

GENEZA I ROZWÓJ WIATRAKÓW TYPU PALTRAK NA ZIEMIACH POLSKICH

Streszczenie: Paltraki należą do jednego z trzech podstawowych typów młynów wietrznych. Ich stan badań, mimo wzrastającego zainteresowania tym typem wiatraka w ostatnich latach, jest wciąż ubogi. Jego nazwa, nieznanego pochodzenia, jest najczęściej porównywana do nazw obszernej odzieży wierzchniej. Ma to związek z bryłą wiatraka, która zwęża się ku górze, a jej odeskowanie sięga gruntu. Pierwszy paltrak powstał na terenach Niderlandów w pierwszej dekadzie XVII w. Jego konstruktorem był Cornelius Corneliszoon van Uitgeest. Otrzymał on w 1593 r. patent na tartak napędzany siłą wiatru. Kiedy wynalazek zyskał spore uznanie, zaczął się rozpowszechniać na inne tereny europejskie. Wraz z emigracją holenderską dotarł także do Polski, gdzie w XIX w. zaczęło powstawać wiele warsztatów zajmujących się budową tych młynów oraz produkcją części zamiennych do nich. Pojawiające się coraz większe wymagania właścicieli młynów były przyczyną ulepszania tych wiatraków oraz stosowania nowych rozwiązań, które miały ułatwić i przyspieszyć pracę. Z tego powodu wprowadzano wiele nowinek także w mechanizmie obrotowym paltraków. Najlepiej rozpoznane zostały mechanizmy jezdne tych wiatraków na terenie Dolnej Saksonii. Różnice występowały w wysokości cokołu, ilości i formie rolek, ich rozstawieniu i osadzeniu, sposobie obracania wiatraka do kierunku wiejącego wiatru oraz w budowie samego pierścienia żelaznego, po którym toczyły się rolki. Mimo licznych badań tych młynów wietrznych, wciąż pozostaje wiele pytań, na które trudno znaleźć odpowiedź. Są one jednak motywacją do dalszych poszukiwań.

Słowa kluczowe: mechanizm jezdny, młynarstwo, paltrak, warsztat młynarski, wiatrak

Paltrak to jeden z trzech podstawowych typów wiatraków, które pojawiły się na ziemiach polskich (ryc. 1). Wyjątkową cechą tych młynów było wykorzystanie rozwiązań konstrukcyjnych i technicznych zastosowanych we wcześniej znanych już wiatrakach typu wieżowego zwanych także holendrami oraz w wiatrakach typu słupowego zwanych koźlakami. Poprzez umieszczenie mechanizmu obrotowego składającego się z dwóch warstw krążyn oraz metalowej szyny z rolkami w walcowatej podstawie wiatraka paltraki stały się bardziej stabilne i odporne na silne podmuchy wiatru, które bardzo często były przyczyną wywracania budynku koźlaków. Takie rozwiązanie sprawiało, że ciężar korpusu wraz z wyposażeniem spoczywał na

owalnej podstawie, a nie na koźle. Pozwoliło to na zwiększenie rozmiarów wiatraka, a tym samym jego powierzchni użytkowej, na której można było rozlokować większą ilość urządzeń. Dodatkowo utworzono kolejną – trzecią kondygnację użytkową¹.

Wiatraki typu paltrak, zarówno na ziemiach polskich, jak i poza jej granicami, nie zostały, jak do tej pory, kompleksowo opracowane. Zainteresowanie tym typem młyna nasiliło się znacznie na początku XXI w. Jednak mimo tego nie została wydana żadna obszerniejsza monografia, która analizowałaby wszystkie aspekty związane z paltrakami. Celem niniejszego opracowania jest stworzenie zestawienia informacji na temat genezy nazwy i typu oraz rozwoju mechanizmu obrotowego paltraków zawartych w literaturze dotyczącej wiatraków. Uzupełnieniem pracy będzie charakterystyka wybranych warsztatów młynarskich, które przyczyniły się do rozwoju paltraków na ziemiach polskich. Niniejsze opracowanie stanowi część pracy magisterskiej napisanej na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu na kierunku ochrona dóbr kultury pod opieką doktora Macieja Prarata.

GENEZA NAZWY PALTRAK

W literaturze dotyczącej paltraków nazwa tego typu wiatraka jest najczęściej odnoszona do budowy zewnętrznej i porównywana do różnego rodzaju odzieży wierzchniej.

W Niderlandach pojawiają się dwa znaczenia nazwy *paltrak*. Obie odnoszą się do ubrania prześladowanych emigrujących mnichów z Elsass, które określano jako *pfalzrock*, a ponieważ uciekinierzy ci byli pochodzenia niderlandzkiego, tak też nazwano nowy typ wiatraka powstały na tych terenach.

W większości słowników europejskich pojawiają się słowa *paltok*, *paltocco*, *pal-letoc* lub *paletoque*. Francuskie słowo *paltroque* tłumaczone jest jako „gruba bluza”, natomiast niemieckie *paletot* oznacza „płaszcz”².

Literatura niemieckojęzyczna podaje, iż *paltrak* w języku niderlandzkim oznacza „szeroki, długi surdut” noszony przez zakonników i pokutników w okresie rozwoju tego typu wiatraków³. Jest to dialektyczna nazwa płaszcza powstała ze słów *falten-rock* lub *pfalzrock*. Pochodzi z języka staromodnego i jest związana z wyglądem zewnętrznym wiatraka, który charakteryzował się tym, iż posiadał odeskowanie ścian bocznych sięgające gruntu, a bryła korpusu zwężała się lekko ku górze. Literatura dolnoniemiecka tłumaczy nazwę *paltrak* jako „plisowaną spódnicę sięgającą ziemi”⁴.

Eric Tijman uważa jednak, że słowo *paltrak* mogło zostać zapożyczone z języków wschodnich i przeniesione na teren Niderlandów przez holenderskich budowniczych

¹ J. Świąch 2001, s. 87–103.

² E. Tijman 1989, s. 382.

³ W. Schnelle 1999, s. 26.

⁴ M. Haas, J. Varchmin 2002, s. 22.

młynów podróżujących na Wschód. Oznaczało wówczas nazwę jednego z elementów mechanizmu obrotu, a mianowicie rolki z łożyskiem i pala (centralnie usytuowanego słupa wewnątrz walcowatej podstawy). W tym przypadku istnieje możliwość, że nazwa ta nie jest pochodzenia holenderskiego, a jest pozostałością po starofryzyjskim słowie *paltoc*. W XIV w., a więc w czasach kiedy paltraki jeszcze nie istniały, słowo to było interpretowane jako długi płaszcz przewiązywany w pasie noszony przez mężczyzn. Od tego czasu określenie to było stosowane powszechnie w nazewnictwie odzieży wierzchniej.

W Anglii znane jest słowo *paltok*, we Francji – *paltoke* lub *palletoc* (obecnie zamienione na *pardessus*), a w Niemczech – *paletot*. W słowniku włosko-francuskim z 1660 r. można znaleźć słowo *palletoc* i *paltrocca* (równoważne z francuskim *gueuse*). Terminy te tłumaczone są jako „żebrak”. We francuskich słownikach z 1773 r. pojawia się nazwa *paltroquet*, czyli „bluza / fartuch roboczy bez rękawów”. W Hiszpanii istnieje zapożyczenie z języka francuskiego – *paletoque* i *paleto*, czyli „płaszcz bez rękawów” lub „krótkie palto”. *Słownik oksfordzki* podaje, iż określenie *paltoc/paltok* powstało z połączenia słów *pall* – „płachta, chusta” oraz łacińskiego *pallium* – „długi, obszerny płaszcz” noszony przez Rzymian⁵.

Obecnie w Niemczech wiatraki posiadające korpus osadzony na podstawie wyposażonej w rolki określa się nazwą *paltrock* zapożyczoną z holenderskiego określenia *pfalzrock*. Jednak wcześniej pojawiała się także nazwa *Rollbockmühle* oznaczająca „wiatraki rolkowe”, u których w podstawie znajdował się nadal drewniany koziół będący pozostałością po wiatraku słupowym⁶. Wiatraki takie powstawały w wyniku konwersji (przebudowy) koźlaków na paltraki.

Holendersko-niemieckie brzmienie przeniknęło wraz z emigracją holenderską na tereny obecnej Polski. W języku polskim dostosowano słowa pochodzenia niemieckiego oraz angielskiego na rodowe, dodając końcówkę **-ak**, co wygląda następująco: paltrok – paltrak⁷.

PIERWSZY KONSTRUKTOR NOWEGO TYPU WIATRAKA I JEGO WZORCE

W celu określenia pierwszego konstruktora paltraka oraz daty jego powstania należy bliżej przyjrzeć się osobie Corneliusa Cornelisza van Uitgeest (ryc. 2). Informacje o konstruktorze pochodzą najczęściej z dokumentów patentowych, które otrzymał. Cornelius Cornelisz van Uitgeest jest znany także jako Krelis Lootjes. Urodził się pomiędzy rokiem 1540 a 1570, zmarł pomiędzy 1602 a 1607. Jego żoną została Trijn Pietersz – córka młynarza z Uitgest będącego właścicielem wiatraka przy Bramie

⁵ E. Tijman 1989, s. 391.

⁶ Idem 2011a, s. 21.

⁷ Idem 1989, s. 388.

Legendijk. Cornelis pod koniec XVI w. opracował kilka wynalazków, które miały znaczny wpływ na rozwój gospodarczy Niderlandów. Najważniejszym z nich było wynalezienie tartaku napędzanego siłą wiatru, co miało zmniejszyć nakład pracy i czasu potrzebny do wykonywanych dotychczas ręcznie prac tartacznych⁸.

Najważniejszym dokumentem, mającym znaczenie dla powstania nowego typu wiatraka, był wniosek o pozwolenie na jego budowę z dnia 5 grudnia 1593 r. Zawierał on dwa kolorowe załączniki, na których znajdował się rysunek trójkątnej drewnianej konstrukcji i wiatrak z wałem korbowym (ryc. 3). Dwa lata później Cornelis otrzymał dziesięcioletni patent na wał korbowy zastosowany przez niego po raz pierwszy właśnie w wiatrakach. Wał ten przekształcał ruch kołowy w ruch liniowy. Znany był już w III w. w Rzymie. Stosowano go w młynach wodnych. Opisany został także bardzo dokładnie przez Greków. W Bibliotece Narodowej w Paryżu znajduje się rysunek Villarda de Honnecourta z 1245 r., który przedstawia rysunek tartaku wodnego⁹.

Nowo zaprojektowany wiatrak miał wykorzystywać siłę wiatru do napędzania znajdujących się w nim urządzeń tartacznych. Konstrukcją oraz wyglądem zewnętrznym przypominał znany już wiatrak słupowy (*Bockwindmühle*), ale wykorzystywał rozwiązania zastosowane w wiatrakach odwadniających (*Wippmühle*)¹⁰.

Wippmühle był łatwy do skonstruowania (ryc. 4). Cornelis rozbudował tę część wiatraka, która odpowiadała za przepompowywanie wody (*wateras*). Usunął koło łopatkowe, a w jego miejsce wprowadził wózek na kołach, który miał ułatwić transport bali drewnianych do wnętrza wiatraka (ryc. 5). Wózek ten był nazywany *krabbelrad*. Nowo zaprojektowany wiatrak posiadał we wnętrzu urządzenia przeznaczone do cięcia drewna i miał pełnić rolę tartaku. Dlatego też nazywany był *Holzwindmühle*. Przy budowie obiektu Cornelis korzystał z pomocy sąsiada, który wykonywał zawód stolarza. Nowy wiatrak został zbudowany, za pozwoleniem Rady Miejskiej w Alkmaar, na północnym brzegu rzeki Zeglis. Zyskał nazwę *Juffertie* i do dziś jest określany jako „matka wszystkich młynów” (paltraków)¹¹. Z jego usług mogli korzystać jedynie mieszkańcy miasta. Tartak pracował do 1602 r., a być może nawet kilka lat dłużej. Badania archeologiczne prowadzone przez P. Bittera w 2004 r. potwierdzają istnienie wiatraka w tym miejscu (ryc. 6). Pod warstwą humusu zachowały się gniazda po osadzeniu ośmiokątnej konstrukcji tartaku wiatrowego¹².

