

Tadeusz Noch, Marek Pawłowski, Jan Sączuk

Faculty of Engineering Sciences, Gdańsk School of Higher Education

Der Einsatz erneuerbarer Energiequellen im Prozess der Heizung von Lagerflächen

Zusammenfassung

In der Abhandlung wurde der Einsatz erneuerbarer Energiequellen (EEQ) im Prozess der Heizung von Lagerflächen charakterisiert. Es wurde der Begriff des Produktionsprozesses unter Berücksichtigung des Begriffes der Logistik, darunter des Hochregallagers definiert. Man hat auf den technologischen Fortschritt, der in den letzten Jahrzehnten zur Verkleinerung zahlreicher technischer Geräte in allen Industriezweigen geführt hat, aufmerksam gemacht. Es wurden die Systeme der Luftheizung von Lagerräumen beschrieben. Berücksichtigt wurde die Verteilung der Luft in den offenen und geschlossenen Räumen. Im Forschungsprozess wurde Stellung zu den aerodynamischen Effekten bezogen. Man hat festgestellt, dass der Einfluss dieser Effekte auf den Luftstrom sich unterscheiden kann und von der Art des Luftventilators und des Aufbaus der Lagerregale abhängig ist, besonders bezüglich der Luftmenge, die sie durchströmen kann. Im Besonderen wurden die Elemente des Heizungssystems gezeigt. Im Artikel wurden die Größe und die Verteilung der Module dargestellt. Es wurde auf die Luftverteilung mit den Luftspritzdüsen in den Flach- und Hochregallagern aufmerksam gemacht. Analysiert wurden die Systemlösungen für die Heizung, Lüftung und Kühlung von Lagerhallen. Die angewandten Technologien betreffen die Befolgung der grundsätzlichen Betreiberanforderungen und -voraussetzungen. Man hat angenommen, dass der Einsatz erneuerbarer Energiequellen zusammen mit den modernen Technologien sich positiv auf den Umweltschutz auswirken wird.

Schlüsselwörter: EEQ, Heizung, Logistik, Lager, Heizungssysteme, Elemente, Module, Luftverteilung, Einspritzdüsen, Lüftung und Kühlung, Umweltschutz, Produktion, Technologie, Betrieb.

1. Einleitung

In den Heizungssystemen von Lagerflächen können erneuerbare Energiequellen (EEQ) eingesetzt werden. Dieses System bezeichnet man als die Ausnutzung dezentraler Lüftungsmodule. Je nach Bedarf kann die technische Lagerausstattung, die für die Lager, unabhängig von ihrer Art., sowie für die offenen und geschlossenen Lagerräume bestimmt ist, konstruktionstechnisch einfach oder kompliziert sein (Dudziński, & Kizyn, 2000, S. 18; Dudziński, & Kizyn, 2002, S. 89).

Die fundamentalen logistischen Prozesse in der Tätigkeit eines Produktionsunternehmens sind die Prozesse der Versorgung und der Distribution, die den Produktionsprozess unterstützen. Er bildet dagegen die Haupttätigkeit eines Produktionsunternehmens, der durch die Produktionslogistik unterstützt wird. Definiert wird der Produktionsprozess als „geregelter Ablauf von Tätigkeiten, in dessen Folge der Konsument (Benutzer) Produkte (Erzeugnisse oder Dienstleistungen) bekommt“ (Chwesiuk, 2012, S. 338). Die Produktionslogistik ist ein System, ein Untersystem

der Unterstützung des Produktionsprozesses mit allen unentbehrlichen Ressourcen (Materialien, Informationen, Menschen und Geldbestände) auf dem Weg der Integration der den Produktionsprozess unterstützenden Tätigkeiten (Bendkowski, 2013, S. 8).

