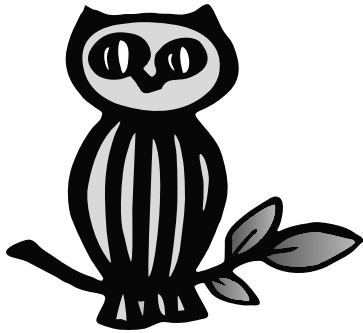


Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego UJK w Kielcach

Tom 26, część 2

Nauki Przyrodniczo-Ekonomiczne



**Zeszyty
Studenckiego
Ruchu
Naukowego
UJK
w Kielcach**

Tom 26, część 2
Nauki Przyrodniczo-Ekonomiczne

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
2017

Redaktor naczelny: dr hab. Stanisław Cygan prof. UJK

Z-ca redaktora naczelnego: dr Tomasz Łączek

Sekretarz redakcji: dr Janusz Krywult

Z-ca sekretarza redakcji: dr Michał Stachura

Członkowie Zespołu Redakcyjnego:

dr Joanna Rogalska

dr Marcin Szplit

dr Artur Zieliński

mgr Marzena Sochacka

mgr Anna Tłuszcz

mgr Marcin Walczak

Recenzenci:

dr hab. Andrzej Borkowski, dr hab. Waldemar Celary, dr hab. Barbara Gawdzik, dr Marek Grabski, dr hab. Rafał Kozłowski, dr Janusz Krywult, dr Aldona Kubala-Kukuś, dr Tomasz Łączek, dr Radosław Maj, dr Agata Michalska, dr hab. Dorota Połowniak-Wawrzonek, dr Joanna Rogalska, dr Michał Stachura, dr Agnieszka Strzelecka, dr hab. Aleksander Szczurkowski, dr Sławomir Turek, mgr Dariusz Wieczorek, dr Artur Zieliński

Tłumaczenie:

dr Oskar Gawlik

Opracowanie redakcyjne, korekta i układ typograficzny:

Zdzisław Nowak

Copyright © by Uniwersytet Jana Kochanowskiego, 2017

ISSN 2451-2036

Wydawca

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

ul. Żeromskiego 5, 25-369 Kielce

Ośrodek Nauki i Kultury Studenckiej UJK

ul. Ślaska 15, 25-328 Kielce, tel. +41 349 78 95

Druk i oprawa

Drukarnia COMPUS

www.compus.net.pl



**Fascicles
of Student
Scientific
Movement
JKU
in Kielce**

Volume 26, part 2
Environmental and Economic Sciences

The Jan Kochanowski University in Kielce
2017

Chief Editor: Stanisław Cygan, PhD

Deputy Chief Editor: Tomasz Łączek, PhD

Secretary of the Editing Office: Janusz Krywult, PhD

Deputy Secretary of the Editing Office: Michał Stachura, PhD

Members of the Editorial Team:

Joanna Rogalska, PhD

Marcin Szplit, PhD

Artur Zieliński, PhD

Marzena Sochacka, MA

Anna Tłuszcz, MA

Marcin Walczak, MA

Review:

Andrzej Borkowski, PhD; Waldemar Celary, PhD; Barbara Gawdzik, PhD; Marek Grabski, PhD; Rafał Kozłowski, PhD; Janusz Krywult, PhD; Aldona Kubala-Kukuś, PhD; Tomasz Łączek, PhD; Radosław Maj, PhD; Agata Michalska, PhD; Dorota Połowniak-Wawrzonek, PhD; Joanna Rogalska, PhD; Michał Stachura, PhD; Agnieszka Strzelecka, PhD; Aleksander Szczurkowski, PhD; Sławomir Turek, PhD; Dariusz Wieczorek, MA; dr Artur Zieliński, PhD

Translator:

Oskar Gawlik, PhD

Publication and copy Editor, proof-reading, typesetter:

Zdzisław Nowak

Copyright © by the Jan Kochanowski University in Kielce, 2016

ISSN 2451-2036

Publisher

Jan Kochanowski University in Kielce

ul. Żeromskiego 5, 25-369 Kielce, Poland

Center of Student Science and Culture JKU

ul. Śląska 15, 25–328 Kielce, Poland, tel. +41 349 78 95

Print and cover

Drukarnia COMPUS

www.compus.net.pl

Spis treści

Wprowadzenie	9
Edyta Biskupska , Budowa i ewolucja galaktyk dyskowych i eliptycznych.....	11
Karolina Fularczyk , Zmiany biegu ujściowego odcinka Krasnej na podstawie danych kartograficznych	23
Magdalena Grabka , Granice kontaktu cielesnego w relacji fizjoterapeuta – pacjent	31
Dagmara Han, Agnieszka Duszyńska , Wpływ współczesnych mediów na po- strzeganie zwierząt towarzyszących.....	39
Wiktor Krzysiek , Gruczoł Hardera – budowa i funkcje u różnych gatunków kręgowców	53
Anna Michalska , Zdolności regeneracyjne tkanki nerwowej w ośrodkowym układzie nerwowym. Czy zdołamy obudzić mózg?	63
Bartosz Muszyński , Internet Rzeczy – nowe oblicze przedmiotów	69
Bartosz Muszyński , Osiągnięcia sztucznej inteligencji: szanse i zagrożenia.....	79
Karolina Ruraż , Parazytofity Sandomierszczyzny – unikatowe rośliny muraw kserotermicznych	87
Tomasz Sobala , Ocena wpływu stopnia insolacji na sprawność fizjologiczną buka <i>fagus sylvatica l.</i> rosnącego w warunkach stresu termicznego i wodnego.....	97
Paulina Szaruga , Zjawisko samoorganizacji w środowisku naturalnym	107
Magdalena Wasik , Otyłość a zdrowie	117
Dorota Wojdyniak , Bierne palenie a zdrowie rodziny.....	127
Żaneta Wypych , Wykorzystanie potencjałów biologicznych mózgu w postępo- waniu rehabilitacyjnym.....	133
Dominika Zaborska , Energetyka wiatrowa w Polsce na tle krajów Europy.....	139
Spis treści części 1. (Nauki Humanistyczno-Społeczne)	149

Contents

Introduction	9
Edyta Biskupska , The construction and evolution of disc and elliptic galaxies	11
Karolina Fularczyk , The changes of the course of the estuary of the Krasna River, based on cartographic data	23
Magdalena Grabka , The limits of physical contact between a physiotherapist and a patient	31
Dagmara Han, Agnieszka Duszyńska , The impact of the contemporary media on the perception of accompanying animals.....	39
Wiktór Krzysiek , Harder's gland – its construction and functions in different spe- cies of vertebrates.....	53
Anna Michalska , Recovery capacity of the nerve tissue in the central nervous system. Are we able to awaken the brain?	63
Bartosz Muszyński , The Internet of things – a new face of things	69
Bartosz Muszyński , The advances of artificial intelligence: chances and threats	79
Karolina Ruraż , Parasitic plants in the Sandomierz region – unique plants of dry and warm turfs	87
Tomasz Sobala , The impact of unfavourable environmental factors on the condi- tion of beech seedlings growing in different lighting environments	97
Paulina Szaruga , The phenomenon of self-regulation in the natural environment	107
Magdalena Wasik , Obesity and health.....	117
Dorota Wojdyniak , Passive smoking and the health of the family	127
Żaneta Wypych , The use of the biological potential of the brain in rehabilitation	133
Dominika Zaborska , Wind-generated energy in Poland versus other European countries	139
Table of contents of part 1 (Humanistic and Social Sciences).....	149

Wprowadzenie

Tom 26 część 2 Zeszytów Studenckiego Ruchu Naukowego Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach zawiera 15 oryginalnych prac. Autorzy artykułów związani są z trzema ośrodkami naukowymi: z bydgoskim, kieleckim i lubelskim.

Poruszana w opracowaniach problematyka jest bardzo szeroka. Obejmuje między innymi zagadnienia związane z wpływem współczesnych mediów na postrzeganie zwierząt. Uwzględnia także problematykę sztucznej inteligencji. Poza tym zawiera szereg opracowań z dziedziny biologii, fizyki, geografii czy medycyny.

Z tego powodu wyrażam głębokie przekonanie, że niniejszy zeszyt zainteresuje i zainspiruje czytelników do podejmowania nowych twórczych wyzwań naukowych.

Artur Zieliński

Introduction

The 26th (2) volume of „The Papers of Students' Scientific Movement of the Jan Kochanowski University in Kielce” contains 15 original papers. The authors of the articles are affiliated with the universities in Bydgoszcz, Kielce and Lublin.

The range of topics discussed is very broad. The topics encompass, inter alia, aspects connected with the impact of the contemporary media on the perception of animals. The articles also discuss the issue of artificial intelligence. Additionally, the volume contains a number of papers on biology, physics, geography and medicine.

For these reasons, I express my deep conviction that this volume will spur and inspire readers to undertake new and creative academic challenges.

Artur Zieliński



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

EDYTA BISKUPSKA

Studentka I roku fizyki, studia II stopnia
Studenckie Koło Naukowe Kwazar
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
1st year student of physics, MA studies
Students' Scientific Circle Kwazar
The Jan Kochanowski University in Kielce

Budowa i ewolucja galaktyk dyskowych i eliptycznych

The construction and evolution of disc and elliptic galaxies

Summary: Basing on the rich empirical material, drawn from the GAMA project, what was analysed was the shape and colour of two main morphological types of galaxies, disc and elliptical ones. The scope of the research was limited to the objects of the Universe, whose redshift is smaller than 0.5. After introducing a morphological classification of galaxies and their description, the basic physical parameters of these objects were analysed, i.e. their colour and geometrical shape. The two-parametre classification employed differentiated the objects into disc and elliptical galaxies. The research enabled to determine the mutual correlations combining the absolute brightness, colour and Sersic's index. There was shown the simultaneous evolution of colour and shape of the galaxies of both morphological types. It was established that the transformation of disc galaxies into elliptical ones cannot happen without a direct interaction with the combination of these objects of at least two galaxies.

Key words: galaxies, morphology, construction, evolution.

Klasyfikacja morfologiczna i struktura galaktyk dyskowych i eliptycznych

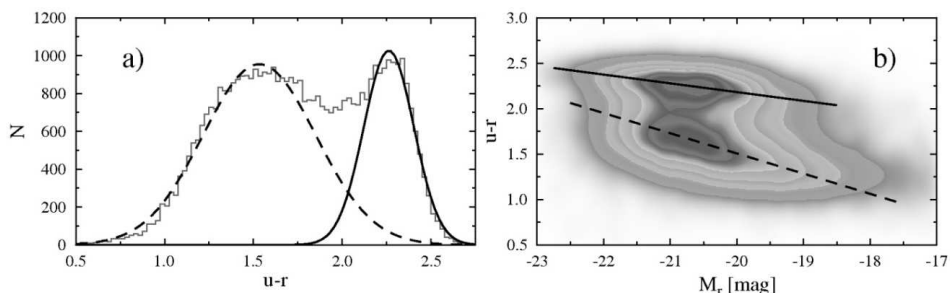
Bazując na obserwowanym rozmieszczeniu gwiazd oraz materii międzygwiazdowej oraz obłoków gazu i pyłu tworzących galaktyki, Hubble wprowadził klasyfikację galaktyk, która całkiem dobrze określa ich wewnętrzną budowę fizyczną. Diagram klasyfikacji galaktyk Hubble'a dzieli je na dwie podstawowe kategorie: galaktyki wcze-

snego i późnego typu morfologicznego¹. Do pierwszej zaliczane są galaktyki eliptyczne (typ E). Natomiast druga to galaktyki dyskowe – symbol S.

Obserwowany kształt galaktyk eliptycznych jest zbliżony do elips. Galaktyki te są zaokrąglone i o gładkim rozkładzie jasności, a izofoty, czyli linie o tej samej jasności, są elipsami o wspólnych osiach symetrii². Są one ponadto spłaszczone przez siłę odśrodkową generowaną przez obrót. Ich barwa wynika z populacji starych gwiazd i determinuje czerwony kolor galaktyk; ponadto galaktyki bardziej czerwone są jaśniejsze. Zawartość zimnego gazu i pyłu w tych obiektach jest niewielka. W zależności od obserwowanego spłaszczenia można wyróżnić obiekty o typach E0-E7. W symbolu En , n określa obserwowane spłaszczenie obiektu.

W przypadku galaktyk dyskowych – ich materia lokalizuje się w dwóch podsystemach: sferoidalnym i dyskowym^{3,4}. W centralnie położonym podsystemie sferoidalnym, typowym dla galaktyk eliptycznych, orbity gwiazd mają wyraźnie izotropowy rozkład ruchu, bez wyróżnionego kierunku. Z kolei podsystem dyskowy, dominujący w większych odległościach od centrum galaktyki, wyróżnia się silnym spłaszczeniem i ruch gwiazd odbywa się po orbitach leżących prawie w samej płaszczyźnie dysku. Ramiona tych obiektów składają się z obłoków zjonizowanego gazu i młodych gwiazd, które nadają galaktykom spiralnym niebieski kolor. Mocniejsza barwa niebieska oznacza efektywniejszy proces formowania gwiazd. Natomiast centralny obszar galaktyk spiralnych jest zdominowany przez gwiazdy bardziej zaawansowane ewolucyjnie, a więc ich kolor przesuwają się ku czerwieni.

Dane obserwacyjne



Rysunek 1. a) Histogram koloru $u - r$ galaktyk z przeglądu GAMA. Linie: przerywana i ciągła pokazują Gaussowski rozkład koloru dla galaktyk dyskowych i eliptycznych. b) Diagram kolor – jasność galaktyk z przeglądu GAMA. Linie ciągła i przerywana pokazują uśrednioną relację dla galaktyk eliptycznych i dyskowych. W tle jest mapa powierzchniowej gęstości rozmieszczenia galaktyk.

¹ E. Hubble, 1926, *ApJ*, 64, s. 321.

² M. Jaroszyński, *Galaktyki i budowa wszechświata*, Warszawa 1993, s. 15-59.

³ Tamże.

⁴ T.D. Oswalt, W.C. Keel, *Planets, Stars and Stellar Systems*, Vol. 6, New York, London, s. 97-117.

W wykonanej analizie wykorzystano dane pochodzące z programu badawczego Galaxy And Mass Assembly GAMA. Program ten bazował na fotometrycznych i spektroskopowych obserwacjach uzyskanych⁵ (SDSS) w Apache Point w Nowym Meksyku, zbieranych od 2000 roku. W realizacji projektu GAMA założono jak najszerze wykorzystanie spektroskopii, w tym wyznaczenie przesunięć ku czerwieni (redshiftów) obiektów o $z < 0,5$ oraz dla słabszych obiektów – redshiftów fotometrycznych. Zakrojone na szeroką skalę badania obiektów z projektu GAMA pozwoliły na poznanie morfologii galaktyk, ich masy gwiazdowej, wieku czy ekstynkcji w galaktykach oraz ewolucji tych obiektów.

Kolor galaktyk

Szczegółowe badanie składu chemicznego galaktyk jest możliwe z wykorzystaniem obserwacji spektroskopowych. Jednak w przypadku obiektów o małej jasności prowadzi to do znacznego wydłużenia obserwacji oraz pociąga za sobą znaczną redukcję objętości zebranych danych. Częściowym rozwiązaniem tego problemu jest wielobarwna fotometria.

W zależności od przyjętego systemu fotometrycznego, np. *UBVRI* lub *ugriz*, kolor galaktyk otrzymany jest jako różnica jasności galaktyk obserwowanych w dwóch różnych filtrach. Na przykład kolor, będący różnicą jasności w ultrafiolecie i w zielonym zakresie widma optycznego, umożliwia oszacowanie rozkładu energii w widmie galaktyk.

Rysunek 1a pokazuje, zaznaczony cienką linią, histogram koloru $u - r$ badanych galaktyk. Już pobieżna analiza histogramu uwidacznia jego bimodalność⁶. Liniami: przerywaną i ciągłą pokazano aproksymację obu części histogramu funkcją Gaussa, dla galaktyk dyskowych i eliptycznych. Cechą charakterystyczną rozkładów jest znacznie większa dyspersja koloru galaktyk dyskowych niż eliptycznych; związana z ewolucją gwiazd tworzących te galaktyki. Obserwacje oraz teoretyczne modele budowy i ewolucji gwiazd pokazują silną zależność ich koloru od temperatury gwiazd, co wyraźnie jest widoczne na diagramie Hertzsprunga-Russella, w związku z czym pomiar koloru odzwierciedla populację gwiazd tworzących galaktyki.

Rysunek 1b pokazuje zależność jasność-kolor otrzymaną dla wszystkich galaktyk z programu badawczego GAMA. Rycina przedstawia gęstość powierzchniową rozmieszczenia jasności absolutnej M_r i koloru $u - r$ analizowanych obiektów zamiast ich położenia. Wyraźnie widać, że poczerwienienie galaktyk obu typów zależy od ich jasności absolutnej M_r i zakres zmian koloru $u - r$ jest ściśle związany z typem morfologicznym galaktyk⁷. Dla galaktyk eliptycznych poczerwienienie to jest słabsze. Obiekty tego typu są zdominowane przez gwiazdy w późnym okresie ich życia, których barwa nieznacznie czerwienieje z czasem. Natomiast w obiektach dyskowych przeważają młode i niebieskie gwiazdy, które mają przed sobą wiele lat życia nim ewolucja zmieni je w stare i czerwone gwiazdy. Skutkuje to znacznie szerszym zakresem zmian barwy $u - r$ tych galaktyk.

⁵ J.E. Gunn, et al., *AJ*, 2006, s. 131, 2332.

⁶ I. Strateva, et al., *AJ*, 2001, s. 122, 1861.

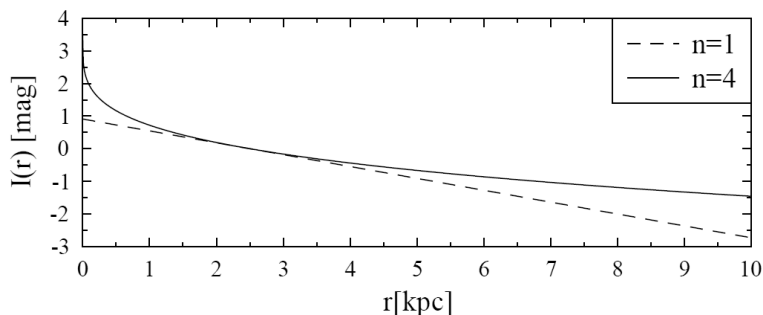
⁷ I.K. Baldry, *ApJ*, 2004, s. 600, 681.

Profil jasności galaktyk

Świecąca materia galaktyk pozwala określić, jak ich jasność maleje w miarę oddalania się od centrum obiektu. Uzyskuje się w ten sposób profil jasności^{8,9}. Przed laty dla galaktyk eliptycznych stosowany był wzór Hubble’a¹⁰ przybliżający rozkład jasności powierzchniowej wzdłuż wielkiej półosi galaktyki. Precyzyjniejsze przybliżenie rozkładu obserwowanej jasności powierzchniowej galaktyk eliptycznych wprowadził de Vaucouleurs¹¹. Obie te zależności nie opisują poprawnie profilu jasności galaktyk dyskowych. Lukę tę wypełnił model Sérsica¹². Mimo że został on wprowadzony do opisu profilu jasności galaktyk eliptycznych, doskonale się sprawdza w przypadku galaktyk dyskowych. Zostało to osiągnięte poprzez wprowadzenie dodatkowego parametru, indeksu Sérsica n , określającego kształt profilu jasności galaktyki. Warto podkreślić, że profil de Vaucouleursa jest szczególnym przypadkiem profilu Sérsica. Równanie Sérsica jest dane wzorem:

$$I(r) = I_e \exp \left\{ -b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{1/n} - 1 \right] \right\} \quad (1)$$

gdzie: r_e jest rozmiarem charakterystycznym galaktyki, określonym tak, by połowa promieniowania obiektu pochodziła z wnętrza obszaru o promieniu r_e . Współczynnik normalizujący b_n jest zależny od wartości indeksu Sérsica, a I_e jest jasnością centralnego obszaru galaktyki. Badania pokazały, że kształt profilu jasności galaktyk eliptycznych jest dobrze aproksymowany wartością $n \approx 4$, natomiast galaktyki spiralne mają $n \approx 1$.



Rysunek 2. Profile Sérsica jasności galaktyk dyskowych $n = 1$ (linia przerywana) i eliptycznych $n = 4$ (linia ciągła), o takiej samej wartości $r_e = 2.5$ kpc.

Rysunek 2 przedstawia porównanie radialnego profilu jasności Sérsica typowych galaktyk eliptycznych (linia ciągła) i dyskowych (linia przerywana). Dla galaktyk eliptycznych przyjęto wartość indeksu Sérsica $n = 4$, natomiast dla dyskowych $n = 1$.

⁸ M. Jaroszyński, *Galaktyki...*, wyd. cyt., s. 15-59.

⁹ H. Mo, F. van der Bosch, S. White, *Galaxy Formation and Evolution*, Cambridge 2010, s. 41-49, 574-617.

¹⁰ Tamże.

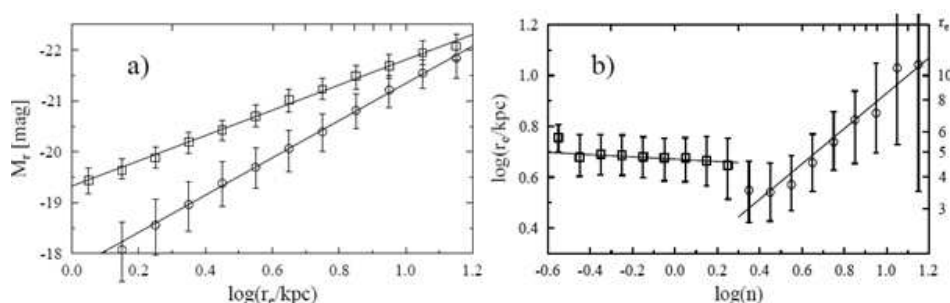
¹¹ Tamże.

¹² J.L. Sérsic, *Bol. Asoc. Arget. Astron.*, 1963, s. 6, 41.

W obu profilach jest taki sam rozmiar charakterystyczny galaktyk $r_e = 2,5$ kpc. Rysunek pokazuje, że jasność galaktyk eliptycznych szybko maleje w okolicy centrum galaktyki. Dla odległości od centrum obiektu większej niż $r_e = 2,5$ kpc, spadek jasności jest znacznie słabszy. Natomiast dla galaktyk dyskowych obserwujemy stałe tempo ich pociemnienia w miarę oddalania się od centrum obiektu.

Własności fizyczne galaktyk dyskowych i eliptycznych

Zależność rozmiaru galaktyk od ich jasności jest wręcz zgodna z intuicją¹³. Spodziewamy się, że większe obiekty będą jaśniejsze, gdyż zawierają więcej gwiazd. W celu sprawdzenia tej zależności wykonano wykres wiążący obie wielkości. Rysunek 3a pokazuje, że jasność absolutna galaktyk wzrasta liniowo wraz ze wzrostem logarytmu ich rozmiaru charakterystycznego r_e . Cechą typową dla galaktyk eliptycznych jest znacznie wolniejsza szybkość wzrostu jasności M_r , gdyż tempo to wynosi około 70% wartości zmian dla galaktyk dyskowych. Ponadto stwierdzono, że dla danego rozmiaru galaktyki, galaktyki eliptyczne mają większą jasność absolutną niż obiekty dyskowe. Przy czym różnica ta maleje wraz ze wzrostem rozmiarów galaktyk i w przypadku obiektów o rozmiarze $r_e \approx 16$ kpc praktycznie zanika. Galaktyki eliptyczne i dyskowe są tak samo jasne.

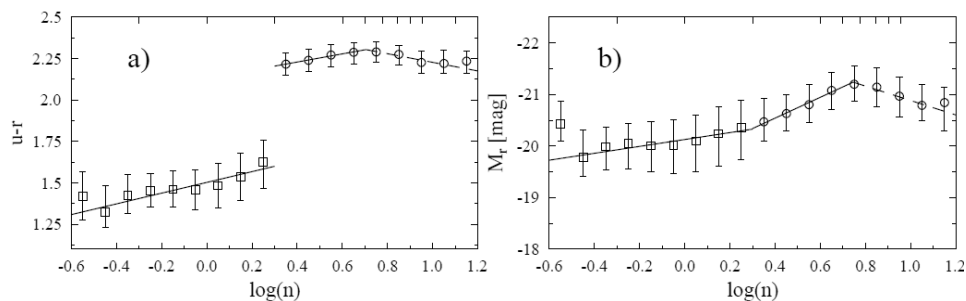


Rysunek 3. a) Zależność rozmiar r_e – jasność absolutna M_r dla galaktyk eliptycznych (kółka) i dyskowych (kwadraty). Dopasowane relacje są przedstawione liniami. b) Relacja rozmiar r_e – kształt n dla galaktyk eliptycznych (kółka) i dyskowych (kwadraty). Dopasowane relacje są przedstawione liniami.

Rysunek 3b pokazuje silny wzrost centralnej koncentracji r_e galaktyk eliptycznych w funkcji indeksu Sęrsica n . Wynika stąd, że w dużych galaktykach eliptycznych jasność powierzchniowa bardzo szybko spada w miarę oddalania się od centrum, co świadczy o drastycznym spadku liczby gwiazd w zewnętrznych obszarach tych obiektów. Sytuacja zmienia się przy przejściu do galaktyk dyskowych. Zależność rozmiar-kształt ma prawie poziomy przebieg. Rozmiar galaktyk tego typu jest niezależny od wartości indeksu Sęrsica. Natomiast niska wartość indeksu Sęrsica zapewnia powolny spadek gęstości świecącej materii wraz z oddaleniem się od centrum obiektu.

¹³ A.W. Graham, R. Guzman, *AJ*, 2003, s. 125, 2936.

Zależność kolor-kształt dla badanej populacji galaktyk dyskowych i eliptycznych jest pokazana na Rys. 4a. Otrzymane wyniki uwidaczniają nieznaczny wzrost wartości koloru $u - r$ wraz z powiększaniem się wartości indeksu Sérsica, który trwa dla galaktyk eliptycznych aż do $n \approx 5$. Stwierdzono, że tempo zmiany koloru $u - r$, poczerwienienia, galaktyk eliptycznych jest o około 40% słabsze niż galaktyk dyskowych. Powyżej tej wartości, wraz ze wzrostem koncentracji tych obiektów, kolor przesuwają się w stronę niebieskiej części widma optycznego, galaktyka nieznacznie „niebieszczeje”, z dalszą przebudową kształtu. Zmiana barwy związana jest z nieznacznie zwiększającą się aktywnością gwiazdotwórczą, co w przypadku galaktyk eliptycznych wymaga dostarczenia obiektowi nowej porcji wodoru. Jednym ze scenariuszy może być akrecja mniejszej galaktyki dyskowej przez macierzystą galaktykę eliptyczną. W wyniku tego procesu następuje wzrost świecącej materii w zewnętrznych regionach galaktyki eliptycznej i skutkujący tym, spadek wartości indeksu Sérsica.



Rysunek 4. a) Zależność kolor $u - r$ od indeksu Sérsica n dla galaktyk eliptycznych (kółka) i dyskowych (kwadraty). Dopasowane relacje są przedstawione liniami. b) Zależność jasność absolutna M_r – indeks Sérsica n dla galaktyk eliptycznych (kółka) i dyskowych (kwadraty). Dopasowane relacje są przedstawione liniami.

Na liniową zależność łączącą jasność absolutną galaktyk eliptycznych z ich kształtem zwrócili uwagę między innymi Joung & Curie (1994)¹⁴ oraz Graham & Guzman (2003)¹⁵. Badana zależność, zwizualizowana na Rys. 4b dla galaktyk eliptycznych wykazuje załamanie przy wartości $n \approx 5.6$. Powyżej tej liczby obserwujemy spadek jasności absolutnej M_r , następujący wraz ze wzrostem koncentracji obiektu. Prócz tego stwierdzamy, że kolor galaktyk przesuwają się w stronę barwy niebieskiej, wskazując na zainicjowanie procesów gwiazdotwórczych. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem tej sytuacji jest zderzenie się galaktyki eliptycznej z dyskową.

Galaktyczny kanibalizm

Galaktyki we Wszechświecie nie są samotne^{16,17,18} i często mają jednego lub wielu sąsiadów. W wyniku grawitacyjnego oddziaływania galaktyk dochodzi do ich zderzeń, a siły

¹⁴ C.K. Young, M.J. Currie, *MNRAS*, 1994, L11, s. 268.

¹⁵ A.W. Graham, R. Guzman, *AJ*, wyd. cyt., s. 125, 2936.

¹⁶ M. Jaroszyński, *Galaktyki...*, wyd. cyt., s. 15-59.

plywowe oraz tarcie hydrodynamiczne prowadzą do rozerwania obiektów. W przypadku zderzających się galaktyk dodatkowym czynnikiem, który należy brać pod uwagę, jest ich „luźna” budowa. W wyniku zderzenia galaktyk gwiazdy każdej z nich ze względu na małe rozmiary w stosunku do ich wzajemnych odległości bardzo rzadko ulegają zderzeniu. Jednak ruch orbitalny gwiazd zostaje zaburzony. Natomiast znacznie większe rozmiary liniowe obłoków gazu, występujących w galaktykach dyskowych, zderzają się, co może skutkować ich wymieceniem z wnętrza galaktyk. Galaktyka pozbawiona znacznej ilości obłoków wodoru staje się martwa. Zanikają w niej procesy gwiazdotwórcze.

W przypadku dużych różnic mas obu galaktyk większa z nich pochłania mniejszą i wzbogaca się o jej gwiazdy i gaz. Otrzymując nową porcję obłoków wodoru wzmacnia swą aktywność gwiazdotwórczą. Młode gwiazdy sprawiają, że kolor galaktyki staje się bardziej niebieski. W wyniku procesów dynamicznych zlewają się też jądra obu obiektów, prowadząc do powiększenia bardziej masywnego składnika oraz wzrostu centralnej koncentracji galaktyki, opisaney przez indeks Sérsica, którego wartość rośnie. Zderzenie dwóch galaktyk eliptycznych, pozbawionych obłoków gazowych, skutkuje przebudową rozkładu orbit gwiazd i prowadzi do powiększenia jądra bardziej masywnego obiektu. I tym razem wartość indeksu Sérsica rośnie. Natomiast wypadkowa barwa galaktyki praktycznie nie ulega zmianie.

Rysunek 5 pokazuje wyniki numerycznych symulacji zderzenia się dwóch galaktyk dyskowych o stosunku mas 2,3: 1 wykonane przez Cox et al.¹⁹ Linia przerywana wskazuje orbitę mniejszej z nich, a w lewym górnym rogu jest pokazany czas poszczególnych „klatek” symulacji. Widzimy, że proces kanibalizmu jest bardzo szybki – trwa około 2 mld lat. Po tym czasie gwiazdy mniejszego obiektu prawie całkowicie rozproszyły się w większej galaktyce, a jądra galaktyk się złąły. Jednak proces kanibalizmu nie zakończył się. Procesy dynamiczne przemieszczają materię wewnątrz większej galaktyki rozbudowując jej jądro, ale podstawowa struktura jest prawie zachowana. Współczesne teorie budowy i ewolucji galaktyk eliptycznych przyjmują, że ich większość uformowała się w wyniku połączenia mniejszych obiektów^{20,21}.

Badania teoretyczne i symulacje komputerowe dowodzą, że najbardziej masywne galaktyki eliptyczne musiały powstać w wyniku kanibalizmu nawet 6 różnych, mniejszych galaktyk^{22,23}.

Ewolucja galaktyk

Różnice w wyglądzie galaktyk spiralnych i eliptycznych są związane z innymi drogami ewolucji^{24,25}. Ewolucja galaktyk została zbadana poprzez określenie zmian ich wartości indeksu Sérsica n oraz koloru $u - r$ w funkcji przesunięcia ku czerwieni. Ry-

¹⁷ E. Rybka, *Astronomia ogólna*, Warszawa 1983, s. 15, 485-495.

¹⁸ H. Shu Frank, *Galaktyki gwiazdy życie. Fizyka wszechświata*, Warszawa 2003, s. 236-377.

¹⁹ T.J. Cox, et al., *MNRAS*, 2008, s. 384, 386.

²⁰ T.D. Oswalt, W.C. Keel, *Planets...*, wyd. cyt., s. 97-117.

²¹ G. Smoot, K. Davidson, *Narodziny galaktyk*, Warszawa 1996, s. 201-211, 232.

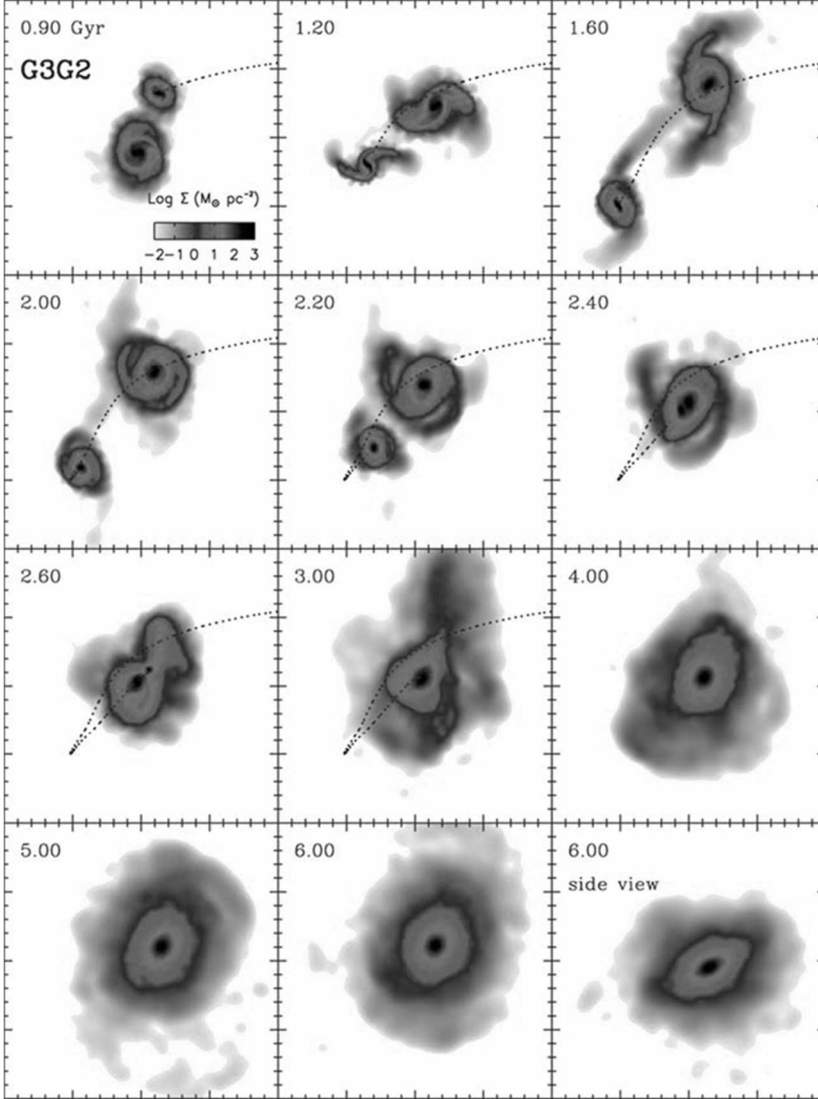
²² G. De Lucia, et al., *MNRAS*, 2006, s. 366, 499.

²³ A. Dressler, *Podróż do Wielkiego Atraktora*, Poznań 1996, s. 61-69, 75-90.

²⁴ G. Bertin, *Dynamics of Galaxies*, New York 2014, s. 11, 103, 301-389.

²⁵ T.D. Oswalt, W.C. Keel, *Planets...*, wyd. cyt., s. 97-117.

sunek 6 pokazuje wspólną ewolucję koloru oraz indeksu Sérsica n galaktyk eliptycznych i dyskowych, od przesunięcia ku czerwieni $z = 0,5$ do 0. Punkty oznaczają medianę wartości koloru galaktyk i logarytmu indeksu Sérsica w każdym z binów redshiftu.

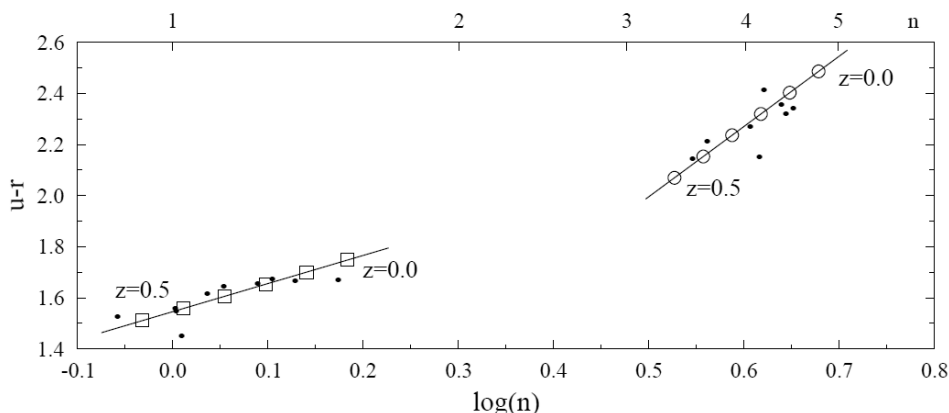


Rysunek 5. Kanibalizm dwóch galaktyk o stosunku mas 2,3: 1²⁶. Kolorami oznaczono gęstość powierzchniową gwiazd, a linia przerywana wskazuje orbitę środka masy mniejszej galaktyki. Źródło: T.J. Cox, et. al. *MNRAS*, 2008, s. 384, 386.

²⁶ T.J. Cox, et al., *MNRAS*, wyd. cyt., s. 384, 386.

Na rysunku zaznaczone są wartości przesunięć ku czerwieni odpowiadające różnym punktom otrzymanych relacji. Linie ciągłe odpowiadają otrzymanym relacjom przy założeniu ich liniowej zależności dla galaktyk dyskowych oznaczonych kwadratami i eliptycznych oznaczonych kółkami.

Ewolucja koloru $u - r$. Z otrzymanych wyników można wyciągnąć interesujące wnioski dotyczące chemicznej budowy i ewolucji galaktyk. W zakresie redshiftu od $z = 0,5$ do 0, kolor $u - r$ galaktyk dyskowych zmienia się o 0,24 mag, a eliptycznych o 0,41 mag. Widać więc większą szybkość poczerwienienia galaktyk eliptycznych niż dyskowych, w tym samym zakresie redshiftów. Obserwowane pogłębienie czerwieni dość precyzyjnie uwidacznia populacje zaawansowanych ewolucyjnie mało- i średniomasywnych gwiazd dominujących w obiekcie. Ponieważ galaktyki eliptyczne są prawie pozbawione obłoków gazu, z których mogłyby powstawać gwiazdy, ich jedynym kierunkiem zmiany barwy jest szybkie podążanie za widmem ewoluujących gwiazd typu K i M.