Cornelis w ciągu kilku kolejnych lat od otrzymania patentu na budowę wiatraka eksperymentował ze swoim wynalazkiem, aby go ulepszać i zwiększać wydajność (ryc. 7). Przy nazewnictwie danego typu wiatraka nie miała znaczenia pełniona przez niego funkcja, gdyż urządzenia znajdujące się wewnątrz korpusu działały niezależnie od jego konstrukcji. Wymagały jedynie sprzężenia z mechanizmem napędowym¹³.

⁸ W. Dobber 2014, s. 4.

⁹ Ibidem, s. 9.

¹⁰ Ibidem, s. 6.

¹¹ P. Schotsman, H. Kaptein 2004, s. 192.

¹² W. Dobber 2014, s. 11–13.

¹³ J.C. Notebaart 1972, s. 136.

Po wyjaśnieniu genezy wiatraka typu paltrak można śmiało stwierdzić, iż prototyp paltraka powstał w pierwszej dekadzie XVII w. Taka data jest również najczęściej podawana w dotychczas znanej literaturze¹⁴.

W tym miejscu należy dodać, iż Cornelius Corneliszoon van Uitgeest nie był jedyną osobą, która podjęła się skonstruowania tartaku napędzanego siłą wiatru. 10 lipca 1595 r. Franc Jansz z Hoorn zaprojektował swój tartak. Wzorował się on jednak w dużym stopniu na projekcie Cornelisa powstałym w czasie eksperymentów (po roku 1593). Budowla posiadała jednak znaczne różnice konstrukcyjne. Miał zostać zbudowany w Alkmaar. Nie ma jednak dowodów na to, czy projekt został zrealizowany¹⁵.

Cornelius Corneliszoon van Uitgeest oprócz tartaku w 1593 r. zaprojektował i zbudował wraz ze swoim współnikiem w 1598 r. wiatrak na tratwie w Wormer. Opis zamieszczonego rysunku dokładnie podaje, w jaki sposób obiekt miał być zamontowany na tratwie oraz jak cała konstrukcja ma utrzymywać się na wodzie. Wiatrak ten nosił nazwę *Dziewica*. Wielu badaczy uważa, że funkcjonowanie wiatraka na tratwie nie jest możliwe technicznie, a tratwa mogła służyć jedynie do transportu w miejsce docelowe¹⁶. Inna teoria mówi, że tratwę był nazywany ruszt podtrzymujący konstrukcję korpusu wiatraka wraz z urządzeniami, a do niego był przytwierdzony od spodu mechanizm jezdny. Tratwę mógł być także wózek do transportu bali drewnianych w tartaku (*krabbelrad*)¹⁷.

Dzięki wynalazkowi Cornelisa, który zmechanizował tartaki, produkcja tarcicy w Holandii po roku 1600 znacznie zwiększyła się. Zakłady tartaczne jego projektu były często budowane w stocznich i produkowały materiał do budowy statków. Obszar Zaan uważany jest za pierwszy przemysłowy region w Europie, a koniec wieku XVI za początek rewolucji przemysłowej¹⁸.

Niewątpliwie także sam Cornelis odniósł wiele korzyści finansowych. Za wykorzystywanie rozwiązania objętego patentem trzeba było uiszczać dodatkowe opłaty. Stanowiło to przeszkodę dla ubogich przedsiębiorców. Po kilku latach od wygaśnięcia patentu liczba wiatraków znacznie wzrosła, głównie w rejonie Zaandam. W latach 1614–1618 zbudowano 9 nowych obiektów. W roku 1631 została założona firma „Otter”. W tym czasie w Zaandam pracowały już 53 tartaki wiatrowe¹⁹. Jednak na terenie Niderlandów występowały także obszary, które nie były objęte prawem holenderskim, tj. Assendelft, Enkhuizen, Hoorn, a więc patent Cornelisa był wykorzystywany bez uiszczania opłaty patentowej. W Hoorn w latach 1628–1630 istniało 11 wiatraków pełniących rolę tartaków. Alkmaar jest obszarem, gdzie udowodnione

¹⁴ W. Dobber 2014, s. 13.

¹⁵ P. Schotsman, H. Kaptein 2004, s. 193–194.

¹⁶ J.C. Notebaart 1972, s. 136.

¹⁷ A. Jespersen 1978, s. 135.

¹⁸ W. Dobber 2014, s. 17; P. Schotsman, H. Kaptein 2004, s. 192.

¹⁹ W. Dobber 2014, s. 13.

jest istnienie przedsiębiorstw tartacznych. Od 1595 r. miasto to stanowiło absolutne centrum przemysłowe Holandii²⁰.

ROZWÓJ PALTRAKÓW I POJAWIENIE SIĘ ICH NA ZIEMIACH POLSKICH

Ostatni kwartał XVI w. był dla Holandii okresem szybkiego rozwoju gospodarczego, co zaowocowało następnie w wieku XVII określanym często jako złoty wiek Holandii. Ludność przybywająca z Francji i Flandrii na tereny holenderskie dodatkowo stymulowała aktywność gospodarczą. Holandia słynęła z budowy statków, a więc potrzebowała znacznych ilości materiału budowlanego, jakim było drewno. Materiał ten był obrabiany i cięty w wiatrakach pełniących funkcję tartaków. Potrzeby gospodarcze i materiałowe stymulowały dodatkowo ewolucję wiatraków. Funkcja tartaczna wymagała dużej przestrzeni roboczej. Wiatrak-tartak musiał także być bardziej stabilny. Czynniki te wpłynęły na rozwój i ulepszenie znanych dotychczas typów wiatraków. Na rozbudowanie i wzmocnienie konstrukcji obiektów miała wpływ pełniona przez nie funkcja, która w XVI i XVII w. zyskała na wartości.

Około 1600 r. najwięcej wiatraków pojawiało się w okolicy miasta Zaan położonego między Alkmaar a Amsterdamem. W następnych latach znacznie przybyło ich w okolicach innych wielkich miast holenderskich, takich jak Amsterdam, Haarlem, Lejda, Delft, Rotterdam czy Dordrecht²¹. Holendrzy wykorzystując umiejętność budowy statków i żeglugi, kolonizowali na inne tereny, przewożąc na nie swoje towary, a tym samym dzieląc się z podbitymi ziemiami także swoimi umiejętnościami budowniczymi. Znane są przypadki, gdzie uznani holenderscy budowniczowie młynów pracowali w Niemczech, Anglii czy Francji. Umiejętność budowy wiatraków przenieśli wraz z podbojem do Ameryki Północnej i Afryki Południowej. W Niemczech holenderscy specjaliści zajmujący się budową młynów byli nazywani *lekarzami młynów*²².

Mimo tak silnego rozwoju gospodarczego, wiek XVI był także okresem, w którym ludność mieszkająca na prowincji zmagala się z prześladowaniami religijnymi, skutkami wojen i dążeniem feudałów do osiągania jak największych zysków. W wieku XVI rozpowszechnił się anabaptyzm, z którego wyrósł odłam menonicki. Władcy Hiszpanii, rządzący również na terenie Niderlandów, tępiłi odmienne poglądy religijne na swoich ziemiach, co w konsekwencji doprowadziło do emigracji protestantów na tereny bardziej tolerancyjne²³. Znaczący wpływ na emigrację ludności niderlandzkiej miała wojna osiemdziesięcioletnia (1568–1648), podczas której Niderlandy walczyły o niepodległość. Wojska hiszpańskie stacjonujące na

²⁰ P. Schotsman, H. Kaptain 2004, s. 193–194.

²¹ B. Caarten 1977, s. 158.

²² C.J. Notebaart 1972, s. 128.

²³ W. Rusiński 1947, s. 4; K. Ciesielska 1958, s. 219; T. Baranowski 1915, s. 65.

tych terenach znacznie zubożyły gospodarkę na prowincjach²⁴. Oprócz tego w Niderlandach panował głód, epidemia dżumy i częste powodzie, co było dodatkowym czynnikiem emigracji ludności. Chęć czerpania coraz to większych zysków przez feudałów z nowo zdobytych ziem, potrzeba ich zagospodarowania, osuszenia i przygotowania pod uprawy była dodatkowym bodźcem emigracyjnym dla ludności niderlandzkiej, która specjalizowała się w tej dziedzinie²⁵.

Ruch osadniczy Holendrów kierował się na tereny Europy Środkowej i Wschodniej, a w szczególności na obszar Rzeczypospolitej Polskiej²⁶. Ludność holenderska przenosiła się na tereny Prus Królewskich, wzdłuż Wisły i innych większych rzek na terenie obecnej Polski, na Kujawy, Mazowsze i do Wielkopolski²⁷. Nazywano ich Olędrami (Olendrami). W wyniku emigracji zyskiwali spokój religijny, stabilność gospodarczą i polityczną²⁸. W zamian porządkowali tereny trudno dostępne, zalewowe, których ludność rodzima nie potrafiła zagospodarować²⁹. Koncentrowali się we wsiach nowo założonych lub opustoszałych, dzięki czemu byli w stanie zachować swoją tożsamość narodową. We wszystkich majątnościach olęderskich uzdatniano drogi, osuszano grunty, stawiano wiatraki, które przewyższały technicznie polskie koźlaki³⁰. W zabudowie wsi olęderskiej występowały wiatraki typu słupowego, wieżowego i paltraki³¹. Pierwszy wiatrak wietrzno-wodny postawiony na terenach polskich był identyczny jak tzw. *Wippmühle* znajdujący się w Holandii³².

CHARAKTERYSTYKA MECHANIZMU JEZDNEGO PALTRAKÓW

Po omówieniu genezy nazwy i typu wiatraka należy krótko scharakteryzować mechanizm jezdny, któremu wiatrak ten prawdopodobnie zawdzięcza swoją nazwę oraz miejsce w typologii młynów wietrznych.

Największa różnorodność mechanizmów jezdnych w paltrakach występowała na terenie obecnych Niemiec i Polski. Już same przykłady wiatraków na terenie Dolnej Saksonii wykazują wiele różnic w budowie omawianej konstrukcji. Rozwój paltraków na tym obszarze rozpoczął się w latach 70. XIX w. Jako pierwsze pojawiały się wiatraki rołkowe. Powstawały one w wyniku konwersji wiatraków słupowych. Posiadały wysoki, kamienny cokół stanowiący jego podstawę, a wewnątrz niej

²⁴ K. Ciesielska 1958, s. 220.

²⁵ Ibidem, s. 220–221.

²⁶ J. Święch 1999, s. 172.

²⁷ J. Szałygin 2002, s. 7–8; W. Rusiński 1947, s. 3–7; Z. Chodyła 2006, s. 6.

²⁸ W. Przewoźny 2006, s. 12.

²⁹ S. Inglot 1929, s. 478–479.

³⁰ W. Karkucińska 2001, s. 14.

³¹ Z. Chodyła 2006, s. 50.

