieszych, który pozwala na połączenie dowolnej liczby punktów w przestrzeni (terminali). Pozwala to również na tworzenie pętli i wielokrotnych rozgałęzień struktury.

Z publikacji **EP3230537B1** znana jest rama kratownicy do budowy konstrukcji pomostowej lub nośnej, w szczególności do budowy modułowego dźwigara kratownicowego do konstrukcji pomostowej lub nośnej na przykład kładki dla pieszych, i podobnych. Rama kratownicy składa się z kilku, odłączalnych części w postaci prętów wykonanych z metalu, w szczególności ze stali. Rama kratownicy składa się z co najmniej dwóch podłużnych elementów, z co najmniej dwóch równoległych belek i co najmniej jednego podłużnego elementu ukośnego, którego długość można regulować za pomocą zintegrowanych środków regulacji długości.

Z publikacji **US2007283659A1** znany jest system kratownicowy, który można szybko i łatwo montować w terenie, poprzez wzajemne połączenie paneli modułowych w celu utworzenia płaskich i skrzynkowych konstrukcji kratownic. System jest przeznaczony do stosowania w szerokim spektrum zastosowań w branży budowlanej i podobnych. Opisany jest panel składający się z metalowej rury lub równoważnej ramy trwale połączonej we wszystkich czterech rogach i jednoczęściowej siatki konstrukcyjnej, w którym są wycinane trójkątne lub łukowe wzory geometryczne w tłoczonej lub formowanej blasze lub podobnym materiale.

Z polskiego zgłoszenia patentowego **PL428406** znany jest modułarny system do tworzenia sztywnych struktur rurowych o dowolnym kształcie, który charakteryzuje się tym, że składa się z modułu zasadniczego stanowiącego ćwiartkę przekroju rurowego i będącego iloczynem bryły ograniczającej oraz profilu wstępnego, tworzących 10 punktów styków.

Z polskiego opisu patentowego **PL236119** znany jest modułarny system do tworzenia pochylni o dowolnym rzucie i o stałym stopniu nachylenia charakteryzujący się tym, że składa się z pochylni, elementów podporowych oraz barierek wewnętrznych i zewnętrznych, przy czym pochylnia ma kształt przestrzennego klina opisanego przez osiem punktów, cztery powyżej lub na płaszczyźnie XY:t1 t4 oraz ich lustrzane odbicia: b1, b4.

Żadne ze znanych w stanie techniki rozwiązań nie ujawnia modułu, na podstawie którego byłaby możliwość zbudowania struktury rurowej o dowolnym rozkładzie i przebiegu, zarówno w zakresie kierunków, jak też w zakresie budowy warstwowej i przestrzennej. Do realizacji tego celu w znanych rozwiązaniach potrzebne było użycie wielu różnych modułów, a sama logistyka zbudowania struktury rurowej była w przypadku takich realizacji bardzo utrudniona.

UJAWNIENIE WYNAŁAZKU

W świetle opisanego stanu techniki celem niniejszego wynalazku jest przewyższenie wskazanych niedogodności i dostarczenie jednego typu uniwersalnego modułu m , który umożliwia takie dopasowanie kolejnych montowanych ze sobą modułów m poprzez odpowiednie ich usytuowanie względem siebie tj. poprzez ich obroty w osi X , Y , Z , że poprzez łączenie odpowiednio ustawionych względem siebie uniwersalnych modułów m tworzy się modułarny system do budowy przestrzennych struktur rurowych o dowolnym rozkładzie i przebiegu, zarówno w zakresie kierunków, jak też w zakresie budowy warstwowej i przestrzennej ponadto zapewniający ciągłość podłogi w kanale wytworzonym przez połączenie kilku modułów tworzących wytworzoną z ich użyciem strukturę rurową.

Ponadto celem niniejszego wynalazku jest dostarczenie sposobu tworzenia struktur rurowych na podstawie takiego uniwersalnego modułu, zapewniających łatwy i szybki montaż, korzystnie o ciągłej podłodze.

Problemem technicznym rozwiązywanym przez wynalazek, jest taka konstrukcja geometryczna uniwersalnego modułu, z wykorzystaniem którego można tworzyć struktury rurowe o dowolnej konfiguracji w przestrzeni poprzez łączenie ze sobą kolejnych uniwersalnych modułów obróconych odpowiednio wokół własnych osi tak aby wyznaczyły zamierzony kierunek przestrzennej struktury rurowej, korzystnie zapewniały zwartą ciągłą podłogę w przestrzennej strukturze rurowej.

Oparty na uniwersalnym module system modułarny w odróżnieniu od wcześniej znanych modułów brylowych umożliwia prowadzenie dowolnych struktur rurowych w przestrzeni 3D, wykorzystując do ich konstrukcji jedynie jeden typ uniwersalnego modułu m , kolejno łączonych ze sobą modułów m w odpowiednich ustawieniach dla uzyskania zamierzonego ciągu przebiegu konstrukcji rurowej.

Dotychczas chcąc prowadzić strukturę rurową tj. przykładowo ścieżkę, drogę, kładkę, most, wiadukt z elementów, szczególnie prefabrykowanych, konieczne było używanie kilku typów modułów. W przypadku rozwiązania opartego na wynalazku jest jeden typ uniwersalnego modułu, który dzięki swojej konstrukcji postaci bryły spełniającej określoną geometrię przestrzenną, zachowującą wzajemne proporcje, daje możliwość prowadzenia struktury rurowej w dowolnym kierunku zarówno w płaszczyźnie poziomej tj. na wprost, w postaci skrętów w lewo, prawo, jak też w przestrzeni 3D to jest w kierunku góra, dół, na wprost jak i z jednoczesnymi skrętami. Moduł umożliwia również jednoczesną zmianę kierunków oraz zmianę poziomów.

Wynalazek dotyczy modułu w postaci bryły do tworzenia struktur rurowych, **który to**

moduł m ma postać bryły (przykładowo przedstawionej schematycznie na Fig. 1 oraz jako przykład wykonania na Fig. 2A) opisanej prostokątem o wierzchołkach $ABCD$ tworzącym obszar wejściowy oraz prostokątem o wierzchołkach $abcd$ tworzącym obszar wyjściowy, które odpowiednio stanowią część prostokątów przedniego macierzystego o wierzchołkach $A'B'C'D'$ oraz tylnego macierzystego o wierzchołkach 1234 , które są umiejscowione względem siebie nie przylegając bokami do siebie i ustawione względem siebie pod kątem ostrym ϕ , przy czym

w prostokącie macierzystym przednim $A'B'C'D'$, w którym znajduje się obszar wejściowy o wierzchołkach $ABCD$, którego wierzchołki A oraz D znajdują się na odcinku $A'D'$, przy czym odcinek AD jest krótszy niż odcinek $A'D'$, a wierzchołki C oraz B znajdują się na odcinku $B'C'$ prostokąta macierzystego przedniego $A'B'C'D'$, przy czym odcinek BC jest krótszy niż odcinek $B'C'$;

przy czym

w prostokącie macierzystym tylnym 1234 znajduje się obszar wyjściowy, który stanowi prostokąt o wierzchołkach $abcd$, którego wierzchołki a oraz d znajdują się na odcinku 14 , przy czym odcinek ad jest krótszy niż odcinek 14 , wierzchołki b oraz c znajdują się na odcinku 23 , przy czym odcinek bc jest krótszy niż odcinek 23 ,

przy czym długości odcinków CD , $C'D'$, AB , $A'B'$, 12 , 34 , ab oraz cd są sobie równe,

przy czym w bryle tworzącej uniwersalny moduł m długość odcinków AA' , BB' , CC' , DD' jest sobie równa, jak również długość odcinków $1a$, $2b$, $d4$, $c3$ jest sobie równa, przy czym odcinki $1a$, $2b$, $d4$, $c3$ są dwa razy dłuższe niż odcinki AA' , BB' , CC' , DD' .

przy czym bryła określona wierzchołkami $aAbBcCdD$ stanowi klatkę modułu, która ma ścianę lewą wyznaczoną przez wierzchołki $aAdD$, ścianę prawą wyznaczoną przez wierzchołki $bBcC$, ścianę górną wyznaczoną przez wierzchołki $cCdD$, ścianę dolną wyznaczoną przez wierzchołki $aAbB$,

przy czym na tylnej części modułu m umiejscowiony jest dwuczęściowy kołnierz W wyznaczony przez powierzchnie dwóch prostokątów, przy czym powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki $cd34$

tworzy górną część kołnierza W^g modułu natomiast powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki $ab12$ tworzy dolną część kołnierza W^d .

