

UWAGI O BUDOWIE XVII-WIECZNYCH ORGANÓW. *RAISONS DES FORCES MOUVANTES* (1615) SALOMONA DE CAUS

Salomon de Caus¹ (†1626) zyskał w swoich czasach rozgłos jako architekt, projektant ogrodów, wynalazca, inżynier oraz konstruktor różnego rodzaju mechanizmów. Również dzisiaj jego nazwisko odnajdziemy raczej w publikacjach z dziedziny techniki, mechaniki czy hydrauliki, niż z historii muzyki. Jego główną pasją było projektowanie ogrodów², w których umieszczał konstruowane przez siebie, zasilane siłą wody, maszyny. Warto zaznaczyć, że to właśnie on wprowadził do europejskich ogrodów napędzane systemem hydraulicznym fontanny. De Caus nie był ani muzykiem, ani nawet teoretykiem muzyki w pełnym tego słowa znaczeniu, lecz pasjonatem wszelkiego rodzaju urządzeń mechanicznych, wśród których znajdowały się również takie, które wydawały dźwięki (m.in. śpiew ptaków, odgłos pioruna, odgłos padającego deszczu, szum wiatru i inne). Salomon de Caus pozostawił dwa „muzyczne” pisma: *Institutioni harmonique* (1615) – obszerny traktat poświęcony teorii współbrzmień bazujący na poglądach G. Zarlina oraz *Raisons des forces mouvantes*³ (1615) – trzytomowe dzieło zawierające projekty i opis mechanizmów, które mogłyby być umieszczane w projektowanych przez niego ogrodach. Tom trzeci, *Livre troisieme traitant de la fabrique des orgues*, zawiera ilustrowany rycinami opis budowy organów. Zaznaczmy, że nie zachowały się żadne informacje o tym, by Salomon de Caus działał jako organmistrz i by zbudował jakiś instrument mu-

¹ Salomon de Caus (1576-1626), francuski inżynier, architekt i teoretyk. Student matematyki i mechaniki. Jako hugenot spędził wiele lat na wygnaniu przebywając w różnych miejscach Europy. Młodość spędza we Włoszech. Od roku 1605 przebywa w Brukseli piastując funkcję nadwornego inżyniera arcyksięcia Alberta, w latach 1610-12 pozostaje na służbie księcia Henryka w Londynie, w latach 1612-1614 przebywa na dworze Anny Oldenburg – królowej Anglii, zaś od roku 1614 jest inżynierem-architektem i projektantem ogrodów elektora Palatynatu Fryderyka V w Heidelbergu. W roku 1620 przybywa do Paryża. Od 1621 nosi tytuł *Ingénieur et architecte du Roi* (królewski inżynier wodny i architekt) na dworze Ludwika XIII. Salomon de Caus pozostawił kilka dzieł teoretycznych: *Hortus Palatinus* (1620); *La Perspective avec la raison des ombres et miroirs* (1612); *Les Raisons des forces mouvantes* (1615). Jest autorem dwóch pism teoretycznych o muzyce: *Institution harmonique* (Frankfurt, 1615) oraz Księgi III (*Livre troisieme traitant de la fabrique des orgues*) wspomnianego wyżej traktatu *Les Raisons des forces mouvantes*, która poświęcona jest budowie organów.

² Ogrody zaprojektowane przez Salomona de Caus: Coudenberg Palace (Bruksela), Richmond Palace, Hatfield House, Somerset House, Greenwich Palace (Londyn), Hortus Palatinus (Heidelberg).

³ Faksymile pierwszego wydania traktatu znajduje się na stronie <http://cnum.cnam.fr/ILL/FDA1.html>

zyczny przeznaczony do służby liturgicznej czy koncertów. Z treści wspomnianego dzieła wynika, że jego zainteresowaniem cieszyły się raczej maszyny hydrauliczne „zblizone w konstrukcji” do organów, które umieszczał w projektowanych przez siebie ogrodach. Traktat *Raisons des forces mouvantes* (*Zasady sił ruchu*) dostarcza niemniej jednak wielu cennych wiadomości o budowie XVII-wiecznych organów w pełnym tego słowa znaczeniu.

Nie zachowały się żadne informacje o tym, gdzie i u kogo Salomon de Caus zapoznał się z arkanami budowy organów. Z jego własnych słów wynika, że wiedza w tej dziedzinie wiązała się raczej z wrodzonym zamiłowaniem konstruktorskim. Organy interesują go bardziej jako wydający dźwięki mechanizm niż jako instrument muzyczny w ścisłym tego słowa znaczeniu: *instrument ten – pisze de Caus – nie posiada żadnej osobnej nazwy jak to jest w przypadku lutni, cytry, gitary czy innych instrumentów. Greckie słowo „organo” odnosi się bowiem do wszelkich rzeczy, którymi coś się wykonuje, jak młot, nóż czy inne. Narzędziami tymi wykonuje się określone rzeczy*⁴. Tak więc zgodnie z jego rozumieniem organy moglibyśmy określić jako „narzędzie służące do wytwarzania dźwięków”, nie zaś jako „instrument muzyczny”. Jego wiedza historyczna w tym temacie ogranicza się do wiedzy autorów antycznych, na których – jak sam przyznaje – zwrócił uwagę studiując dzieło Witruwiusza⁵. Poza relacją Witruwiusza, który w ósmym rozdziale *De architectura* opisuje organy hydrauliczne, de Caus wspomina również o Ktesibosie⁶ i Heronie Aleksandryjskim⁷, którzy opisali podobne instrumenty. Autorzy ci nie mówią właściwie o instrumentach muzycznych „przeznaczenia koncertowego”, ale o maszynach będących praktyczną realizacją eksperymentów ówczesnej myśli inżyniersko-konstruktorskiej. *Machiny te – jak pisze de Caus – zwano „hydraulicznymi”, ponieważ ciśnienie powietrza tworzyła woda, i to dzięki niej rozbrzmiewały piszczałki. Słowo „hydrauliczne” jest greckie i oznacza tyle co „dźwięcząca woda”*⁸. Jedynym związanym z muzyką autorem, którego przywołuje de Caus, jest Gioseffo Zarlino (†1590). Dodaje też, że od czasów Witruwiusza do panowania króla Franciszka⁹ pierwszego było niewielu uczonych, którzy mieliby coś

⁴ Salomon de Caus, *Les Raisons des forces mouvantes*, T. III, s. 1r.

⁵ Marcus Vitruvius Pollio (I w. p.n.e.), rzymski architekt i inżynier, autor traktatu *De architectura* (*O architekturze*). Służył w oddziałach inżynieryjnych armii Juliusza Cezara zajmując się konstruowaniem machin wojennych. Ujęte w dziesięć ksiąg dzieło *De architectura* zawiera opis i rysunki architektury starożytnej Grecji i Rzymu. Traktat ten został odnaleziony w roku 1414 w klasztorze na Monte Cassino.

⁶ Ktesibios (III w. p.n.e.), grecki konstruktor, wynalazca i matematyk działający w Aleksandrii, zwany „ojcem pneumatyki”. Nie zachowało się żadne pismo, a jego poglądy znamy z relacji Filona z Bizancjum, Herona i Witruwiusza.

⁷ Heron z Aleksandrii (I w.), grecki matematyk, fizyk, mechanik, wynalazca i konstruktor. Jego pisma zawierają sumę ówczesnej wiedzy we wspomnianych dziedzinach.

⁸ Salomon de Caus, *dz. cyt.*, s. 1r.

⁹ François Ier, król Francji w latach 1515-1547.

do powiedzenia w tym temacie¹⁰. Salomon de Caus podaje za Zarlinem skąpą informację o tym, że w V lub VI wieku, w klasztorze zbudowanym w antycznym mieście Grande, był instrument mający 15 klawiszy i 30 piszczałek, który w jego mniemaniu, musiał już mieć prostej budowy wiatrownicę. Cała jego wiedza w dziedzinie budowy organów ograniczona jest więc do autorów starożytnych, bowiem nie wspomina on o żadnym organistrzu czy teoretyku opisującym ten instrument, który żyłby w jego czasach lub nieco wcześniej.

Księga III traktatu *Raisons des forces mouvantes* (Zasady sił ruchu) została ujęta w siedemnaście rozdziałów (*Problemes*), które są poprzedzone *Przedmową* i *Wstępem*, a po których następuje *Zakończenie*. Oto tytuły kolejnych rozdziałów¹¹: przedmowa O wynalezieniu *machin hydraulicznych* i organów oraz o ich rozwoju, wstęp Co trzeba aby zbudować organy, rozdział I O sposobie, w jaki przy budowaniu organów należy łączyć ołów i cynę, rozdział II Przyrząd, za pomocą którego ołów i cyna są ze sobą spajane i dzięki któremu są jednakowej grubości, rozdział III W jaki sposób należy wykonać menzurę systemu zwanego powszechnie *Diapason*, rozdział IV Wykonanie menzury w innych systemach krytych, rozdział V Wykonanie systemu dla piszczałek otwartych, rozdział VI Wykonanie systemu dla piszczałek kominiowych (*acheminé*), rozdział VII O proporcjach wargi w piszczałkach, rozdział VIII O proporcji serca w piszczałkach, rozdział IX Wykonanie stopy piszczałki, rozdział X Intonacja i zestrzajanie piszczałek organowych, rozdział XI O związkach między rejestrami, rozdział XII O klawiaturze pedałowej, rozdział XIII O wiatrownicy, rozdział XIV O wiatrownicy, na której umieszczone są rejestry, rozdział XV O kanałach powietrznych, rozdział XVI O miechach, rozdział XVII O tremulancie, zakończenie *Inne ogólne zasady przydatne przy budowaniu machin hydraulicznych*. Poruszoną w traktacie problematykę można zatem podzielić na 3 grupy: opis wykonania piszczałek, tworzenie głosu organowego oraz budowa elementów traktury. Salomon de Caus podkreśla, że wykonanie głosu organowego nie jest zadaniem łatwym i wymaga osoby posiadającej wiedzę z co najmniej trzech dziedzin. Po pierwsze – pisze – należy być dobrym muzykiem, i to zarówno w teorii, by odpowiednio wykonać menzurę właściwą dla piszczałek, jak i w praktyce, by wspomniane piszczałki wydawały odpowiedni dźwięk i były odpowiednio zintonowane. Po drugie należy znać się

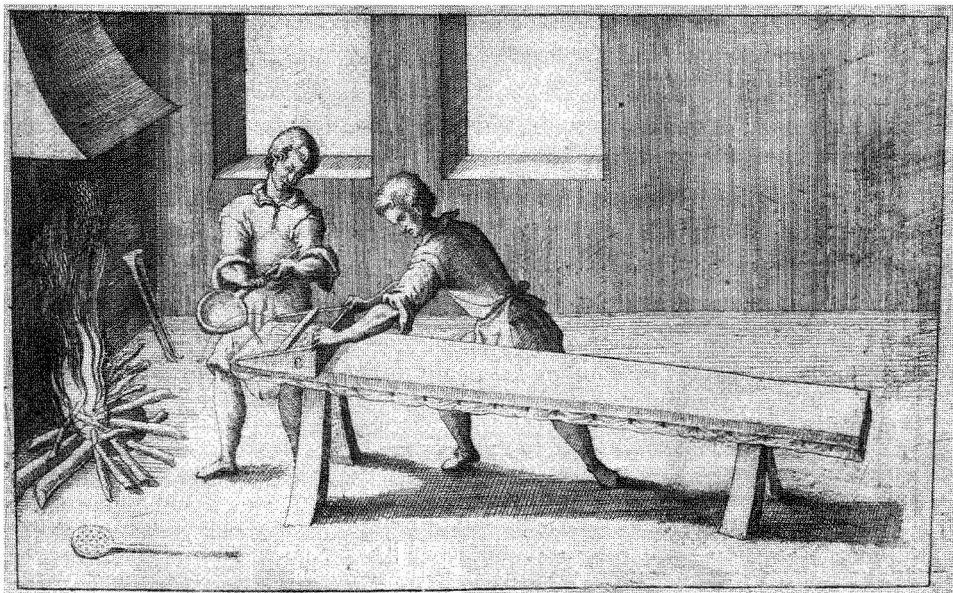
¹⁰ Depuis le temps de Vitruve qui vivoit Au temps de Iule Cesar, jusques Au temps du Roy François I les sciences ont esté fort estimées, et y a eu fort peu d'hommes doctes qui ont vescu pour nous donner cognoissance. Salomon de Caus, dz. cyt., s. lv.