³² J.C. Notebaart 1972, s. 156.

umieszczony był kozioł będący pozostałością po wiatraku słupowym (ryc. 8). Na koronie cokołu montowano żelazną szynę, po której poruszały się rolki lub koła³³. Z czasem wysokość podstawy obniżała się, a średnica podstawy rozszerzyła się o około 2 stopy. Spowodowane było to tym, że rezygnowano z kozła, a w jego miejscu tworzone kolejną kondygnację użytkową³⁴. Wewnątrz cokołu centralnie pozostawał jedynie niski pal stanowiący oś wiatraka. Budowany był najczęściej z drewna na planie czworoboku lub koła. Znany jest jednak przypadek, gdzie został wymurowany z cegły³⁵. Mowa tu o wiatraku w miejscowości Asel w okręgu Hildesheim (ryc. 9). Pal był dodatkowo usztywniany przez przylegające do niego cztery belki ułożone na krzyż. Ich końce wmurowywano w ścianki cokołu³⁶.

Liczba rolek w każdym ze znanych młynów była różna. Mechanizmy jezdne posiadały od 9 do 60–80 rolek³⁷. Odległość między rolkami wynosiła od 24 do 47–51, a nawet 60 cm³⁸. Zasadniczo zastosowana liczba rolek musiała być podzielna przez 4, jednak ten wymóg nie zawsze był spełniany³⁹. Rolki miały walcowaty kształt. Na zakończeniach wyposażone były w kołnierze, które miały zapobiegać wypadaniu ich z szyny (fot. 1). W starszych wiatrakach stosowano rolki bezkołnierzowe⁴⁰. Występowały także rolki z lekko stożkowym wycięciem po środku w kształcie litery V⁴¹. Początkowo wykonywano je ręcznie⁴². Dodatkowo wzmacniano je metalową listwą stanowiącą około 1/3 średnicy rolki przytwierdzoną do lica za pomocą metalowych sworzni.

Montaż rolek przy pomocy taśmy żelaznej był najczęściej spotykanym rozwiązaniem (ryc. 10A). Istniały jednak jeszcze trzy inne sposoby montażu. Pomiedzy żelazne taśmy wprowadzano na zmianę z rolkami drewniane klocki (ryc. 10B). W innym przypadku taśmy były wykonywane z drewna, a rolka znajdowała się wewnątrz drewnianego klocka (ryc. 10C). Ostatni wariant obejmował jedynie drewniane klocki, wewnątrz których montowano po dwie rolki (ryc. 10D). Klocki te były łączone na końcach przez krótkie listwy metalowe⁴³. Wewnątrz każdej rolki znajdowało się łożysko⁴⁴. Podobne rozwiązanie występowało w młynach wieżowych⁴⁵. Rolki były najczęściej ustawione w pionie. Jednak pojawił się układ z lekkim odchyleniem

³³ R. Hagen, W. Neß 2015, s. 50.

³⁴ E. Tijman 2011a, s. 22–23.

³⁵ Idem 1989, s. 385, 387; idem 2011a, s. 23.

³⁶ B. Szurowa 2015, s. 448.

³⁷ E. Tijman 1989, s. 374.

³⁸ J. Święch 2005, s. 75.

³⁹ E. Tijman 2011b, s. 13.

⁴⁰ M. Pawlik 1984, s. 87.

⁴¹ E. Tijman 2011b, s. 15.

⁴² Ibidem, s. 14.

⁴³ J. Święch 2001, s. 76.

⁴⁴ E. Tijman 1989, s. 376.

⁴⁵ Ibidem, s. 375.

górnej krawędzi w stronę zewnętrzną (ryc. 11). Rolki o skośnym układzie miał wiatrak w Gretenberg w okręgu Hannoverskim⁴⁶. Zastosowanie skośnych rolek wykluczało konieczność stosowania centralnego słupa wewnątrz podstawy. Skośny układ zapewniał większą stabilność oraz uniemożliwiał zmianę położenia rolek względem szyny. Rolki te poruszały się po metalowej szynie składającej się z kilku segmentów ułożonych w dwóch lub trzech warstwach⁴⁷. Poszczególne elementy spajano sworzniami lub śrubami⁴⁸. Średnica koła szynowego mogła wynosić od 6 do 8,5 m. Najmniejszą średnicę pierścienia miał paltrak w miejscowości Bösel (wynosiła ona jedynie 6 m), zaś największą wiatrak w mieście Düdinghausen. Występowały wiatraki, w których rolki poruszały się nie po szynie, a po wgłębieniu wydrążonym w podstawie zwanym torem kołowym⁴⁹. Paltraki takie nie posiadały centralnego słupa wewnątrz podstawy. Na terenie dawnego województwa białostockiego zamiast rolek używano także kół jezdnych wózków szynowych czy kół samochodowych⁵⁰.

Wiatraki słupowe miały osłabioną budowę, były zbyt obciążone i nie wykorzystywały w pełni siły wiatru, natomiast zastosowanie w paltraku rolek poruszanych po torze kolejowym przyczyniało się do zrównoważenia młyna i wzmocnienia jego stabilności⁵¹. Jednocześnie dawało to możliwość zwiększenia przestrzeni użytkowej młyna poprzez wprowadzenie kolejnej kondygnacji w miejscu kozła⁵². Dzięki zastosowaniu urządzeń jezdnych na cylindrycznym cokole inaczej rozkładało się obciążenie wiatraka, a tym samym chroniło to wiatrak przed wywróceniem, zwłaszcza w czasie silnych wiatrów⁵³. Słupy narożne ścian bocznych zostały wydłużone aż do powierzchni gruntu. Ściany deskowano w całości, aby osłonić mechanizm obrotowy i zabezpieczyć go przed zniszczeniem czy uszkodzeniem⁵⁴. Ciężar ścian bocznych i urządzeń znajdujących się na poszczególnych kondygnacjach wiatraka był przenoszony na centralny słup (pal) oraz pośrednio na cokół poprzez rusztowanie.

Rusztowanie to miało, podobnie jak urządzenia jezdne, różne konstrukcje. Mogło składać się z dwóch skrzyżowanych pod kątem prostym belek, na których narożnikach montowano koła lub rolki (ryc. 12). Obrys narożników wyznaczał ślad szyny⁵⁵. Ruszt opierał się bezpośrednio na szynie lub na drewnianej warstwie krążyn, do których od spodu montowano szynę. Mógł składać się z dwóch zdwojonych belek skrzyżowanych pod kątem prostym z dwoma podciągami i „poduszkami” lub

⁴⁶ E. Tijman 2011b, s. 19.

⁴⁷ J. Święch 1999, s. 173

⁴⁸ E. Tijman 2011a, s. 22.

⁴⁹ Idem 2011b, s. 15.

⁵⁰ M. Pawlik 1984, s. 85.

⁵¹ A. Gładkowski 2008, s. 38; I. Wyszowska, P. Zakrzewska 2009, s. 25.

⁵² E. Tijman 1989, s. 20, 376; M. Haas, J. Varchmin 2002, s. 22.

⁵³ C. Łuczak 1960, s. 353.

⁵⁴ M. Haas, J. Varchmin 2002, s. 143.

⁵⁵ E. Tijman 2011a, s. 21; M. Pawlik 1984, s. 88.

posiadać konstrukcję kratownicową (ryc. 13)⁵⁶. Kratownica ta składała się z dwóch warstw. Każda warstwa miała po kilka belek o wymiarach około 30 x 30 cm krzyżujących się pod kątem prostym. Rzadziej spotykana jest konstrukcja korpusu, gdzie belki ułożone były w formę gwiazdy (ryc. 14). Ruszt łączono z podstawą za pomocą metalowych lub drewnianych kołków. Rozwiązanie to spotykane było także w wiatrakach wieżowych⁵⁷.

Zasadniczo obrót paltraków następował przy pomocy drewnianego dyszla zamontowanego na pierwszej lub drugiej kondygnacji roboczej po stronie zewnętrznej. Dyszel na 2/3 długości był wzmacniany metalowymi elementami. W nowszych młynach stosowano dyszel żelazny⁵⁸. Jednak wymagało to korzystania z siły rąk ludzkich czy siły zwierząt⁵⁹. Bardzo często stosowano wózek sterowniczy zwany powszechnie kołowrotem (ryc. 15). Kołowrót posiadał pionowy wał, na który nawijano linę przymocowaną także do końca dyszla⁶⁰. Skręcanie liny na kołowrocie sprawiało, że bryła wiatraka była wprowadzana w ruch. System ten wymagał jednak nadal siły ludzkich rąk. Dla ułatwienia w wielu wiatrakach w Dolnej Saksonii wyposażano cokoł wiatraków w dodatkowy pierścień zębaty o średnicy zbliżonej lub lekko szerszej niż średnica samego cokołu (ryc. 16). Zęby pierścienia mogły znajdować się po stronie wewnętrznej lub zewnętrznej⁶¹. Dodatkowo wewnątrz podstawy montowano kolejne koła zębate o znacznie mniejszej średnicy wprowadzane w ruch przez człowieka za pomocą korby. Ruch obrotowy mniejszych kół był przenoszony na pierścień zębaty i w ten sposób obracała się cała bryła wiatraka⁶². Przy pierścieniu mającym średnicę około 6 m korbę należało obrócić 337 razy⁶³.

Około połowy wieku XIX zaczęto stosować obrotowe turbiny wiatrowe (ryc. 17) montowane na szczycie dachu naprzeciwko śmigieł, które samodzielnie ustawiały bryłę budynku do kierunku wiejącego wiatru⁶⁴. Turbina ta posiadała najczęściej 6 lub 8 śmigieł. Była sprzężona łańcuchem z wałem umieszczonym pod rampą, a wał przechodził przez otwór w cokole do jego wnętrza. Tam zazębiał się z kołem zębatym znajdującym się wewnątrz cokołu i automatycznie obracał bryłę wiatraka. Układ urządzeń sprzężonych z turbiną nazywano *przekładnią*. Taka konstrukcja mechanizmu obrotowego dawała możliwość rozłączenia dolnego mechanizmu z turbiną i sterowania ręcznego. Podobne rozwiązanie występowało

⁵⁶ E. Tijman 2011b, s. 19–20.

⁵⁷ Idem 1989, s. 375.

⁵⁸ C. Łuczak 1955, s. 24.

⁵⁹ B. Szurowa 2015, s. 449.

⁶⁰ M. Pawlik 1984, s. 55.

⁶¹ E. Tijman 1989, s. 389.

⁶² Ibidem, s. 384.

⁶³ E. Tijman 2011b, s. 16.

⁶⁴ F. Klaczyński 1981, s. 41.

także w wiatrakach wieżowych⁶⁵. Nie był to bezpieczny sposób montażu, ponieważ obrót bryły młyna mógł nastąpić w każdej chwili, gdy tylko zmieniał się kierunek wiatru. Znane są przypadki, kiedy skrzydła młyna podczas nieoczekiwanej zmiany położenia bryły taranowały wóz i konia. Zmiana położenia bryły wiatraka, a tym samym drzwi wejściowych wymagała także ciągłej zmiany położenia wozu, z którego przyjmowano ziarno⁶⁶. Aby uniknąć takich wypadków, turbina zaczęła w pewnym momencie pełnić rolę jedynie chorągiewki, która wskazywała kierunek wiatru, a samego obrotu dokonywał młynarz ręcznie za pomocą korby. Kolejną wadą tego urządzenia było to, iż wiatrak mógł się obracać wokół własnej osi jedynie w jedną stronę. W niektórych obiektach do zębatego pierścienia dodawano poziomy ślimak zamontowany po zewnętrznej stronie cokołu na osobnej osi. Młynarz znajdujący się na zewnątrz młyna wprowadzał ślimak w ruch obrotowy za pomocą korby i łańcucha połączonego z turbiną. Ślimak ten, zazębiając się z zębami pierścienia, obracał bryłę wiatraka⁶⁷.