Rysunek 6. Ewolucja koloru $u - r$ oraz indeksu Sérsica n galaktyk eliptycznych (kółka) i dyskowych (kwadraty), pokazano również wartości przesunięć ku czerwieni z .

Zupełnie inna sytuacja jest w galaktykach dyskowych. Spokojna ewolucja gwiazd, podobnych do naszego Słońca, skutkuje powolnym poczerwienieniem tych obiektów. Jednak obiekty te są bogate w wodorowe obłoki, z których powstają kolejne pokolenia młodych gwiazd, a te z kolei są koloru niebieskiego. Ich niebieska barwa „neutralizuje” czerwień starych gwiazd. Efektem tego procesu jest wolniejsza zmiana w kierunku dłuższych fal widma optycznego, wypadkowej barwy całej galaktyki.

Charakterystyczną, i ilościowo mierzalną, cechą odróżniającą ewolucję galaktyk eliptycznych od dyskowych jest nachylenie relacji $u - r = f(\log(n))$ pokazanej na Rys. 6 kółkami i kwadratami. Mierzac nachylenie przedstawionych prostych, dostajemy znacznie szybszą zmianę barwy galaktyk eliptycznych, dla których wynosi ona 1,8, podczas gdy dla galaktyk dyskowych wartość ta jest ponad dwukrotnie mniejsza i jest równa 0,88. Potwierdza to, że zmiany składu chemicznego galaktyk przebiegają szybko, a inercja masy całej galaktyki sprawia, że jej kształt znacznie wolniej podąża za nimi.

Rysunek 6 daje jeszcze jedną interesującą informację. W całym zakresie badanych przesunięć ku czerwieni, barwy oraz kształty galaktyk dyskowych i eliptycznych znacznie się różnią. Dodatkowo nie ma śladu wskazującego na możliwą ścieżkę transformacji galaktyki dyskowej w eliptyczną. W związku z tym, najbardziej prawdopodobną drogą prowadzącą do takiego przejścia są gwałtowne procesy wykraczające poza fizykę izolowanego obiektu. Niezbędna jest interwencja z zewnątrz, a taką jest silne oddziaływanie z inną galaktyką, prowadzące do połączenia się galaktyk włącznie.

Ewolucja kształtu galaktyk. Rysunek 6 pokazuje silną ewolucję indeksu Sérsica galaktyk obu typów morfologicznych, która polega na wzroście jego wartości w miarę starzenia się obiektów. Bliższa analiza tego zjawiska uwypukla znaczne różnice w ewolucyjnych zmianach kształtu galaktyk dyskowych i eliptycznych.

Analiza profili jasności galaktyk, w oparciu o wartości indeksu Sérsica zamieszczonych na Rys. 6, pokazuje, że z upływem czasu następuje wzrost jasności centralnego, $r < r_e$, obszaru galaktyki dyskowej i w badanym zakresie redshiftu osiąga on około 0,5 mag. Pojaśnienie jądra jest okupione szybszym spadkiem jego jasności powierzchniowej, w funkcji odległości od centrum. Również w częściach zewnętrznych galaktyki dyskowej, $r > r_e$ obserwujemy pojaśnienie galaktyki. Tym razem jasność bliskich galaktyk, $z \approx 0$, spada wolniej wraz ze wzrostem odległości od centrum obiektu, niż ma to miejsce w przypadku galaktyk odległych (co wskazuje na większą liczbę gwiazd w tym obszarze).

Natomiast ewolucyjne zmiany kształtu profilu jasnych galaktyk eliptycznych przebiegają nieco innym torem niż dyskowych. Stwierdzono wzrost wartości indeksu Sérsica od $n = 3,4$ przy $z = 0,5$ do $n = 4,8$ dla $z = 0$. Powoduje on prawie trzykrotny wzrost, o $\sim 1,2$ mag, wzrost jasności centralnej części jądra, $r < 0,2r_e$, galaktyki. W pozostałym zakresie odległości od środka galaktyki widać bardzo słaby, rzędu kilku dziesiątych magnitudy, wzrost jasności. Takie ewolucyjne zmiany profilu jasności powierzchniowej obiektu świadczą o nieznacznej migracji materii w kierunku jego centralnych części. Natomiast minimalny wzrost jasności w częściach zewnętrznych galaktyki wskazuje na resztkową aktywność gwiazdotwórczą.

Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań galaktyk dyskowych i eliptycznych, o przesunięciu ku czerwieni mniejszym niż $z = 0,5$, stwierdzono, iż dla galaktyk eliptycznych ich rozmiar silnie rośnie wraz z powiększaniem się centralnego obszaru gwiazd w obiekcie, mają one większą jasność absolutną niż galaktyki dyskowe, a ich jasność absolutna szybciej wzrasta z ich rozmiarem. Natomiast dla galaktyk dyskowych wzrost centralnej koncentracji jest stowarzyszony z silnym i monotonicznym wzrostem koloru galaktyk. Zaobserwowano tutaj także znacznie szybszą ewolucję składu chemicznego niż kształtu, jak również wzrost aktywności gwiazdotwórczej w zewnętrznych obszarach dysku.

Ponadto w pracy pokazano, że dysponując tylko kilkoma podstawowymi parametrami fizycznymi galaktyk i dokonując prostej ich analizy, można otrzymać wartościowe wyniki naukowe.

Bibliografia

- Baldry I.K., *ApJ*, 2004, s. 600, 681.
- Bertin G., *Dynamics of Galaxies*, New York 2014, s. 11, 103, 301-389.
- Cox T.J., et al., *MNRAS*, 2008, s. 384, 386.
- De Lucia G., et al., *MNRAS*, 2006, s. 366, 499.
- Dressler A., *Podróż do Wielkiego Atraktora*, Poznań 1996, s. 61-69, 75-90.
- Graham, A.W., Guzman R., *AJ*, 2003, s. 125, 2936.
- Gunn J.E., et al., *AJ*, 2006, s. 131, 2332.
- Hubble E., *ApJ*, 1926, s. 64, 321.
- Jaroszyński M., *Galaktyki i budowa wszechświata*, Warszawa 1993, s. 15-59.
- Joung C.K., Currie M.J., *MNRAS*, 1994, L11, s. 268.
- Mo H., Bosch F. van der, White S., *Galaxy Formation and Evolution*, Cambridge 2010, s. 41-49, 574-617.
- Oswalt T.D., Keel W.C., *Planets, Stars and Stellar Systems*, Vol. 6, New York, London, s. 97-117.
- Rybka E., *Astronomia ogólna*, Warszawa 1983, 15, s. 485-495.
- Sérsic J.L., *Bol. Asoc. Arget. Astron.*, 1963, s. 6, 41.
- Shu Frank H., *Galaktyki gwiazdy życie. Fizyka wszechświata*, Warszawa 2003, s. 236-377.
- Smoot G., Davidson K., *Narodziny galaktyk*, Warszawa 1996, s. 201-211, 232.
- Strateva I., et al., *AJ*, 2001, s. 122, 1861.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

KAROLINA FULARCZYK

Student I roku geografii, studia stacjonarne 2 stopnia
Studenckie Koło Naukowe Geomorfologów „Złoty Bażant”
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
1st year student of geography, MA day studies
Students' Scientific Circle “Złoty Bażant”
The Jan Kochanowski University in Kielce

Zmiany biegu ujściowego odcinka Krasnej na podstawie danych kartograficznych

The changes of the course of the estuary of the Krasna River, based on cartographic data

Summary: This paper investigates the changes in the course of the estuary of the Krasna River in the area of Wąsosz on the border of Końskie and Stąporków. To this end, there were used historical maps, encompassing the period from the end of the 18th century till the contemporary times. What is discernible is the change of the course of the estuary of the Krasna River, caused by the economic activity of human beings.

Key words: old maps, changes in the course of the river, the Krasna River, the Opoczyńskie Highlands, 19th-20th centuries.

Lokalizacja obszaru badań

Ujściowy odcinek Krasnej, w podziale fizyczno-geograficznym, położony jest w granicach mezoregionu Wzgórza Opoczyńskie wchodzącego w skład Wyżyny Małopolskiej¹. W podziale administracyjnym jest to obszar pogranicza gminy Końskie i Stąporków (w powiecie koneckim województwa świętokrzyskiego). Analizą objęto około 20 km² powierzchni terenu.

¹ J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

Obszar badań położony jest w północno-zachodniej części obniżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich². W podłożu zalegają osady jury dolnej – piaskowce i mułowce z wkładkami ilów³. Utwory te przykrywają osady czwartorzędowe o miąższości około 40 m, związane głównie z pobytem lądolodów skandynawskich⁴. Są to: gliny zwałowe, piaski wodnolodowcowe, iły i mułki zastoiskowe oraz piaski rzeczne.

Rzeźba obszaru badań i jego sąsiedztwa charakteryzuje się występowaniem niewielkich grzbietów o kierunku przebiegu północny-zachód – południowy-wschód, wykształconych na piaskowcach dolnojurańskich oraz leżących między nimi zakłębłości, wysłanych osadami plejstocenu⁵.

Zarys problemu

Jednym z elementów środowiska przyrodniczego, poddanego niezwykle silnej ingerencji człowieka, są wody powierzchniowe, a wśród nich rzeki. Koryta cieków i rzek Gór Świętokrzyskich często były antropogenicznie przekształcane, a w tym regulowane z powodów gospodarczych⁶. Zabiegi dotyczyły budowania infrastruktury technicznej czy poprowadzenia biegu koryt rzek tak, by z płynącej wody czerpać jak najwięcej korzyści⁷. Podobnie było w dolinie Krasnej w okolicach Wąsosz, Duraczowa czy Błotnicy, gdzie zlokalizowane były kuźnie żelaza napędzane młynami wodnymi.

Cel i metody

Celem pracy jest przedstawienie zmian przebiegu koryta Krasnej w ujściowym odcinku na podstawie analizy map z Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) oraz prywatnych zbiorów udostępnionych w Internecie. Obejmują one okres od końca XVIII do końca XX wieku (Mapy archiwalne Polski i Europy Środkowej <http://igrek.amzp.pl/>). Aby osiągnąć wyznaczony cel, mapy zgeneralizowano i ujednolicono ich skalę oraz poddano analizie porównawczej.

Wyniki badań

Najstarsza mapa z 1791 roku pokazuje, że Krasna tuż przed ujściem do Czarnej skręcała gwałtownie na zachód, a przy jej ujściu zlokalizowany był zbiornik wodny z młynem (Rys. 1). Kolejne dwie mapy, jedna z początku XIX wieku, a druga z 1859 roku, pokazują, że na Krasnej tuż przed ujściem oraz przy samym ujściu do Czarnej, zlokalizowane były zbiorniki wodne (Rys. 2 i Rys. 3).

² I. Jurkiewicz, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000*, Instytut Geologiczny, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1968.

³ P. Filonowicz, *Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Kielce (58). Wyd. B – mapa bez utworów czwartorzędowych*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.

⁴ S. Gilewska, *Wyziny Śląsko-Małopolskie*, [w:] M. Klimaszewski (red.), *Geomorfologia Polski*, t. 1, PWN, Warszawa 1972, s. 3.

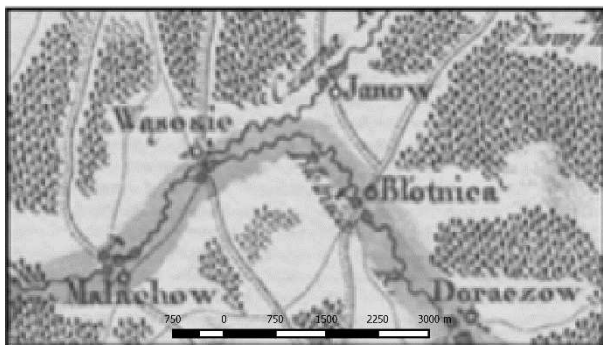
⁵ J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

⁶ P. Przepióra, M. Frączek, G. Król, *Anthropogenic changes of Kamionka valley based on cartographic and historical sources*, Geoarchaeology of river valley, ed. T. Kalicki, J. Krupa, Kielce-Suchedniów 2013.

⁷ R. Kubicki, W. Saletra (red.), *Hutnictwo i górnictwo w regionie świętokrzyskim – do Księstwa Warszawskiego*, „Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae”, Rok 17, Nr 2, Kielce 2013.

Mapa z 1913 roku pokazuje zbiornik wodny na zakręcie rzeki w kierunku zachodnim tuż przed jej połączeniem z Czarną (Rys. 4). Dwa lata później Krasna przed ujściem rozgałęziała się i wpadała do Czarnej w dwóch miejscach (Rys. 5). Taki układ biegu koryta tej rzeki utrzymał się w 1938, 1940 i jeszcze w 1944 roku (Rys. 6, Rys. 7 i Rys. 8).

Pod koniec XX wieku w ujściowym odcinku Krasnej nie było żadnych zbiorników wodnych ani młynów, a jej bieg był podobny do tego z końca XVIII wieku (Rys. 9).



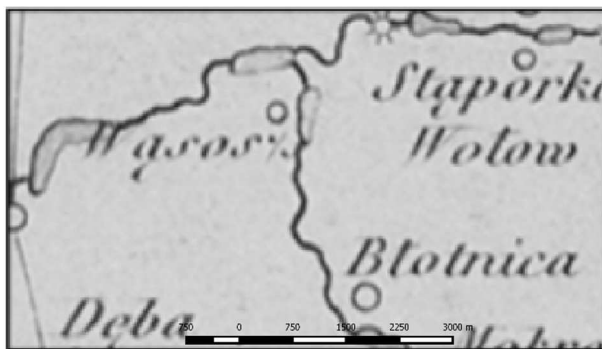
Rysunek 1. Szczególna mapa Województwa Sandomierskiego, K. de Perthées, 1791

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>.



Rysunek 2. Fragment Carte von West-Gallizien, Meyer von Heldensfeld, 1808

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



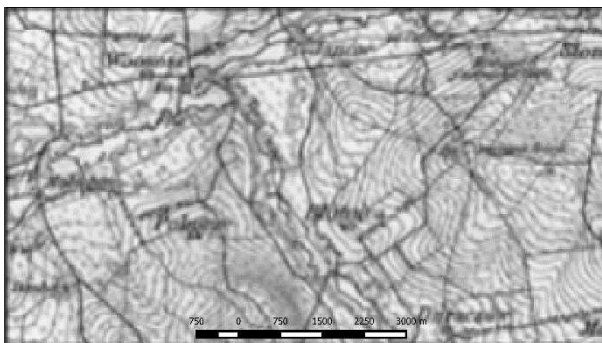
Rysunek 3. Fragment Karty dawnej Polski, W. Chrzanowski, 1859

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



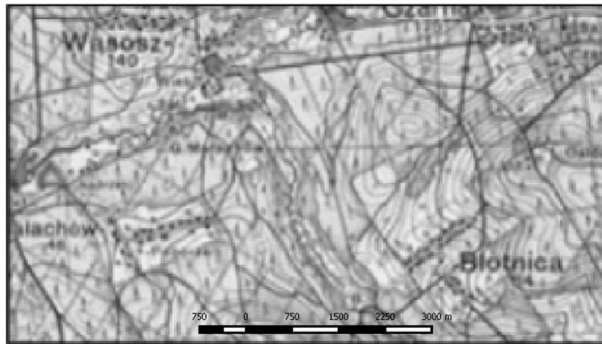
Rysunek 4. Fragment Generalkarte von Mitteleuropa, 1913

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



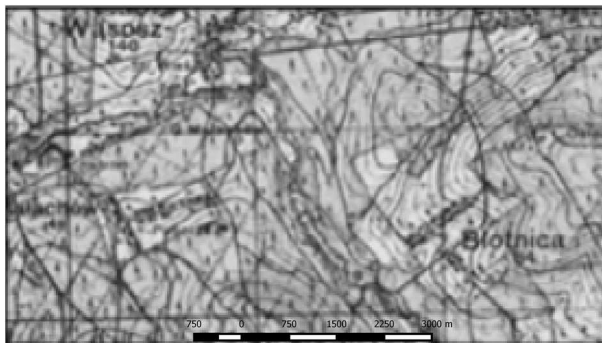
Rysunek 5. Fragment Karte des Westlichen Russlands, 1915

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



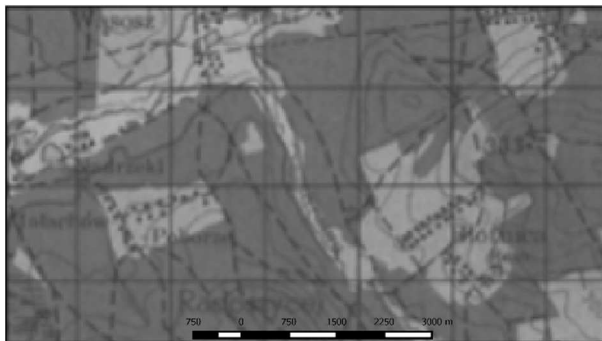
Rysunek 6. Fragment Mapy Taktycznej Polski, 1938

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



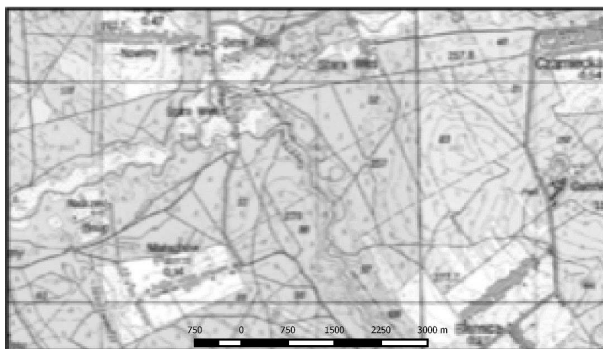
Rysunek 7. Karte des Deutschen Reiches, 1940

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



Rysunek 8. Germany, Poland, Middle Danube, 1944

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>



Rysunek 9. Mapa topograficzna, Układ 1992, 1994

Źródło: <http://igrek.amzp.pl/>

Zmiany przebiegu koryta

Zaobserwowane zmiany przebiegu koryta Krasnej, jak i budowane zbiorniki miały miejsce w obrębie tarasu holoceniowego, równi zalewowej⁸. Ma to swoje uzasadnienie w sensie hydrologicznym. Ponad dnem doliny wznosi się poziom piaszczysty z okresu zlodowaceń północnopolskich teras nadzalewowych. Jest on suchy miejscami z pokrywą piasków eolicznych. Wszelkie zmiany w stosunki wodne, gdyby miały objąć ten poziom, oznaczałyby znacznie większą ingerencję w otoczenie, a przez to mniej opłacalne.

Podsumowanie

Na podstawie analizy map stwierdzono, że ujście Krasnej kilkakrotnie zmieniał się. Było to spowodowane działalnością gospodarczą człowieka. Ludzie budowali zapory, zbiorniki wodne i młyny po, to by czerpać z wody płynącej i stojącej jak najwięcej korzyści. Być może zbiorniki pełniły też rodzaj zabezpieczeń przed podtopieniem lub powodzią.

Bibliografia

- Fajkosz A., *Wczoraj i dziś stąporkowskich odlewni*, CzZG, ZP Kielce, Stąporków 1978.
- Filonowicz P., *Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Kielce (58). Wyd. B – mapa bez utworów czwartorzędowych*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.
- Gilewska S., *Wyżyny Śląsko-Małopolskie* [w:] Klimaszewski M. (red.), *Geomorfologia Polski*, t. 1., PWN, Warszawa 1972.
- Jurkiewicz I., *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Radoszyce (777)*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1967.
- Jurkiewicz I., *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000*, Instytut Geologiczny, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1968.

⁸ I. Jurkiewicz, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Radoszyce (777)*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1967.

- Kondracki J., *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- Kubicki R., Saletra W. (red.), *Hutnictwo i górnictwo w Regionie Świętokrzyskim – do Księstwa Warszawskiego*, Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae, Rok 17, Nr 2, Kielce 2013.
- Mapy archiwalne Polski i Europy Środkowej*, <http://igrek.amzp.pl/>.
- Przepióra P., Frączek M., Król G., *Anthropogenic changes of Kamionka valley based on cartographic and historical sources*, Geoarchaeology of river valley, ed. Kalicki T., Krupa J., Kielce-Suchedniów 2013.



MAGDALENA GRABKA

Studentka II roku fizjoterapii, studia I stopnia
Studenckie Koło Naukowe MEDYK
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
2nd year student of physiotherapy, 1st degree studies
Students' Scientific Circle MEDYK
The Jan Kochanowski University in Kielce

**Granice kontaktu cielesnego w relacji
fizjoterapeuta – pacjent**

**The limits of physical contact between
a physiotherapist and a patient**

Summary: The relation physiotherapist-patient is a peculiar type of contact. It involves breaking socio-cultural norms and borders. Certain therapies require a close physical contact between the physiotherapist and the patient. Such contact is multi-faceted, i.e. it is psychological, physical and social. The goal of this article is to describe how a physiotherapist should behave so as not to destroy his or her patient's comfort during physical contact. The methodological tool employed in this study was a review of content. Good interpersonal communication in the relation physiotherapist-patient has a big impact on the patient's interpretation of touch, used as a method of treatment in physiotherapy. Trusting a physiotherapist makes the patient accept physical contact during his or her examination and rehabilitation.

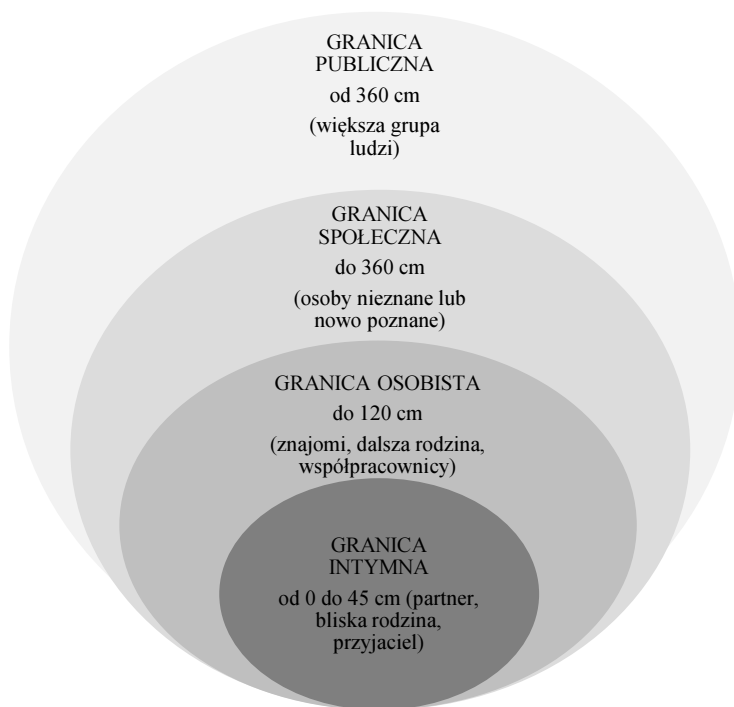
Key words: physiotherapist, manual work, attitudes, ethical norms.

Wstęp

Relacja fizjoterapeuta – pacjent jest specyficznym rodzajem kontaktu. Podczas niektórych procedur terapeutycznych wymagany jest bliski kontakt fizyczny fizjoterapeuty z pacjentem. W relacji tej dochodzi do kontaktu na płaszczyźnie psychicznej i społecznej.

Każdy człowiek posiada tzw. granicę – minimalną odległość, na jaką inni ludzie mogą się zbliżyć, aby nie zaburzyć poczucia komfortu danej osoby. Dystanse społeczne jako pierwszy zdefiniował etolog Edward Hall¹.

¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Dystanse_personalne



Rysunek 1. Dystanse przestrzenne człowieka

Źródło: opracowanie własne (na podstawie: https://pl.wikipedia.org/wiki/Dystanse_personalne)

W niektórych okolicznościach granice te zacierają się (np. imprezy masowe, sport) lub mają inny wymiar. Osoba, której granice zostały naruszone, traci poczucie komfortu, czuje niepewność i agresję, zaczyna szukać możliwości odsunięcia się na bezpieczną dla siebie odległość.

Dotyk podczas terapii

Dotyk jest różnie interpretowany przez ludzi. Normy akceptowalności kontaktu fizycznego zmieniały się z biegiem czasu. Współcześnie są inne niż były kiedyś. Znaczenie ma tu także odmiennność kulturowa. Dotyk może być różnie odbierany także wewnątrz jednego społeczeństwa. Mają na to wpływ poglądy religijne, przekonania, wychowanie danej osoby. Każda jednostka ma inną przestrzeń osobistą.

Pacjenci mogą różnie (negatywnie lub nazbyt pozytywnie) zinterpretować dotyk ze strony terapeuty. Mogą go odebrać zupełnie odmiennie od intencji terapeuty. Może to mieć poważne konsekwencje dla fizjoterapeuty – zaważyć na jego rozwoju zawodowym bądź skutkować nawet problemami natury prawnej i pociągnięciem do odpowiedzialności przed sądem. Dlatego musi on zachowywać szczególną ostrożność podczas kontaktu fizycznego. Jest zobowiązany informować pacjenta o swoich zamiarach, tłumaczyć na czym będzie polegać zabieg i uzasadniać potrzebę dotyku podczas terapii.

Szczególnie ważna jest prawidłowa komunikacja, która pozwoli pacjentowi czuć się dobrze i zwiększy jego zaufanie do terapeuty².

Na to, aby pacjent czuł się komfortowo podczas terapii, wpływa kilka czynników:

- zaufanie do fizjoterapeuty,
- dobra komunikacja z personelem medycznym (personel, który współuczestniczy w obecnej terapii pacjenta wraz z fizjoterapeutą),
- dobre relacje z personelem medycznym w przeszłości,
- omówienie przez terapeutę wykonywanych procedur i uzasadnienie ich potrzeby.

Zaufanie

Zaufanie jest bardzo ważnym elementem relacji pacjenta z fizjoterapeutą. Wpływa na jakość terapii, lepszy stan psychiczny i poczucie bezpieczeństwa pacjenta³. Zaufanie towarzyszy sytuacjom niepewnym i ryzykownym⁴. Pacjent jest w pewien sposób zależny od fizjoterapeuty. Powierza mu swoje zdrowie. Nie może dostać gwarancji na pozytywny rezultat terapii. Im fizjoterapeuta posiada wyższe wykształcenie, większą wiedzę zdobytą w toku kształcenia, dłuższy okres przebycia praktyki zawodowej, tym pacjent jest co do niego bardziej ufny. Zaufanie do danego fizjoterapeuty może skutkować po upływie czasu zaufaniem do placówki, w której pracuje. Może również występować przeciwne zjawisko – zaufanie instytucjonalne do danej placówki będzie skutkować podejszciami do konkretnego fizjoterapeuty⁵.



Rysunek 2. Koncepcja zaufania w relacji fizjoterapeuta – pacjent

Źródło: K. Krot, I. Rutawska, *Koncepcja zaufania...*, wyd. cyt., s. 381-393.

² A. Raniszewska-Wyrwa, *Etyka dotyku. Aspekty etyczne wykorzystywania dotyku w praktykach terapeutycznych*, Studia Philosophiae Christianae UKSW 50(2), 2014, s. 85-104.

³ K. Krot, I. Rutawska, *Koncepcja zaufania w relacji lekarz-pacjent w świetle badań jakościowych*, Polityki Europejskie, Finanse i Marketing, 10 (59), 2013, s. 381-393.

⁴ K. Krot, *Właściwości i struktura zaufania opartego na kompetencjach w relacji lekarz-pacjent*, Przedsiębiorczość i Zarządzanie, SAN, tom XIV, zeszyt 13, część III, 125-138. <http://piz.san.edu.pl/> [dostęp: 10.03.2017 r.].

⁵ K. Krot, I. Rutawska, *Koncepcja zaufania...*, wyd. cyt., s. 381-393.

Komunikacja z pacjentem

Fizjoterapeuta w kontakcie z pacjentem powinien mówić w sposób zrozumiały, nie używać żargonu medycznego, dostosować do danej osoby zasób przekazywanej informacji, słuchać pacjenta, udzielać odpowiedzi na jego pytania i nie lekceważyć jego obaw. Należy stosować się do zasad komunikacji interpersonalnej i zwracać uwagę, aby komunikat był wolny od barier.

Komunikacja jest potrzebna do przekazywania informacji, wyrażania emocji, dzielenia się swoim zdaniem na dany temat, przedstawiania stanu pożądanego, motywowania (krytyka, pochwała, informacja zwrotna). Do aktu komunikacji potrzebne jest wystąpienie czynników: nadawca komunikatu, kodowanie komunikatu, rodzaj przekazu (komunikacja ustna, pisemna, wizualna), dekodowanie – przekształcenie komunikatu na zrozumiałą formę, odbiorca – adresat komunikatu, sprzężenie zwrotne – informacja zwrotna o zrozumieniu przekazu⁶.



Rysunek 3. Proces komunikacji

Źródło: M. Bożek, *Komunikacja Interpersonalna*, Studencki Serwis Rozwoju.

Do zaistnienia procesu komunikacji dojdzie wyłącznie wtedy, jeżeli spełnione zostaną odpowiednie warunki. Komunikat będzie przeznaczony dla danego odbiorcy – spersonalizowany. Będzie podany w języku, który obie strony dobrze rozumieją. Odbiorca komunikatu zrozumie jego przekaz.

Model komunikacji dwustronnej:

- skuteczny nośnik tej informacji,
- informacja przeznaczona dla konkretnego odbiorcy,
- język zrozumiały dla obu komunikujących się stron,
- komunikat spotka się z odbiorem,
- przekaz wolny od czynników zewnętrznych.

Podczas komunikacji może dojść do wystąpienia barier. Bariery komunikacyjne to wszystko to co zakłóca efektywne porozumienie pomiędzy nadawcą a odbiorcą komunikatu. Mogą one wynikać z nieprawidłowości popełnianych przez jedną lub drugą ze stron komunikacji. Wyróżnia się dwie grupy barier komunikacji. Pierwsza z nich to bariery oparte na charakterze psychicznym i fizycznym, natomiast druga to bariery

⁶ M. Bożek, *Komunikacja Interpersonalna*, Studencki Serwis Rozwoju.

wewnętrzne (wynikają z zakłóceń w odbiorze komunikatu lub są wynikiem problemów z zaufaniem lub emocji danej osoby)⁷.

Najważniejsze bariery komunikacji interpersonalnej:

- różnice w postrzeganiu,
- różnice językowe,
- niezgodność komunikatów,
- brak wiarygodności nadawcy,
- emocje,
- przeciążenie informacyjne,
- brak kooperacji ze strony partnera⁸.

Bardzo ważnym elementem komunikacji jest komunikacja niewerbalna. Według S.P. Morreale komunikacja niewerbalna „dotyczy wszystkich ludzkich zachowań postaw i obiektów innych niż słowa, które komunikują wiadomości i posiadają wspólne społeczne znaczenie. Obejmuje wygląd fizyczny, ruch ciała, gesty, wyraz twarzy, ruch oczu, dotyk, głos oraz sposób wykorzystywania czasu i miejsca w komunikowaniu się. Nie zawiera jednak gestów, które zawierają słowa, takich jak język migowy, ani słów pisanych lub przekazywanych elektronicznie”⁹. Komunikacja niewerbalna wspomaga werbalną. Powoduje, że kontakt jest bardziej zrozumiały i jasny. Pozwala też zmniejszyć dystans rozmówców i buduje przyjazną relację między nimi.

Kontakt wzrokowy jest jednym ze sposobów wchodzenia w interakcję. Jeżeli rozmówca unika kontaktu wzrokowego, jest obdarzany nieufnością, podejrzliwością. Dlatego fizjoterapeuta powinien utrzymać kontakt wzrokowy podczas rozmowy z pacjentem. To sprawi, że stanie się w odczuciach pacjenta bardziej wiarygodny. Utrzymując kontakt wzrokowy, należy wybrać jedno oko, na którym skupia się uwagę. Co jakiś czas można spojrzeć w innym kierunku, ponieważ nieustanne patrzeć w oczy rozmówcy może zostać z kolei odebrane jako coś nienaturalnego¹⁰.

Podsumowanie

Dotyk stanowi podstawowe narzędzie fizjoterapeuty¹¹. Fizjoterapeuta musi posiadać odpowiednie wykształcenie. Tłumaczyć pacjentowi, co zamierza zrobić, jak będzie wyglądać badanie, dlaczego musi go dotknąć. Musi wiedzieć, jak należy komunikować się z pacjentem. Dobra komunikacja interpersonalna w relacji fizjoterapeuta – pacjent ma znaczący wpływ na interpretację przez pacjenta dotyku stosowanego w terapii. Musi pamiętać, że zawsze należy zachować ostrożność, ponieważ każdy pacjent inaczej reaguje na dotyk podczas terapii. Zaufanie do terapeuty sprawia, że pacjent akceptuje kontakt fizyczny podczas badania i rehabilitacji.

⁷ http://sciaga.pl/tekst/56603-57-bariery_w_komunikacji_interpersonalnej.

⁸ W. Osuch, *Kompetencje w zakresie komunikacji interpersonalnej w dobie postępujących procesów globalizacji*, Colloquium Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych. Kwartalnik 1/2014, 199-563-IPB.pdf, [dostęp: 11.03.2017 r.].

⁹ S.P. Morreale, B.H. Spitzberg, J.K. Barge, *Komunikacja między ludźmi. Motywacja wiedza i umiejętności*, PWN, wyd. 1., Warszawa 2013.

¹⁰ Ł. Kielban, *Oczy nie klamią – Kontakt wzrokowy podczas rozmowy*. 2013, <http://czasgentlemanow.pl/2013/07/oczy-nie-klamia-kontakt-wzrokowy-podczas-rozmowy/>, [dostęp: 12.03.2017 r.].

¹¹ http://www.fundacjaavalon.pl/abc/relacja_pacjent_fizjoterapeuta.html.

Bibliografia

- Bariery komunikacji interpersonalnej*, http://sciaga.pl/tekst/56603-57-bariery_w_komunikacji_interpersonalnej, [dostęp: 04.08.2017 r.].
- Dadura E., Wójcik A., *Dotyk w relacji fizjoterapeuta – pacjent a granice kontaktu fizycznego*, „Postępy Rehabilitacji” (4), 2014, s. 5-11.
- Deregowska J., *Profesjonalna komunikacja w opiece zdrowotnej jako element wsparcia pracowników zawodów medycznych i pacjentów – oczekiwania i potrzeby*, Collegium da Vinci w Poznaniu https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/13813/1/SE_35_2015_Justyna_Deregowska.pdf, [dostęp: 10.03.2017 r.].
- Doroszewska A., *Nauczanie komunikacji z pacjentem*, [w:] *Socjologia i psychologia dla pacjenta*, M. Synowiec-Piłat, A. Olechowska-Kotala (red.), Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2012.
- Doroszewski J., *Komunikacja pacjenta z lekarzem: literatura, stanowiska, problemy. Językowe, psychologiczne i etyczne aspekty komunikacji lekarza z pacjentem*. Materiały konferencyjne sesji naukowej zorganizowanej przez Radę Języka Polskiego przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk, Towarzystwo Naukowe Warszawskie oraz Polską Unię Onkologii wraz z Polskim Towarzystwem Onkologii Klinicznej, Wydawnictwo PAN, Warszawa 2006.
- Drabik-Danis E., Hans-Wytrychowska A., Kurpas D., *Wybrane metody i narzędzia podnoszące efektywność relacji lekarz – pacjent*, [w:] *Porozumiewanie się lekarza z pacjentem i jego rodziną*, A. Steciwko, J. Barański (red.), Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2012.
- Dystanse personalne*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Dystanse_personalne, [dostęp: 11.03.2017 r.].
- Fundacja Avalon, Czarnecka M., *Relacja pacjent – fizjoterapeuta*. http://www.fundacjaavalon.pl/abc/relacja_pacjent_fizjoterapeuta.html, [dostęp: 10.03.2017 r.].
- Kiebzak W., Rusin M., Śliwiński Z., Dwornik M., Kiljański M., *Kultura zawodu a kultura osobowa fizjoterapeuty*, „Fizjoterapia Polska”, nr 4, 2013, s. 44-50.
- Kielban Ł., *Oczy nie kłamią – Kontakt wzrokowy podczas rozmowy*, 2013, <http://czasgentlemanow.pl/2013/07/oczy-nie-klamia-kontakt-wzrokowy-podczas-rozmowy/>, [dostęp: 12.03.2017 r.].
- Kliszcz J., *Psychologia dla fizjoterapeutów i masażyistów. Wybrane zagadnienia*, Difin, wyd. 1, 2015.
- Kowalska A., Włoszczak-Szubzda A., Jarosz M.J., *Problemy komunikowania się pracowników medycznych z pacjentami głuchymi i głuchoniemymi*, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 17(2), 2011, s. 96-99.
- Krot K., Rutawska I., *Koncepcja zaufania w relacji lekarz-pacjent w świetle badań jakościowych*, „Polityki Europejskie, Finanse i Marketing”, 10 (59), 2013, s. 381-393.
- Krot K., *Właściwości i struktura zaufania opartego na kompetencjach w relacji lekarz-pacjent*, *Przedsiębiorczość i Zarządzanie, SAN*, tom XIV, zeszyt 13, część III, s. 125-138, <http://piz.san.edu.pl/>, [dostęp: 10.03.2017 r.].
- Lisiecka-Biełanowicz M., *Zarządzanie jakością relacji w organizacjach ochrony zdrowia*, Difin, 2016.
- Marcinowicz L., Chlabicz S., *Jak skutecznie rozmawiać z pacjentem i jego rodziną*, PZWL, Warszawa 2014.

