

TREŚĆ: Dr. Stefan Władysław Bryła: Tworzenie systemów statycznie wyznaczalnych zapomocą kratownicy rozszerzonej. — Inż. Dr. Marcei Marcichowski: Zasady kształcenia techników. — Międzynarodowa komisja elektrotechniczna. — Inż. Dr. Marcei Marcichowski: Mieszanie betonu. — Sprawozdania z literatury technicznej. — Rozmaitości. — Sprawy Towarzystwa.

## Tworzenie systemów statycznie wyznaczalnych zapomocą kratownicy rozszerzonej.

Kratownice statycznie wyznaczalne i stałe ze względu na ilość i rozkład prętów istotnych<sup>1)</sup> tworzyć można według trzech reguł, — trzema metodami.

1. Najprostszą drogą do otrzymania kratownicy statycznie wyznaczalnej jest dołączanie do danej kratownicy wyznaczalnej (np. trójkąta) nowych węzłów zapomocą dwu prętów, nie leżących w jednej prostej (fig. 1).

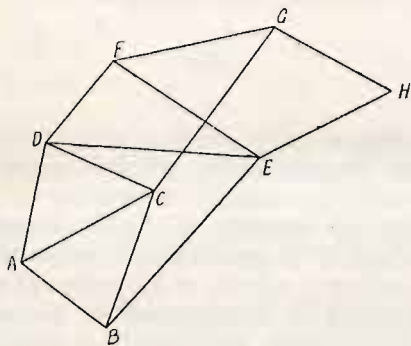


Fig. 1.

2. Kratownicę żadaną otrzymać możemy również przez przyłączenie do kratownicy stałej i statycznie wyznaczalnej drugiej kratownicy statycznie wyznaczalnej zapomocą trzech prętów, nie przechodzących przez jeden punkt. (fig. 2 — do trójkąta ABC przytwierdzona została kratownica DEFGH zapomocą prętów AD, BE i CG).

3. Wreszcie najogólniejszą metodą tworzenia kratownic statycznie wyznaczalnych jest metoda zamiany prętów. Kratownicę, zbudowaną wedle pierwszej lub drugiej reguły, zamieniamy przez usunięcie jednego lub paru ( $n$ ) prętów na łańcuch wodzony pierwszego, wzgl.  $n$ -tego stopnia<sup>2)</sup>; a następnie niweczmy możliwość ruchu zapomocą innego, nowo umieszczonego pręta ( $n$  prętów), otrzymując znów kratownicę statycznie

<sup>1)</sup> Pojęcie kratownicy nie jest identyczne z pojęciem belki, dźwigara kratowego. — Belką kratową staje się kratownica dopiero po podparciu prętami łożyskowymi. — Kratownica posiada zatem w myśl tego określenia tylko pręty istotne, dźwigar kratowy zaś ma prócz nich jeszcze podporowe.

<sup>2)</sup> Łańcuchem wodzonym płaskim  $n$ -tego stopnia jest w danym przypadku kratownica o  $m$  węzłach i  $2m-3-n$  prętach (kratownica chwiejna  $n$ -tego stopnia), której przesunięcie  $n$  węzłów określa ruch wszystkich pozostałych węzłów.

wyznaczalną. Uważać tu jednak trzeba, by przez zamianę nie zrobić kratownicy częściowo chwiejną,

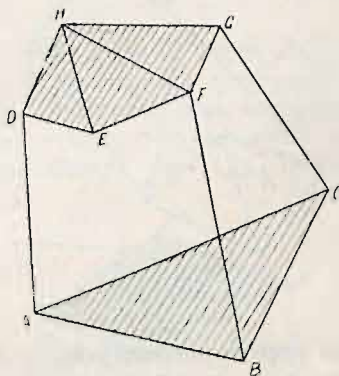


Fig. 2.

częściowo statycznie niewyznaczalną. — Fig 3 przedstawia kratownicę st. w. uzyskaną w powyższy sposób z fig. 4.

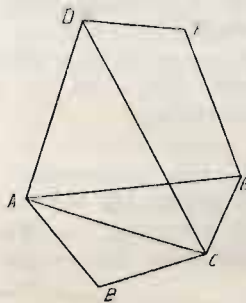


Fig. 3.

