

Aleksander NIEOCZYM¹

PIONOWY KRZYŻOWY UKŁAD TRANSPORTOWY STANOWISKA ROBOCZEGO

W artykule przedstawiono badania symulacyjne oraz sprawdzające tensometryczne stanowiska przeznaczonego dla osoby pracującej w pozycji siedzącej przy blacie roboczym. Blat roboczy jest częścią regału. W jego tylnej części znajduje się rama nośna- kratownica, wzdłuż, której przemieszcza się zespół jezdny. Dodatkowo, na zespole jezdny zamontowana jest rama pionowa, po której przemieszcza się uchwyt z zabierakiem. Przeprowadzono analizę sztywności konstrukcji a następnie analityczne obliczenia wstępne. Kolejne badania dokonane zostały przy użyciu programu ABAQUS v6.7. Zastosowano tu moduł Standard wykorzystujący statyczny układ równowagi.

VERTICAL CRUCIFORM TRANSPORT ARRANGEMENT OF THE WORKSTATION

In the article were described simulation and extensometer examination of the position meant for a person working in a sitting position by the working top. The working top is a part of the bookshelf. A load-bearing- frame is in his back grate, in length, which the mounted team is moving for. Additionally, on the mounted team a vertical frame, after which is moving grip. They carried out an analysis rigidity of construction and preliminary analytical calculation. Effected examination were the program ABAQUS v. 6.7 with module standard

1. WSTĘP

Poddane badaniom stanowisko przeznaczone jest dla osoby pracującej w pozycji siedzącej przy blacie roboczym. Osoba ta korzysta z części złożonych w szufladach poukładanych w gniazda regału. Blat roboczy jest częścią regału, w którym umieszczone są szuflady z pojemnikami. Z tyłu regału znajduje się rama nośna- kratownica, wzdłuż, której przemieszcza się zespół jezdny. Dodatkowo, na zespole jezdny zamontowana jest rama pionowa, po której przemieszcza się uchwyt z zabierakiem półki. Układ sterujący usytuowany jest przy blacie i uruchamiany przez operatora. Znajdują się na nim ponumerowane przełączniki odpowiadające numerom szuflad, za pomocą, których

¹Dr inż. Aleksander Nieoczym, Politechnika Lubelska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Nadbystrzycka 36, 20 – 618 Lublin. E-mail: a.nieoczym@pollub.pl

następuje sprowadzenie określonej szuflady w płaszczyznę blatu roboczego. W algorytmie sterującym położenie każdej szuflady określone jest współrzędnymi: x – kierunek poziomy, odpowiadający przesuwowi zespołu jezdnygo i y – przesunięcie uchwyty z zabierakiem półki po ramie pionowej. Po przyjęciu pozycji odpowiadającej położeniu szuflady, z uchwyty wysuwa się zabierak wyciągający pojemnik a następnie układ jezdny przenosi ją na blat roboczy.

Układ kratownicowy został wykonany z profili aluminiowych „Kanya”. Zastosowanie profili umożliwia uzyskanie lekkiej i wytrzymałej konstrukcji. Różnorodność elementów łączących umożliwia wykonanie modułów konstrukcji nośnej, które mogą być łączone ze sobą w zależności od wymaganych wymiarów gabarytowych. Zadaniem autora było sprawdzenie poprawności konstrukcji pod względem wytrzymałościowym. Przeprowadzono analizę sztywności konstrukcji a następnie przeprowadzono analityczne obliczenia wstępne. Kolejne badania dokonane zostały przy użyciu programu ABAQUS v6.7. Zastosowano tu moduł Standard wykorzystujący statyczny układ równowagi. Celem było określenie naprężeń i odkształceń w elementach prętowych konstrukcji.

2. BUDOWA MODELU

Model ramy stworzony do obliczeń składa się tylko z profili, złącza pomiędzy elementami zamodelowano poprzez sklejenie węzłów stykających się powierzchni. Model profili powstał poprzez wyciągnięcie uproszczonego przekroju na zadaną długość.

Prowadnice powstały przez połączenie profilu aluminiowego i stalowego pręta.