¹¹ Francuskie tytuły rozdziałów (zgodnie z oryginalnym zapisem faksymila): *De l'invention des machines hidroligues et orgues et de l'acroissement qui y a este fait depuis; Ce qui est requis pour la fabrique des orgues; La maniere comme il faut jetter le plomb et l'estain pour la fabrique des orgues; Instrument par lequel on fera le plomb et estain fort uny et d'une esgale espaisseur; Comme il faut donner la mesure au Systeme communement dit Diapason; Pour donner la mesure aux autres Systemes bouchees; Pour faire les Systemes de tuyaux ouverts; Pour faire les Systemes de tuyaux acheminée; De la proportion de la bouche des tuyaux; De la proportion de la languette des tuyaux; Pour faire le pied des tuyaux; Pour accorder les tuyaux d'orgue, les uns avec les autres; De la convenance qu'ont les registres les uns avec les autres; Des Pedalles; Du Sommier; Du sommier ou sont les registres; Des porteventis; Des soufflets; Du tremblant; Aucunes reigles en general pour la fabrique des hidrauliques.*

na sztuce lania ołowiu, by dobrze mieszać ołów i cynę przy wytwarzaniu piszczalek, wszystko zgodnie z odpowiednimi proporcjami. Po trzecie należy znać się na stolarstwie, aby dobrze wykonać wszystko to, co związane jest z wiatrownicą, registrami, miechami¹². Ponadto osoba taka, poza wiedzą z owych trzech dziedzin, winna również mieć dużą wprawę i doświadczenie w praktyce. Salomon de Caus uważa, że żaden inny autor nie wypowiadał się wcześniej w tym temacie, a jego dzieło jest pierwszym opisującym tak szczegółowo „technologiczne” zagadnienia budowy organów.

1. Wykonanie piszczalek

Traktat rozpoczyna się omówieniem sposobu, w jaki należy wykonywać piszczalki organowe. W rozdziale I de Caus mówi w jaki sposób należy przygotować stop ołowiu i cyny. Zaznacza, że ołów winien być możliwie najbardziej miękki, a im szlachetniejszy tym lepszy. Należy zwracać przy tym uwagę, by nie było w nim żadnych domieszek lutu czy topników. Następnie zaleca przygotowanie kamiennego lub drewnianego stołu, o 12 lub 15 stopach¹³ długości i półtora lub dwóch stopach szerokości, który będzie z jednej strony wyższy, zaś z drugiej niższy, co ilustruje poniższą ryciną:



¹² Salomon de Caus, *dz. cyt.*, s. Iv.

¹³ Przed reformą Colberta, czyli przed rokiem 1668, długość stopy francuskiej, w przeliczeniu na stosowane dziś jednostki, wynosiła 32,6596 cm. Por. P. Guilhiermoz, *De l'équivalence des anciennes mesures*, Bibliothèque de l'école des chartes, 1913, s. 277.

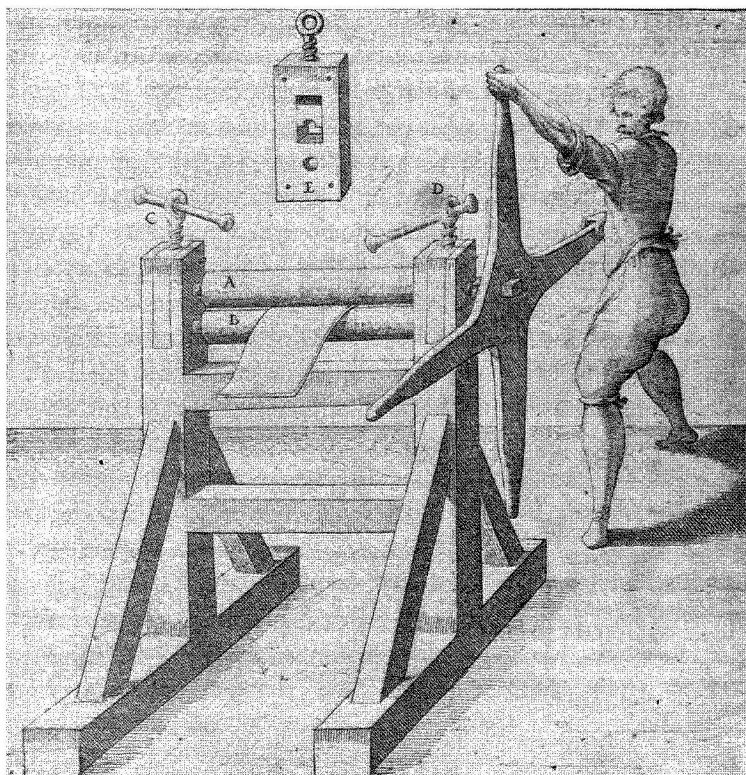
Stół należy pokryć na wierzchu trzema lub czterema warstwami bawełny lub drelichu¹⁴, posypanymi rozdrobnioną kredą, aby struktura tkaniny była bardziej spójna. Należy również wykonać szufladkę, zwaną *heblem* (*rabot*), którą na rysunku oznaczono jako B. Może się ona ślizgać wzdłuż długości stołu, a wszystko po to, aby lany ołów mógł uzyskać odpowiednią grubość. To, czy stop ma odpowiednią temperaturę, de Caus zaleca sprawdzić przy użyciu niewielkiego kawałka papieru. To, w jaki sposób szybko przesunięty po rozgrzanym metalu papier zareaguje na temperaturę będzie wskazówką, czy osiągnięto właściwy efekt: jeśli papier się zaczerni, oznacza to, że ołów jest zbyt ciepły; jeśli jednak zmieni się tylko odcień papieru i nabierze on nieco rudego koloru, wówczas temperatura będzie odpowiednia. Wszystko po to, aby wylewając metal można było uzyskać odpowiednią jego grubość. Przygotowany w ten sposób stop należy wylać na górną część pochyłego stołu, na której znajduje się wspomniana ruchoma szufladka. Ogranicza ona z trzech stron niepożądane wylanie się płynnego stopu. Wówczas osoba, która obsługuje winna niezwłocznie przesuwając ją wzdłuż długości stołu w taki sposób, by uzyskać oczekiwaną grubość wylewanego stopu. Salomon de Caus podkreśla, że jeśli szufladka będzie przesuwana zbyt szybko, wówczas uzyskana blacha będzie bardzo cienka, gdy zaś zbyt wolno – bardziej gruba. Przestrzega również przez przesuwaniem nierównomiernym, bowiem efektem tego jest niejednolita grubość. Podkreśla też, że *gdy mamy do czynienia z bardzo czystą cyną z Anglii należy ponadto zwracać uwagę, by wymieszać 5 lub 6 funtów¹⁵ ołowiu z jednym centem cyny¹⁶*. Dzięki temu mieszanka będzie się lepiej lała.

Po wystygnięciu wylanego stopu należy ujednolicić grubość otrzymanej blachy na całej jej długości. Do tego celu służy urządzenie, które zostało opisane w rozdziale II omawianego traktatu (*Przyrząd, za pomocą którego ołów i cyna są ze sobą spajane i dzięki któremu są jednakowej grubości*):

¹⁴ Drelich – rodzaj mocnej, grubej, bawełnianej tkaniny wykonanej w splocie skośnym.

¹⁵ Funt paryski (*livre de Paris*) = 0,489 5058 gramów. Używany od połowy XIV w. do połowy XIX w.

¹⁶ *Il faut aussi prendre garde que si c'est d'estain d'Angleterre tres pur, de mesler cinq ou six livres de plomb avec un cent dudit estain lequel le fera couler mieux en jettant.* Salomon de Caus, dz. cyt., s. 2r.



Literami A i B oznaczono dwa walce wykonane ze skóry lub metalu, których powierzchnia jest idealnie równa i okrągła. Gdy wylana wcześniej blacha odpowiednio wystygnie należy ją włożyć między dwa walce, po czym w zależności od oczekiwanej grubości blachy dokręcić dwa zaciski śrubowe (oznaczone literami C i D). Przechodząca między walcami blacha nabiera jednolitości, a jej powierzchnia staje się idealnie wygładzona. Taka blacha jest gotowym materiałem do wytwarzania piszczałek organowych.

2. Tworzenie głosu organowego

Kolejnym zagadnieniem opisanym przez Salomona de Caus jest wykonanie głosu organowego, czyli szeregu podobnych do siebie piszczałek, jednak o różnej długości i odpowiedniej menzurze. Oto zalecany przez niego sposób: *każdy instrument dobrze wykonany jest zbudowany w taki sposób, że piszczalki wydające dźwięk F Fa Ut mają trzy stopy długości, albo też sześć, dwanaście, czy też półtorej stopy*¹⁷. Wynika

¹⁷ Toutes les orgues bien ordonnées sont faites en sorte que les tuyaux qui sonnent F FA UT font de 3 pieds en longueur, ou de six ou de douze, ou de pied et demi. Salomon de Caus, dz. cyt., s. 3r.

Podstawą systemu jest odcinek geometryczny F-H, który odpowiada długości najdłuższej, czyli wydającej najniższy dźwięk, piszczałki F Fa Ut (długość liczona od wargi do jej końcowej górnej krawędzi). Całą długość F-H należy podzielić na dwie równe sobie części w punkcie *f*. Długość *f*-H będzie długością piszczałki *diapason*, która rozbrzmiewa z piszczałką F-H w interwale oktawy. Dalej długość piszczałki F-H dzielimy na trzy równe sobie odcinki F-C, C-c oraz c-H. Odcinek C-H bę-

¹⁹ Dla jasności zamieszczamy obowiązujący we francuskiej XVII-wiecznej praktyce muzycznej system oznaczeń dźwięków, który swymi korzeniami sięga systemu hexachordalnego Guidona z Arezzo (por. Rebecca Herissone, *Music theory in the XVIIth century*, Oxford 2000, s. 75-80):

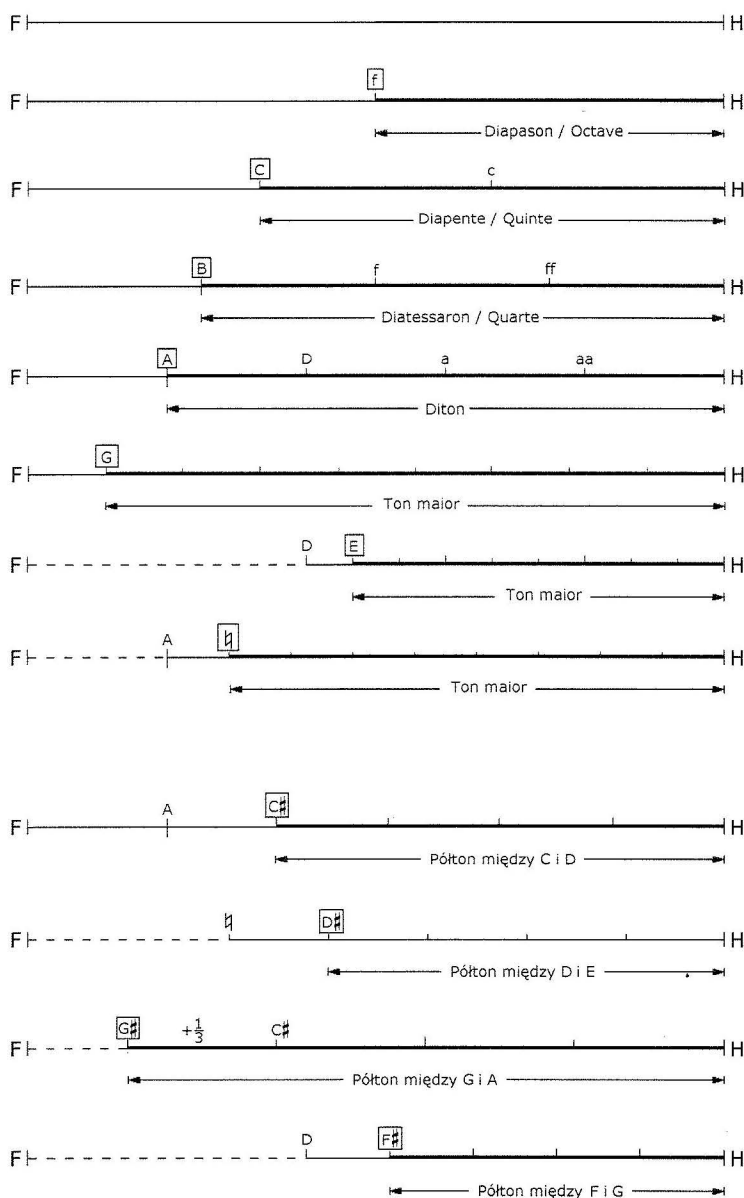
[...]																								
Durum																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Mollum																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Naturale																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Durum																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Mollum																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Naturale																		ut	re	mi	fa	sol	la	
Durum																		ut	re	mi	fa	sol	la	
XVII-wieczne nazwy dźwięków	Γ	A	B	H	C	D	E	F	G	a	b	h	c	d	e	f	g	aa	bb	hh	cc	dd	ee	[...]
Okreslenia wieloznaczne	G	A	B	H	c	d	e	f	g	a	b	h	c ¹	d ¹	e ¹	f ¹	g ¹	a ¹	b ¹	h ¹	c ²	d ²	e ²	[...]