W korzystnym module ściany lewa wyznaczona przez wierzchołki $aAdD$, prawa wyznaczona przez wierzchołki $bBcC$, górna wyznaczona przez wierzchołki $cCdD$ oraz dolna wyznaczona przez wierzchołki $aAbB$ są zabudowane w postaci ażurowej zwartej stabilnej, w postaci kratownicy lub w postaci pełnej.

Korzystny moduł jest wykonany z metalu, betonu, tworzyw sztucznych lub połączeń tych materiałów.

Moduł jest korzystnie wyposażony w uchwyty montażowe U .

Wynalazek dotyczy również modularnego systemu do budowy sztywnych struktur rurowych, który stanowi konstrukcję zawierającą co najmniej dwa moduły m według wynalazku o tych samych wymiarach połączonych elementami mocującymi E .

Modularny system do budowy sztywnych struktur rurowych korzystnie stanowi konstrukcję zawierającą co najmniej dwa moduły m połączone ze sobą, tak że prostokąt wejściowy $ABCD$ pierwszego modułu m^1 jest połączony z prostokątem wejściowym $ABCD$ drugiego modułu m^2 albo prostokątem wyjściowym $abcd$ drugiego modułu m^2 tworząc strukturę rurową o zwartej ciągłej podłodze.

W modularnym systemie moduły m korzystnie połączone są ze sobą za pomocą elementów mocujących E wybranych z spawania, lutowania, klejenia, połączeń śrubowych, nitów, klamer, łączników, zatrzasków.

Wynalazek dotyczy również sposobu tworzenia struktur rurowych, który obejmuje łączenie ze sobą co najmniej dwóch modułów m według wynalazku o takich samych rozmiarach za pomocą elementów montażowych E , przy czym w pierwszym etapie łączenie dwóch sąsiadujących ze sobą modułów m odbywa się od przodu ku tyłowi, gdzie prostokąt wejściowy $ABCD$ pierwszego modułu m^1 łączy się z prostokątem wejściowym $ABCD$ drugiego modułu m^2 albo prostokątem wyjściowym $abcd$ drugiego modułu m^2 gdzie krawędzie dolnej ściany każdego z modułów m ściśle przylegają do siebie tworząc zwartą powierzchnię podłogi, przy czym kolejne moduły m są przyłączane są przyłączane zasadniczo zgodnie z co najmniej jedną konfiguracją wybraną z:

płasko-lewo ($M, -\bar{M}$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $a^{m1}d^{m2}, b^{m1}c^{m2}, c^{m1}b^{m2}, d^{m1}a^{m2}$,

płasko-lewo ($-\bar{M}, M$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $A^{m1}D^{m2}, B^{m1}C^{m2}, C^{m1}B^{m2}, D^{m1}A^{m2}$;

górze-lewo (M, M), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $D^{m1}A^{m2}, C^{m1}B^{m2}, B^{m1}b^{m2}, A^{m1}a^{m2}$;

płasko-prosto ($M, -M$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $c^{m1}d^{m2}, d^{m1}c^{m2}, a^{m1}b^{m2}, b^{m1}a^{m2}$;

płasko-prosto ($\bar{M}, -\bar{M}$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $a^{m1}b^{m2}, b^{m1}a^{m2}, C^{m1}d^{m2}, d^{m1}c^{m2}$;

górze prosto ($M, -\bar{M}$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $D^{m1}A, A^{m1}B, C^{m1}a, D^{m1}b^{m2}$;

górze prosto ($-\bar{M}, M$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $D^{m1}B^{m2}, C^{m1}A^{m2}, A^{m1}c^{m2}, B^{m1}d^{m2}$;

górze-prawo ($-\bar{M}, -\bar{M}$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $B^{m1}C^{m2}, A^{m1}D^{m2}, C^{m1}c^{m2}, D^{m1}d^{m2}$;

płasko-prawo ($-\bar{M}, -M$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $c^{m1}b^{m2}, d^{m1}a^{m2}, a^{m1}d^{m2}, b^{m1}c^{m2}$;

płasko-prawo ($-M, -\bar{M}$), a punkty wspólne sąsiadnych modułów to $D^{m1}B^{m2}, C^{m1}A^{m2}, B^{m1}D^{m2}$,

$A^{m1}C^{m2}$.

W korzystnym sposobie łączy się ze sobą kolejno wiele modułów.

W korzystnym sposobie kolejne moduły m łączy się za pomocą uchwytów montażowych U .

W korzystnym sposobie moduły m łączy się za pomocą elementów mocujących E wybranych ze spawania, lutowania, klejenia, połączeń śrubowych, nitów, klamer, łączników, zatrzasków.

Uniwersalny moduł m według wynalazku pozwala poprzez odpowiednie obracanie w przestrzeni i łączenie odpowiednio ustawionych względem siebie kolejnych modułów m ze sobą uzyskanie dowolnego przebiegu wytworzonego z ich połączenia elementu rurowego zgodnego z zamierzonym układem w przestrzeni, wyznaczając tym kanał modułu.

Przykładowe ułożenia w przestrzeni modułu m przedstawione są w różnych konfiguracjach na Fig. 4 i 6:

M – moduł w podstawowym położeniu (Fig. 2B) z obszarem wejściowym z przodu, obszarem wyjściowym z tyłu, górną część kołnierza modułu na górze i dolną częścią kołnierza na dole;

$-M$ – moduł m obrócony z położenia M wokół osi pionowej, obrócony wokół osi Y o 180° ,

\bar{M} – moduł m odwrócony do góry nogami z położenia M , obrócony wokół osi X o 180° ,

$-\bar{M}$ – moduł m odwrócony do góry nogami oraz obrócony wokół osi pionowej z położenia M , czyli obrócony wokół osi Y o 180° oraz wokół osi X o 180° , które razem pozwalają go połączyć na poniżej opisane sposoby.

Sposób tworzenia struktur rurowych opartych na module charakteryzuje się tym, że opiera się na łączeniu co najmniej dwóch, korzystnie wielu uniwersalnych modułów m według wynalazku, przy czym sąsiadujące moduły łączy się ze sobą tak, że krawędzie dolnej ściany ściśle przylegają do siebie tworząc zwartą powierzchnię podłogi, przy czym kolejne moduły łączy się zasadniczo z następującymi konfiguracjami określającymi poziom i sposób prowadzenia w przestrzeni (punkty wspólne modułów są podawane od strony modułu wejściowego):

