


Adam Turecki\*

 orcid.org/0000-0001-8356-4423

## Wiatrak w Studziankach świadectwem kilkusetletniej historii wykorzystywania energii odnawialnej w Polsce

## The windmill in Studzianki as testimony to the centuries-long history of renewable energy in Poland

**Słowa kluczowe:** wiatrak, konserwacja, adaptacja, energia odnawialna

**Key words:** windmill, conservation, adaptation, renewable energy

### 1. WSTĘP

Pomysł nabycia wiatraka pojawił się pod koniec studiów na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej. Był remedium na brak mieszkań – „skoro nie mamy domów, to miejmy chociaż własny wiatrak”. Rozpoczęto od przejrzania kart katalogowych z zasobów Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Białymstoku, skąd pochodziła trójka z czterech zainteresowanych. Wytypowano około dwudziestu drewnianych wiatraków położonych w pobliżu miasta. Obejrzenie wszystkich, ocena stanu, rozmowy z właścicielami i wstępne „negocjacje ceny” zajęły trzy dni. Kilka z obejrzanych wiatraków było ruinami, niektóre nie na sprzedaż, inne zbyt drogie. Jedynie holender we wsi Moniuszki, należącej do Józefa Sosnowskiego, spełniał wszystkie zakładane kryteria. Średniej wielkości, bez wyposażenia (nawet podłóg), z zachowanym w miarę dobrze poszyciem ścian (gorszym dachu) oraz niedrogi. Cena 40 000 zł w tamtych czasach nie była barierą również dla początkujących architektów. Właściciel, po latach bezskutecznych starań o uzyskanie pozwolenia na przebieg, ucieszył się z zainteresowania przejęciem i konserwacją obiektu. Niestety pozostawienie obiektu na miejscu nie było możliwe. Okazało się, że wiatrak został przeniesiony do Moniuszek ze wsi Milewskie, gdzie należał do rodziny Maksimów. Przygotowania do rozbiórki – zdejmowanie poszycia i konstrukcji dachu – zajęły cztery dni. De-

### 1. INTRODUCTION

The idea of buying a windmill was born towards the end of our degree studies in the Architecture Department of Warsaw Technical University. It was a response to the housing shortage – ‘as we have no houses, at least we can have our own windmill’. It all started with a review of catalogue records of the Voivodship Heritage Conservation Officer in Białystok, which was the home town for three of the four who took up the idea. Approx. 20 wooden windmills located near to Białystok were identified. Visiting them all, assessing their condition, conversations with owners and initial ‘price negotiations’ took 3 days. Some of the windmills visited were in ruins, some were not for sale and still others were too expensive. Only one, a Dutch windmill, located in the village of Moniuszki and belonging to Józef Sosnowski, met all the criteria set at the outset. Average in size, with no furnishings (not even floors), but with relatively well preserved walls (the roof was in a worse condition) and inexpensive. The 40,000 zł price in those days was not a barrier even for architects just beginning their careers. After several years of failed efforts to secure permission to undertake milling, the owner was happy with the prospect of a group of people interested in taking over and maintaining the structure. Unfortunately, the windmill could not remain where it was located. It turned out that the windmill had been transported to Moniuszki from the village of Milewskie,

\* dr inż. arch., Wydział Architektury, Politechnika Białostocka

\* dr inż. arch., Faculty of Architecture, Białystok University of Technology

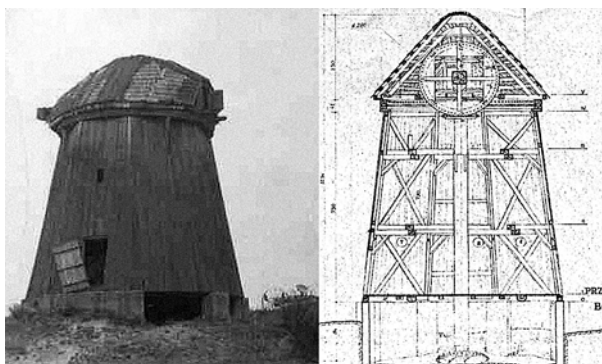
**Cytowanie / Citation:** Turecki A. The windmill in Studzianki as testimony to the centuries-long history of renewable energy in Poland. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 2019;59:15-24

**Otrzymano / Received:** 20.02.2019 • **Zaakceptowano / Accepted:** 28.06.2019

**doi:**10.17425/WK59STUDZIANKI

*Praca dopuszczona do druku po recenzjach*

*Article accepted for publishing after reviews*



Ryc. 1. Zdjęcie i przekrój wiatraka w Moniuszkach (fot. A. Turecki, 1982, inwentaryzacja – autor i K. Kulesza)

Fig. 1. Photo and cross-section of the windmill in Moniuszki (photo by A. Turecki, 1982; inventory by the author and K. Kulesza)

montaż konstrukcji wykonano w ciągu jednego dnia. Wykorzystano duży dźwig o wysięgu 20 m, który zdjęte elementy ładował na ciężarówkę. Przewiezienie wszystkich części wymagało trzech kursów. Drugi, mniejszy dźwig rozładowywał je w Studziankach, gdzie wiatrak miał być zmontowany.

## 2. SKŁADANIE WIATRAKA W STUDZIANKACH

### 2.1. Naprawa i odtwarzanie zniszczonych części

Rozebranie konstrukcji odsłoniło jej fragmenty zakryte poszyciem. Okazało się, że wiele z nich jest w gorszym stanie, niż dotychczas sądzono. Pierwotnie główne elementy konstrukcyjne: słupy, podwaliny, oczepy, belki wykonano z dębiny. Poza kilkoma zachowały się w dobrym stanie. Fragmentaryczne zbutwienia naprawiano poprzez flekowanie. Jeden z osłabionych w środkowej partii słupów wzmocniono stalowymi kątownikami. Jednak po pierwszej przeprowadzce niektóre elementy z dębiny zastąpiono wykonanymi z drewna sosnowego. Jest ono znacznie mniej odporne na destrukcję biologiczną. Wiele z nich miało znaczne zbutwienia. Tylko grubsze – np. słupy – można było uzupełniać flekowaniem lub sztukowaniem końcówek nowym drewnem. Cieńsze elementy zastępowano wykonanymi od nowa: wszystkie krokwie, wiele zastrzałów, kilka podwalin i belek stropów. Dwie dębowe belki stropu nad partem, podparte jedynie na końcach leżących na ścianach oddalonych o 7 m, były bardzo zniszczone. Wykonano w nich wiele gniazd beleczek pomocniczych i wcięć o nieustalonym przeznaczeniu. Istniała obawa, że są zbyt osłabione. Jedną z nich podwieszono stalowym, ukrytym w działowej ścianie prętem do stropu nad wyższą kondygnacją. Drugą belkę, w gorszym stanie, zastąpiono nową. Finanse pozwalały jedynie na użycie drewna sosnowego, ale nawet z nim były kłopoty.

