

Zygmunt Pancewicz

Politechnika Warszawska

Wiesława Banachewicz

Wiesław Nurek

Politechnika Lubelska

O LEKKICH STALOWYCH PRZEKRYCIACH STRUKTURALNYCH

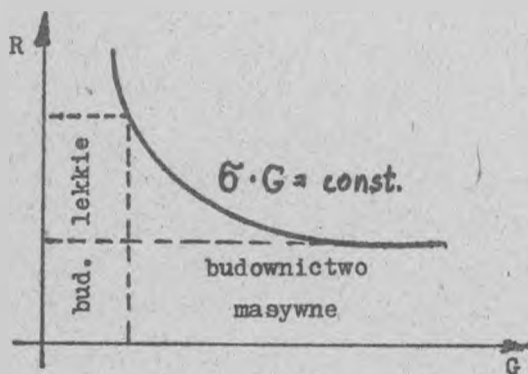
Określenie "lekkie budownictwo stalowe" jest zwrotem używanym dość często, lecz wobec braku powszechnie akceptowanej definicji tego pojęcia, autorzy wielu prac naukowych wiążą z nim różne treści. I tak, obszerna praca [1] podaje, że budownictwo lekkie to "rozwiązanie optymalne, wymagające najmniejszego nakładu materiałów, o najwyższej wydajności i w stosunku do niej o najniższym koszcie". Nieco inne stanowisko reprezentują autorzy monografii [2], już na wstępie sugerując zastosowanie profilowanych na zimno kształtowników jako podstawową cechę lekkich konstrukcji. Z myślą tą zgodni są autorzy pracy [3], którzy podkreślają, że już sam proces walcowania stali na zimno wywołuje podwyższenie granicy plastyczności nawet o kilkadziesiąt procent. W konsekwencji stosowanie wyrobów z tak ulepszanego materiału musi prowadzić do zmniejszenia jego zużycia. Pogląd, jaki reprezentują radzieccy autorzy pracy [4] - kwestii lekkich konstrukcji jest zbliżony z opiniami panującymi w NRD. Poświęcając bowiem wiele miejsca problematyce projektowania z profili zimnogiętych zajmują się także konstrukcjami z profili ciepłogiętych, które racjonalnie zastosowane dają w efekcie obiekty charakteryzujące się niskim wskaźnikiem zużycia stali.

Dynamiczny rozwój budownictwa lekkiego w krajach umiemy-

słowionych odbywa się w następujących kierunkach:

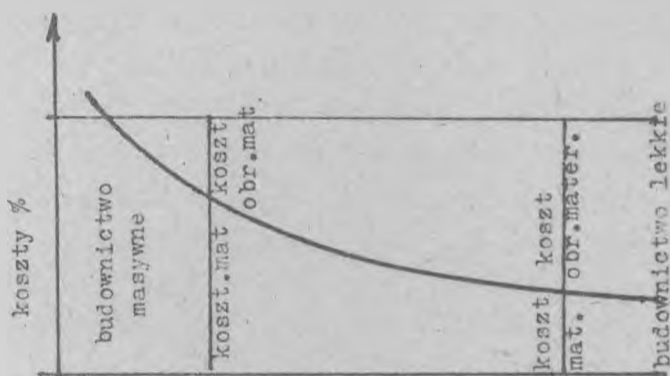
- zmniejszenie ciężaru konstrukcji przez wprowadzenie materiału o większej efektywności tj. większym stosunku wytrzymałości do ciężaru własnego,
- tworzenia nowych form konstrukcyjnych, w których przez odpowiednie rozmieszczenie materiału w przekroju uzyskuje się możliwie największą nośność,
- ograniczenie ciężaru obudowy stanowiącej obciążenie konstrukcji nośnej,
- dążenia do maksymalnego uprzemysłowienia procesów wytwarzania poprzez unifikację rozwiązań oraz automatyzację procesów technologicznych.

Rys.1. ilustruje zależność między ciężarem wbudowanego materiału a jego wytrzymałością na rozciąganie. Z ekonomicznego punktu widzenia istnieje jednak granica poniżej której nie można osiągnąć żadnych znaczących oszczędności materiałowych drogą zwiększania wytrzymałości materiału przez wzmocnienie stali na zimno i zastosowanie stali o wysokiej wytrzymałości.



Rys.1.

Rys.2. przedstawia natomiast zależność między nakładami na materiał i jego obróbkę przy stałym poziomie rozwoju technicznego i ekonomicznego.



Rys.2.