²⁰ Słowo *system* ma tu znaczenie dwojakie: oznacza wszystkie głosy organów, które za podstawę mają piszczałkę o długości półtornej stopy oraz system strojenia piszczałek. Operując powszechnie dziś stosowanymi oznaczeniami głosów organowych termin *system* mógłby się odnosić do wszystkich głosów 8', czy też inny system do głosów 4'. *System* w rozumieniu Salomona de Causa to głos organowy, czyli zestaw piszczałek tego samego typu, o odpowiednich długościach i menzurze, które za podstawę mają piszczałkę o długości półtornej stopy. Przed wprowadzeniem równomiernej temperacji instrumenty klawiszowe były strojone w różny sposób, stąd też jest mowa o *systemie*, czyli sposobie w jaki nastrojono piszczałki.

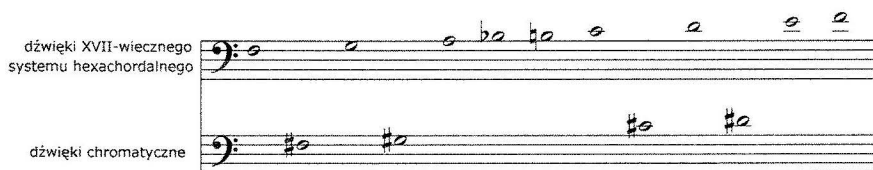
dzie długością piszczałki *diapente*, która rozbrzmiewa z piszczałką F-H w interwale kwinty. W kolejnym podziale długość piszczałki F-H będzie podzielona na cztery równe sobie odcinki: F-B, B-f, f-ff oraz ff-H. Odcinek B-H będzie długością *diatessaron*, która rozbrzmiewa z piszczałką F-H w interwale kwarty. Po tym wszystkim długość F-H zostanie podzielona na 5 równych sobie części, czyli odcinki: F-A, A-D, D-a, a-aa oraz aa-H. Odcinek A-H będzie długością piszczałki *diton*, która rozbrzmiewa z piszczałką F-H w interwale tercji wielkiej. Następnie długość F-H dzielimy na 9 równych sobie części. Odcinek G-H, który zawiera w sobie osiem z dziewięciu części podziału, będzie długością piszczałki *calego tonu majorowego* (*ton maior*), która rozbrzmiewa z piszczałką F-H w takim właśnie interwale. Następnie odcinek D-H, (uzyskany przy wcześniejszym podziale), dzielimy na 9 równych sobie części. Odcinek E-H, zawierający osiem ze wspomnianych dziewięciu części, będzie długością piszczałki *calego tonu majorowego* (*ton maior*), która rozbrzmiewa z piszczałką D-H w takim właśnie interwale. Dalej dzielimy długość |AH| na 9 równych sobie części. Odległość ħ-H, której długość to osiem ze wspomnianych dziewięciu części, będzie długością piszczałki wydającej dźwięk *calego tonu majorowego* (*ton maior*), która rozbrzmiewa z piszczałką A-H w takim właśnie interwale. W ten sposób otrzymamy już wszystkie długości piszczałek zawierających się w pierwszej oktawie, czyli F, G, A, B, ħ, C, D, E, f, oraz część interwałów w wyższych oktavach. Aby otrzymać długości piszczałek w wyższej oktawie rozpoczynającej się od dźwięku f dzielimy wszystkie powyższe długości na 2. Aby zrobić to samo w kolejnej wyższej oktawie (rozpoczynającej się od ff), długości wyjściowej oktawy dzielimy na 4, albo też drugiej oktawy dzielimy na 2, co jest tym samym.

Aby otrzymać długości piszczałek wydających dźwięki chromatyczne, a zwłaszcza dźwięk między C i D, który winien tworzyć z dźwiękiem A interwał tercji majorowej (*diton*), dzielimy odcinek AH na 5 równych sobie części. Odcinek Cis-H, który zawiera cztery z pięciu wspomnianych części będzie półtonem chromatycznym między C i D. Aby następnie otrzymać dźwięk chromatyczny między D i E dzielimy odcinek ħ-H na 5 równych sobie części, po czym cztery z nich, oznaczone jako Dis-H, utworzą półton chromatyczny. Aby otrzymać dźwięk chromatyczny między G i A dzielimy odcinek Cis-H na 3 równe części oraz dodając jeszcze dodatkowo jedną taką samą trzecią część długości, otrzymujemy odcinek Gis-H, który jest dźwiękiem chromatycznym między G i A. Aby otrzymać półton chromatyczny między f i g dzielimy odcinek D-H na 5 równych sobie części i cztery z nich oznaczamy jako Fis-H, co będzie dźwiękiem chromatycznym między f i g. Aby otrzymać półtony pozostałych oktav dzielimy powyższe odcinki na dwa jeśli chcemy otrzymać wyższą oktawę, zaś na cztery jeśli chcemy otrzymać kolejną oktawę. Tak więc mamy 43 wielkości piszczałek od F do ccc.

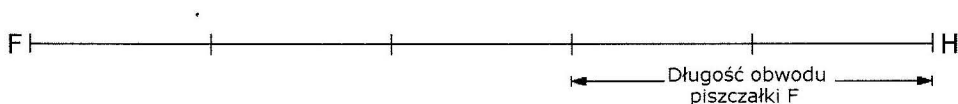
Oto całościowy schemat obrazujący podział odcinka FH, który jest wysokością piszczałki wydającej dźwięk F, Fa, Ut:



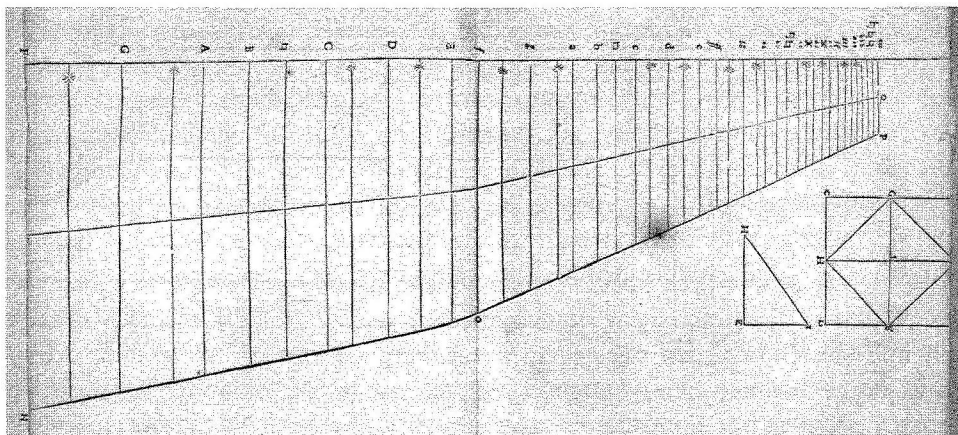
W efekcie powyższych podziałów otrzymano dwanaście dźwięków w oktawie (dziewięć z nich mieści się w obowiązującym jeszcze w XVII-wiecznej Francji systemie hexachordalnym sięgającym korzeniami Gwidona z Arezzo, zaś cztery to wielkości chromatyczne). Długości piszczałek w innych oktavach uzyskuje się poprzez odpowiednie skracanie już uzyskanych. Oto modelowa oktawa (pierwszy dźwięk to F Fa Ut):



Dla ustalenia odpowiedniego wewnętrznego obwodu każdej ze wspomnianych piszczałek Salomon de Caus zaleca podzielenie wyjściowej długości F-H, czyli tyle ile ma najniższa w brzmieniu półtora stopowa piszczałka F Fa Ut, na 5 równych sobie części. Dwie części z pięciu będą wewnętrznym obwodem tejże piszczałki:

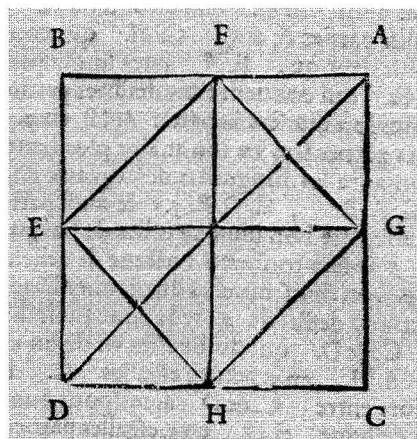


Aby otrzymać wartości dla pozostałych piszczałek (bowiem każda z nich będzie miała odpowiednio inną średnicę) de Caus posługuje się już mniej dokładną metodą. Zaleca by na arkuszu papieru nakreślić schemat, dzięki któremu w sposób „mechaniczny” uzyskamy średnice każdej z piszczałek. Precyzyjny wymiar mają dwie skrajne piszczałki (najdłuższa, umieszczona po lewej stronie poniższego schematu i częściowo nieczytelna, oznaczona jako F-N oraz najkrótsza, umieszczona po prawej stronie i oznaczona jako ccc-P), pomiędzy którymi nakreślona jest poprzeczna linia. Dalej należy nakreślić ukośną linię PN, na której są zaznaczone wszystkie podobne punkty zaznaczające odpowiednie odcinki odpowiadające wewnętrznym obwodom poszczególnych piszczałek:



W rozdziale IV (*Wykonanie menzury w innych systemach krytych*) zamieszczony jest opis tworzenia głosów o oktawę wyższych lub niższych wobec opisanego wyżej głosu półtora stopowego. Jeżeli chodzi o długość piszczałek, to muszą być one po prostu dokładnie dwa razy dłuższe (głos niższy), lub dwa razy krótsze (głos wyższy) niż opisany wyżej. W przypadku głosu o dwie oktawy niższego trzeba, aby wszystkie długości były cztery razy dłuższe, zaś w przypadku niższego o trzy oktawy – osiem razy. W tym ostatnim głosie najdłuższa, wydająca najniższy dźwięk piszczałka, ma długość 12 stóp. Tak więc w przypadku ustalenia długości piszczałek głosów 3-, 6- i 12- stopowych wystarczyło odpowiednio zwielfokrotnić długości głównego głosu półtora stopowego.