Właściwości materiałowe:

Profile aluminiowe: Moduł Younga $E=0,7 \times 10^6$ MPa, liczba Poissona $\nu=0,33$

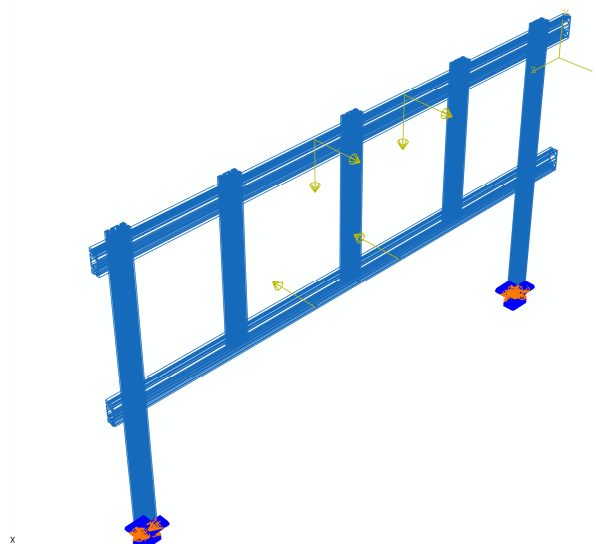
Pręt stalowy: Moduł Younga $E=2,1 \times 10^6$ MPa, liczba Poissona $\nu=0,3$

Siatka elementów: do zamodelowania ramy wykorzystano elementy Hexagonalne typu Sweet o zredukowanym całkowaniu.

Warunki brzegowe:

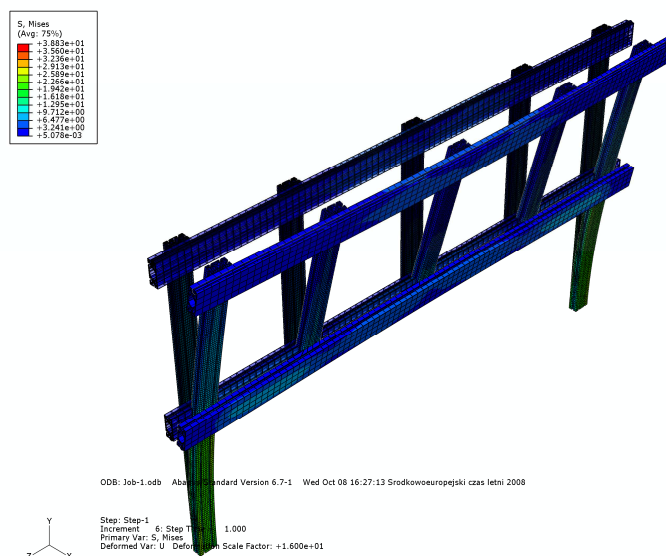
Ramę ustalono poprzez odebranie 6-ściu stopni swobody dolnym powierzchniom słupów.

Obciążenie od podniesionego ładunku 75 kg zamodelowano jako dwie siły pionowe o łącznej wartości 750 N przyłożone do górnej prowadnicy. Siły poziome (4×550 N/2) przyłożone do prowadnicy górnej i dolnej równoważą moment zginający powstały przez nie osiowe obciążenie ramy – rys. 1.