Rozwój lekkich konstrukcji daje w perspektywie możliwość uzyskiwania wielu pozytywnych efektów, z których jako najważniejsze należy uznać :

- skrócenie cyklu budowy w wyniku uprzemysłowienia metod wytwarzania i montażu,
- obniżenia ciężaru konstrukcji,
- ograniczenie pracochłonności produkcji w wytwórni oraz na placu budowy dzięki zastosowaniu linii technologicznych dających elementy w dużej mierze wykończone,
- łatwość adaptacji i modernizacji obiektów o lekkiej konstrukcji stalowej.

Należy tu nadmienić, że ekonomiczne lekkie budownictwo nie jest w pierwszym rzędzie kwestią materiałową, ponieważ istotnym czynnikiem jest tu obniżenie kosztów, a nie tylko ciężaru. Dlatego wskazać można wiele dróg prowadzących do tego efektu.

Jedną z możliwych dróg zmierzających do upowszechnienia lekkiego budownictwa stalowego jest stosowanie profili zimnogiętych. Daje to wprawdzie zmniejszenie zużycia stali o 25÷50% w

stosunku do konstrukcji zwykłych, lecz z uwagi na wyższą cenę jednostkową wyrobów zimnokształtowanych, globalne oszczędności kształtują się na poziomie 5÷20 %.

Innym korzystnym rozwiązaniem jest stosowanie ustrojów zespolonych, w których stal współpracuje z betonem lub tworzywami sztucznymi. Wydaje się, że znaczne rezerwy tkwią w powszechniejszym zastosowaniu konstrukcji hybrydowych, pozwalających na takie kształtowanie przekrojów, aby stal o podwyższonej wytrzymałości znajdowała się w obszarach najbardziej wyteżonych.

Niezależnie od stosowanych materiałów / stal, aluminium, tworzywa sztuczne/ czy też typów profili występujących w budowlach / tradycyjne, rurowe, zimnogięte/, dających oszczędności materiałowe, drogą do racjonalnego wykorzystania tworzywa konstrukcyjnego są bardziej precyzyjne metody wymiarowania konstrukcji stalowych. Wyrazem tych dążeń są zarówno kolejne istotne zmiany podstawowych norm projektowania, a w szczególności ostatniej wersji PN-89/B-03200, jak również innych opracowań np[5], [6] ukazujących już przed laty na konieczność innego spojrzenia na pracę ustrojów stalowych. Realizacja takiego programu wymaga skoordynowanych wysiłków hutnictwa, przemysłu chemicznego i materiałów budowlanych, a także efektywnej pracy naukowców i projektantów.

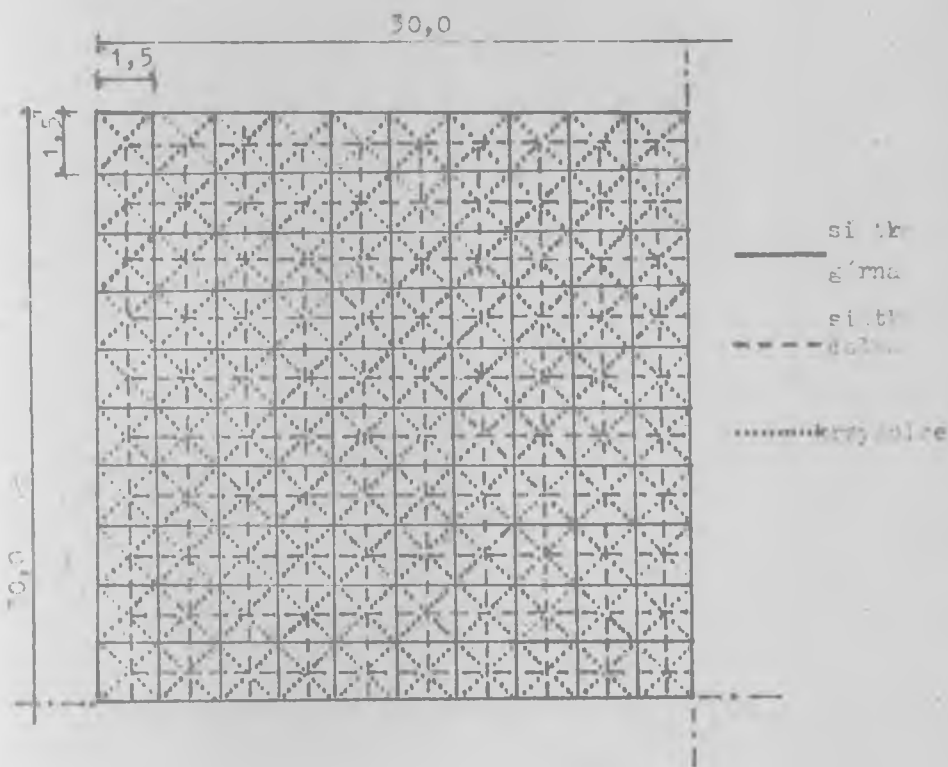
Wyrazem poszukiwań w tworzeniu nowoczesnych, lekkich konstrukcji stalowych jest szereg systemów budowy hal, a zwłaszcza ich przekryć dachowych. Dokonując krótkiego przeglądu najbardziej rozpowszechnionych w Polsce systemów konstrukcyjnych strukturalnych przekryć dachowych wymienić należy :

