

Konrad Zacharski

## Kątowniki

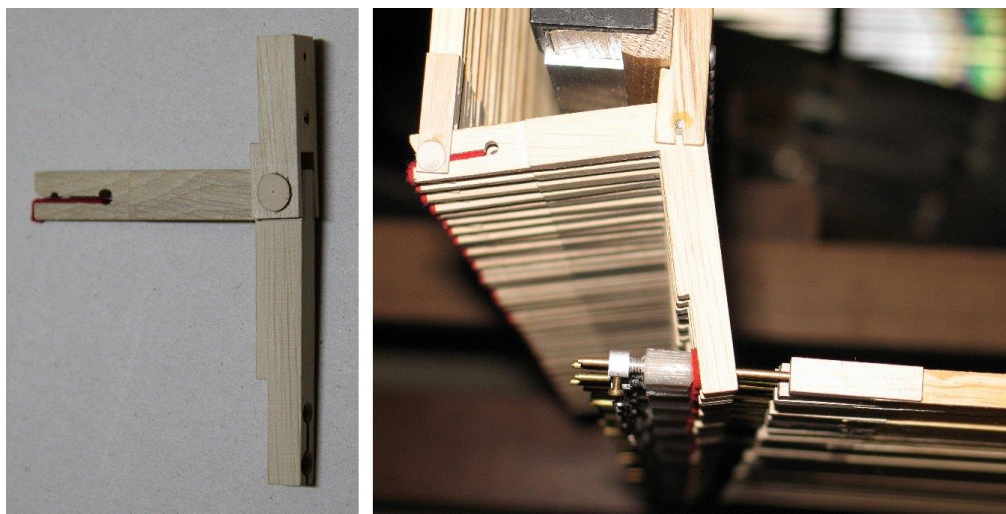
Słowo **kątownik** ma wiele znaczeń, ale z punktu widzenia budownictwa organowego skupimy się tylko na jednym z nich. Interesuje nas kątownik jako dźwignia. **Dźwignia kątowa**. Czym różni się ona od podstawowych dźwigni omówionych w poprzednim artykule? Tym, że tamte dźwignie miały formę mniej więcej prostej belki, dźwignia kątowa zaś ma ramiona ułożone względem siebie pod pewnym kątem. Pod jakim? Najczęściej pod kątem prostym (90 stopni) – to najpopularniejsza, ale nie jedyna odmiana kątownika.

Oczywiście ktoś może zwrócić uwagę na fakt, że prosta dźwignia też ma ramiona ułożone pod pewnym kątem. No i oczywiście jest to prawda, bo w takich przypadkach chodzi o kąt 180 stopni (kąt półpełny), tyle tylko, że akurat taki typ dźwigni omówiono w poprzednim artykule, a tutaj zajmiemy się kątami różnymi od 180 stopni

Wracając do kątownika z ramionami ustawionymi pod kątem prostym (90 stopni), czyli takiego w kształcie litery 'L'... dźwignia taka, w najczęściej spotykanym układzie, zmienia kierunek działania siły – z pionowego na poziomy lub na odwrót. To, jak się okazuje, bardzo istotna i przydatna właściwość tej dźwigni, która sprawia że w instrumentach z trakturą mechaniczną kątownik jest podzespołem niemal obowiązkowym.

Kątowniki mogą przybierać najróżniejsze formy. Również same zakończenia ramion tych dźwigni, tzn. te ich fragmenty, które łączą się z innymi elementami traktury bywają ukształtowane w bardzo różny sposób. Bo znaczenie ma tutaj m.in. materiał z którego dźwignia jest wykonana (drewno bądź metal), a także to czy np. dźwignia styka się bezpośrednio z inną dźwignią czy też

może za pośrednictwem dodatkowego cięgła. I czy cięgła zamocowane do ramion dźwigni to abstrakty czy cięgła sztywne.



■ **il.1.** Kątowniki drewniane; po lewej - pojedynczy, niezamontowany, po prawej - zespół kątowników w układzie traktury (z przymocowanymi abstraktami).

Znajdziemy tutaj zatem np. zakończenia zaokrąglone (niekiedy dodatkowo oklejone filcem lub skórą), ułatwiające bezpośredni kontakt z innymi elementami. Albo też oglądając ramiona dźwigni zauważymy otwory bądź szczeliny, w które wetknięte zostają druty znajdujące się na końcach cięgła (te połączenia też często wykańczane są filcem bądź skórą). Itp.

Jak wiadomo, na każde z ramion kątownika działa siła. Ramię kątownika, w zależności od konstrukcji, przeznaczone jest albo do pociągania (może zarówno pociągać, jak i być pociągane), albo do popychania (może popychać kolejny element traktury bądź też samo może być popychane przez element wcześniejszy). Wszystkie wymienione powyżej aspekty mają wpływ na kształt zakończeń kątowników, a ich różnorodność może zilustrować np. poniższy zestaw fotografii zaczerpniętych z katalogu firmy Laukhuff.



■ **il.2.** Kątowniki drewniane - różne kształty dźwigni.