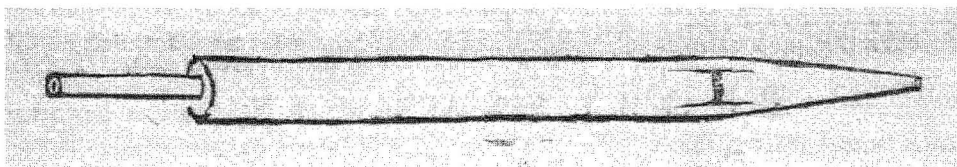
Oto w jaki sposób Salomon de Caus zaleca ustalenie wewnętrznego obwodu każdej z piszczałek. Należy narysować kwadrat, którego bokiem będzie linia FN. Kwadrat ten oznaczmy jako G F E H. Następnie należy wziąć średnicę owego kwadratu, czyli odcinek FH, który stanie się bokiem kolejnego kwadratu oznaczonego jako A B C D. Suma długości czterech boków kwadratu A B C D będzie obwodem krytej piszczałki F o długości 3 stóp. Kwadrat A B C D jest dokładnie podwojeniem kwadratu E F G H ponieważ trójkąt F G H jest połową kwadratu E F G H, i trójkąt ten jest niczym innym jak czwartą częścią większego kwadratu. Tak więc jeśli dla uzyskania obwodu głosu sześciostopowego o piszczałkach krytych, należy równomiernie podwoić wszystkie długości wspomnianego kwadratu ABCD, natomiast aby uzyskać obwód piszczałek głosu 12-stopowego, należy wszystkie jego długości równomiernie pomnożyć razy cztery. Analogicznie postępujemy by uzyskać obwód piszczałek pozostałych głosów:



Ustalenie wewnętrznego obwodu dla piszczałek otwartych (Rozdział V *Wykonanie systemu piszczałek otwartych*) odbywa się przy użyciu wspomnianego wyżej „mechanicznego” sposobu kreślenia linii. By ustalić odpowiednie wymiary należy

się posłużyć tym samym schematem, który został zamieszczony wyżej. Znajdujący się po lewej stronie odcinek F-H należy podzielić dokładnie na dwie równe sobie części i miejsce to oznaczyć literą R. Tak samo należy postąpić z leżącym po prawej stronie odcinkiem ccc-P, którego środek oznaczamy literą Q. Następnie kreślimy poprzeczną linię, która przecinając leżące odcinki właściwe poszczególnym piszczałkom wyznacza odpowiedni dla każdej z nich obwód wewnętrzny.

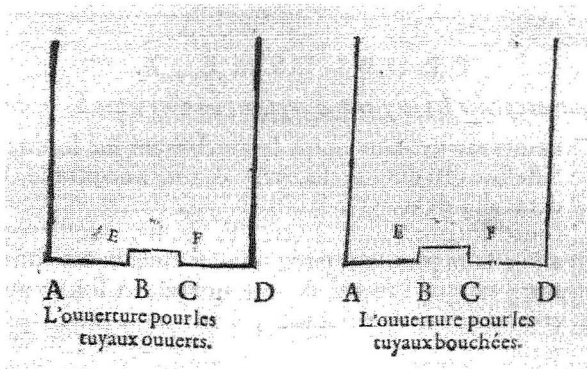
De Caus wspomina również o innym rodzaju piszczałek, które popularnie nazywane są *piszczałkami kominowymi*²¹ (*tuyaux acheminé*). Wydają one nieco mocniejszy dźwięk niż piszczałki kryte, ale poza tym – jak zaznacza – *mają one tę samą harmonię*. Ich kształt przedstawia poniższa rycina:



Menzur tych piszczałek nie da się ustalić w sposób tak prosty jak otwartych i krytych, niemniej jednak Salomon de Caus opisuje pewną metodę. Oto jak postępujemy: należy wziąć długość i szerokość piszczałki D Sol Re, która wydaje dźwięk o tercję minorową niższy niż piszczałka F Fa Ut. Menzura owej piszczałki D Sol Re służy w tym przypadku jako menzura dla piszczałki F Fa Ut, zaś menzura [krytej] piszczałki aaa dla menzury piszczałki ccc. Wszystkie piszczałki są więc równomierne „przesunięte” w menzurze. *Piszczałki tego typu mają więc nieco szerszą menzurę w porównaniu z piszczałkami krytymi* – zaznacza. Co do menzury wystającej rurki tego typu piszczałek, to aby otrzymać jej odpowiedni obwód dla konkretnej piszczałki należy wziąć czwartą część obwodu korpusu owej piszczałki, zaś połowa obwodu głównego korpusu piszczałki będzie długością wspomnianej rurki.

W Rozdziale VII (*De la proportion de la bouche des tuyaux*) jest mowa o odpowiednim wykonaniu warg piszczałek. *Po tym jak piszczałki mają odpowiednią długość i szerokość* – pisze de Caus – *będzie konieczność odpowiedniego wykonania warg, których kształt będzie wynikać oczywiście z tego, jaką chcemy uzyskać siłę dźwięku*. Mimo to jednak najlepszy według niego jej kształt dla danej piszczałki będzie wówczas, gdy obwód tej piszczałki podzielimy na 4 części i jedną z owych części umieścimy w połowie szerokości owej piszczałki, co ilustrują poniższe ryciny:

²¹ Fr. *cheminée* – komin.



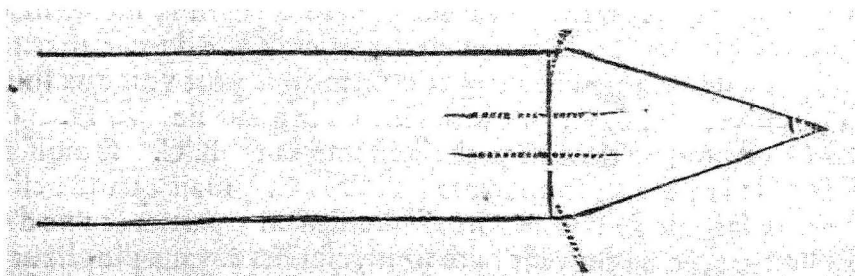
Dla piszczałek otwartych (*tuyaux ouverts*) w przykładzie pierwszym, ABCD, odcinek BC jest czwartą częścią odcinka AD. Dla piszczałek krytych (*tuyaux bouchés*) otrzymany odcinek BC dzieli się na 4 części, aby otrzymać wysokość wargi BEFC. Dla piszczałek otwartych odcinek BC należy podzielić na 5 części, a jedna z owych pięciu części będzie wysokością otworu wargowego. Jeśli chcemy, by dźwięk piszczałki był wyższy, wówczas należy wargę zrobić większą.

W Rozdziale VIII (*O proporcji serca w piszczalkach*) znajduje się opis wykonania serca piszczalki. *Serce (languette*²²) w piszczalkach – powiada de Caus – to blaszka, która znajduje się między stopą piszczalki, a korpusem, a jej szerokość to trzecia część szerokości warg piszczalki²³. Przycięta jest w miejscu wylotu, nieco pochylona na zewnątrz o jedną czwartą kąta prostego. Pomocą dla organmistrza w odpowiednim wykonaniu serca jest wykonany ze skóry niewielki trójkąt, tak by sprawdzić, czy rozmiar owej blaszki jest odpowiedni. De Caus zaleca wielką staranność wykonania tego elementu: ołów, z którego jest owa blaszka wykonana, winien być z niewielką domieszką cyny, a konkretnie, by było 20 funtów ołowiu i 5 funtów cyny. Wszystko to po to, aby dodać materiałowi szczelności. Ze wspomnianego ołowiu wyrabiana jest odpowiednia blacha, w tym przypadku dość gruba. Narzędzie służące do wygładzenia blachy zostało już opisane w rozdziale drugim.

W Rozdziale IX jest mowa o wykonaniu stopy piszczalki. Stopa piszczałek zarówno krytych jak i otwartych wycinana jest z jednego i tego samego kawałka blachy co korpus. Przed wycięciem i wykrojeniem kształtu owej stopy z blachy przeznaczonej na korpus należy zaznaczyć czubkiem noża zarys otworu zgodnie z tym, co widzimy na poniższej rycinie. By stopa piszczalki miała odpowiedni kształt należy wyciąć z blachy element, który utworzy stożek:

²² Salomon de Caus poprzez ten termin rozumie serce piszczalki wargowej.

²³ *La Languette des tuyaux est une platine laquelle se foue entre le pied du tuyaux et le corps et l'espaisseur de ladite platine se sera de la troisieme partie de la largeur de la bouche du tuyaux.* Salomon de Caus, dz. cyt., s. 4v.



Otwór, przez który będzie wpływać powietrze winien być dość wąski, ponieważ gdy piszczałki zostaną umieszczone na wiatrownicy, to wówczas bez trudu można go poszerzyć, jeśli powietrze nie będzie dochodziło przezeń w sposób należyty.

Kolejne uwagi Salomona de Caus dotyczą zestrzajania²⁴ ze sobą głosów organowych. W rozdziale X (*Pour accorder les tuyaux aux d'orgues, les uns avec les autres*) czytamy, że za podstawę należy mieć największą piszczałkę systemu F Fa Ut. Jeżeli jest wiele głosów w organach, to strojenie należy rozpocząć od głosów trzystopowych krytych. Pierwszym etapem jest nastrojenie piszczałek, które we wszystkich wspomnianych wyżej głosach trzystopowych wydają dźwięk F Fa Ut (wraz ze wszystkimi oktavami tych dźwięków). Należy zwrócić uwagę, by żadna z piszczałek nie wydawała dźwięku silniejszego ani słabszego niż inne: *gdy piszczałki rozbrzmiewają w oktawie ich dźwięk powinien być tak spójny, jakby to brzmiała jedna piszczałka*. Aby podwyższyć lub obniżyć dźwięk piszczałek krytych zaleca de Caus umieszczenie z dwóch stron wylotu piszczałki małych blaszek z blachy ołowianej, które nazywa *uszami* (*oreilles*). Po nastrojeniu wszystkich piszczałek F Fa Ut należy nastroić piszczałki wydające dźwięk kwinty, czyli wszystkie piszczałki C Sol Fa Ut. Podkreśla, by żadna z piszczałek w brzmieniu nie wybijała się, bowiem jest to wielki defekt organów, gdy ich brzmienie nie jest wyrównane. Następnie należy nastroić wszystkie piszczałki G Sol Re Ut, które brzmią w kwincie z piszczałkami wydającymi dźwięk C Sol Fa Ut. Analogicznie, kwinta po kwincie, strojone są wszystkie inne piszczałki wspomnianych wyżej głosów trzystopowych. *Należy jednak zwracać uwagę, by owych kwint nie stroić zbyt wysoko*²⁵, co – jak dodaje de Caus – wynika często z braku doświadczenia stroiciela. Gdy cały głos jest już nastrojony wówczas zestrzajamy z nim głosy w górnych i dolnych oktavach.

Kolejną ważną kwestią jest zgodność między registrami, czemu poświęcony jest rozdział XI (*De la convenance qu'ont les registres les uns avec les autres*). Registrem nazywa de Caus pojedynczy głos organowy złożony z szeregu piszczałek o określonej wielkości i gatunku. Zaznacza też, że *umieszczając w organach trzy czy cztery, a nawet i więcej głosów, czyli regestrów, osiągniemy dobry efekt, jednak nie każdy głos*

²⁴ Salomon de Caus nie mówi tu o strojeniu piszczałek, ponieważ ich długość już jest ustalona.