Na terenie obecnej Polski, na Podkarpaciu, występowały wiatraki chłopskie zaliczane także do rolkowych, które jednak formą zewnętrzną i wewnętrzną różniły się od opisanych powyżej⁶⁸. Miały one znacznie mniejsze rozmiary. Ich podstawę stanowiły najczęściej dwie belki skrzyżowane pod kątem prostym ułożone na podsypce żwirowo-kamiennej (ryc. 18). Na podstawie ustawiano mechanizm jezdny składający się z dwuteowej szyny i rolek⁶⁹. Wiatraki takie obracały się wokół własnej osi. Znane są także przykłady, gdzie osi obrotu stanowił jeden z narożników wiatraka, a zamiast rolek wykorzystywano koła (podobnie jak w paltrakach białostockich). Wiatraki te wyposażane były w ukośne drewniane łopatki wiatrowe mocowane promieniście najczęściej na dwóch metalowych okręgach (ryc. 19)⁷⁰. Mniejsze obiekty posiadały tylko jeden metalowy okrąg usztywniający.

WARSZTATY MŁYNARSKIE MAJĄCE WPŁYW NA ROZWÓJ PALTRAKÓW NA ZIEMIACH POLSKICH

Znaczna część obecnej Polski należała niegdyś do Niemiec. Właśnie na tym terenie należy szukać fabryk produkujących zarówno części zamienne do młynów i wiatraków, jak i całe obiekty. Początkowo na tym obszarze istniało bardzo wiele młynów wodnych, które z czasem zostały wyparte przez wiatraki. Młyny wodne do poruszania kół młyńskich potrzebowały ciągle płynących cieków wodnych,

⁶⁵ E. Tijman 2011b, s. 18.

⁶⁶ W. Schnelle 1999, s. 27.

⁶⁷ E. Tijman 2011b, s. 17.

⁶⁸ H. Olszański 2002, s. 28–34.

⁶⁹ Ibidem, s. 29.

⁷⁰ E. Tijman 1989, s. 28–31, 34.

jednak z czasem poziom wody się obniżał, a młyny traciły siłę napędową. Wiatraki natomiast mogły działać prawie przez cały rok⁷¹.

Najbardziej znana fabryka młynarska należała do Karla Kühla (ryc. 20). Miała ona swoją siedzibę w Rogoźnie koło Poznania. W niej właśnie powstał w 1880 r. projekt przebudowy koźlaka na paltrak, czyli wiatrak, który w podstawie posiadał koła poruszające się po szynie kolejowej zamontowanej na ceglanym cokole. Celem przebudowy było zwiększenie stabilności obiektu oraz zwiększenie jego powierzchni użytkowej. W projekcie wykorzystano dotychczas znane już urządzenie, tj. mechanizm jezdny stosowany w wiatrakach wieżowych do obrotu czapy. Koła zastąpiono rolkami kołnierзовymi połączonymi żelazną taśmą. Ruszt wzmocniono żelaznymi kołkami oraz połączono go z podstawą. Podobne rozwiązanie stosowano w wiatrakach typu paltrak w Holandii⁷².

Konwersja wiatraka słupowego na paltrak odniosła wielki sukces i zyskała uznanie szczególnie wśród młynarzy pochodzenia niemieckiego. Przekształceń dokonywano na dawnych terenach niemieckich od około 1880 r., proces ten nasilił się od roku 1900⁷³. Wiatraki często ewoluowały. Warsztaty dostosowywały nowe obiekty do wymagań i zaleceń młynarzy. Od początku XX w. Karl Kühl zalecał przebudowę koźlaków na paltraki. Podawał, iż dokonał ponad 100 konwersji, a zleceniodawcy zawsze byli z nich zadowoleni. Swoje prace prowadził m.in. na Pomorzu, w Pyrzycach, Sachsen, Hannoverze, Oderbruch i Tilsit⁷⁴.

K. Kühl w 1918 r. przeniósł się do miasteczka Vordamm koło Drezdenka, gdzie około 1920 r. zaprojektował wiatrak typu paltrak wiernie wykorzystujący konstrukcję opracowaną przez Cornelisa Cornelisa van Uitgeest w Holandii⁷⁵. W Vordamm zaczęto także stosować turbiny wiatrowe. Produkowano również ślimacznice, pierścienie zębate czy mechanizmy napędowe⁷⁶. Jego warsztat dokonywał konwersji do 1945 r., kiedy to właściciel został wydalony do Lipska⁷⁷.

Warsztat Kühla zaczął z czasem budować paltraki od podstaw. Najwięcej nowo wybudowanych wiatraków znajdowało się na terenach należących obecnie do Polski. R.H. Hawksley podaje, iż podczas podróży do Polski widział dwa wiatraki budowane pierwotnie jako paltraki, a nie powstałe z przekształcenia jak w Niemczech⁷⁸. Pierwszy z nich został postawiony przez Kühla w Sulęcinie w 1919 r., a ostatni w 1923 r. w Langeln (powiat Pinneberg)⁷⁹.

⁷¹ Ibidem, s. 374.

⁷² Ibidem, s. 375–376.

⁷³ M. Haas, J. Varchim 2002, s. 21.

⁷⁴ E. Tijman 1989, s. 372, 377.

⁷⁵ Ibidem, s. 377.

⁷⁶ E. Tijman 2011b, s. 17.

⁷⁷ Idem 2011b; 1989, s. 376.

⁷⁸ R.H. Hawksley 1984, s. 203.

⁷⁹ E. Tijman 1989, s. 375.

Oprócz warsztatu K. Kühla istniało jeszcze kilka innych produkujących urządzenia młynarskie czy dokonujących konwersji koźlaków na paltraki. F. Wiebeck budował paltraki z kołami kołnierзовymi poruszającymi się po torze kolejowym. W okolicach Brunszwiku konwersji dokonywał Teodor Burgdorf. Firma A. Wetzig z Wittenbergi produkowała na dużą skalę szyny, po których poruszały się rolki⁸⁰. Znany jest także warsztat Kellera, produkujący m.in. elewatory kubełkowe, oraz Wilhelm Tiedt z Peine, który budował młyny wietrzne od podstaw. Specjalizował się w konstruowaniu kół do mechanizmów obrotowych paltraków⁸¹. Dokonywał także konwersji⁸². W późniejszym czasie wiele warsztatów pojawiało się wokół Lipska. Najbardziej znanym warsztatem w tym regionie był Karl Schenke z siedzibą w Falkenberg w regionie Halland. Zbudował najmłodszy paltrak w Niemczech w Petkus niedaleko Poczdamu⁸³.

Dystrybucja wiatraków paltraków miała bardzo szeroki zasięg od Lubeki przez Hamburg, Norymbergę, Hameln do Getyngi, następnie na zachód i północ od Warszawy aż do krajów nadbałtyckich.

PODSUMOWANIE

Na zakończenie należy zwrócić uwagę na kilka problemów. Po analizie genezy nazwy paltrak można śmiało stwierdzić, iż istnieje wiele różnorodnych teorii na temat jej pochodzenia. Interpretacja tego słowa nie podaje jednak w sposób jednoznaczny, co dokładnie oznacza oraz skąd pochodzi. Wyjaśnienie tej zagadki stanowi spory problem dla obecnych badaczy i zapewne także dla kolejnych, którzy podejmą się ją rozwiązać. Wiele niewyjaśnionych kwestii dotyczy także osoby Cornelisa Corneliszona van Uitgeest. Ograniczony zasób źródłowy nie pozwala na dokładne przyjrzenie się konstruktorowi, a informacje podawane przez badaczy bardzo często wykluczają się. Najlepiej opracowany zdaje się być mechanizm obrotowy paltraków, jednak dostępna literatura ogranicza się najczęściej do obszaru Dolnej Saksonii, natomiast literatura pozostałych krajów europejskich na temat mechanizmu obrotowego paltraków nie jest obszerna.

Pytania pojawiające się w trakcie zapoznawania się z tym typem wiatraków powinny być motywacją do dalszych poszukiwań oraz bodźcem stymulującym zainteresowanie nimi, co zapewne przełożyłoby się na próby ochrony niewielu już paltraków istniejących na ziemiach polskich.

⁸⁰ Idem 2011a, s. 22.

⁸¹ Ibidem, s. 24; idem 2011b, s. 16.

⁸² Idem 2011b, s. 16.

⁸³ Idem 1989, s. 376.

BIBLIOGRAFIA

- Baranowski T., *Wsie holenderskie na ziemiach polskich*, „Przegląd Historyczny”, XIX(1915), s. 64–82.
- Caarten B., *The early history of windmills in the Netherlands* [w:] *Transactions of the 1st International Symposium on Molinology*, red. C. Bricker, Lungby 1977, s. 153–158.
- Chodyła Z., *Olendry: przestrzenie obok nas*, Poznań 2006.
- Chodyła Z., *Zarys dziejów osadnictwa olęderskiego w Polsce w XVI–XVIII w. i jego istota* [w:] *Olędrzy i ich dziedzictwo w Polsce. Historia, stan zachowania i ochrona. Streszczenia referatów*, red. A. Michałowski, Toruń 2001, s. 10–11.
- Ciesielska K., *Osadnictwo „olęderskie” w Prusach Królewskich i na Kujawach w świetle kontraktów osadniczych*, „Studia i Materiały do Dziejów Wielkopolski i Pomorza”, IV/2(1958), s. 219–255.
- Dobber W., *Cornelis Corneliszoon van Uitgeest en zijn bijdragen aan de eerste moderne economie van Europa*, Uitgeest 2014.
- Gładkowski A., *Historia techniki młynarstwa polskiego* [w:] *Inżynierowie polscy w XIX i XX wieku*, red. Z. Mrugalski, Warszawa 2008, s. 13–100.
- Haas M., Varchmin J., *Mühlengestern und morgen. Wind- und Wasserkraft in Berlin und Brandenburg*, Nümbrecht 2002.
- Hawksley H.R., *Windmills in de kier open-air Museum, Rusia* [w:] *Transactions of the 5th Symposium*, red. P. Bouters, Saint-Maurice 1984, s. 202–208.
- Hagen R., Neß W., *Mühlen in Niedersachsen. Region und Stadt Hannover* [w:] *Arbeitshefte zur Denkmalpflege in Niedersachsen*, red. S. Winghart, Imhof Verlag 2015, s. 49–51.
- Inglot S., *Problem kolonizacji flamandzko-holenderskiej w Niemczech i w Polsce*, „Kwartalnik Historyczny”, 43(1929), s. 476–514.
- Jespersen A., *Windpower as carrier of the early industrial revolution in Holland* [w:] *Transactions of the 4th Symposium Maltoek*, red. K. Major, London 1978, s. 131–141.
- Karkucińska W., *Osadnictwo olęderskie w dobrach kórnickich Teofili z Działyńskich Szoldrszej Potulickiej* [w:] *Olędrzy i ich dziedzictwo w Polsce. Historia, stan zachowania i ochrona. Streszczenia referatów*, red. A. Michałowski, Toruń 2001, s. 9–10.
- Klaczynski F., *Wiatraki w Polsce*, „Rocznik Muzeum Narodowego Rolnictwa w Szreniawie”, 12(1981), s. 27–65.
- Łuczak C., *Młynarstwo* [w:] *Kultura ludowa Wielkopolski*, red. J. Burszta, Poznań 1960, s. 327–362.
- Łuczak C., *Młynarstwo wiejskie na Kujawach Zachodnich od XVI wieku do chwili obecnej*, Wrocław 1955.
- Notebaart C.J., *Windmühlen der Stand der Forschung über das Vorkommen und den Ursprung*, Mouton Verlag – Den Haag – Paris 1972.
- Olszański H., *Chłopskie wiatraki Podkarpacia*, Sanok 2002.
- Pawlik M., *Wiatraki północno-wschodniej Polski*, Białystok 1984.
- Przewoźny W., *Olędrzy. Przestrzenie obok nas* [w:] *Olędrzy. Przestrzenie obok nas*, red. Z. Chodyła, Poznań 2006.
- Rusiński W., *Osady tzw. „Olędrow” w dawnym województwie poznańskim*, Kraków 1947.
- Szałygin J., *Kolonizacja „olęderska” w Polsce – niedoceniany fenomen*, „Opcja na Prawo”, 7–8(2002), s. 51–55.
- Schnelle W., *Mühlenbau. Wasserräder und Windmühlen bewahren und erhalten*, Berlin 1999.
- Schotsman P., Kaptein H., *Alkmaar als bakermat van de Hollandse industriemolens omstreek 1600* [w:] *Alkmaar, stad en regio: Alkmaar en omgeving in de Late Middeleeuwen en Vroeg-moderne Tijd*, red. L. Noordeggraaf, Hilversum 2004, s. 183–226.
- Szurowa B., *Młynarstwo między Wisłą a Pilicą od połowy XVIII do XX wieku*, Kielce 2015.
- Święch J., *Paltraki. Przyczynek do młynarstwa wietrznego na Kujawach*, „Rocznik Muzeum Etnograficznego w Toruniu”, 2(1999), s. 169–190.