Niektóre ramiona mogą mieć zakończenia ze specjalną szczeliną, która ułatwia łączenie elementów traktury. Na jakiegokolwiek rozwiązanie byśmy się nie natknęli, to zawsze jego celem jest zapewnienie sprawnej współpracy tego typu dźwigni z pozostałymi elementami traktury (np. z innymi dźwigniami) i umożliwienie mocowania do jej ramion cięgieł (zarówno cienkich listewek – abstraktów, jak i popychaczy – cięgieł sztywnych).



■ **il.3.** Szczelina z otworem na zakończeniu ramienia kątownika.

W przypadku kątowników wykonanych z metalu zakończenia ich ramion mogą zostać odpowiednio uformowane poprzez wygięcie (skręcenie). Dostępność różnych wariantów kątowników ułatwia mocowanie do nich cięgieł różnego typu.



■ **il.4.** Kątowniki metalowe w układzie traktury (w trakcie montażu).

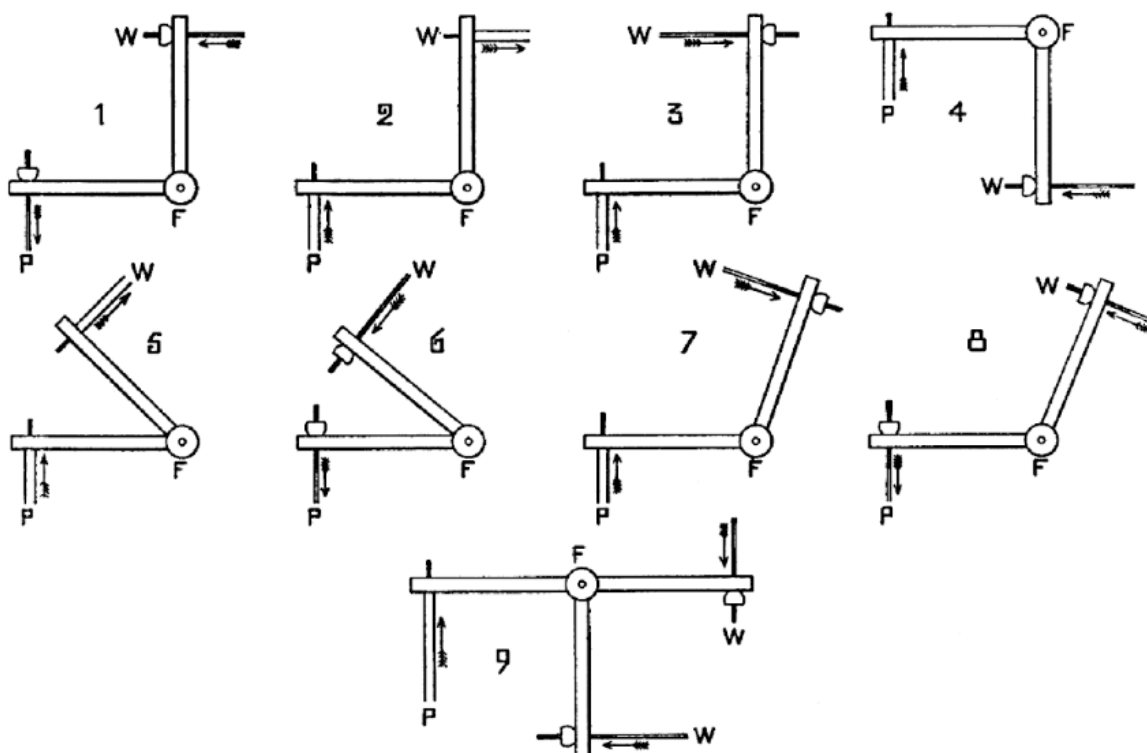


■ **il.5.** Kątowniki metalowe - różne kształty dźwigni.

Choć, jak wspomniano, kąt prosty jest w tego typu dźwigniach najbardziej popularny (takich kątowników jest zdecydowana większość), to trzeba pamiętać, że w całym bogactwie tego typu elementów możemy się natknąć i na takie, których ramiona ustawione są względem siebie po innym kącie (ostrym bądź rozwartym). Graniczne wartości kątów, dla których buduje się dźwignie kątowe są raczej trudne do zdefiniowania. Teoretycznie może to być dowolny kąt większy

od 0 i mniejszy od 180 stopni, ale przecież wartości bliskie tym granicom też raczej w konstrukcji kątowników byłyby mało przydatne. Oczywiście zasady fizyki dałyby nam tutaj jednoznaczną odpowiedź w zależności od układu cięgieł i rozkładu sił, ale z naszego punktu widzenia można się chyba próbować oprzeć na technicznej intuicji (jeśli coś takiego w ogóle istnieje), która podpowie nam orientacyjnie jakie rozwarcie ramion dźwigni ma sens a jakie nie. Albo też pozwoli ocenić kiedy mówimy o kątowniku jako o dźwigni dwuramiennej, a kiedy funkcjonuje on jako dźwignia jednoramienna (bo teoretycznie, przy określonym ułożeniu ramion dźwigni i odpowiednim poprowadzeniu cięgieł, też taka możliwość istnieje).