Końcówki drewnianych osi śmigieł były wrażliwym elementem wiatraków. Narażone na warunki zewnętrzne, z dwoma dużymi otworami na bursztyki, poddawane

where it had belonged to the Maksim family. Preparations for disassembly – removing roof cover and structure took 4 days. The disassembly of the building was carried out during a single day. A 20 m crane was used to load the disassembled elements onto a truck. Three round-trips were needed to transfer all the elements. A second, smaller crane was used to unload the disassembled elements in Studzianki, where the windmill was to be assembled.

## 2. ASSEMBLING THE WINDMILL IN STUDZIANKI

### 2.1. Repair and restoration of damaged parts

Dismantling of the structure uncovered fragments, which had been hidden by covering materials. It turned out that many of them were in a far worse condition than had hitherto been recognized. Originally, the main structural elements: pillars, foundations, caps, beams were all made of oak. Aside from a few, most were preserved in good condition. Rotting fragments of the elements were replaced. One of the weakened pillars of the central section was strengthened with steel angle plates. After the first relocation, some of the oak elements had been replaced by pine elements. Pine wood is considerably less resistant to biological degradation. Many of these elements had significant portions, which had rotted away. Only the thicker elements, such as the pillars, could be repaired through replacement of rotten fragments or by adding new wood material to the ends. Thinner elements were replaced by new ones: all the rafters, many of the angle braces, a few of the foundation and structural ceiling beams. Two of the oak beams in the structural ceiling above the ground floor, supported only by the ends placed on walls separated 7 m from each other, were badly damaged. They had many recesses for smaller auxiliary beams and incisions of unclear purpose. There was concern that they had been excessively weakened. One of them was suspended with a steel rod connected to the structural ceiling of the next level, hidden in the partition wall. The second beam, in a much worse condition, was replaced by a new one. Financial constraints meant that only pine wood was used, but even allowing for this, the project proved challenging.

The ends of the wooden blade axles were vulnerable elements of the windmill. They were exposed to external conditions, with two large openings for pitch bearings, which were subject to large wind loading onto the blades and so rapidly sustained damage. In the 19<sup>th</sup> century, ironworks produced cast-iron castings for repair. These were used to replace the damaged ends of the axle. But such elements could not be found today, so it was decided to leave the original wooden ends. But it was necessary to provide strengthening. An 'external basket' made of steel angle plates was constructed to hold two 7 mm sheet steel sleeves, which were inserted into the pitch-bearing openings. They were to carry loadings generated by the blades in the future, allowing in this way for the preservation of a traditional windmill

dużym obciążeniom wiatru na śmigła niszczyły się szybko. W XIX w. huty produkowały żeliwne odlewy naprawcze, którymi zastępowano zniszczone końce osi, ale nie udało się takiego elementu znaleźć. Zdecydowano, by pozostawić oryginalną drewnianą końcówkę. Należało ją jednak wzmocnić. Stworzono swoisty „zewnątrzny koszyk” ze stalowych kątowników, utrzymujący dwie wpuszczone w otwory na bursztyki tuleje ze stalowych blach o grubości 7 mm. Te one miały w przyszłości unieść obciążenia generowane przez śmigła, umożliwiając zachowanie ważnego technicznego rozwiązania tradycyjnej sztuki cieśli wiatrakowych. Wykonywane osobiście naprawy i odtwarzanie zniszczonych części trwały trzy lata.

## 2.2. Przygotowania do montażu

Demontaż konstrukcji ujawnił, jak niezwykle wysokie były w tamtych latach ceny usług dźwigowych. Ośmiogodzinna praca dużego dźwigu kosztowała ponad dwa razy więcej, niż zapłacono za wiatrak. Niski budżet zmuszał do maksymalnego skrócenia czasu montażu. Wykorzystano specyfikę konstrukcji drewnianego holerndra. Tworzyły ją dwie krzyżujące się ramy o wysokości 7 m, ale położone bokiem – tylko 3,5 m, co umożliwiało ich składanie bez dźwigu. Tak zmontowano jedną kompletną i częściowo drugą. Na ramach zamontowano pomosty robocze i przymocowano wszystkie niezbędne drobniejsze części. W trakcie montażu dźwig podnosił te zestawy w jednej operacji. Ważnym i skomplikowanym elementem wiatraka był dach. To w przybliżeniu półkupa tworzona przez 6 par krokwi z trapezową 4-krokwiową lukarną, mająca razem 21 płaszczyzn. Szczyt dachu miał być oddalony od powierzchni ziemi o około 14 m. Budowanie go na górze wymagałoby sporych i drogich rusztowań. Postanowiono zmontować dach na ziemi i przenieść w całości na górę dźwigiem. Wymagało to odłączenia krokwi od belek, a wtedy lekka konstrukcja dachu traciła sztywność. Należało wprowadzić tymczasowe usztywnienia wewnętrzne oraz dodać wysunięte poza dach cztery belki do mocowania lin zawiesi dźwigowych. Sprawdzianem wytrzymałości lekkiej, wewnętrznej struktury wzmacniającej była pośrednia operacja przedstawienia kopuły dachu o kilka metrów obok. Było to konieczne do odsłonięcia belkowania stropu i leżących pod nim kolejnych warstw poziomego łożyska, które musiały być zamontowane przed położeniem dachu.

Przygotowano również plan poszczególnych operacji i omówiono je z przyszłymi wykonawcami oraz szczególnie starannie z operatorem dźwigu. Prace miały trwać 10 godzin.

