

# ZASTOSOWANIE TECHNIK SOLARNYCH W SUSZARNICTWIE PŁODÓW ROLNYCH

Streszczenie

W artykule omówiono problematykę związaną z energochłonnością procesu suszenia płodów rolnych i możliwość implementacji do tego celu niekonwencjonalnych rozwiązań technicznych wykorzystujących energię słoneczną. Przedstawiono koncepcje powietrznych kolektorów słonecznych, opracowane w kraju oraz autorski projekt, będący hybrydowym układem panelu fotowoltaicznego i kolektora powietrznego PV/T. Wskazano zalety takiego rozwiązania.

**Słowa kluczowe:** energia niekonwencjonalna, suszarnictwo płodów rolnych, hybrydowy układ PV/T

## Wstęp

Wraz z rozpowszechnieniem techniki fotowoltaicznej i malejącą ceną jej pozyskania, pojawia się pytanie: Czy i w jakim stopniu może znaleźć ona praktyczne zastosowanie przy wspieraniu procesów produkcyjnych w rolnictwie? Odpowiedzi na zadane pytanie można doszukiwać się w specyfice pracy ogniw fotowoltaicznych (dalej ogniw PV). To alternatywne źródło, produkujące energię elektryczną w krajowych warunkach klimatycznych, szczególnie efektywnie pracuje w miesiącach od kwietnia do września (to czas z największą podażą energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi). Jest to również czas, przypadający na zbiór oraz przetwórstwo wielu gatunków uprawianych roślin. W zależności od kierunku prowadzonej działalności, duża część płodów rolnych po zbiorze jest zgniatana, w celu pozbycia się nagromadzonej wody.

W wielu przypadkach jest to proces wysoce energochłonny, a ilość zużywanej do tego celu energii jest jednym z wskaźników jego efektywności. Szacuje się, że najbardziej popularne - suszenie konwekcyjne, z użyciem podgrzanego powietrza, jako medium robocze, pochłania około 15% całkowitej energii wykorzystywanej w krajowym przemyśle [7]. Przykładowo, w suszarniach silosowych, energia elektryczna zużywana jest do napędu silników wentylatorów (rys. 1).



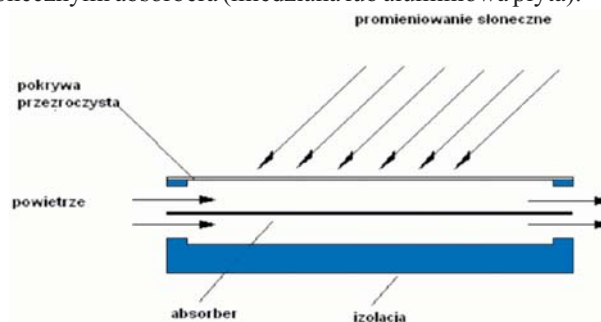
Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Wentylator osiowy do nadmuchu powietrza w silosie płaskodennym zasilany silnikiem elektrycznym  
Fig. 1. An axial fan assisting airflow in a flat-bottom silos powered by an electric engine

Z kolei wstępne podgrzanie strumienia powietrza w kanale dolotowym najbardziej rozpowszechnionych suszarek konwekcyjnych, najczęściej realizowane jest przez podgrzewacze zasilane olejem opałowym, gazem, lub biomasą, co związane jest z kosztami zakupu medium oraz logistyką dostaw. W dążeniu do zmniejszenia zużycia energii z paliw kopalnych, przy jednoczesnym poszanowaniu środowiska naturalnego i minimalizowaniu nadmiernej emisji dwutlenku węgla do atmosfery, uzasadnionym jest poszukiwanie rozwiązań technicznych, stanowiących alternatywę dla tradycyjnych technologii suszarnictwa, charakteryzujących się niską sprawnością termiczną.

## Przykłady rozwiązań

Przykładem rozwiązania technicznego, wpisującego się w powyższy trend, jest powietrzny kolektor słoneczny (rys. 2), w którym medium robocze - powietrze, jest podgrzewane i osuszane wskutek odbioru ciepła od nagrzanego promieniami słonecznymi absorbera (miedziana lub aluminiowa płyta).