- Morreale S.P., Spitzberg B.H., Barge J.K., *Komunikacja między ludźmi. Motywacja wiedza i umiejętności*, PWN, wyd. 1, Warszawa 2013.
- Osuch W., *Kompetencje w zakresie komunikacji interpersonalnej w dobie postępujących procesów globalizacji*, Colloquium Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych. Kwartalnik 1/2014, 199-563-1PB.pdf, [dostęp: 11.03.2017 r.].
- Polska Federacja Edukacji w Diabetologii, *Komunikacja interpersonalna*. http://www.pfed.org.pl/uploads/1/9/9/8/19983953/broszura_komunikacja_interpersonalna_pl.pdf, [dostęp: 10.03.2017 r.].
- Raniszewska-Wyrwa A., *Etyka dotyku. Aspekty etyczne wykorzystywania dotyku w praktykach terapeutycznych*, „Studia Philosophiae Christianae UKSW” 50(2), 2014, s. 85-104.
- Sak J., Jarosz M.J., Mosiewicz J., Sagan D., Wiechetek M., Pawlikowski J., Włoszczak-Szubzda A., Olszewska E., *Postrzeganie własnej choroby, a poczucie odpowiedzialności za swoje zdrowie osób przewlekle chorych*. Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 17(4), 2011, s. 169-173.
- Bożek M., *Komunikacja interpersonalna*, Studencki Serwis Rozwoju, <http://wiecjes.tem.us.edu.pl/komunikacja-interpersonalna>, [dostęp: 04.08.2017 r.].
- Włoszczak-Szubzda A., *Kompetencje komunikacyjne personelu medycznego – badanie stanu oraz ocena potrzeb edukacyjnych*, Rozprawa doktorska, Uniwersytet Medyczny, Lublin 2009, s. 290.
- Włoszczak-Szubzda A., Jarosz M.J., *Problemy komunikowania się personelu medycznego z pacjentami*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 14(3), 2008, s. 225-234.
- Włoszczak-Szubzda A., Jarosz M.J., *Znaczenie i role w komunikacji, Pacjent – choroba – medyk*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 17(2), 2011, s. 105-110.
- Włoszczak-Szubzda A., Jarosz M., *Rola i znaczenie komunikacji w relacji lekarz – pacjent – rodzina*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu, Tom 18, Nr 3, 2012, s. 206-211.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

DAGMARA HAN

AGNIESZKA DUSZYŃSKA

Studentki 1 roku behawiorystyki zwierząt, studia 2 stopnia

Studenckie Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt, sekcja: behawiorystyki zwierząt

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

1st year students of the behaviourism of animals, MA studies

Students' Scientific Circle of Biologists and Animal Rearers, section: behaviourism of animals

University of Life Sciences in Lublin

Wpływ współczesnych mediów na postrzeganie zwierząt towarzyszących

The impact of the contemporary media on the perception of accompanying animals

Summary: The goal of the paper was both to analyse the reactions of the surveyed on the behaviour of animals in films presented in the internet and classified as „funny”, and to evaluate the extent of the influence of the films or serials on the decision concerning the purchase of a given breed of dog. The answers of 3108 respondents constituted the research material. Approximately three-fourths of the surveyed frequently, or very frequently, watch „funny” pictures of dogs in the internet. Such a form of activity was chosen more frequently ($p < 0.05$) by working people and people with a higher education. The popularity of such films and an erroneous interpretation of the behaviour of animals leads to situations when a number of people conduct similar experiments on their own pets, which makes the latter stressed out. 105 people bought or adopted a dog of exactly the same breed as the one in the film or serial. The way of showing dogs in films and serials may lead to an incorrect choice of the breeds of dogs.

Key words: contemporary media, pets, behaviour of animals.

Wstęp

Współczesne media mają możliwość dotarcia do dużej liczby odbiorców, a tym samym mogą wpływać na ich postawy, czy sposób myślenia¹. Moda kreowana przez

¹ T.J. Dąbrowski, *Rola mediów w kształtowaniu wizerunku*, „Marketing i Rynek”, nr 9, 2013, s. 10-15.

media dotyczy także postrzegania zwierząt². W filmach, czy serialach przedstawiane są często w sposób znacząco odbiegający od rzeczywistości, a media społecznościowe zachęcają dodatkowo do prezentacji swoich ulubieńców w sieci³. Dość często przedstawiane zachowania zwierząt, które powinny niepokoić, wywołują pozytywne emocje. Rośnie też liczba oglądających, którzy „śmieszne” filmy, czy wykreowane zdjęcia traktują jako narzędzie do regulacji nastroju⁴. Trend związany z umieszczaniem takich filmów w sieci sprzyja także stawianiu zwierząt w stresujących sytuacjach⁵, a sposób pokazywania psów w filmach może wpływać na wybór rasy przyszłego pupila, co często rodzi konflikty na płaszczyźnie człowiek-zwierzę⁶.

Celem pracy była ocena reakcji ankietowanych na zachowanie się zwierząt w filmach prezentowanych w przestrzeni internetowej i określanych jako „śmieszne” oraz oszacowanie, jaki miały wpływ filmy czy seriale na decyzję o nabyciu psa konkretnej rasy.

Metodyka

Materiał badawczy stanowiły informacje uzyskane za pomocą ankiety od 3108 użytkowników mediów społecznościowych. Ankietę podzielono na dwie części. Pierwsza zawierała pytania dotyczące ankietowanych (płci, wieku, wykształcenia, statusu zawodowego, częstotliwości i czasu korzystania z Internetu), druga sprawdzała reakcje ankietowanych na 3 zamieszczone filmy, potocznie określane mianem „śmiesznych” oraz znajomość filmów/seriali z psami i ich wpływu na wybór pupila.

Uzyskane dane przeanalizowano, uwzględniając wiek ankietowanych, ich wykształcenie oraz ilość czasu przeznaczanego na korzystanie z Internetu, a także fakt posiadania zwierząt. Wyliczono udział procentowy osób udzielających określonych odpowiedzi w odniesieniu do całej grupy badawczej. Istotność różnic pomiędzy grupami oszacowano za pomocą testu chi-kwadrat (Statistica 12.0).

Wyniki

Podstawowe dane dotyczące ankietowanych zestawiono w Tab. 1. Ponad 87% to osoby w wieku od 13 do 45 lat, a większość deklarowała wykształcenie średnie i wyższe. Niemal połowa ankietowanych to osoby pracujące.

Ankietowani najczęściej deklarowali, że korzystają z Internetu od 2 do 5 godzin dziennie i często oglądają „śmieszne” filmy z udziałem zwierząt (tab. 2). Zaskakujący nieco okazał się fakt, iż nie zaznaczyły się różnice pomiędzy wyodrębnionymi grupami. Około ¾ ankietowanych ogląda „śmieszne” zdjęcia zwierząt w sieci często lub bardzo często, a istotnie częściej ($p \leq 0,05$) na taką formę aktywności decydowały się osoby z wyższym wykształceniem oraz pracujące.

² K.T. Konecki, *Ludzie i ich zwierzęta. Interakcjonistyczno-symboliczna analiza społecznego świata właścicieli zwierząt domowych*, Wyd. Naukowe „Scholar”, Warszawa 2005, s. 94-152.

³ B. Frączak-Rudnicka, *Dwa miliardy na smyczy*, „Marketing w praktyce”, nr 3, 2015, <http://marketing.org.pl/archiwum/index.php/go=2/act=2/aid=m54fe02ab282e5>.

⁴ J.G. Myrick, *Emotion regulation, procrastination, and watching cat videos online: Who watches Internet cats, why, and to what effect?*, „Computers in Human Behavior”, nr 52, 2015, s. 168-176.

⁵ T.J. Dąbrowski, *Rola mediów...*, wyd. cyt., s. 10-15.

⁶ S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars and Dog Breed Popularity: A Case Study in Media Influence on Choice*, 2014, PLoS ONE 9(9): e106565. doi:10.1371/journal.pone.0106565.

Tabela 1. Informacje dotyczące ankietowanych

		Liczba ankietowanych	Udział procentowy (%)
Płeć	kobieta	2970	95,60
	mężczyzna	138	4,40
Wiek	do 12 lat	28	0,90
	13-18 lat	617	19,90
	19-26 lat	1153	37,10
	27-45 lat	954	30,70
	46-65 lat	324	10,40
	powyżej 65 lat	32	1
Wykształcenie	podstawowe	455	14,60
	zawodowe	75	2,40
	średnie	1343	43,20
	wyższe	1235	39,70
Status	student	655	21,40
	uczeń	734	23,60
	pracujący	1452	46,70
	inne	257	8,30

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2. Aktywność ankietowanych w sieci

		Liczba ankietowanych	Udział procentowy (%)
Średnia ilość czasu spędzanego w Internecie w ciągu dnia (na wszystkich urządzeniach)	do 1 godziny	155	5
	2-3 godzin	1282	41,20
	4-5 godzin	951	30,60
	więcej niż 5h	720	23,20
Częstotliwość oglądania „śmiesznych” filmów ze zwierzętami	nigdy	62	2
	sporadycznie	1005	32,30
	rzadko	733	23,60
	często	1058	34
	bardzo często	250	8
Częstotliwość oglądania „śmiesznych” zdjęć ze zwierzętami w sieci	nigdy	27	0,90
	sporadycznie	425	13,70
	rzadko	345	11,10
	często	1401	45,10
	bardzo często	910	29,30

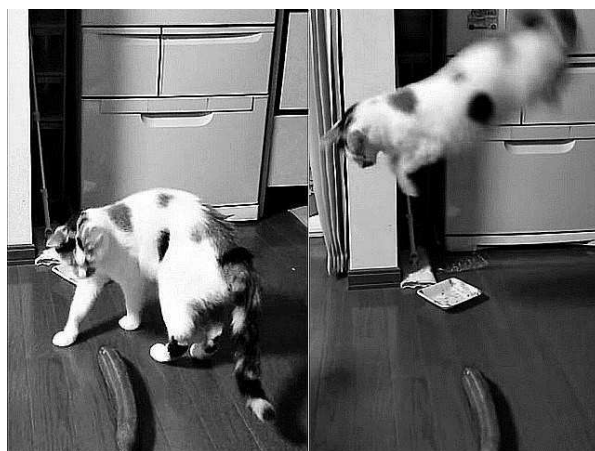
Źródło: Opracowanie własne.

Procentowy udział emocji odczuwanych przez ankietowanych podczas oglądania trzech filmów ze strony YouTube.com (zaliczanych do kategorii „śmieszne”) zestawiono w Tab. 3.

Tabela 3. Charakterystyka emocji ankietowanych podczas oglądania filmów

		Liczba ankietowanych	Udział procentowy (%)
„kot vs. ogórek”	radość	1307	42,10
	przyjemność	420	13,50
	zniesmaczenie	881	28,30
	obojętność	485	15,60
	złość	516	16,60
	poczucie winy	264	8,50
„pies udaje martwego podczas podnoszenia”	radość	889	28,60
	przyjemność	416	13,40
	zniesmaczenie	949	30,50
	obojętność	716	23
	złość	543	17,50
	poczucie winy	152	4,90
„Udawane zapasy rottweilera z dzieckiem”	radość	346	11,10
	przyjemność	295	9,50
	zniesmaczenie	1244	40
	obojętność	285	9,20
	złość	1553	50
	poczucie winy	124	4

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 1. Kadr z filmu „kot vs. Ogórek”

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=oFYXBGLvUO8>

Pierwszy film przedstawiał koty, którym w trakcie jedzenia podkładano dyskretnie ogórka (Rys. 1). Oglądanie prezentowanego przez zwierzęta wyraźnego strachu wywoływało u ponad 40% ankietowanych radość, a ponad 13% odczuwało przyjemność. Mniej niż jedna trzecia czuła się zniesmaczona zaprezentowaną sytuacją (Tab. 3), co wskazuje, iż dostrzegli prawdziwy kontekst prezentowanej sytuacji. Stwarzanie sytuacji powodujących u zwierząt lęk nie tylko nie jest śmieszne, ale może być dla nich niebezpieczne.



Rysunek 2. Kadr z filmu „pies udaje martwego podczas podnoszenia”

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=K9jRMXtkLqA>

Drugi film pokazywał niewielkiego psa, który brany na ręce przez obcego mężczyznę udawał martwego (Rys. 2), a odkładany na kolana właściciela „magicznie” ożywał i zaczynał szczekać. W tym przypadku liczba osób odczuwających pozytywne emocje była mniejsza niż miało to miejsce w przypadku poprzedniego filmu. Natomiast zdecydowanie więcej, bo prawie 48 % czuło zniesmaczenie lub złość (Tab. 3). Film ten powinien wywoływać negatywne emocje. Udawanie martwego to jedna ze strategii działania zwierząt podczas zagrożenia i wskazuje na bardzo wysoki poziom stresu.

Trzeci film przedstawiał „zapasy” dziecka z rottweilerem (Rys. 3). U 50% ankietowanych wywołał on złość, a 40% czuło zniesmaczenie (Tab. 3). Radość czy przyjemność odczuwało niewiele osób. Na filmie wyraźnie widać, iż dziecko narusza drastycznie przestrzeń osobistą psa, a pod koniec siada na nim i zaczyna podskakiwać, mimo wyraźnych sygnałów świadczących o dyskomforcie (oblizywanie się, próba odejścia). Internauci najbardziej oburzeni byli zachowaniem rodziców zachęcających dziecko do „zabawy” z psem, określając je mianem „głupiego” i „nieodpowiedzialnego”.

Po obejrzeniu wszystkich filmów ankietowani najczęściej deklarowali negatywne emocje, ale 15,4% miało nadal pozytywne odczucia (Tab. 4). Powodem może być fakt, że ostatni film wywołał najwięcej negatywnych odczuć i rzutowały one na ocenę końcową.

Filmy, bajki i seriale w których psy grają główną rolę, są niewątpliwie popularne (Rys. 4). Najbardziej rozpoznawalny przez ankietowanych był „Reksio” (94,4% badanych oglądało tę bajkę) oraz „101 dalmatyńczyków” (93,7%). Niemal równie znane były „Zakochany kundel” i „Lassie”. „Czterej pancerni i pies” okazało się być najpopularniejszym serialem, bo Szarika oglądało aż 82,7% respondentów.



Rysunek 3. Kadr filmu „udawane zapasy rottweilera z dzieckiem”

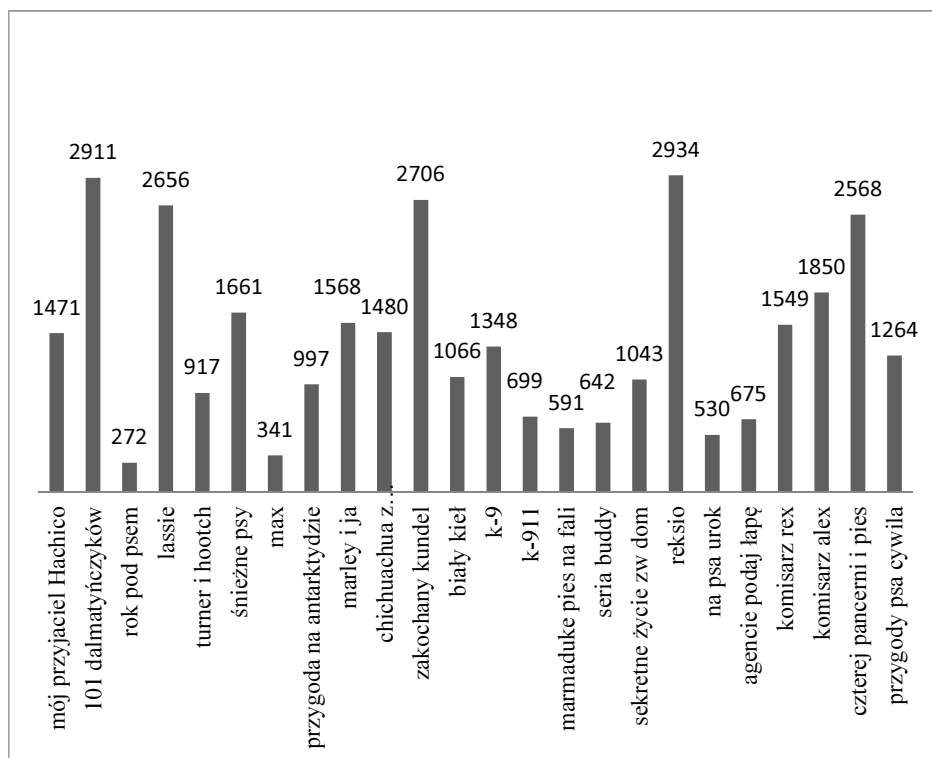
Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=5CcB5qUZeNs>

Tabela 4. Emocje ankietowanych po obejrzeniu wszystkich filmów

		Liczba ankietowanych	Udział procentowy (%)
Emocje po obejrzeniu wszystkich filmów	dużo bardziej radosna/y	478	15,40
	tak samo jak przed oglądaniem	1202	38,70
	zła/y lub zniesmaczona/y	1365	43,90
	mam poczucie winy	216	6,90

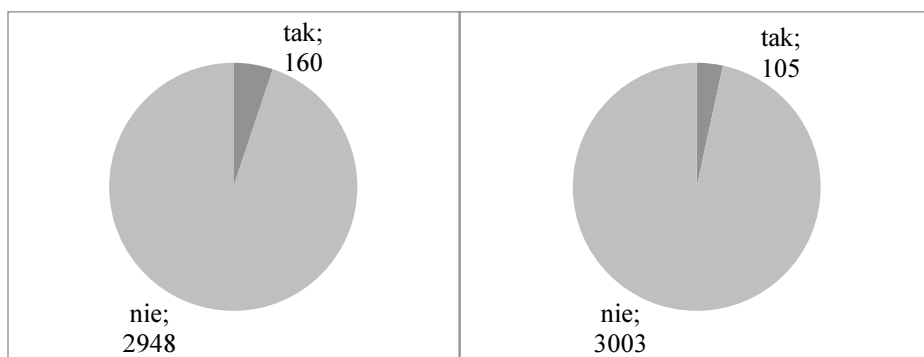
Źródło: Opracowanie własne.

160 osób uczestniczących w ankiecie przyznało, że kupiło lub adoptowało psa dzięki inspiracji filmem lub serialem, a aż 105 z nich kupiło/ adoptowało psa dokładnie tej samej rasy, jaka występowała w filmie/serialu (Rys. 5).



Rysunek 4. Znajomość wybranych filmów i seriali z psami

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 5. Nabycie psa motywowane filmem lub serialem (po lewej), w tym psa tej samej rasy (po prawej)

Źródło: Opracowanie własne.

Respondenci zostali także poproszeni o podanie, jaki film/serial był inspiracją do zakupu psa i jakiej był on rasy. Najpopularniejsze okazały się owczarki niemieckie. 41 osób zdecydowało się na nabycie psa tej właśnie rasy pod wpływem filmu/serialu, a w 20 przypadkach bezpośrednią inspiracją był serial „Czterej pancerni i pies”. Pozostałe owczarki zostały nabyte pod wpływem seriali „Przygody psa Cywila”, „Komisarz Rex”, „Komisarz Alex” oraz filmu „K9”. Innym filmem o znaczącym wpływie na nabycie domowego pupila okazał się być „Lassie”. 11 osób zostało właścicielem owczarka szkockiego collie, a dwie szetlandzkiego. Siedem psów zostało nabytych pod wpływem bajki „101 dalmatyńczyków”. Ankietowani zakupili lub adoptowali także 4 psy rasy akita inu („mój przyjaciel Hachico”), 4 bernardyny („Beethoven”), 4 Jack Russell teriery („Maska”), 3 labradory retrievery („Marley i Ja”). „Śnieżne psy” wpłynęły na zakup alaskan malamuta i 2 syberian husky, a kolejny pies tej rasy został nabyty pod wpływem filmu „Przygoda na Antarktydzie”. „Big Red” zainspirował badanych do zakupu dwóch seterów irlandzkich i jednego angielskiego, podobnie jak „chihuahua z Beverly Hills”. Pojedyncze nabyte osobniki reprezentowały rasy, takie jak golden retriever (seria „Buddy”), fokstier szorstkowłosa („Thin Man”), beagle („Shiloh”), cocker spaniel („Zakochany kundel”), mops („Sekretne życie zwierząt domowych”), yorkshire terier („High School Musical”), bulmastif („Agencje podaj łapę”), welsh corgi cardigan („Cowboy bebop”), bokser („Tequilla i Bonetti”), a kolejny bokser został nabyty na skutek oglądania filmików z YouTube.pl, zaś inspiracją do zakupu charcika włoskiego był program na Animal Planet.

Dyskusja

Najwięcej zwierząt utrzymywanych jako domowi pupile to psy i koty⁷. Przyjemność z ich utrzymywania jest chyba najważniejszym argumentem na rzecz ich posiadania. Zwierzęta często stanowią substytut dzieci lub innych kontaktów socjalnych⁸. Dają poczucie bycia ważnym, potrzebnym i bezwarunkowo akceptowanym⁹. Współcześnie ceni się w zwierzętach nie tylko ich cechy użytkowe, ale ich wygląd i zachowania wywołujące rozczulenie lub śmiech¹⁰. Zwierzętom przypisuje się też często ludzkie cechy, co także wpływa na sposób ich postrzegania¹¹.

Definicja współczesnych mediów jest trudna do jednoznacznego sformułowania, ponieważ obejmuje ona szeroko pojętą komunikację za pomocą urządzeń (czy to stacjonarnych, czy mobilnych). Oprócz rozpowszechniania informacji można w nich przechowywać dane i wymieniać się nimi, zarówno indywidualnie, jak i masowo¹². W tej pracy uwzględniono takie obszary medialne, jak telewizja i kino oraz Internet (w szczególności platforma YouTube.com).

⁷ J. Archer, *Why Do People Love Their Pets?*, „Evolution and Human Behavior”, 1997, s. 237-259.

⁸ Tamże.

⁹ D.C. Anderson, *Assessing the human-animal bond. A compendium of actual measures*, „Purdue University Press”, 2007.

¹⁰ M. Borgi, F. Cirulli, *Children's Preferences for Infantile Features in Dogs and Cats*, „Human-Animal Interaction Bulletin”, nr 1 (2), 2013, s. 1-15.

¹¹ D.C. Anderson, *Assessing...*, wyd. cyt.

¹² O. Witczak, *Nowe media w budowaniu marki i wizerunku przedsiębiorstwa*, „Studia Ekonomiczne”, nr 140, 2013, s. 80-97.

Uwzględniani w badaniach Wróblewskiej i Chuchry licealiści spędzali często kilka godzin dziennie na korzystaniu z Internetu. Równie dużo czasu na aktywność w sieci przeznaczali ankietowani (ponad 40% z nich 2-3 godziny dziennie, 30% 4-5 godzin, a 23% ponad 5 godzin).

Dzielenie się, rozpowszechnianie i oglądanie zdjęć oraz filmów ze zwierzętami w przestrzeni internetowej jest bardzo popularne¹³. Internauci dwa razy chętniej publikują zdjęcia kotów niż własne¹⁴. Badani oglądają często śmieszne filmy i zdjęcia z kotami oraz innymi zwierzętami. Istotnie częściej ($p \leq 0,05$) takiej odpowiedzi udzielały osoby z wykształceniem wyższym i pracujące. Zapotrzebowanie na rozpowszechnienie i oglądanie zdjęć pupili jest tak duże, że powstały nawet media społecznościowe zorientowane na zwierzęta, takie jak Dogster, Catster – dla psów i kotów, ale są też dedykowane królikom, chomikom, a nawet złotym rybkom¹⁵.

Filmiki o tematyce zwierzęcej cieszą się dużym zainteresowaniem na stronie YouTube¹⁶. Ponadto wydaje się, że o ile kino i telewizja bardziej wpływa na popularność psów, to w Internecie przewagę mają koty¹⁷. W 2014 roku umieszczono na YouTube.com aż 2 miliony filmów z kotami, a ich łączna liczba wyświetleń to aż 26 bilionów¹⁸.

Filmy postrzegane jako śmieszne często są błędnie interpretowane przez oglądających. Badania wykazały, że dzieci (lat 6) w teście preferencyjnym wybierały zdjęcia kotów o bardziej infantylnym wyglądzie¹⁹. Antropomorfizacja zwierząt poprzez przypisywanie ich zachowaniom motywacji typowo ludzkiej (złośliwość, lenistwo, spiskowanie)²⁰ oraz nagminne wyszukiwanie cech infantylnych prowadzi do sytuacji, w której śmiejemy się z niebezpiecznych, czy stresujących dla zwierzęcia sytuacji²¹. Respondenci zostali poproszeni o obejrzenie trzech filmów, a następnie określenie swoich emocji. Analiza ich odpowiedzi wskazuje, że ankietowani nie zawsze dostrzegają prawdziwy kontekst sytuacji. Dużo pozytywnych emocji wywołał film z kotem i ogórkiem, a jego popularność sprawia, że Internauci zaczynają przeprowadzać podobne „doświadczenia” na swoich kotach. Drugi film określany był często jako niezrozumiały. Śmiech kobiety w tle zdarzeń powodował, że 40% ankietowanych czuło radość i przyjemność, tym samym zaliczano film do kategorii zabawnych. Tymczasem wysoki poziom stresu, jaki odczuwa w takiej sytuacji pies, może doprowadzić nawet do jego śmierci. Brak poprawnej interpretacji, udawania martwego przez zwierzę, może być spowodowane dużymi brakami w edukacji z zakresu zachowania się i dobrostanu zwierząt, a także faktem, że częściej wybieraną strategią przez psa jest atak lub ucieczka²². Ostatni film wzbudził najwięcej negatywnych

¹³ Black Dog Studios: *Social Media in the pet industry*, Report 2013. <http://www.blackdogdev.com/wp-content/uploads/social-media-in-the-pet-industry.pdf>.

¹⁴ J.G. Myrick, *Emotion regulation...*, wyd. cyt., s. 168-176.

¹⁵ J. Goldbeck, *The More People I Meet, The More I Like My Dog: A Study of Pet-Oriented Social Networks on the Web*, „First Monday”, nr 16, 2011, s. 2-7.

¹⁶ Black Dog Studios, wyd. cyt.

¹⁷ M. Matycz, J. Stradowski, *Jak koty podbiły nasze serca i wygrzyły psy*. „Focus”, nr 8. 2013, <http://www.focus.pl/czlowiek/jak-koty-podbiły-nasze-serca-i-wygrzyły-psy-10125?>.

¹⁸ J.G. Myrick, *Emotion regulation...*, wyd. cyt., s. 168-176.

¹⁹ M. Borgi, F. Cirulli, *Children's...*, wyd. cyt., s. 1-15.

²⁰ M. Matycz, J. Stradowski, *Jak koty...*, wyd. cyt.

²¹ M. Borgi, F. Cirulli, *Children's...*, wyd. cyt., s. 1-15.

²² D.F. Horwitz, D.S. Mills (red.), *Medycyna behawioralna psów i kotów*, wyd. Galaktyka, Łódź 2016.

emocji, ale spowodowane były one nie zachowaniem dziecka względem psa, lecz rodziców zachęcających dziecko do skakania po psie. Znajomość sygnałów uspokajających, czy dystansujących, jest kluczowym elementem porozumienia między człowiekiem a psem²³. Zachowanie rodziców, którzy w początkowym etapie życia, stanowią najważniejsze źródło wiedzy i wzorców zachowań, może spowodować, że dziecko nauczy się traktować zwierzęta w sposób przedmiotowy, nie zwracając uwagi na jego potrzeby. Tego typu zabawy z psem prowadzą często do sytuacji konfliktowych, czy nawet pogryzień. Nagłaśnianie w mediach takich wypadków, w połączeniu z dużą popularnością niektórych ras, prowadzi do określenia ich mianem ras niebezpiecznych. Psy postrzegane w ten sposób, zaczynają być trzymane na krótkiej smyczy i w kagańcu, czy izolowane od otoczenia, co podnosi poziom stresu i może prowadzić do kolejnych wypadków^{24, 25}.

Popularność w obszarze internetowym jest zjawiskiem krótkotrwałym, ale wpływ filmów z kina i dużego ekranu utrzymuje się nawet przez 10 lat²⁶. Smutnym faktem jest, że popularne niegdyś Dobranocki (np. „Reksio”), czy filmy („Lessie”) są mało popularne pośród najmłodszego pokolenia²⁷. Produkcje te jednak zapadły głęboko w pamięć starszym ankietowanym. Popularność danego filmu lub serialu może wpływać na popularność rasy, a tendencję tą widać szczególnie w XX wieku²⁸. Z badań przeprowadzonych przez Ghirlanda i in.²⁹ wynika, że film „Śnieżne Psy” (2002) miał największy wpływ (trwający ponad 2 lata) na popularność ras border collie i syberian husky. Na popularność ras golden retriever i buldog wpłynął film „Niezwyczajna podróż” (1963), (Rys. 6 i 7)³⁰. Seria filmów „101 Dalmatyńczyków” przyczyniła się zaś do wzrostu liczebności rasy z 8 do 42 tysięcy zarejestrowanych szceniąt. Po premierze filmu „Na psa urok” odnotowano wzrost o 100% liczby psów rasy owczarek staroangielski³¹.

Ankietowani przyznali, że nabyli psa pod wpływem filmu, najczęściej była to ta sama rasa, co w filmie. Najbardziej znane wśród ankietowanych filmy pełnometrażowe i seriale („Czterej pancerni i pies”, „Lessie”, „101 dalmatyńczyków”) okazały się wpływać najbardziej na wybór rasy. 21 z 40 nabytych owczarków to wyraźna inspiracja Szarikiem z serialu. Co ciekawe, film „Na psa urok”, który wywołał w Ameryce dużą popularność owczarków staroangielskich, cieszył się niewielką oglądalnością wśród ankietowanych, podobnie film Turner i Hooch³². Zakup psa pod wpływem filmu lub serialu jest zwykle nieprzemyślany. Zwracając uwagę tylko na wygląd psa i jego cechy prezentowane w filmie, a nie realną użytkowość i predyspozycje danej rasy, ankietowani nie są przygotowani na występowanie różnych zachowań (często niepożądanych lub trudno akceptowalnych) i często pozbywają się problematycznego zwierzęcia jak podrośnie³³.

²³ T. Rugaas, *Sygnały uspokajające*.

²⁴ H. Herzog, *Forty-two thousand and one Dalmatians: Fads, social contagion, and dog breed popularity*, *Society & Animals*, nr 14(4), 2006, s. 383-397.

²⁵ J. Bradley, *Dogs Bite: But Balloons and Slippers are More Dangerous*, James & Ken-neth Pub., 2005.

²⁶ S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars...*, wyd. cyt.

²⁷ M. Matycz, J. Stradowski, *Jak koty...*, wyd. cyt.

²⁸ S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars...*, wyd. cyt.

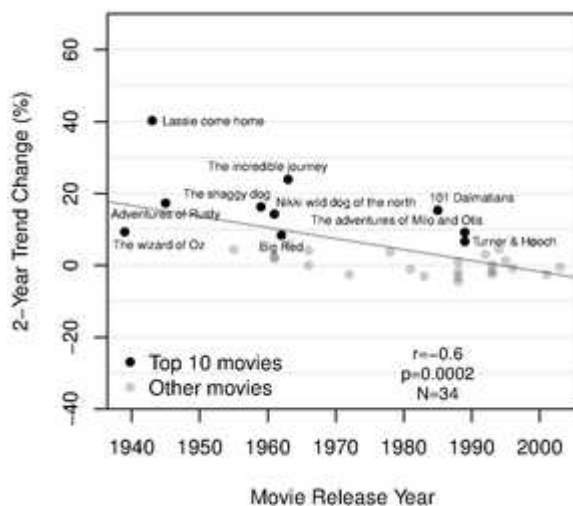
²⁹ Tamże.

³⁰ Tamże.

³¹ H. Herzog, *Forty-two...*, wyd. cyt., s. 383-397.

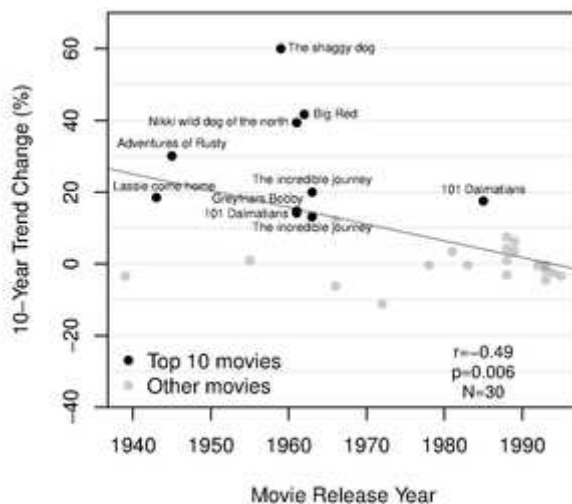
³² S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars...*, wyd. cyt.

³³ D.F. Horwitz, D.S. Mills (red.), *Medycyna...*, wyd. cyt.



Rysunek 6. Zmiany trendów w rejestracji szczeniąt w korelacji z filmem w ciągu dwóch lat od premiery

Źródło: S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars...*, wyd. cyt.



Rysunek 7. Zmiany trendów w rejestracji szczeniąt w korelacji z filmem w ciągu 10 lat od premiery

Źródło: Źródło: S. Ghirlanda, A. Acerbi, H. Herzog, *Dog Movie Stars...*, wyd. cyt.

Zakończenie

Częste korzystanie z Internetu wiąże się z oglądaniem śmiesznych zdjęć i filmów ze zwierzętami. Z tego typu rozrywek korzystają najczęściej osoby o wykształceniu wyższym i pracujące. Jednak klasyfikowanie niektórych filmów jako „śmieszne” prowadzi do błędnego interpretowania zachowania zwierząt. Może także prowadzić do eksperymentowania ze swoimi domowymi zwierzętami, stawiając je w sytuacjach stresujących, czy wręcz niebezpiecznych. Sposób przedstawiania psów w filmach i serialach może powodować nabywanie ich ze względu na wyeksponowane niezwykle cechy. Podsumowując, należy zauważyć, iż kreowany przez media wizerunek zwierząt często znacząco odbiega od typowego dla gatunku, co może powodować sytuacje konfliktowe, czy nawet porzucanie psów lub kotów.

Bibliografia

- Anderson D.C., *Assessing the human-animal bond. A compendium of actual measures*. „Purdue University Press”, 2007.
- Archer J., *Why Do People Love Their Pets?*, „Evolution and Human Behavior”, 1997, s. 237-259.
- Black Dog Studios: *Social Media in the pet industry*. Report. 2013. <http://www.blackdogdev.com/wp-content/uploads/social-media-in-the-pet-industry.pdf>.
- Borgi M., Cirulli F., *Children's Preferences for Infantile Features in Dogs and Cats*, „Human-Animal Interaction Bulletin”, nr 1 (2), 2013, s. 1-15.
- Bradley J., *Dogs Bite: But Balloons and Slippers are More Dangerous*, James & Kenneth Pub., 2005.
- Dąbrowski T.J., *Rola mediów w kształtowaniu wizerunku*, „Marketing i Rynek”, nr 9, 2013, s. 10-15.
- Frączak-Rudnicka B., *Dwa miliardy na smyczy*, „Marketing w praktyce”, nr 3, 2015, <http://marketing.org.pl/archiwum/index.php/go=2/act=2/aid=m54fe02ab282e5>.
- Goldbeck J., *The More People I Meet, The More I Like My Dog: A Study of Pet-Oriented Social Networks on the Web*, „First Monday”, nr 16, 2011, s. 2-7.
- Ghirlanda S., Acerbi A., Herzog H., *Dog Movie Stars and Dog Breed Popularity: A Case Study in Media Influence on Choice*, 2014, PLoS ONE 9(9): e106565. doi:10.1371/journal.pone.0106565.
- Herzog H., *Forty-two thousand and one Dalmatians: Fads, social contagion, and dog breed popularity*, *Society & Animals*, nr 14(4), 2006, s. 383-397.
- Konecki K.T., *Ludzie i ich zwierzęta. Interakcjonistyczno-symboliczna analiza społecznego świata właścicieli zwierząt domowych*, Wyd. Naukowe „Scholar”, s. 94-152, Warszawa 2005.
- Matycz M., Stradowski J., *Jak koty podbiły nasze serca i wygryzły psy*. „Focus”, nr 8. 2013, <http://www.focus.pl/czlowiek/jak-koty-podbiły-nasze-serca-i-wygryzły-psy-10125?>
- Horwitz D.F., Mills D.S. (red.), *Medycyna behawioralna psów i kotów*, wyd. Galaktyka, Łódź 2016.

- Myrick J.G., *Emotion regulation, procrastination, and watching cat videos online: Who watches Internet cats, why, and to what effect?*, „Computers in Human Behavior”, nr 52, 2015, s. 168-176.
- Rugaas T., *Sygnaly uspokajające. Jak Psy unikają konfliktów*, wyd. Galaktyka, Łódź 2005
- TNS Polska. *Zwierzęta w polskich domach*. Raport. Październik 2014, http://www.tnsglobal.pl/wp-content/blogs.dir/9/files/2014/11/K.073_Zwierzęta_w_polskich_domach_O10a-14.pdf.
- Witczak O., *Nowe media w budowaniu marki i wizerunku przedsiębiorstwa*, „Studia Ekonomiczne”, nr 140, 2013, s. 80-97.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

WIKTOR KRZYSIEK

Student I roku Biologii, studia II stopnia
Studenckie Koło Naukowe Anatomów
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
1st year student of biology, MA studies
Students' Scientific Circle of Anatomists
The Jan Kochanowski University in Kielce

**Gruczoł Hardera – budowa i funkcje
u różnych gatunków kręgowców**

**Harder's gland – its construction and functions
in different species of vertebrates**

Summary: This article contains a review of the most important information concerning Harder's gland – its morphology, vascularization and functions. Due to its poorly examined structure and the difficulty of identifying Harder's gland, the author attempts to describe the known functions performed by the organ.

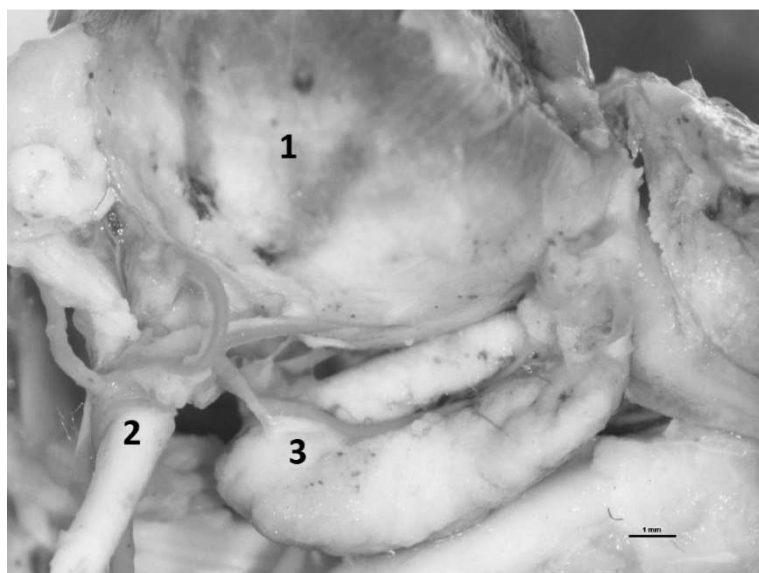
Key words: Harder's gland.