- 1) plasko-lewo, tj. M z \bar{M} (Fig. 6 A), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to a (z M) połączone d (z \bar{M}) i b (z M) połączone c (z \bar{M}), a punkty wspólne modułów to **ad, be, cb, da**,
- 2) górze-lewo, tj. M z M (Fig. 6 B), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to a (z M , w tym przypadku przednim na figurze) połączone A (z M , w tym przypadku tylnym na figurze) i b (z M , w tym przypadku przednim na figurze) połączone B (z M , w tym przypadku tylnym na figurze), a punkty wspólne modułów to **4D, 3C, bB, aA**,
- 3) dół-prawo, tj. M z M (Fig. 6 B), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to A (z M , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone a (z M , w tym przypadku przednim na figurze) i B (z M , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone b (z M , w tym przypadku przednim na figurze) a punkty wspólne modułów to **C3, D4, Aa, Bb**,
- 4) plasko-prosto, tj. \bar{M} z \bar{M} , (Fig. 6 C), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to c (z \bar{M}) połączone d (z \bar{M}) i d (z \bar{M}) połączone c (z \bar{M}), a punkty wspólne sąsiednich modułów to **ba, ab, de, cd**;
- 5) plasko-prosto, tj. M z $-M$ (Fig. 6 C), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to a (z M) połączone b (z $-M$) i b (z M) połączone a (z $-M$), a punkty wspólne modułów to **de, cd, ba, ab**;
- 6) górze-prosto, tj. \bar{M} z M (Fig. 6 D), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to c (z \bar{M} , w tym przypadku przednim) połączone A (z M , w tym przypadku tylnym) i d (z \bar{M} , w tym przypadku przednim) połączone B (z M , w tym przypadku tylnym), a punkty wspólne modułów to **2D, 1C, dB, cA**;
- 7) dół-prosto, tj. M z \bar{M} (Fig. 6 D), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to B (z M , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone d (z \bar{M} , w tym przypadku przednim na figurze) i A (z M , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone c (z \bar{M} w tym przypadku przednim na figurze), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to **C1, Bd, Ac, D2**;
- 8) górze-prosto, tj. M z \bar{M} (Fig. 6 D'), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to a (z M , w tym przypadku przednim na figurze) połączone C (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) i b (z M , w tym przypadku przednim na figurze) połączone D (z \bar{M} w tym przypadku tylnym na figurze), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to **4b, 3A, bD, aC**;
- 9) dół-prosto, tj. \bar{M} z M (Fig. 6 D'), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to D (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone b (z M , w tym przypadku przednim na figurze) i C (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone a (z M , w tym przypadku przednim na figurze), a punkty wspólne modułów to **A3, Db, Ca, B4**;
- 10) górze-prawo, tj. \bar{M} z \bar{M} , (Fig. 6 E), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to c (z \bar{M} , w tym przypadku przednim na figurze) połączone d (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) i d (z \bar{M} , w tym przypadku przednim na figurze) połączone c (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze), przy czym punkty wspólne modułów to **ba, ab, de, cd**;
- 11) dół-lewo, tj. \bar{M} z \bar{M} (Fig. 6 E), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to c (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone d (z \bar{M} , w tym przypadku przednim na figurze) i d (z \bar{M} , w tym przypadku tylnym na figurze) połączone c (z \bar{M} , w tym przypadku przednim na figurze), a punkty wspólne modułów to **ba, cd, de, ab**;
- 12) plasko-prawo, tj. \bar{M} z $-M$ (Fig. 6 F), przy czym punkty wspólne podłogi kanału sąsiednich modułów to c (z \bar{M}) połączone z b (z $-M$) i d (z \bar{M}) połączone a (z $-M$), a punkty wspólne modułów to **cb, ad, da, cb**.

Korzystnie, moduły m łączy się za pomocą elementów mocujących przykładowo poprzez spawanie, lutowanie, klejenie, połączenia śrubowe, nitowe, klamrowe, zaciskowe lub innych łączniki, w sposób trwały lub trwały rozłączny łączące ze sobą dwa lub więcej kolejno łączone moduły.

Zaletą zastosowania rozwiązań według wynalazku jest przewyższenie wskazanych niedogodności i dostarczenie uniwersalnego modułu, który można dostarczać w postaci prefabrykatów do szybkiego montażu, wytwarzać na zamówienie pod określone potrzeby wielkości i materiałów z jakich uniwersalny moduł ma być wykonany lub wytwarzany na miejscu budowy struktury rurowej, korzystnie techniką druku 3D, na potrzeby tworzonych lub planowanych struktur rurowych.

Dodatkową zaletą jest możliwość powiększania siatki połączeń do już funkcjonujących konstrukcji w zależności od potrzeb.

Niewątpliwą zaletą jest redukcja kosztów, dzięki zastosowaniu jednego typu uniwersalnego modułu, czyli jednej konstrukcji, na podstawie której tworzone są złożone struktury rurowe.

KRÓTKI OPIS FIGUR RYSUNKU

Dla lepszego zrozumienia wynalazku, został on zilustrowany w przykładach wykonania oraz na załączonych figurach rysunku, na których:

Fig. 1. **A** przedstawia schemat bryły geometrycznej uniwersalnego modułu **m** w widoku aksonometrycznym z oznaczonymi punktami/wierzchołkami charakterystycznymi dla określającej go geometrii przestrzennej w odniesieniu do osi X, Y, Z; **B** – przedstawia rzut widoku poszczególnych ścian uniwersalnego modułu w rozstrzeleniu z oznaczonymi charakterystycznymi punktami geometrii bryły;

Fig. 2. przedstawia widok przykładowego modułu ze ścianami pełnymi wraz z elementami montażowymi: **A)** w widoku schematycznym półprzezroczystym z oznaczonymi punktami charakterystycznymi geometrii bryły modułu, **B)** w widoku aksonometrycznym;

Fig. 3. przedstawia widok przykładowego modułu ze ścianami bocznymi w postaci kratownicy w widoku: **A)** aksonometrycznym półprzezroczystym z oznaczonymi punktami charakterystycznymi dla geometrii bryły modułu, w tym wypełnioną podłogą **B)** w widoku z podziałem na poszczególne ściany modułu w rozstrzeleniu z oznaczonymi charakterystycznymi dla geometrii bryły modułu punktami;

Fig. 4. Widok różnych ułożeń w przestrzeni modułu **m**, **M** – moduł w podstawowym położeniu, **-M** – moduł **m** obrócony z położenia **M** wokół osi Y o 180°, **M̄** – obrócony z położenia **M** wokół osi X o 180°, **-M̄** – obrócony z położenia **M**, wokół osi Y o 180° oraz wokół osi X o 180°;

Fig. 5. przedstawia przykładową strukturę rurową dwukrotnie skrętną (w tym przykładzie lewo-prawo) złożoną z pięciu uniwersalnych modułów **m**;

Fig. 6. przedstawia przykładowe sposoby łączenia dwóch sąsiadujących modułów dla struktur rurowych wielomodułowych: **A)** płasko-lewo, **B)** góra-lewo lub z dół-prawo, **C)** płasko-prosto, **C')** płasko-prosto, **D)** góra-prosto lub dół-prosto, **D')** góra-prosto lub dół-prosto, **E)** góra-prawo lub dół-lewo, **F)** płasko-prawo;

Fig. 7. przedstawia przykładowe sposoby wytworzenia struktur rurowych wielomodułowej opartej na uniwersalnym module o różnych typach zabudowania ścian i różnych przebiegach w przestrzeni: **A)** góra-lewo, **B)** płasko-prosto, **C)** góra-prosto, **D)** góra-prawo;

Fig. 8. przedstawia zdjęcie struktury rurowej wykonanej z wielu uniwersalnych modeli **m**, połączonych ze sobą i w tym przypadku tworzących tunel mostowy dla modelu kolei, poszczególne uniwersalne modele **m** zostały wykonane metodą druku 3D i połączone za pomocą uchwytów montażowych i elementów montujących w postaci śrub.

SPOSOBY WYKONANIA WYNALAZKU

Poniższe przykłady ilustrują wynalazek, nie ograniczając go w żaden sposób.

PRZYKŁADY

Przykład 1. Budowa przestrzenna uniwersalnego modułu

W niniejszym przykładzie opisano przestrzenną geometrię bryły tworzącej uniwersalny moduł **m** do budowy przestrzennych struktur rurowych, który został przedstawiony na **Fig. 1** oraz **Fig. 2** jako moduł **m** w postaci bryły o poniżej opisanej geometrii przestrzennej:

Moduł **m** w postaci bryły opisany jest prostokątem o wierzchołkach **ABCD** tworzącym obszar wejściowy oraz prostokątem o wierzchołkach **abcd** tworzącym obszar wyjściowy, które odpowiednio stanowią część prostokątów przedniego macierzystego o wierzchołkach **A'B'C'D'** oraz tylnego macierzystego o wierzchołkach **1234**, które są umiejscowione względem siebie nie przylegając bokami do siebie i ustawione względem siebie pod kątem ostrym (ϕ).