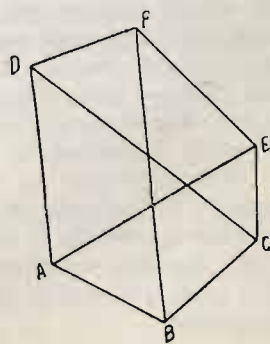


Fig. 4.

Kratownicę statycznie wyznaczalną, otrzymaną w jeden z wyżej podanych sposobów, uważać możemy za tarczę sztywną, która w szczególnych przypadkach przechodzi w pręt sztywny. Pojęcie tarczy sztywnej jest o tyle ogólniejsze od pojęcia pręta sztywnego, że może być ona połączona z innymi prętami w dowolnych miejscach<sup>1)</sup>.

Dźwigar kratowy, w jakiegokolwiek formie występuje, składa się z pewnej liczby tarcz szty-

<sup>1)</sup> Zatem może być narażona na zginanie. — Tarcze sztywne są na rysunkach zakreskowane.

wnych, połączonych z sobą i z ziemią prętami istotnymi lub podporowymi. Przez dobranie ich w odpowiedniej liczbie i ułożenie w odpowiedni sposób otrzymać możemy dźwigary kratowe statycznie wyznaczalne.

Celem niniejszej pracy jest podanie sposobu, który bardzo prosto i przejrzysto prowadzi — przy zastosowaniu reguł, wskazanych wyżej — do określenia i wyprowadzenia nowych kształtów kratowych stałych i statycznie wyznaczalnych. — Przy wyprowadzeniu tem zastosujemy pojęcie kratownicy rozszerzonej<sup>1)</sup>.

Każdą kratownicę statycznie wyznaczalną uważać możemy za kratownicę rozszerzoną, w skład której wchodzi część istotna i część rozszerzająca „ziemska“, połączone ze sobą zapomocą prętów podporowych.

Wytnijmy z kratownicy takiej dowolną część stałą i samą dla siebie statycznie wyznaczalną  $A$ , (np. trójkąt lub wogóle część zawierającą przy  $n$  węzłach  $2n-3$  prętów — p. fig. 5) nie uwzglę-

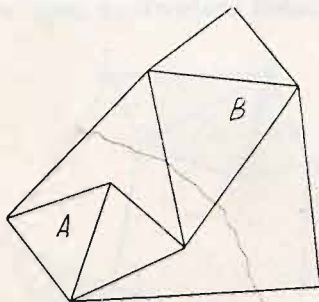


Fig. 5.

dniając wcale prętów przeciętych, — wtedy i część pozostała  $B$  wraz z prętami łączącymi ją z częścią pierwszą, jako stała, musi być także stała i statycznie wyznaczalna.

Z własności kratownicy rozszerzającej wynika, że musi być ona sama dla siebie stała. Zatem część  $A$  uważać można w każdej kratownicy za część rozszerzającą, za „ziemię“; część  $B$  będzie wtedy dźwigarem niosącym, a właściwie systemem niosącym, opartym na prętach podporowych, identycznych z prętami przeciętymi. System taki — sam dla siebie — może być chwiejny, ale w połączeniu z prętami łożyskowymi musi być stały i statycznie wyznaczalny.

Rozumowanie to jest ważne zawsze, — bez względu na sposób, w jaki cała kratownica rozszerzona powstała i bez względu na kształt jej części, obranej na kratownicę ziemska. — Warunkiem jest tylko, aby ta część była statycznie wyznaczalna.

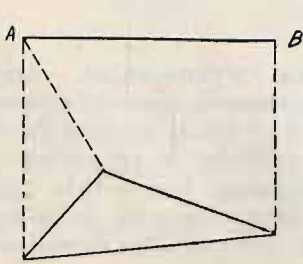


Fig. 6.

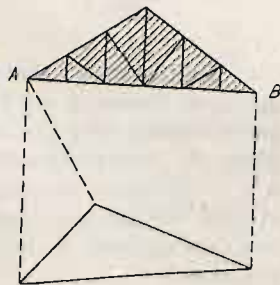


Fig. 7.