²⁵ *Il faut bien garder de ne faire lesdites quintes trop hautes*. Salomon de Caus dz. cyt., s. 5r. Jest to czytelna sugestia, iż kwinty te nie mogą być kwintami alikwotowymi.

brzmi dobrze z każdym innym. Pojawiający się w tym miejscu opis sposobów łączenia głosów jest niezwykle ciekawy, bowiem – jak wynika ze słów autora – został on przez niego zastosowany w wykonanych przez siebie organach hydraulicznych, które umieścił w jednym z projektowanych przez siebie ogrodów. *Jeżeli – jak pisze – we wspomnianej machinie nie ma miechów, a powietrze do piszczałek jest w niej doprowadzane przez urządzenie zwane skrzynią powietrzną (conserve à vent²⁶), jak to zostało ukazane w księdze pierwszej w 24 problemie²⁷, i jeśli bieg wody, który wlewa się do owej skrzyni jest [odpowiednio] duży, a pragnieniem naszym jest by instrument wydał dźwięk podobny do brzmienia liry, wówczas należy wykonać trzy registry: głos trzystopowy kryty, głos półtorej stopowy kryty oraz głos trzystopowy otwarty. Te trzy głosy, odpowiednio ze sobą zestrojone, będą wydawały razem dźwięk podobny do brzmienia liry. Jeśli jednak nie będzie odpowiedniej ilości wody, wówczas należy umieścić tylko dwa registry: głos półtorej stopowy kryty oraz głos trzystopowy otwarty. Jest to opis jednorodnego głosu wielorzędowego, którego piszczałki nastrojone są w unisonie lub oktawie. Jeśli natomiast w organach zostały umieszczone miechy, co opisano w rozdziale 29 księgi pierwszej, to wówczas można umieścić większą ilość registrów, dzięki czemu brzmienie będzie bardziej urozmaicone. Dla uzyskania pełni brzmienia należy dodać dwa głosy sześciostopowe kryte, nastrojone [oczywiście] w unisonie oraz dwa głosy trzystopowe, również w unisonie. Salomon de Caus zaznacza, że umieszczenie dwóch głosów nastrojonych w unisonie tworzy wiele „wdzięczniejszy” efekt, bowiem ich połączone brzmienie będzie lepsze.*

W Rozdziale XII (*Des Pedalles*) została bardzo ogólnie omówiona klawiatura pedałow. *Od jakiegoś czasu – pisze de Caus – stosuje się w organach klawiaturę pedałową, w której występują piszczałki niższe niż piszczałka F Fa Ut. Wydaje on dźwięki o oktawę niższe niż najniższa oktawa klawiatury manualu. Klawiatura ta jest określana jako „pedałow”, ponieważ gra się na niej stopami. De Caus zaznacza, iż na własne oczy widział taką klawiaturę, która miała dwanaście piszczałek: C, D, E, F, Fis, G, A, B, H, C, D, E. Podkreśla, że są również takie instrumenty, w których pedał liczy tylko trzy: C, D, E. Menzurę piszczałek pedałowych – jak zaznacza – ustala się w sposób analogiczny jak w przypadku piszczałek manualowych.*

3. Elementy traktury

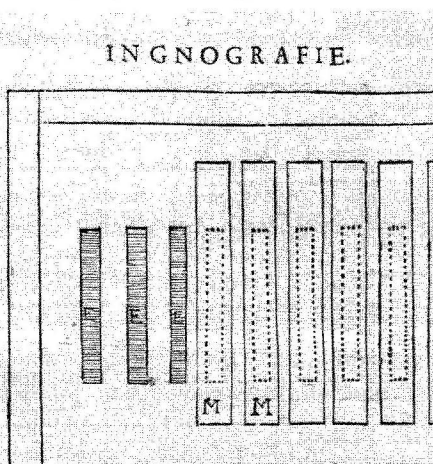
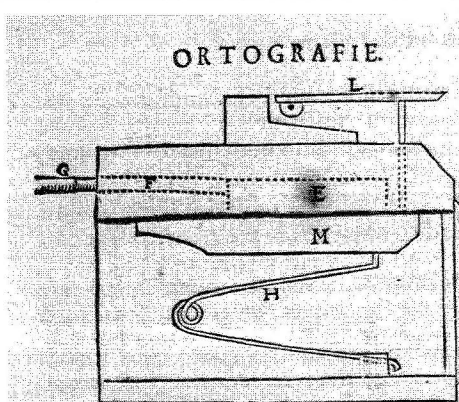
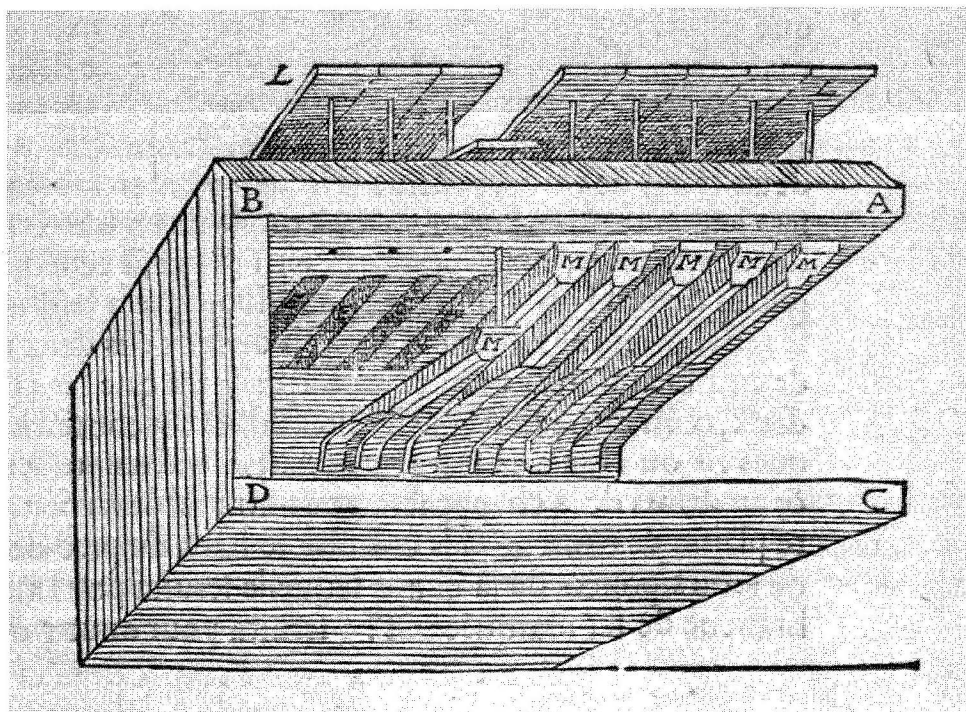
Pierwszym elementem traktury omówionym przez Salomona de Causa jest wiatrownica, czemu poświęcony jest Rozdział XIII. *Wiatrownica, którą Witruwiusz nazywa muzycznym kanonem²⁸, przypomina kształtem skrzynię, w której pod ciśnieniem znajduje się dostarczane z miechów powietrze. Wewnątrz znajdują się klapy, które, gdy są otwarte, kierują powietrze do piszczałek, które wówczas wydają*

²⁶ Urządzenie to zostanie szczegółowo opisane dalej.

²⁷ Błędne odniesienie – paragraf ten mówi o innym mechanizmie. Opis jest nie w rozdziale 24, ale w 34 rozdziale księgi II.

²⁸ *Le sommier est ce, que Vitruve nomme canon musical.* Salomon de Caus, dz. cyt, s. 5v.

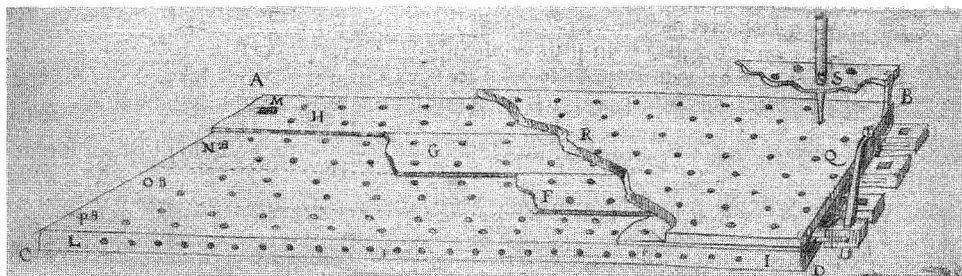
dźwięk. Wiatrownica winna być wykonana z drewna dębowego, dobrze wysuszonego i starannie wyciosanego. Fragment wiatrownicy przedstawiają poniższe ryciny:



Na schematach w rzucie poziomym i pionowym elementy oznaczone literą M to wspomniane wyżej kłapy, które – jak zaznacza de Caus – należy okleić

skórą pierwszego gatunku. Winny być dwie warstwy tej skóry, bardzo spójnie połączone, a to dlatego, że gdy znajdują się one pod ciśnieniem powietrza, są dzięki temu bardziej szczelne. Element oznaczony literą H to jedna ze *sprężyn* (*resors de cuir*)²⁹, które dociskają klapę. Wylot powietrza z wiatrownicy oznaczono literą E, a literą L – klawisz klawiatury. Po wciśnięciu klawisza, popychany bolec otwiera klapę. Poprzez okrągły kanalik (F), powietrze z komory przedostaje się do kanału powietrznego (G)³⁰ i dalej, poprzez drugą część wiatrownicy (zob. niżej), doprowadzane jest do piszczałki. Cała wiatrownica winna być wykonana ze starannością, klapy winny być oklejone skórą przyciętą nieco szerzej niż sama klapa, aby w czasie jej otwierania i zamykania dodać szczelności. Trzeba też, aby wspomniane „skórzane” sprężyny, oznaczone literą H, były mocne, by nie trzeba ich było zbyt często wymieniać.

Kolejne interesujące szczegóły przynosi Rozdział XIV (*Du sommier, ou sont les registres*), w którym opisana jest ta część wiatrownicy, gdzie znajdują się zasuwki głosów oraz piszczałki. Salomon de Caus zaznacza, że taki sposób budowy wiatrownicy był w jego czasach najbardziej rozpowszechniony. Sama nazwa „wiatrownica” (fr. *sommier*) pochodzi właśnie stąd, że to na niej zgrupowane są wszystkie piszczałki³¹. Jako konstruktor machin hydraulicznych dodaje jednak, że w takich właśnie machinach dobre będzie, jeżeli wiatrownica będzie podzielona na dwie części. Pierwszą będzie ta, w której będą znajdowały się omówione w Rozdziale XIII klapy, zaś druga to ta, w której umieszczony jest mechanizm włączania głosów (zasuwki). Zaleca, by wiatrownice były od siebie oddalone o 4-5 stóp i połączone ze sobą za pomocą kanałów powietrznych. Pomiędzy wiatrownicami powinna być pewna odległość z tego powodu, by machina pracowała ciszej. Rozmiar wiatrownicy jest zależny oczywiście od wielkości umieszczonych na niej piszczałek. Tę część wiatrownicy ilustruje poniższa rycina:

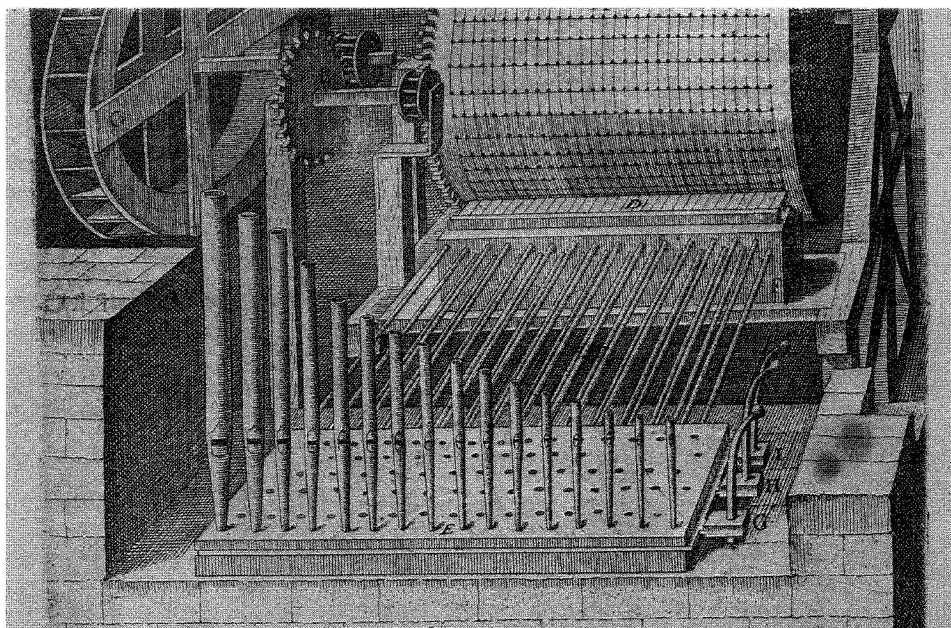


²⁹ Salomon de Caus użył terminu *resors de cuir* - skórzane sprężyny. W praktyce sprężyny musiały być wykonane z brązu, aby spełniały swoją funkcję dociskania klap. Być może de Caus miał na myśli skórzane uszczelniające pulpety, chociaż na rycinach nie uwzględnił tego elementu.