Der technologische Fortschritt in den letzten Jahrzehnten hat zur Verkleinerung zahlreicher technischer Geräte in allen Industriezweigen geführt. Das betrifft ebenfalls die dort auftretenden Wärmeaustauscher (Trela, & Kwidziński, 2016, S. 333–360). Im Jahre 1981 haben Tuckerman und Pease als Erste das Phänomen der Intensivierung der Wärmeprozesse bei dem Durchfluss in den Mikrokanälen erklärt. Sie haben beobachtet, dass man bei der Abkühlung der Flüssigkeit im erzwungenen konvektiven Durchfluss in den Mikrokanälen potenziell hohe Wärmeströme von 1000 W/cm^2 erreichen kann (Asadi, Xie, Sunden, 2014, S. 34–53).

Der Logistikbereich spielt eine wichtige und dynamische Rolle in der heutigen Wirtschaft, wird ständig entwickelt und modernisiert. Hauptsächlich sind das einstöckige Lager mit der Mindesthöhe von 10 m mit den waagerechten Betonböden, verbundenen Parkzonen und Transportwegen. Diese Gebäude sind vorwiegend mit dem Klimasystem oder der automatischen Belüftung ausgestattet. Es kommt vor, dass bei ihrem Entwurf die Wahl solcher Systeme nicht besonders beachtet wird, was folglich mit beträchtlich höheren Betriebskosten resultiert (*Jak wydajne ogrzewać magazyny wysokiego składowania z wykorzystaniem zdecentralizowanych modułów wentylacyjnych?*, 2015).

Im vorliegenden Artikel wurden die Systeme der Luftbeheizung in den Hochregallagern beschrieben. Im Besonderen konzentrierte man sich auf die Frage der Luftverteilung sowie der wirtschaftlichen und technischen Effizienz (retrieved from: <http://www.hoval.pl/hale-wysokiegoskladowania>).

2. Systeme der Luftbeheizung in den Lagerräumen

Die Effizienz der Luftbeheizungssysteme hängt vorwiegend von der Richtung der Luftführung ab, denn die Temperaturverteilung wird hauptsächlich von den aufsteigenden Luftströmen bestimmt. Bei den Systemen mit der niedrigen Effizienz resultiert das mit einem erheblichen Temperaturgradient, was folglich zu unbefriedigenden Verhältnissen im besetzten Bereich und übermäßigem Energiverbrauch führt (*Zdecentralizowane urządzenia wentylacyjne w magazynach wysokiego składowania. Chłodnictwo i klimatyzacja, cz. 1*, 2009). Das Ziel ist deswegen die einheitliche Luftverteilung von dem Boden bis zu der Decke so, dass die Temperatur auf einem entsprechend niedrigen Niveau auch in höheren Partien des Lagers (allgemein zugelassene Maximaltemperatur beträgt 30°C) bleibt. Die Analyse verschiedener Luftbeheizungssysteme zeigt, dass die effizientesten Systeme die Luft direkt nach unten in den besetzten Bereich führen (*Zdecentralizowane urządzenia wentylacyjne w magazynach wysokiego składowania*, 2009). Der Artikel bespricht detailliert drei verschiedene zu diesem Zweck benutzte Lüfter: den Lüfter mit der Weitwurfdüse, den Drehlüfter und die Lufteinspritzdüse.

Die Abbildung 1 zeigt verschiedene Arten von Versorgungsluftströmen und ihrer Verteilung im offenen Raum.

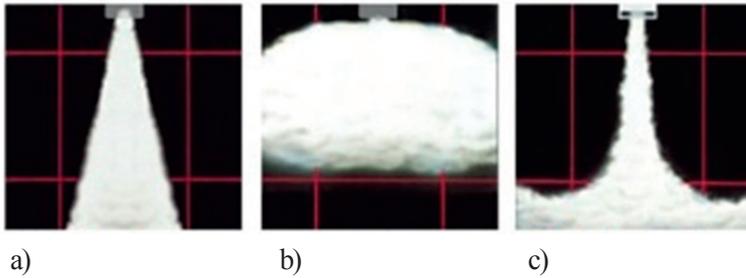


Abb. 1. Luftverteilung im offenen Raum (*Jak wydajne ogrzewać magazyny wysokiego składowania z wykorzystaniem zdecentralizowanych modułów wentylacyjnych?*, 2015, retrieved from: <http://www.hoval.pl/uslugi/blog/jak-wydajne-ogrzewac-magazyny-wysokiego-skladowania-z-wykorzystaniem-zdecentralizowanych-modulow-wentylacyjnych/>):