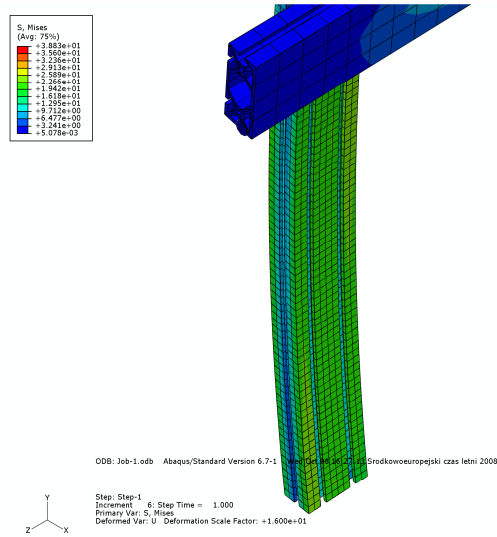


Rys. 1. Warunki brzegowe modelu ramy nośnej

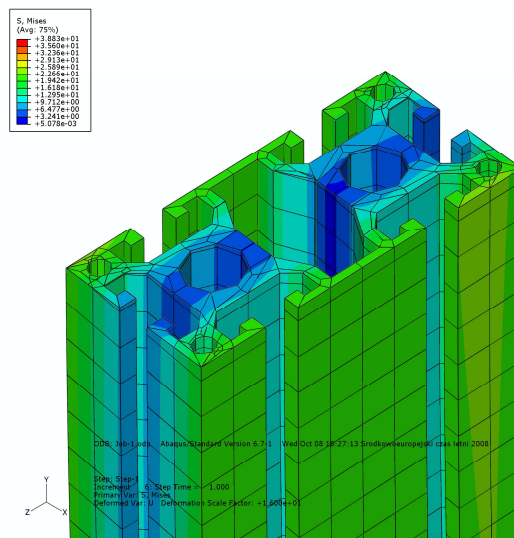
Uzyskane wyniki obliczeń zostały przedstawione w postaci kolorowych rozkładów uzyskanych wartości na modelu. Naprężenia S według hipotezy Hubera - Misesa przedstawiono w [MPa], przemieszczenia wektorowe U [mm] – rys. 2-8.



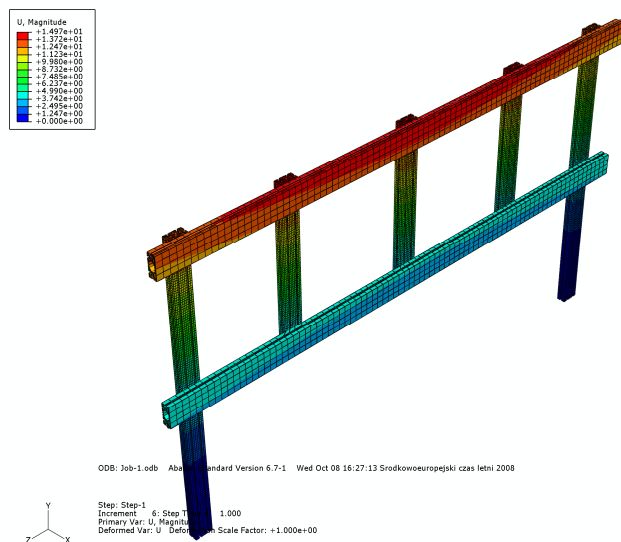
Rys. 2. Złożenie ramy nieodkształconej i odkształconej pod wpływem naprężeń (w celu lepszej wizualizacji wprowadzono na rysunku ramy odkształconej współczynnik x16)



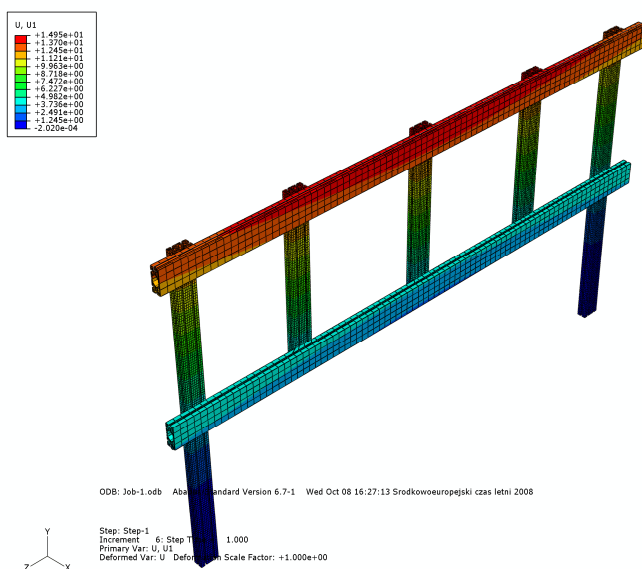
Rys. 3. Rozkład naprężeń w pionowym słupie kratownicy



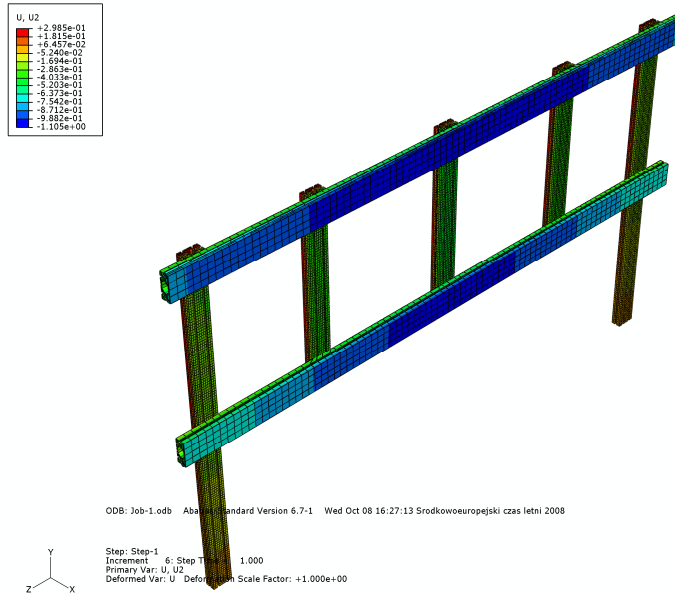
Rys. 4. Naprężenia złożone w przekroju słupa.