## 2.3. Montaż

Montaż konstrukcji w dniu 14.07.1986 r. wykonało 12 osób podzielonych na cztery zespoły. Każda z nich miała „brygadzystę” znającego szczegółową sekwencję poszczególnych działań swojej grupy oraz prac z udziałem innych zespołów. Prace wymagały szeregu działań

carpentry solution. The repairs and replacement of damaged parts took three years of personal effort to complete.

## 2.2. Preparations for assembly

Disassembly of the structure revealed the huge costs of crane services at that time. Using a large crane for eight hours cost more than twice the purchase price of the windmill. The limited budget required minimizing assembly time. In this regard, the specific nature of the structure of the wooden Dutch windmill was an advantage. The structure was made up of two 7m high frames crossing one another. The frames, when laid out on their side had a height of only 3.5m, which meant that they could be assembled without a crane. One of the frames was completely assembled, whereas the other one was only partially assembled. Work platforms were fixed onto the frames, along with all other essential small components. As part of the assembly process, the crane lifted these ‘packages’ in a single operation. The roof was an important and very complex element of the windmill. It is more or less a hemispheric structure constructed with 6 rafter pairings with a trapezoidal 4 rafter lucarne, which together provide 21 surfaces. The roof top would reach approx. 14 m from ground level. Undertaking building work at this height would have required substantial and costly scaffolding. Thus, it was decided that the roof would be assembled on the ground and then lifted by the crane to the top as a single piece. This required disconnecting rafters from beams with the consequence that the lightweight roof structure would lose its rigidity. The solution was to introduce temporary internal stiffening and add four beams extending beyond the roof structure for securing the crane lifting cables. The strength of the lightweight internal strengthening structure was tested by moving the roof top a few metres to the side. This was essential for uncovering the ceiling beams and the subsequent levels of the horizontal bearing located below, which had to be assembled before the roof.

Each operation was carefully planned and discussed with contractors, especially with the crane operator. The work was to be completed in 10 hours.

## 2.3. Assembly

The structure was assembled on 14.07.1986 by 12 people organized into four teams. Each team had its foreman who knew the detailed sequence of operations that was required of his team, as well as the work involving other teams. Work was needed on different elements of the windmill and it included preparatory tasks, assembling the element and clearing the area on completion of each operation. Work began at 7 am with putting into place the first frame on the walls of the ground floor. The next operation involved joining to it, the two parts of the second frame. In the meantime, the roof structure was moved to one side so as to uncover the floor beams of the loft, which was integrated with the upper ring of the bearing.

na różnych elementach wiatraka – przygotowawczych, montażowych oraz porządkujących teren po wykonaniu poszczególnych operacji. Rozpoczęto je o godz. 7 rano od ustawienia pierwszej ramy na ścianach parteru. Następną operacją było połączenie z nią dwóch części drugiej ramy. W międzyczasie przestawiono skorupę dachu obok, by odsłonić belkowanie podłogi poddasza zintegrowane z pierścieniem górnym łożyska. Belkowanie również tymczasowo przestawiono obok, odsłaniając pierścień dolny łożyska. Na nim złożono, przechowywane do tego momentu pod dachem, sekcje rolek łożyska. W tym czasie jedna grupa skręcała śruby ram, a druga montowała rygle ścian przekątniowych i oczepty, zamykając spinający ściany ośmiokąt. Trzecia grupa przenosiła centralny wał transmisyjny – najdłuższy element wiatraka sięgający od parteru do poddasza. Na oczepty ram został założony pierścień dolny łożyska z rolkami – konstrukcyjnie pełnił rolę dodatkowego górnego oczepu ścian. Następnie na rolki położono pierścień górny z belkowaniem poddasza. Na nim postawiono kamień – półpanewkę ślizgową – jedno z podparć osi śmigieł. Druga, mniejsza panewka była wcześniej połączona z belkowaniem. Można już było położyć oś śmigieł z kołem palcynym. Nadszedł czas na najtrudniejszą operację – położenie dachu. Był to największy element, o średnicy ok. 6 m i wysokości ok. 3,5 m. Duży rozstaw belek do mocowania zawiesi (3 × 8 m) wymagał użycia pośredniego, dźwigowego trapezu chroniącego dach przed zniszczeniem przez liny. Wcześniejsze pośrednie przekładanie dachu wykazało, że montażowa podkonstrukcja wsporcza jest wystarczająco wytrzymała. Trudnością operacji była konieczność prawie równoczesnego trafienia 18 czopami 10 krokwi i 8 słupków w gniazda w belkowaniu. Pasowanie zaczęło od ściany szczytowej, potem kolejno ustawiano czopy w ich gniazdach. Ruchy dachu kontrolowano z dołu przy pomocy 4 lin. Ta operacja trwała ponad godzinę. Wiechę umieszczono na dachu o godz. 21:20. Całość prac trwała 14 godz. 20 min. – ponad cztery godziny dłużej niż planowano (było to pewnym problemem, gdyż goście, zaproszeni „na wiechowe” o godz. 17, przybyli punktualnie i „zachowując wstępny plan”, trochę przeszkadzali).

### 2.3.1. Rekord Guinnessa

Później okazało się, że czas montażu uznano za rekordowy i odnotowano w holenderskim wydaniu Księgi Rekordów Guinnessa. Wymienieni w niej wykonawcy to: Krzysztof Kulesza, Adam Turecki, Tomasz de Tusch-Lec, Zbigniew Czerniak, Leszek Groman, Ireneusz Karwowski, Adam Kienig, Jan Kitszel, Aleksander Kosiński, Jerzy Kudrycki, Janusz Tomecki, Piotr Knothe. Lista nazwisk powinna uwzględniać również operatora dźwigu – bez jego perfekcji nie byłoby to możliwe.