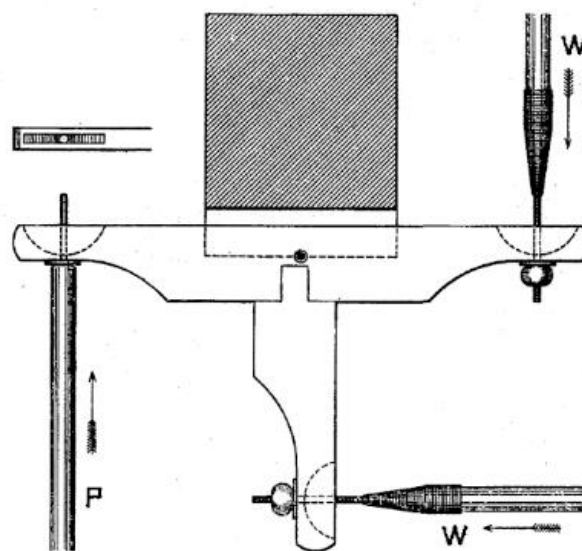
Przykładowe konstrukcje kątowników z zaznaczonymi kierunkami przebiegu cięgieł zaczepionych do ich ramion pokazano na ilustracji poniżej.



■ **il.6.** Odmiany dźwigni kątowych - ułożenie ramion pod różnymi kątami, różny układ cięgieł (*F* - oś obrotu dźwigni, *P* - siła działania, *W* - siła użytkowa).

Jak widać mamy tutaj pełny przekrój możliwości. Kąty ostre, proste, rozwarte, abstrakty, popychacze, itp. Strzałki oznaczone literą „P” oznaczają siłę działania, czyli tę siłę która przyłożona jest z zewnątrz i która powoduje obrót dźwigni wokół jej osi, strzałka „W” oznacza natomiast siłę użyteczną, czyli tę która jest skutkiem działania dźwigni i która wywołuje ruch kolejnego elementu traktury.

Zwróćmy szczególną uwagę na dźwignię ostatnią (nr 9 na rysunku powyżej oraz ilustracja obok) – to złożona dźwignia z trzema ramionami. Jest to połączenie typowego kątownika z typową dźwignią dwuramienną w formie prostej belki. Dwie takie dźwignie połączone ze sobą „na sztywno” tworzą w efekcie urządzenie, które pozwala na przekształcenie jednej siły działania w dwie siły użyteczne o różnych zwrotach. Siła „P” popycha lewe ramię dźwigni w górę, co powoduje obrót całej dźwigni o pewien kąt wokół osi (osi obrotu). Ponieważ mamy do czynienia z elementem sztywnym, to obrót ten powoduje równoczesne wychylenie ze stanu równowagi dwóch pozostałych ramion dźwigni. Ramiona te, oddziałują odpowiednimi siłami na przymocowane do nich abstrakty. W tym przypadku cięgła te pociągane są przez ramiona dźwigni: jedno poziomo w lewo, drugie pionowo w dół (kierunki strzałek “W”).



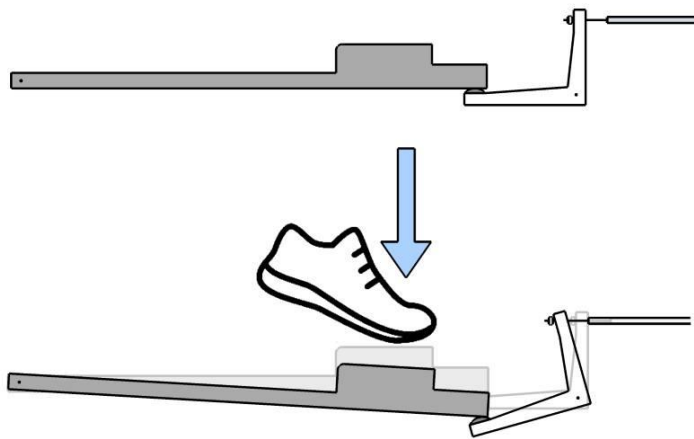
■ il.7. Dźwignia złożona.

Jak już wyżej wspomniano, ramiona kątowników, tak jak i wszystkich innych dźwigni, mogą być pociągane lub popychane. W przypadku dźwigni kątowych, które poruszane są poprzez popychanie czy naciskanie jednego z jej ramion, może się to odbywać zarówno przez element pośredniczący, czyli jakieś cięgło sztywne, jak i bezpośrednio.

Bezpośrednie przekazywanie ruchu między dwoma sąsiadującymi ze sobą dźwigniami znajdziemy np. w trakturze gry pedału (klawiatyry pedałowej). Tutaj bardzo często mamy układ w którym pedał (dźwignia jednoramienna) styka się bezpośrednio z jednym z ramion kątownika. Drugie ramię tego kątownika może np. pociągać abstrakt.