- CRS-900 ,
- "Mostostal",
- "Zachód".

Rozwiązania konstrukcji węzłów i sposób prefabrykacji wzorowano na opracowanych przez Stefana Du Chateau systemach "Unibat"

i "Piramitec".

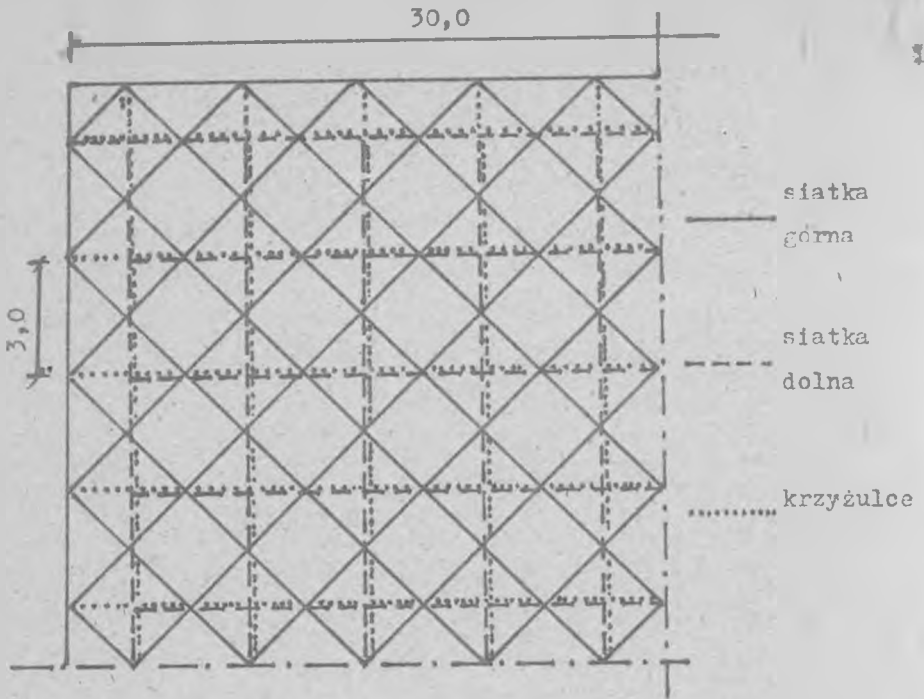
W CRS-900 elementem podstawowym jest ostrosłup na bazie kwadratu $1,5 \times 1,5$ m /Rys.3./. Pręty warstwy górnej tworzą podstawy odwróconych ostrosłupów, zaś pasy dolne o układzie równoległym do górnych wykonane są z prętów okrągłych stykających przy zastosowaniu śrub rzymskich. Konstrukcja dachu tworzy jednospa-dową poład o wymiarach $30,0 \times 30,0$ m.



Rys.3.