Wstęp

Gruczoł Hardera – choć to struktura opisana już w XVII wieku – nadal niedostatecznie jest poznana. Występuje prawie u wszystkich gromad kręgowców, jedynym wyjątkiem są ryby. Wodny tryb życia nie wymaga dodatkowych narządów chroniących oko. Ale wraz z pojawieniem się płazów i podbojem środowiska lądowego musiała pojawić się struktura dająca dodatkową ochronę narządowi wzroku w suchym środowisku naziemnym. Ale na tym funkcje tego gruczołu się nie kończą. Prawie w każdej grupie zwierząt narząd ten zyskał dodatkowe, nierzadko unikatowe funkcje. Nawet u węży, których oczy nie mają powiek i są chronione przez przeźroczyste łuski, z pozoru niepotrzebny, gruczoł zyskał bardzo ważny związek z narządem Jacobsona i tropie-

niem ofiar. Mimo wielu innych, bardzo pobieżnie i niedokładnie zbadanych funkcji gruczoł Hardera ten nie budzi dużego zainteresowania badaczy.

Gruczoł Hardera obok gruczołu powierzchownego powieki trzeciej i gruczołów łzowych bocznych i przyśrodkowych stanowi kolejne skupisko tkanki gruczołowej obecne w oczodole kręgowców lądowych i związane z migotką. Gruczoł ten bywa znany pod nazwą gruczołu głębokiego powieki trzeciej, dodatkowego gruczołu powieki trzeciej. Gruczoł Hardera został nazwany od nazwiska swojego odkrywcy Jacoba Hardera i o raz pierwszy został opisany w 1694 r. u jelenia (*Dama dama*). Wiedza na temat tej struktury jest mała nawet wśród biologów, endokrynologów i oftalmologów. Niewiele osób w ogóle słyszało gdzie ten gruczoł się znajduje. Niewykluczone, że powodem tego było uważanie gruczołu Hardera przez długi czas jedynie za dodatkowy gruczoł łzowy oraz to, że nie występuje u człowieka¹.



Rysunek 1. Widok gruczołu Hardera w oczodole szynszyli małej. 1 – gałka oczna, 2 – nerw wzrokowy, 3 – gruczoł Hardera

Źródło: Fot. Autor.

Jest gruczołem typu zewnątrzwydzielniczego (egzokrynnego) i mieści się w tylnej części gałki ocznej kręgowców. W większości przypadków był przedstawiany jako specjalny gruczoł łzowy związany z obecnością powieki trzeciej. Dużą konsternację budziła obecność tego gruczołu u gatunków nieposiadających migotki. Tu mogły się pojawić pierwsze wątpliwości co do nieścisłości na jego temat i błędne doniesienia o jego braku w oczodole, gdyż generalnie w oczodołach ssaków występują dwa gruczoły egzokrynowe zaopatrujące oko: gruczoł Hardera i gruczoł migotki. Zajmują one bardziej

¹ A.P. Payne, *The Harderian gland: a trecentennial review*, *J. Anat.*, 1994, s. 185.

przysródkowe położenie. Rozróżnia się je na podstawie charakteru wydzieliny. Gruczoł Hardera jest gruczołem merokrynowym wydzielającym lipidy, a gruczoł migotki wydziela glikoproteiny. Oprócz nich występuje jeszcze gruczoł łzowy, położony bardziej bocznie, który może być dwuczęściowy i produkuje łzy. U pewnych grup systematycznych np. u torbaczy opisywano obecność gruczołów środkowych i nie potrafiono zinterpretować, czy jest to gruczoł Hardera, czy gruczoł powieki trzeciej. U trzech gatunków torbaczy (*Marsupalia*) badano histochemiczny charakter wydzieliny i ustalono, że występujący u nich gruczoł określany mianem „środkowego” jest to gruczoł Hardera^{2,3}.

Gruczoł Hardera najprawdopodobniej jest obecny u przedstawicieli wielu rzędów ssaków, jakkolwiek dowodów histochemicznych u niektórych na to ciągle brakuje. Sakai pisze, że brak go u nietoperzy (*Chiroptera*) palcochodów – kotowatych i psowatych (u nich jest gr. Migotki), koniowatych i naczelnych. Wiele z tych wczesnych doniesień wymaga po prostu sprawdzenia i korekty. Czy nieobecność albo utrata gruczołu Hardera jest wynikiem negatywnej selekcji, czy tylko losowego dryftu genetycznego nie jest wiadome na pewno. Mało jest danych na jego temat u kręgowców innych niż ssaki, nawet gdy jest on pojedynczy w oczodole, tak jak u płazów bezogonowych (*Anura*), lub jak jest bardzo duży, tak jak u ptaków morskich. Generalnie uważa się, że jego fizjologia i znaczenie jest podobne u wszystkich kręgowców lądowych – ochrona gałki ocznej przed wysychaniem, ale pełni również inne ważne role w organizmie. Pewną pomocą mogłoby być prześledzenie embriogenezy gruczołu Hardera. I tak np. wiadomo jest, że u dorosłego człowieka on nie występuje, ale jak podaje Buzzell (1996) jego zawiązki występują u płodu pomiędzy 11 a 30 tygodniem⁴.

Rozwój badań gruczołu Hardera postępował proporcjonalnie wraz z doskonaleniem metod badawczych. Najpierw były to badania morfologiczne i histologiczne w oparciu o mikroskopię świetlną, następnie badania ultrastrukturalne i histochemiczne oraz biochemiczne i immunologiczne. Pewne funkcje, które są mu przypisywane, mają mało wspólnego z okiem.

Większość badaczy, która zajmowała się lub nadal zajmuje uzupełnianiem wiedzy na temat tego gruczołu, proponuje zweryfikowanie listy gatunków kręgowców, u których on rzekomo nie występuje, gdyż może to wynikać z błędnego opisu go po raz pierwszy. Najbardziej zaangażowanym badaczem-weryfikatorem okazał się być Sakai i jego współpracownicy, który w 1981 r. uściślił definicję tego gruczołu: tj. cewkowo-pęcherzykowy, oczodolowy (oczny) wydzielający lipidy gruczoł merokrynowy – to można taką strukturę nazwać gruczołem Hardera⁵.

Material i metody

Materiał pochodzi ze zbiorów archiwum Zakładu Anatomii Porównawczej Kręgowców, Instytutu Biologii UJK w Kielcach. Są to głowy gerbilla mongolskiego (*Me-*

² A.P. Payne, *The Harderian gland...*, wyd. cyt, s. 185.

³ Y. Djeridene, *The Harderian gland and its excretory duct in the Wistar rat. A histological and ultrastructural study*, *J. Anat.*, 1994, s. 184.

⁴ T. Sakai, T. Yohro, *A histological study of the Harderian gland of Mongolian gerbils (Meriones unguiculatus)*, „Anatomical Record”, 1981, s. 200.

⁵ Tamże.

riones unguiculatus) i szynszyli małej (*Chinchilla lanigera*) utrwalone formaliną i nastrzykane barwnym lateksem. Zostały przygotowane w następujący sposób:

1. Przez lewą komorę serca wykonano utrwalenie perfuzyjne: cały układ krwionośny przepłukano roztworem buforowanej soli fizjologicznej i heparyny w celu usunięcia resztek krwi z krwioobiegu. Następnie wprowadzono formalinę w celu utrwalenia tkanek.
2. Tą samą drogą następnie wprowadzono lateks zabarwiony barwnikiem akrylowym (czerwonym) w celu uwidocznienia naczyń krwionośnych.
3. Tak przygotowane tkanki odwapniono w 0.5% roztworze HCl.

Zdjęcia wykonano mikroskopem stereoskopowy Nikon SMZ 745T.

Budowa anatomiczna i położenie w oczodole

Gruzoł Hardera występuje w prawie wszystkich gromad kręgowców. Może to wskazywać, że w wyniku długiej ewolucji uległ dużym przekształceniom i u każdej grupy filogenetycznej uległ dość znacznym przekształceniom.

Nie występuje on u ryb, natomiast u płazów bezogonowych (*Anura*) jest jedynym gruczołem obecnym w oczodole. Początkowo był opisany jako łzowy, ale w latach 90. zweryfikowano go jako gr. Hardera. U *Buffo viridis* i *Rana esculenta* (di Mateo i wsp. 1989) jest to owalna struktura, długości ok. 2-3 mm, położona w przyśrodkowym kącie oka, otwierająca się pojedynczym przewodem do worka trzeciej powieki.

U gadów został opisany u wielu jaszczurek, węży, krokodyli i żółwi. Nie wszystkie z nich, jak np. węże, posiadają trzecią powiekę. U gadów charakterystyczne jest występowanie tzw. okularów, czyli półprzezroczystych struktur powstałych ze zrośniętych powiek. U węży gruczoł łzowy nie występuje, natomiast gr. Hardera jest ogromny. Główna masa gruczołu zajmuje tylną część oczodołu, czasami otacza całą gałkę i nerw wzrokowy. Przewód wyprowadzający otwiera się do przewodu łzowego. U jaszczurek gruczoł uchodzi kilkoma drobnymi przewodnikami wyprowadzającymi do worka spojówkowego. Właściwy gruczoł łzowy u żółwi morskich służy do usuwania nadmiaru soli.

U żółwi nie ma pełnej zgodności co do identyfikacji gruczołu. Wydaje się być mylony z gruczołem łzowym tylnym. U żółwi nie występuje przewód nosowo-łzowy i wydzielina w postaci takich „łez” wylewa się po prostu na zewnątrz oka.

U ptaków najwcześniejsze wzmianki zawdzięczamy Nebelowi i pochodzą one z 1696 roku (Burns). Bardziej szczegółowy opis u wróbla pochodzi z 1918 r. i jego autorem jest Slonaker. Kształty są zróżnicowane, u większości jest podobny do opisanego u kury domowej. U pelikana i kaczki jest prawie półkolisty, podobnie u gęsi, u pingwina trójkątny, u przepiórki japońskiej wydłużony butelkowaty, u gołębia jakby z dwóch płatów oddzielonych przewężeniem, ale nieróżniących się kolorem, tak jak to ma miejsce u ssaków. Jego topografia u większości opisanych gatunków jest taka sama, znajduje się on na dolno przyśrodkowej powierzchni gałki ocznej i jest wklęsły od strony gałki. U ptaków występuje najczęściej pojedynczy przewód wyprowadzający wydzielinę gruczołu i odprowadza ją do przyśrodkowego (przedniego) kąta oka u podstawy trzeciej powieki. Gruzoł Hardera jest o wiele większy od gruczołu łzowego.

U ssaków wg Sakai⁶ ważne jest rozróżnienie, który gruczoł jest który. Jego publikacje wprowadziły dużo porządku. U stekowców są doniesienia o gruczole Hardera i łzowym ale bez dokładnej ich charakterystyki. U 3 gatunków torbaczy (*Marsupalia*) południowoamerykańskich na podstawie charakteru wydzieliny ustalono, że występujący w oczodole gruczoł to na pewno gruczoł Hardera (1957, Paule). Badania Sakai⁷ torbaczy australijskich przyniosły interesujące wyniki. Otóż okazało się, że gr. Hardera i migotki mogą występować u dwóch różnych gatunków tego samego rodzaju i tkanka Hardera i gr. Migotki mogą występować pomieszczone w jednym gruczole, np. u *Antechinus* (niełazek), jak to stwierdzono również u jeża^{8,9,10}.

U owadożernych u *Sorex unguiculatus* i *Suncus murinus* jest bardzo wydłużony w kierunku doogonowym¹¹.

Gruczoł Hardera u gryzoni i zajęczaków

U większości ssaków gruczoł Hardera jest opisywany jako struktura podkowiastego kształtu, z dwoma płatami: górnym – mniejszym i dolnym – większym. Ponadto obserwowano różne zabarwienie tych dwóch płatów.

Najlepiej rozwinięty gruczoł Hardera stwierdzono u *Lagomorpha* i *Rodentia*. Gruczoł może u nich być nawet większy od gałki ocznej i zawsze znajduje się za gałką. Gruczoł powieki trzeciej występuje u królika i skoczka, a nie stwierdzono go u pozostałych przedstawicieli.



Rysunek 2. Gruczoł Hardera skoczka mongolskiego. 1 – powierzchnia wewnętrzna (widoczny wycisk gałki ocznej), 2 – powierzchnia zewnętrzna

Źródło: Fot. Autor.

⁶ T. Sakai, T. Yohro, *A histological...*, wyd. cyt.

⁷ Tamże.

⁸ Y. Djeridene, *The Harderian gland...*, wyd. cyt., s. 184.

⁹ S.J. Rehorek, *Development of the Nasolacrimal Apparatus in the Mongolian Gerbil (Meriones unguiculatus)*, With Notes on Network Topology and Function, „Journal of morphology” 2015.

¹⁰ M. Schreckenberger, S. Reuss, 1993, „The Harderian gland of the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). Light and electron – microscopical investigation, „Acta Anatomica”, s. 147.

¹¹ A.P. Payne, *The Harderian gland...*, wyd. cyt, s. 185.

U szczura gr. Hardera jest wyjątkowo nieregularnego kształtu, bardzo rozbudowany, pokrywa większą część tylnej powierzchni gałki ocznej, przechodząc na stronę przyśrodkową pomiędzy gałką oczną a ścianą oczodołu. Przewód gruczołu otwiera się do worka spojówkowego u podstawy powieki trzeciej¹².

U myszy gr. Hardera również ma budowę dwupłatową, mniejszy płat leży za gałką oczną nieco wyżej natomiast dolny większy jakby wręcz „wyściela” oczodół¹³.

U szynszyli długość gruczołu Hardera wynosi ok. 9 mm a szerokość ok. 4 mm. Zajmuje on typowe miejsce w oczodole.

U królika gruczoł ten ma kształt nerkowaty, od strony zewnętrznej jest wypukły, a od wewnętrznej wklęsły, dopasowując się do kształtu gałki ocznej i miejsca w oczodole. Ma ok. 20 mm długości, 15 mm szerokości i 5 mm grubości. Występuje tu charakterystyczne podwójne zabarwienie płatów gruczołu, a mianowicie górny jest biały, a dolny jest różowy. Co więcej, dolny płat jest prawie dwukrotnie większy niż górny. Płaty są połączone bardzo cienkim pasmem łącznotkankowym i bardzo łatwo jest je oddzielić od siebie. A można nawet odnieść wrażenie, że są to raczej dwa gruczoły niż jeden. Pojedynczy przewód odprowadzający otwiera się w bardzo typowym miejscu, czyli w pobliżu dolnej brzości powieki trzeciej.

Z zewnątrz otacza go przeważnie torebka łącznotkankowa, która przechodzi w przegródki dzielące miąższ gruczołu na płaciki, np. u pancernika, degu (koszatniczki), ptaków. U innych gatunków pełni też funkcję rozległej zatoki żyłnej, która leży za gałką oczną i otacza mięśnie zewnętrzne gałki, np. u myszy, królika, chomika, ale u szczura nie.

U chomika syryjskiego obserwowano zróżnicowanie budowy histologicznej gruczołu w zależności od płci, tzn. u samic gruczoł buduje inny typ komórek wydzielniczych niż u samca¹⁴.

Zazwyczaj miąższ gruczołu Hardera ma budowę cewkową lub cewkowo-pęcherzykową. Może być całkowicie jednorodny i nie da się odróżnić jakichś specjalistycznych części w jego obrębie. U skoczka *Meriones unguiculatus* zawierają tkankę obu gruczołów w jednej strukturze¹⁵.

W gruczole obserwujemy obecność tkanki łącznej śródmiaższowej, która jest dosyć rozproszona. Występują w niej włókna kolagenowe, fibroblasty, komórki tuczne, makrofagi, melanocyty i komórki immunokompetentne.

U gryzoni budowa histologiczna przedstawia się następująco: płaty są zbudowane z cewkowo-pęcherzykowych lub cewkowych odcinków wydzielniczych, zazwyczaj z jednej warstwy komórek wydzielniczych. Każdy pęcherzyk wydzielniczy zawiera 1 lub 2 typy komórek wydzielniczych oraz komórki mioepitelialne.

W mikroskopie świetlnym zaobserwowano u szczura komórki A i komórki B. Komórki A charakteryzują się obecnością dużej ilości wakuol w cytoplazmie, natomiast komórki B mają mało wakuol. Wakuole w komórka A mają różne średnice.

¹² Y. Djeridene, *The Harderian gland...*, wyd. cyt., s. 184.

¹³ A.P. Payne, *The Harderian gland...*, wyd. cyt., s. 185.

¹⁴ M. Schreckenberger, S. Reuss, „The Harderian gland of the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). Light and electron – microscopical investigation“ *Acta Anatomica*, 1993, s. 147.

¹⁵ T. Sakai, T. Yohro, *A histological study...*, wyd. cyt., s. 200.

U królika obserwowano, że pęcherzyki wydzielnicze w białym płacie mają mniejszą średnicę i ich światło jest węższe. Nabłonek jest wysoki cylindryczny i są bardziej regularne niż w różowym segmencie gruczołu i owalne jądra komórek są zlokalizowane w przypodstawnej części cytoplazmy.

Budowa przewodu wyprowadzającego:

Pewnym kryterium odróżniania gr. Hardera od gruczołu migotki jest, może nie budowa jako taka, ale ilość przewodów wyprowadzających, otóż gr. Hardera ma jeden a gr. Migotki ma zwielokrotnione drobniejsze przewodniki wyprowadzające.

Unerwienie:

Gruzoł Hardera unerwiany jest, tak jak większość struktur położonych w oczodole, przez gałęzie nerwu ocznego VI (gałęzi nerwu V), odgałęzienia nerwu okoruchowego oraz gałąź podniebienną nerwu twarzowego (u ptaków, VII).

Unaczynienie:

Za unaczynienie gruczołu Hardera, na podstawie obserwacji u gryzoni, odpowiedzialna jest tętnica oczna, a właściwie jej końcowe odgałęzienia nazywane odgałęzieniami gruczołowymi. Tętnica oczna odchodzi od tętnicy szczękowej. Od ocznej zaś odchodzą: tętnice rzęskowe długie boczne i przyśrodkowe, tętnice rzęskowe krótkie, tętnice do gałki ocznej, tętnica łzowa do gruczołu łzowego oraz wymieniana już gałąź naczyniowa dla gruczołu Hardera.

Jakie przypisuje mu się funkcje?

Wyniki badań gruczołu Hardera okazały się tak rozmaite i złożone, że można by się zastanawiać, czy naprawdę ten jeden skromny gruczoł może łączyć tyle funkcji:

1. Produkuje lipidową wydzielinę zwilżającą ochronnie powiekę trzecią i rogówkę. Najbardziej zrozumiała z funkcji, to produkcja substancji zwilżającej rogówkę i powiekę trzecią, zabezpieczanie przed wysychaniem. Komórki odcinków wydzielniczych produkują wydzielinę lipidową, uwalniają ją do przewodów wyprowadzających prowadzących do światła szerszego przewodu głównego przebiegającego przez całą długość gruczołu. Wydzielanie odbywa się na drodze merokrynowej, czyli bez naruszenia struktury komórki, dyfuzja cząsteczek substancji w szczytowej części komórki wydzielniczej. Przy ruchach powiek wydzielina jest rozprowadzana jak smar po powierzchni rogówki i migotki.
2. Bierze udział w odpowiedzi immunologicznej. Gruzoł Hardera jest bogatym źródłem limfocytów B i T (immunokompetentnych komórek) u niektórych kręgowców. Szczególnie u ptaków odnotowano dużą ilość komórek plazmatycznych zawierających immunoglobuliny (zwane też przeciwciałami) IgA, IgG oraz IgM. Szczególnie nagromadzenie komórek plazmatycznych wiąże się z limfocytami typu B, których liczba wzrasta u nich z wiekiem. Uważa się, że szczególne nagromadzenie tych komórek plazmatycznych w tkance łącznej gruczołu i ich produktów obecnych w wydzielinie g. Hardera uwalnianej do worka spojówkowego i przewodu nosowo-łzowego jest ochroną przed wtargnięciem czynników wywołujących infekcję oka lub dróg oddechowych. Są odpowiedzialne za lokalną odpowiedź immunologiczną. W przypadku kon-

- trołowanego usunięcia gr. Hardera u ptaków obserwowano pojawienie się tych komórek plazmatycznych w skupiskach w gruczole łzowym (Burns 1979). U ssaków występują też czasami, np. u królika, szczura, świnki morskie i degu. U chomika złocistego tylko w pewnych warunkach, a mianowicie, gdy następuje atrofia ściany cewek lub przy zbyt niskim poziomie hormonów.
3. Uczestniczy w mechanizmach termoregulacyjnych. Udział w procesach termoregulacyjnych polega na produkowaniu lipidów uczestniczących w regulacji temperatury ciała. Stwierdzono to tylko u skoczka. Zwierzę czyszcząc futerko, rozprzodzało wydzielinę lipidową z okolicy gałek ocznych po całym ciele. Ta wydzielina powodowała, że futro nabierało ciemniejszej barwy i zwierzę kumulowało ciepło, futerko się nagrzewało w słońcu. Dalsza część eksperymentu polegała na zanurzeniu zwierzęcia w wodzie z lodem i stwierdzano obniżenie temperatury ciała tylko w warstwach powierzchniowych. Inaczej natomiast wyglądały efekty tego eksperymentu u skoczka pozbawionego gruczołu Hardera, szybko obniżała się temperatura w głębszych partiach ciała zwierzęcia.
 4. Produkcja porfiryń. Porfiryńy są to związki makrocycliczne utworzone z 4 pierścieni pirołowych połączonych jednowęglowymi mostkami metinowymi. Zawierają makrocycliczny układ zwany porfiną, który nie występuje w przyrodzie w stanie wolnym. Występują za to analogi porfiryń z podstawionymi łańcuchami bocznymi i najprościej mówiąc należą do nich hem i chlorofil. Częsteczki porfiryń są płaskie, bardzo trwałe i silnie zabarwione. Porfiryńy pochłaniają światło i posiadają charakterystyczne widma absorpcyjne zarówno w części widzialnej, jak i nadfioletowej. Roztwory porfiryń po naświetleniu światłem nadfioletowym wykazują silną czerwoną fluorescencję, którą wykorzystuje się do wykrywania nawet minimalnych ilości wolnych porfiryń. Produkowane w GH są kumulowane w świetle pęcherzyków wydzielniczych w postaci barwnych konkrecji. Porfiryńy mogą pełnić funkcje fotoochronne jako filtr u gatunków gryzoni zaadaptowanych do ciemnego środowiska. Porfirie – grupa wrodzonych lub nabytych schorzeń wynikających z zaburzenia działania enzymów w szlaku syntezy hemu, zwanym również szlakiem porfiryń.
 5. Produkcja feromonów. Produkcja substancji zapachowych, po prostu zwanych feromonami, charakterystycznych dla każdego gatunku w celach przywabiania, zaznaczania terenu, itp.
 6. Produkcja indoli. Jest źródłem pozaszyszynkowym melatoniny, która jest syntetyzowana na terenie jego komórek (typu I) z prekursorów związków indolowych: serotoniny i tryptofanu.
 7. Jest częścią osi siatkówka-szyszynka (mechanizm produkcji melatoniny). Ta funkcja jest bardzo złożona i najbardziej wymaga kontynuacji badań.
 8. W pewnych okolicznościach ułatwia połykanie, jest źródłem śliny. U niektórych węży wydzielina gr. H. przechodzi przez krótki przewód do jamy ustnej i ułatwia połykanie, np. jaj w całości, ale nie ma właściwości trawiennych. Wąż jajożer (*Dasypeltis*) odżywiający się jajami ptaków ma bardzo dużych rozmiarów gr. Hardera.
 9. Udział w osmoregulacji. Ta funkcja występuje u żółwi morskich szczególnie, polega na usuwaniu nadmiaru soli z organizmu.

10. Źródło czynników wzrostowych. Produkowany jest HGDGF, czyli stanowi czynnik wzrostu pochodzący z gruczołu Hardera. Doniesienia są nieliczne na ten temat. Badania in vitro z komórkami rogówki. Możliwa jego rola w procesach odżywiania i naprawy rogówki.

Podsumowanie

Gruczoł Hardera kręgowców zasługuje niewątpliwie na uwagę badaczy reprezentujących wiele dziedzin biologii. Różnice w budowie anatomicznej i w biochemicznym składzie produktów wydzielania oraz różnorodność funkcji świadczą o tym, jak wcześnie pojawił się w rozwoju filogenetycznym kręgowców. Obserwowany jest zarówno u płazów jako jedyny gruczoł oczodołu, ale „młodsze” gady, ptaki i ssaki też go posiadają, chociaż nie pełni tylko funkcji związanych z ochroną gałki ocznej. Mnogość funkcji, jakie otrzymał w trakcie swojej ewolucji u różnych grup zwierząt, może zaskakiwać, jak i to, że jest obecny u np. węży, które nie mają powiek, ale nie utraciły tego gruczołu tylko otrzymały nowe, niezwiązane z okiem funkcje.

Bibliografia

- Djeridene Y., *The Harderian gland and its excretory duct in the Wistar rat. A histological and ultrastructural study*, *J. Anat.*, 1994, s. 184.
- Payne A.P., *The Harderian gland: a trecentennial review*, *J. Anat.*, 1994, s. 185.
- Rehorek S.J., *Development of the Nasolacrimal Apparatus in the Mongolian Gerbil (Meriones unguiculatus)*, With Notes on Network Topology and Function, „Jurnal of Morphology”, 2015,
- Rehorek S.J., *One gland, two lobes: Organogenesis of the „Harderian” and „nictitans” glands of the Chinese muntjac (Muntiacus reevesi) and fallow deer (Dama dama)”* *Annals of Anatomy*, 2007, s. 198.
- Sakai T., Yohro T., *A histological study of the Harderian gland of Mongolian gerbils (Meriones unguiculatus)*, „Anatomical Record”, 1981, s. 200.
- Schreckenberger M., Reuss S., *The Harderian gland of the Djungarian hamster (Phodopus sungorus). Light and electron – microscopical investigation*, „Acta Anatomica”, 1993, s. 147.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

ANNA MICHALSKA

Studentka II roku kierunku lekarskiego, studia jednolite magisterskie
Studenckie Koło Naukowe Eskulap
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
2nd year student of medicine, MA studies
Students' Scientific Circle Eskulap
The Jan Kochanowski University in Kielce

Zdolności regeneracyjne tkanki nerwowej w ośrodkowym układzie nerwowym. Czy zdołamy obudzić mózg?

Recovery capacity of the nerve tissue in the central nervous system. Are we able to awaken the brain?

Summary: Blood-brain barrier (BBB), myelin sheath and the concentration of the components of the extracellular fluid separate neurilemma from the substances circulating in the blood vessels of the system. These creatures, whose task is to protect neurons from toxins and pro-inflammatory factors, prevent the propagation of the mechanism of repair of neurons. The damaged nervous tissue in the brain induces inflammation, which leads to glial scars. The loosening of BBB, the rearrangement of the components of the extracellular environment in the surrounding of neurons by the change of the concentration of trophic factors and the concentration of proteoglycans prevents the phylogenetic recovery of neurons in the central nervous system (CNS).

Key words: blood-brain barrier, radial glia, fasciculation, nervous Darwinism, chondroitin sulfate.

Wstęp

Ewolucyjnie hamowany proces odnowy neuronów w ośrodkowym układzie nerwowym chroni szlaki nerwowe przed nieprawidłową transmisją sygnałów w mózgowiu. Ta obronna funkcja omawianej tkanki skłoniła naukowców do głębszej analizy problemu, zmierzając do poznania zdolności regeneracyjnych tkanki nerwowej na poziomie

mózgu i rdzenia kręgowego. Rozpoczęto niezależnie badania zmierzające do poznania prawdy: czy filogenetycznie hamowny proces odnowy jesteśmy w stanie zatrzymać i stymulować działanie naprawcze tej koordynującej życie struktury. W pracy przedstawie wyniki badań niosące największe nadzieje na poprawę jakości życia pacjentów cierpiących na stwardnienie rozsiane, zaburzenia transportu aksonalnego, obumieranie neuronów w ośrodkowym układzie nerwowym.

Przełamać bariery

Substancje czynne krążące w łożysku naczyń są oddzielane od tkanki nerwowej przez dwie główne bariery: barierę krew – mózg (ang. blood-brain barrier BBB) oraz osłonkę mielinową utworzoną z oligodendrocytów¹. Budowa ww. struktur uniemożliwia swobodny obieg substancji krążących w świetle naczyń krwionośnych z płynem śródmózgowym². Należy zwrócić uwagę, że BBB – pomimo swej integralności – wciąż pozostaje strukturą plastyczną, zachowującą zdolności przystosowawcze do zmieniającego się środowiska zewnątrzkomórkowego. Komórki wyściełające naczynia krwionośne przyczyniają się do regulowania homeostazy – posiadają cenną zdolność dozowania glikozaminoglikanów. Ta właściwość bezpośrednio wpływa na czynności naprawcze neuronów³. W przypadku przerwania ciągłości barier mamy do czynienia z wynaczieniem elementów morfotycznych do płynu śródmózgowego – poprzez perforacje rozszczelnionych łączy ścisłych endotelium⁴. Dynamicznie zmieniające się środowisko indukuje pojawienie się markerów stanu zapalnego. Neurony w odpowiedzi na czynniki prozapalne syntezują cytokiny. Ostatecznie; reakcje metaloproteinaz z reaktywnymi formami tlenu znoszą ochronę ośrodkowych struktur nerwowych przed czynnikami prozapalnymi migrującymi z naczyń krwionośnych⁵. Powstały tlenek azotu oraz wolne rodniki prowadzą do uszkodzenia materiału genetycznego komórek nerwowych, uruchamiając tym samym mechanizm apoptozy. Zaistniałe zmiany w mózgowiu, związane z obumieraniem neuronów oraz wzrostem udziału cytokin w płynie śródmózgowym, przyczyniają się do lokalnego zwiększania stężenia glutaminianu w płynie zewnątrzkomórkowym⁶.

Brama do CNS otwarta

Praca dr. Edward’a Newelt’a nad „złamaniem” BBB przy zachowanej prawidłowej funkcji neuronów przyniosła pozytywne efekty. Poprzez wprowadzenie mannitolu do tętnicy wiodącej krew do mózgowia rozluźniono połączenia błon na stosunkowo krótki czas. Wykorzystując ten okres zwiększonej przepuszczalności BBB, Dr E. Newelt wprowadził chemioterapeutyk pacjentce cierpiącej na chłoniaka centralnego ukła-

¹ W. Traczyk, A. Trzebski, *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2015.

² W. Sawicki, J. Malejczyk, *Histologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2012.

³ T. Cichocki, J. Litwin, J. Mirecka, *Kompendium histologii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.

⁴ P. Villoslada, C.P. Genain, *Role of nerve growth factor and other trophic factors in brain inflammation*, „Nature Reviews”, 2004.

⁵ S. Konturek, *Fizjologia człowieka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000.

⁶ P. Villoslada, C.P. Genain, *Role of nerve...*, wyd. cyt.

du nerwowego. Zastosowana substancja osmotycznie czynna odciągnęła wodę ze śródbłónka naczyń, powodując wiotczenie komórek tworzących barierę krew - mózg⁷. Powstające fenestracje między ścianami kurczących się komponentów śródbłónka umożliwiły przedostanie leku ze światła naczynia do płynu otaczającego neurony. Nowatorski sposób dr. Edwarda Newelt'a zainspirował naukowców do pracy nad rozczelnieniem BBB z ominięciem reakcji prozapalnych. Obecnie trwają badania nad skutecznością metody zogniskowania ultradźwięków na mikropęcherzykach gazów oraz mikrocewnikowaniu tętnicy z przerwaniem lokalnie, krótkookresowo integralności błony. Również rozpoczęto badania nad skutecznością tlenoterapii hiperbarycznej⁸.

U progu poznania

W centralnym układzie nerwowym otoczka mielinowa jest utworzona z oligodendrocytów, a w obwodowym układzie nerwowym – z komórek Schwanna. Neurochirurdzy wykorzystują potencjał regeneracyjny w obwodowym układzie nerwowym, jednak nie dokonują tego na poziomie ośrodku. Tkanka glejowa tworzy bliznę, odcinając tym samym neuron objęty patologią od prawidłowo funkcjonujących komórek układu nerwowego. Ochrona nieuszkodzonych neuronów przed niekorzystnym wpływem reakcji zapalnej pociąga za sobą ograniczenie zdolności regeneracyjnych tkanki nerwowej w ośrodkowym układzie nerwowym. Kiedy czynniki prozapalne przekroczą barierę krew – mózg, inicjują kaskadę przemian, dając ostatecznie bliznę glejową⁹. Jej wielkość pozostaje w ścisłej korelacji z wielkością strefy mającej kontakt z barierą krew-mózg. Stymulacja tkanki w ośrodku obecnością makrofagów wywołuje aktywację astrocytów oraz lokalne zwiększenie stężenia proteoglikanów w obrębie naruszonych struktur komórek¹⁰. Neurony charakteryzują się stosunkową dużą wrażliwością nawet na nieznaczne, lokalne zmiany stężenia. Zmiana środowiska zewnątrzkomórkowego (ECM) na korzystniejsze, z punktu widzenia regeneracji, odbudowy i metabolizmu neuronu – bez udziału w tym dewastacyjnego działania procesu zapalnego – może prowadzić do przywrócenia czynności neuronom objętym patologią. Informacji o składzie ECM, potrzebnym do odbudowy neuronów, dostarcza neurogeneza.

Neurogeneza

Rozwój cewy nerwowej rozpoczyna się od 3. tygodnia życia płodowego. Z czasem komórki totipotencjalne różnicują się w pluripotencjalne – stają się komórkami macierzystymi tylko dla układu nerwowego¹¹. Za transport komórek do przypisanej im lokalizacji odpowiada glej promienisty. Kolejnym czynnikiem warunkującym prawidłową lokalizację neuronu w CNS jest rodzaj „twardości” otaczającej tkanki, określany przez

⁷ D. Ribatti, B. Nico, E. Crivellato, M. Artico „Development of the blood-brain barrier”, tom 289, nr 1 (2006).

⁸ J. Interlandi, *Przepustka do mózgu*, „Świat Nauki”, lipiec 2013.

⁹ H., Jerry Silver & Jared., *Regeneration beyond the glial scar*, „Nature Reviews Neuroscience”, 5 February 2004, s. 146-156.

¹⁰ J. Gołąb, M. Jakóbsiak, W. Lasek, T. Stokłosa, *Immunologia*, PWN, wyd. 6, Warszawa 2012.

¹¹ H. Bartel, *Embriologia*, PZWL, wyd. 5, Warszawa 2012.

licznych autorów jako medium¹². Następnym istotnym czynnikiem, odpowiadającym za przygotowanie komórki do pełnienia swojej funkcji, są substancje adhezyjne. Sam neuron został wyposażony w wypustki cytoplazmatyczne – tzw. filopodia – nadające komórce ruch ameboidalny. Tak prowadzone neurony przyjmują właściwą lokalizację, indukują połączenia synaptyczne i ostatecznie przygotowują się do pełnienia ściśle określonej im funkcji. Ukształtowany szlak na przebiegu neuronu do miejsca docelowego tworzy pewnego rodzaju drogę, którą kierują się kolejne komórki danego typu. Określamy to mianem fascykulacji. Kiedy neuron nie spełnia swej funkcji lub przegrywa konkurencję o neurotrofyny, ulega apoptozie. Proces ten, odkryty przez Gerald'a Edelman'a, nosi nazwę darwinizmu nerwowego.

Zmiany zachodzące w ciągu życia

W ciągu życia proces neurogenezy zachodzi cały czas w hipokampie, pośrednio w obrębie struktury opuszki węchowej, dzięki migrującym komórkom ze strefy przykomorowej¹³. Ponadto cały czas mamy do czynienia z synaptogenezą, co bezpośrednio zwiększa poziom plastyczności mózgu. Jerzy Konorski w pracy naukowej „Organization of conditioned reflexes” podaje: „*Zmiany plastyczne są wynikiem rozwoju i zwielokrotnienia synaps pomiędzy zakończeniami aksonów ośrodkowego nadawczego i neuronami ośrodkowego odbiorczego*”. Ta dynamiczna struktura neuronów jest fundamentalna dla procesu uczenia się, zachowania pamięci oraz adaptacji do zmian środowiska. Przy zaburzonym transporcie aksonalnym obserwujemy nasiloną synaptogenezę na granicy zdrowych struktur i struktur objętych patologią. Przeciwnie półkula w stosunku do uszkodzonej zaczyna aktywować obszary ośrodkowego współodpowiedzialnego za określone funkcje – kompensując tym samym zachodzące zmiany. Również wzrasta stężenie czynników wzrostu w obrębie CNS¹⁴. Zwiększone stężenie NGF (ang. Nerve Growth Factor) w zaostrzeniu choroby stwardnienia rozsianego ujawnia jego neuroprotektoryjne działanie, jak i zdolność do hamowania procesu zapalnego. Ponadto działa jako skuteczny środek stymulujący zachowanie homeostazy. Dodatkowym czynnikiem zapewniającym utrzymanie właściwości plastycznych mózgu jest zachowanie optymalnego stężenia substancji w ECM¹⁵. Wykazano zależność dowodzącą, że wraz z dojrzewaniem neuronów dochodzi do wzmożonej syntezy proteoglikanów w ECM – co ostatecznie hamuje wzrost neuronów. Przy uszkodzeniu neuronu również rejestrujemy zwiększony udział proteoglikanów w ECM. Aby sprawdzić, czy obniżenie stężenia proteoglikanów – szczególnie obierając za cel siarczan chondroityny – w otoczeniu neuronu zwiększy zdolności naprawcze i wzrostowe komórki – poddano trawieniu enzymatycznemu chondroitynazą uszkodzone neurony na szlaku dopaminergicznym. Leczenie enzymatyczne przyniosło pozytywne skutki: wzmocniło proces naprawczy, umożliwiło powrót

¹² S. Meczykowski, *Materiały o rozwoju układu nerwowego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.

¹³ A. Bochenek, M. Reicher, *Anatomia człowieka*, PZWL, Warszawa 2007.

¹⁴ B. Żernicki, *Uszkodzenie mechanizmu uczenia się w wyniku wczesnej deprywacji wzrokowej*, „Mózg a zachowanie”, 2006.

¹⁵ M. Kossut, *Synapsy i plastyczność mózgu*, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, PAN, Warszawa 2009, s. 286-302.

włókna osiowego do pierwotnego celu i, w końcowym efekcie, przywróciło lokomocyjne, proprioceptywne funkcje neuronu.