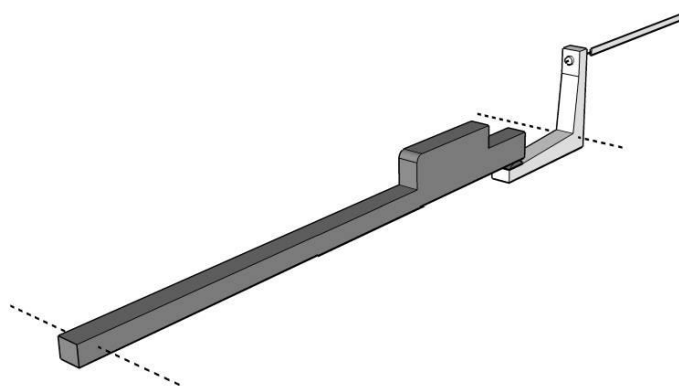
■ il.8. Kątowniki stosowane w trakturze gry pedału.



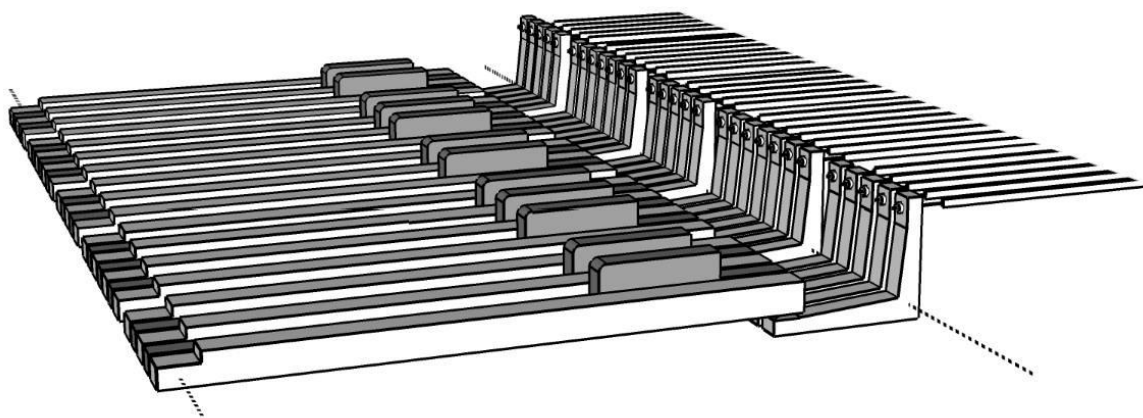
Zatem stopa organisty, za pośrednictwem klawisza pedału, działa siłą pionową skierowaną w dół na ramię kątownika, a ten obracając się o pewien kąt pod wpływem tej siły przekazuje ruch (najczęściej w kierunku poziomym – tak też pokazano na ilustracji) kolejnym elementom traktury.

■ **il.9.** Schemat (rzut prostokątny) fragmentu traktury gry z jednym klawiszem klawiatury pedałowej (dźwignią jednoramienną), kątownikiem oraz abstraktem.

Oczywiście również i tutaj słuszną jest uwaga przytoczona w poprzednim artykule, przy omawianiu podstawowych dźwigni jedno- i dwuramiennych. Analiza schematu czy przekroju połączonych ze sobą dźwigni, kątowników i cięgieł, to tak naprawdę przebieganie wzdłuż „łańcuszka” sprzężonych ze sobą elementów tylko w zakresie niewielkiego fragmentu całej traktury. Niewielkiego, bo związanego z jednym tylko klawiszem. A całość traktury, jak wiemy, to układ złożony z kilkudziesięciu, identycznych lub bardzo do siebie podobnych takich „łańcuszków”, z których każdy odpowiada oddzielnemu klawiszowi.



■ **il.10.** Rzut perspektywiczny fragmentu traktury gry (przebieg traktury dla pojedynczego klawisza).