a) Lüfter mit der Weitwurfdüse; b) Drehlüfter; c) Lufteinspritzdüse

Die Hochregallager sind geschlossene Räume mit Barrieren wie Wände und Lagerregale, deren Aufbau und Verteilung wiederum die Bildung der Luftströme beeinflussen. Die Abbildung 2 zeigt die typische Verteilung der Lagerregale in den Logistikzentren und die Strueung von Versorgungsluftströmen im Rahmen der drei erwähnten Lüftungsmodelle. Das ist die so genannte Luftverteilung in geschlossenen Räumen.

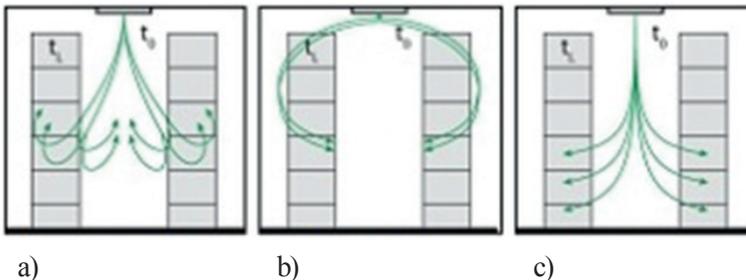


Abb. 2. Luftverteilung in geschlossenen Räumen (*Jak wydajne ogrzewać magazyny wysokiego składowania z wykorzystaniem zdecentralizowanych modułów wentylacyjnych?*, 2015, retrieved from: <http://www.hoval.pl/uslugi/blog/jak-wydajne-ogrzewac-magazyny-wysokiego-skladowania-z-wykorzystaniem-zdecentralizowanych-modulow-wentylacyjnych/>):

a) Lüfter mit der Weitwurfdüse; b) Drehlüfter; c) Lufteinspritzdüse

Die Lagerregale verursachen insbesondere die Deformation des Luftstromes; seine ursprüngliche kreisförmige Form unterliegt der „Verflachung“ und Verlängerung entlang des Durchgangs zwischen den Regalen. Folglich entstehen zwei aerodynamische Effekte. Erstens wird der Ausdehnungsbereich der Versorgungsluft wegen der Barrieren in eine Richtung vergrößert. Zweitens verursachen die vergrößerte Geschwindigkeit und der Luftdruck bei den Lagerregalen den größeren Widerstand des Luftstromes. Der Einfluss dieser Effekte auf den Luftstrom kann unterschiedlich sein und ist von der Art

des Lüfters und des Aufbaus der Lagerregale, insbesondere in bezug auf die Menge der Luft, die sie durchströmen kann, abhängig. Es entstehen Gravitationskräfte wegen des Unterschiedes der Dichte zwischen der in den Raum eingespritzten Luft und der Luft der Umgebung im Raum. Diese Kräfte beeinflussen sowohl den Versorgungsluftstrom als auch die allgemeine Zirkulation der Luft im Raum (*Zdecentralizowane urządzenia wentylacyjne w magazynach wysokiego składowania*, 2009). Im Fall, wenn die Luft senkrecht eingespritzt wird, wird der Luftstrom verlangsamt, wenn die Gravitationskräfte die passiven Kräfte ausgleichen. Der Ausdehnungsbereich vergrößert sich dagegen, wenn diese Kräfte in die selbe Richtung wirken. Die Erfahrung zeigt, dass der Temperaturgradient am Anfang des Stromes aufgrund der niedrigen Induktionsstufe mindestens $0.4^{\circ}\text{C}/\text{m}$ beträgt. Gerade deswegen ist die Lufttemperatur an der Decke und im oberen Bereich der Lagerräume marginal niedriger als die Temperatur in der direkten Umgebung des Lüfters.