Rekord Guinnessa nie jest raczej profesjonalnym osiągnięciem, ale w 1991 r. podczas rozmowy z dyrektorem Hessen Park – dużego skansenu koło Frankfurtu nad Menem, w którym było w tamtych latach 5 wia-

The beam structure was also temporarily moved to one side to uncover the lower ring of the bearing. The section of rollers for the bearings, which had been stored until that point under the roof, was placed on top of the lower ring. At this point, one team was screwing together the frame, whereas a second team was bolting together the diagonal walls and foundation caps, connecting together the walls of the octagon. The third team was moving the central transmission shaft – the longest element of the windmill, reaching from the ground floor right up to the loft. The lower ring of the bearing along with the rollers were placed on the frame caps – the bearing elements functioning structurally as an additional top cap for the walls. Next, the upper ring with the loft beam structure were placed onto the rollers. The stone was placed on this – a sliding end bearing shell – acting as a support for the blade axle. A second, smaller bearing shell was earlier connected to the beams. The blade axle with its break wheel could now be put into place. Next came the most difficult part of the whole operation – putting the roof in place. This was the largest element with a diameter of approx. 6 m and a height of approx. 3.5 m. The large spacing between beams for holding the slings of 3 × 8 m required that a crane trapezoid be used for protecting the roof from indirect damage by the lifting cables. Moving the roof structure earlier, showed that the auxiliary stiffening sub-structure is sufficiently strong. The difficulty of the whole operation focused around the need to fit almost simultaneously 18 plugs of 10 rafters and 8 posts into corresponding slots in beams. The fitting process began with the gable wall, and then in turn plugs were fitted into their slots. Movements of the roof were controlled from the ground by means of four ropes. This part of the operation took over an hour. The topping out was placed on the roof at 21.20. The whole operation took 14 hours and 20 minutes – over four hours longer than planned (a problem arose with guests invited for the ‘topping out’ ceremony at 17.00 who arrived on time and ‘decided to follow what had been planned initially’ – as they caused a bit of a nuisance).

### 2.3.1. Guinness World Record

Later on, it was recognised that the assembly time constituted a record and was duly recorded in the Dutch edition of the Guinness Book of Records. The team in the Book is listed as follows: Krzysztof Kulesza, Adam Turecki, Tomasz de Tusch-Lec, Zbigniew Czerniak, Leszek Groman, Ireneusz Karwowski, Adam Kienig, Jan Kitszel, Aleksander Kosiński, Jerzy Kudrycki, Janusz Tomecki, Piotr Knothe. The list of names should also include the crane operator – without his perfect performance, the record would have been impossible to achieve.

The Guinness Book of Records does not really qualify as a professional achievement, but in 1991 during a conversation with the director of Hessen Park – a large Skansen near Frankfurt-am-Main, which at the time included 5 windmills, we heard that the minimum windmill assembly time they had recorded was three days.

traków, usłyszeliśmy, że ich najkrótszy czas montażu konstrukcji wiatraka to 3 doby.

## 2.4. Dalsze prace

### 2.4.1. Adaptacja

Wiatrak zakupiono z zamiarem adaptacji na „dom letniskowy”, uwzględniając możliwość przystosowania go w przyszłości do warunków zimowych. Przewidziano użycie izolacji termicznych, paroizolacji oraz wiatroizolacji. Zaplanowano cztery sypialnie na drugiej i trzeciej kondygnacji – na początku chęć uczestniczenia zgłosiły cztery osoby (dwie z nich wycofały się później). Obok pokoi sypialnych na każdej kondygnacji zmieściły się małe łazienki (dolna ma tylko ok. 2 m<sup>2</sup>). Dwukondygnacyjne pomieszczenie czwartej kondygnacji, wraz z częściowym poddaszem, mieści najciekawsze mechanizmy wiatraka: oś śmigieł, koło pałacne, centralny wał transmisyjny z przekładnią oraz hamulec. Więźba półkopiowego dachu z trapezową lukarną i szczytem frontowym jest również dużym walorem przestrzeni poddasza. Przeznaczono je na przestrzeń wspólną – miejsce prezentacji mechanizmów wiatraka i punkt widokowy na panoramę doliny pobliskiej rzeki Supraślanki. Parter, mieszczący centralną podstawę wału transmisyjnego z zachowanym dolnym drewnianym kołem przekładniowym, stał się pokojem dziennym, sąsiadującym z dolnym ogrodem. Pomieszczenie to było zbyt małe, by umieścić w nim kuchnię i konieczną toaletę. Stworzono dobudówkę zewnętrzną. Ukryto ją pod zielonym dachem obsypując ściany gruntem i wykorzystując lokalizację wkopanej w skarpe betonowej podstawy – podobna sytuacja była w Moniuszkach. Strome i wąskie, drabiniaste schody wiatraka trzeba było zastąpić wygodniejszymi. Na parterze wprowadzono kilka dodatkowych kamiennych schodków. Na drugiej i trzeciej kondygnacji pomiędzy pokojami zbudowano centralną, zabiegową klatkę wokół wału transmisyjnego. Na poziomie czwartym zachowano drabinę prowadzącą na sporadycznie używane poddasze.

### 2.4.2. Okna i drzwi

Nowa funkcja wymagała większej liczby okien. Użyto prostej, drewnianej stolarki ze szprosami dzielącymi tafle na niewielkie pola zbliżone do historycznych okien. Na parterze powtórzono rozwiązanie z Moniuszek – 3 duże otwory do załadunku niezależnego od pozycji śmigieł – dodano im łukowe nadproża i w otwory wstawiono duże drzwi z 2/3 powierzchni przeszklonej, podzielonej szprosami na sześć pól. Dwie wyższe kondygnacje mają niewielkie okna o typowej dla niektórych wiatraków formie. Na poddaszu wstawiono okna pomiędzy słupki szczytu i lukarny – to również tradycyjne rozwiązanie w holenderskich wiatrakach z takimi dachami. Jedynie na trzeciej kondygnacji ze względu na panoramiczne widoki wstawiono większą niż w innych wiatrakach liczbę okien.



Ryc. 2. Montaż konstrukcji wiatraka w Studziankach – 14.07.1986 (fot. B. Topczewski)

Fig. 2. Assembly of the windmill structure in Studzianki – 14.07.1986 (photo by B. Topczewski)

## 2.4. Further work

### 2.4.1. Adaptation

The windmill was purchased with the intention of adapting it for a summer home, with the possibility of adapting it also to winter conditions at some point in the future. The installation of thermal insulation, water vapour barriers and wind insulation were all envisaged. Four bedrooms were planned on the second and third floors. In the beginning four people were interested in the venture (two of them later withdrew). Small bathrooms were planned on each floor next to the bedrooms (the one on the lower level measured only about 2 m<sup>2</sup>). The two storey space on the fourth floor, together with part of the loft, houses the most interesting part of the windmill mechanism: the blade axle, the spur wheel, the main transmission shaft with its gear mechanism and brake. The half-dome roof truss with its trapezoid lucarne and front gable are also big attractions of the loft space. This space was envisaged as a shared space – a place to present the windmill mechanism and a panorama view of the valley of the nearby Supraślanka river. The ground floor, which includes the main base of the transmission shaft with its preserved wooden gear wheel, has come to serve as a day-room located next to the lower garden. But the space was a bit too small to include a kitchen and toilet. So an external annex was built. It was hidden under a green roof and the walls were covered with earth, making use of the location of the concrete base dug into the slope – a similar situation to the original location in Moniuszki. The steep and narrow ladder-like stairs of the windmill had to be replaced by more comfortable ones. A few additional stone steps were introduced on the ground floor. A central quarter landing staircase was built in between the rooms on the second and third floors around the transmission shaft. The ladder arrangement was kept on the fourth floor, providing access to the sporadically-used loft.