Święch J., *Wiatraki. Młynarstwo wietrzne na Kujawach*, Włocławek 2001.

Święch J., *Tajemniczy świat wiatraków*, Łódź 2005.

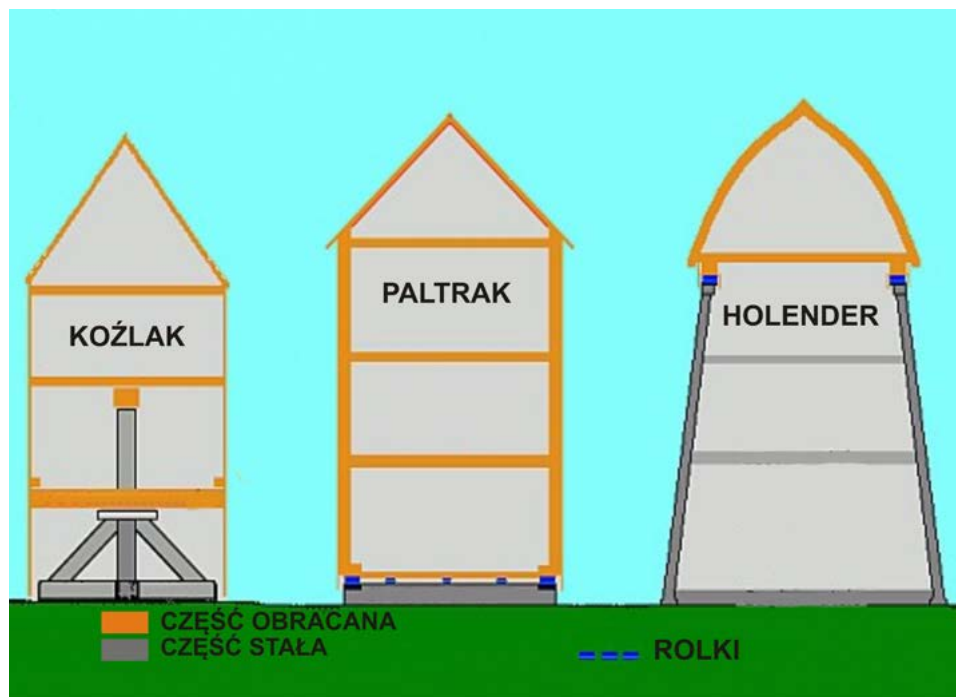
Tijman E., *Paltrok windmills in middle and eastern Europe* [w:] *Transactions of the 5th Symposium*, red. P. Bauters, Saint-Maurice 1989, s. 372–391.

Tijman E., *Paltrockmühlen in Niedersachsen*, „Der Mühlenstein”, 50(2011a), s. 20–27.

Tijman E., *Paltrockmühlen in Niedersachsen*, „Der Mühlenstein”, 51(2011b), s. 13–24.

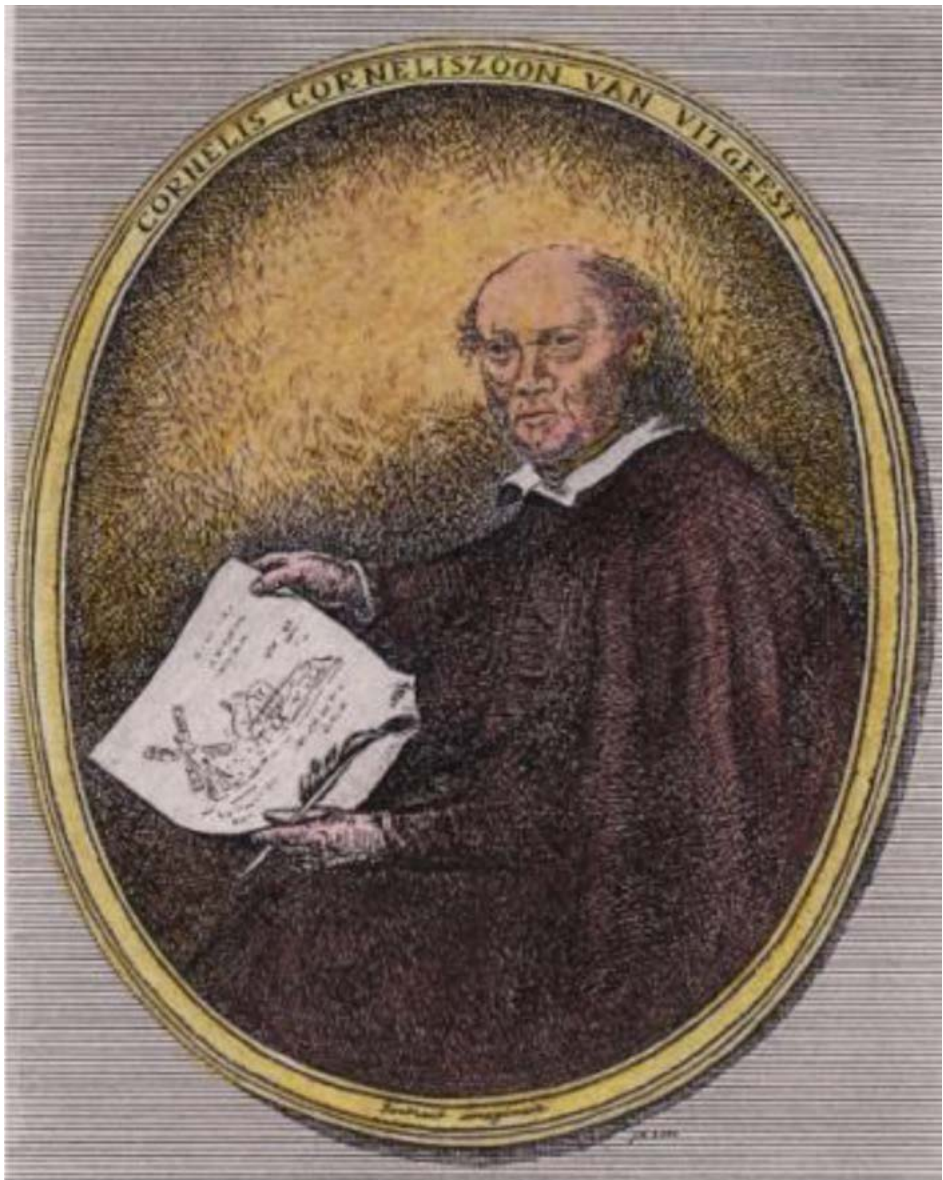
Wyszowska I., Zakrzewska P., *Szlak Wiatraczny w Wielkopolsce jako propozycja turystyki kulturowej obiektów przemysłowych i technicznych*, „Turystyka Kulturowa”, 11(2009), s. 19–31.