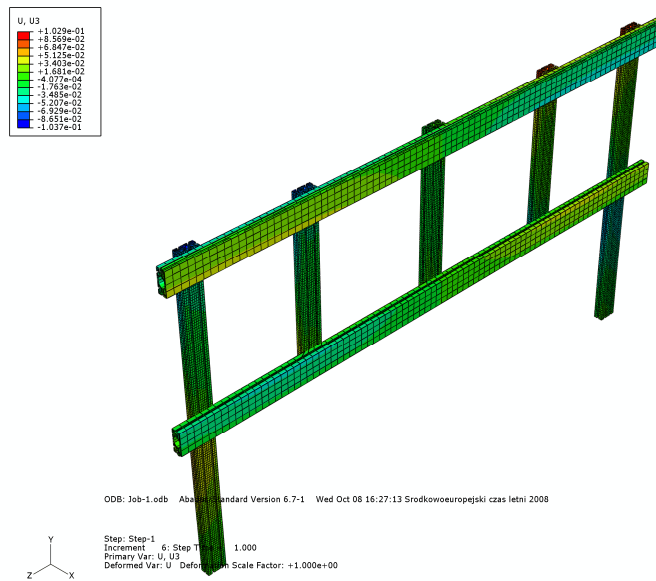
Rys. 5. Przemieszczenia sumaryczne



Rys. 6. Przemieszczenia sumaryczne na kierunku x.



Rys. 7. Przemieszczenia sumaryczne na kierunku y.



Rys.8. Przemieszczenia sumaryczne na kierunku z

Przeprowadzono obliczenia mających stwierdzić, na jaką odległość zbliżą się belka górna i dolna do siebie podczas obciążenia. Otrzymano wynik 0,06 mm

Wyniki obliczeń mających stwierdzić, na jaką odległość zbliżą się belka górna i dolna do siebie podczas obciążenia:

	1	2	3	Magnitude
Base distance:	0.00000e+000,	7.62000e+002,	0.00000e+000,	7.62000e+002
Scale:	1.00000e+000,	1.00000e+000,	1.00000e+000,	-
Deformed distance (unscaled):	1.25549e+001,	7.61939e+002,	-8.54492e-003,	7.62043e+002
Deformed distance (scaled):	1.25549e+001,	7.61939e+002,	-8.54492e-003,	7.62043e+002
Relative displacement (unscaled):	1.25549e+001,	-6.08181e-002 ,	-8.57445e-003,	1.25551e+001