Im Prozess des Konstruierens ist die Auswahl der geeigneten Materialien wichtig. Sichere Entfernungen zwischen den Elementen sollen eingehalten werden; die Konstruktionsbegrenzung von gefährlichen und schädlichen Faktoren; die Eliminierung von scharfen Kanten und Ecken, herausragenden Teilen u. dgl.; die Sicherung der Möglichkeit des Abschaltens und Verlierens von Energie. Besonders wichtig ist ebenfalls die Ermöglichung des sicheren Zugangs zu den Stellen, wo alle mit dem Maschinenbetrieb verbundenen Tätigkeiten ausgeführt werden, die Sicherstellung der Sicherheit bei der Verlagerung von Maschinen und ihren Teilen und die Sicherung der Möglichkeit der Erkennung und Lokalisierung von Mängeln (Noch, Szeleziński, Muc, 2016, S. 313).

3. Bestandteile des Heizungssystems

Ein Bestandteil des Heizungssystems sind der Lüfter mit der Weitwurfdüse, der Drehlüfter und die Lufteinspritzdüse. Im Fall des Luftheizungssystems in Verbindung mit dem Druckstrom (Abb. 2a: Lüfter mit der Weitwurfdüse) bedeutet es, dass die Temperatur im Lüfter die Umgebungstemperatur t_L um nicht mehr als ein paar Grad überschreiten sollte. Andernfalls wird es zur Überhitzung der oberen Regalbereiche kommen und somit die Verletzung der Vorschriften oder die Beschädigung von Waren verursachen. Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht finden bei der Heizung mit der Nutzung von freiumlaufenden Druckluftströmen wesentliche Beschränkungen die Anwendung. Es sollte auch berücksichtigt werden, dass die Art der aufbewahrten Waren in der Regel nicht bekannt ist. Die Option mit dem Drehluftstrom (Abb. 2b) bereitet sogar größere Schwierigkeiten. Die erhebliche Portion der warmen Versorgungsluft für den besetzten Bereich zeigt lediglich eine niedrige Stufe der senkrechten Trägheit. Im Endeffekt ist der Umfang der Trajektorie ziemlich niedrig, viel niedriger als im Fall der Luftdruckströme. Aus diesem Grund wird in den Hochregallagern, die mit den Drehlüftern beheizt werden, die Regel $t_L \sim t_0$ gebraucht. Anders ausgedrückt ist lediglich ein Teil der Lagerregale im oberen Bereich belüftet. Um den beheizten Bereich auszuweiten, ist die Erhöhung der Wärmeabgabe notwendig. Unvermeidlich führt es zu höheren Temperaturen an der Decke. Das wiederum verursacht die Überhitzung der oberen Regalbereiche und resultiert mit erheblichen Energieverlusten wegen des

eines langen Druckluftstromes am Anfang des Stromes. Der Zerstreuungswinkel beträgt hier fast 0° (im Gegensatz zum Wert 11° , der die freiumlaufenden Druckluftströme charakterisiert). Die Schnittdarstellung eines dezentralen Moduls der Luftheizung mit einer Lufteinspritzdüse zeigt die Abbildung 3.