### 2.4.3. Wykończenie dachu i ścian

Dach wiatraka, podobnie jak w Moniuszkach, pokryto gontem. Widząc wszędzie szybką destrukcję poszyc gontowych założono jednak, że będzie on pełnić głównie funkcję dekoracyjną. Główną izolacją przeciwwodną jest podwójna, lepikowana warstwa papy pod kontrłatami i łatami. W ich przestrzeni mieszczą się również rurki odprowadzające parę wodną, która mogłaby przeniknąć do izolacji z wełny mineralnej przez nieszczelności paroizolacji.

Wiatrak w Milewskich działał intensywnie, o czym świadczą wyrobienie powierzchni grabowych zębów przekładni i wypolerowana powierzchnia kamiennej półpanewki podparcia osi śmigieł. Jednak w Moniuszkach nigdy nie został uruchomiony. Miał tymczasowe poszycie. Nie zachowały się żadne informacje o jego poprzednim wyglądzie. Ściany pokryto pionowym deskowaniem, ale sposób ich ułożenia na betonowej podstawie nie chronił przed zaciekaniem wody do środka. W holendrach ten problem rozwiązuje się poprzez okapy ścian – wypuszczenie poszycia poza obrys ścian podstawy. Warunkiem jest poziome deskowanie. Taki, typowy dla holendrów wariant zastosowano w Studziankach. Betonowe ściany parteru wiatraka pozostały w Moniuszkach. Odtworzono je z niewielką dobudówką w Studziankach. Dodano izolację wodoszczelną i termiczną, którą w partiach widocznych obmurowano kamieniem polnym, o grubości 12 cm. Krawędzie wzmocniono kamiennymi skarpami. Pomieszczenie parteru podobnie jak w Moniuszkach jest zagłębione w skarpie, a dobudówka nakryta zielonym dachem (chyba pierwszym na Podlasiu), po którym można chodzić. Od strony północnej ta kondygnacja jest niewidoczna.

### 2.4.4. Śmigła, żagle i hamulec

Wykonanie śmigieł poprzedziła decyzja o wyborze ich typu. W Moniuszkach nie było żadnych. Poprzedni właściciel nie przekazał informacji, jak wyglądały one w Milewskich. Śmigła wiatraków są nietrwałe. Zwykle wytrzymują 20–40 lat. Dobrze konserwowane wiatraki potrafią przetrwać setki lat. W tym czasie kilkakrotnie wymienia się śmigła. Każdy nowy komplet powstaje z uwzględnieniem najnowszych technicznych rozwiązań. Celem jest najlepsze wykorzystanie energii wiatru oraz łatwość i bezpieczeństwo obsługi. W podjęciu decyzji doradcą merytorycznym był Gerbrand de Vries z Uitgeest w Holandii – właściciel wiatraka „De Kat”, członek „Hollandsche Molen”, animator konserwacji i rekonstrukcji wielu tamtejszych wiatraków. Zwrócił nam uwagę na aspekty, których nie uwzględnialiśmy: nieużywanie śmigieł zimą oraz szybkość zmiany upierzenia śmigieł, gdy nadciąga burza. Kryteria te spełniały śmigła z wypełnieniem z płótna żaglowego, powszechne w Holandii. Przeważał aspekt łatwości obsługi, choć wymagał skomplikowanej konstrukcji śmigła. Nieco później Gerbrand de Vries sprezentował nam komplet używanych żagli swego wiatraka. Z trzech, w dobrym stanie (wym. 10 × 1,5 m), wykonano komplet czterech

### 2.4.2. Windows and doors

New functionality demanded a larger number of windows. Wooden window frames were used with mullions dividing the panes into smaller segments. They were similar to the historical windows. On the ground floor, the solution developed for Moniuszki was repeated – 3 large openings enabling loading regardless of the positioning of the blades. To each opening, arched lintels and large doors were added, with 2/3 of the door surface glazed and divided with mullions into six fields. The two higher floors have small windows of a form typical for some windmills. In the loft area, windows were placed between the roof posts and in the lucarne – this is also a traditional solution used in Dutch windmills with roofs of this kind. A larger number of windows has been installed only on the third floor on account of the panoramic views available.

### 2.4.3. Roof and wall finishing

As in Moniuszki, the windmill roof was covered with shingles. But seeing the quick degradation of shingle roofs all around, it was intended as primarily a decorative feature. The main waterproofing is provided by a building felt covered by a double bitumen layer under battens and counter-battens. This space contains also tubes that serve to extract water vapour, which otherwise might penetrate into the mineral wool insulation due to leakiness of the vapour barriers.

The Milewskie windmill was operated intensively, as attested by shaping of the surface of the hornbeam gear teeth and the polished surface of the stone end bearing supporting the blade axle. Whereas in Moniuszki, the windmill was never commissioned. It still had its temporary sheathing and no information has survived on the windmill's original appearance. The walls were covered with vertical planks, but the way they were placed on the concrete base did not prevent water seeping inside. In Dutch windmills, this problem is typically solved by wall overhangs – extending cover beyond the outline of the walls base. Horizontal planks are essential. This solution, typical for Dutch windmills was used in Studzianki. The concrete walls of the windmill were left in Moniuszki. They were recreated in Studzianki with an addition of a small annex. Water and thermal insulation was added, and the visible parts were covered with 12 cm thick fieldstone masonry. The edges were strengthened with stone embankments. The room on the ground floor is built into the embankment, just as it was in Moniuszki, whereas the annex is covered with a green roof (probably the first one in the Podlasie region), which can be walked upon. From the north, this level is invisible.