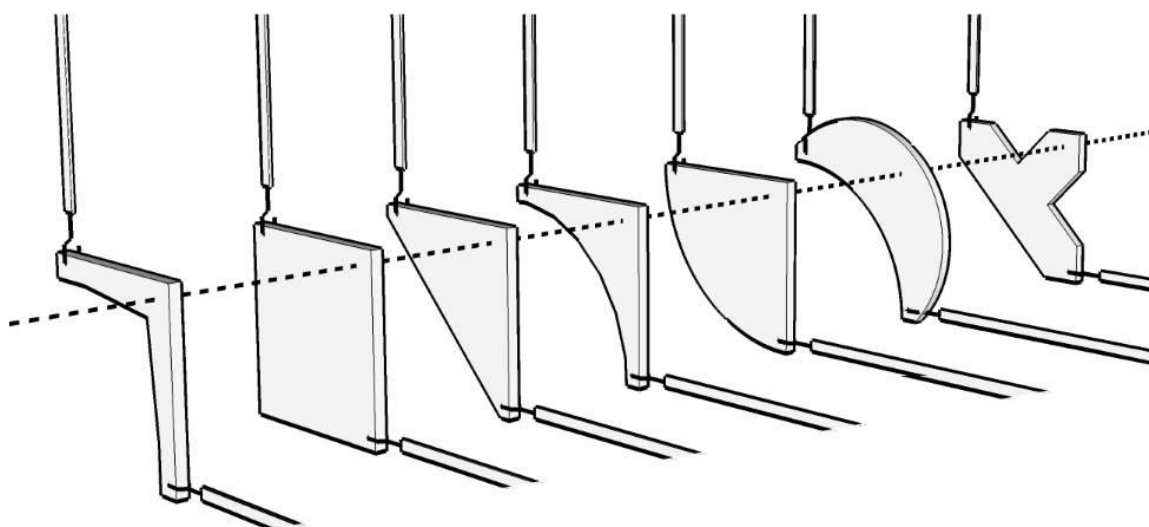


■ **il.11.** Początkowy fragment mechanicznej traktury gry pedala - wielokrotnie powtórzony (dla każdego klawisza z osobna) układ cięgieł i dźwigni z poprzedniej ilustracji.



■ **il.12.** Zestaw kątowników stosowany w trakturze gry pedału (komplet dźwigni zamontowanych na wspólnej listwie).

Trochę prowokacyjnie można stwierdzić, że w kątowniku wcale nie kształt dźwigni jest najważniejszy. Oczywiście przyzwyczailiśmy się do tego, że typowe kątowniki mają kształt zbliżony do litery 'L' albo do trójkąta prostokątnego. Jak jednak pokażą kolejne ilustracje, mogłyby to być również i inne kształty, w zasadzie dość dowolne. Bo przecież oprócz trójkąta można wyobrazić sobie dźwignię kątową i w formie kwadratu, i półkola, a może nawet i całego koła, czy jeszcze innych (niekiedy dziwnych) kształtów. Spójrzmy na rysunek poniżej.



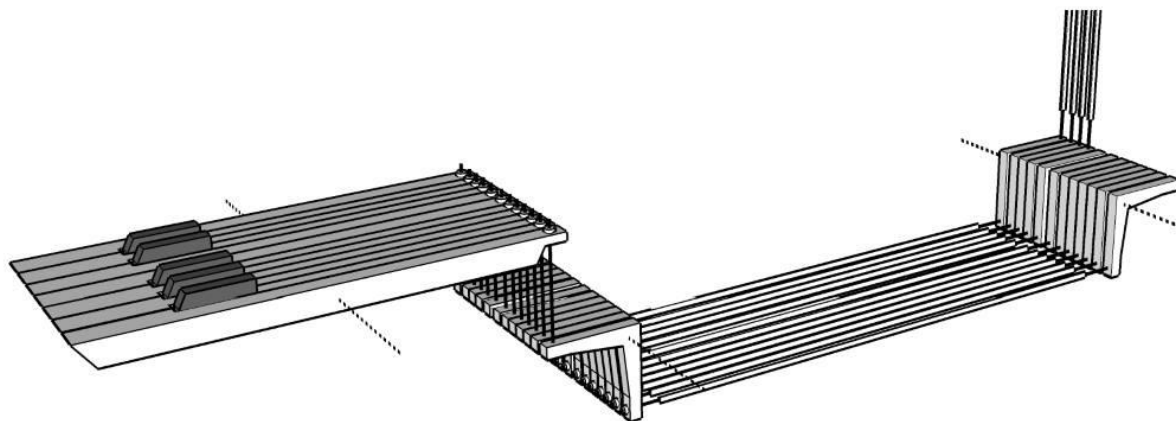
■ **il.13.** Przykładowe, teoretycznie możliwe (choć w wielu przypadkach niespotykane) kształty dźwigni kątowych.

To wszystko są elementy, które w zaprezentowanym układzie pracują jako dźwignie kątowe. Oczywiście, żeby nie zostać posądzonym o herezję, natychmiast muszę podkreślić, że wielu z nich nigdy nie spotkamy w organach, bo się ich po prostu nie stosuje. Rysunek ma tylko pokazać co tak naprawdę decyduje o tym kiedy mamy do czynienia z dźwignią kątową.

Aby jakiś element nazwać dźwignią, a w rozważanym przypadku dźwignią kątową, kluczowe jest to aby element ten był wystarczająco sztywny i wytrzymały, zamocowany na osi wokół której może się obracać, z przymocowanymi doń w odpowiednich miejscach i pod odpowiednimi kątami