³⁰ Portevents.

³¹ *Sommier* zdaje się wywodzić od słowa *summa* i oznacza zawierająca wszystko, sumująca.

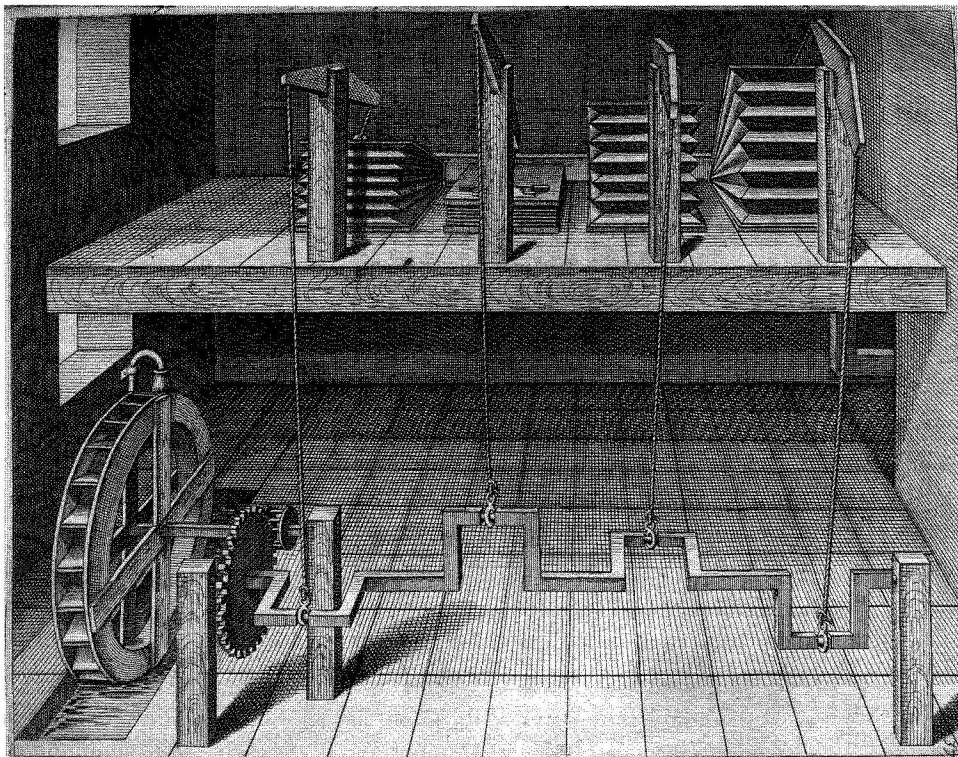
Platforma dolna oznaczona LI wykonana winna być z drewna dębowego, dobrze wysuszonego, o dwóch calach grubości. Należy w niej, przy użyciu dobrej jakości świdra, wywiercić boczne otwory w odległości jednego cala od jej krawędzi. Na rysunku znajduje się 24 tego typu otworów. W otwory te wsunięte są końcówki kanałów powietrznych doprowadzające powietrze z opisaney w Rozdziale XIII wiatrownicy zawierającej kłapy. Powietrze płynie wówczas, gdy zostanie wciśnięty odpowiedni klawisz. Jeśli jest więcej klawiszy, wówczas należy nawiercić odpowiednio więcej otworów. Następną platformą są ruchome zasuw, które wykonane być winny z drewna pierwszego gatunku, zwłaszcza, gdy w instrumencie mają być umieszczone głosy głośniejsze. Owe ruchome zasuw – pisze de Caus – są określane mianem *registrów*, co oznaczono jako F, G, H. Mogą się one ruszać wzdłuż długości wiatrownicy, a ruch posuwisty zasuw jest ograniczany przez wypustki, które na rysunku oznaczone są literami MNOP. Owe registry mogą się ślizgać, bowiem od góry są one przykryte kolejną drewnianą platformą, którą oznaczono literami RQ. W górnej platformie należy wywiercić otwory w taki sposób, by znalazły się one dokładnie w miejscu otworów na ruchomych zasuwach. Otwory te mogą być od siebie oddalone o 3 lub 4 cale, zależnie od wielkości piszczałek. De Caus zaleca również, by wzdłuż każdej zasuw były wywiercone nie jeden, ale dwa rzędy otworów, co widoczne jest na poniższej ilustracji. Wszystko dlatego, by powietrze przepływało bez większych oporów. Otwory na obu platformach (spodniej i wierzchniej) oraz na zasuwie winny się ze sobą idealnie pokrywać. Nie mogą wypadać w innym miejscu, ale dokładnie jeden otwór nad drugim, aby wpuścić powietrze do piszczałki, gdy zasuw znajduje się w pozycji otwartej. Pociągnięcie dźwigni włączającej rejestr sprawia, że we wszystkich platformach otwory znajdą się dokładnie jeden nad drugim. Dla płynniejszego przesuwania zasuw przestrzenie pomiędzy górną a dolną platformą winny być wyłożone skórą pierwszego gatunku. Ponadto wszystkie platformy, poza ruchomą zasuwą rejestru, winny być ze sobą ściśle połączone przy pomocy śrub lub gwoździ. Zasuw winny się poruszać bez większego oporu. Na tym wszystkim należy umieścić jeszcze jedną platformę, która będzie znajdowała się na pewnej wysokości. Są w niej wywiercone otwory o średnicy, jaką w najszerszym miejscu ma stopa danej piszczałki. To na niej wspierać się będą piszczałki. Odległość między nią a wiatrownicą winna wynosić tyle, aby piszczałka stała pewnie, czyli 6-8 cali. Żelazna dźwignia, oznaczona na rysunku jako T, służy do włączania lub wyłączania rejestru. W sposób bardzo czytelny całe zagadnienie ilustruje poniższy fragment ryciny (na pierwszym planie, oznaczona literą E, wiatrownica z zasuwami; na drugim planie kanały powietrzne; na trzecim planie, oznaczona literą F, wiatrownica z kłapami i klawiszami D, które w tym przypadku nie są klawiszami manualnymi, ale poruszane są przez perforowany obrotowy cylinder, na wzór pozytywki):



Odnośnie do kanałów powietrznych (Rozdział XV), to winny być one wykonane z ołowiu i skóry. Jeśli odległość między dwoma wiatrownicami wynosi 5-6 stóp, i gdy w instrumencie są 3 lub 4 głosy, wówczas wewnętrzna średnica owych kanałów winna wynosić około jednego cala. Kanały te winny szczelnie łączyć wspomniane wiatrownice. Jeśli w instrumencie są piszczałki większe niż 3 stopy, to dla nich należy zrobić kanały o nieco szerszej średnicy. Salomon de Caus zaznacza jednak, że niewiele z widzianych przez niego instrumentów miało szerszą średnicę kanałów dla większych piszczałek, a zbyt wąski przekrój kanałów powietrznych jest błędem bardzo powszechnym. To właśnie z tego powodu – jak pisze – należy dodatkowo obciążać miechy, a i tak piszczałki w takim przypadku nie brzmią odpowiednio. Jeśli, chcąc doprowadzić powietrze do piszczałek, wykonamy [w pierwszej wiatrownicy] nieco większe klapy, i w ogóle wszystko nieco większe, dzięki czemu miechy będą mogły być mniej obciążone, a przez to i piszczałki wydadzą lepszy dźwięk, wówczas w tych piszczałkach, w których ciśnienie powietrza jest zbyt wysokie, należy okuć koniec piszczałki, a do dlatego, by piszczałka wydawała dźwięk w zgodzie ze swoją naturą.

Salomon de Caus podaje dwa sposoby dostarczania powietrza do piszczałek organowych (Rozdział XVI). Pierwszym, powszechnie stosowanym sposobem, są wykonane z obitych skórą drewnianych listewek miechy, zaś drugim, mającym zastosowanie w parkowych machinach hydraulicznych, specjalne zbiorniki ciśnieniowe. *Miechy* – pisze de Caus – *należy wykonać kierując się liczbą piszczałek i głosów.* Jeśli są trzy lub cztery głosy, i jeśli największa piszczałka nie przekracza wielkością

3 stóp, wówczas miechy winny mieć co najmniej 5 stóp długości i 2,5 stopy szerokości. Jeśli ruch miechów jest zasilany siłą wody³², wówczas miechów powinno być cztery. Istotę działania mechanizmu wprawiającego w ruch miechy siłą wody przedstawia poniższa rycina. Długie cięgła, wykonane z metalu lub skóry, są połączone z czterema ramionami korbowodu. To dzięki nim siła wody napędzająca turbinę przenoszona jest tak, by naprzemiennie wprawiać w ruch kolejno cztery miechy³³:

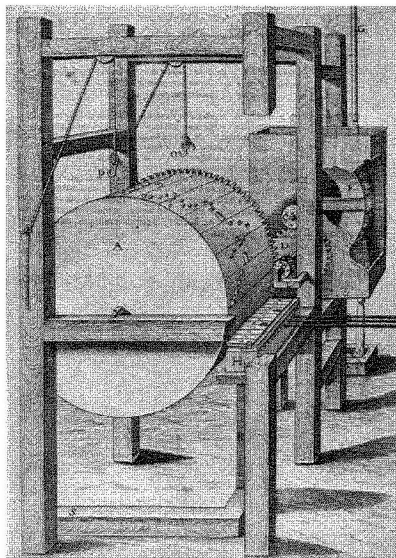
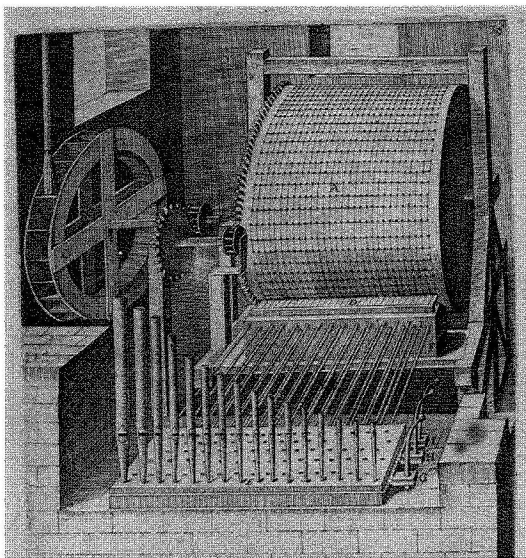


Jeśli miechy są poruszane siłą rąk, wówczas – jak zaznacza de Caus – wystarczy trzy. Jeśli jest więcej głosów albo też są większe piszczałki, wówczas należy miechy zrobić większe i w większej liczbie. Im jest ich więcej i im bliżej są wiatrownicy tym lepiej. Aby lepiej pracowały i były szczelniejsze, należy w miejscach zgięć obić je również drewnianymi listewkami wewnątrz. Również skóra, znajdująca się pomiędzy elementami drewnianymi miecha, winna być pierwszego gatunku. Wydostające się przez szczeliny powietrze, czy to w drewnie czy w skórze, nie jest dobrą rzeczą.

³² Zostało omówione w rozdziale XXIX Księgi pierwszej.