### 2.4.4. Blades, sails and brakes

Adding the blades demanded a decision as to their type. In Moniuszki, there were no blades. The previous owner did not provide any information as to what they looked like in Milewskie. Windmill blades are not du-



(wym.  $7 \times 0,7$  m) do wiatraka w Studziankach. Po pewnym czasie opanowano umiejętność łatwego rozwijania i refowania żagli bez wchodzenia na śmigło.

Nie można uruchamiać śmigieł nie mając hamulca, a ten nie istniał – zachowała się tylko jedna z kilku drewnianych części. Należało wykonać nowy. Oryginalny, opasujący segmentowo koło paleczne, miał około 30 cm grubości. Utrudniało to poruszanie się na poddaszu. Zdecydowano o wykonaniu znacznie cieńszego z metalu, zaciskanego ręcznie siłownikiem korbowym. W przyszłości zamierzano dodać mu silnik elektryczny. Siłę i szybkość hamowania wstępnie sprawdzono obracając śmigłami ręcznie. Hamulec działał, można było rozpocząć testy przy słabych wiatrach.

#### 2.4.5. Obracanie śmigłami

Próby uruchamiania śmigieł przebiegały z problemami. Zawodził wiatr. Pierwszą udaną można zobaczyć w krótkim filmie na YouTube<sup>1</sup>. Kierunek wiatru zmieniał się często, a wiatrak nie miał mechanizmu do obracania dachu. Obrót wykonywano używając dwóch wyciągarek, ale trwało to długo i zwykle nie nadążano za zmianami wiatru. Spróbowano ustawienia w stronę południowo-zachodnią, skąd wiało najczęściej, i czekania na odpowiedni wiatr. Nie mógł być zbyt silny. Pożary wiatraków powodowało czasami tarcie hamowania przy silnym wietrze. Znany jest też żart młynarzy holenderskich: „nigdy nie jest się wystarczająco szybkim w ucieczce, gdy wiatrak się rozpędzi i znarowi”. Gerbrand de Vries przestrzegł przed przekraczaniem 20 obrotów na minutę. Szybsza rotacja może doprowadzić do katastrofy. Przed burzą należy żagle refować lub zwijać, co wymaga czterokrotnego zablokowania śmigła i trwa ponad pół godziny. Operowanie hamulcem również nie było łatwe – należało go zaciskać lub luzować z wyprzedzeniem w stosunku do zmian siły wiatru. Przy błędach śmigła zatrzymywały się lub rozpędzały za bardzo. Udanych prób było niewiele. Unaocznili one również konieczność zautomatyzowania hamulca i dodania mechanizmu ustawiania dachu na wiatr.



Ryc. 3. Zrefowane żagle wiatraka w Studziankach (fot. A. Turecki, 22.06.2008)

Fig. 3. Folding the sails in the windmill in Studzianki (photo by A. Turecki, 22.06.2008)

Usually they last something between 20–40 years. Well conserved windmills can survive for hundreds of years. They may need changing of blades several times during their lifetime. Every new set is developed in line with the latest technical solutions. The goal is always to find ways of achieving the best use of wind energy, along with ease of use and operational safety. Key support in decision-making came from Gerbrand de Vries from Uitgeest in Holland – owner of the ‘De Kat’ windmill, member of the ‘Hollandsche Molen’, and advocate of conservation and reconstruction of windmills in that country. He drew our attention to aspects, which we had not considered: not using the blades in winter and quick changes of blade covering in the face of oncoming storms. Blades fitted with sail-cloth, which are common across Holland, met these criteria. Ease of use proved the decisive factor, even though this demanded introducing a more complicated blade structure. Some time later, Gerbrand de Vries gave us a complete set of used sails from his own windmill. From three sails in good condition ( $10 \times 1.5$  m), a set of four sails ( $7 \times 0.7$  m) was prepared for Studzianki. After a while we managed to learn how to unfurl and fold the sails without the need of clambering onto the blades.

It is impossible to initiate blade rotation without a brake, and the brake had not been preserved – aside from only a few wooden parts. A new one had to be made. The original brake, embracing segments of the spur wheel, was 30 cm thick. This made moving around difficult in the loft. It was decided that a thinner brake would be made of metal, compressed by hand using a crankshaft actuator. An electric engine was to be added in the future. The strength and braking speed was initially verified by turning the blades by hand. The brake worked and it was possible to initiate testing in weak wind conditions.

#### 2.4.5. Rotating the blades

Efforts to initiate the blades were problematic. The wind was disappointing. The first successful rotation can be viewed in a short video on YouTube<sup>1</sup>.

The wind direction changed frequently, but the windmill did not have a mechanism for rotating the roof. Two winches were used to rotate the roof, but this procedure took a long time and usually it was impossible to keep up with changing wind direction. We tried setting up the roof to face the south-west direction as this was the most frequent wind direction, and waited for the right kind of wind, not too strong. Windmill fires were sometimes caused by braking friction in strong winds. There is also a well-known saying among Dutch millers: “you can never run fast enough, when a windmill speeds up and gets out of control”. Gerbrand de Vries warned against exceeding 20 rotations per minute. Faster rotations could lead to catastrophe. Prior to a storm, the sail-cloth needs to be folded, which requires blocking of the blades four times and takes over half an hour. Operating the brake was also not easy – it needed to be tightened or loosened

## 2.5. Nagroda

W 2007 r. wiatrak (i właściciele) uzyskał Główną Nagrodę Marszałka w „Konkursie na Najlepiej Zachowany Zabytek Wiejskiego Budownictwa Drewnianego w Województwie Podlaskim”.

## 3. ZDOLNOŚĆ POZYSKIWANIA ENERGII WIATRU

Rozważano wykorzystanie wiatraka do generowania prądu. Istniała możliwość podłączenia prądnicy do osi śmigieł. Prąd mógłby być wykorzystywany łatwo do ogrzewania. Nasuwało się pytanie: ile wiatrak mógłby go ewentualnie wytworzyć?