Podsumowanie

Modyfikacja systemów regeneracyjnych tkanki nerwowej i mechanizmów wstrzymujących filogenetycznie hamowną odnowę neuronów w CNS prowadzi do wzrostu neuronów. Dotychczas nieinwazyjne leczenie zmian w obrębie CNS dotyczyło w głównej mierze zwalczania zakażeń bakteryjnych oraz grzybiczych. Usuwanie zmian neurodegeneracyjnych za pomocą enzymatycznego trawienia proteoglikanów w ECM, z jednoczesną stymulacją czynników wzrostu, daje pozytywne efekty lecznicze, co jest przełomowe dla terapii leczenia zaburzeń neurodegeneracyjnych.

Bibliografia

- Bartel H., *Embriologia*, PZWL, wyd. 5, Warszawa 2012.
- Bochenek A., Reicher M., *Anatomia człowieka*, PZWL, Warszawa 2007.
- Cichocki T., Litwin J., Mirecka J., *Kompendium histologii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.
- D. Ribatti, B. Nico, E. Crivellato, M. Artico, „Development of the blood-brain barrier”, tom 289, nr 1 (2006).
- Gołąb J., Jakóbsiak M., Lasek W., Stokłosa T., *Immunologia*, PWN, wyd. 6, Warszawa 2012.
- H., Jerry Silver & Jared., *Regeneration beyond the glial scar*, „Nature Reviews Neuroscience”, 5 February 2004, s. 146-156.
- Interlandi J., *Przepustka do mózgu*, „Świat Nauki”, lipiec 2013.
- Konturek S., *Fizjologia człowieka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000.
- Kossut M., *Synapsy i plastyczność mózgu*, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, PAN, Warszawa 2009, s. 286-302.
- Meczykowski S., *Materiały o rozwoju układu nerwowego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.
- Sawicki W., Malejczyk J., *Histologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2012.
- Traczyk W., Trzebski A., *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2015.
- Villoslada P., Genain C.P., *Role of nerve growth factor and other trophic factors in brain inflammation*, „Nature Reviews”, 2004.
- Żernicki B., *Uszkodzenie mechanizmu uczenia się w wyniku wczesnej deprivacji wzrokowej*, „Mózg a zachowanie”, 2006.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

BARTOSZ MUSZYŃSKI

Student II roku informatyki, studia inżynierskie I stopnia

Studenckie Koło Naukowe „Solution”

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

2nd year student of computer science, BS studies

Students' Scientific Circle „Solution”

The Jan Kochanowski University in Kielce

Internet Rzeczy – nowe oblicze przedmiotów

The Internet of things – a new face of things

Summary: The Internet is used not only for the purpose of communication between people, but it is also a source of innovative technologies of the Internet of things, which enable its users to both reduce the operational costs of many endeavours and to better exploit the natural resources, thus improving the standard of living of many people and protecting their lives. The Internet of things (IoT) is a new concept enabling continuous and unlimited communication between machines and human beings, thus providing the latter with a large amount of valuable information. The applications of IoT improve the standard of living. The goal of the article is to describe the issue of the Internet of things, its applications, assets and problems connected with the implementation of IoT.

Key words: Internet of things, Internet of all things, Industry 4.0.

Wstęp

Internet zapoczątkował przeniesienie relacji między ludźmi w wirtualny świat oraz znacząco ułatwił komunikację międzyludzką. Obecnie ludzie w Internecie realizują się prywatnie i zawodowo. Początkowo Internet zapewniał możliwość przysyłania e-maili oraz wymianę plików na bardzo duże odległości i w bardzo krótkim czasie. Ulega on jednak ciągłym zmianom. Z akademickiej sieci, z której korzystało niewielkie grono naukowców, stał się siecią globalną¹. Internet zrewolucjonizował sposób funkcjonowa-

¹ P. Senkus, A. Skrzypek, M. Łuczak, A. Malinowski, *Internet of Things: przeszłość-teraźniejszość-przyszłość*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach”, 2014, nr 30(103), s. 163-172.

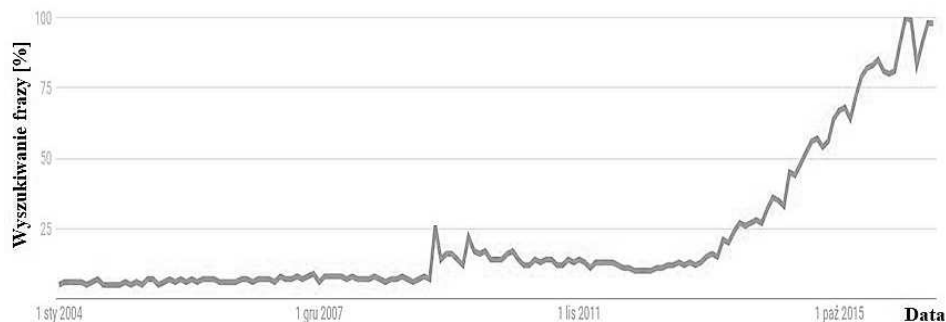
nia kontaktów międzyludzkich, edukację, zakupy, biznes. Wpłynął na sposób funkcjonowania społeczeństw. Internet Rzeczy rozszerza tę relację o nowy wymiar, jakim są inteligentne przedmioty.

Pojęcie Internetu Rzeczy

Termin Internet Rzeczy został po raz pierwszy użyty w 1999 r. przez Kevina Ashтона podczas prezentacji zatytułowanej „Internet of Things” Procter & Gamble (P&G)². W tym czasie ruch w sieci był generowany tylko przez ludzi, którzy wymieniali informacje przez siebie zgromadzone lub wytworzone, a trend ten zmieniły dopiero przedmioty Internetu Rzeczy³.

Internet Rzeczy (ang. Internet of Things) w skrócie IoT jest nową koncepcją funkcjonowania sieci, w której przedmioty mogą komunikować się ze sobą i z człowiekiem przy pomocy globalnej sieci. Internet Rzeczy nazywany jest niekiedy Internetem przedmiotów⁴. IoT łączy przedmioty pomiędzy sobą, a także z człowiekiem. Przedmiotami IoT możemy sterować z dowolnego miejsca na Ziemi pod warunkiem, że urządzenia te mają dostęp do sieci Internetowej. W takim wymiarze, globalna sieć umożliwia inteligentnym przedmiotom komunikację z każdego miejsca na Ziemi i o każdym czasie. Do działania urządzeń Internetu Rzeczy niezbędna jest, poza siecią Internetową zapewniającą łączność, również energia, bez której urządzenia nie są w stanie pracować.

Internet Rzeczy pozwala zniwelować ograniczenia ludzkie związane z ograniczoną percepcją szybko zmieniających się sygnałów, poprawiając przy tym dokładność pomiarów. W przypadku, gdyby człowiek odpowiadał za pomiary, znaczna część informacji mogłaby zostać utracona. Przedmioty IoT dostarczają więcej danych, które mogą zostać zapisane na trwałym nośniku i wykorzystane później w dowolnym momencie.



Rysunek 1. Dynamika zmian wyszukiwania hasła „Internet Rzeczy” w wyszukiwarce Google

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.google.pl/trends/>, [dostęp: 05.03.2017 r.].

² K. Ashton, *That ‘internet of things’ thing*, „RFiD Journal”, 2009, nr 22(7), s. 97-114.

³ E.M. Kwiatkowska, *Rozwój Internetu Rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny”, 2014, nr 8(3), s. 60-70.

⁴ R. Kazała, *Mobilny robot manipulacyjny wykorzystujący technologie Internetu Rzeczy w systemie sterowania i monitorowania*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2016, nr 20(4), s. 37-45.

Internet Rzeczy cieszy się z roku na rok coraz większym zainteresowaniem, co ilustruje Rys. 1. Postęp i zainteresowanie w tej dziedzinie są ogromne. Od roku 2013 zanotowano lawinowy wzrost zainteresowań wyszukiwania tego hasła.

Rysunek 2 ukazuje, że wyszukiwanie hasła „Internet Rzeczy” cieszy się dużą popularnością wśród obywateli wiodących gospodarek światowych (Unii Europejskiej, Stanów Zjednoczonych, Chin, Japonii) i państw rozwijających się (Indie, Wietnam). Potęgi gospodarcze, takie jak Unia Europejska, USA, Chiny, Japonia, na podstawie przesłanek technologicznych uznały Internet Rzeczy za istotny kierunek swojego rozwoju⁵.

Rozwój Internetu Rzeczy

Internet znalazł się w ścisłym gronie najważniejszych narzędzi wspomagających komunikację. Globalna sieć w rozwiniętych krajach jest bowiem niemal w każdym domu, instytucji, przedsiębiorstwie. Jest ogólnodostępna. W dniu 1 marca 2017 roku dostęp do Internetu posiadało 93,7% przedsiębiorstw oraz 80,4% gospodarstw domowych⁶.



Rysunek 2. Geograficzne zróżnicowanie wyszukiwania hasła „Internet Rzeczy” w wyszukiwarce Google.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.google.pl/trends/> [dostęp: 2017.03.05 r.].

Internet umożliwia podejmowania decyzji z dowolnego miejsca na świecie, co niebagatelnie wpłynęło na rozwój koncepcji IoT. Korzystanie z sieci zapewnia tanią komunikację, a równocześnie możliwości tej komunikacji z innymi urządzeniami są ogromne.

⁵ M. Jabłońska, *Etyka w zarządzaniu danymi za pomocą Internetu Rzeczy na przykładzie sektora elektroenergetycznego*, „Studia i Materiały Uniwersytetu Łódzkiego”, 2014, nr 71, s. 56-65.

⁶ Źródło: *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2016 r.*, GUS, Warszawa 2016, s. 1, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolczenstwo-informacyjne/spolczenstwo-informacyjne/spolczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2016-roku,2,6.html>, [dostęp: 01.03.2017 r.].

Przykładowo, w 2000 roku do sieci było podłączonych około 600 mln urządzeń. Natomiast pod koniec 2008 roku do Internetu podłączono ich już ponad 6 mld. Liczba urządzeń po raz pierwszy w 2008 roku przekroczyła liczbę mieszkańców naszej planety. W 2010 roku do sieci było podłączonych 12,5 mld urządzeń, z czego smartfony i tablety stanowiły tylko 1 mld. W 2010 roku na jednego mieszkańca Ziemi przypadało 1,84 urządzeń tego rodzaju. Przypuszcza się, że w 2020 takich urządzeń będzie około 50 mld, a ich liczba przypadająca na każdego mieszkańca Ziemi będzie wynosiła 6,58⁷.

Internet Rzeczy bardzo się rozwinął dzięki technologii komunikacji bezprzewodowej, jej dostępności praktycznie w każdym miejscu oraz coraz tańszych czujników do nich przeznaczonych.

Zastosowanie Internetu Rzeczy

Inteligentne systemy wykorzystujące Internet Rzeczy pozwalają na podejmowanie decyzji bez ludzkiej interwencji. Znalazł on zastosowanie w ochronie zdrowia, transporcie, przemyśle, handlu, wojsku, inteligentnych domach oraz miastach, ochronie osób, mienia i ogólnie własności. Technologia ta znalazła ambitne zastosowania. Zalety Internetu Rzeczy:

- inteligentne urządzenia dostarczają bardzo dużo danych, które pozwalają na nowe odkrycia naukowe,
- możliwa jest efektywniejsza obsługa klientów dzięki np. kodom QR, które potrafią odczytać inteligentne urządzenia,
- inteligentne budynki wskazują wolne miejsca parkingowe, wyznaczają drogę do konkretnego miejsca w budynku,
- inteligentne czujniki pozwalają opiekować się zwierzętami domowymi, dozując zwierzęciu karmę lub wodę, wypuszczając je na spacer,
- za pomocą tej technologii możliwe jest ograniczenie kosztów np. w transporcie, gospodarstwach domowych,
- to dzięki Internetowi Rzeczy możemy korzystać z globalnej nawigacji (Google Maps itd.), śledzić przesyłki pocztowe, można też odnaleźć zagubione przedmioty,
- IoT sygnalizuje bez udziału człowieka, kiedy dana rzecz jest do wymiany lub naprawy,
- Internet Rzeczy pozwala na przewidywanie klęsk żywiołowych (np. tsunami, trzęsień ziemi),
- czujniki IoT pozwalają na ciągły monitoring gleb, wód, powietrza, ale także na obserwację migracji dzikich zwierząt,
- Internet Rzeczy znalazł zastosowanie w inteligentnych robotach wyręczających ludzi w codziennych obowiązkach,
- IoT tworzy nowe miejsca pracy.

Przedmioty Internetu Rzeczy dzięki własnym procesorom i innym zasobom informatycznym znajdując zastosowanie niemal w każdej dziedzinie życia⁸. Z roku na rok przybywa zastosowań Internetu Rzeczy.

⁷ E.M. Kwiatkowska, *Rozwój Internetu rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny”, 2014, nr 8(3), s. 60-70.

⁸ R. Czajkowski, W. Nowakowski, *IoT jako naturalna ewolucja Internetu*, „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania”, 2016, nr 4(57), s. 28-32.

Zastosowanie IoT w gospodarstwach domowych

Internet Rzeczy ułatwia nam jak najbardziej życie. Jednym z przykładów jest lodówka, zamawiająca sama produkty, które się skończyły, informująca nas o kończącej się dacie jego ważności czy dostarczająca informację o świeżości danego produktu.

Ciekawym pomysłem jest też asystent gościa, który jest w stanie wizualnie przedstawić dostępne napoje oraz przekąski, którymi dysponujemy i którymi możemy przyjąć naszego gościa. Inteligentne roboty kuchenne mogą przyrządzić bez udziału człowieka smaczne dania na podstawie dostępnych produktów. Za pomocą smartfonu można zamówić np. herbatę, kawę, dla których można dostosować odpowiednią temperaturę parzenia, co stanowi dodatkową oszczędność. Istnieją rozwiązania, które pozwalają zrobić grzanki i zaparzyć kawę na śniadanie jeszcze przed przebudzeniem użytkownika, a to tylko ułamek możliwości inteligentnego domu.

Inteligentne domy są w stanie same zamknąć okna, gdy zaczyna padać deszcz, zasłonić rolety, gdy się ściemnia, nawadniać rośliny, kiedy tego będą potrzebować. Ponadto dzięki inteligentnym włącznikom i gniazdkom można kontrolować i obniżyć zużycie energii. Inteligentne budynki pozwalają ograniczyć koszty ich utrzymania (np. energii, wody, ogrzewania)⁹.

Drugie życie prostych urządzeń

Czajnik jest prostym w obsłudze urządzeniem codziennego użytku. Natomiast inteligentny czajnik może mieć szereg dodatkowych, przydatnych funkcji. Wzajemna komunikacja czajnika z budzikiem może wysyłać do użytkownika informację, czy włączyć czajnik i jeśli użytkownik ją potwierdzi, woda będzie podgrzewana. Inteligentny czajnik może zostać przełączony w bezpieczny tryb, gdy nie ma w pobliżu osoby dorosłej i podgrzewać wodę tylko do 60°C¹⁰. Inteligentne czajniki są w stanie sprawdzić, ile wody jest podgrzewane. Znając temperaturę oraz masę wlanej wody są w stanie wyznaczyć wartość energii, która będzie potrzebna do podgrzania wody. Porównanie wartości teoretycznej z wyznaczoną doświadczalnie pozwoli obliczyć sprawność grzałki. W przypadku, gdy jej sprawność będzie zbyt niska, użytkownikowi zostanie przekazana stosowna informacja. Można w ten sposób sygnalizować zakamienienie grzałki lub inne problemy techniczne. Zbierane dane po przesyłaniu do producentów AGD pozwolą skonstruować jeszcze lepsze urządzenia.

Internet Rzeczy w medycynie

Dużym problem w trakcie terapii medycznej jest nieprzyjmowanie leków przez pacjentów lub nieprawidłowe dawkowanie przez nich leków. Zwiększa to koszt opieki zdrowotnej ponoszony przez budżety państw ze względu na późniejszą konieczność wdrożenia leczenia szpitalnego¹¹. Z rozwiązaniem tego problemu przychodzi Internet

⁹ E.M. Kwiatkowska, *Rozwój Internetu Rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny”, 2014, nr 8(3), s. 60-70.

¹⁰ J. Grela, A. Ozadowicz, M. Kluska, K. Smok, *Przykładowa aplikacja urządzeń elektroniki konsumenckiej wykorzystujących technologię Internetu Rzeczy (IoT)*, „Napędy i Sterowanie”, 2016, nr 12, s. 64-71.

¹¹ E.M. Kwiatkowska, *Rozwój Internetu Rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny”, 2014, nr 8(3), s. 60-70.

Rzeczy. W każdej tabletkie można zamontować chip o wielkości ziarenka piasku. Chip jest tak zbudowany, aby w kontakcie z sokiem żołądkowym generował impuls elektryczny, który odbiera czujnik w formie plastra naklejonego na skórze. Jeśli pacjent nie zażywa leków lub robi to nieprawidłowo, jego opiekun medyczny jest o tym informowany.

Parametry ludzkiego ciała mogą być monitorowane przez inteligentne zegarki. Można w ten sposób cały czas kontrolować ciśnienie krwi pacjenta, temperaturę jego ciała oraz pracę serca. Ciągły monitoring pracy serca może dużo wcześniej wykryć jego choroby, nawet przed wystąpieniem pierwszych widocznych symptomów. Za pomocą Internetu Rzeczy lekarze są w stanie diagnozować i ustalać przyczyny chorób. W ten sposób można uratować życie wielu osób.

W przyszłości jedną z funkcji będzie odradzanie wypicia kolejnej kawy, gdy użytkownik ma za wysokie ciśnienie krwi lub gdy poziom stresu przekroczy określony poziom. System będzie za to sugerował wypicie ziołowej herbaty¹². Ponadto osoby mające problemy z zaburzeniami pamięci mogą być wspierane przez czujniki, które rozwiązałyby ich codzienne problemy, np. związane z lokalizacją przedmiotów, ale także samych osób.

Przemysł 4.0

Idea IoT wprowadzana jest w zakładach przemysłowych pod nazwą „Przemysł 4.0”, czyli jako tzw. czwarta rewolucja przemysłowa. Hasło Przemysł 4.0 (ang. Industry 4.0) zostało pierwszy raz użyte w 2011 roku w Niemczech¹³. Wdrożenie założeń tego programu pozwoli na stworzenie inteligentnych zakładów przemysłowych.

Internet Rzeczy w przedsiębiorstwie pozwala na wzajemną współpracę wszystkich obszarów działań przedsiębiorstwa. Technologia produkcji w fabrykach jest niezależna od IoT, który jednak może monitorować proces produkcyjny lub nim sterować¹⁴. Inteligentny system jest w stanie przetwarzać bardzo duże ilości danych. Inteligentne fabryki mogą analizować dane produkcyjne w czasie rzeczywistym. W ten sposób można trafniej podejmować decyzje, obniżyć koszty produkcji lub skrócić czas załadunku i rozładunku towarów. Przedsiębiorstwa wdrażające koncepcję Przemysł 4.0 mogą poprawić swoją produktywność o 20%, zredukować koszty o około 13% oraz poprawić wyniki finansowe o około 10%¹⁵.

Koncepcja Przemysł 4.0 jest na razie mało rozpowszechniona i słabo wdrożona na większą skalę. Rosnące obroty rynku automatyki wskazują na wdrażanie tej koncepcji w coraz szerszym zakresie.

¹² J. Grela, A. Ożadowicz, M. Kluska, K. Smok, *Przykładowa aplikacja urządzeń elektroniki konsumenckiej wykorzystujących technologię Internetu Rzeczy (IoT)*, „Napędy i Sterowanie”, 2016, nr 12 s. 64-71.

¹³ P. Wittbrodt, I. Łapuńska, *Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, [w:] Knosal R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2017, s. 793-800.

¹⁴ J. Pizoń, J. Lipski, *Możliwości zastosowań technologii Internetu Rzeczy dla szeregowania zadań produkcyjnych w MŚP*, [w:] Knosal R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2017, s. 793-800.

¹⁵ J. Wielki, *Internet Rzeczy i jego wpływ na modele biznesowe współczesnych organizacji gospodarczych*, „Studia Ekonomiczne”, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, 2016, nr 281, s. 208-219.

Zagrożenia dla człowieka niesione przez IoT

Stosując technologie Internetu Rzeczy, należy liczyć się z negatywnym efektem ubocznym, którym jest zmniejszenie zakresu prywatności jego użytkowników. Niebezpieczeństwem związanym z inteligentnymi urządzeniami codziennego użytku jest możliwość szpiegowania ich właściciela, dlatego należy zadbać o jak najwyższy poziom zabezpieczeń w tego rodzaju urządzeniach.

Inteligentne przedmioty występujące masowo w naszym otoczeniu sprawią, że bardzo dotkliwie odczujemy skutki ataku hakerskiego paraliżującego pracę urzędów, szpitali i budynków, jeżeli do niego dojdzie.

Barieri w rozwoju IoT

Wielkim problem Internetu Rzeczy jest brak standaryzacji¹⁶. Dla zapewnienia bezpieczeństwa tej technologii należy ustandaryzować protokoły bezpieczeństwa. Intel podjął próbę wyznaczenia standardów (bezpieczeństwa, łączności pomiędzy urządzeniami oraz z siecią) poprzez wprowadzenie „IoT Platform” służącą do budowy przedmiotów Internetu Rzeczy.

Obecnie w sieci Internetowej stosowany jest protokół IP w wersji IPv4 mający około 4,3 miliarda unikalnych adresów¹⁷. Liczba ta jest zbyt mała dla Internetu Rzeczy. Na jego potrzeby niezbędne jest wprowadzenie protokołu IPv6, który ma 340 sekstyliionów adresów i przestrzeń adresową umożliwiającą pokrycie pełnego zapotrzebowania urządzeń Internetu Rzeczy¹⁸. Jest to problem niezbędny do rozwiązania dla dalszego rozwoju tej technologii.

Do działania urządzeń Internetu Rzeczy niezbędna jest sieć zapewniająca łączność i energię, bez której urządzenia te nie są w stanie pracować. Przedmioty IoT najlepiej zaopatrzyć we własny system zasilania z akumulatorem ładowanym energią wiatru lub słońca, niezależniacząc się od dostaw energii z sieci energetycznej.

Wraz z rosnącą liczbą urządzeń Internetu Rzeczy potrzebna jest coraz większa moc obliczeniowa komputerów przetwarzających dane zbierane z różnych czujników oraz dbające o bezpieczeństwo całego systemu. Wśród wielu zagrożeń związanych z IoT można jeszcze wymienić choćby następujące:

- awaria czujników, która może spowodować dostarczanie fałszywych danych,
- zbyt mała troska o cyberbezpieczeństwo,
- urządzenia IoT mają słabo zabezpieczone łącze Wi-Fi lub Bluetooth, przez które możliwe są ataki hakerskie,
- wycieki danych,
- awaria komunikacji z siecią Internetową,
- przeciążenie łącza Internetowego,
- atak na serwery lub routery, z którego korzystają urządzenia IoT.

¹⁶ J. Lipski, *Internet Rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją, Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, T. 2, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, 2015, s. 755-766.

¹⁷ R. Czajkowski, W. Nowakowski, *IoT jako naturalna ewolucja Internetu*, „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania”, 2016, nr 4(57), s. 28-32.

¹⁸ M. Jabłońska, *Etyka w zarządzaniu danymi za pomocą Internetu Rzeczy na przykładzie sektora elektroenergetycznego*, „Studia i Materiały Uniwersytetu Łódzkiego”, 2014, nr 71, s. 56-65.

Internet Wszechrzeczy

Uważa się, że Internet Rzeczy to tylko początkowe stadium ewolucji Internetu. IoT dopiero się rozwija, a już planowana jest jego kolejna generacja określana terminem Internetu Wszechrzeczy (IoE, Internet of Everything). IoE jest siecią informatyczną, która ma za zadanie połączyć wszystko to, co nie zostanie połączone Internetem Rzeczy¹⁹. Jej zadaniem jest integracja „wszystkiego ze wszystkim”. W tym systemie mają być połączone nie tylko przedmioty, ale i ludzie za pomocą elektroniki codziennego użytku (smartfonów, tabletów, smartwatchów, laptopów). Kluczowa w tym wszystkim ma być „super sieć”, która będzie bezpieczna, łatwa w zarządzaniu i zaprojektowana tak, aby była w stanie obsłużyć miliardy urządzeń i przekazywać bardzo duże ilości danych. Szacuje się, że wymiana danych w centrach obliczeniowych nie będzie niższy niż 6ZB (6 zettabajtów, czyli $6 \cdot 10^{21}$ bajtów).

Podsumowanie

Internet Rzeczy to nowa technologia informatyczna, która pozwala m.in. na zdalną kontrolę różnych urządzeń, obniżenie kosztów procesów technologicznych w fabrykach oraz ograniczenie kosztów utrzymania gospodarstw domowych. Nieustannie tworzone są nowe zastosowania dla Internetu Rzeczy. Nowa koncepcja wykorzystania Internetu cały czas się rozwija, a świadczy o tym rosnąca liczba inteligentnych urządzeń podłączonych do sieci. Połączenie jeszcze większej liczby czujników, przekazywanie ogromnych zasobów danych w Internecie Wszechrzeczy przyniesie jeszcze większe korzyści i stworzy większe możliwości technologiczne.

Urządzenia IoT mogą być zarówno prostymi układami elektronicznymi, które mają zastosowanie w gospodarstwach domowych, ale także zaawansowanymi układami elektronicznymi stosowanymi w zakładach przemysłowych. Internet Rzeczy ma szereg zastosowań i oferuje bardzo wiele przydatnych funkcji. Zastosowanie technologii Internetu Rzeczy w urządzeniach nawet tak prostych, jak czajnik może przynieść szereg bardzo przydatnych funkcji polepszających komfort ich użytkowania. Technologia IoT tworzy nowe miejsca pracy i bardzo ciekawe urządzenia codziennego użytku.

Nikt w latach. 80 XX wieku nie spodziewał się takiej rewolucji, jaką spowoduje Internet. IoT cały czas się rozwija, a na jego ostateczną ocenę należy poczekać. Oczekuje się, że kolejne stadium ewolucji Internetu, jaką jest Internet Rzeczy, ma szansę zrewolucjonizować świat. Aby w pełni wykorzystać potencjał Internetu Rzeczy, należy zdobyć zaufanie społeczeństwa i odpowiednio zabezpieczyć dane, które generuje, aby nie korzystały z niego niepowołane osoby. Internet Rzeczy daje szereg możliwości zastosowań. Przedmioty Internetu Rzeczy już dzisiaj sprawiają, że nasz poziom życia jest wyższy.

Bibliografia

Ashton K., *That 'internet of things' thing*, „RFiD Journal”, 2009, nr 22(7), s. 97-114.
Computing C., *Bliższa chmura, czyli usługi obliczeniowe we mgle*, „Elektronika”, 2015, nr 5(56), s. 34-37.

¹⁹ C. Computing, *Bliższa chmura, czyli usługi obliczeniowe we mgle*, „Elektronika”, 2015, nr 5(56), s. 34-37.

- Czajkowski R., Nowakowski W., *IoT jako naturalna ewolucja Internetu*, „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania”, 2016, nr 4(57), s. 28-32.
- Grela J., Ożadowicz A., Kluska M., Smok K., *Przykładowa aplikacja urządzeń elektroniki konsumenckiej wykorzystujących technologię Internetu Rzeczy (IoT)*, „Napędy i Sterowanie”, 2016, nr 12 s. 64-71.
- Jabłońska M., *Etyka w zarządzaniu danymi za pomocą Internetu Rzeczy na przykładzie sektora elektroenergetycznego*, „Studia i Materiały Uniwersytetu Łódzkiego”, 2014, nr 71, s. 56-65.
- Kazała R., *Mobilny robot manipulacyjny wykorzystujący technologie Internetu Rzeczy w systemie sterowania i monitorowania*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2016, nr 20(4), s. 37-45.
- Kwiatkowska E.M., *Rozwój Internetu Rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny”, 2014, nr 8(3), s. 60-70.
- Lipski J., *Internet Rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją*, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, 2015, s. 755-766.
- Pizoń J., Lipski J., *Możliwości zastosowań technologii Internetu Rzeczy dla szeregowania zadań produkcyjnych w MŚP*, [w:] Knosal R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2017, s. 793-800.
- Senkus P., Skrzypek A., Łuczak M., Malinowski A., *Internet of Things: przeszłość-teraźniejszość-przyszłość*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach”, 2014, nr 30(103), s. 163-172.
- Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2016 r.*, GUS, Warszawa 2016, [http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2016-roku,2,6.html](http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2016-roku,2,6.html), [dostęp: 01.03.2017 r.].
- Wielki J., *Internet Rzeczy i jego wpływ na modele biznesowe współczesnych organizacji gospodarczych*, „Studia Ekonomiczne” – Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, 2016, nr 281, s. 208-219.
- Wittbrodt P., Łapuńska I., *Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, [w:] R. Knosal (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2017, s. 793-800.



BARTOSZ MUSZYŃSKI

Student II roku informatyki, studia inżynierskie I stopnia

Studenckie Koło Naukowe „Solution”

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

2nd year student of computer science, BS studies

Students' Scientific Circle „Solution”

The Jan Kochanowski University in Kielce

Osiągnięcia sztucznej inteligencji: szanse i zagrożenia

The advances of artificial intelligence: chances and threats

Summary: Artificial intelligence is solving problems by means based on natural activities and cognitive processes of human beings with the help of computer programmes which simulate them. Artificial intelligence is regarded as intelligent only in cases when the observer is not able to differentiate the answers provided by artificial intelligence from the answers provided by human beings. A large number of ethical and philosophical problems emerged in the process of creating artificial intelligence. The invention of artificial intelligence causes anxiety in the society. The paper aims to constitute an introduction to the problem of artificial intelligence, describing the threats and chances connected with the invention of artificial intelligence.

Key words: artificial intelligence, Turing's test, neuron networks, expert systems, genetic algorithms.

Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

W latach pięćdziesiątych XX wieku pojawiła się nowa dziedzina nauki, jaką jest sztuczna inteligencja. Alan Turing w 1950 roku w artykule „Computing Machinery and Intelligence” zadaje pytanie: czy maszyny mogą myśleć?¹ W 1956 roku słowniki wzbogacają się o nowe hasło, jakim jest sztuczna inteligencja, które wprowadza John McCar-

¹ A.M. Turing, *Computing machinery and intelligence*, „Mind”, Vol. 59, No. 236, 1950, s. 433-460.

thy podczas konferencji „The science and engineering of making intelligent machines”². Marzeniem ludzi jest skonstruowanie inteligentnego komputera³.

Sztuczna inteligencja zyskuje stopniowo coraz większy rozgłos i popularność. Pojęcie sztucznej inteligencji jest trudne do zdefiniowania ze względu na definicję samej inteligencji⁴. Człowiek jest jedyną, jak do tej pory, poznaną istotą myślącą. Jest w stanie rozwiązywać skomplikowane zadania, problemy. Ludzie dążą do stworzenia bytu, który będzie wykazywał inteligentne cechy. Zajmuje się kreowaniem maszyn, algorytmów, które mają naśladować inteligencję człowieka.

Twórcy sztucznej inteligencji zgłębiają mechanizmy odpowiedzialne za procesy umysłowe, ich naturę i sposoby ich realizacji w ludzkim organizmie dzięki, którym będzie można stworzyć myślącą maszynę⁵.

Sztuczna inteligencja jest w skrócie nazywana AI od pierwszych słów ich angielskich odpowiedników (ang. artificial intelligence). Jest podzielona na koncepcje słabą i silną (czasami nazywana mocną). Słaba AI umożliwia rozwiązywanie trudnych zadań w sposób inteligentny, ale tylko w wąskiej dziedzinie. Słaba sztuczna inteligencja nie jest w stanie konkurować z inteligencją człowieka. Natomiast silna sztuczna inteligencja to inteligentny system, który jest odzwierciedleniem inteligencji człowieka.

Sztuczna inteligencja jest jedną z najbardziej interesujących i szybko rozwijających się gałęzi informatyki. Stawia przed nami wiele możliwości, ale stwarza również wiele zagrożeń. Celem pracy jest wprowadzenie w problematykę sztucznej inteligencji, przybliżenie zagrożenia, ale i szans, jakie daje ludzkości wynalezienie sztucznej inteligencji.

Test Turinga

W teście Turinga uczestniczą dwaj ludzie oraz komputer. Człowiek-tester rozmawia z drugim człowiekiem oraz ze sztuczną inteligencją. Zadaniem testera jest wskazanie, który z jego rozmówców jest człowiekiem⁶. Turing nazwał swój test „grą w naśladownictwo”. Ta nazwa idealnie oddaje ideę samego testu. Zadaniem komputera podczas rozmowy jest przekonanie testera, że ma do czynienia z człowiekiem, a nie maszyną. Tester nie może wiedzieć z kim rozmawia, dlatego zasiada przed monitorem i zadaje pytania. Osoba przeprowadzająca test może zadawać dowolne pytania, które mają za cel zbadać zdolność myślenia. Sposób przeprowadzenia testu ma za zadanie porównanie zdolności sztucznej z inteligencją człowieka⁷.

Wiele programów jest w stanie zdać test Turinga, jednak tylko w bardzo wąskim zakresie tematyki, której dotyczy konwersacja⁸.

² A. Kisielewicz, *Sztuczna inteligencja i logika. Podsumowanie przedsięwzięcia naukowego*, WNT, Warszawa 2011, s. 1-12.

³ J.R. Searle, *Umysł, mózg i nauka*, przeł. J. Bobryk, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.

⁴ K. Różanowski, *Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2, s. 109-135.

⁵ M. Miłkowski, *Czym jest i jak istnieje umysł?*, „Diametros”, 2005, nr 3, s. 27-55.

⁶ P. Hayes, K. Ford, *Turing test considered harmful*, „In IJCAI” Vol. 1, 1995, s. 972-973.

⁷ M. Piesko, *O subtelnej różnicy między słabą a mocną wersją koncepcji sztucznej inteligencji na przykładzie testu Turinga*, „Zagadnienia filozoficzne w nauce”, 2002, nr 31, s. 93-102.

⁸ H. Kwaśnicka, *Obliczenia ewolucyjne w sztucznej inteligencji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999, s. 4-8.

Projekty, w których zastosowano sztuczną inteligencję

W 1991 podczas wojny w Zatoce Perskiej zastosowano program DART planujący rozmieszczenie wojsk i ich zaopatrzenie. Umożliwiło to skrócenie czasu przygotowania operacji „Pustynna Burza” z kilku miesięcy do kilku godzin⁹.

W 1993 zapoczątkowano projekt CAM-Brain (ang. Cellular Automata Machine Brain). W pierwszym etapie rozwoju sztucznej inteligencji położono głównie nacisk na sztuczny umysł. Zadanie projektu skupiało się na stworzeniu sztucznego mózgu małego kotka składającego się z jednego miliarda neuronów. Podczas tego projektu stworzono po raz pierwszy neurokomputer CAM8 realizujący w pewnym stopniu ideę Turinga.

W 1997 roku komputer „Deep Blue” zwyciężyła ówczesnego, bardzo utalentowanego mistrza świata w szachy Garri’ego Kasparova, który odniósł wiele sukcesów w grze w szachy. Było to bardzo spektakularne zwycięstwo, gdyż nikt przed partią z komputerem nie wierzył, że jest to możliwe.

W 2003 dokonano kolejnego milowego kroku w ramach projektu QRIO, za którego realizację odpowiadała firma SONY. Opracowano pierwszego robota, który potrafi chodzić i biegać tak jak człowiek. Sztuczna inteligencja rozwinęła robotykę, która stała się odpowiedzialna za motorykę sztucznego ciała¹⁰. Robot QRIO w ciągu jednej minuty przy wadze 7 kg jest w stanie pokonać odległość 14 metrów. Robot ten traci kontakt z podłożem na 40 ms. Poza bieganiem jest w stanie również przenosić lekkie przedmioty i rzucać je na odległość do 40 cm. Robot pełnił rolę dyrygenta podczas jednego z koncertów. Jego szybkość i precyzja ruchów wzbudziła zainteresowanie specjalistów zajmujących się robotyką.

Od 2009 testowane są autonomiczne samochody. Pojazdy te kierowane są przez słabą sztuczną inteligencję i nie potrzebują kierowcy. W 2013 roku NISSAN ogłosił, że od 2020 roku będzie produkował samochody autonomiczne w przystępnej cenie¹¹. W 2014 roku Kalifornia dopuściła samochody autonomiczne do ruchu¹².

Możliwości percepcyjne sztucznej inteligencji są z roku na rok coraz większe ze względu na rosnącą moc obliczeniową komputerów. Roboty już dzisiaj są w stanie rozpoznawać twarze ludzi, śledzić i naśladować ich ruchy podczas chodzenia oraz tworzyć schematy ruchów w tańcu. Obecnie konstruktorzy robotów coraz częściej starają się upodobnić wygląd zewnętrzny robotów do ludzi. Organizowane jest wiele zawodów, w których biorą udział roboty. Jednymi z nich są zawody robotów w piłkę nożną. Roboty biorące udział w tych zawodach muszą być autonomiczne i nie mogą być sterowane przez człowieka.

⁹ H. Kwaśnicka, *Sztuczna inteligencja-meandry przeszłości i kierunki dalszego rozwoju*, [w:] J. Tchórzewski (red.), *IV Krajowa Konferencja Naukowa nt. Sztuczna inteligencja*, Szl-15, Siedlce 2000, s. 1-14.

¹⁰ A. Kisielewicz, *Sztuczna inteligencja...*, wyd. cyt., s. 1-12.

¹¹ P. LeBeau, *Nissan to build self-driven cars*, *Consumer News and Business Channel*, 2013. <http://www.cnbc.com/id/100991243>, [dostęp: 01.02.2017 r.].

¹² B. Schoettle, M. Sivak, *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the US, the UK, and Australia*, 2014, <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/108384>, [dostęp: 01.02.2017 r.].

Sztuczne sieci neuronowe, systemy ekspertowe, algorytmy genetyczne

Sztuczna inteligencja ma za zadanie naśladować inteligentne zachowania człowieka, jakimi są zdolność do myślenia, rozumienie otaczającej rzeczywistości, podejmowanie decyzji oraz porozumiewanie się. W budowaniu sztucznej inteligencji mają zastosowanie m.in:

- sztuczne sieci neuronowe,
- systemy ekspertowe,
- algorytmy (w tym algorytmy genetyczne),
- logika rozmyta,
- heurystyka¹³.