In Abhängigkeit von dem Auspuffwinkel α rotieren die Flügel den Luftstrom. Jedoch wegen des Unterdrucks am Anfang des Stromes bringt es praktisch keinen Effekt. Aber je weiter sich die Luft von der Weitwurfdüse entfernt, desto kleiner ist der Einfluss der Unterdruckzone. Folglich zerstreut die Rotation den Luftstrom durch die Induktion der Umgebungsluft. Man kann dadurch einen großen Bereich in großer Entfernung von der Düse erreichen. Das große Stufen der Induktion verursacht, dass die Luft von den oberen Lagerregalen in die Richtung des Luftstromes kreist. Im Endeffekt kann die Temperatur in der Weitwurfdüse hoch sein, ohne die Überhitzung der oberen Bereiche der Lagerregale ($t_L \ll t_0$) zu bewirken. Möglich ist demnach die Nutzung bestimmter Module zur Heizung mit größerer Kraft, d.h. bei höherer Temperatur. Auf dem Weg nach unten wird der Versorgungsluftstrom durch die Induktion der Umgebungsluft so abgekühlt, dass er den nötigen Wert im Moment des Gelangens zum besetzten Bereich erreicht. Die Regulierung des Luftstromes basiert auf dem Kreiseffekt und wird durch die rotierenden Flügel realisiert. Die Entfernung, bei welcher die Diffusion die Verdichtung überschreitet, unterscheidet sich je nach dem Auspuffwinkel. Bei dem Auspuffwinkel $\alpha = 0^\circ$ wird die maximale Länge des Druckstromes erreicht; bei dem Auspuffwinkel $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ verkleinert sich die Länge. Das absolute Limit wird bei dem Auspuffwinkel 50° erreicht, wenn der waagerechte Luftstrom sich an der Decke (Kreisstrom) zerstreut. Das ist eine ideale Lösung, wenn die Abkühlung nötig ist. Die Lufteinspritzdüse für die Hochlagerräume ermöglicht:

- konfigurierbare, einheitliche Heizung des besetzten Raumes ohne das Risiko der Überhitzung der oberen Bereiche der Lagerregale;
- minimale Temperaturentmischung und niedrige Energieverluste durch das Dach;
- im Fall der Kühlung ideale Verteilung von Luft und Temperatur durch die Umschaltung auf den Kreisstrom.

Nach der Feststellung, dass die Lufteinspritzdüsen die beste Lösung für die Luftheizungssysteme in den Hochregallagern sind, sollte man über die Größe und Verteilung der Module nachdenken.

4. Größe und Verteilung der Module

Ökonomisch gesehen ist die Wahl eines möglichst größten Wärmeerzeugers die beste Entscheidung. Diese Option ist möglich, denn es keine Einschränkungen gibt, wenn es um die Luftgeschwindigkeit (Durchzüge) in den Lagerräumen geht. Wenn aber ein größerer Komfort benötigt wird, wird die Montage einiger kleineren Modulen empfohlen. Die Wärmeanforderungen in den Lagerräumen können sich unterscheiden. Notwendig ist deshalb die richtige Verteilung der Module in den verschiedenen Lagerbereichen, anders gesagt, die Erschaffung der entsprechenden Kontrollzonen. Die Lagerregale beeinflussen die Luftverteilung. Der Versorgungsluftstrom wird auf der Länge des Durchgangs zwischen den Regalen „flacher“, wodurch die Reichweite eine längere Bodenfläche erfasst. Nicht alle Gänge sollten dennoch mit den Modulen

ausgestattet sein, denn jeder Lüfter auch benachbarte Gänge versorgt. Das bedarf der Einhaltung der Entfernungen zwischen den Regalen, was grundsätzlich eine verfahrensgemäße Norm ist, denn die Regale werden nur bis zu einem bestimmten Punkt ausgefüllt, damit der bessere Zugang zu den Waren gewährleistet ist. Wie aus dem Obengenannten hervorgeht ist die Montage der Module lediglich in jedem dritten Gang (oder in größeren Abständen) ausreichend. Die Luftverteilung mit den Lufteinspritzdüsen in den Flach- und Hochregallagern zeigt die Abbildung 4.