Przecinając w ten sposób kratownicę, otrzymamy (zależnie od linii przekroju) najrozmaitsze systemy, złożone z prętów istotnych i podporowych<sup>1)</sup>. Pręty podporowe przedstawiać będą łożyska ruchome (jeden pręt) lub stałe (dwa pręty). — Pręty istotne zaś mogą być wykształcone tak jako pojedyncze pręty, jakoteż i jako tarcze sztywne. Tak np. zamiast pręta  $AB$  (fig. 6) możemy przyjąć tarczę  $AB$  i wykształcić ją jako dowolną kratownicę statycznie wyznaczalną (fig. 7)<sup>2)</sup>.

Przejdźmy w ten sposób parę najprostszych przykładów.

Kratownica  $ABCDEF$  (fig. 8) powstała przez kolejne przytwierdzanie węzłów zapomocą dwu

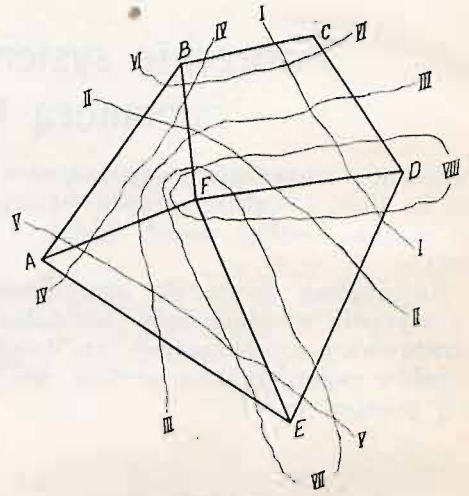


Fig. 8.

prętów; jest więc w całości swej statycznie wyznaczalna. Poprowadźmy przez nią parę przekrojów w myśl poprzednich wywodów.

Krając ją według  $I-I$ , otrzymamy u dołu kratownicę  $ABFE$  statycznie wyznaczalną, którą przyjąć możemy zatem za ziemska. U góry otrzymujemy pręt  $CD$ , który uważany za belkę określa odrazu na rysunku statycznie wyznaczalny sposób podparcia (fig. 9); — w danym przypadku



Fig. 9.

konieczne jest jedno łożysko stałe (pręty łożyskowe  $DE$  i  $DF$ ) i jedno ruchome (pręt  $CB$ ). Pręt  $CD$  można zastąpić tarczą sztywną (fig. 7).

Inny dźwigar otrzymamy, prowadząc przekrój  $II-II$ ; otrzymujemy tu po lewej stronie sztywną tarczę  $AFE$  (kratownica ziemska); — po prawej zaś wieżar rozporowy  $BCD$ , podparty na stałych przegubach łożyskowych  $B$  i  $D$ ; przegubem kluczowym jest  $C$  (fig. 10). Wieżar rozporowy schematycznie jest tożsamościowy z wieżarem łukowym trójprzegubowym; ten różni się od niego tylko zarysem tarcz sztywnych, które możemy podstawić za pręty  $BC$  i  $CD$ . Taki prosty wieżar łukowy przedstawiony jest na fig. 11.

Do innego rezultatu dojdziemy, krając kratownicę wedle linii  $III-III$ . Uważając trójkąt powstający przy tym przekroju, za kratownicę

<sup>1)</sup> Por. autora: „Obliczanie kopuł płaszczowych“. *Czasopismo Techniczne* 1910, Nr. 2.

<sup>2)</sup> W przykładzie przyjęto dach angielski.

ziemską, zauważymy, że pozostająca część  $ABC$  tworzy dwuprzęsłową belkę ciągłą przegubową

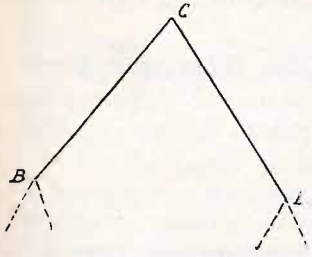


Fig. 10.