Emilia Habecka, Geneza i rozwój wiatraków typu paltrak na ziemiach polskich



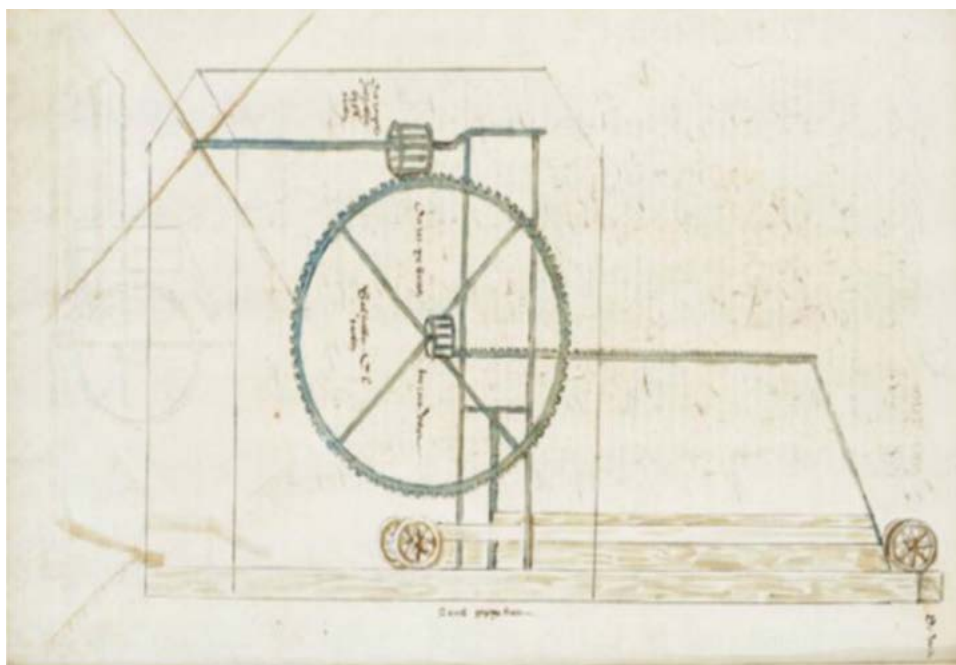
Ryc. 1. Typy wiatraków

Źródło: www.eko-moc.webpark.pl



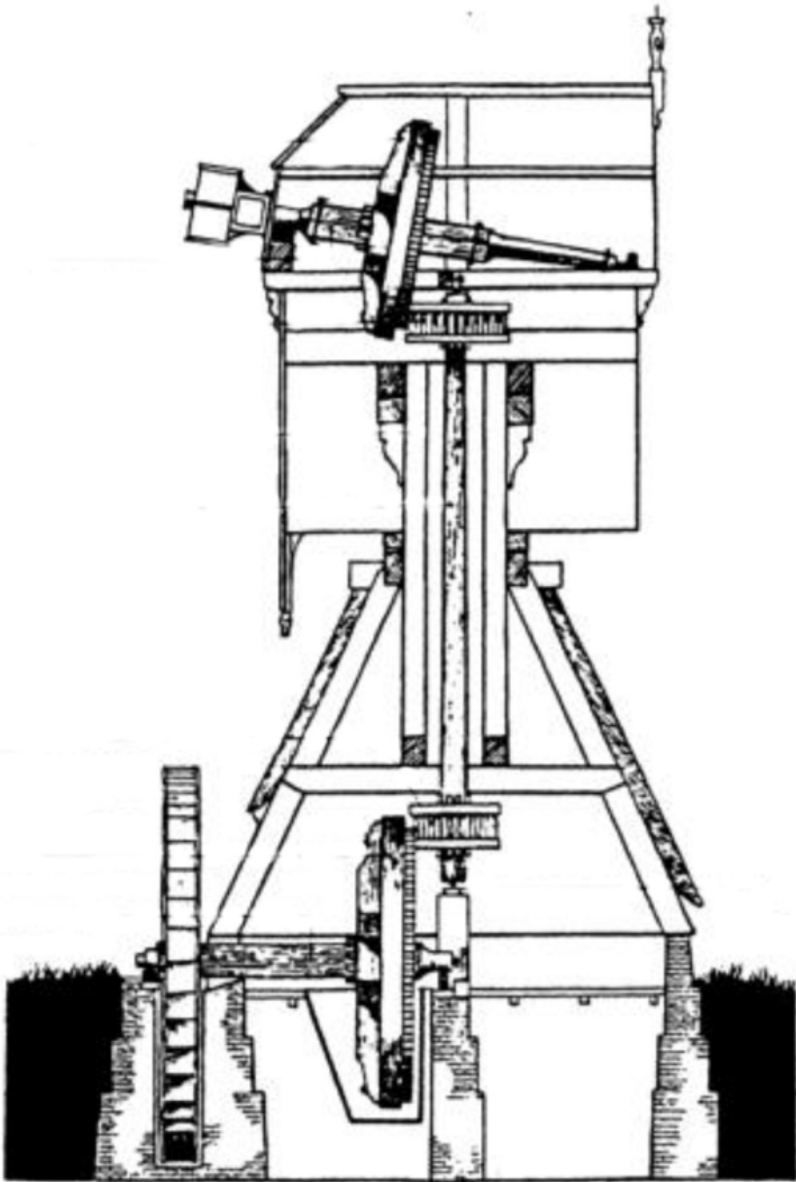
Ryc. 2. Cornelis Corneliszoon van Uitgeest

Źródło: W. Dobber 2014, s. 4.



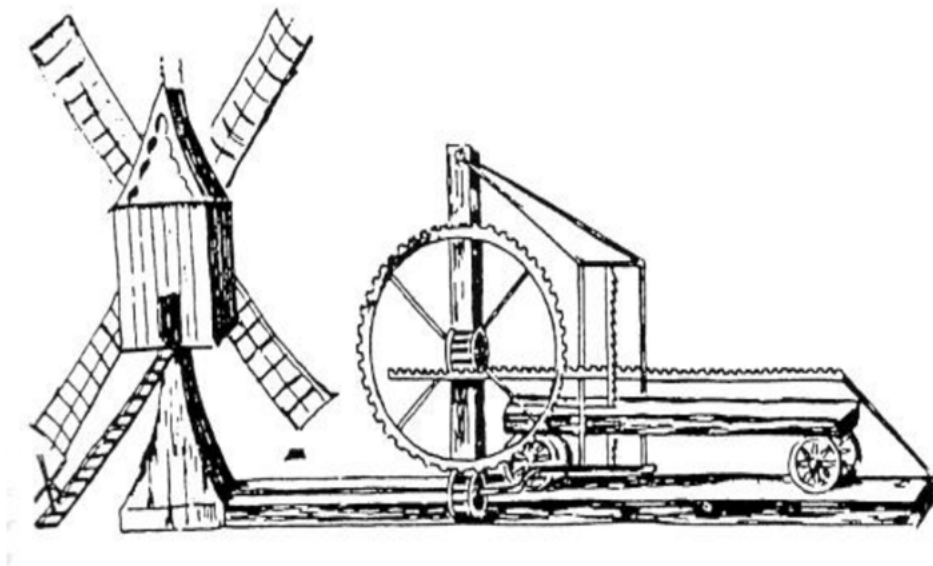
Ryc. 3. Wiatrak z wałem korbowym

Źródło: W. Dobber 2014, s. 6.



Ryc. 4. Wiatrak *wippmühle*

Źródło: W. Dobber 2014, s. 6.



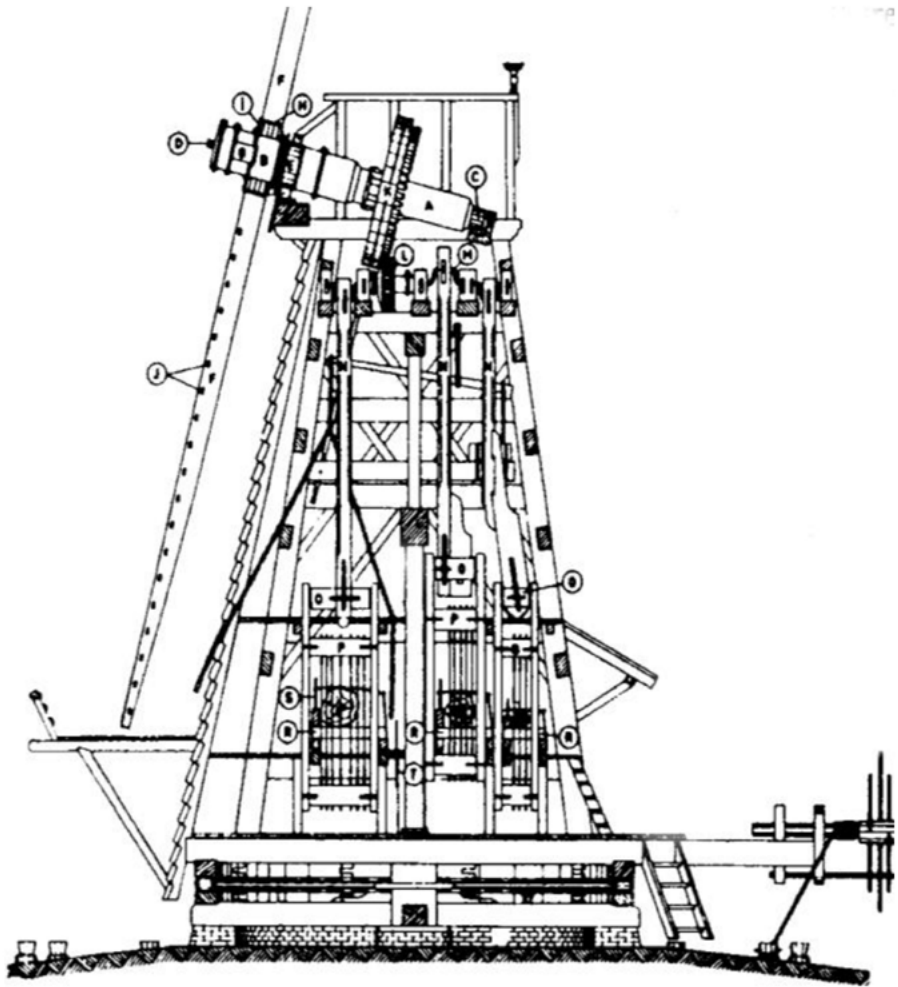
Ryc. 5. Wiatrak z wózkiem *krabbelrad*

Źródło: W. Dobber 2014, s. 6.



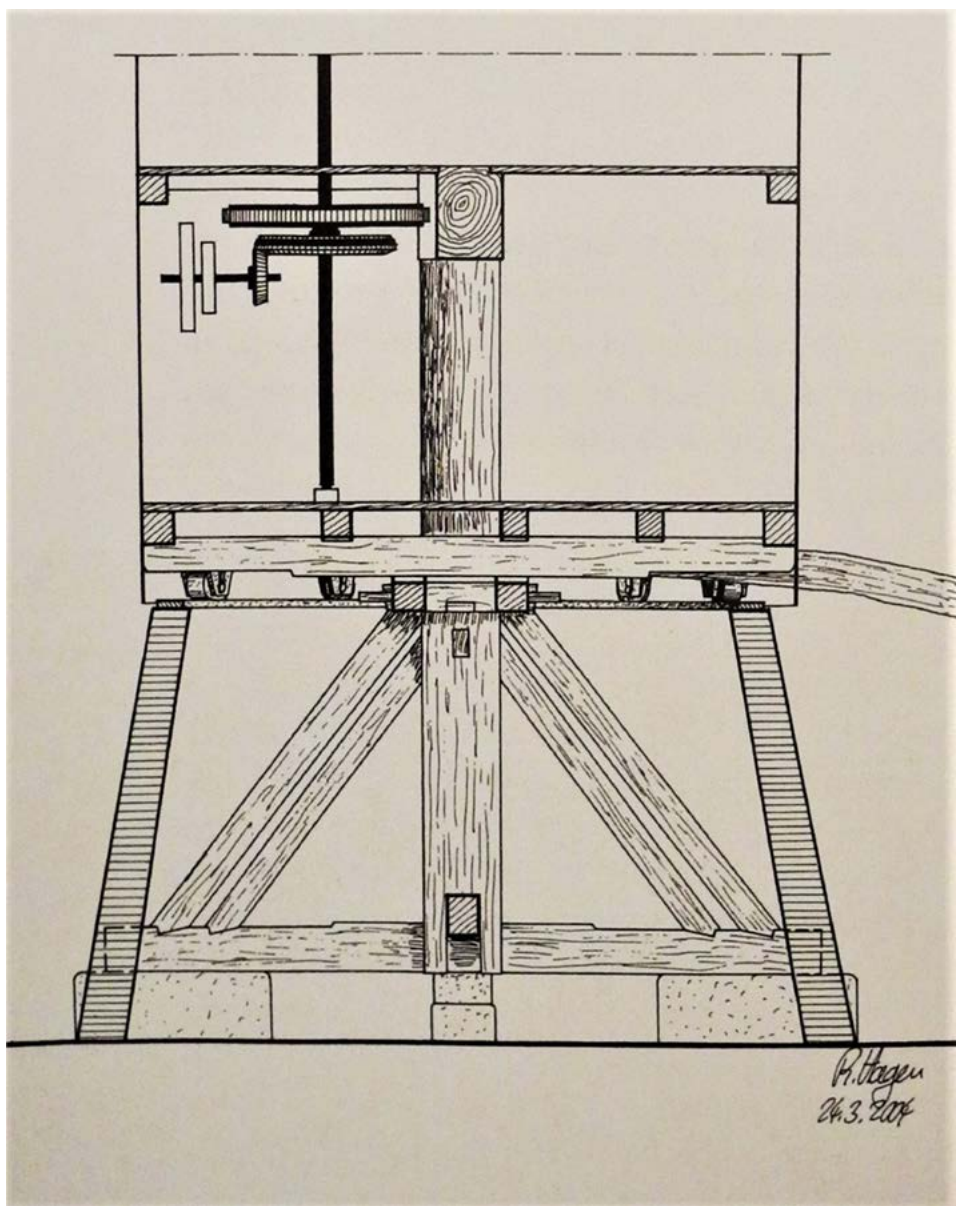
Ryc. 6. Badania archeologiczne Bittera

Źródło: W. Dobber 2014, s. 12.