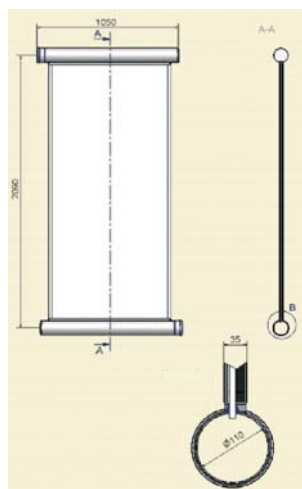


Rys. 2. Powietrzny kolektor słoneczny, budowa i zasada działania [3]

Fig. 2. An air solar thermal collector structure and principles of operation [3]

Natkaniec i Laszuk [3] wyznaczyli parametry pracy kolektora, takie jak moc cieplna i sprawność konwersji, dla różnych prędkości przepływu powietrza, natężenia promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza na wlocie. Porównali również przyrost temperatury podgrzewanego powietrza dla powyższych zmiennych przy zastosowaniu różnych powłok absorbera. Stwierdzili, że wraz ze wzrostem prędkości strumienia powietrza, w kanałach kolektora, przyrost jego temperatury maleje, natomiast zwiększa się moc cieplna kolektora. Z kolei Majewski [2] przeprowadził doświadczenie na kolektorze powietrznym w całości wykonanym z tworzyw sztucznych (rys. 3). Rozwiązanie to charakteryzuje efektywna

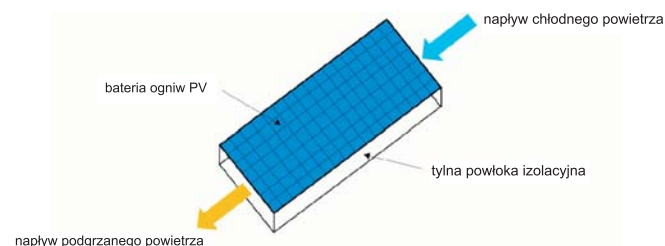
izolacja, dzięki ociepleniu dolnej warstwy absorbera pianką poliuretanową oraz folią aluminiową. Rury zbiorcze kolektora wykonano z polichlorku winylu. W rury włączano powietrze generowane przez wentylator osiowy, z funkcją regulacji natężenia przepływu. Jednym z celów badań było określenie najbardziej sprzyjających warunków pracy kolektora, zapewniających maksymalną jego wydajność w instalacji suszarniczej.



Rys. 3. Innowacyjny powietrzny kolektor słoneczny wykonany z tworzyw sztucznych [2]

Fig. 3. An innovative air solar thermal collector made of plastic [2]

W pracy [4] opisano przeprowadzoną analizę kinetyki suszenia jabłek oraz wyznaczono sprawność układu w systemie: słoneczny kolektor powietrzny - suszarka. Wykazano, że układ spełnił warunki wymagane do podgrzania powietrza, w celu wykorzystania go w procesie suszenia jabłek oraz, że jakość uzyskanego suszu jest dobra. Bardziej wszechstronnym rozwiązaniem, które mogłoby wspomagać proces suszenia produktów rolnych, jest opracowany przez jednego z autorów artykułu hybrydowy układ panelu fotowoltaicznego i powietrznego kolektora słonecznego (dalej układ PV/T) (rys. 4).



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 4. Hybrydowy układ panelu fotowoltaicznego i kolektora powietrznego PV/T

Fig. 4. A hybrid system consisting of a photovoltaic panel and an air collector PV/T