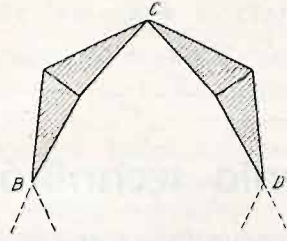


Fig. 11.

(o przegubie w  $B$ ), opartą na jednym łożysku stałym  $A$ , a dwu ruchomych  $B$  i  $C$ , a zatem statycznie wyznaczalną (fig. 12). Zwykle tego typu



Fig. 12.

belek używamy w kształcie nieco zmienionym; mianowicie o wiele praktyczniejszy ze względu na ilość materiału jest typ, przedstawiony na fig. 13, możliwy oczywiście tylko przy zastąpieniu pręta  $AB$  tarczą sztywną.

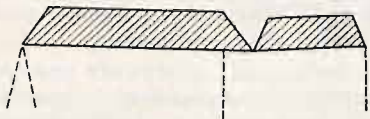


Fig. 13.

Rozważając dalej, dojść możemy do przekonania, że nie potrzeba odcinać trójkąta na kratownicę ziemską, ale wystarczy jeden pręt, który najzupełniej może zastąpić w danym przypadku trójkąt.

Zastosujmy to do kratownicy, przedstawionej na fig. 8.

Prowadząc przekrój  $IV-IV$  i uważając pręt  $AB$  za kratownicę rozszerzającą, otrzymamy (fig. 14) kształt belki ciągłej przegubowej, o ja-

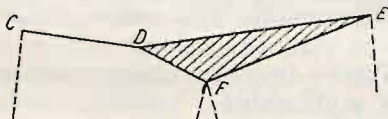


Fig. 14.

kim mówiliśmy, jako o praktyczniejszym niż poprzednio otrzymanym. Trójkąt  $DEF$  stanowi bowiem tarczę sztywną, podpartą ruchomo w  $E$ , stałe w  $F$ . Na tej zaś belce wystającej i na drugim łożysku ruchomym opiera się belka wisząca — w danym przykładzie pręt  $CD$ . (Por. fig. 15

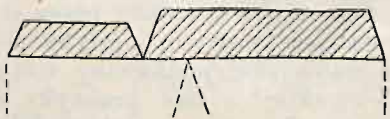


Fig. 15.

i różniącą się od niej tylko rozkładem łożysk, fig. 13).

Odcinając jako kratownicę ziemską pręt  $AE$ , a więc prowadząc przekrój  $V-V$ , otrzymujemy przykład belki, przedstawionej na fig. 16. Belka taka nie jest w praktyce używana. Łatwo jednakowoż poznać, że jest statycznie wyznaczalna.

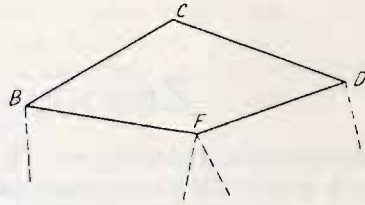


Fig. 16.

Część jej  $BFD$  wraz z prętami podporowymi jest dwuprzęsłową belką ciągłą przegubową (o przegubie w  $F$ ), posiadającą w  $F$  łożysko stałe, zaś w  $B$  i  $D$  ruchome. — Ta część jest więc statycznie wyznaczalna. — Punkt  $C$  przytwierdzony jest do niej zapomocą dwu prętów. O ile zatem nie zachodzi przypadek wyjątkowy — a taki z góry wykluczaliśmy — całość będzie również statycznie wyznaczalna.

Dla przekroju  $VI-VI$  (pręt  $BC$  jest kratownicą ziemską) otrzymujemy przypadek inny. Kratownica  $AFDE$  podparta jest w węzłach  $A, F, D$  pojedynczymi prętami podporowymi czyli trzema łożyskami ruchomymi (fig. 17). Belka taka jest

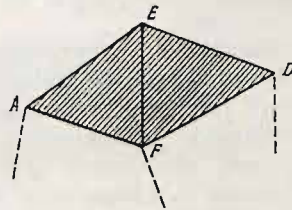


Fig. 17.

statycznie wyznaczalna, o ile pręty te nie przecinają się w jednym punkcie<sup>1)</sup>.