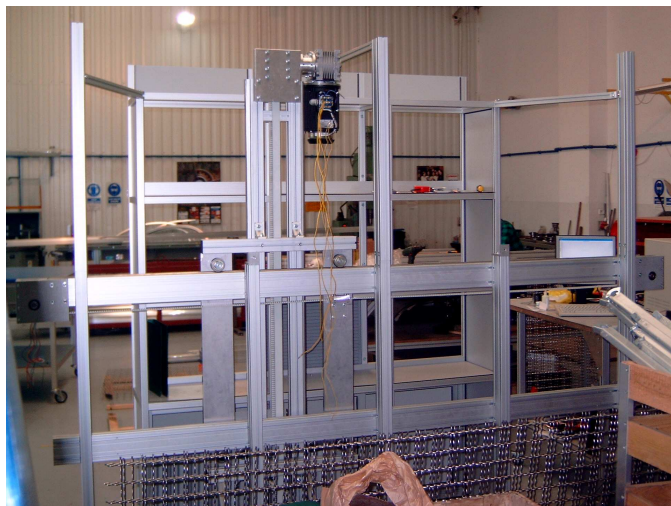
2.1. Wnioski z modelowania

Najbardziej obciążonym elementem konstrukcji są nogi (słupy) utrzymujące całą konstrukcję. Narażone są one na zginanie w kierunku działającego obciążenia. Jednakże naprężenia zredukowane nie przekraczają tu 16 MPa. Praktycznie rzecz biorąc są niewielkie i w żadnym razie nie stanowią zagrożenia dla wytrzymałości konstrukcji. Naprężenia zredukowane w prowadnicach poziomych osiągają maksymalną wartość 3 MPa. Przemieszczenia konstrukcji osiągają wartość maksymalną 15 [mm] na górnej belce poziomej w kierunku obciążenia (składowa X). Prowadnice poziome mogą zbliżyć się do siebie na odległość 0,06 [mm] co nie stanowi niebezpieczeństwa wypadnięcia suportu pionowego z prowadnic na belkach poziomych. Wartości naprężeń i przemieszczeń otrzymane w wyniku modelowania wskazują na dużą sztywność i wytrzymałość konstrukcji. Otrzymane wartości naprężeń i przemieszczeń mają niewielkie wartości i nie wpływają w żaden sposób na jej wytrzymałość. Docelowo, kiedy konstrukcja będzie przymocowana na stałe do ściany, wartości te ulegną zmniejszeniu ponieważ całe obciążenie będzie przyjmowane przez punkty mocowania a nie przez pionowe słupy.

3. BADANIA TENSOMETRYCZNE

Wyniki badań metodą elementów skończonych pozwoliły na określenie punktów pomiarowych (do naklejenia przetworników tensometrycznych) w miejscach najbardziej narażonych na odkształcenia. Określono, że największe naprężenia występują w prowadnicach poziomych (3 MPa) oraz w słupach pionowych – nogach (16 MPa).

W konstrukcji rzeczywistej, zastosowano dodatkowo trzy słupy pionowe, które spowodowały znaczne zwiększenie wytrzymałości poszczególnych słupów poprzez dodatkowy rozkład sił.



Rys.9. Widok kratownicy poddanej badaniom; w środkowej części ustawiony jest zespół jezdny z silnikiem napędzającym. Na zespole jezdnym widoczna jest rama pionowa (szerszy element kratownicowy)

Stanowisko badawcze (Rys. 9.) zostało zbudowane z:

1- karty pomiarowej - 16 wejściową cyfrową kartę typu PCI-9118 HG o parametrach:

- 32 bitowa szyna danych PCI;
- 12 bitowe wejścia analogowe;
- programowane wzmocnienie x1, x10, x100, x1000;
- częstotliwość przetwarzania max. 330kHz;
- sygnały wejściowe bipolarne lub unipolarne;
- dwa monolityczne analogowe 12 bitowe kanały wyjściowe;
- cztery wyjściowe kanały cyfrowe

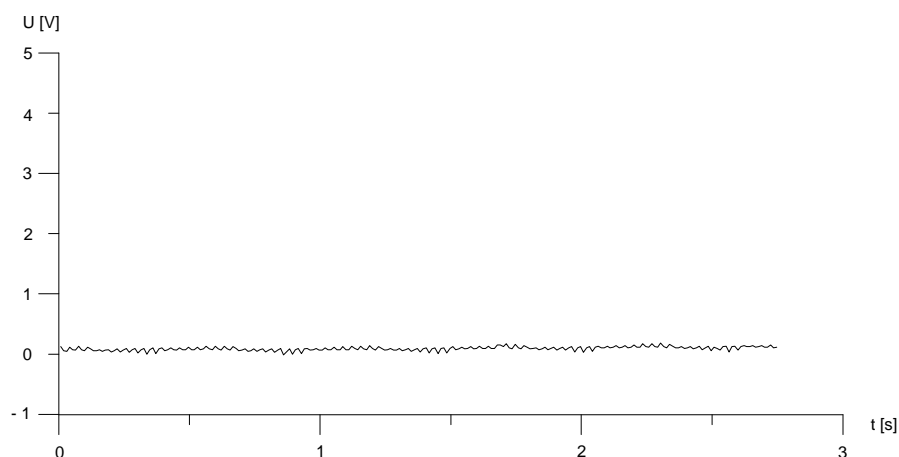
2-wzmacniacza tensometrycznego- wzmacniacz tensometryczny współpracuje z kartą pomiarową. Może jednocześnie obsługiwać cztery mostki tensometryczne. Posiada regulację wzmocnienia oraz zera.