³³ Rozdział XXIX Księgi pierwszej, *Mechanizm, dzięki któremu mogą pracować miechy dostarczające powietrza piszczałkom organowym (Machine, par laquelle les soufflets de la precedente, se pourront hausser pour donner le vent aux tuyaux d'orgue).*

Poza najbardziej powszechnym sposobem dostarczania powietrza do piszczałek za pomocą miechów (które tu dodatkowo wprawiane są w ruch nie rękami kalikanta, lecz siłą wody) Salomon de Caus podaje niezwykle interesujący opis urządzenia ciśnieniowego, który określa jako *skrzynia powietrzna* (*conserve à vent*). W Rozdziale XXXIV³⁴ książki pierwszej *Raisons des forces mouvantes* został zamieszczony szczegółowy opis tego sięgającego antyku pomysłu. Dodajmy, że skrzynia ta ma zastosowanie w samogrających machinach parkowych, nie zaś w „koncertowych” organach w pełnym tego słowa znaczeniu, dlatego przed omówieniem jej budowy opiszemy ową maszynę, w której ma ona zastosowanie. Szczegóły konstrukcyjne przedstawiają poniższe ryciny³⁵:



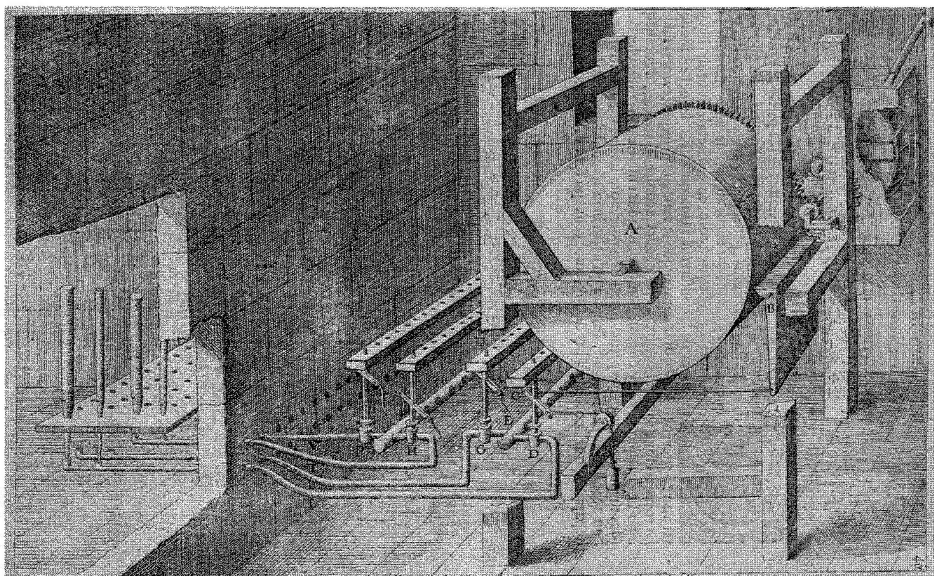
Średnica perforowanego cylindra obrotowego, oznaczonego literą A, winna wynosić 5-6 stóp. Cylinder ten jest obracany przez mniejsze koło zębate o ośmiu zębach, które połączone jest z innym kołem zębatym o 24 zębach. To zaś jest obracane przez kolejne, które jest połączone z kołem „młyńskim” (*rouë à l'eau*) oznaczone literą C, na które spada z wysokości woda. Klawiatura oznaczona jest literą D, zaś wiatrownica z klapami literą F. Literami G H I oznaczono dźwignie włączania registrów. Aby w czasie grania uniknąć hałasu pracującej maszyny należy między registrami, a pracującą maszyną zbudować mur o grubości jednej stopy (przedstawia to rycina zamieszczona niżej). Wykonane ze skóry kanały powietrzne wychodzą

³⁴ *Comme il faut contraindre la conserve à vent pour les machines hidroliques.*

³⁵ Rysunek drugi pochodzi z rozdziału XXV Księgi I i – jak zaznacza De Caus, ilustruje ten sam mechanizm tylko z innej perspektywy. Uwagę zwraca fakt częściowej niejednorodności oznaczeń literowych poszczególnych elementów na obu rysunkach.

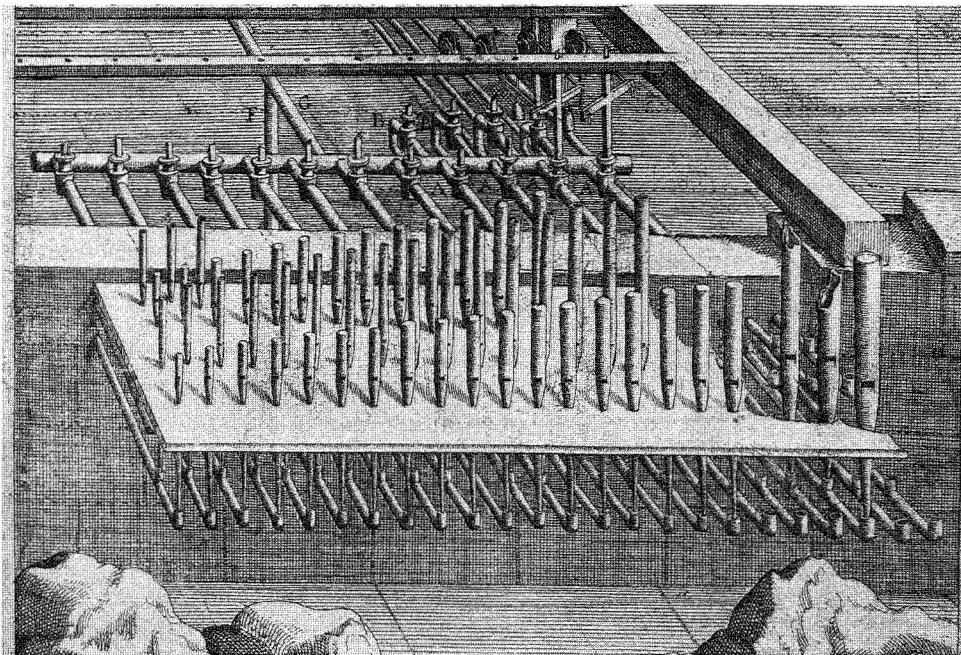
z wiatrownicy i doprowadzają powietrze do registrów, następnie przechodzą przez wspomniany mur. Jest tu mowa o instrumencie, który można określić jako pozytywka. Jest tu bowiem obrotowy cylinder z perforowanymi wypustkami, które uruchamiają umieszczoną przy nim „klawiaturę”.

Salomon de Caus opisuje też inny rodzaj owej hydraulicznej „pozytywki”, w której może mieć zastosowanie wspomniana *skrzynia powietrzna*. Ilustruje to poniższe rycina:



Również tu znajduje się obrotowy cylinder (oznaczony jako A), który jest wprowadzany w ruch przez turbinę, czyli w taki sam sposób jak poprzednio. Tam klawiatura umieszczona była nad wiatrownicą, tu zaś nie ma już żadnej wiatrownicy, ale jest bezpośrednie połączenie z klawiszami klawiatury. Każdy klawisz ma długi trzonek, oznaczony jako B, na którego dolnym końcu znajduje się umocowana długa listewka, która jest mocno przytwierdzona do ramienia oznaczonego literą C. Owo ramię winno być dobrze przymocowane do osi zaworu, oznaczonego literą D. Wspomniany zawór jest połączony z dużym kanałem powietrznym, oznaczonym literą E. Tak więc gdy perforacja na obrotowym cylindrze wciska „klawisz” B, dźwignia pociąga ramię C i otwiera zawór D. W tym czasie oznaczona literą F przeciwwaga będzie chciała przyciągnąć ów zawór do pozycji wyjściowej. W chwili, gdy perforacja na cylindrze zwolni klawisz i ten wróci do pozycji wyjściowej, wówczas to samo stanie się z zaworem. Ramiona, do których są przymocowane listewki drugiego ramienia, oznaczonego literą G, będą nieco wyżej niż pierwszego, a to dlatego, by przymocowane do nich listewki o siebie nie zaczepiały. Z tego samego powodu

ramiona trzeciego³⁶ zaworu, oznaczone literą H, są umieszczone nieco niżej niż te, które oznaczono literą D. Czwarty zawór, oznaczony literą P będzie również wyżej z tej samej przyczyny. Kanały powietrzne, oznaczone literami I L T V z jednej strony są przyczepione do końcówek zaworów, zaś z drugiej przymocowane do innych kanałów powietrznych, które przebiegają przez ścianę M, N, gdzie umieszczone są piszczałki, co widzimy na ilustracji. Na każdy kanał powietrzny przypadają dwie piszczałki nastrojone w oktawie lub w unisonie. Jeśli chcemy, można umieścić ich więcej. Dla czytelności rysunku zamieszczono tylko cztery zawory, bo to wystarczy dla ukazania konstrukcji, bowiem pozostałe mają analogiczną budowę. Duży kanał powietrzny, który doprowadza powietrze ze skrzynki powietrznej (*conserve a vent*), będzie połączony kolejno ze grupowanymi po dwa i leżącymi naprzeciwko siebie zaworami, a to dlatego by powietrze lepiej mogło być doprowadzane do zaworów, a dalej do piszczałek. Dodatkowe szczegóły mechanizmu ilustruje poniższa rycina³⁷:

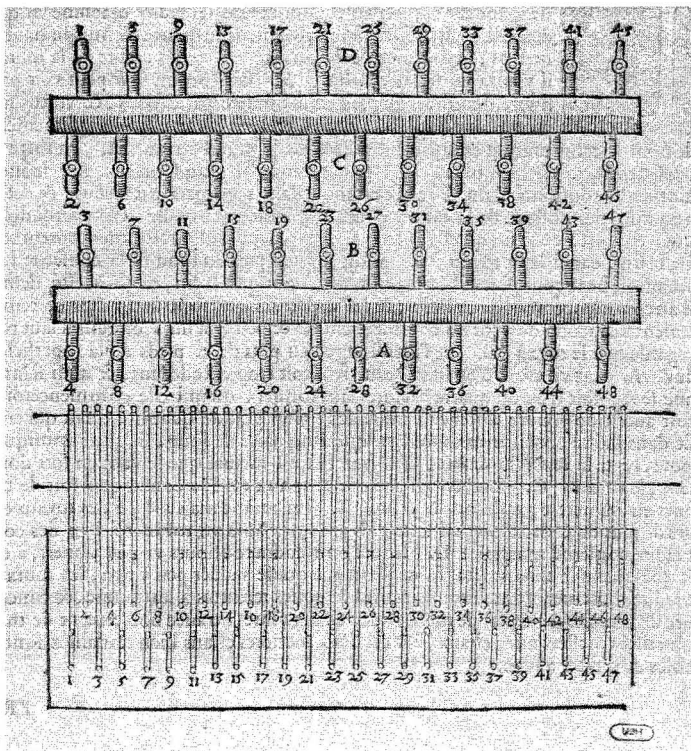


Widać tu bardziej szczegółowo większą liczbę zaworów, piszczałek i przechodzących przez mur kanałów powietrznych. Mur jest konieczny by szum wody, która wprawia w ruch perforowany cylinder, był słabiej słyszalny. Kanały powietrzne

³⁶ W oryginale jest *trentieme* czyli trzydziestego, błąd w druku.

³⁷ Rozdział XXXII, Dodatkowy opis wspomnianej maszyny (*Autre desseing de la pretenente machine*).

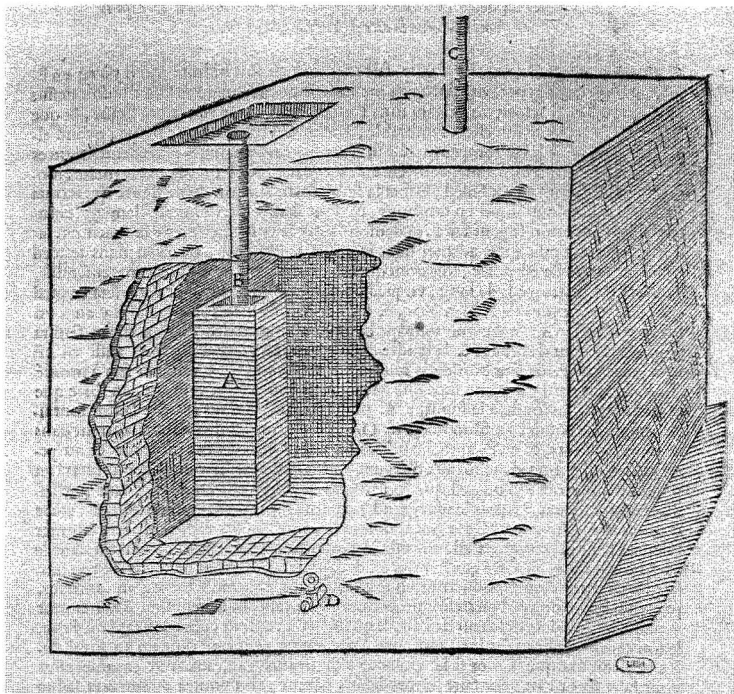
doprowadzające powietrze ze skrzynki powietrznej (*conserve à vent*), zostały oznaczone literą F. Są one połączone z innymi kanałami G, które dostarczają powietrze do dwóch kolejnych kanałów, na których są umieszczone zawory. Oto rycina przedstawiająca rzut poziomy³⁸:



Zawory, które na poprzednim rysunku oznaczono literami A B C D, są tu rozmieszczone zgodnie z przyporządkowanymi im numerami, które odpowiadają numerom kanałów powietrznych doprowadzających powietrze do umieszczonych za wspomnianym murem piszczałek. De Caus dodaje, że aby nastroić piszczałki takiego instrumentu (w którym nie ma przecież włączników registrów) należy w wargi wszystkich piszczałek włożyć niewielkie zwitki papieru, aby nie wydawały dźwięków. W ten sposób można nastroić głos, którego wargi nie zostały zapchane papierem. Po nastrojeniu całego rzędu piszczałek, należy wyciągnąć papierowe zwitki z drugiego rzędu i ów drugi rząd dostroić do pierwszego.