Abb. 4. Luftverteilung mit den Lufteinspritzdüsen in den Flach- und Hochregallagern (*Jak wydajne ogrzewać magazyny wysokiego składowania z wykorzystaniem zdecentralizowanych modułów wentylacyjnych?*, 2015, retrieved from: <http://www.hoval.pl/uslugi/blog/jak-wydajne-ogrzewac-magazyny-wysokiego-skladowania-z-wykorzystaniem-zdecentralizowanych-modulow-wentylacyjnych>)

Unsere in diesem Artikel beinhalteten, durch technische Publikationen und praktische Erfahrung unterstützten Betrachtungen, zeigen, dass dezentrale Module der Luftheizung mit einer Lufteinspritzdüse das optimale System der Luftheizung für Hochregallager bilden. Das System dieser Art hat konkrete Vorteile. Erstens findet die gleichmäßige Verteilung der Temperatur in Folge der optimalen Luftverteilung statt. Der senkrechte Temperaturgradient beträgt lediglich 0.1 bis 0.15°C/m. Das sichert die richtige Nutzung der Energie für die Heizung des besetzten Raumes und die Beschränkung der Energieverluste durch das Dach. Der nächste Vorteil ist die Begrenzung der Zahl der Module aufs Minimum und somit werden mit einer großen Reichweite der Module niedrigere Investitionsausgaben erreicht. Außerdem sind die Versorgungs- und Auspuffleitungen nicht nötig. Überdies garantiert das dezentrale System eine hohe Stufe der Betriebszuverlässigkeit und die Möglichkeit des Ausbaus der bestehenden Installation.

Die praktische Erfahrung mit den Lufteinspritzdüsen bezeugt die hohe Stufe der Rentabilität und unterstützt die Empfehlung von Lösungen dieser Art für die Luftheizungssysteme in den modernen Logistikzentren. Die Systemlösungen illustriert die Abbildung 5.



Abb. 5. Systemlösung (retrieved from: <http://www.hoval.pl/systemy/budownictwo-niemieszkanie/hale-magazynowe>)

Die Systemlösung für die Heizung, Lüftung und Kühlung von Lagerhallen muss ein paar grundsätzliche Voraussetzungen erfüllen. Sie muss bezüglich der zukünftigen Umorganisation der Lagerfläche flexibel sein. Sie muss wirksam sein. Sie muss optimale Bedingungen für die Aufbewahrung von Waren sichern und niedrige Betriebsausgaben garantieren.

5. Abschluss

Im Forschungsprozess wurden die mit der Anwendung von erneuerbaren Energiequellen auftretenden Vorteile charakterisiert. Die erneuerbaren Energiequellen können unabhängig von den kommerziellen Versorgern und ohne Angst, dass diese Energie ausgeht, genutzt werden. In den Zeiten immer höherer Energiegebühren und immer größeren Bewusstseins, wenn es um den Umweltschutz und die Klimaveränderungen geht, gewinnen die alternativen Quellen eine immer breitere Anwendung und ihr Bedarf steigt. Die verschärften Umweltschutzvorschriften, die erneute Abfallnutzung und die Emissionsnormen von Kohlendioxid erhöhen das Interesse an erneuerbaren Energiequellen. Zur Nutzung von Sonnenenergie werden die absorbierenden Geräte gebraucht. Sie werden unter einem bestimmten Winkel zu den fallenden Sonnenstrahlen aufgestellt. Angewandt werden die so genannten Sonnenkollektoren.

Die erneuerbare Energie wird immer häufiger in den Lagerhallen mit großen Flächen und in den Büros zur Versorgung der in diesem Artikel beschriebenen Installation genutzt. Die Anwendung von alternativen Quellen bringt mit sich viele Vorteile: die Verringerung der Kohlendioxidemission, die Einsparung der Finanzmittel, die Verringerung der Nachfrage nach den ausgehenden Vorräten von Grubenbrennstoffen und somit die Verbesserung von Klima und Gesundheit und die Verringerung der Luftverunreinigung. Die Anwendung erneuerbarer Energiequellen zusammen mit den modernen Technologien wird positiv den Umweltschutz beeinflussen. Die Richtigkeit der Umweltüberwachung ist eine wesentliche Tätigkeit für die erforschte Region und auch im Energiesektor nützlich (Noch, 2016, S. 310).