Sztuczne sieci neuronowe są wzorowane na ludzkim mózgu. Na ich podstawie podejmowana jest próba zbudowania sztucznego ludzkiego mózgu, który wykazuje zdolności do uczenia się. Sieć neuronowa może się uczyć bez nadzoru i pod nadzorem. Uczenie bez nadzoru, jest stosowane jako pierwsze, gdyż na początku wykazuje duże efekty. Uczenie z nadzorem, polega na korekcji błędów przez tzw. nauczyciela. Według Turinga sztuczna inteligencja powinna się uczyć tak, by od początku programu, czyli tzw. fazy dziecka, doprowadzić go poprzez edukację do tzw. fazy dorosłości¹⁴.

Skupiono się nie tylko na budowie, ale również na matematycznych podstawach sieci neuronowych. Matematyczne modele sieci neuronowych, znalazły zastosowanie m.in. do weryfikacji podpisów klientów banków, do przewidywania trendów na giełdzie, rozpoznawaniu znaków graficznych i tekstu (OCR, Optical Character Recognition), obrazu, dźwięku oraz zamiany mowy na tekst. Sztuczne sieci neuronowe znalazły szerokie zastosowanie w sterowaniu inteligentnych robotów oraz w kreowaniu inteligentnych przeciwników w grach komputerowych.

Systemy ekspertowe to programy mające zastąpić eksperta w danej, wąskiej dziedzinie. Ich zadaniem jest wspomaganie decyzji. Sprawność systemu ekspertowego jest zależna od wiedzy, jaka zostanie dostarczona temu programowi. Systemy ekspertowe znalazły zastosowanie w diagnostyce medycznej, wojskowej sztuce operacyjnej, udzielaniu porad prawnych, analizie pomiarów, sporządzaniu kosztorysów. Są stosowane w tych obszarach, w których potrzebna jest specjalistyczna wiedza. Zwłaszcza świetnie sprawdzają w tych dziedzinach, w których nie ma wystarczającej liczby ekspertów. Można je porównać do konsultantów, którzy doradzają użytkownikom. Doskonale zdają egzamin we wspomaganiu nauczania¹⁵, diagnozie i leczeniu chorób¹⁶, przewidywaniu trendów giełdowych, analizach i syntezach związków chemicznych. Jednym z pierwszych systemów eksperckich był system DENDRAL, który powstał w latach sześćdziesiątych XX wieku, a znalazł zastosowanie w syntezach organicznych.

¹³ K. Rózanowski, *Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2, s. 109-135.

¹⁴ H. Kwaśnicka, *Obliczenia ewolucyjne w sztucznej inteligencji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999, s. 4-8.

¹⁵ M. Zając, K. Wójcik, *Wykorzystanie technik sztucznej inteligencji do indywidualizacji procesu nauczania*, „Informatyka Teoretyczna i Stosowana”, nr 3, 2003, s. 73-80.

¹⁶ W. Duch, *Revolucja informatyczna w medycynie*, Katedra Metod Komputerowych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, 1997, <http://www.kpbc.ukw.edu.pl/Content/30077/98kardiol.pdf>, [dostęp: 01.02.2017 r.].

Algorytmy genetyczne to algorytmy wyszukujące najlepsze rozwiązania problemu spośród potencjalnych rozwiązań. Należą do metod optymalizacji. Naśladują naturalne procesy ewolucyjne, jakimi są mutacje, reprodukcje, krzyżowania. Algorytmy genetyczne funkcjonują na zasadzie doboru naturalnego, dziedziczenia. Algorytm w pierwszym kroku wybiera dopuszczalne rozwiązania, które będą stanowiły populację początkową, dla której będzie obliczana wartość funkcji przystosowania. Ta wartość sugeruje, jakie zmiany w populacji należy wprowadzić podczas selekcji i krzyżowania do następnego pokolenia. Większe szanse przejścia do następnego pokolenia mają osobniki lepiej przystosowane. Do populacji wprowadzane są również nowe osobniki z poza populacji, które mają inny kod genetyczny, ich głównym zadaniem jest doprowadzenie do wystąpienia mutacji. Całość operacji jest powtarzana aż do uzyskania satysfakcjonującego rozwiązania w postaci najlepiej przystosowanego osobnika z ostatniej populacji.

Logika rozmyta to logika wielowartościowa, jest uogólnieniem klasycznej dwuwartościowej logiki reprezentowanej przez: fałsz i prawdę (odpowiednio: 0 i 1). W logice rozmytej pomiędzy stanem fałszu, a stanem prawdy występuje wiele wartości pośrednich. Logika rozmyta znalazła zastosowania w przetwarzaniu relacji częściowej przynależności do wiedzy niedokładnej np. wtedy, gdy brakuje wszystkich danych.

Heurystyka w algorytmice dotyczy niepełnowartościowych algorytmów, umożliwiających wyszukanie w określonym czasie zadowalającego przybliżonego rozwiązania problemu. Metody heurystyczne znacząco skracają czas rozwiązywania problemu, gdyż dążą, by go rozwiązać najkrótszą drogą z pominięciem mało obiecujących rozwiązań. Metody te stosowane są wszędzie tam, gdzie nie ma jasnego rozwiązania problemu lub gdy już istniejące metody są zbyt zawile lub zbyt czasochłonne.

Inne zastosowania sztucznej inteligencji

Sztuczna inteligencja pozwala m.in. na tłumaczenie tekstu z jednego języka na inny. Chyba najbardziej znanym tłumaczem jest Google Translate, którego cechą jest wysoka skuteczność i zdolność tłumaczenia pomiędzy 65 językami. Najlepiej sprawdza się on w przypadku tekstów technicznych. Oprogramowanie oparte na sztucznej inteligencji jest w stanie napisać krótkie podsumowanie wydarzeń sportowych lub giełdowych. W bankowości stosuje się systemy, które są w stanie zweryfikować zdolność kredytową klientów¹⁷. Sztuczna inteligencja jest w stanie komponować również muzykę, która jest trudna do odróżnienia od tej tworzonej przez profesjonalnych artystów. Sztuczna inteligencja może wspomagać proces zdobywania wiedzy przez ludzi, sterować robotami, planować czas, czynności i procesy¹⁸.

Inteligentne maszyny są potrzebne człowiekowi do odkrywania nowych zależności rządzących światem. Postępy dokonujące się w obszarze sztucznej inteligencji śledzi NASA (ang. National Aeronautics and Space Administration), by wybrane osiągnięcia stosować w eksploracji przestrzeni kosmicznej.

¹⁷ W. Jastrzębska, A. Jastrzębska, *Metody sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów mikro- i makroekonomicznych*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy”, nr 17, 2010, s. 172-183.

¹⁸ D. McArthur, M. Lewis, M. Bishary, *The Roles of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects*, „Journal of Educational Technology”, Vol. 1, No. 4, 2005, s. 42-80.

Problemy związane ze sztuczną inteligencją

Wśród głównych problemów, na jakie napotkali twórcy sztucznej inteligencji, wymienić należy:

- jej budowa pochłania ogromne nakłady finansowe,
- w środowisku badań nad sztuczną inteligencją panuje dezintegracja¹⁹.

Obecnie znacznym problem jest niewystarczająca pamięć robotów, niedorównująca możliwościom kory mózgowej człowieka. Bez kory mózgowej człowiek nie jest w stanie stworzyć w pełni inteligentnej maszyny. Rozwiązanie tego problemu wydaje się być w zasięgu ręki, tylko nie w układach krzemowych. Metalowe nośniki energii wykazują większe przewodzenie elektryczne niż przewodzenie pomiędzy neuronami. Pokonanie wymienionego problemu będzie milowym kamieniem na drodze do wytworzenia silnej sztucznej inteligencji.

Odmienne stanowisko prezentował Turing. Był on przeciwnikiem stosowania w inteligentnych maszynach rozwiązań, które odwzorowują mechanizmy działania ludzkich neuronów i powiązań między nimi. Według niego sposób zapisu na białku w przypadku człowieka, czy na krzemie w maszynach nie ma znaczenia.

Ludzie według Turinga kierują się różnorodnością oraz nieokreślonością w swoim postępowaniu i tego nie da się zaprogramować. Turing był zwolennikiem znalezienia matematycznej analogii funkcjonalnych naszego mózgu. Według niego nie powinno się doszukiwać podobieństw, *Podobnie, jak samolot lata, choć nie jest ptakiem, tak i komputery mogłyby «myśleć» nie będąc tym samym co ludzie*²⁰.

Sztuczna inteligencja rodzi też wiele problemów etycznych oraz filozoficznych. Jednym z problemów natury filozoficznej jest świadomość sztucznej inteligencji oraz to czy sztuczna inteligencja jest potrzebna ludziom. Pośród problemów etycznych można wymienić m. in. odbieranie miejsc pracy ludziom przez roboty. Chcemy pozostać wyjątkowi ze swoimi zdolnościami do myślenia, bo przecież to odróżnia nas od pozostałych istot na naszej planecie.

Kolejnym problematycznym aspektem jest zbyt wolne nadążenie regulacji prawnych za nowo rodzącymi się faktami wywoływanymi postępem w dziedzinie sztucznej inteligencji. W przypadku kiedy doszło by do wypadku samochodowego nie wiadomo kto poniesie za to odpowiedzialność karną.

Problemem sztucznej inteligencji jest brak odpowiednio zgromadzonego i zorganizowanego zasobu wiedzy i danych w wielu dziedzinach, których sztuczna inteligencja mogła by się nauczyć np. systemy sztucznej inteligencji potrafią diagnozować choroby, ale nie potrafią jeszcze operować.

Zagrożenia związane ze sztuczną inteligencją

Obecność sztucznej inteligencji wywołuje zaniepokojenie wśród wielu ludzi. Przyczynia się do tego także kinematografia, która niejednokrotnie przedstawia katastroficzne wizje dotyczące sztucznej inteligencji. Ludzie obawiają się bytu, który nie

¹⁹ H. Kwaśnicka, *Sztuczna inteligencja-meandry przeszłości i kierunki dalszego rozwoju*, [w:] J. Tchórzewski (red.), *IV Krajowa Konferencja Naukowa nt. Sztuczna inteligencja*, SzI-15, Siedlce 2000, s. 1-14.

²⁰ M. Piesko, *O subtelnej różnicy między słabą a mocną wersją koncepcji sztucznej inteligencji na przykładzie testu Turinga...*, wyd. cyt., s. 4.

będąc człowiekiem będzie w stanie sam myśleć i na tej podstawie podejmować samodzielnie inteligentne decyzje. Ludzie boją się, że maszyny odbiorą im pracę, a mają przecież w pewnym zakresie przewagę nad ludźmi: nie męczą się, nie chorują, znoszą szkodliwe warunki pracy i nie trzeba szanować ich życia. Te atuty przemawiają na korzyść maszyn, niemniej cena „pracowników ze sztuczną inteligencją” jest dość wysoka.

Nierozsądne wykorzystanie sztucznej inteligencji może prowadzić do nieodwracalnych zmian, które mogą być dla nas katastrofalne. Sztuczna inteligencja może postrzegać świat w zupełnie odmienny sposób niż człowiek. Wielu naukowców jest zdania, że wynalezienie silnej sztucznej inteligencji będzie oznaczało koniec ludzkiej rasy. Ponadto uważają, że jest równie niebezpieczne, co broń atomowa²¹.

Podsumowanie

Sztuczna inteligencja często kojarzy się wielu jedynie z przegraną w szachy Garri’ego Kasparova z komputerem oraz z filmem *Terminator*, przez co szersza opinia publiczna nie zdaje sobie sprawy, ile dzięki sztucznej inteligencji na co dzień zyskujemy.

Nauka w zakresie AI od roku 1956 osiągnęła wiele sukcesów. Osiągnięcia w dziedzinie sztucznej inteligencji są bardzo duże. Postępy są widoczne w każdej dekadzie. Inteligentne maszyny mają za zadanie wykonywać czynności i funkcje przynajmniej na takim samym poziomie jak człowiek.

Z osiągnięć sztucznej inteligencji korzystamy na co dzień. Obecnie, praktycznie każdy korzysta z osiągnięć AI podczas pracy z programami, które służą np. do rozpoznawania tekstu, obrazu oraz dźwięku, z translatorami tłumaczącymi tekst z jednego języka na inny oraz w grach komputerowych.

Minęło już ponad pół wieku od momentu podjęcia prac nad sztuczną inteligencją, ale tej dziedzinie potrzebne jest więcej czasu. Do chwili obecnej, nie udało się skonstruować w pełni świadomego sztucznego bytu, który byłby w stanie odzwierciedlić inteligencję człowieka i zdać test Turinga. Programy sztucznej inteligencji, jakie stworzono do tej pory, są przedstawicielami słabej sztucznej inteligencji.

Obecnie wśród badaczy tej dziedziny królują słowa Marvin’a Minsky’ego „prawdziwa sztuczna inteligencja czeka dopiero na swojego odkrywcę!”²². Sztucznej inteligencji nadal brak spektakularnych sukcesów, choć jej osiągnięcia są znaczące.

Sztuczna inteligencja jest dziedziną nauki, która wzbudza kontrowersje. Jedną bardzo ważną kwestią jest to, że zmniejsza liczbę etatów, na których zatrudnieni są ludzie, ale tworzy ją dla nich w innych sferach.

Obawy zawsze towarzyszą stosowaniu nowych technologii. Jednak to głównie od ludzi zależy, jak potoczą się losy sztucznej inteligencji. AI może zostać zastosowana w niewłaściwy sposób, ale może też się przyczynić do znacznej poprawy życia na Ziemi. Pewne jest, że ostateczne odkrycie sztucznej inteligencji odmieni świat.

²¹ K. Różanowski, *Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2, s. 109-135.

²² A. Kisielewicz, *Sztuczna inteligencja i logika...*, wyd. cyt., s. 3.

Bibliografia

- Duch W., *Revolucja informatyczna w medycynie*, Katedra Metod Komputerowych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, 1997, <http://www.kpbc.ukw.edu.pl/Content/30077/98kardiol.pdf>, [dostęp: 01.02.2017 r.].
- Hayes P., Ford K., *Turing test considered harmful*, „In IJCAI” Vol. 1, 1995, s. 972-973.
- Jastrzębska W., Jastrzębska A., *Metody sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów mikro- i makroekonomicznych*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy”, nr 17, 2010, s. 172-183.
- Kisielewicz A., *Sztuczna inteligencja i logika. Podsumowanie przedsięwzięcia naukowego*, WNT, Warszawa 2011, s. 1-12.
- Kwaśnicka H., *Obliczenia ewolucyjne w sztucznej inteligencji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999, s. 4-8.
- Kwaśnicka H., *Sztuczna inteligencja – meandry przeszłości i kierunki dalszego rozwoju*, [w:] J. Tchórzewski (red.), *IV Krajowa Konferencja Naukowa nt. Sztuczna inteligencja*, Szl-15, Siedlce 2000, s. 1-14.
- LeBeau P., *Nissan to build self-driven cars*, Consumer News and Business Channel, 2013, <http://www.cnbc.com/id/100991243>, [dostęp: 01.02.2017 r.].
- McArthur D., Lewis M., Bishary M., *The Roles of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects*, „Journal of Educational Technology”, Vol. 1, No. 4, 2005, s. 42-80.
- Miłkowski M., Poczobut R., *Czym jest i jak istnieje umysł?*, „Diametros”, 2005, nr 3, s. 27-55.
- Piesko M., *O subtelnej różnicy między słabą a mocną wersją koncepcji sztucznej inteligencji na przykładzie testu Turinga*, „Zagadnienia filozoficzne w nauce”, 2002, nr 31, s. 93-102.
- Różanowski K., *Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2, s. 109-135.
- Schoettle, B., Sivak, M. *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the US, the UK, and Australia*, 2014, <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/108384>, [dostęp: 01.02.2017 r.].
- Searle J.R., *Umysł, mózg i nauka*, przeł. J. Bobryk, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
- Turing A.M., *Computing machinery and intelligence*, „Mind”, Vol. 59, No. 236, 1950, s. 433-460.
- Zajac M., Wójcik K., *Wykorzystanie technik sztucznej inteligencji do indywidualizacji procesu nauczania*, „Informatyka Teoretyczna i Stosowana”, nr 3, 2003, s. 73-80.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

KAROLINA RURAŻ

Studentka IV roku biologii, studia III stopnia
Studenckie Koło Naukowe Botaników
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
4th year student of biology, PhD studies
Students' Scientific Circle of Botanists
The Jan Kochanowski University in Kielce

Parazytofity Sandomierszczyzny – unikatowe rośliny muraw kserotermicznych

Parasitic plants in the Sandomierz region – unique plants of dry and warm turfs

Summary: Parasitic plants are angiospermous parasites. They intake nutritious substances from other organisms, called feeders. The field research consisted in creating a florist inventory of dry and warm turfs of the Sandomierz Highland. The research was conducted during three vegetative periods in the timespan 2014-2016, drawing on the cartogram method. The result of the research is creating a registry of 13 species of parasites (5 whole-parasitic plants and 8 semi-parasitic plants).

Key words: plants, parasitism, thermophilic habitats, Sandomierz Highland.

Wprowadzenie

Parazytofity stanowią zróżnicowaną grupę okrytonasiennych roślin pasożytniczych. To zarówno niewielkich rozmiarów jednoroczne rośliny zielne, jak i okazałe wieloletnie drzewa. Należy do nich ponad 4 tysiące gatunków, co stanowi około 1% wszystkich roślin znanych na świecie¹. Interesującym parazytofitem ze względu na posiadanie największego kwiatu wśród roślin jest bukietnica Arnolda, raflezja Arnolda (*Rafflesia arnoldii* R. Br.). Ten gatunek wieloletniej rośliny pasożytniczej wystę-

¹ A. Dzierżyńska, *Czy rośliny mogą „zjadać” rośliny czyli o pasożytniczych roślinach nasiennych*, „Kosmos” nr 1-2, 2007, s. 133.

puje w stanie naturalnym w wilgotnych lasach tropikalnych w Azji Południowo-Wschodniej. Kwiat raflezji zbudowany jest z pięciu czerwonych i mięsistych płatków ważących blisko 10 kilogramów. Przy niespotykanym pięknie ogromnego kwiatu, jej zapach nie jest już tak ujmujący. Wydziela dość charakterystyczną woń gnijącej padliny².

Pasożyt, w tym przypadku, organizm roślinny czerpiący korzyść ze współżycia z innym organizmem. Dochodzi do antagonistycznej relacji międzygatunkowej, niekorzystnej dla jednej z populacji zajmującej to samo środowisko.

W zależności od stopnia cudzożywności można wyodrębnić pasożytofity całkowite (holopasożytofity) pobierające substancje pokarmowe od gospodarza oraz półpasożyty (semipasożytofity), wykazujące zdolność do wytwarzania związków organicznych. Ponadto, pasożytofity wymagają do prawidłowego rozwoju wody oraz soli mineralnych pozyskiwanych od żywiciela. Wśród holopasożytofitów wyróżniamy także takie rośliny, dla których gospodarz jest niezbędny do zrealizowania pełnego cyklu życiowego. Określamy je mianem pasożytów obligatoryjnych, bądź bezwzględnych. Natomiast, grupa pasożytofitów fakultatywnych (względnych) nie potrzebuje obecności gospodarza w pewnych etapach cyklu życiowego³.

W zależności od miejsca infekowanego wyróżniamy pasożytofity korzeniowe, w których to ssawki przytwierdzają się do systemu korzeniowego żywiciela. Ponadto, w przypadku pasożytów pędowych haustoria mogą wnikać do pędów nadziemnych⁴. Kolejnym kryterium jest zakres infekowanych roślin żywicielskich. Z tego powodu wyróżnić można specjalistów (monofagi), pasożytujących na ściśle określonym gatunku oraz generalistów (polifagi), preferujących wiele gatunków roślin. Godnym uwagi zjawiskiem jest występowanie nadpasożytnictwa (hierpasożytnictwo), polegającego na tym, że żywicielem pasożyta jest inny pasożyt. Wymiernymi skutkami tej relacji jest ograniczenie jego działań względem organizmu żywicielskiego (np. leniec (*Thesium* L.) i kianianka (*Cuscuta* L.)). Tymczasem, autopasożytnictwo przejawia się w pasożytowaniu na samym sobie (np. u jemioli (*Viscum* L.))^{5,6}.

Ssawki (haustoria) pełnią wiele ważnych funkcji w ramach aktywności pasożytniczej. Przytwierdzają one pasożyta do żywiciela, wnikają do tkanek gospodarza oraz tworzą organ absorpcyjny, umożliwiając pobieranie substancji odżywczych. Ciekawym zjawiskiem jest samo kiełkowanie nasion pasożytofitów. Nasiona roślin pasożytniczych przebywające w glebie, kiełkują tylko wtedy, gdy znajdują się w odległości do jednego centymetra od korzenia żywiciela. To właśnie gospodarz wydziela specyficzne, organiczne związki chemiczne zwane strigolaktunami, będące regulatorami wzrostu i rozwoju roślin. Udowodniono, że te substancje inicjują kiełkowanie nasion pasożytofitów⁷.

Bogactwo gatunkowe pasożytofitów w Polsce jest szacowane na około 75 gatunków, w tym 30 należy do pasożytów całkowitych, natomiast pozostałe 45 to półpasoży-

² W. Gajewski, *Pasożytnicze rośliny kwiatowe*, Warszawa 1956, s. 42.

³ <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/pathogengroups/pages/parasiticplants.aspx>.

⁴ Z. Podbielkowski, M. Podbielkowska, *Przystosowania roślin do środowiska*, Warszawa 1992, s. 355.

⁵ A. Dzierżyńska, *Czy rośliny mogą...*, wyd. cyt., s. 134.

⁶ J.H. Westwood, J.I. Yoder, M.P. Timko, C.W. dePamphilis, *The evolution of parasitism in plants*, „Trends Plant Science” nr 4, 2010, s. 227.

⁷ M. Marzec, A. Muszyńska, *Strigolaktony – nowi kandydaci na hormony roślinne*, „Postępy Biologii Komórki” nr 1, 2012, s. 61.

ty. Najczęściej żywicielami tych roślin są gatunki z rodziny: astrowatych (*Asteraceae*), jasnotowatych (*Lamiaceae*), marzanowatych (*Rubiaceae*) oraz bobowatych (*Fabaceae*). W Polsce rośliny pasożytnicze zajmują głównie ciepłe siedliska półnaturalne takie jak: murawy kserotermiczne oraz zbiorowiska okrajkowe. Spotykane są również w zbiorowiskach synantropijnych – przekształconych przez człowieka, najczęściej na: przydrożach, nasypach, terenach kolejowych, a także w uprawach.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie oraz charakterystyka roślin pasożytniczych stwierdzonych na murawach kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej podczas przeprowadzonych badań florystycznych w latach 2014-2016.

Charakterystyka terenu badań

Wyżyna Sandomierska zajmuje wschodnią część makroregionu Wyżyny Kieleckiej o powierzchni około 1140 km². Odznacza się ona spadkiem wysokości w kierunku południowo-wschodnim z 300 do 180 m n.p.m. Pod względem fizycznogeograficznym graniczy z pięcioma jednostkami: od północy z Przedgórzem Hłzeckim, od północno-zachodu z Płaskowyżem Suchedniowskim, od zachodu i południowo-zachodu z Górami Świętokrzyskimi, od południa z Podgórzem Szydłowskim, a od wschodu dolina Wisły odgranicza Wyżynę Sandomierską od Niziny Nadwiślańskiej⁸.

Uwzględniając klasyfikację geobotaniczną, Wyżyna Sandomierska przynależy do krainy Miechowsko-Sandomierskiej, okręgu Sandomiersko-Opatowskiego. Cechą wyróżniającą omawiany mezoregion jest pokrywa lessowa, na której rozwija się roślinność kserotermiczna⁹.

Badany teren odznacza się lekko falistą powierzchnią, która jest urozmaicona malowniczymi wąwozami często o pionowych ścianach. Sandomierszczyzna to region typowo rolniczy. O przynależności wyżyny do takiej właśnie gałęzi gospodarki zadecydowała obecność żyznych gleb – czarnoziemów, należących do gleb pozastrefowych. Duża zawartość próchnicy (około 4%), a także zdolność gromadzenia sporej ilości wody przez skały macierzyste, jakimi są lessy, wpływają na obecną formę ukształtowania terenu. W niektórych miejscach miąższość pokrywy lessowej osiąga nawet 30 m^{10,11}. Drugim niezmiernie istotnym czynnikiem warunkującym uprawę roślin na tak dużą skalę są dogodne warunki klimatyczne¹². Szczególnie, część wschodnia wyżyny charakteryzuje się wyższą temperaturą roczną (średnio 0,9°C) w porównaniu z obszarami przyległymi¹³.

Przewaga rolniczego użytkowania gruntów niewątpliwie wpłynęła na obecny stan siedlisk półnaturalnych, w tym muraw kserotermicznych. Stanowią one półnaturalne,

⁸ J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*, Warszawa 2011, s. 277.

⁹ W. Szafer, K. Zarzycki, *Szata roślinna Polski 2*, Warszawa 1977, s. 133.

¹⁰ R. Bednarek, H. Dziadowiec, U. Pokojka, Z. Prusinkiewicz, *Badania ekologiczno-gleboznawcze*, Warszawa 2011, s. 254.

¹¹ M. Kolano, M. Cała, *Lessy okolic Sandomierza w świetle badań geologiczno-inżynierskich*, „Górnictwo i Geoinżynieria” nr 2, 2011, s. 350.

¹² J. Suszyńska, *Specyfika czynników klimatycznych Wyżyny Sandomierskiej*, [w:] T. Puszkarski, L. Puszkarska (red.), *Przyroda Obszarów Stykowych Ziemi Sandomierskiej i Polski Południowo-Wschodniej*, Sandomierz 2000, s. 24.

¹³ T. Kęsik, *Uprawy moreli i brzoskwini jako osobliwość krajobrazu Ziemi Sandomierskiej*, [w:] T. Puszkarski (red.), *Osobliwości Przyrody Ziemi Sandomierskiej*, Sandomierz 1998, s. 33.

nieleśne zbiorowiska roślinne. Zajmują niewielkie powierzchnie zboczy, wyżynnych wzniesień czy wychodni skalnych, przeważnie o wystawie południowej. Ich charakter uwarunkowany jest określonymi cechami klimatu, jak przewaga parowania nad opadami. Istotnym warunkiem ich istnienia jest obecność węgla wapnia w glebie.

Murawy kserotermiczne odznacza niezwykle bogactwo gatunkowe wśród roślin, zwierząt oraz grzybów. Dlatego też, jest to jedno z siedlisk półnaturalnych zasługujących na ochronę^{14,15}.

Badania florystyczne dotyczące Wyżyny Sandomierskiej trwają już od XIX wieku za sprawą Łapczyńskiego¹⁶. Jednak na szczególną uwagę zasługują publikacje Głazka^{17,18} odnoszące się zarówno do badań nad florą, jak i roślinnością kserotermiczną Wyżyny Sandomierskiej. Natomiast istotne w poznaniu stanu aktualnej flory omawianego siedliska są prace Ruraż^{19,20}.

Material i metody

W celu zbadania rozmieszczenia flory muraw kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej zastosowano metodę kartogramu. Polega ona na zaprezentowaniu zebranych danych przy wykorzystaniu sieci pól umownych w tym przypadku kwadratów²¹. Zaznaczając obecność, bądź brak danego taksonu możemy przedstawić jego rozmieszczenie na badanym terenie. Podział analizowanego obszaru na jednostki kartogramu został przyjęty zgodnie z „Atlasem rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce”²². Badany teren, położony jest w obrębie 3 dużych kwadratów (EE, FE, FF) i 21 mniejszych o boku 10 km, w których to zostały wydzielone jednostki o boku 2,5 km każdy. Dzięki temu uzyskano 234 jednostki pól badawczych.

Prace terenowe zostały przeprowadzone w ciągu 3 sezonów wegetacyjnych, w latach 2014-2016. Za stanowisko uznano płat murawy kserotermicznej. Maksymalna liczba notowań, jaką mógł uzyskać dany gatunek, jest sumą wszystkich stwierdzonych płatów muraw kserotermicznych. W celu usprawnienia prac terenowych zostały wykorzystane uprzednio przygotowane arkusze inwentaryzacyjne zawierające przewidywane gatunki roślin. Ze zgromadzonych list florystycznych wyodrębniono gatunki należące do roślin pasożytniczych.

¹⁴ K. Barańska, *Podręcznik najlepszych praktyk ochrony kseroterm*, Warszawa 2014, s. 5.

¹⁵ K. Barańska, A. Jermaczek, *Poradnik utrzymania i ochrony siedliska przyrodniczego 6210 – murawy kserotermiczne*, Świebodzin 2009, s. 5.

¹⁶ K. Łapczyński, *Roślinność Sandomierza i Gór Pieprzowych*, „Pamiętnik Fizjograficzny” nr 7, 1887, s. 44-59, s. 44-59.

¹⁷ T. Głazek, *Flora kserotermiczna Wyżyny Sandomierskiej i Przedgórze Ilżeckiego*, Kraków 1968, s. 1-75.

¹⁸ T. Głazek, *Roślinność kserotermiczna Wyżyny Sandomierskiej i Przedgórze Ilżeckiego*, *Monographiae Botanicae* nr 25, 1968, s. 1-133.

¹⁹ K. Ruraż, *Rzadkie gatunki roślin naczyniowych muraw kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej*, „Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica” nr 1, 2015, s. 109-112.

²⁰ K. Ruraż, *Rzadkie gatunki ciepłolubnych roślin naczyniowych Wyżyny Sandomierskiej*, Cz. II, „Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica” nr 1, 2016, s. 156-158.

²¹ J. Faliński, *Kartografia geobotaniczna*, Cz. 1. *Zagadnienia ogólne, kartografia florystyczna i fitogeograficzna*, Warszawa-Wrocław 1990, s. 62.

²² A. Zając, *Założenia metodyczne Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*, „Wiadomości Botaniczne” nr 3, 1978, s. 145-155.

Nomenklaturę przyjęto za Mirkiem i in.²³ oraz The Plant List²⁴. W przypadku jednego taksonu nazwę wymieniono tylko według The Plant List, ze względu na brak ich w publikacji Mirka i in. Natomiast formę życiową według Raunkiaera podano za Zarzyckim i in.²⁵. Elementy geograficzne flory rodzimej określono przy pomocy publikacji Zajac i Zajac²⁶. Przynależność syntaksonomiczną gatunków przyjęto za Matuszkiewiczem²⁷. Gatunki objęte ochroną uwzględniono w oparciu o Rozporządzenie²⁸, a taksony zamieszczono w kolejności alfabetycznej.

Wyniki i dyskusja

Podczas prowadzonych badań terenowych wśród ponad 450 gatunków roślin naczyniowych muraw kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej odnotowano 13 gatunków roślin pasożytniczych. Poniżej przedstawiono wykaz stwierdzonych pasożytów całkowitych i półpasożytów:

1. Jemiola pospolita – (*Viscum album* L.), rodzina sandałowcowate (*Santalaceae*), półpasożyt pędowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany-śródziemnomorsko-irańskoturański podelement geograficzny, pospolity w skali kraju. Najczęściej pasożytuje na gatunkach z rodzaju topola (*Populus* L.) i brzoza (*Betula* L.). Odnotowano jedno stanowisko w centrum Sandomierza, w murawie kserotermicznej przy ulicy Zawichojskiej.
2. Kaniańka macierzankowa – (*Cuscuta epithymum* (L.) L. s. str.), rodzina powojowate (*Convolvulaceae*), pasożyt całkowity pędowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany-śródziemnomorsko-irańskoturański podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla muraw bliźniczkowych i wrzosowisk (Cl. *Nardo-Callunetea* Prsg 1949). Pasożytuje m.in. na: lucernie sierpowanej (*Medicago falcata* L.), przytulii właściwej (*Galium verum* L. s. str.) oraz sierpnicy pospolitej (*Falcaria vulgaris* Bernh.). Zajmuje głównie południowo-wschodnią część kraju. Stwierdzono pięć stanowisk, w tym cztery w dolinie Opatówki, związanych ze zboczami lessowymi.
3. Leniec pospolity (*Thesium linophyllum* L.), rodzina sandałowcowate (*Santalaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący europejsko umiarkowany podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla muraw kserotermicznych (O. *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943). Występuje przeważnie w pasie wyżyn oraz tworzy rozproszone stanowiska na suchych siedliskach wzdłuż dolin rzecznych. Wykazano dwa stanowiska, pierwsze na terenie użytku ekologicznego w Dwikozach, drugie na wzgórzu Salve Regina w Sandomierzu.

²³ Z. Mirek, H. Piękoś-Mirkowa, A. Zajac, M. Zajac, *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist*, [w:] Z. Mirek (red.), *Biodiversity of Poland 1*, Kraków 2002, s. 1-442.

²⁴ <http://www.theplantlist.org/>.

²⁵ K. Zarzycki, H. Trzcińska-Tacik, W. Różański, Z. Szelać, J. Wołek, U. Korzeniak, *Eco-logical indicator values of vascular plants of Poland*, [w:] Z. Mirek (red.), *Biodiversity of Poland 2*, Kraków 2002, s. 1-183.

²⁶ M. Zajac, A. Zajac, *Elementy geograficzne rodzimej flory Polski*, Kraków 2009, s. 1-94.

²⁷ W. Matuszkiewicz, *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, Warszawa 2014, s. 1-537.

²⁸ *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin*: Dz.U. 2014, poz. 1409.

4. Ortanta (zagorzałek) żółta – (*Orthanta lutea* (L.) A. Kern. ex Wettst.), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany-pontyjsko-pannońsko-śródziemnomorski podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla muraw kserotermicznych (Cl. *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943). Nieczęsty, związany głównie z obszarem wyżyn, spotykany w dolinie dolnej Wisły i Odry. Odnotowano pięć stanowisk, trzy w dolinie Opatówki, obejmujących zbocza lessowe oraz dwa nad Wisłą, na terenie użytku ekologicznego Kamień Plebański oraz w rezerwanie przyrody Góry Pieprzowe.
5. Pszeniec różowy (*Melampyrum arvense* L.), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany-pontyjsko-pannońsko-śródziemnomorski podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla muraw kserotermicznych (Ass. *Adonido-Brachypodietum pinnati* (Libb. 1933) Krausch 1960). Występuje przeważnie w Polsce południowowschodniej, związany z pasem wyżyn. Stwierdzono jedno stanowisko w murawie kserotermicznej w Łukawie Kościelnej.
6. Szeleżnik większy – (*Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Oborný), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący euroszyberyjski podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla zbiorowisk pól uprawnych (*O. Centauretalia cyanii* R.Tx. 1950), pospolity w skali kraju. Wykazano pięć stanowisk, w tym cztery w dolinie Koprzywianki, zajmujących murawy oraz ciepłolubne zarośla kserotermiczne.
7. Świetlik łąkowy – (*Euphrasia rostkoviana* Hayne), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany podelement geograficzny. Jest charakterystyczny dla półnaturalnych i antropogenicznych zbiorowisk łąkowych i pastwiskowych (Cl. *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937). Częsty, niemal równomiernie rozmieszczony w kraju za wyjątkiem północnowschodniej Polski, gdzie występuje bardzo rzadko. Odnotowano cztery stanowiska: gdzie, obejmujące zarówno skarpy dolin rzecznych, jak i niewielkie wzniesienia.
8. Świetlik wyprężony – (*Euphrasia stricta* D. Wolff ex J. F. Lehm.), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący euroszyberyjski podelement geograficzny. Pospolity w skali kraju, jego stanowiska są równomierne rozmieszczone na całym obszarze. Stwierdzono cztery stanowiska na zboczach pagórków w północnozachodniej części wyżyny.
9. Zagorzałek późny – (*Odontites serotina* (Lam.) Rchb. s. str.), rodzina trędownikowate (*Scrophulariaceae*), półpasożyt korzeniowy. Gatunek reprezentujący euroszyberyjsko-śródziemnomorski podelement geograficzny. Pospolity na całym niżu oraz w niższych położeniach górskich. Odnotowano jedno stanowisko w miejscowości Czermin w murawie kserotermicznej opanowanej przez nawłóć kanadyjską (*Solidago canadensis*).
10. Zaraza czerwonawa – (*Orobancha lutea* Baumg.), rodzina zarazowate (*Orobanchaceae*), pasożyt całkowity korzeniowy. Gatunek reprezentujący europejsko-umiarkowany-śródziemnomorsko-irańskoturański podelement geograficzny, objęty ochroną częściową. Zajmuje rozproszone stanowiska na wyżynach

oraz w dolinie dolnej Wisły i Odry. Pasożytuje najczęściej na gatunkach z rodzaju lucerna (*Medicago* spp.). Odnotowano dwa stanowiska na terenie użytków ekologicznych w Dwikozach i Słupczy.

11. Zaraza Kocha – (*Orobancha kochii* F.W. Schultz), rodzina zarazowate (*Orobanchaceae*), pasożyt całkowity korzeniowy. Objęty ochroną częściową. Spotykany głównie w południowowschodniej Polsce, związany z pasem wyżyn. Jego żywicielem jest chaber driakiewnik (*Centaurea scabiosa* L.). Stwierdzono cztery stanowiska: obejmujące murawy kserotermiczne oraz ciepłolubne zarośla.
12. Zaraza przytuliowa – (*Orobancha caryophyllacea* Sm.), rodzina zarazowate (*Orobanchaceae*), pasożyt całkowity korzeniowy. Objęty ochroną częściową. Należy do gatunków europejsko-zachodnioazjatyckich. Występuje w Polsce głównie na Wyżynie Małopolskiej i Lubelskiej, w dolinie dolnej Wisły i Odry oraz Pieninach. Pasożyt gatunków z rodzaju przytulia (*Galium* spp.)^{29,30}. Znotowano jedno stanowisko w Dwikozach w murawie kserotermicznej zajmującej południowe zbocze doliny Opatówki.
13. Zaraza piaskowa – (*Orobancha arenaria* Borkh.), rodzina zarazowate (*Orobanchaceae*), pasożyt całkowity korzeniowy. Należy do elementu submediterańskiego-europejsko-zachodnioazjatyckiego. W Polsce występuje na północnym kresie zasięgu, głównie na Wyżynie Małopolskiej, Częstochowskiej oraz na Dolnym Śląsku. Objęty ochroną częściową. Gatunek bardzo rzadki i zamieszczony w Polskiej Czerwonej Księdze w kategorii CR. Pasożyt bylicy polnej (*Artemisia campestris* L.). Gatunek podawany z dwóch stanowisk w Kunowie i Dwikozach^{31,32}.