³⁸ Rozdział XXXIII, Rzut poziomy opisanej wyżej maszyny hydraulicznej (*Plan ingnografique de la precedente machine hydraulique*).

W takich właśnie machinach ma zastosowanie owa sięgająca ideą antyku *skrzynia powietrzna* (*conserve à vent*). Oto jej budowa³⁹.

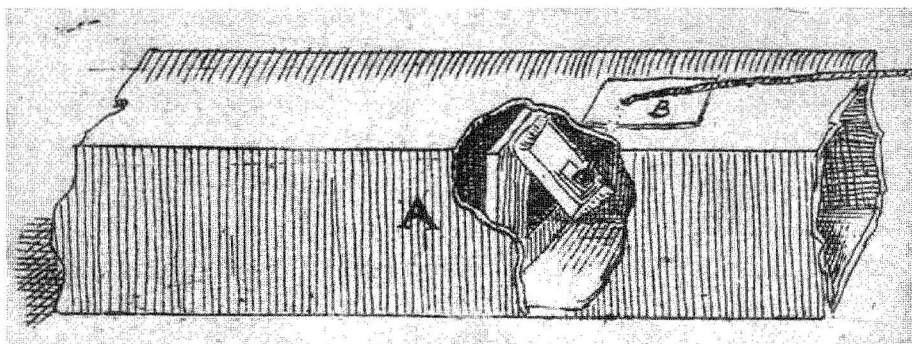


Aby opisana wyżej machina mogła mieć dostarczone tyle powietrza, by grać nieprzerwanie przez piętnaście minut, dno skrzyni winno mieć dziesięć stóp kwadratowych powierzchni i osiem stóp wysokości wewnętrznej pojemności. Wewnątrz skrzyni, przy jednej ze ścian, umieszczona jest kwadratowa rura, którą na rysunku oznaczono literą A. Jej wewnętrzna krawędź ma około jednej stopy. W rurę A, na głębokość około jednej stopy, wpuszczona jest ołowiana rura B o średnicy trzech cali, i to przez nią wlewa się woda wypełniając rurę A po brzegi. W ten sposób wytwarza się ciśnienie na dole rury A, które wypycha zgromadzoną w niej wodę ku górze. Rura B jest umieszczona wewnątrz A po to, aby woda opadała równomiernie. Skrzynie powietrzne, które są wykonane bez tego udogodnienia początkowo dostarczają dużo powietrza, jednak później dużo mniej. Należy zwracać uwagę, by rura B miała nie więcej niż 5 stóp długości. Jeśli bowiem będzie zbyt długa, wówczas woda wlewałaby się do środka ze zbyt dużą szybkością. W takim przypadku również muzyka, która ponownie rozbrzmiałaby po kilku taktach całkowitej pauzy,

³⁹ Rozdział XXXI Księgi I, Machina hydrauliczna, dzięki której organy mogą rozbrzmiewać dzięki wodzie, bez pomocy miechów (*Machins hydraulique, par laquelle des orgues pourroit sonner, avec l'eau Sans aide de soufflets*).

byłaby w brzmieniu zbyt gwałtowna, a to z powodu zbyt dużej ilości wody wlewającej się do skrzyni powietrznej. Długość nie większa niż 5 stóp sprawia, że gdy w rozbrzmiewającej muzyce nastąpi pauza, wówczas na górze woda również się zatrzymuje, a następnie łagodnie wlewa się, zależnie od zużycia powietrza przez piszczałkę. Rurka C służy do doprowadzania powietrza do piszczałek, a jej wewnętrzna średnica winna wynosić 3 cale. Jeśli jednak w organach piszczałki mają większą długość niż 3 stopy, wówczas średnica taka będzie zbyt duża. Ponadto w skrzyni powietrznej, na jednej z jej boków, należy umieścić zawór, który oznaczono literą D. Winien on być stale lekko otwarty, by w chwili, gdy skrzynia jest pełna wody, mogła ona powoli wyciekać. Ściany omawianej *skrzyni powietrznej* należy wykonać z materiałów wodoszczelnych: brykietu albo dobrego cementu do dachówek zmieszanego z wapnem.

Ostatnim elementem budowy organów, który opisał Salomon de Caus jest *tremulant* (Rozdział XVII, *Du tremblant*). Jest to – jak czytamy – niewielkie okienko z ruchomą klapką, które znajduje się w kanale powietrznym, między miechami, a wiatrownicą. Opadanie klapki okienka sprawia, że ciśnienie powietrza się zmienia, a co za tym idzie, dźwięk piszczałki jest przyjemnie rozfalowany:



W tym miejscu, na wierzchu kanału powietrznego, znajduje się otwór w kształcie kwadratu (litera B). Dzięki temu można umieścić tyle obciążenia, ile jest koniecznym by ów tremulant wprawić w odpowiednie falowanie. Wielkość kanału powietrznego, w którym zamontowany jest tremulant, zależy od wielkości miechów i ciężaru, który na nich się znajduje. Jeśli miechy mają cztery stopy długości i dwie stopy szerokości, wówczas tremulant będzie miał pół stopy długości i cztery cale szerokości. Jeśli natomiast miechy mają sześć stóp długości i trzy stopy szerokości, wówczas tremulant będzie miał 8 cali długości i 6 cali szerokości. Dobrze też, by na klapce był umieszczony niewielki pierścień, a to dlatego, by można było na nim umieścić odpowiednią ilość ołowiu konieczną dla właściwego działania mechanizmu tremulanta. Do tego pierścienia dostajemy się przez wspomniany wyżej otwór B.

Salomon de Caus kończy swój traktat uwagami o charakterze ogólnym (*Aucunes Reigles en general pour fabrique des Hidrauliques*). Zwraca uwagę, że przy budowie *machin hydraulicznych* jest wiele ważnych rzeczy, których uczy praktyka, a dla których ciężko byłoby znaleźć rozumowe uzasadnienie. Przykładem – jak pisze – jest sytuacja, gdy chcemy zestroić ze sobą dwa głosy w unisonie czy też w oktawie, a owe głosy są od siebie oddalone dla przykładu o 3 stopy, czy więcej. Zauważa, że w połączeniu zabrzmiały one nieco wyżej niż gdyby były osobno. Ważne jest również to, by poszczególnych elementów instrumentu zbytnio od siebie nie oddalać, bowiem nie jest dobrze, by kanały powietrzne były zbyt długie, bowiem wymagałoby to umieszczenia większego obciążenia na miechach. Jeśli instrument wykonany jest w taki sposób, że powietrze do piszczałek jest dostarczane przez *skrzynię powietrzną* (*conserve à vent*), wówczas dobrze jest, by piszczałki były wykonane z miedzi, a zwłaszcza te mniejsze, zaś piszczałki większe miały serce i stopę z miedzi, zaś resztę już normalnie ze stopu ołowiu i cyny. Jest to – jak dodaje – dobre dlatego, że powietrze, które wychodzi ze skrzyni jest bardzo wilgotne, co jest powodem psucia się ołowiu i cyny objawiającej się białym nalotem, który niejednokrotnie zatyka wargi i stopę piszczałki. Bardzo to przeszkadza w wydobywaniu odpowiedniego dźwięku. Co do klap w instrumentach, do których powietrze dostarczają miechy, to ich szerokość ma wynosić co najmniej jeden cal, zaś długość 6-7 cali, co – jak twierdzi – było w jego czasach więcej niż powszechną praktyką, jednak nie w organach średniej wielkości, ale małych. Klawisze winny wciskać się dość głęboko, by kłapy otwierały się z odpowiednią szerokością. W instrumentach hydraulicznych, gdzie wykonane są one z zawiasów lub półzawiasów (ze względu na siłę powietrza) wspomniane kłapy nie muszą się otwierać tak szeroko. Podsumowując zwraca jeszcze uwagę na to, że chcąc użyć miechów wewnątrz jakiejś parkowej groty (dotyczy instrumentu „ogrodowego”), wówczas miejsce, w którym mają one być umieszczone, winno być suche i nie wilgotne, jak również w zaciszu od wiatru. Ponadto będzie dobrze, gdy wspomniane miechy będą zamknięte w niewielkim, szczelnie zamkniętym pomieszczeniu, z niewielkim jedynie otworem pozwalającym na dostęp powietrza. Jeśli powietrze jest zbyt wilgotne, wówczas należy wykonać *machinę* z zaworem i *skrzynią powietrzną* (*conserve à vent*). Zaznacza też, że skrzynia taka, jeśli jest dobrze i starannie wykonana, wówczas *może służyć długo i sprawiać wiele satysfakcji*.

Jak podsumować przedstawioną powyżej treść Księgi III (*Livre troisieme traitant de la fabrique des orgues*) traktatu *Raisons des forces mouvantes* Salomona de Causa? Na pewno jest to bardzo ciekawy głos z epoki, który stanowi niezwykle cenne świadectwo dotyczące budownictwa organowego XVII wieku. Autorem tekstu nie jest organmistrz w pełnym tego słowa znaczeniu, ale raczej konstruktor i wynalazca, dlatego nie można przedstawionych w dziele rozwiązań technicznych i konstrukcyjnych utożsamiać z „całym” budownictwem organowym tego czasu. Sam de

Caus twierdził, że opisane tu organy wodne zbudował w zamku Heidelberg⁴⁰, na południu Niemiec, gdzie w roku 1614 został zatrudniony jako architekt i inżynier, celem przebudowy i modernizacji kompleksu oraz stworzenia zamkowego parku. Dla Salomona de Causa organy to przede wszystkim mechanizm i *machina hydrauliczna* (*machnie hydraulique*), a nie instrument muzyczny. Takie właśnie jego podejście do zagadnienia zdaje się być wy tłumaczeniem tego, że nie ma w dziele wielu odniesień do samej muzyki organowej i powiązania cech konstrukcyjnych instrumentu z możliwościami wykonawczymi. Pomimo tego autor poruszył wiele zagadnień, które – omówione często niejako przy okazji – są dla nas świadectwem budowy organów pod względem muzycznym. W taki właśnie sposób zostały przedstawione niektóre elementy konstrukcyjne organów, które z pewnością były stosowane w owym czasie na szeroką skalę (miechy, wiatrownica, sposób strojenia piszczałek i ich menzura, tremulant, itp.). Można tylko żałować, że Salomonowi de Caus nie udało się zrealizować swojego zamierzenia, by napisać kolejny traktat, o którym wspomina na kartach *Raisons des forces mouvantes*, a w którym planował opisać trzymane przez niego w sekrecie rzadko spotykane maszyny (m.in. *instrument, który miał sprawić, że wykonywana na nim muzyka będzie o wiele doskonalsza, niż może być na każdym innym urządzeniu zbudowanym przez człowieka*). Miejmy nadzieję, że zagadnienia przedstawione w niniejszym artykule, który ma charakter przekrojowy i przyczynkowski, staną się punktem wyjścia do podjęcia dalszych badań źródłowych nad budownictwem organowym XVII wieku, dzięki którym nasza wiedza o tym zagadnieniu stanie się pełniejsza.

⁴⁰ Por. F. Yates, *The Rosicrucian Enlightenment*, Londyn 1972, s. 12.