Moc silników wiatrowych oblicza się ze znanego od dawna wzoru<sup>2</sup>:

$$P = 1/2 \rho A V^3 Cn \quad (1)$$

gdzie:

$P$  – moc [W = kg · m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>],

$\rho$  – gęstość powietrza [kg/m<sup>3</sup>],

$A$  – pole powierzchni obrotu śmigieł [m<sup>2</sup>],

$V$  – prędkość wiatru [m/s],

$Cn$  – współczynnik sprawności aerodynamicznej (wykorzystania mocy).

Gęstość powietrza zależy od temperatury, wilgotności i wysokości nad poziomem morza, ale w uproszczeniu przyjęto jej wartość jako 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Powierzchnia  $A$  dla wiatraka w Studziankach wynosi 176 m<sup>2</sup>. Dla wiatraka w Studziankach wartość  $Cn$  to 0,2. Zmiennym elementem jest prędkość wiatru. Śmigła ruszały przy wietrze szybszym niż 3 m/s. Nieznajomość mechanizmów oraz „sztuki operowania wiatrakiem” powodowała zaniechanie prób pracy przy wietrze szybszym niż 6 m/s (choć taki moment się zdarzył w szkwałach). Nawet po „oswojeniu się” z pracą śmigieł ze względów bezpieczeństwa i ochrony wiekowego obiektu w czasie silniejszych wiatrów nie należy ich uruchamiać. Zatem użyteczna moc wiatraka w Studziankach to 3 do 10 kW, a bezpieczny dla tego zabytku zakres to zapewne 3–7 kW.

Tabela 1. Moc wiatraków w Studziankach i w Benthuizer, w zależności od prędkości wiatru

Prędkość wiatru [m/s]	Moc wiatraka w Studziankach [W]	Moc wiatraka w Benthuizer [W]
3	572	2 109
4	1 356	5 000
<b>5</b>	<b>2 649</b>	<b>9 766</b>
<b>6</b>	<b>4 578</b>	<b>16 876</b>
<b>7</b>	<b>7 270</b>	<b>26 798</b>
<b>8</b>	<b>10 852</b>	<b>40 002</b>
9	15 451	56 956
10	21 195	78 129

in anticipation of changes in wind strength. Erring meant that the blades would stop or speed up excessively. Successful efforts were few. This also showed that it was essential to automate the brake and to add a mechanism for adjusting the roof in relation to the wind.

## 2.5. The Prize

In 2007, the windmill (and its owners) won the Marshal's Main Prize in a "Competition for the best-preserved historic wooden building in the Podlasie Region".

## 3. EFFECTIVENESS IN GENERATING WIND ENERGY

Consideration was given to using the windmill to generate electricity. It was possible to connect a power generator to the axle of the blades. Electricity could easily be used for heating purposes. Thus the question arose of how much electricity could the windmill potentially generate?

The power of the wind generator can be calculated according to the long known formula<sup>2</sup>:

$$P = 1/2 \rho A V^3 Cn \quad (1)$$

where:

$P$  – power [W = kg · m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>],

$\rho$  – air density [kg/m<sup>3</sup>],

$A$  – surface area of blade rotation [m<sup>2</sup>],

$V$  – wind speed [m/s],

$Cn$  – co-efficient of aerodynamic effectiveness (power utilisation).

Air density depends on temperature, humidity and height above sea level, but for simplification purposes the value of 1.2 kg/m<sup>3</sup> was used. The surface area  $A$  for the Studzianki windmill is equal to 176 m<sup>2</sup>. For the Studzianki windmill, the value of  $Cn$  is 0.2. Wind speed is a variable element. The blades started to move at wind speeds greater than 3 m/s.

Table 1. Power of the windmills in Studzianki and Benthuizer in relation to wind speed

Wind speed [m/s]	Power of the Studzianki windmill [W]	Power of the windmill in Benthuizer [W]
3	572	2 109
4	1 356	5 000
<b>5</b>	<b>2 649</b>	<b>9 766</b>
<b>6</b>	<b>4 578</b>	<b>16 876</b>
<b>7</b>	<b>7 270</b>	<b>26 798</b>
<b>8</b>	<b>10 852</b>	<b>40 002</b>
9	15 451	56 956
10	21 195	78 129



Ilość energii, którą mógłby wygenerować wiatrak, zależy głównie od „wietrzności regionu” oraz czasu pracy wiatraka. Szczegółowe badania przeprowadzono w Holandii w wieżowym wiatraku w Benthuiser mającym średnicę śmigieł 25,80 m w latach 1929 (nieopublikowane) oraz 1950–1951. W raporcie<sup>3</sup> podano informacje z wyników: wiatrak w oparciu o pomiary miał uzysk



Ryc. 4. Wiatraki koło Osiecznej (fot. ?, przed 1939)

Fig. 4. Windmills near Osieczna (photo ?, before 1939)

roczny 34 000 kWh, gdyby wydłużono pracę do 10 godzin dziennie i pracowano więcej w miesiącach zimowych, to jego uzysk mógłby wzrosnąć do 50 000 kWh rocznie. Wiatrak w Studziankach jest mniejszy – średnica jego śmigieł to 15 m – oraz ma bardziej archaiczne urządzenia. Zatem jego moc jest czterokrotnie mniejsza niż wiatraka w Benthuiser. Okolice Białegostoku mają niższą niż w holenderskim obiekcie średnią roczną prędkość wiatru i możliwe uzyski energii są dużo niższe. Średnia roczna prędkość wiatru w Amsterdamie wynosi ok. 5,5 m/s, w Białymstoku ok. 3 m/s. Uwzględniając czterokrotnie mniejszą moc wiatraka można szacować, że uzyski energii byłyby co najmniej 10 razy mniejsze i przyjmując nawet ich potencjalne maksimum z Benthuiser, w Studziankach można by liczyć najwyżej na 5000 kWh rocznie.