Inny znowu dźwigar otrzymamy, krając kratownicę wedle linii  $VII-VII$ . Dźwigar ten złożony jest z belki prostej i łuku trójprzegubowego (fig. 18). Belka spoczywa na jednym łożysku sta-

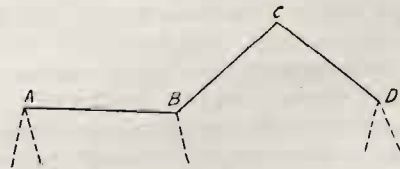


Fig. 18.

łym  $A$ , a drugim ruchomym  $B$ . Łożysko ruchome stanowi zarazem jeden przegub dolny belki łukowej; drugi przegub podporowy znajduje się w  $D$ , przegub kluczowy w  $C$ .

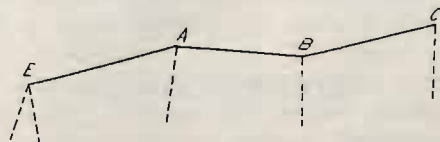


Fig. 19.

<sup>1)</sup> Lub, o ile nie są równoległe, co zresztą kryje się z warunkiem pierwszym (punkt w nieskończoności).

Wreszcie prowadząc przekrój VIII—VIII, otrzymujemy znowu belkę ciągłą przegubową o trzech przęsłach (fig 19). Łożysko *E* jest stałe, — pozostałe łożyska *A*, *B*, *C* są ruchome. Przeguby znajdują się w *A* i *B*. (Por. rozważanie fig. 12 i 13).

Wogóle zatem z kratownicy, przedstawionej na fig. 8 otrzymać można przez prowadzenie różnych przekrojów ośm kształtów dźwigarów statycznie wyznaczalnych.

(Dok. n.) Dr. Stefan Władysław Bryła.

## Zasady kształcenia techników.

Pod tym tytułem ogłosił prof. Hauswald w poprzednich zeszytach *Czasopisma* szereg uwag o kształceniu techników specjalizując dział maszynowy.

Szybki rozwój życia społecznego wymaga rzeczywiście ciągłych zmian w sposobie kształcenia ogółu młodzieży, a tem więcej techników, których wiedza musi się dostosowywać do szybkiego postępu techniki.

Był niedawno czas małego zakresu wiedzy technicznej i wówczas nauki matematyczno-przyrodnicze były właściwie jedynym czynnikiem, podnoszącym inżyniera ponad rzemieślnika.

Dzisiaj nauka techniczna tak się rozwinęła i wyspecjalizowała, że z jednej strony zabrała z nauk przyrodniczych wszystko, co technik może użytkować, z drugiej strony przechodząc przez filtr mózgow uczonych inżynierów nabrały nauki techniczne tyle inteligencji i utaiły w sobie taki zasób idei twórczych, że można śmiało twierdzić, że nauki techniczne wystarczają do zawodowego wykształcenia technika.

Nauki matematyczno-przyrodnicze, których zasady powinny dawać szkoły średnie, należy dzisiaj uważać tylko jako nauki pomocnicze, z których np. matematyka odpowiednio umieszczona na latach wyższych, gdy uczeń już jest obznajomiony z teorią nauk technicznych, może i zajmować i dawać popęd do samodzielnych studiów.

Dotychczasowy więc ustrój nauki w Szkole politechnicznej powinien ulegz zmianie, ażeby uczeń na pierwszych latach zajmował się przedmiotami praktycznymi — i to, że się tak wyrażę, rzemieślniczymi — do których wiadomości, wyniesione ze szkół średnich, jako podstawa wystarczają, a rozumiem tutaj — mówiąc o wydziałach inżynierskich i budownictwa wodnego — w pierwszym rzędzie budownictwo drewniane i kamiennne, miernictwo niższe i budowę dróg. Jeśli równoległe z tymi przedmiotami praktycznymi rozmieściłoby się naukę teoretyczną, jak część matematyki, geometryę wykreślną i część mechaniki, to umysł ucznia miałby możność równomiernego rozwoju w kierunku praktycznym i teoretycznym.