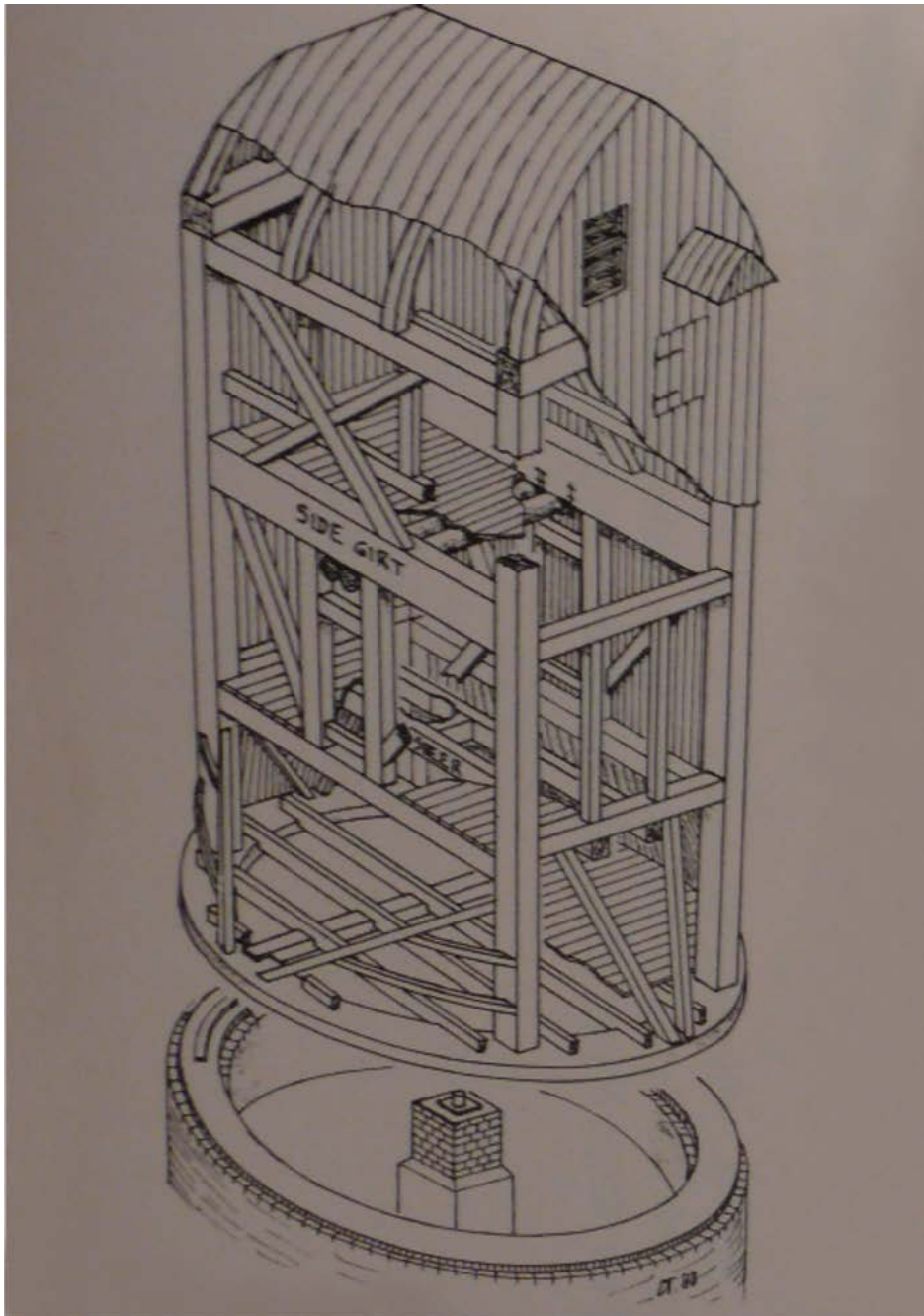
Ryc. 7. Paltrak Cornelisa po fazie eksperymentów – przekrój podłużny

Źródło: W. Dobber 2014, s. 13.



Ryc. 8. Paltrak z zachowanym kozłem – przekrój podłużny

Źródło: R. Hagen, W. Neß 2015, s. 50.



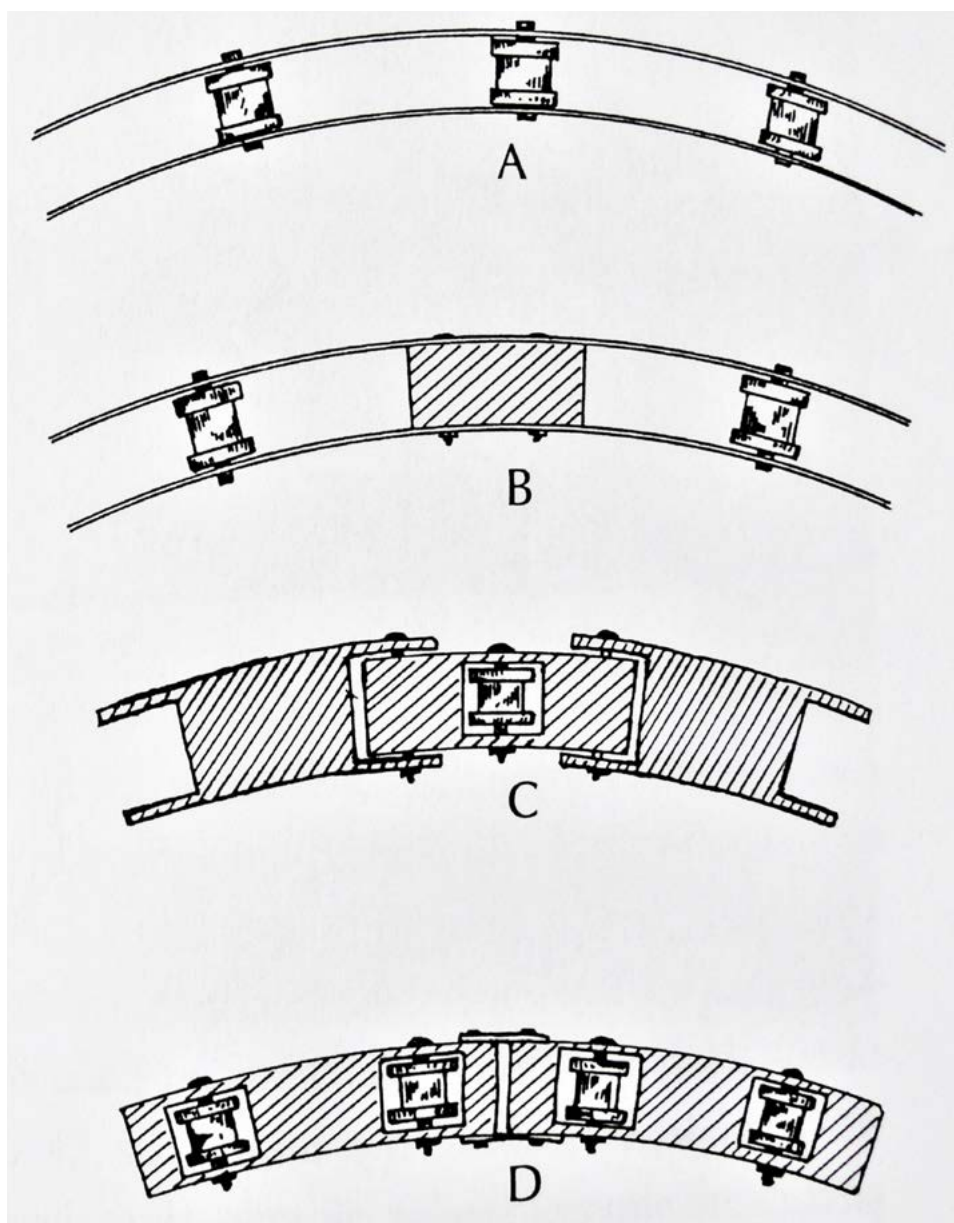
Ryc. 9. Pal wymurowany z cegły w paltraku z Asel

Źródło: E. Tijman 1989, s. 385.



Fot. 1. Rolka z kołnierzem w paltraku z Sowy (woj. wlkp.)

Źródło: archiwum autorki.



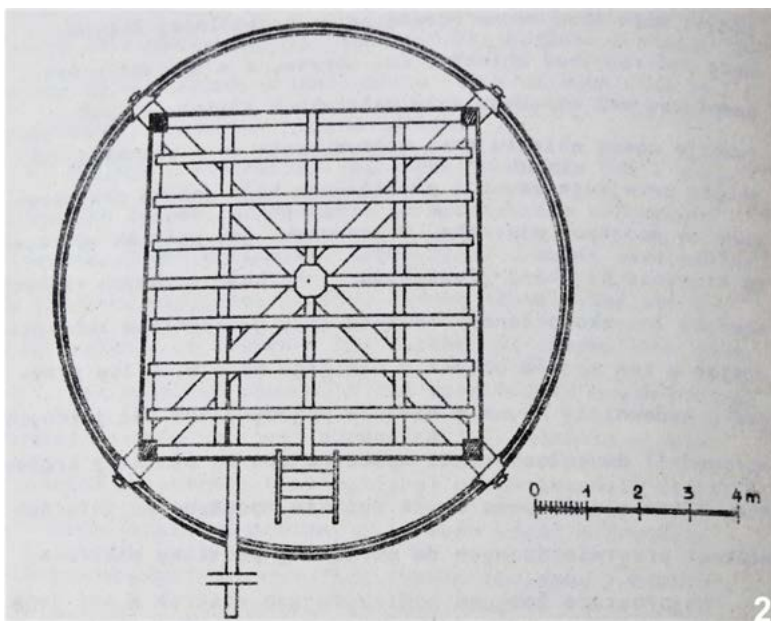
Ryc. 10. Sposób montowania rolek

Źródło: J. Święch 2005, s. 76.



Ryc. 11. Rolki skośne

Źródło: E. Tijman 2011b, s. 19.



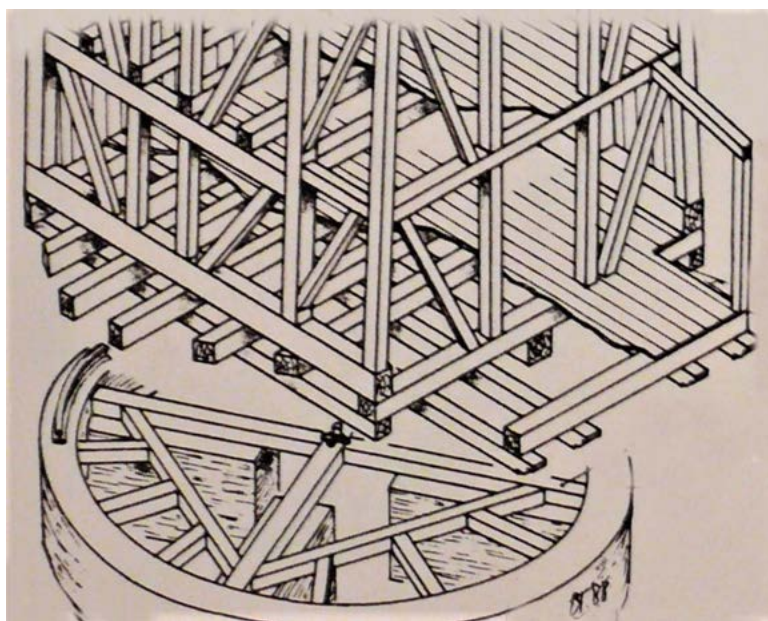
Ryc. 12. Rolki osadzone na narożnikach wiatraka

Źródło: M. Pawlik 1984, s. 88.



Ryc. 13. Rusztowanie ze zdwojonymi belkami w paltraku z Grzmucina

Źródło: B. Szurowa 2015, s. 447.