3-mostków pomiarowych, wykonanych z dwóch rezystorów stałych 120 Ω oraz dwóch tensometrycznych przetworników foliowych 120 Ω . Elementem reagującym na zmianę naprężeń jest tensometryczny przetwornik foliowy TFS-10/120P firmy Tenmex. Do pomiarów stosuje się dwa tensometry pracujące w układzie mostkowym z dwoma rezystorami stałymi o tolerancji rezystancji 0,1% .

Przed wykonaniem pomiarów właściwych, dokonano wzorcowania mostków tensometrycznych dla dwóch profili belek aluminiowych. Belki o długości 2,05 [m] z naklejonymi pośrodku tensometrami, ustawiono na stalowych podporach (tak, aby odległość pomiędzy podporami wynosiła równe 2 [m] a belki obciążono w połowie długości masą wzorcową 75 kg. Po zarejestrowaniu wskazań przystąpiono do naklejania tensometrów w miejscach wyznaczonych przez symulację programem Abaqus, tj. na prowadnicy poziomej oraz na słupie pionowym. Po obciążeniu wózka masą 75 kg,

ustawiono go tak, aby powodował największe odkształcenia w profilach z założonymi tensometrami. Pomiarów dokonano dla przewodnic poziomych i słupów pionowych – bez obciążenia, oraz z obciążeniami – w stanie statycznym

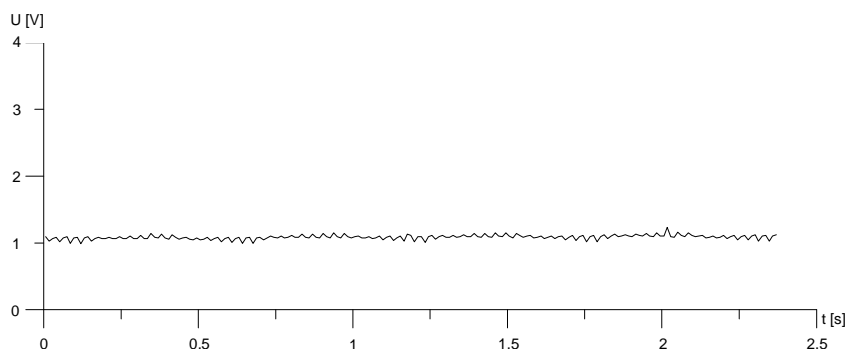
Po uwzględnieniu wzorcowania belek, dla przewodnicy poziomej uzyskano napięcie z mostka tensometrycznego rzędu 0,06 V (Rys. 10- 11) – co po przeliczeniu na naprężenie belki – wynosi $\varepsilon = 0,27$ MPa. Wskazanie jest tylko trochę większe od szumu pomiarowego próbkowania karty.



Rys. 10. Przykładowe wskazanie tensometru dla przewodnicy poziomej przy obciążeniu

Przy pomiarze naprężeń dla słupa pionowego, tensometr wykazał wartość 1,07 V, co po przeliczeniu na naprężenie belki daje $\varepsilon = 4,8$ MPa.

Przy pomiarze naprężeń dla słupa pionowego, tensometr wykazał wartość 1,07 V, co po przeliczeniu na naprężenie belki daje $\varepsilon = 4,8$ MPa.



Rys. 11 Przykładowe wskazanie tensometru dla przewodnicy pionowej przy obciążeniu

3.1. Wniosek z badań doświadczalnych

Rama kratownicowa stanowiąca główny element konstrukcyjny stanowiska roboczego, jej trwałość i wytrzymałość decyduje o funkcjonalności całego stanowiska roboczego. Zastosowanie elementów z profili aluminiowych spowodowało, że konstrukcja ta jest sztywna a obciążenie jej ciężarem 75 kg powoduje odkształcenia zredukowane i przemieszczenia o wartościach kilkukrotnie mniejszych niż dopuszczalne.

Rama ta może stanowić część bazową służącą do rozbudowy stanowiska. Możliwe jest połączenie jej z innymi modułami w celu zwiększenia długości lub obciążenia większym ciężarem.

Zastosowanie profili „Kanya” oraz dostępność specjalistycznych elementów usztywniających w postaci kątowników i listew oraz możliwość dokonywania połączeń z użyciem złązek kształtowych, przedłużaczy i elementów mocujących powoduje, że możliwa staje się budowa modułów stanowiska łączonych w odpowiednie łańcuchy typowymiarowe.