#### 4. WNIOSKI

Ilość energii, którą mógłby pozyskać wiatrak w Studziankach, nie jest duża, ale w 1980 roku w województwie białostockim badacz podlaskich wiatraków Mieczysław Pawlik odnotował istnienie aż 150<sup>4</sup>. Polsce międzywojennej działało 6337 wiatraków<sup>5</sup>. Zakładając istnienie większych i mniejszych, można w przybliżeniu oszacować, że przy analogii z parametrami wiatraka w Studziankach (o średniej wielkości i średnim zaawansowaniu), już niemal 100 lat temu w Polsce pozyskiwalibyśmy energię odnawialną dysponując mocą 29 011 kW, czyli 29 MW, tylko z „silników wiatrowych”. Były też młyny wodne. Możliwe, że gdyby nie decyzja socjalistycznych władz z 1954 r. pozwalająca na pracę tylko 63

Unfamiliarity with windmill mechanisms and ‘wind operating skills’ meant that efforts were not made to operate at wind speeds greater than 6 m/s (though in squalls, such speeds did occur). Even when ‘familiarity’ with the operation of the blades was achieved, they were not set into motion in high winds for safety reasons and to preserve the historic structure. Thus the usable

power of the Studzianki windmill was calculated as between 3 and 10 kW, with a safe range for this historic structure being most likely 3–7 kW.

The amount of power that can be generated by a windmill depends mainly on the ‘windiness of the region’ and the operating period of the windmill. Detailed measurements were made in Holland in 1929 (unpublished) and 1950–51 in a tower windmill in Benthuiser, in which the blades had a diameter

of 25.80 m. Information as to findings is provided in a report<sup>3</sup>. The windmill generated annually 34,000 kWh, but it was found that 50,000 kWh could be achieved if operations were extended to 10 hours per day and also to the winter months. The windmill in Studzianki is smaller – the diameter of its blades is 15 m, and it has also a much more archaic mechanism compared to the windmill in Benthuiser. The area around Białystok has also a much lower average annual wind speed when compared to the Dutch location and so the potential power to be generated is much lower. The average wind speed in Amsterdam is approx. 5.5 m/s, whereas in Białystok it is approx. 3 m/s. Taking into consideration that the power of the windmill is four times smaller, the power generated would be at least 10 times smaller, and even assuming the maximum potential achieved in Benthuiser, the maximum for Studzianki can be estimated as 5,000 kWh annually at most.

#### 4. CONCLUSIONS

The amount of energy to be generated by the Studzianki windmill is not large, but Mieczysław Pawlik, who surveyed windmills in the Podlasie area in 1980 noted that there were as many as 150 of them<sup>4</sup>. In the interwar period in Poland there were 6337 windmills in operation<sup>5</sup>. Assuming that there were both larger and smaller windmills, it can be estimated by analogy to the parameters of the Studzianki windmill (average size and average technology), that already 100 years ago in Poland, only the ‘wind turbines’ generated 29011 kW

wiatrakom z 3280 zachowanych po II wojnie światowej<sup>6</sup>, to nie byłibyśmy „na szarym końcu” europejskiej listy krajów wykorzystujących energię wiatrową, powietrze byłoby czystsze, a pejzaż Polski bogatszy o historyczne, jakże miłe sercu wiatraki.

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy badawczej nr S/WA 1/16 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

or 29 MW of renewable energy. There were also water-powered mills. It is possible that had the communist authorities in 1954 not limited restarting operation of the 3280 preserved windmills after World War 2 to no more than 63<sup>6</sup>, we might not be today at the bottom of the list of countries using wind energy, the air would be cleaner, and the Polish landscape would be richer with its historic, heart-warming, windmills.

---

## BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Baranowski B. Polskie młynarstwo. Ossolineum, Warszawa, 1977.
- [2] Duszczyk W. Usługi młynarskie dla ludności rolniczej w Polsce. ZWCERS, Warszawa, 1968.
- [3] Flaga A. Inżynieria wiatrowa. Arkady, Warszawa, 2008.
- [4] Pawlik M. Wiatraki północno-wschodniej Polski. UW, Białystok, 1984.
- [5] Hollandsche Molens, OMTRENT DE PROEFNEMINGEN IN DE BENTHUIZER MOLEN BETREFFENDE TANDEMBEDRUF EN ELECTRICITEITSOPWEKKING (*O testach pilotażowego wykorzystania wiatraka [bovenmolen] w Benthuiizer w tandemowym pompowaniu wody i produkcji energii elektrycznej*), Hollandsche Molens, Amsterdam, 1952.
- [6] Śliwy S. Przemysł młynarski w Polsce. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych, Poznań, 1935.

---

<sup>1</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=tf\\_0Ew-FeJ0](https://www.youtube.com/watch?v=tf_0Ew-FeJ0)

<sup>2</sup> Flaga A., *Inżynieria wiatrowa*, Arkady, 2008, s. 657–658.

<sup>3</sup> RAPPORT-OMTRENT DE PROEFNEMINGEN IN DE BENTHUIZER MOLEN BETREFFENDE TANDEMBEDRUF EN ELECTRICITEITSOPWEKKING (*O testach pilotażowego wykorzystania wiatraka [bovenmolen] w Benthuiizer w tandemowym pompowaniu wody i produkcji energii elektrycznej*), Hollandsche Molens, Amsterdam, 1952, s. 14–17.

<sup>4</sup> Pawlik M., *Wiatraki północno-wschodniej Polski*, Białystok 1984, UW, s. 23.

<sup>5</sup> Śliwy S., *Przemysł młynarski w Polsce*, Ministerstwo Spraw Wewnętrznych, Poznań, 1935, s. 16.

<sup>6</sup> Duszczyk W., *Usługi młynarskie dla ludności rolniczej w Polsce*, Warszawa, 1968, ZWCERS, s. 30.

---

## Streszczenie

W artykule przedstawiono historię konserwacji i adaptacji zabytkowego wiatraka w Studziankach koło Białegostoku, jednego z niewielu zachowanych z ponad trzech tysięcy wiatraków Polsce, które przetrwały drugą wojnę światową. Montaż konstrukcji wiatraka trwający 14 godzin i 20 minut został odnotowany w holenderskim wydaniu Księgi Rekordów Guinnessa. W 2007 r. wiatrak uzyskał nagrodę główną w Konkursie Marszałka Województwa Podlaskiego na najlepiej zachowane obiekty architektury drewnianej.

---

## Abstract

The paper describes conservation and adaptation of the windmill in Studzianki near Białystok. It is one of only a few, which have been preserved out of over three thousand windmills in Poland, having survived the Second World War. Assembly of the windmill structure in 14 hours and 20 minutes was recorded in the Dutch edition of the Guinness Book of Records. In 2007, the windmill was recognised by the Marshal of the Podlasie Voivodeship as the best-preserved historic wooden building in the Podlasie Region.