W module **m**, w prostokącie macierzystym przednim **A'B'C'D'** znajduje się obszar wejściowy o wierzchołkach **ABCD**, którego wierzchołki **A** oraz **D** znajdują się na odcinku **A'D'**, przy czym odcinek **AD** jest krótszy niż odcinek **A'D'**, a wierzchołki **C** oraz **B** znajdują się na odcinku **B'C'** prostokąta ma-

cierzystego przedniego $A'B'C'D$, przy czym odcinek BC jest krótszy niż odcinek $B'C'$. Wewnątrz prostokąta macierzystego tylnego 1234 znajduje się obszar wyjściowy, który stanowi prostokąt o wierzchołkach $abcd$, którego wierzchołki a oraz d znajdują się na odcinku 14 , przy czym odcinek ad jest krótszy niż odcinek 14 . Wierzchołki b oraz c znajdują się na odcinku 23 prostokąta macierzystego tylnego 1234 , przy czym odcinek bc jest krótszy niż odcinek 23 .

Długości odcinków CD , $C'D'$, AB , $A'B'$, 12 , 34 , ab oraz cd są sobie równe.

W bryle tworzącej uniwersalny moduł m długość odcinków AA' , BB' , CC' , DD' jest sobie równa, jak również długość odcinków $1a$, $2b$, $d4$, $c3$ jest sobie równa, przy czym odcinki $1a$, $2b$, $d4$, $c3$ są dwa razy dłuższe niż odcinki AA' , BB' , CC' , DD' .

Klatkę modułu stanowi bryła określona wierzchołkami $aAbBcCdD$, mająca ścianę lewą wyznaczoną przez wierzchołki $aAdD$, ścianę prawą wyznaczoną przez wierzchołki $bBcC$, ścianę górną wyznaczoną przez wierzchołki $cCdD$, ścianę dolną wyznaczoną przez wierzchołki $aAbB$.

W klatce uniwersalnego modułu m obszar wejściowy $ABCD$ znajduje się na przodzie modułu a obszar wyjściowy $abcd$ na tyle modułu. Obszar wejściowy i wyjściowy modułu, gdy nie są zabudowane umożliwiają wejście do i wyjście z kanału K modułu, odpowiednio.

Na tylnej części modułu m umiejscowiony jest dwuczściowy kołnierz W wyznaczony przez powierzchnie dwóch prostokątów, przy czym powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki $cd34$ tworzy górną część kołnierza W^g modułu natomiast powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki $ab12$ tworzy dolną część kołnierza W^d .

Łącząc ze sobą kolejno moduły m , tworzy się strukturę rurową z połączonymi kanałami K poszczególnych kolejno łączonych ze sobą modułów m . Dla specjalisty w dziedzinie będzie oczywiste, że wyżej przedstawiony opis wejścia do kanału K i wyjścia z kanału K modułu m w rzeczywistości może się odbywać od przodu modułu m jak i od tyłu modułu m lub wielu połączonych ze sobą modułów.

Dla specjalisty w dziedzinie będzie również oczywiste, że uniwersalny moduł m może mieć różne wykonania, być wykonany z różnych materiałów, mieć w różny sposób wypełnione ściany i poszczególne części kołnierza np. pełne lub wykonane w postaci kratownicy, poszczególne punkty/wierzchołki mogą stanowić części belek wystających poza obrys określonej powyższą geometrią bryły uniwersalnego modułu, mogą mieć kanty/brzegi proste lub zaokrąglone, uniwersalny moduł m może być zaopatrzone w uchwyty montażowe U , np. otwory służące do montażu ze sobą poszczególnych uniwersalnych modułów m za pomocą elementów montujących E i w różnych wykonaniach będzie objęty zakresem wynalazku gdy zachowuje ww. opisaną geometrię przestrzenną.

Przykład 2. Moduł o zabudowanych ścianach

W jednym z wykonania uniwersalny moduł m został przedstawiony na **Fig. 2** jako moduł w postaci bryły, zachowującej geometrię (**Fig. 2A**) opisaną w przykładzie 1. W przykładzie wykonania z **Fig. 2B** ściany lewa, prawa, górna, dolna, górna część kołnierza, dolna część kołnierza są w pełni zabudowane. Moduł m ponadto posiada uchwyty montażowe U w postaci otworów montażowych które służą do montażu za pomocą elementów mocujących E np. śrub, nitów łączących ze sobą moduły m . W uniwersalnym module m według tego wykonania punkty 1, 2, a, A, b, B, c, C, d, D, 3, 4 (odpowiadające wierzchołkom opisanym w **Przykładzie 1**) znajdują się w środku okręgów stanowiących otwory montażowe U , zatem moduł wyposażony jest w dwanaście otworów montażowych.

Przykład 3. Moduł o ścianach w postaci kratownicy

W kolejnym wykonaniu uniwersalny moduł m został przedstawiony na **Fig. 3** jako moduł m w postaci bryły wytworzony jak w **przykładzie 2**, z tym, że w pełni zabudowana jest jedynie ściana dolna oraz górna część kołnierza i dolna część kołnierza, natomiast ściana górna, ściana lewa oraz ściana prawa wytworzone zostały w postaci kratownicy.

Przykład 4. Sposób tworzenia struktur rurowych opartych na uniwersalnym module m

Sposób tworzenia struktur rurowych przedstawiono przykładowo na **Fig. 5** jako strukturę rurową, wytworzoną przez połączenie pięciu modułów m , wykonanych jak w **przykładzie 2**.

Wykorzystane do wytworzenia struktury moduły m , mają ściany zabudowane. Moduły zostały ze sobą połączone według schematu licząc od przodu ku tyłowi:

- pierwszy m z drugim m góra-lewo M , M ,
- drugi m z trzecim m płasko-prosto M - M ,
- trzeci m z czwartym m płasko-prawo - M , \bar{M}
- czwarty m z piątym m góra-prawo \bar{M} , \bar{M} ,

Przy czym podłoga struktury rurowej wytworzona została ze ścian dolnych poszczególnych modułów w adekwatnej pozycji, i charakteryzuje się strukturą ciągłą oraz zwartą, natomiast dach wyznacza się jako wypadkowa, która nie ma znaczenia dla przemieszczania się wewnątrz konstrukcji (np. pieszych). Moduły łączy się za pomocą elementów montażowych takich jak nity czy śruby zamontowanych w uchwytych montażowych **U**.

Przykład 5. Struktura rurowa oparta na module m w wersji kratownicowej

Wytworzono przedstawione struktury rurowe złożone z czterech modułów wykonanych jak w **przykładzie 3** czyli o ścianach bocznych w postaci kratownicy połączonych ze sobą. Przy czym w wytworzonych strukturach rurowych podłoga jest złożona ze ścian dolnych poszczególnych modułów w adekwatnej pozycji i ma charakter ciągły, natomiast dach jest wypadkowy. Łączenie modułów realizuje się za pomocą śrub w uchwytych montażowych.

- A) Wytworzona struktura rurowa została przedstawiona na **Fig. 7 A** jako cztery identyczne moduły **m** połączone ze sobą według jednego schematu: góra-lewo **M**, **M**, tworząc strukturę rurową wznoszącą skręcającą w lewo.
- B) Wytworzona struktura rurowa została przedstawiona na **Fig. 7 B** jako cztery identyczne moduły **m** połączone ze sobą według dwóch schematów: płasko-prosto **M̄**, **-M̄** oraz płasko-prosto **M**, **-M** wzajemnie się przeplatając tworząc strukturę rurową płaską w kierunku prostym.
- C) Wytworzona struktura rurowa została przedstawiona na **Fig. 7 C** jako cztery identyczne moduły **m** połączone ze sobą według dwóch schematów: góra-prosto **M̄**, **M** oraz góra-prosto **M**, **M̄** wzajemnie się przeplatając tworząc strukturę rurową wznoszącą w kierunku prostym.
- D) Wytworzona struktura rurowa została przedstawiona na **Fig. 7 D** jako cztery identyczne moduły **m** połączone ze sobą według jednego schematu: góra-lewo **M̄**, **-M̄**, tworząc strukturę rurową wznoszącą skręcającą w prawo.