Odnotowane gatunki roślin pasożytniczych, to w większości przypadków półpasożyty. Występowały one nielicznie w poszczególnych płatach muraw kserotermicznych, nie przekraczając kilku, bądź kilkunastu osobników. Poddając analizie przynależność syntaksonomiczną należy stwierdzić, że obejmują zarówno taksony charakterystyczne dla siedlisk półnaturalnych, jak i antropogenicznych.

Niektóre ze stwierdzonych parazytofitów posiadają właściwości lecznicze. Przykładem jest ziele świetlika, od lat wykorzystywane na różnego typu dolegliwości związane z chorobami oczu. Zawiera ono glikozyd irydoidowy zwany aukubina, mający działanie przeciwbakteryjne i przeciwzapalne. Świetlik zalecany jest również przy nieżycie dróg oddechowych oraz zaburzeniach trawiennych³³. Mało znanym faktem jest, że ziele kianianki było stosowane jako lek pobudzający wydzielanie soków trawiennych, wzmagające apetyt. Jednak wykorzystując ją należy mieć na uwadze jej żywiciela, co wiąże się ze stabilnością składu chemicznego dotyczącą możliwego transferu meta-

²⁹ R. Piwowarczyk, *The genus Orobancha L. (Orobanchaceae) in the Małopolska Upland (S Poland): distribution, habitat, host preferences and taxonomic problems*, Biodiversity Research and Conservation nr 26, 2012, s. 3-22.

³⁰ R. Piwowarczyk, *Orobancha caryophyllacea Sm. (Orobanchaceae) in Poland: current distribution, taxonomy, plant communities and hosts*, Acta Agrobotanica nr 3, 2014, s. 97-118.

³¹ R. Piwowarczyk, *The genus Orobancha L.*, wyd. cyt., s. 3-22.

³² R. Piwowarczyk, *Orobancha arenaria Borkh. – zaraza piaskowa*, [w:] R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki, Z. Mirek (red.), *Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe*, Kraków 2014, s. 464-466.

³³ Cz. Trąba, K. Rogut, P. Wolański, *Rośliny dziko występujące i ich zastosowanie: przewodnik po wybranych gatunkach: materiały dydaktyczne*, Rzeszów 2012, s. 167.

bolitów wtórnych³⁴. Wśród właściwości leczniczych, u innych parazytofitów muraw kserotermicznych, można wymienić działanie przeciwrheumatyczne szelężnika, a także antybakteryjne zagorzałka. Jednak to jemiola jest najbardziej znanym półpasożytem wykorzystywanym ze względu na dobroczynne działanie, o czym wspominał już Hipokrates. Badacze opisują jej wszechstronne zastosowanie w medycynie ludowej m.in. na: nadmierne krwawienia, skurcze przewodu pokarmowego, bóle głowy, padaczki, nowotwory, nadciśnienie, choroby pasożytnicze, infekcje skóry³⁵.

Należy stwierdzić, że na murawach kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej potwierdzono występowanie roślin pasożytniczych, biorąc pod uwagę wcześniejsze opracowania florystyczne^{36,37,38,39,40,41}. Ponadto, odnotowano nowe stanowiska tych gatunków oraz zanotowano gatunek uprzednio nieznaną dla części zachodniej badanego terenu, mianowicie zarazę Kocha.

Wnioski

Przedstawione wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Murawy kserotermiczne Wyżyny Sandomierskiej reprezentują siedliska o bogatej i zróżnicowanej florze składającej się również z rzadkich w skali kraju gatunków parazytofitów.
2. Nieliczne populacje roślin pasożytniczych stwierdzone na badanych stanowiskach nie stanowią zagrożenia dla stanu zachowania muraw kserotermicznych.

Bibliografia

- Barańska K., *Podręcznik najlepszych praktyk ochrony kseroterm*, Warszawa 2014.
- Barańska K., Jermaczek A., *Poradnik utrzymania i ochrony siedliska przyrodniczego 6210 – murawy kserotermiczne*, Świebodzin 2009.
- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z., *Badania ekologiczno-gleboznawcze*, Warszawa 2011.
- Dzierżyńska A., *Czy rośliny mogą „zjadać” rośliny czyli o pasożytniczych roślinach nasiennych*, „Kosmos” nr 1-2, 2007, s. 133-142.
- Dziubałtowski S., *O zbiorowiskach roślinnych godnych ochrony w Sandomierskiem i Opatowskiem*, „Kosmos” nr 1-3, 1922, s. 30-38.
- Dziubałtowski S., *La distribution et l'ecologie des associations steppiques sur le plateau de la Petite Polotne*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae” nr 3, 1923, s. 185-200.

³⁴ <http://rozanski.li/2519/kaniaanka-cuscuta-w-praktycznej-fitoterapii/>.

³⁵ <http://rozanski.li/473/jemiola-viscum/>.

³⁶ S. Dziubałtowski, *O zbiorowiskach roślinnych godnych ochrony w Sandomierskiem i Opatowskiem*, „Kosmos” nr 1-3, 1922, s. 30-38.

³⁷ S. Dziubałtowski, *La distribution et l'ecologie des associations steppiques sur le plateau de la Petite Polotne*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae” nr 3, 1923, s. 185-200.

³⁸ S. Dziubałtowski, *Les associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne et leur succesions*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae” nr 2, 1925, s. 164-195.

³⁹ K. Łapczyński, *Roślinność Sandomierza i Gór Pieprzowych*, „Pamiętnik Fizjograficzny” nr 7, 1887, s. 44-59, s. 44-59.

⁴⁰ T. Głazek, *Flora kserotermiczna...*, wyd. cyt., s. 1-75.

⁴¹ T. Głazek, *Roślinność kserotermiczna...*, wyd. cyt., s. 1-133.

- Dziubałowski S., *Les associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne et leur succesions*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae”, nr 2, 1925, s. 164-195.
- Faliński J., *Kartografia geobotaniczna. Cz. 1. Zagadnienia ogólne, kartografia florystyczna i fitogeograficzna*, Warszawa-Wrocław 1990.
- Gajewski W., *Pasożytnicze rośliny kwiatowe*, Warszawa 1956.
- Głazek T., *Flora kserotermiczna Wyżyny Sandomierskiej i Przedgórze Ilżeckiego*, Kraków 1968.
- Głazek T., *Roślinność kserotermiczna Wyżyny Sandomierskiej i Przedgórze Ilżeckiego*, Monographiae Botanicae nr 25, 1968, s. 1-133.
- Kęsik T., *Uprawy moreli i brzoskwini jako osobliwość krajobrazu Ziemi Sandomierskiej*, [w:] Puszkarski T. (red.), *Osobliwości Przyrody Ziemi Sandomierskiej*, Sandomierz 1998, s. 30-38.
- Kolano M., Cała M., *Lessy okolic Sandomierza w świetle badań geologiczno-inżynierskich*, „Górnictwo i Geoinżynieria” nr 2, 2011, s. 349-358.
- Kondracki J., *Geografia regionalna Polski*, Warszawa 2011.
- Łapczyński K., *Roślinność Sandomierza i Gór Pieprzowych*, „Pamiętnik Fizjograficzny” nr 7, 1887, s. 44-59.
- Marzec M., Muszyńska A., *Strigolaktyny – nowi kandydaci na hormony roślinne*, „Postępy Biologii Komórki” nr 1, 2012, s. 61-83.
- Matuszkiewicz W., *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, Warszawa 2014.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M., *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist*, [w:] Mirek Z. (red.), *Biodiversity of Poland 1*, Kraków 2002, s. 1-442.
- Nickrent D.L., Musselman L.J., *Introduction to parasitic flowering plants*, The Plant Health Instructor, 2004, <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/pathogengroups/pages/parasiticplants.aspx>, [dostęp: 16.02.2017 r.].
- Medycyna dawna i współczesna* Dr Henryk Różański; nauki medyczne i biologiczne; fitoterapia, fitochemia..., <http://rozanski.li/2519/kanianka-cuscuta-w-praktycznej-fitoterapii/>, [dostęp: 16.02.2017 r.].
- Medycyna dawna i współczesna* Dr Henryk Różański; nauki medyczne i biologiczne; fitoterapia, fitochemia... <http://rozanski.li/473/jemiola-viscum/> [dostęp: 16.02.2017 r.].
- The Plant List*, <http://www.theplantlist.org/> [dostęp: 15.02.2017 r.].
- Piwowarczyk R., *The genus Orobancha L. (Orobanchaceae) in the Małopolska Upland (S Poland): distribution, habitat, host preferences and taxonomic problems*, Biodiversity Research and Conservation nr 26, 2012, s. 3-22.
- Piwowarczyk R., *Orobancha caryophyllacea Sm. (Orobanchaceae) in Poland: current distribution, taxonomy, plant communities and hosts*, Acta Agrobotanica nr 3, 2014, s. 97-118.
- Piwowarczyk R., *Orobancha arenaria Borkh. – zaraza piaskowa*, [w:] Kaźmierczakowa R., Zarzycki K., Mirek Z. (red.), *Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe*, Kraków 2014, s. 464-466.
- Podbielkowski Z., Podbielkowska M., *Przystosowania roślin do środowiska*, Warszawa 1992.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin*: Dz.U. 2014, poz. 1409.

- Ruraż K., *Rzadkie gatunki roślin naczyniowych muraw kserotermicznych Wyżyny Sandomierskiej*, „Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica” nr 1, 2015, s. 109-112.
- Ruraż K., *Rzadkie gatunki ciepłolubnych roślin naczyniowych Wyżyny Sandomierskiej, Cz. II*, „Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica” nr 1, 2016, s. 156-158.
- Suszyna J., *Specyfika czynników klimatycznych Wyżyny Sandomierskiej*, [w:] Puszkarski T., Puszkarska L. (red.), *Przyroda Obszarów Stykowych Ziemi Sandomierskiej i Polski Południowo-Wschodniej*, Sandomierz 2000, s. 19-25.
- Szafer W., Zarzycki K., *Szata roślinna Polski 2*, Warszawa 1977.
- Trąba Cz., Rogut K., Wolański P., *Rośliny dziko występujące i ich zastosowanie: przewodnik po wybranych gatunkach: materiały dydaktyczne*, Rzeszów 2012.
- Westwood J.H., Yoder J.I., Timko M.P., dePamphilis C.W., *The evolution of parasitism in plants*, „Trends Plant Science” nr 4, 2010, s. 227-235.
- Zajac A., *Założenia metodyczne Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*, „Wiadomości Botaniczne” nr 3, 1978, s. 145-155.
- Zajac M., Zajac A., *Elementy geograficzne rodzimej flory Polski*, Kraków 2009.
- Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W., Szelański Z., Wołek J., Korzeniak U., *Ecological indicator values of vascular plants of Poland*, [w:] Z. Mirek (red.), *Biodiversity of Poland 2*, Kraków 2002, s. 1-183.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

TOMASZ SOBALA

Student III roku biologii, studia III stopnia
Studenckie Koło Naukowe Przyrodników
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
3rd year student of biology, PhD studies
Students' Scientific Circle of Naturalists
The Jan Kochanowski University in Kielce

**Ocena wpływu stopnia insolacji na sprawność fizjologiczną
buka *fagus sylvatica* L. rosnącego w warunkach
stresu termicznego i wodnego**

**The impact of unfavourable environmental factors
on the condition of beech seedlings growing in different
lighting environments**

Summary: Climate changes, observed in the past decades, lead to an intensification of unfavourable factors of the abiotic environment, thus directly affecting the growth and development of young trees. The goal of the research was to determine the optimal lighting conditions during thermic stress and drought for the development of seedlings of *fagus sylvatica* L.) growing in different lightning conditions (0-15%, 15-30%, 30-45%). The spectroradiometer analyses of leaves indicated that beeches growing in moderate access to light (15-30%) evinced the most effective adaptation to stress-induced conditions. Consequently, the results obtained provide a wider outlook on an effective management of usable forests in order to protect young trees from the negative factors of the abiotic environment.

Key words: adaptation, radiation, thermic stress, drought.

Wstęp

Obecne zmiany klimatu, których następstwa ujawniają się w postaci coraz powszechniejszych klęsk suszy oraz nadmiernie wysokich temperatur w okresie wegeta-

cyjnym, nie pozostają bez wpływu na rozwój ekosystemów leśnych. Spośród wielu gatunków drzew, będących kluczowymi dla rozwoju gospodarczego kraju w obrębie leśnictwa, buk ciągle zajmuje znaczące miejsce¹. Jednak drzewa te, zwłaszcza w fazie młodocianej, wykazują szczególną wrażliwość na negatywne czynniki środowiska, a często o ich prawidłowym wzroście i rozwoju decydują warunki świetlne, determinowane w znacznym stopniu okapem drzewostanu pod którym rosną².

Zarówno zmniejszenie dostępności wody, jak i wzrost temperatury przyczyniają się do zaburzeń w prawidłowym funkcjonowaniu aparatu fotosyntetycznego drzew, co skorelowane jest z zawartością barwników fotosyntetycznych, wśród których chlorofile ogrywają najważniejszą rolę³. Stresy abiotyczne prowadzą często do redukcji zielonych barwników roślin w tkankach liściowych drzew, zakłócając przy tym proces fotosyntezy, który odpowiada za stabilny rozwój oraz wzrost organizmów roślinnych. Ponadto, w warunkach suszy ilości wody zawarta w tkankach ulega zmniejszeniu, co również bezpośrednio destabilizuje fotosyntezę, a także w sposób pośredni, poprzez nadmierne zamykanie aparatów szparkowych, doprowadza do obniżenia kondycji fotosyntetycznej drzew⁴.

Ważnym elementem umożliwiającym przetrwanie stresów środowiskowych przez siewki drzew jest ich fizjologiczna adaptacja, która w dużej mierze dyktowana jest optymalną dostępnością światła, związanego z różnym zwarciem koron drzew w wyższych piętrach otaczającego je drzewostanu. Buki należą do drzew liściastych, których młode siewki wykazują znaczną cieniolubność⁵. Obsadzanie tymi drzewami terenów charakteryzujących się znacznym dostępem światła, mogłoby narazić siewki na stres radiacyjny związany ze wzmożonym natężeniem promieniowania, i w konsekwencji ograniczyć ich szansę adaptacyjną w warunkach stresowych. Z drugiej strony, nadmierne ocienienie siewek buka pod okapem zwartego drzewostanu, mogłoby zredukować procesy fotosyntetyczne i znacznie spowolnić wzrost ich biomasy, niezwykle ważny w produkcji pierwotnej drzew.

Cel pracy

Celem pracy była próba wyznaczenia powierzchni o najkorzystniejszych warunkach świetlnych dla zoptymalizowanego rozwoju siewek buka przy wystąpieniu stresów środowiskowych.

¹ M. Čater, T. Levanič, *Response of Fagus sylvatica L. and Abies alba Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst*, „Forest Ecology and Management” nr 289, 2013, s. 285.

² O. Špulák, *Acclimatization of European beech (Fagus sylvatica L.) leaves first year after planting into different light conditions of young spruce stand*, „Folia Forestalia Polonica series A” nr 2, 2011, s. 105.

³ D.B. Goswami, P.P. Ahire, *Seasonal Variation of Chlorophyll Content in the Leaves of Some Medicinal Plants in Nashik*, „Indian Journal of Applied Research” nr 2, 2016, s. 278.

⁴ G.C. Vanlerberghe, G.D. Martyn, K. Dahal, *Alternative oxidase: a respiratory electron transport chain pathway essential for maintaining photosynthetic performance during drought stress*, „Physiologia plantarum” nr 3, 2016, s. 322.

⁵ L.K. Trocha, E. Weiser, P. Robakowski, *Interactive effects of juvenile defoliation, light conditions, and interspecific competition on growth and ectomycorrhizal colonization of Fagus sylvatica and Pinus sylvestris seedlings*, „Mycorrhiza” nr 1, 2016, s. 48.

Material i metody

Obiektem badań były 5-letnie siewki buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) rosnące na terenie nadleśnictwa Zagnańsk, które znajduje się w RDLP Radom. Regionalizacja przyrodniczo-leśna wskazuje, że nadleśnictwo to położone jest na obszarze Krainy Małopolskiej, Dzielnicy Gór Świętokrzyskich, w mezoregionach: Łysogórskim i Puszczy Świętokrzyskiej⁶.

Wśród głównych gatunków lasotwórczych wyróżnia się tu sosnę (39% powierzchni leśnej), jodłę (37%) i buka (19%). Okres wegetacyjny trwa 190-200 dni. Średnia temperatura roczna wynosi 6-7°C. Roczna średnia suma opadów waha się od 650 do 900 mm. Przy czym, najbardziej deszczowym miesiącem w roku jest lipiec, a liczba dni z opadem wynosi 120-170. Wszystkie stanowiska badawcze znajdowały się na siedlisku lasu mieszanego wyżynnego (LMwyż), Leśnictwa Bartków (oddziały: 75d, 74a, 78f), gdzie średni wiek drzewostanów wynosił ok. 114 lat.

Badania wykonano w dniu 9 sierpnia 2015 r., w czasie trwania stresów środowiskowych związanych z długo utrzymującą się wysoką temperaturą oraz suszą. 15 losowo wybranych drzew zostało przydzielonych na podstawie ilości promieniowania, w którym wzrastały, do trzech grup (po 5 drzew w każdej): o niskim (0-15%), umiarkowanym (15-30%) i dużym (30-45%) wskaźniku dostępności promieniowania (%WDP)⁷.

W tym celu wykonywano zdjęcia hemisferyczne przy użyciu aparatu Sony Alpha SLT-A99 z obiektywem typu „rybie oko” Samyang 8mmf/3.5 Aspherical IF MC Fish-eye CS II. Statyw z aparatem ustawiano nad siewką, na wysokości 1,30 m nad powierzchnią gruntu, a za pomocą libelli poziomowano górną soczewkę aparatu. Zdjęcia wykonane zostały przy pochmurnym niebie, następnie zostały zanalizowane przy użyciu programu *Gap Light Analyzer*⁸.

Badania kondycji fizjologicznej pogrupowanych drzew oparto o analizy spektrometryczne wybranych wskaźników spektralnych, których wzory oraz spolszczone nazwy zestawiono, a następnie zaprezentowano w tabeli 1.

Refleksję promieniowania od powierzchni blaszki liściowej w zakresie światła fotosyntetycznie czynnego (PAR: 415, 435, 670 nm) oraz bliskiej podczerwieni (NIR: 849, 900, 970 nm) przeprowadzono za pomocą spektrometru GL SPECTIS 5.0 Touch, z zewnętrzną zintegrowaną sferą 12S.

Uzyskane dane analizowano pod kątem zgodności z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka. Następnie poddano je jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA). Jednorodność wariancji w grupach sprawdzano za pomocą testu Levene’a. Do oceny różnic w wartościach badanych parametrów fizjologicznych pomiędzy poszczególnymi grupami %WDP zastosowano test Tukey’a HSD. Przy testo-

⁶ T. Trampler, A. Kliczkowska, E. Dmyterko, A. Sierpińska, *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*, Warszawa 1990, s. 111.

⁷ T. Kenzo, R. Yoneda, Y. Matsumoto, A.M. Azani, M.N. Majid, *Growth and photo-synthetic response of four Malaysian indigenous tree species under different light conditions*, „Journal of Tropical Forest Science” nr 3, 2011, s. 271-281.

⁸ G.W. Frazer, C.D. Canham, K.P. Lertzman, *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Millbrook-New York 1999, s. 1-36.

waniu hipotez zerowych przyjmowano poziom istotności $\alpha = 0,05$. Analizy przeprowadzono wykorzystując pakiet „Statistica 12,5” (StatSoft, 2012).

Tabela 1. Wybrane wskaźniki spektralne opisujące kondycję fizjologiczną badanych drzew w warunkach stresowych

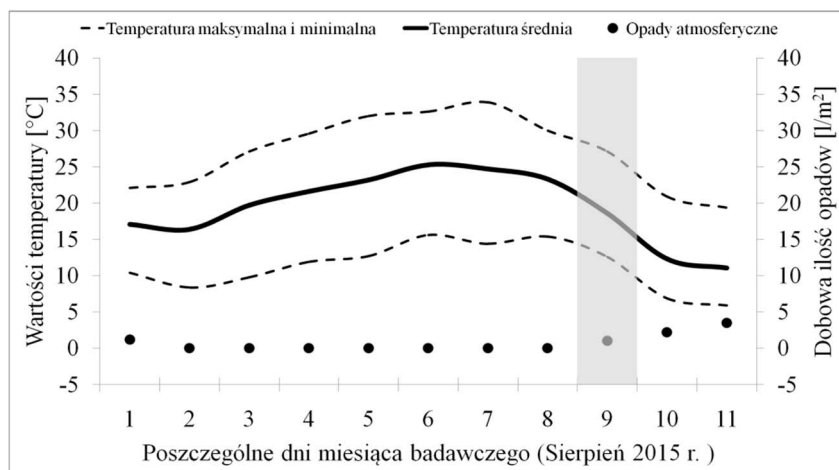
Wskaźniki spektralne	Wzór*	Nazwa
<i>NPQI</i>	$\frac{R415 - R435}{R415 + R435}$	wskaźnik degradacji chlorofilu w tkankach roślinnych
<i>WBI</i>	$\frac{R900}{R970}$	wskaźnik zawartości wody w pokrywie roślinnej
<i>NDVI</i>	$\frac{R849 - R670}{R849 + R670}$	znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji

*R415 – współczynnik odbicia światła przy określonej długości fali (415 nm).

Źródło: Opracowanie własne.

Wyniki i dyskusja

Niekorzystne czynniki środowiskowe i ich wpływ na fizjologiczny stan buków w młodocianej fazie rozwoju, obecnie ciągle jeszcze słabo zaznaczony w dostępnej literaturze, stanowią jedną z głównych przyczyn obniżających jakość drzew oraz ich przyrost.



Rysunek 1. Wartości temperatur i opadów w obrębie powierzchni badawczych w miesiącu obejmującym wykonanie pomiarów (szarym prostokątem zaznaczono dzień pomiarowy – 09.08.2015 r.)

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie danych z serwisu pogodowego OGIMET (<http://www.ogimet.com>).

Analizy kondycji fizjologicznej wybranych drzew w dniu 09.08.2015 r., zostały przeprowadzone w niesprzyjających warunkach środowiskowych, po trwającym przynajmniej siedem dni stresie związanym z deficytem wody oraz nadmierną temperaturą, co zostało zilustrowane na Rys. 1.

Stresy abiotyczne w dużej mierze przyczyniają się do zmniejszenia zawartości chlorofili. Podwyższona temperatura prowadzi do destabilizacji struktury przestrzennej białek zlokalizowanych w chloroplastach, inicjując okresową degradację części kompleksu antenowego, odpowiedzialnego za początkowy etap fotosyntezy, w którym kluczową rolę pełnią barwniki^{9,10}. Wskaźnik spektralny NPQI (Tab. 1) należy do czułych indykatorów, wykorzystywanych do oceny zmian zawartości chlorofilu liści, szczególnie w początkowym okresie wystąpienia stresów abiotycznych¹¹.

W przypadku analizy stopnia degradacji chlorofilu, jedyną statystyczną różnicę, traktującą o znacznym spadku stężenia barwnika w tkankach liści, stwierdzono w przypadku buków rosnących przy najwyższej dostępności promieniowania (30-45 %WDP), względem pozostałych grup badawczych ($F(2, 12) = 13,039$, $p < 0,001$; Rys. 2A). Obniżenie ilości chlorofilu liści buków z powierzchni, w której dostępność światła jest znacząca, wiązała się z okresową adaptacją drzew do wysokich dawek promieniowania, które w warunkach stresowych prowadziłyby do skrajnej fotoinhibicji¹². Redukcja aktywności fotosyntetycznej buków rosnących na otwartych przestrzeniach w warunkach stresowych, może jednak znacząco prowadzić do ograniczeń we wzroście i prawidłowym rozwoju drzew.

Deficyt wody w organizmie roślinnym przyczynia się do wielu zmian o charakterze fizjologicznym, poprzez zmiany potencjału wody w liściach, ilości hormonów roślinnych, aż po modyfikację ekspresji genów¹³. Zmiany te pośrednio obejmują swoim zasięgiem procesy fotosyntetyczne, które w przypadku skrajnego ograniczenia w dostępności wody, ulegają znacznemu osłabieniu. Wśród wielu wskaźników spektralnych dotyczących gospodarki wodnej roślin, parametr WBI (Tab. 1) wydaje się najprecyzyjniej określać stopień uwodnienia tkanek badanych liści, wskazując, jak stres suszy wpływa na kondycję fizjologiczną drzew¹⁴. Przeprowadzone badania wykazały, że buki rosnące pod zwartym okapem drzewostanu (0-15% WDP), cechowały się największą ilością H₂O w zielonych tkankach liści, szczególnie w porównaniu do grupy z najwięk-

⁹ T. Sobala, E. Skowron, M. Trojak, *Mikroskopowa charakterystyka fotosyntetyczna chloroplastów w wybranych organach grochu siewnego (Pisum sativum L.)*, [w:] K. Krański (red.), *Interdyscyplinarność jako droga rozwoju nauki IV*, Elbląg 2016, s. 68.

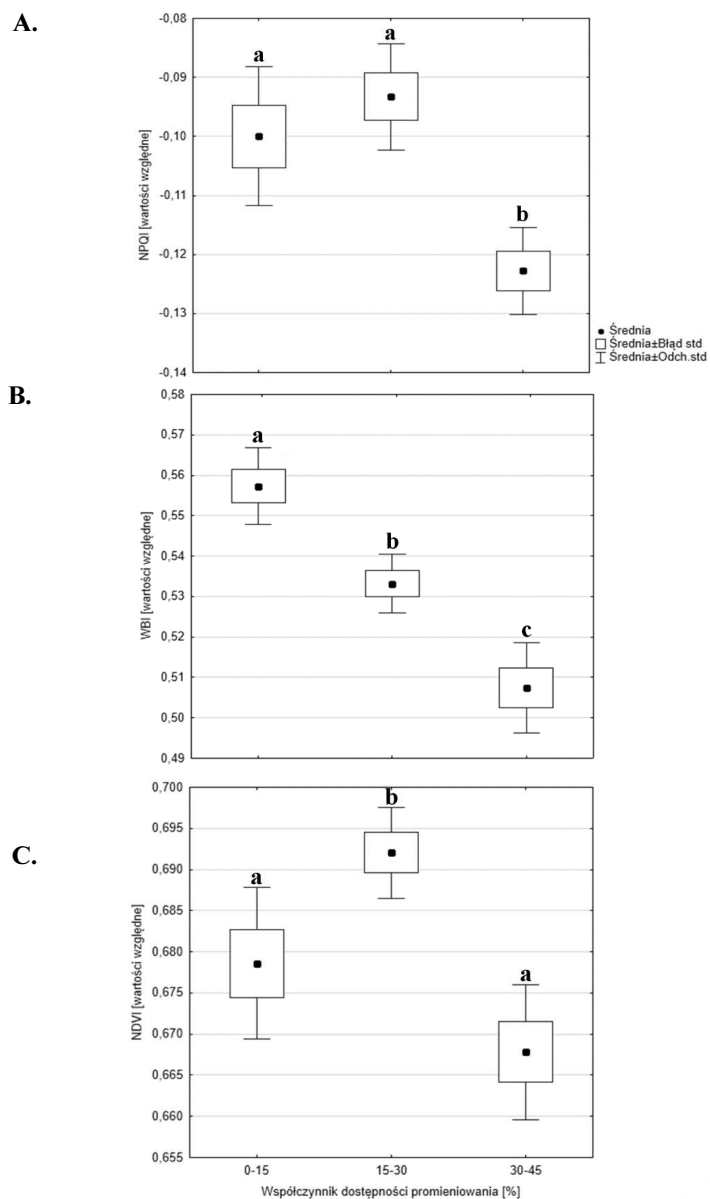
¹⁰ Y. Tang, X. Wen, Q. Lu, Z. Yang, Z. Cheng, C. Lu, *Heat stress induces an aggregation of the light-harvesting complex of photosystem II in spinach plants*, „Plant physiology” nr 2, 2007, s. 630.

¹¹ S. Delalieux, A. Auwerkerken, W.W. Verstraeten, B. Somers, R. Valcke, S. Lhermitte, P. Coppin, *Hyperspectral reflectance and fluorescence imaging to detect scab induced stress in apple leaves*, „Remote sensing” nr 4, 2009, s. 863.

¹² F. Valladares, J. Chico, I. Aranda, L. Balaguer, P. Dizengremel, E. Manrique, E. Dreyer, *The greater seedling high-light tolerance of Quercus robur over Fagus sylvatica is linked to a greater physiological plasticity*, „Trees” nr 6, 2002, s. 395.

¹³ T. Jakubowski, *Reakcja roślin ziemniaka napromieniowanych mikrofalami na symulowany stres suszy*, „Inżynieria Rolnicza” nr 13, 2009, s. 15.

¹⁴ D. M. Kim, H. Zhang, H. Zhou, T. Du, Q. Wu, T. C. Mockler, M. Y. Berezin, *Highly sensitive image-derived indices of water-stressed plants using hyperspectral imaging in SWIR and histogram analysis*, „Scientific reports” nr 5, 2015, s. 5.



Rysunek 2. Analizowane parametry opisujące stan kondycji fizjologicznej badanych buków ($n = 5$) rosnących przy określonej dostępności promieniowania: A – wskaźnik degradacji chlorofilu, B – wskaźnik zawartości wody, C – wskaźnik wegetacji roślin. *a, b, c* – różne litery oznaczają różnice statystycznie istotne pomiędzy badanymi grupami przy określonym parametrze ($p \leq 0,05$)

Źródło: Opracowanie własne.

szym wskaźnikiem dostępności promieniowania (30-45%). Fakt ten można wytłumaczyć zintensyfikowanym zjawiskiem ewapotranspiracji, związanym z nadmiernym parowaniem wody na otwartych przestrzeniach. Stąd buki rosnące przy ograniczonej dostępności światła, charakteryzowały się znaczną ilością wody w tkankach ($F(2, 12) = 34,928$, $p < 0,001$; Rys. 2B), co w konsekwencji mogło wpływać na wydajny proces fotosyntezy i zwiększoną adaptację do warunków stresowych tych drzew.

Deficyt wody w organizmie roślinnym przyczynia się do wielu zmian o charakterze fizjologicznym, poprzez zmiany potencjału wody w liściach, ilości hormonów roślinnych, aż po modyfikację ekspresji genów¹⁵. Zmiany te pośrednio obejmują swoim zasięgiem procesy fotosyntetyczne, które w przypadku skrajnego ograniczenia w dostępności wody, ulegają znacznemu osłabieniu. Wśród wielu wskaźników spektralnych dotyczących gospodarki wodnej roślin, parametr WBI (Tab. 1) wydaje się najprecyzyjniej określać stopień uwodnienia tkanek badanych liści, wskazując, jak stres suszy wpływa na kondycję fizjologiczną drzew¹⁶. Przeprowadzone badania wykazały, że buki rosnące pod zwartym okapem drzewostanu (0-15%WDP), cechowały się największą ilością H_2O w zielonych tkankach liści, szczególnie w porównaniu do grupy z największym wskaźnikiem dostępności promieniowania (30-45%). Fakt ten można wytłumaczyć zintensyfikowanym zjawiskiem ewapotranspiracji, związanym z nadmiernym parowaniem wody na otwartych przestrzeniach. Stąd buki rosnące przy ograniczonej dostępności światła, charakteryzowały się znaczną ilością wody w tkankach ($F(2, 12) = 34,928$, $p < 0,001$; Rys. 2B), co w konsekwencji mogło wpływać na wydajny proces fotosyntezy i zwiększoną adaptację do warunków stresowych tych drzew.

Znormalizowany wskaźnik różnicy wegetacji – NDVI (Tab. 1.) stanowi doskonałe narzędzie opisujące zdolność pochłaniania energii świetlnej absorbowanej przez rośliny, dzięki obecności barwników fotosyntetycznych. Z tego powodu wskaźnik ten jest często wykorzystywany w badaniach wydajności wegetacji i stresu roślin¹⁷. Analizując trzy grupy badanych buków, najlepszą aklimatyzacją do warunków bytowania przy intensywnych stresach abiotycznych, cechowała się grupa o umiarkowanej dostępności światła (15-30%WDP) ($F(2, 12) = 12,102$, $p < 0,01$, Rys. 2C). W przypadku tych siewek stwierdzono wysoką aktywność fotosyntetyczną, wynikającą ze zdolności do optymalnego wykorzystania korzystnego natężenia promieniowania, absorbowanego przez barwniki. Wyraźnie mniejsza wartość NDVI buków z najmniej zacienionej powierzchni (30-45%WDP), skorelowana z obniżoną zawartością wody w tkankach oraz silną degradacją chlorofilu, sugeruje, że grupa ta była najgorzej zaadaptowana do warunków stresowych, w porównaniu do pozostałych analizowanych grup badawczych.

¹⁵ T. Jakubowski, *Reakcja roślin ziemniaka napromieniowanych mikrofalami na symulowany stres suszy*, „Inżynieria Rolnicza” nr 13, 2009, s. 15.

¹⁶ D. M. Kim, H. Zhang, H. Zhou, T. Du, Q. Wu, T. C. Mockler, M. Y. Berezin, *Highly sensitive image-derived indices of water-stressed plants using hyperspectral imaging in SWIR and histogram analysis*, „Scientific reports” nr 5, 2015, s. 5.

¹⁷ B. Govaerts, N. Verhulst, *The normalized difference vegetation index (NDVI) Greenseeker (TM) handheld sensor: toward the integrated evaluation of crop management*, Part A-Concepts and case studies, 2010, <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/550/94192.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, s. 1.

W Tabeli 2 zawarto szczegółową charakterystykę analiz statystycznych, wskazujących na zgodność wszystkich poszczególnych grup badawczych względnych wskaźników spektralnych z rozkładem normalnym oraz jednorodność ich wariancji.

Tabela 2. Wyniki weryfikacji normalności rozkładu (test Shapiro-Wilka) oraz homoskedastyczności (test Levene'a) w poszczególnych wskaźnikach spektralnych (NPQI, WBI, NDVI)

	Grupa (%WDP)	Shapiro-Wilk			Levene	
		W	df	p	F (2, 12)	p
NPQI	0-15	0,913	5	0,486	1,307	0,306
	15-30	0,904	5	0,431		
	30-45	0,967	5	0,857		
WBI	0-15	0,975	5	0,905	0,154	0,859
	15-30	0,938	5	0,649		
	30-45	0,949	5	0,729		
NDVI	0-15	0,950	5	0,740	0,663	0,533
	15-30	0,987	5	0,969		
	30-45	0,955	5	0,774		

Źródło: Opracowanie własne.

Roztropna gospodarka lasami użytkowymi zmusza do poszukiwania właściwych powierzchni ze względu na dostępność światła, w celu zapewnienia bukom, zwłaszcza w młodocianej fazie rozwoju, stosownych warunków do zrównoważonego rozwoju, podczas występowania niesprzyjających czynników środowiskowych. Buk to gatunek drzewa wykazujący fizjologiczną plastyczność względem procesów fotosyntetycznych, przy względnie wysokim poziomie dostępności światła. Natomiast, w warunkach większego zacienienia, przystosowania dotyczą w dużej mierze wyłącznie cech morfologicznych, skoncentrowanych głównie na pigmentacji liści oraz kształcie koron drzew¹⁸.

Badania jednoznacznie określiły, że spośród trzech wybranych powierzchni, zdefiniowanych na podstawie ilości światła docierającego do drzew, jedynie te o umiarkowanej dostępności promieniowania (15-30% WDP), gwarantowały bukom zachowanie najwyższej sprawności fotosyntetycznej, przy jednoczesnym zachowaniu optymalnej gospodarki wodnej organizmu w warunkach stresowych.

Wnioski

Przedstawione wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Buki ze stanowisk zacienionych cechują się sprawną gospodarką wodną organizmu, obniżając jednak wydajność fotosyntetyczną w warunkach stresowych.
2. W przypadku umiarkowanej dostępności światła, badane drzewa najsprawniej dostosowały mechanizmy adaptacyjne, ochraniające je przed szkodliwymi czynnikami stresowymi.

¹⁸ F. Valladares, J. Chico, I. Aranda, L. Balaguer, P. Dizengremel, E. Manrique, E. Dreyer, *The greater seedling high-light...*, s. 395, 396.

3. Siewki z najbardziej otwartych powierzchni cechuje największa podatność na stresy środowiskowe, mogące ograniczyć procesy fotosyntetyczne, ze względu na niedostateczną adaptację fizjologiczną tych drzew.

Bibliografia

- Čater M., Levanič T., *Response of Fagus sylvatica L. and Abies alba Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst*, „Forest Ecology and Management” nr 289, 2013, s. 278-288.
- Delalieux S., Auwerkerken A., Verstraeten W.W., Somers B., Valcke R., Lhermitte S., Coppin P., *Hyperspectral reflectance and fluorescence imaging to detect scab induced stress in apple leaves*, „Remote sensing” nr 4, 2009, s. 858-874.
- Frazer G.W., Canham C.D., Lertzman K.P., *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Millbrook-New York 1999.
- Goswami D.B., Ahire P.P., *Seasonal Variation of Chlorophyll Content in the Leaves of Some Medicinal Plants in Nashik*, „Indian Journal of Applied Research” nr 2, 2016, s. 278-279.
- Govaerts B., Verhulst N., *The normalized difference vegetation index (NDVI) Greenseeker (TM) handheld sensor: toward the integrated evaluation of crop management, Part A-Concepts and case studies*, 2010, <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/550/94192.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jakubowski T., *Reakcja roślin ziemniaka napromieniowanych mikrofalami na symulowany stres suszy*, „Inżynieria Rolnicza” nr 13, 2009, s. 15-21.
- Kenzo T., Yoneda R., Matsumoto Y., Azani A.M., Majid M.N., *Growth and photosynthetic response of four Malaysian indigenous tree species under different light conditions*, „Journal of Tropical Forest Science” nr 3, 2011, s. 271-281.
- Kim D.M., Zhang H., Zhou H., Du T., Wu Q., Mockler T.C., Berezin M.Y., *Highly sensitive image-derived indices of water-stressed plants using hyperspectral imaging in SWIR and histogram analysis*, „Scientific reports” nr 5, 2015, s. 1-11.
- Špulák O., *Acclimatization of European beech (Fagus sylvatica L.) leaves first year after planting into different light conditions of young spruce stand*, „Folia Forestalia Polonica series A” nr 2, 2011, s. 104-113.
- Sobala T., Skowron E., Trojak M., *Mikroskopowa charakterystyka fotosyntetyczna chloroplastów w wybranych organach grochu siewnego (Pisum sativum L.)*, [w:] K. Kraiński (red.), *Interdyscyplinarność jako droga rozwoju nauki IV*, Elbląg 2016, s. 67-78.
- Tang Y., Wen X., Lu Q., Yang Z., Cheng Z., Lu C., *Heat stress induces an aggregation of the light-harvesting complex of photosystem II in spinach plants*, „Plant physiology” nr 2, 2007, s. 629-638.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A., *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*, Warszawa 1990.
- Trocha L.K., Weiser E., Robakowski P., *Interactive effects of juvenile defoliation, light conditions, and interspecific competition on growth and ectomycorrhizal colonization of Fagus sylvatica and Pinus sylvestris seedlings*, „Mycorrhiza” nr 1, 2016, s. 47-56.