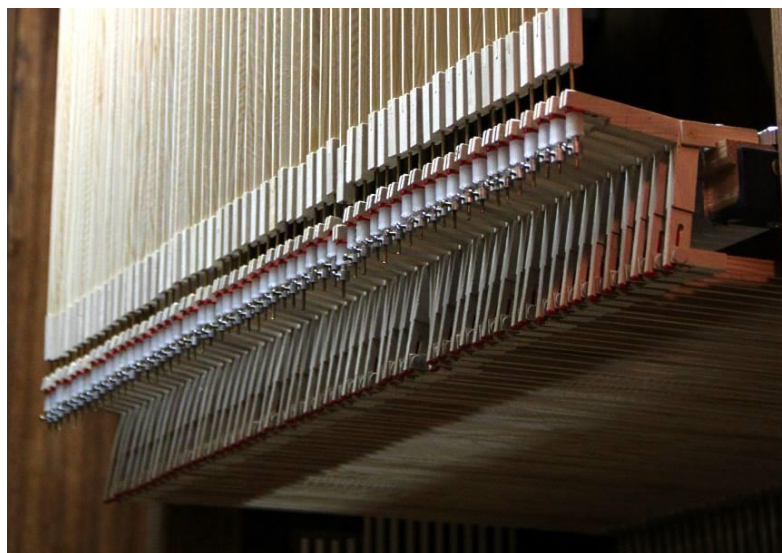
ciągłymi, które umożliwią przeniesienie siły. Wszystkie elementy na powyższej ilustracji spełniają te warunki (zakładam oczywiście, że elementy te są wystarczająco sztywne, bo akurat tego na podstawie rysunku nie sposób jednoznacznie stwierdzić). Każdą z tych dźwigni, również te o niespotykanych (żeby nie powiedzieć absurdalnych) kształtach, można zastąpić kątownikiem o typowej konstrukcji. Zatem wszystkie zaprezentowane elementy działają tak samo. Decyduje o tym układ abstraktów oraz rozmieszczenie punktów ich mocowań względem osi obrotu dźwigni – jak widać, dla wszystkich narysowanych powyżej elementów parametry te są identyczne. Oczywiście większości z tych wymyślonych, teoretycznych kształtów dźwigni, jak już wspomniałem, nie znajdziemy w organach, ale np. trójkąty (winkles) – jak najbardziej. I to niekoniecznie takie zwykłe, prostokątne, równoramienne... często bowiem ich krawędzie przybierają wyszukane, dekoracyjne wręcz kształty. Podobnie zresztą jest z typowymi kątownikami w kształcie litery 'L', w których te wyraźnie zaznaczone ramiona są niekiedy dodatkowo ozdobnie wyprofilowane.

W instrumentach mechanicznych, zwłaszcza tych większych, bardziej rozbudowanych, kątowniki są spotykane prawie zawsze (nie zawsze, ale niezwykle często). Jak wiadomo, siły pojawiające się na samym początku traktury, tj. w obrębie dźwigni-klawiszy działają z reguły wzdłuż linii pionowych. Prawie zawsze w takich przypadkach potrzebna jest zmiana kierunku działania tych sił, a do tego właśnie mogą zostać użyte m.in. kątowniki. Taka zmiana kierunku pozwala na poziome „rozprowadzenie” tego ruchu i działających sił, w ślad za abstraktami rozciągającymi się wzdłuż i wszerz całego instrumentu, by za chwilę – za pośrednictwem kolejnych kątowników – wrócić do pionu i np. poruszać dźwigniami bądź zaworami czy to w samej wiatrownicy, czy to w jej pobliżu.

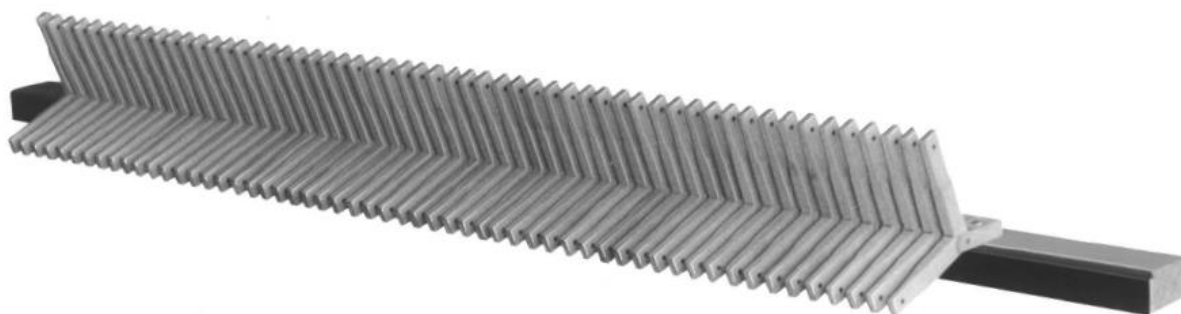


■ **il.14.** *Fragment traktury gry z klawiszami manuala (dźwigniami dwuramiennymi), dwoma grupami kątowników i abstraktami.*

Dźwignie kątowe na ogół nie występują pojedynczo, a raczej w całych grupach. Ułożone równo, jedna obok drugiej, tworzą całe zespoły zamocowane np. na wspólnej listwie.

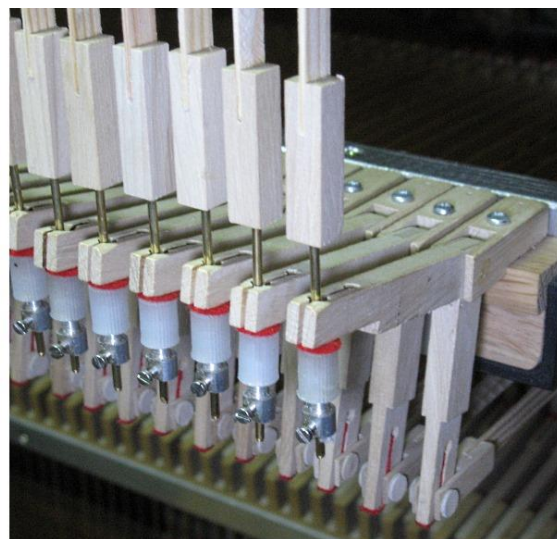


■ **il.15.** Fragment traktury gry (kątownicy i abstrakty).