Co więcej, nauki teoretyczne, które obecnie są przez uczniów uważane za ciężar i konieczne zło — a których wartości uczeń nie może ocenić, nie widząc ich zastosowania, gdyby szły równoległe z wykładami praktycznymi, dawałyby popęd do większego zajęcia się niemi.

Obecnie wskutek wysunięcia powyżej wymienionych nauk teoretycznych na początek studiów, nie pozostaje z nich już prawie śladu w pamięci z chwilą, kiedy ich uczeń potrzebuje na wyższych latach przy naukach praktycznych.

W dalszej nauce technicznej później co do czasu powstałej, nauka teorii łączy się ściśle z nauką konstrukcyi w każdym przedmiocie z osobna. Tutaj znajdujemy równowagę, której nie potrzeba zmieniać. Widzimy bowiem, że rozwój statyki budowlanej idzie równoległe z rozwojem

budownictwa żelaznego i betonowego, rozwój budowy mostów wyrabia dla siebie odrębną teorię mostów, wreszcie budownictwo kolejowe, jak i poszczególne działy budownictwa wodnego wiążą swoje konstrukcyje z oddzielnymi teoriemi.

Z tego wynika, że wydziały inżynierskie i hydrotechniki niewielką stosunkowo zmianą mogłyby poprawić obecny stan nauczania, o tyle mienormalny, że uczeń do trzeciego, względnie do czwartego roku nie zna właściwie żadnego technicznego przedmiotu, a po trzecim względnie czwartym roku nie pamięta już nic z przedmiotów ściśle teoretycznych.

Ten obecny, niekorzystny rozkład przedmiotów ma jeszcze i tę wadę — jeżeli weźmiemy pod uwagę bardzo słuszną radę p. prof. Hauswalda co do praktyki zawodowej — że technik wydziału inżynierskiego i hydrotechniki do czwartego roku jest w praktyce nie do użycia. Jeżeli bowiem uczeń taki stara się w czasie wakacji o zajęcie, to spotyka się z odmową, — bo do czegoż można użyć technika, który nie ma pojęcia ani o budownictwie drewnianem i kamiennem, ani o miernictwie, ani też o budowie dróg.

A jeżeli nawet zajęcie otrzyma, to co najwyżej do kopiowania rysunków lub manipulacji biurowej, czyli zajęcie zarobkowe zbyt mało kształcące.

Po czwartym zaś, względnie piątym roku ma już uczeń Politechniki tyle zazwyczaj zaległych egzaminów, że o praktyce w czasie wakacji nawet marzyć nie może.

Poruszona w dalszym ciągu sprawa skrócenia czasu nauki byłaby możliwą, zdaje mi się, tylko po rozdzieleniu nauki na przedmioty podstawowe i na wybieralne.

Jako przedmioty podstawowe rozumiem budownictwo drewniane, kamiennne, żelazne i betonowe wraz ze statyką budowlą, dalej miernictwo niższe, budowa dróg i roboty wodne; a jako przedmioty wybieralne: budowa kolei, budowa mostów, budownictwo miejskie, regulacja rzek, budowa wodociągów i kanałów, melioracye, wreszcie nauki prawne, których potrzebę niżej uzasadnię.

Gdyby przedmioty podstawowe z dodatkiem przedmiotów ściśle teoretycznych, jak części matematyki, części mechaniki, geometryi wykreślanej itp., których nauka trwałaby 3 lata, objęło się I egzaminem państwowym, a jeden lub więcej z przedmiotów wybieralnych z dodatkiem wyższej części matematyki i wyższej części mechaniki — których nauka trwałaby przez dwa lata — II egzaminem państwowym, i gdyby się uczniom z I egzaminem, — który dawałby wszystkie wiadomości do zwykłej u nas praktyki wystarczające — przyznało prawa, jakie daje obecnie II egzamin państwowy, wówczas nauka przedmiotów wybieralnych dawałaby inżynierów o wyższym wykształceniu w pewnych szczegółowych działach, którym mogliby się poświęcać ludzie