Przykład 6. Tunel mostowy

Przedstawioną na fig. 8 strukturę rurową wykonano z wielu uniwersalnych identycznych modeli **m**, połączonych ze sobą i w tym przypadku tworzących tunel mostowy dla modelu kolei. Poszczególne uniwersalne modele **m** zostały wykonane metodą druku 3D i połączone są za pomocą uchwytych montażowych **U** i elementów montujących w postaci śrub.

WYKAZ OZNACZEŃ:

1, 2, 3, 4	– wierzchołki / punkty tylnego prostokąta macierzystego,
A', B', C', D'	– wierzchołki / punkty przedniego prostokąta macierzystego,
a, b, c	– wierzchołki / punkty prostokąta wyjściowego,
A, B, C, D	– wierzchołki / punkty prostokąta wejściowego,
ABCD	– prostokąt wejściowy tj. wejście do kanału modułu,
abcd	– prostokąt wyjściowy tj. wyjście z kanału modułu,
aAdD	– ściana lewa,
bBcC	– ściana prawa,
cCdD	– ściana górna,
aAbB	– ściana dolna,
m	– moduł
m1, m2, m3, m4, m5	– kolejne łączone ze sobą moduły,
M	– moduł w podstawowym położeniu,
-M	– moduł m obrócony z położenia M wokół osi Y o 180°,
\bar{M}	– obrócony z położenia M wokół osi X o 180°,
$-\bar{M}$	– obrócony z położenia M, wokół osi Y o 180° oraz wokół osi X o 180°,
ϕ	– kąt ustawienia względem siebie prostokątów A'B'C'D' oraz 1234 ,
W	– kołnierz modułu – składa się z części W^g oraz części W^d ,
W ^g	– górną część kołnierza (wyznaczona przez wierzchołki cd34),
W ^d	– dolną część kołnierza (wyznaczona przez wierzchołki ab12),
K	– kanał,
E	– elementy mocujące,
U	– uchwyty montażowe.

Zastrzeżenia patentowe

1. Moduł w postaci bryły do tworzenia struktur rurowych, **znamienny tym**, że moduł **m** ma postać bryły opisanej prostokątem o wierzchołkach **ABCD** tworzącym obszar wejściowy oraz prostokątem o wierzchołkach **abcd** tworzącym obszar wyjściowy, które odpowiednio stanowią część prostokątów przedniego macierzystego o wierzchołkach **A'B'C'D'** oraz tylnego macierzystego o wierzchołkach **1234**, które są umiejscowione względem siebie nie przylegając bokami do siebie i ustawione względem siebie pod kątem ostrym (ϕ), przy czym w prostokącie macierzystym przednim **A'B'C'D'**, w którym znajduje się obszar wejściowy o wierzchołkach **ABCD**, którego wierzchołki **A** oraz **D** znajdują się na odcinku **A'D'**, przy czym odcinek **AD** jest krótszy niż odcinek **A'D'**, a wierzchołki **C** oraz **B** znajdują się na odcinku **B'C'** prostokąta macierzystego przedniego **A'B'C'D'**, przy czym odcinek **BC** jest krótszy niż odcinek **B'C'**; przy czym w prostokącie macierzystym tylnym **1234** znajduje się obszar wyjściowy, który stanowi prostokąt o wierzchołkach **abcd**, którego wierzchołki **a** oraz **d** znajdują się na odcinku **14**, przy czym odcinek **ad** jest krótszy niż odcinek **14**, wierzchołki **b** oraz **c** znajdują się na odcinku **23**, przy czym odcinek **bc** jest krótszy niż odcinek **23**, przy czym długości odcinków **CD**, **C'D'**, **AB**, **A'B'**, **12**, **34**, **ab** oraz **cd** są sobie równe, przy czym w bryle tworzącej uniwersalny moduł **m** długość odcinków **AA'**, **BB'**, **CC'**, **DD'** jest sobie równa, jak również długość odcinków **1a**, **2b**, **d4**, **c3** jest sobie równa, przy czym odcinki **1a**, **2b**, **d4**, **c3** są dwa razy dłuższe niż odcinki **AA'**, **BB'**, **CC'**, **DD'**, przy czym bryła określona wierzchołkami **aAbBcCdD** stanowi klatkę modułu, która ma ścianę lewą wyznaczoną przez wierzchołki **aAdD**, ścianę prawą wyznaczoną przez wierzchołki **bBcC**, ścianę górną wyznaczoną przez wierzchołki **cCdD**, ścianę dolną wyznaczoną przez wierzchołki **aAbB**, przy czym na tylnej części modułu **m** umiejscowiony jest dwuczęściowy kołnierz **W** wyznaczony przez powierzchnie dwóch prostokątów, przy czym powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki **cd34** tworzy górną część kołnierza **W^g** modułu natomiast powierzchnia wyznaczona przez wierzchołki **ab12** tworzy dolną część kołnierza **W^d**.
2. Moduł według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ściany lewa w wyznaczona przez wierzchołki **aAdD**, prawa wyznaczona przez wierzchołki **bBcC**, góra wyznaczona przez wierzchołki **cCdD** oraz dolna wyznaczona przez wierzchołki **aAbB** są zabudowane w postaci ażurowej zwartej stabilnej, w postaci kratownicy lub w postaci pełnej.
3. Moduł według zastrz. 1–2, **znamienny tym**, że moduł jest wykonany z metalu, betonu, tworzyw sztucznych lub połączeń tych materiałów.
4. Moduł według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że moduł jest wyposażony w uchwyty montażowe **U**.
5. Modułarny system do budowy struktur rurowych, **znamienny tym**, że stanowi konstrukcję zawierającą co najmniej dwa moduły **m** jak określone w zastrz. od 1 do 4 o tych samych wymiarach połączonych elementami mocującymi **E**.
6. Modułarny system do budowy struktur rurowych według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stanowi konstrukcję zawierającą co najmniej dwa moduły **m** połączone ze sobą, tak że prostokąt wejściowy **ABCD** pierwszego modułu **m¹** jest połączony z prostokątem wejściowym **ABCD** drugiego modułu **m²** albo prostokątem wyjściowym **abcd** drugiego modułu **m²** tworząc strukturę rurową o zwartej ciągłej podłodze.
7. Modułarny system według zastrz. 5–6, **znamienny tym**, że moduły **m** połączone są ze sobą za pomocą elementów mocujących **E** wybranych z spawania, lutowania, klejenia, połączeń śrubowych, nitów, klamer, łączników, zatrzasków.
8. Sposób tworzenia struktur rurowych, **znamienny tym**, że obejmuje łączenie ze sobą co najmniej dwóch modułów **m** jak określono w zastrz. 1–4 o takich samych rozmiarach za pomocą elementów montażowych **E**, przy czym w pierwszym etapie łączenie dwóch sąsiadujących ze sobą modułów **m** odbywa się od przodu ku tyłowi, gdzie prostokąt wejściowy **ABCD** pierwszego modułu **m¹** jest łączony ściśle z prostokątem wejściowym **ABCD** drugiego modułu **m²**

albo prostokątem wyjściowym **abcd** drugiego modułu m^2 gdzie krawędzie dolnej ściany każdego z modułów m ściśle przylegają do siebie tworząc zwartą powierzchnię podłogi, przy czym kolejne moduły m są przyłączane zasadniczo zgodnie z co najmniej jedną konfiguracją wybraną z:

płasko-lewo (\mathbf{M} , $-\bar{\mathbf{M}}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $a^{m1}d^{m2}$, $b^{m1}c^{m2}$, $c^{m1}b^{m2}$, $d^{m1}a^{m2}$,