■ **il.16.** Zestaw kątowników stosowany w trakturze gry manualu (komplet dźwigni zamontowanych na wspólnej listwie).

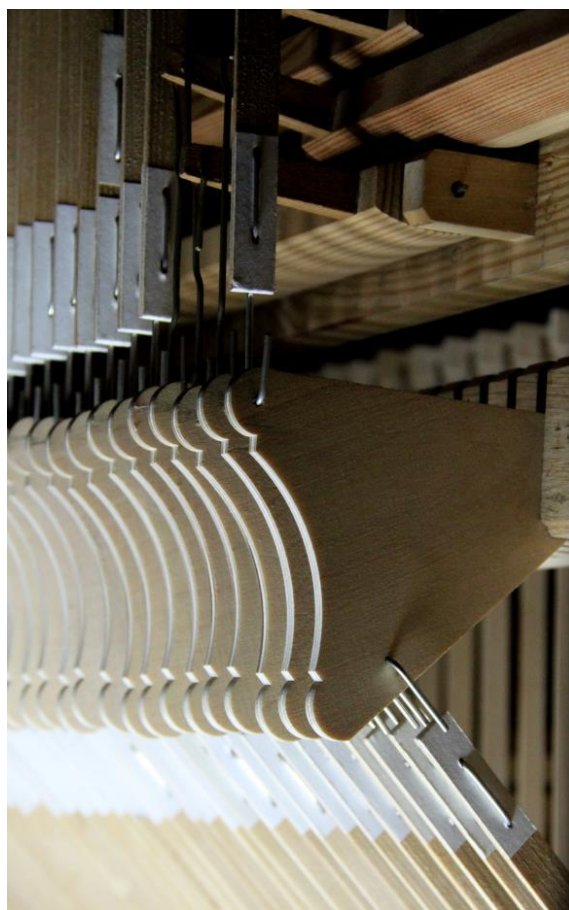
W miejscach łączenia cięgieł z dźwigniami (w tym również z dźwigniami kątowymi) bardzo często spotykamy rozmaite urządzenia służące do regulowania traktury, do odpowiedniego jej napinania i redukowania luzów, które siłą rzeczy, wraz ze zużywaniem się niektórych materiałów stają się coraz bardziej odczuwalne w czasie gry.



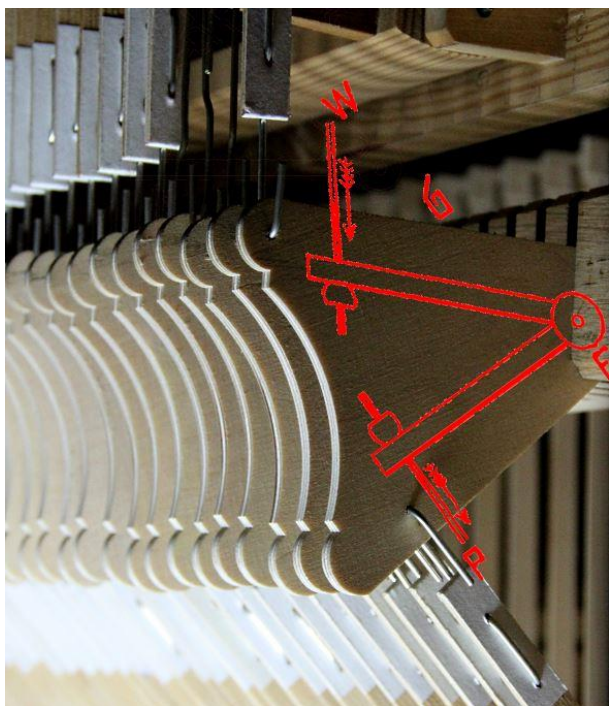
■ **il.17.** Elementy regulacyjne mocowane na druczianych zakończeniach abstraktów.

Takimi elementami regulacyjnymi mogą być np. **skórzane nakrętki** (tzw. **muterki**), które nakręcane są np. na gwintowane, wykonane z drutu, zakończenia abstraktów. Odkręcanie bądź dokręcanie takich nakrętek powoduje napinanie bądź luzowanie poszczególnych fragmentów traktury. Oczywiście we współcześnie budowanych instrumentach mechanicznych znajdziemy również inne elementy służące takiej regulacji, np. zakończenia plastikowe, czy połączenia śrubowe. Nowoczesne materiały wkraczają i tutaj. Ciężko się przed tym obronić, zresztą wcale nie upieram się, że w ogóle należy to robić. Nie wiem które rozwiązania z praktycznego punktu widzenia są lepsze a które gorsze, ale wiem, że kwestią gustu pozostaje odpowiedź na pytanie: co jest ładniejsze? O gustach się nie dyskutuje, a dodatkowo trzeba też brać pod uwagę to, że kryterium oceniające to co jest „ładne” nie może być ważniejsze od kryterium sprawności i przydatności danego rozwiązania z technicznego punktu widzenia. Ale gdybyśmy mieli wybór, to dlaczego nie używać czegoś co jest i dobre, i do tego estetyczne (zwłaszcza w przypadku organów)? Oczywiście trzeba umieć to zrobić – to jasne – a to nie zawsze jest łatwe i być może też nie zawsze uzasadnione. Ale tuż obok pojawia się pewnie i inne kryterium – kryterium pracochłonności i kosztów wykonania. I tutaj już dyskusja o kwestiach piękna jest niestety mocno utrudniona.