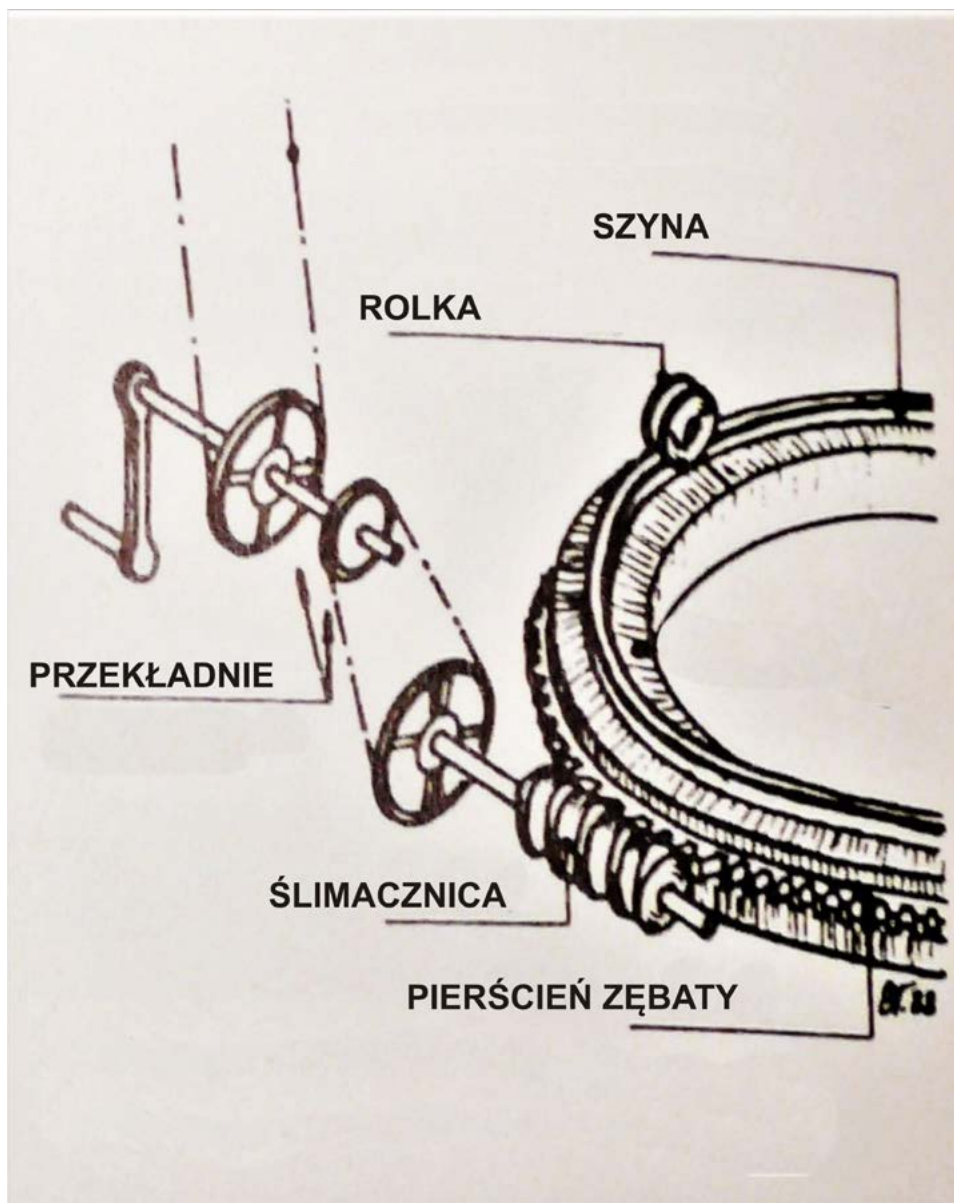
Ryc. 14. Rusztowanie w formie gwiazdy

Źródło: E. Tijman 1989, s. 385.



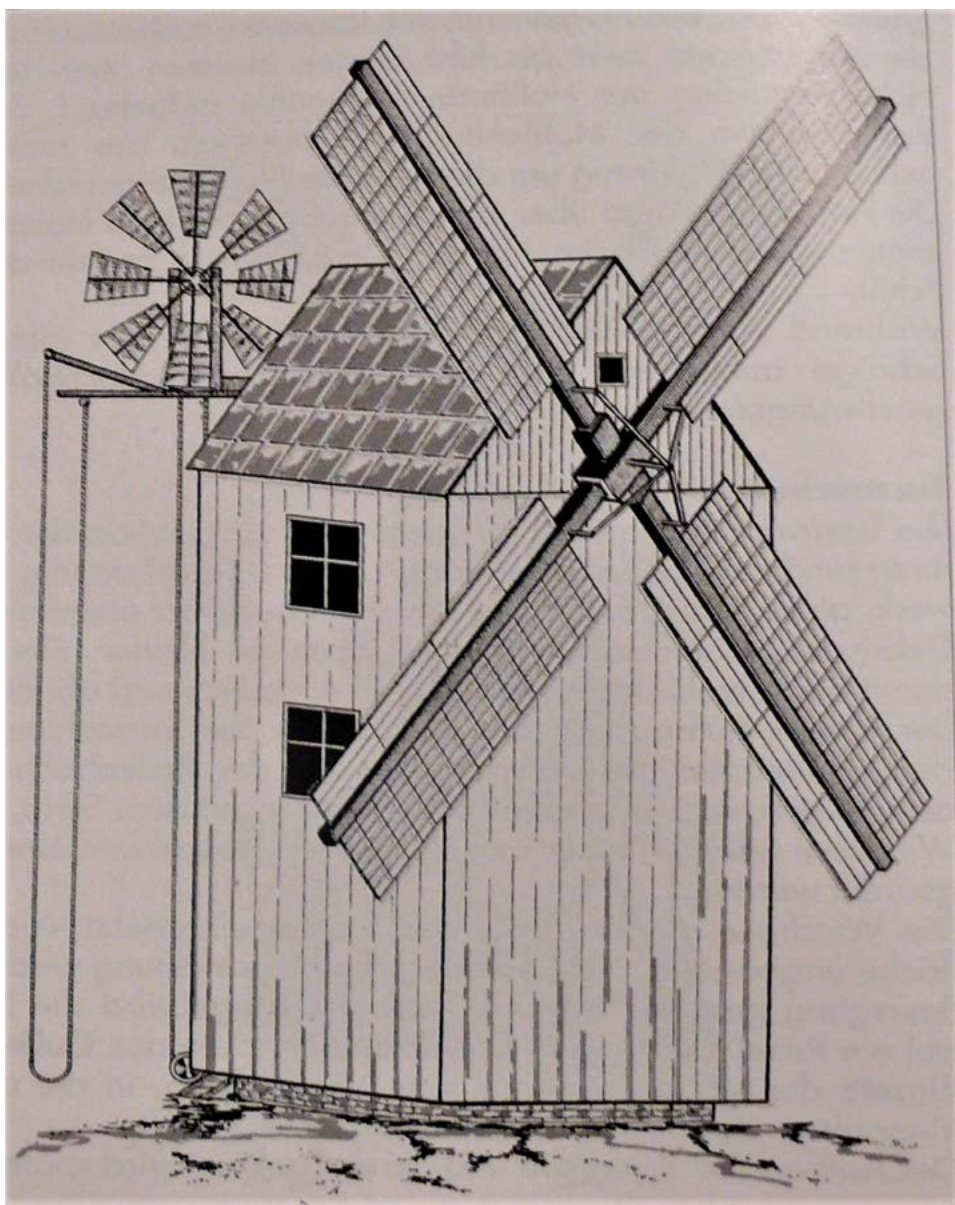
Ryc. 15. Kołowrót przy paltraku w Straszewie

Źródło: J. Święch 2005, s. 186.



Ryc. 16. Podstawa paltraka z przekładnią, ślimakiem i pierścieniem zębatym

Źródło: E. Tijman 1989, s. 384.



Ryc. 17. Paltrak z turbiną wiatrową

Źródło: W. Schnelle 1999, s. 26.



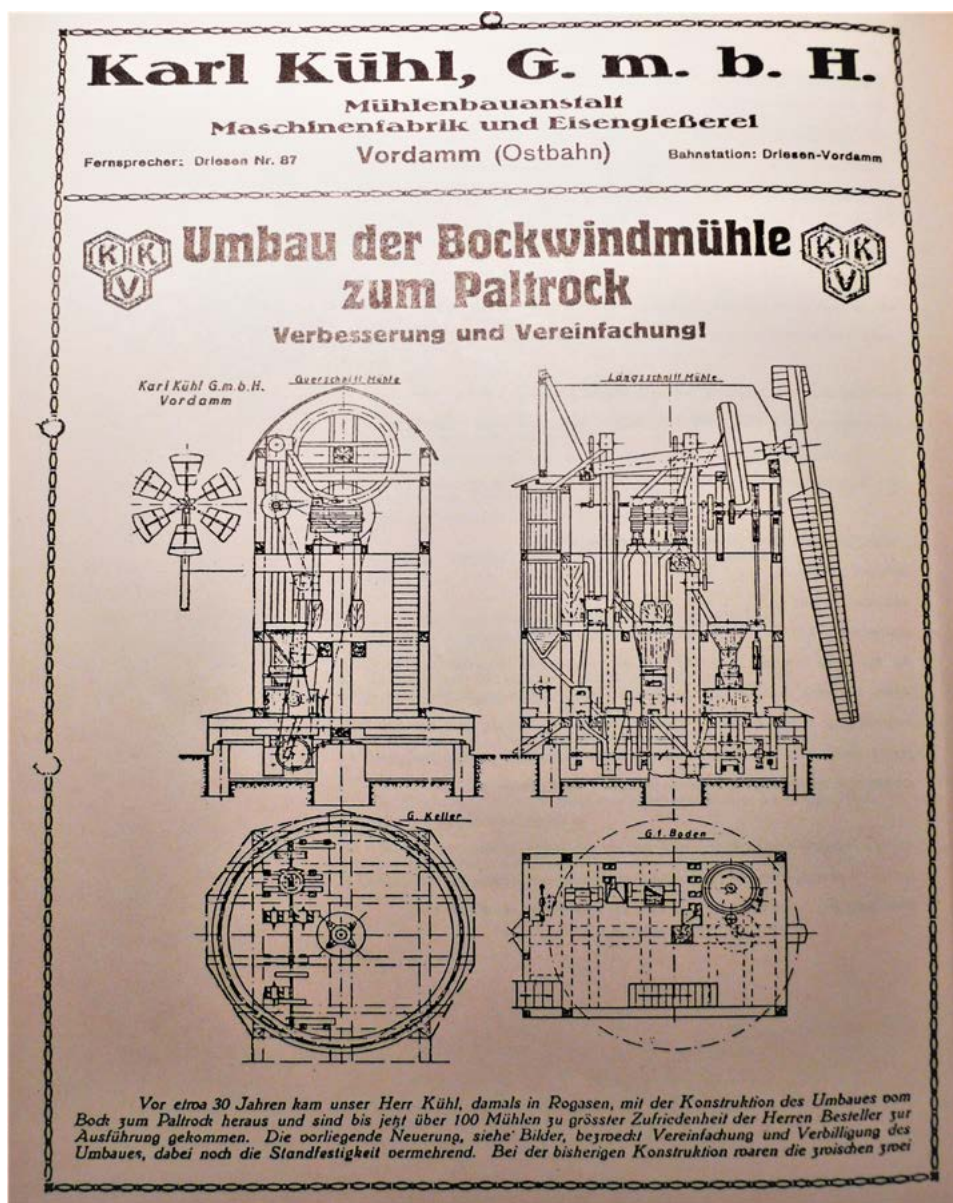
Ryc. 18. Podstawa paltraka z Turaszówki

Źródło: H. Olszański 2002, s. 29.



Ryc. 19. Łopatki wiatrowe paltraka z Odrzykonია k. Krosna

Źródło: H. Olszański 2002, s. 31.



Ryc. 20. Ulotka warsztatu Karla Kühla

Źródło: E. Tijman 1989, s. 372.