płasko-lewo ($-\bar{\mathbf{M}}$, \mathbf{M}), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $A^{m1}D^{m2}$, $B^{m1}C^{m2}$, $C^{m1}B^{m2}$, $D^{m1}A^{m2}$,

górze-lewo (\mathbf{M} , \mathbf{M}), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $D^{m1}4^{m2}$, $C^{m1}3^{m2}$, $B^{m1}b^{m2}$, $A^{m1}a^{m2}$,

płasko-prosto (\mathbf{M} , $-\mathbf{M}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $c^{m1}d^{m2}$, $d^{m1}c^{m2}$, $a^{m1}b^{m2}$, $b^{m1}a^{m2}$,

płasko-prosto ($\bar{\mathbf{M}}$, $-\bar{\mathbf{M}}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $a^{m1}b^{m2}$, $b^{m1}a^{m2}$, $C^{m1}d^{m2}$, $d^{m1}c^{m2}$,

górze prosto (\mathbf{M} , $-\bar{\mathbf{M}}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $D^{m1}4$, $A^{m1}3$, $C^{m1}a$, $D^{m1}b^{m2}$,

górze prosto ($-\bar{\mathbf{M}}$, \mathbf{M}), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $D^{m1}2^{m2}$, $C^{m1}1^{m2}$, $A^{m1}c^{m2}$, $B^{m1}d^{m2}$,

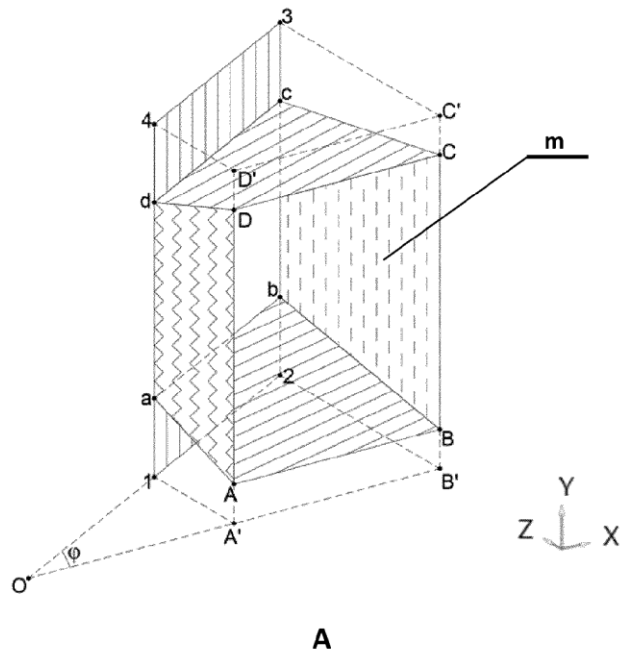
górze-prawo ($-\bar{\mathbf{M}}$, $-\bar{\mathbf{M}}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $B^{m1}2^{m2}$, $A^{m1}1^{m2}$, $C^{m1}c^{m2}$, $D^{m1}d^{m2}$,

płasko-prawo ($-\bar{\mathbf{M}}$, $-\mathbf{M}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $c^{m1}b^{m2}$, $d^{m1}a^{m2}$, $a^{m1}d^{m2}$, $b^{m1}c^{m2}$,

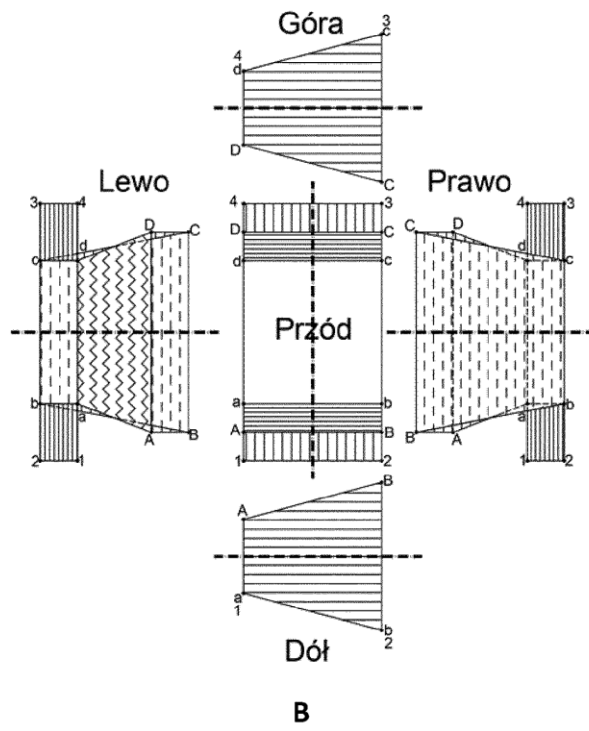
płasko-prawo ($-\mathbf{M}$, $-\bar{\mathbf{M}}$), a punkty wspólne sąsiednich modułów to $D^{m1}B^{m2}$, $C^{m1}A^{m2}$, $B^{m1}D^{m2}$, $A^{m1}C^{m2}$.

9. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że łączy się ze sobą kolejno wiele modułów.
10. Sposób według zastrz. 8–9, **znamienny tym**, że kolejne moduły m łączy się w za pomocą uchwytów montażowych **U**.
11. Sposób według zastrz. 8–10, **znamienny tym**, że moduły m łączy się za pomocą elementów mocujących **E** wybranych ze spawania, lutowania, klejenia, połączeń śrubowych, nitów, klamer, łączników, zatrzasków.