Wracając już na sam koniec do dźwigni ale nie uciekając od kwestii piękna (co – myślę – wyraźnie widać na załączonej obok fotografii), chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na niezbyt częste, ale gdzieś jednak stosowane rozwiązanie z ukośnym prowadzeniem abstraktów. W zdecydowanej większości przypadków, w których stosuje się dźwignie kątowe abstrakty prowadzone są poziomo i pionowo. Ale nie jest to zasada, od której nie znajdziemy wyjątków. Przykładem może być traktura organów w kościele Św. Krzyża w Krakowie. Zastosowano tutaj kątowniki o trochę nietypowym (ale jakże pięknym) kształcie. W rozwiązaniu przedstawionym na fotografii obok dolne abstrakty odchodzą od dźwigni ukośnie. Choć dźwignia z fotografii nie ma wyraźnie zaznaczonych ramion, to nie powinien budzić wątpliwości fakt, że jest ona dźwignią kątową z ramionami ustawionymi pod kątem ostrym.



■ **il.18.** Grupa kątowników z dołączonymi abstraktami (abstrakty dolne poprowadzone ukośnie).



■ **il.19.** Kątownik w formie trójkąta ostrokątnego (kolorem czerwonym wrysowano schemat równoważnej dźwigni kątowej z ramionami ustawionym względem siebie pod kątem ostrym).

W obrys tego stylizowanego trójkąta można wrysować bowiem jeden ze schematów (ten z numerem 6) przywołanych powyżej na podstawie ilustracji z pracy G. A. Audsleya. Jak widać, funkcjonalnie jest to dokładnie to samo urządzenie.

Zatrzymując się już ostatni raz nad tymi drobiazgowo opracowanymi kątownikami, których przykłady oglądaliśmy na zamieszczonych powyżej ilustracjach... Niekiedy dziwić może fakt przykładania aż takiej wagi do kształtu i wyglądu elementów, które w gruncie rzeczy spełniają funkcję czysto techniczną, które zamknięte są w szafie organowej i których prawie nikt i prawie nigdy nie zobaczy. To są właśnie kulisy organów i muzyki organowej.

Ale czyż ten widok nie jest piękny?



■ **il.20.** Traktura mechaniczna organów.

Z głową wetkniętą do szafy organowej, z oczami wpatrzonymi w poruszające się, równo ułożone, cudnej urody abstrakty i kątowniki, z nosem przepelnionym zapachem drewna, z uszami opływającymi muzyką organów i z piersią drgającą od potężnego brzmienia języków 16'... jeśli ktoś TO poczuje, to nie wiem, czy zdoła go od TEGO oderwać nawet sam Monsieur Balzac z tą swoją fregatą pod pełnymi żaglami, czy koniem pełnej krwi w galopie, czy...no, w kwestii pięknej kobiety w tańcu może nie będę się wypowiadał aż tak kategorycznie, bo różnie to może być... 😊

---

### Źródła ilustracji:

**nagłówek:** G. A. Audsley, *The Art of Organ-building*, New York 1965 - kompilacja grafik

**il.1.** K. Zacharski

**il.2.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.3.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.4.** K. Zacharski

**il.5.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.6.** G. A. Audsley, *The Art of Organ-building*, New York 1965

**il.7.** G. A. Audsley, *The Art of Organ-building*, New York 1965

**il.8.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.9.** K. Zacharski

**il.10.** K. Zacharski

**il.11.** K. Zacharski

**il.12.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.13.** K. Zacharski

**il.14.** K. Zacharski

**il.15.** K. Zacharski

**il.16.** źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

**il.17.** K. Zacharski

**il.18.** K. Zacharski

**il.19.** kompilacja grafik: K.Zacharski, G. A. Audsley, *The Art of Organ-building*, New York 1965

**il.20.** K. Zacharski

### Bibliografia:

■ G. A. Audsley, *The Art of Organ-building: A Comprehensive Historical, Theoretical, and Practical Treatise on the Tonal Appointment and Mechanical Construction of Concert-room, Church, and Chamber Organs*, New York 1965

■ katalog firmy Aug. Laukhuff GmbH & Co. KG, źródło: <https://laukhuff.de/wp-content/uploads/2018/05/2.pdf> [dostęp: 24.04.2019]

14 MAJA 2019

Copyright © 2019 Konrad Zacharski. Wszelkie prawa zastrzeżone.