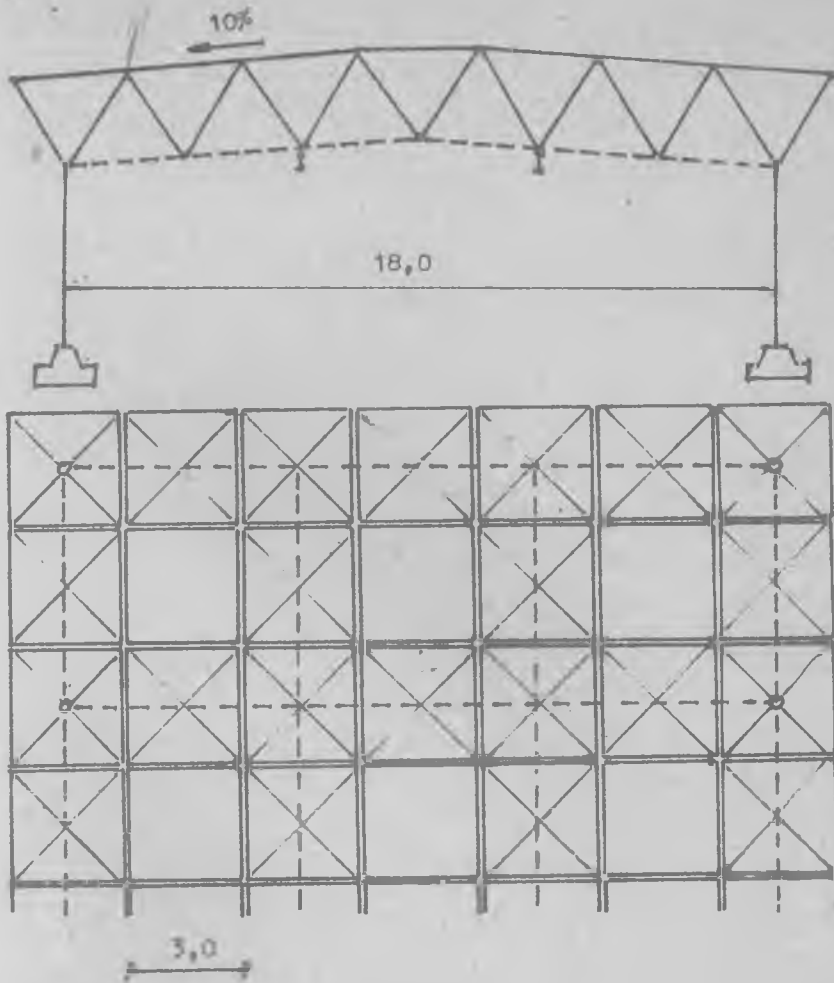
W systemie "Mostostal" obejmującym budowę hal wielonawowych i pawilonów przewidziano wymiary segmentów przekryś od $12,0 \times 18$ do $36,0 \times 36,0$ m przy podstawowym module $6,0$ m. Ostrosłupy mają wysokość $1,5$ m zaś długość prętów warstwy górnej $2,08$ m przy sia-

tce diagonalnej i 1,96 m przy siatce ortogonalnej. Rys.4. przedstawia schemat przekrycia dachu w systemie "Mostostal".



Rys.4.

System "Zachód" bazuje na ostrosłupie o większych wymiarach, podstawa 3,0x3,0 m przy wysokości 2,4 m. Węzeł dolny ostrosłupa ma postać czaszy sferycznej ukształtowanej przez tłoczenie blachy na gorąco, zaś węzeł górny /połączenie krzyżulca z ramką / uzyskuje się przez rozcięcie węzła dolnego na 4 części. W systemie "Zachód" dwuwarstwowa struktura zaprojektowana jest o siatce z pustymi oczkami. Przewidziano możliwość podwieszenia wciągników jednoszynowych o udźwigu do 10kN przy rozpiętościach naw 18, 24, 30, 36 m. Na Rys.5. przedstawiono schemat konstrukcji przekrycia hali o szerokości nawy 18,0 m w systemie "Zachód".



Rys.5.[7]

Osiągnięte dotychczas wyniki w zakresie rozwoju lekkich konstrukcji stalowych są obiecujące, ale stan obecny można ocenić następującym stwierdzeniem: "praktyka wykazała, że możliwości konstrukcji metalowych nie są jeszcze wyczerpane" [8].

Piśmiennictwo.

- [1]. O. Büttner, H. Stenker - Lekkie budownictwo metalowe, Arkady, Warszawa 1975.
- [2]. J. Bródka, M. Łubiński - Lekkie konstrukcje stalowe, Arkady, Warszawa 1978.
- [3]. H. Górski, S. Hojarczyk - Zarys ekonomiki konstrukcji stalowych, Arkady, Warszawa 1970.
- [4]. E. Kituchtin, W. Spiridonow, Ju. Chromiec - Legkije konstrukcii odnoetażnych proizwodstwiennych zdaniij, Stroiizdat Moskwa 1988
- [5]. S. Jastrzębski, J. Kasiński, Z. Pancewicz - Projektowanie konstrukcji stalowych metodą plastycznego wyrównania momentów, Praca BSPKS "Mostostal", Warszawa 1961.
- [6]. J. Mutermilch, E. Olszewski, M. Łubiński - Wymiarowanie konstrukcji stalowych. Nowe metody - Budownictwo i Architektura, Warszawa, 1965.
- [7]. J. Bródka i inni - Przekrycia strukturalne, Arkady, Warszawa 1985.
- [8]. J. Augustyn - Konstrukcje stalowe u progu XXI wieku, Inżynieria i Budownictwo 7,8/1988