Rysunki



A



B

Fig. 1

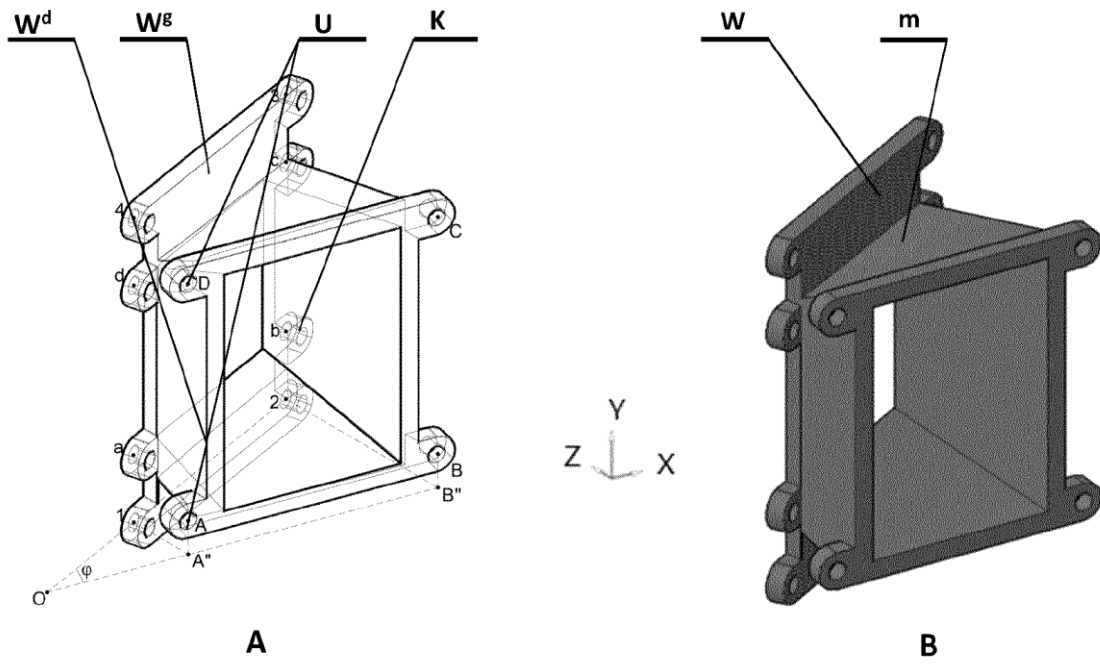


Fig. 2

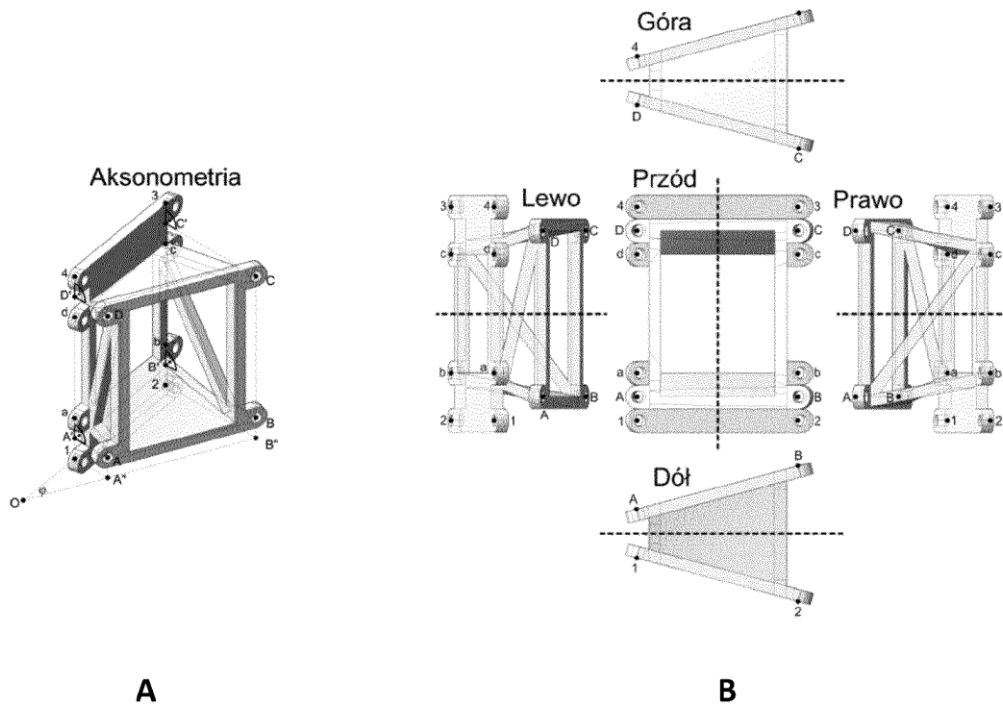


Fig. 3

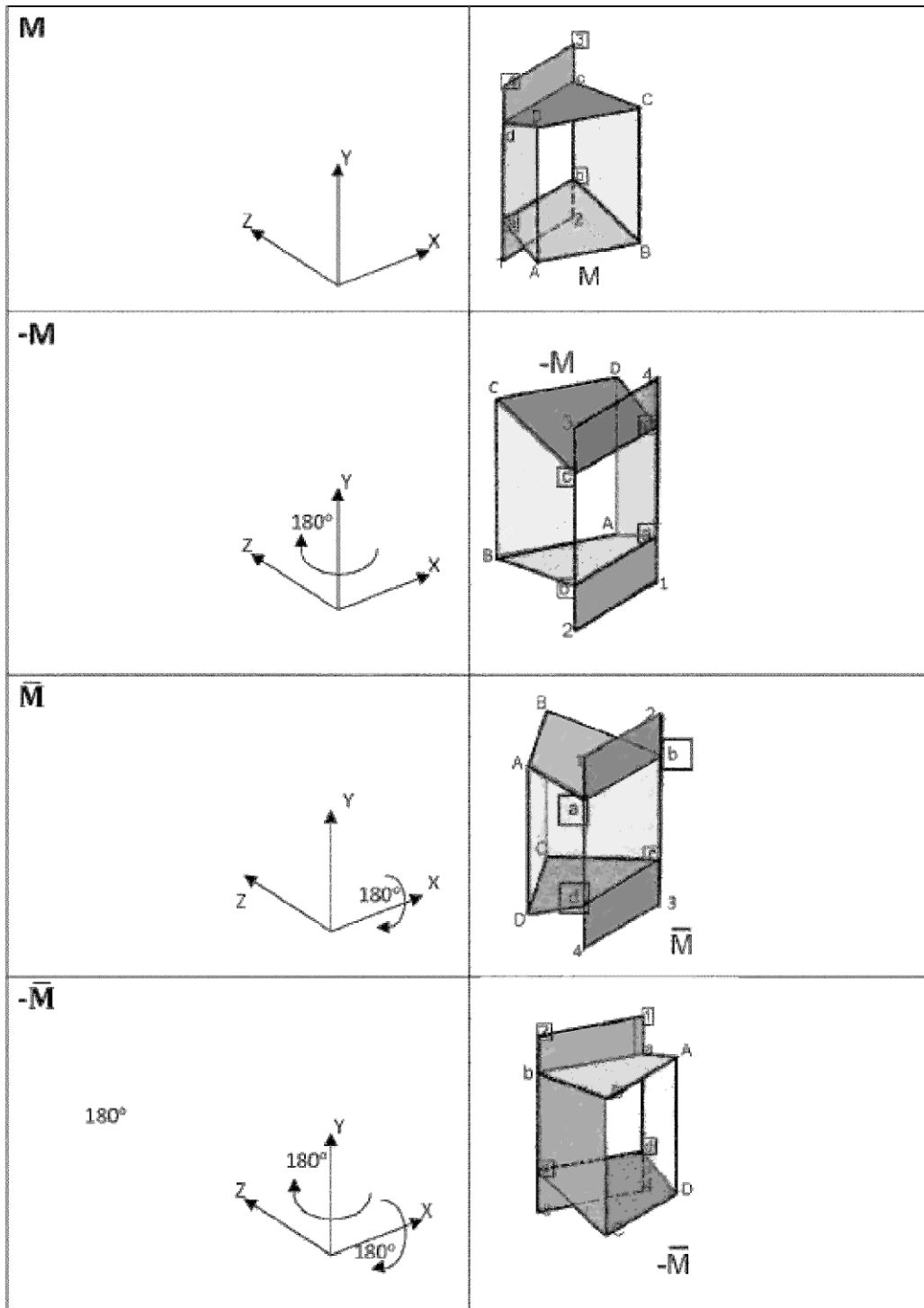


Fig. 4