W urządzeniu takim powietrze, w sposób wymuszony, opływa tylną powłokę ogniwo PV, odbierając nagromadzone

w ich strukturze ciepło. W efekcie, na wyjściu, układ generuje podgrzane powietrze, o temperaturze dochodzącej do 45°C, co wynika z prowadzonych aktualnie badań autorów. Ponadto, z połączenia dwóch technik solarnych, zachodzi efekt synergii: schłodzenie ogniw PV poprawia sprawność konwersji fotowoltaicznej, dzięki temu produkują one więcej energii elektrycznej [6, 8]. Znamiennym jest, że wentylator generujący strumień powietrza na wejściu układu, może być zasilany bezpośrednio energią wytworzoną przez ogniwa PV, bez pośrednictwa falowników i akumulatorów energii, dzięki czemu zniwelowane są jej straty z tego tytułu. Zastosowanie hybrydowego układu PV/T w suszarnictwie, z racji braku bufora magazynującego energię ciepłą, jest niewątpliwie bardzo efektywnym rozwiązaniem, gdyż pozwala w pełni i bezpośrednio wykorzystać dostępne zasoby promieniowania słonecznego.

## Podsumowanie

Prowadzone prace naukowo-badawcze w Polsce wykazały, że zastosowanie w suszarnictwie powietrznych kolektorów słonecznych pozwala zaoszczędzić ok. 20-30% energii cieplnej pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych. Proces suszenia produktów rolnych, z wykorzystaniem technik solarnych, jest technologią opartą na suszeniu konwekcyjnym w warunkach okresowo zmiennych (wpływ nasłonecznienia).

Z literatury przedmiotu wiadomo, że stosowanie niskiej temperatury czynnika suszącego umożliwia uzyskanie wysokiej jakości suszonych produktów, co ma istotne znaczenie podczas suszenia materiałów nasiennych oraz ziół i tytoniu [5]. Badania nad suszeniem przerywanym ziaren kakaowca, przy wykorzystaniu do tego celu suszarki solarnej wykazały, że technologia ta umożliwia zachowanie dobrej jakości produktu oraz zabezpiecza go przed wchłanianiem wilgoci [1, 7]. W związku z powyższym uzasadnione jest prowadzenie dalszych badań nad możliwościami zastosowania solarnych technik suszarnictwa produktów pochodzenia rolniczego w warunkach krajowych.

## Bibliografia

- [1] Fagunwa, A.O., Koya, O.A., Faborode, M.O.: Development of an Intermittent Solar Dryer for Cocoa Beans. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal, 2009, Manuscript 1292, Vol. XI.
- [2] Majewski J.: Doświadczalne badania przydatności powietrznych kolektorów słonecznych do wspomagania procesów suszarniczych. Acta Energetica, 2011, 3, 39-45.
- [3] Natkaniec P., Laszuk A.: Efektywność cieplna słonecznych kolektorów powietrznych. Inżynieria i Aparatura Chemiczna. 2007, 6, 22-26.
- [4] Natkaniec P., Laszuk A.: System kolektor słoneczny - suszarka. Czasopismo techniczne. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 2008, 2-M.
- [5] Pabis J., Szeptycki A.: Wykorzystanie kolektorów słonecznych w suszarnictwie produktów rolnych. Inżynieria w Rolnictwie, 2012, 8, 7, Falenty: Wydawnictwo ITP.
- [6] Radziemska E., Ostrowski P., Polek-Pasternak K.: Badania rozkładu temperatury na powierzchni oświetlonego i obciążonego modułu fotowoltaicznego. Proceedings of ECOpole 2008, Vol.2/2, 461-466.
- [7] Szadzińska J.: Efektywność suszenia konwekcyjnego w warunkach okresowo zmiennych. Praca doktorska. Politechnika Poznańska 2014.
- [8] Tripanagnostopoulos Y., Nousia Th., Souliotis M., Yianoulis P.: Hybrid photovoltaic/thermal solar systems. Solar Energy 2002, Volume 72, Issue 3, 217-234.

## APPLICATION OF SOLAR TECHNIQUES IN THE DRYING OF AGRICULTURAL CROPS

### Summary

The paper discussed the issue of energy consumption in the process of crop drying as well as the possibility to implement in this process some unconventional technological solutions based on solar energy. Some concepts of air solar thermal collectors elaborated in Poland were presented, and the author's design for a hybrid system consisting of a photovoltaic panel and an air collector PV/T was introduced. Numerous advantages of the author's solution were highlighted.

**Key words:** unconventional energy, drying of agricultural crops, hybrid PV/T system