Die vorliegende Abhandlung hat einen wissenschaftlichen Charakter. Die beschriebene Problematik ist mit dem Fortschritt in der Logistik verbunden. Die Einführung von modernen, technologischen Lösungen in den Heizungssystemen der

Lagerräume wird die Effizienz und Arbeitsproduktivität in der Betriebsbedienung des Objekts effektiv beeinflussen.

Literatur

- Dudziński, Z., Kizyn, M. (2000). *Nowoczesne rozwiązania urządzeń magazynowych*. Warszawa: Wyd. PWE.
- Dudziński, Z., Kizyn, M. (2002). *Vademecum gospodarki magazynowej*. Gdańsk: Wyd. ODDiK.
- Chwesiuk, K. (2012). System informatyczny wspierający logistykę produkcji. *Logistyka* 3.
- Bendkowski, J. (2013). Logistyka jako strategia zarządzania produkcją. *Organizacja i Zarządzanie. Zeszyty Naukowe* 63, *Politechnika Śląska*.
- Trela, M., Kwizdiński, R. (2016). Analiza wrzenia i spadku ciśnienia przy przepływach dwufazowych w makrokanalach. *Zeszyty Naukowe Gdańskiej Szkoły Wyższej*, 16.
- Asadi, M. Xie, G., Sunden, B. (2014). A review of heat transfer and pressure drop characteristic of single and two-phase microchannels. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer* 79.
- Jak wydajne ogrzewać magazyny wysokiego składowania z wykorzystaniem zdecentralizowanych modułów wentylacyjnych?* (2015). Retrieved from: <http://www.hoval.pl/uslugi/blog/jak-wydajne-ogrzewac-magazyny-wysokiego-skladowania-z-wykorzystaniem-zdecentralizowanych-modulow-wentylacyjnych>.
- Zdecentralizowane urządzenia wentylacyjne w magazynach wysokiego składowania. Chłodnictwo i klimatyzacja, cz. 1.* (2009). Warszawa.
- Noch, T., Szeleziński, A., Muc, A. (2016). Sicherheitsingenieurwesen beim Betrieb von Maschinen und Geräten. *Zeszyty Naukowe Gdańskiej Szkoły Wyższej*, 16.
- Noch, T. (2016). Technologiczne parametry eksploatowanych pomp ciepła. In T. Noch, W. Mikołajczewska, A. Wesołowska (eds.). *Globalizacja a regionalna ochrona środowiska*. Gdańsk: Wyd. GSW.

The use of renewable energy sources in the heating of a warehouse

Abstract

The article characterizes the use of renewable energy resources in the heating of a warehouse. It defines a production process with the use of logistics, including that characteristic of a high-storage warehouse. It points at technological development which has led to the miniaturization of a number of technical devices in all the branches of the industry. It describes the air heating systems in high-storage warehouses. It takes into account the distribution of air in open and closed spaces. The research process takes into account aerodynamic effects and it is noticed that the influence of those on the flow of air may vary and depends on the type of air supply unit and the construction of the racks, especially in reference to the volume of air that can pass through. Specifically, the article presents the elements of a heating system, as well as the size and placing of modules. It points at the distribution of air with the use of air injectors in a low- and high-storage warehouse. The analysis also encompasses HVAC systems. The technologies also conform to the basic usage conditions and requirements. It is assumed that the use of renewable energy resources combined with modern technologies will positively impact environment protection.

Keywords: renewable energy sources, heating, logistics, warehouse, heating systems, elements, modules, air distribution, injectors, ventilation, air conditioning, environment protection, production, technology, usage.