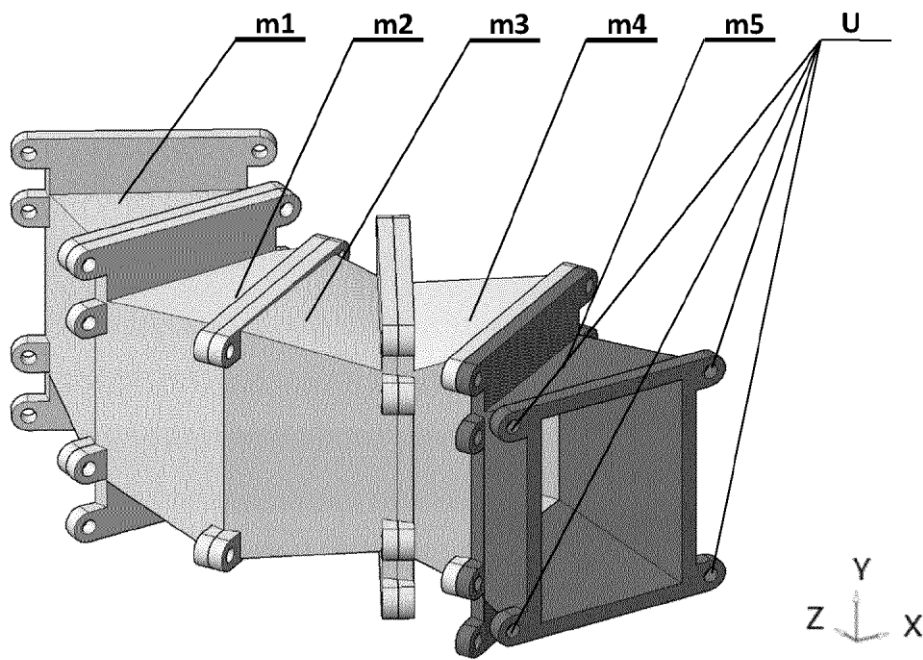
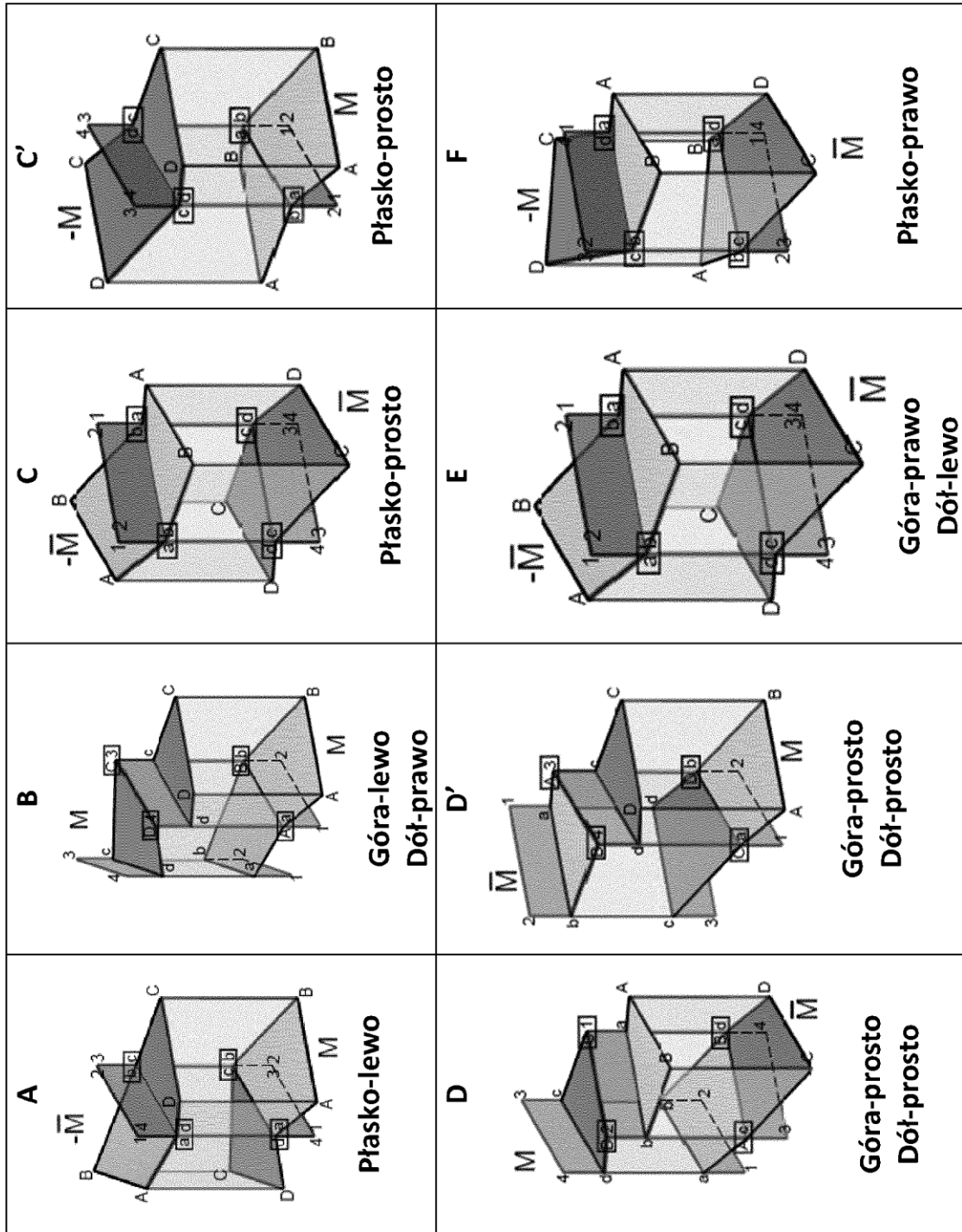


Fig. 5

Fig. 6



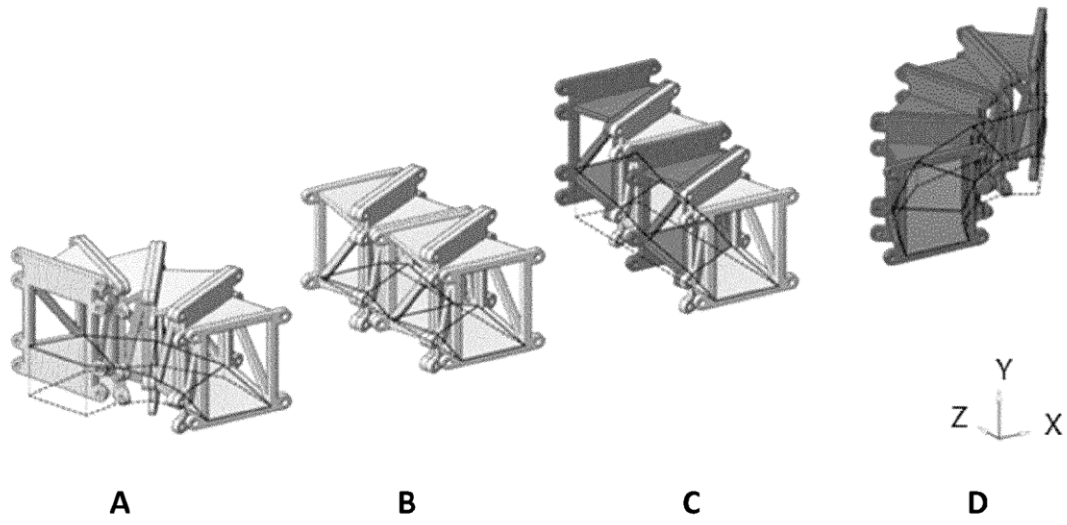


Fig. 7

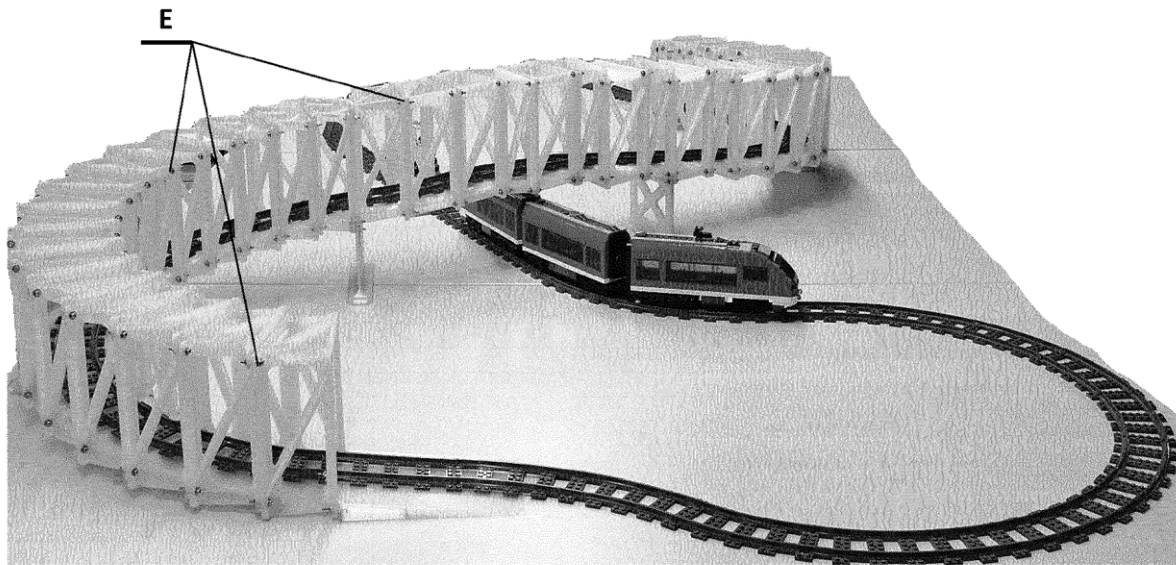


Fig. 8