- Valladares F., Chico J., Aranda I., Balaguer L., Dizengremel P., Manrique E., Dreyer E., *The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity*, „Trees” nr 6, 2002, s. 395-403.
- Vanlerberghe G.C., Martyn G.D., Dahal K., *Alternative oxidase: a respiratory electron transport chain pathway essential for maintaining photosynthetic performance during drought stress*, „Physiologia plantarum” nr 3, 2016, s. 322-337.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

PAULINA SZARUGA

Studentka II roku analityki chemicznej i spożywczej, studia I stopnia

Studenckie Koło Naukowe Chemików PENTRYT

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

2nd year student of chemical and food analysis, BA studies

PENTRYT - Students' Scientific Circle of Chemists

University of Science and Technology in Bydgoszcz

Zjawisko samoorganizacji w środowisku naturalnym

The phenomenon of self-regulation in the natural environment

Summary: The phenomenon of self-regulation is one of the more interesting laws subject to the laws of nature. Observed many years ago by F.F. Runge, and subsequently described by R.E. Liesegang, the phenomenon of self-regulation is observed not only in chemistry but also in biology. The natural environment is a source of numerous instantiations of the phenomenon in question. For this reason, selected mechanisms were briefly described in the article, i.e. the creation of „choth rings” or ligneous growth of shrinking metal on the brass wire.

Key words: Liesegang's rings, dendritic shapes of silver, chort rings, F.F. Runge, R.E. Liesegang.

Wprowadzenie

Obserwując środowisko naturalne można odnieść wrażenie, że jest to sfera funkcjonująca w oparciu o stałe, acz często wyglądające indeterministycznie zależności. Przyjrzyjmy się na przykład falom na morzu. Pojawiają się regularnie, ale ich wysokość i szerokość często się zmienia. Znaczy to, że odnajdowanie dokładnie identycznych makrostruktur, będących tworem natury stanowi rzadkość. Podążając tym tropem, niemożliwym jest opisanie wzorami matematycznymi relacji wszystkich układów substancji, bądź organizmów względem siebie. Mimo to, odkrywanie lub przypisywanie schematów w prawach natury jest podstawą pracy naukowców. Zazwyczaj, są to jednak

skomplikowane zależności i aby je stosować, posługujemy się uproszczeniami, znanymi np. z zadań matematycznych. Sugeruje to zatem, że większość obowiązujących teorii ma swoje ograniczenia. Nie można ująć pełnym modelem matematycznym, tego co wytworzone w naturze. Przykładem jest teoria płynów doskonałych, czy pomijanie oporów ośrodka w opisie ruchu ciała. Oznacza to, że najczęściej zjawiska przyrodnicze jedynie bywają elementami schematów poznawczych. Bryza morska jednak wieje inaczej za dnia, niż w nocy, a prądy morskie można narysować na mapie świata. Z drugiej strony, do zakresu tak zwanej wiedzy ogólnej należy fakt, że płatki śniegu są symetryczne, a diament ma regularną budowę krystaliczną. Jak zatem wytłumaczyć tę sprzeczność?

Rys historyczny

Żyjący w XIX wieku naukowiec – Friedlieb Ferdinand Runge chcąc odpowiedzieć na to pytanie, pracował nad chemią kolorów. Odkrył on wówczas, że nałożone w odpowiedniej kolejności i odstępie czasu na bibułę filtracyjną barwniki, tworzą pasma dość nietypowych kształtów. Nazwał je wtedy „samo malującymi się obrazami”¹. Ich struktura nie jest kołowa lecz ząbkowana, dendrytyczna, a w rozwinięciu potrafi prezentować piękne geometryczne kształty. Aby móc otrzymać takie zjawisko wystarczy nałożyć mieszaninę odpowiednich roztworów na bibułę, a następnie umieścić całość w rozpuszczalniku. Runge poświęcił swojemu odkryciu aż dwie, wydane w roku 1850¹, książki. Opisane tam zjawisko stało się podstawą do chromatografii bibułowej, przez co autor nazywany jest ojcem tej metody badawczej. Obecnie tego typu „obrazy”¹ stosuje się do separacji, oczyszczania i identyfikacji składników mieszanin. Najpowszechniejszym przykładem tego zjawiska jest rozszczepienie mieszaniny barwników zawartych w tuszu ciemnego flamastra. Wystarczy jedynie narysować poprzecznie linię na bibule filtracyjnej lub kartce, a następnie włożyć jej krawędź na kilka minut do octu. Stanowiący fazę ruchomą roztwór kwasu octowego spowoduje wytworzenie pasm kolorów, odpowiadających poszczególnym składnikom tuszu². Książki napisane przez F.F. Runge najprawdopodobniej stały się inspiracją do badań innego niemieckiego naukowca – Raphaela Eduarda Liesegang³.

Moim zdaniem, pośród wielu nazwisk XIX-wiecznych naukowców on zasługuje na szczególną uwagę³. Liesegang urodzony w 1869 r. zajmował się zagadnieniami zarówno z fizyki, jak i chemii, zdobywając wiele osiągnięć w obu dziedzinach. Inspirację do swoich badań czerpał z otoczenia, stąd jego prace omawiają różnorodną tematykę. Przykładowo: opisał rolę dwutlenku węgla w życiu roślin i mechanizm wywoływania zdjęć fotograficznych. Wśród notatek tego naukowca, znaleźć można także, datowane na rok 1891, pierwsze zapisy dotyczące możliwości istnienia telewizji, czyli jeszcze przed odkryciem elektronów. Na początku Liesegang współpracował z ojcem, a po jego śmierci w 1896 r. kontynuował badania w zaciszu swojego domu. Twierdził, że do przeprowadzania eksperymentów nie jest potrzebna zaawansowana aparatura. Jak opi-

¹ H. Bussemas, L.S. Ettre, *Forerunners of Chromatography: Runge's Self-Grown Pictures*, „Lc Gc North America”, Marzec 2004, s. 262-264.

² P. Kociolek, *Chromatografia*, 2011, <http://odkrywamswiat1.blogspot.com/2011/03/chromatografia.html>.

³ M. Orlik, *Reakcje oscylacyjne porządek i chaos*, 1996, s. 167-190.

suje siebie Liesegang „Nie chciałem żadnych przyrządów. Kilka szklanych talerzy, trochę próbek i parę naczyń było wszystkim, czego potrzebowałem. Jestem szczęśliwy, że nigdy nie musiałem uczyć; to pozwoliło mi czuć się studentem całe życie”⁴.



Rysunek 1. F.F. Runge

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Friedlieb_Ferdinand_Runge.



R. E. Liesegang

Rysunek 2. R.E. Liesegang

Źródło: H.K. Henisch, *Crystals in Gels and Liesegang rings*, 1988, s. 117.

W 1896 r. na łamach niemieckiego tygodnika *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* pojawił się artykuł Lieseganga o tytule *Ueber einige Eigenschaften von Gallerten*, co tłumaczeniu dosłownym oznacza „O pewnych własnościach galaretek”. Przedstawiony tam został między innymi opis, uznany za przełomowy w poznaniu procesów samoorganizacji. Dzięki niemu możliwe jest odtworzenie pięknego zjawiska, nazwanego później pierścieniami Liesegang⁵.

⁴ H.K. Henisch, *Crystals in Gels and Liesegang rings*, 1988, s. 116-119, <https://books.google.pl/books?id=821PCzQ-rhcC&printsec=frontcover&dq=Crystal+in+gels+and+Liesegang+rings&hl=pl&sa=X&ved=0ahUKewjwyfKCy6TSAhXsF5oKHZT3APEQuwUIITAA#v=onepage&q=Crystal%20in%20gels%20and%20Liesegang%20rings&f=false>.

⁵ R.E. Liesegang, *Ueber einige Eigenschaften von Gallerten*, „Naturwissenschaftliche Wochenschrift”, 11(30), 1896, s. 353-362.



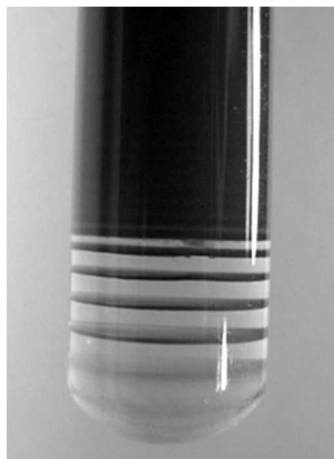
Rysunek 3. Artykuł R.E. Lieseganga: *O pewnych własnościach galaretek* z roku 1896
Źródło: R.E. Liesegang, *Ueber einige Eigenschaften von Gallerten*, 1896, s. 1.

Samoorganizacja w laboratorium

Obecnie w laboratorium, to nieco kapryśne doświadczenie, można wykonać stosując zaledwie żelatynę, 25% wodę amoniakalną $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i chlorek kobaltu CoCl_2 . Eksperyment polega na wytworzeniu w probówce zestalonego żelu, czyli substancji przypominającej zastygłą i zimną galaretkę. W nim rozproszony jest chlorek CoCl_2 .

Jego drobiny są niewidoczne gołym okiem, za to pozwalają na zajście fantastycznej reakcji chemicznej. Wystarczy tylko wkropić wodę amoniakalną i poczekać kilka

godzin. Zabieg taki skutkuje rozwarstwieniem osadu w dolnej części naczynia⁶. Nie ustalono jednoznacznie, dlaczego się tak dzieje. Obecnie przyjmuje się istnienie trzech wiodących teorii umożliwiających wyjaśnienie powyższej reakcji. Najstarsza z nich opiera się na zjawisku przesylenia roztworów. Każda z kolejnych warstw jest efektem nasycenia następujących po sobie przestrzeni reakcyjnych. Dopuszcza się również powstanie zjawiska koagulacji zoli. W tym przypadku miałyby mieć miejsce wytworzenie koloidalnego układu, w którym zamknięty będzie ten pierwotnie dodany elektrolit. Dodanie kolejnego powoduje koagulację, czyli reakcję nieregularnego łączenia substancji zamkniętych w układzie. Najnowsza z teorii natomiast wykorzystuje odkrycie rozpad spinoidalny⁷. Jest to mechanizm, w wyniku którego powstaje roztwór podzielony na obszary o wyraźnie innych właściwościach. Powyższa reakcja jest zatem przykładem samoorganizacji, wymuszonej w próbówce, w laboratorium⁸.



Rysunek 4. Pierścienie Lieseganga

Źródło: <https://weirdscience.eu/Porz%C4%85dek%20z%20chaosu.html>.

Samoorganizacja pojawia się również w doświadczeniu, w wyniku którego otrzymuje się dendrytyczne formy srebra. Aby je wykonać należy jedynie umieścić na szalce Petriego podłożonej, dla lepszego efektu ciemnym materiałem, cienki drucik miedziany i zakropić go kilkuprocentowym roztworem azotanu (V) srebra AgNO_3 . W stosunkowo krótkim czasie pojawi się na druciku osad metalicznego srebra⁹. Reakcja zachodzi, ponieważ dodane do układu reakcyjnego jony Ag^+ w kontakcie z metaliczną miedzią

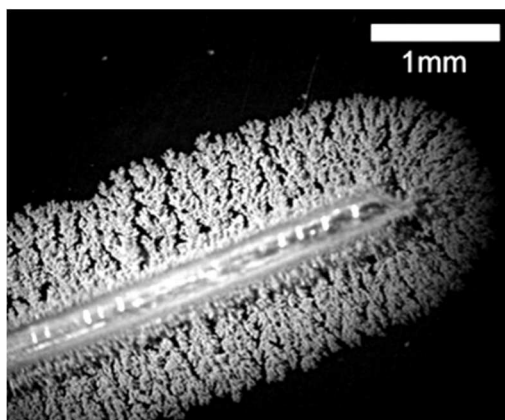
⁶ M. Ples, *Porządek z chaosu. O samoorganizacji i pierścieniach Lieseganga*, „Chemia w Szkole”, 1, 2016, s. 15-19, <https://weirdscience.eu/Porz%C4%85dek%20z%20chaosu.html>.

⁷ M. Faryna, *Efekty strukturalne, Wykład 4*, Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk.

⁸ P. Hantz, *Pattern Formation in a New Class of Precipitation Reactions*, praca doktorska, University of Geneva, Faculty of Science, 2006, s. 23-30; \.

⁹ M. Ples, *Metaliczne rośliny. Kryształiczne dendryty srebra*, „Chemia w Szkole”, 3, 2015, s. 6-10, <http://weirdscience.eu/Metaliczne%20ro%C5%9Bliny.html>

powodują zajście najprostszej reakcji utleniania i redukcji. Wynikiem tego procesu do roztworu wprowadzane są jony miedzi, a w ich miejscu osadza się stopniowo srebro. Wyjaśnienie kształtu powstałego osadu opiera się na pojęciu agregacji ograniczonej dyfuzją. Polega ona na tworzeniu przez atomy lub cząsteczki gron rozszerzających się od atomu centralnego w kierunku rozrostu kryształu. Związane jest to ze skupieniem najwyższej gęstości ładunku elektrycznego przy zakończeniach odgałęzień agregatów. Stąd, w kierunku tego miejsca, będą zbliżały się jony srebra i ulegały redukcji. Ponadto dla każdego struktury istotna jest odpowiednia rozciągłość przestrzenna, a obie te cechy skutkują dendrytycznym, czy inaczej mówiąc drzewiastym kształtem powstałego agregatu¹⁰.



Rysunek 5. Osadzone na druciku srebro

Źródło: <http://weirdscience.eu/Metaliczne%20ro%C5%9Bliny.html>

Przykłady z natury

Samoorganizacja, wbrew ogólnym założeniom II zasady termodynamiki Boltzmanna, jest „występującym samorzutnie procesem organizacji struktur”⁸. W wyniku tego procesu tworzą się zależności między powstałymi formami, a środowiskiem w jakim się znajdują. Proces taki występuje również w ujęciu biologicznym i jest łatwy do dostrzeżenia np. w stosunkowo regularnych kształtach wzrostu grzybów pleśniowych na gnijącym jabłku¹¹. Do przykładów tego zjawiska w formie makro zalicza się również odpowiednie zachowania organizmów, jak na przykład skupianie się ryb w ławice, czy ptaków w klucz podczas lotu¹².

¹⁰ Ł. Lamża, *Agregacja ograniczona dyfuzją*, 2007, <http://onaturze.republika.pl/DLA.html>.

¹¹ M. Ples, *Metaliczne rośliny. Krystaliczne dendryty srebra*, „Chemia w Szkole”, 3, 2015, s. 6-10, <http://weirdscience.eu/Metaliczne%20ro%C5%9Bliny.html>.

¹² I.D. Couzin, J. Krause, *Self-Organization and Collective Behavior in Vertebrates*, „Advances in the Study of Behavior”, 2003, s. 21-22.



Rysunek 6. Prezentacja przykładowego rozrostu agregatów

Źródło: <http://onaturze.republika.pl/DLA.html>



Rysunek 7. Czarczi krąg

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Czarcie_ko%C5%82o#/media/File:Hexenring_Nebelgrauer_Trichterling.JPG

Dość typowym przykładem jest znane, głównie z wierzeń ludowych, istnienie czarcich kręgów, będących niczym innym, niż „rosnących w okregu grzybów lub roślin”¹³. Wyjaśnienie mechanizmu powstawania tych kształtów na powierzchni gruntu należy rozpocząć od zrozumienia procesu wzrostu grzybów. Znajdująca się pod ziemią grzybnia korzysta z zawartych w niej substancji organicznych. Dzięki temu może ona rozprzestrzeniać się pod ziemią, jednak kosztem zużycia pewnych ilości minerałów i obniżenia jakości gleby. Aby zatem móc wywołać wzrost kapeluszy nad powierzchnią ziemi, grzybnia zmuszona jest oddalić owocnię od miejsca niedoboru substratów mineralnych. Pojawienie się kilku grzybów równocześnie powoduje powstanie kręgu, jako najkorzystniejszej figury umożliwiającej wzrost organizmów. Co ciekawe, wzrost grzy-

¹³ K. Orlński, *Pierścienie Lieseganga*, „ChemikLight” (suplement do miesięcznika Chemik), 10, 2013, s. 14, <http://miesiecznikchemik.pl/wp-content/uploads/2015/11/Chemik-Light-11.pdf>.

bów rok rocznie w jednym miejscu związany jest bezpośrednio z rozszerzeniem promienia kręgu. Jednakże nie wszystkie grzyby wykazują taką zależność. Do przykładów gatunków prowadzących do powstania tego ciekawego zjawiska można zaliczyć: *Marasmius oreades* (twardzioszka przydrożnego), *Chlorophyllum molybdites* (czubajkę czerwieniejącą), czy popularną *Agaricus campestris* (pieczarkę łąkową)¹⁴.

Nie będzie chyba zaskoczeniem, że proces samoorganizacji dotyczy również substancji krystalicznych, a co za tym idzie minerałów. Przekrój agatu wstęgowego czy malachitu wykazuje tendencję koncentryczną. Wyglądem jest ona analogiczna do powyżej opisanych struktur¹⁵. Wśród popularnych skał wymogi zjawiska Lieseganga spełniają: niektóre odmiany granitu, biksbit, szczególnie przypadek żyły złota w kwarcu czy wybrane intruzje, tj. wytwory skalne powstałe w wyniku zastygnięcia magmy, która wydostała się z głębi ziemi między istniejące już wcześniej warstwy gleby¹⁶.

Podsumowanie

Nawiązując do początkowego rozważania na temat regularności struktur, dążenie podstawowych cząstek chemicznych do osiągnięcia układów najniższej energetycznych, stanowi przykład zjawiska samoorganizacji¹⁷. Dowód na to, może stanowić niezwykle regularna budowa diamentu, to jest alotropowej odmiany węgla. Niskoenergetyczny układ ma również duże znaczenie dla dendrytycznego rozrostu agregatów srebra czy wzrostu owocni grzybów w czarcich kręgach. Zjawisko Lieseganga oparte na trzech wiodących teoriach, pozostaje jak dotąd niewyjaśnione. Prawdopodobnie jeszcze wielu naukowców, takich jak Runge, czy Liesegang będzie starało się wyjaśnić przyczyny tego procesu, a może nawet i zamknąć go w ramach jakiegoś modelu. Powraca więc pytanie: czy świat naturalny jest tak nieuporządkowany, jak mogłoby się wydawać. Z pewnością przyszłość pokaże, że wyjaśnienie mechanizmów opisujących wiele zjawisk będzie stawiało nowe wyzwania przed naukowcami.

Bibliografia:

- Bussemas H.H., Ettre L.S., *Forerunners of Chromatography: Runge's Self-Grown Pictures*, „Lc Gc North America”, Marzec 2004, s. 262-264.
- Couzin I.D., Krause J., *Self-Organization and Collective Behavior in Vertebrates*, „Advances in the Study of Behavior”, 2003, s. 21-22.
- Faryna M., *Efekty strukturalne, Wykład 4*, Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk.
- Hantz P., *Pattern Formation in a New Class of Precipitation Reactions*, praca doktorska, University of Geneva, Faculty of Science, 2006, s. 23-30.
- Henisch H.K., *Crystals in Gels and Liesegang rings*, 1988, s. 116-119, <https://books.google.pl/books?id=821PCzQ-rhcC&printsec=frontcover&dq=Crystal+in+gels+>

¹⁴ M. Kuo, *Fairy rings*, 2003, http://www.mushroomexpert.com/fairy_rings.html.

¹⁵ K. Orliński, *Pierścienie Lieseganga*, „ChemikLight” (suplement do miesięcznika Chemik), 10, 2013, s. 14, <http://miesiecznikchemik.pl/wp-content/uploads/2015/11/Chemik-Light-11.pdf>.

¹⁶ M. Orlik, *Reakcje oscylacyjne porządek i chaos*, 1996, s. 167-190.

¹⁷ J.J. Kołodziej, *Nanotechnologia*. Wykład III. Wykłady dla I roku ZMiN II stopnia, Semestr zimowy 2016/2017, 2016, <http://users.uj.edu.pl/~jkolodz/Nanotechnologia2016/wyklad3-16.pdf>.

- and+Liesegang+rings&hl=pl&sa=X&ved=0ahUKEwjwyfKC6TSaAhXsF5oKHZT3APEQuwUIITAA#v=onepage&q=Crystal%20in%20gels%20and%20Liesegang%20rings&f=false.
- Kociołek P., *Chromatografia*, 2011, <http://odkrywamswiat1.blogspot.com/2011/03/chromatografia.html>
- Kołodziej J.J., *Nanotechnologia*. Wykład III. Wykłady dla I roku ZMiN II stopnia, Semestr zimowy 2016/2017, 2016, <http://users.uj.edu.pl/~jkolodz/Nanotechnologia2016/wyklad3-16.pdf>.
- Kuo M., *Fairy rings*, 2003, http://www.mushroomexpert.com/fairy_rings.html.
- Lamża Ł., *Agregacja ograniczona dyfuzją*, 2007, <http://onaturze.republika.pl/DLA.html>.
- Liesegang R.E., *Ueber einige Eigenschaften von Gallerten*, „Naturwissenschaftliche Wochenschrift”, 11(30), 1896, s. 353-362.
- Orlik M., *Reakcje oscylacyjne porządek i chaos*, 1996, s. 167-190.
- Orliński K., *Pierścienie Lieseganga*, „ChemikLight” (suplement do miesięcznika Chemik), 10, s. 14, 2013, <http://miesiecznikchemik.pl/wp-content/uploads/2015/11/Chemik-Light-11.pdf>.
- Ples M., *Metaliczne rośliny. Krystaliczne dendryty srebra*, „Chemia w Szkole”, 3, 2015, s. 6-10, <http://weirdscience.eu/Metaliczne%20ro%C5%9Bliny.html>.
- Ples M., *Porządek z chaosu. O samoorganizacji i pierścieniach Lieseganga*, 2016, „Chemia w Szkole”, 1, s. 15-19, <https://weirdscience.eu/Porz%C4%85dek%20z%20chaosu.html>.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

MAGDALENA WASIK

Studentka III roku zdrowia publicznego, studia stacjonarne I stopnia
Studenckie Koło Naukowe „Medyk”
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
3rd year student of public health, BA day studies
Students' Scientific Circle “Medyk”
The Jan Kochanowski University in Kielce

Otyłość a zdrowie

Obesity and health

Summary: The enormous advancement of science and technology has improved people's lives, but it also poses new civilisational threats, including civilisational diseases. Civilisational diseases which constitute the biggest threat to health include obesity, diabetes and arterial hypertension. Obesity is becoming a common disease of the contemporary world. It predisposes to other illnesses which are dangerous to life and health. Obesity also reduces the quality of life and it adversely affects the social, psychological and emotional spheres. Psychological factors may also lead to obesity. The goal of this paper was a description of the most frequent health complications resulting from obesity, as well as the necessity and possibility of preventing obesity among people.

Key words: arterial hypertension, diabetes, healthy lifestyle, psychology.

Wstęp

Życie człowieka jest zależne od wielu czynników o charakterze społecznym oraz przyrodniczym. Ogromny postęp nauki oraz techniki spowodował, że życie uległo poprawie, ale wiąże się to również z powstaniem zagrożeń, które wcześniej nie były brane pod uwagę. Na skutek nieodpowiedniej działalności człowieka powstało wiele zagrożeń cywilizacyjnych. Wśród nich znajdują się choroby cywilizacyjne, które najczęściej występują w krajach wysoko uprzemysłowionych oraz w tych, w których brakuje odpowiedniej profilaktyki. Są one przyczyną ponad 80% wszystkich zgonów. Zagrożenia te wynikają m.in. z nieprawidłowego żywienia, nieodpowiedniej aktywności fizycznej,

stosowania używek oraz prowadzenia siedzącego stylu życia. Choroby cywilizacyjne, które stwarzają największe zagrożenie dla zdrowia to: otyłość, cukrzyca oraz nadciśnienie tętnicze¹.

Otyłość jest chorobą cywilizacyjną XXI wieku, która rozprzestrzenia się w szybkim tempie. Jest najważniejszym czynnikiem predysponującym do wystąpienia nadciśnienia tętniczego, a także stanowi poważny czynnik ryzyka rozwoju cukrzycy². Celem niniejszej pracy jest omówienie zagrożeń dla zdrowia związanych z otyłością, która powoduje wiele powikłań i predysponuje do powstawania kolejnych chorób niebezpiecznych dla życia i zdrowia oraz przyczynia się do obniżenia jakości życia, a także wpływa niekorzystnie na sferę społeczną, psychiczną i emocjonalną.

Otyłość to choroba przewlekła bez skłonności do samoistnego ustępowania. Powstaje w wyniku nadmiernego nagromadzenia tkanki tłuszczowej. Można ją również zdefiniować jako nadmierną podaż energii w połączeniu z niskim poziomem aktywności fizycznej. Otyłość jest związana ze zwiększeniem się liczby i/lub wielkości adipocytów czyli komórek tłuszczowych. W badaniach klinicznych oraz epidemiologicznych często stosuje się pojęcia nadwagi i otyłości. Nadwaga jest to nadmiar masy ciała, natomiast otyłość jest zaburzeniem przemiany energetycznej spowodowanym nadmierną podażą energii w stosunku do zapotrzebowania naszego organizmu, w związku z czym nadmiar ten zaczyna gromadzić się w postaci tkanki tłuszczowej. Zwiększanie się ilości tłuszczu w naszym organizmie jest związane z tworzeniem się nowych adipocytów, które są wypełnione trójglicerydami lub jest wynikiem hiperplazji bądź hipertrofii. Biorąc pod uwagę komórki tłuszczowe, otyłość można podzielić na hiperplastyczną, hipertroficzną oraz mieszaną³.

Badania, które zostały przeprowadzone w ciągu ostatnich 20 lat przez Światową Organizację Zdrowia ukazują narastający problem otyłości na świecie⁴. Otyłość w 1997 r. została zaliczona do światowych epidemii. Również w Polsce nadwaga i otyłość staje się w coraz większym problemem zdrowotnym, ponieważ styl życia Polaków jak i ich dieta poważnie odbiegają od zaleceń WHO. Obserwuje się coraz częściej nieregularność spożywania posiłków i przejadanie się. Popularność, szczególnie wśród dzieci i młodzieży, zdobyły bary szybkiej obsługi typu fast food⁵.

W latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku w Polsce nadmierną masę ciała można było zaobserwować u mniej niż 10% uczniów. Obecnie co piąte dziecko ma problem jakim jest nadwaga bądź otyłość. Z badań wynika, że ponad 50% dzieci oraz młodzieży źle się odżywia. Przyczyną występowania tego zjawisk jest zmiana stylu życia.

Ograniczona aktywność fizyczna i niezdrowe odżywianie na pewno nie sprzyjają naszemu zdrowiu.

Niepokojący jest fakt, że epidemia otyłości nie zwalnia. Cały czas zwiększa się skala tego problemu. Jeżeli taka sytuacja będzie się utrzymywać można twierdzić,

¹ W. Kitajewska, W. Szeląg, Z. Kopański, Z. Maslyak, I. Sklyarov, *Choroby cywilizacyjne i ich prewencja*, „Journal of Clinical Healthcare”, 1, 2014, s. 3-4.

² M. Chrostowska, R. Szczęch, *Nadciśnienie tętnicze związane z otyłością*, „Kardiologia na co Dzień”, 3(2), 2007, s. 340.

³ A. Denys, *Zagrożenia zdrowia publicznego*, „Wolters Kluwer Polska”, 2014, s.155-166.

⁴ Tamże.

⁵ Tamże.

że w 2025 roku na otyłość będzie cierpieć 18% mężczyzn i 21% kobiet na świecie. Otyłość to niestety nie tylko problem natury estetycznej, ale również niebezpieczna choroba, która sprzyja powstawaniu innych groźnych dla naszego życia chorób takich jak cukrzyca czy nadciśnienie tętnicze⁶.

Diagnostyka otyłości

Najczęściej stosowanymi metodami służącymi ocenie masy ciała oraz rozpoznania typu otyłości są: wskaźnik masy ciała oraz WHR.

Wskaźnik masy ciała

Wskaźnik masy ciała (BMI, wyrażony w kg/m^2) jest obecnie najpopularniejszym i najprostszym miernikiem, stosowanym do klasyfikacji niedowagi, nadwagi i otyłości u dorosłych. Oblicza się go, dzieląc masę ciała wyrażoną w kg przez wysokość osoby podaną w metrach podniesioną do kwadratu.

Wskaźnik WHR

Otyłość dzieli się na gynoidalną, czyli taką, w której nadmiar tkanki tłuszczowej gromadzi się w okolicy pośladkowo-udowej oraz otyłość wisceralną, w której tłuszcz odkłada się w okolicy brzucha. Badania epidemiologiczne udowodniły, że otyłość brzuszna zwiększa ryzyko choroby niedokrwiennej serca, nadciśnienia tętniczego, udaru mózgu i zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych. Otyłość brzuszną oceniamy za pomocą wskaźnika WHR. Jest to stosunek obwodu pasa do bioder⁷. Według Międzynarodowej Federacji Diabetologicznej (IDF) o otyłości centralnej mówimy, kiedy obwód talii u mężczyzn przekracza 94 cm, a u kobiet kobiety wynosi więcej niż 80 cm⁸.

Otyłość w młodym wieku

Postrzeganie dziecka, które ma otyłość wyraźnie zmieniło się na przestrzeni lat.

Początkowo otyłość sugerowała, że dziecko jest prawidłowo odżywione i pochodzi z bogatej rodziny. Rodzice uważali, że dziecko korpulentne to dziecko zdrowe. Aktualnie walka z otyłością u dzieci stała się globalnym wyzwaniem XXI wieku. Dane statystyczne są niepokojące. Częstość występowania nadwagi i otyłości u dzieci ciągle wzrasta⁹.

Nieprawidłowa wartość wskaźnika BMI u osób młodych nie oznacza, że do końca życia będą zmagać się z tym problemem. Jeśli pojawi się taki problem, ważne jest

⁶ B. Malecka-Libera, *Otyłość kontra Narodowy Program Zdrowia*, „Menedżer Zdrowia”, 8, 2016, s. 42-43.

⁷ D. Pupek-Musialik, M. Kujawska-Luczak, P. Bogdański, *Otyłość i nadwaga – epidemia XXI wieku*, „Przewodnik Lekarza”, 1, 2008, s. 117-118.

⁸ G. Alberti, P.Z. Zimmet, J. Shaw, S.M. Grundy, *International Diabetes Federation 2006: The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*, s. 11. https://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf.

⁹ A. Gawlik, A. Zachurzk-Buczyńska, E. Malecka-Tendera, *Powikłania otyłości u dzieci i młodzieży*, „Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii” tom 5, nr 1, 2009, s. 19.

by rodzice zareagowali w odpowiednim momencie. Rodzice często nie dostrzegają tego i nie rozumieją, że nadmierna masa ciała jest poważnym problemem¹⁰.

Dzieci i młodzież z prawidłową masą ciała również powinni mieć świadomość dotyczącą tego jak prawidłowo dbać o swoje ciało, tak aby zapobiegać wystąpieniu niekorzystnego stanu w przyszłości. Również i tu bardzo ważną rolę odgrywa profilaktyka tj. wszystkie działania, które mają na celu zapobieganie chorobom. W Polsce realizacja tych działań spotyka wiele trudności. Czynnikiem, które zakłócają działania profilaktyczne to przede wszystkim brak zainteresowania oraz niewystarczające środki, które są przeznaczane na ochronę zdrowia. Wyróżniamy trzy fazy profilaktyki:

- profilaktyka pierwszej fazy obejmuje czynności wobec osoby zdrowej i ma na celu jego umacnianie poprzez działania nieswoiste i swoiste. Do tych pierwszych zalicza się promowanie zdrowego stylu życia, edukację zdrowotną oraz wychowanie zdrowotne. Ochrona środowiska, szczepienia ochronne to przykłady działań swoistych.
- profilaktyka drugiej fazy skupia się na badaniach przeglądowych, profilaktyce przeciwnowotworowej, a także diagnozowaniu, czyli wczesnym wykrywaniu chorób i ich przyczyn.
- profilaktyka trzeciej fazy to działania wobec choroby, która już się pojawiła, co wiąże się z możliwością wystąpienia niepełnosprawności bądź kalectwa¹¹.

Dostrzegając wpływ wczesnego dzieciństwa na późniejsze życie człowieka, należy brać pod uwagę fakt, że rozwój dziecka dokonuje się nie tylko na podstawie predyspozycji wrodzonych, ale dzięki jego własnej aktywności i różnorodnym oddziaływaniom środowiska społeczno-kulturowego, a także stanowi odzwierciedlenie celowych działań wychowawczych. Edukacja zdrowotna powinna być prowadzona od najmłodszych lat, najlepiej od przedszkola, tak aby kształtować prawidłowe nawyki. Prowadzona w sposób dostosowany do możliwości dziecka spowoduje wzrost zainteresowania zdrowiem i jego tematyką. Ważną rolę odgrywają nie tylko nauczyciele i specjaliści, ale także rodzice. Istotne jest, by to czego dziecko nauczyło się w środowisku przedszkolnym lub szkolnym było wspierane przez jego rodzinę.

Zaburzenia, które towarzyszą otyłości

Istnieje duża liczba schorzeń, które są konsekwencją otyłości. Otyłość powoduje zaburzenia metaboliczne, które są typowe dla chorób cywilizacyjnych.

Podwyższony poziom cholesterolu LDL oraz obniżenie HDL jest typowym problemem ludzi otyłych. Mają oni większe predyspozycje do zachorowania na miażdżycę, cukrzycę oraz nadciśnienie tętnicze. Typową cechą otyłości brzusznej jest powiększenie objętości i przerost komórek tłuszczowych w jamie brzusznej. Powiększone komórki są odporne na działanie insuliny, gdyż komórki mięśniowe słabiej reagują na insulinę u osób otyłych. Organizm jest bardziej skłonny do podwyższania poziomu glukozy we krwi, która tylko w prawidłowych warunkach przenika do komórek i tam ulega przemianom pod wpływem insuliny. Podwyższony poziom glukozy we krwi pobudza

¹⁰ W. Bryl, K. Hoffmann, A. Miczke, D. Pupek-Musialik, *Otyłość w młodym wieku – epidemiologia, konsekwencje zdrowotne, konieczność prewencji*, „Przewodnik Lekarza”, 9, 2006, s. 93-94.

¹¹ B. Kulik, A. Pacan, *Zdrowie publiczne*, Warszawa 2014, s. 15-16.

trzustkę do wydzielania insuliny z następową hiperinsulinemią. Powoduje to utrzymanie prawidłowego stężenia glukozy. Natomiast zwiększenie insuliny we krwi pobudza syntezę tłuszczu w wątrobie. Sprzyja temu duża ilość wolnych kwasów tłuszczowych, które są wydzielane do układu krążenia przez powiększone komórki tłuszczowe. Wątroba, która wytwarza WKT, sama ulega stłuszczeniu, a także wydziela do krwi lipoproteiny, które zawierają trójglicerydy i cholesterol. Rozwija się hiperlipidemia, która powoduje miażdżycę, a także nadciśnienie, ponieważ insulina zwiększa ilość sodu w organizmie i utrudnia jego wydzielanie z moczem. Trzustka nie jest w stanie wyprodukować tyle insuliny ile potrzeba, w konsekwencji rośnie poziom glukozy we krwi i rozwija się cukrzyca.

Najczęstszym schorzeniem, na jakie zapadają osoby z nadwagą i otyłością jest cukrzyca typu 2. To choroba przewlekła spowodowana zaburzeniami metabolizmu węglowodanów, tłuszczów i białek. Przyczyną zaburzeń jest defekt wydzielania insuliny lub też jej działania. Efektem jest uszkodzenie i niewydolność wielu narządów lub ich układów wewnętrznych. Za powstanie cukrzycy odpowiedzialnych jest wiele czynników takich jak: otyłość, niewystarczająca aktywność fizyczna, nieodpowiednia dieta, oraz nadciśnienie tętnicze¹².

Cukrzyca to jedna z najgroźniejszych chorób cywilizacyjnych. W ostatnich latach według danych IDF można zaobserwować wyraźny wzrost zachorowań. W 1985 roku liczba chorych wynosiła 30 milionów, natomiast obecnie liczba ta sięga 382 milionów. Według IDF do roku 2030 ilość osób chorych na cukrzycę wzrośnie do 552 milionów¹³.

Niewłaściwa regulacja stężenia glukozy we krwi zaczyna się wiele lat wcześniej, zanim można zaobserwować niewłaściwy poziom glukozy w osoczu na czczo. Początkowo osobę, która cierpli na zaburzenie stężenia glukozy we krwi charakteryzuje wyższe stężenie glukozy po posiłku oraz wolniejszy powrót do wartości wyjściowych¹⁴. Liczba osób umierających z powodu powikłań cukrzycy jest na świecie zbliżona do liczby zgonów będących skutkiem AIDS. Zdaniem ekspertów koszty leczenia samej cukrzycy oraz jej powikłań są niemożliwe do pokrycia dla budżetów państw. W profilaktyce cukrzycy dużą rolę odgrywają także regularne badania. W związku z tym niezbędna jest edukacja społeczeństwa. Dzięki odpowiedniej profilaktyce cukrzycy i promowaniu zdrowego stylu życia oraz wykonywaniu badań przesiewowych można zapobiegać tej chorobie, natomiast w przypadku jej wczesnego wykrycia można znacznie zmniejszyć skutki powikłań¹⁵.

Nadciśnienie tętnicze to problem, który dotyka coraz większej liczby młodych osób. Przyczyną tego zjawiska są zmiany cywilizacyjne, rozwój otyłości, nieumiejętność radzenia sobie ze stresem i coraz częstsze sięganie po różnego rodzaju używki, które podnoszą ciśnienie tętnicze¹⁶.

¹² A. Denys, *Zagrożenia zdrowia publicznego*, „Wolters Kluwer Polska”, 2014, s. 155-166.

¹³ P. Drągowski, U. Czyżewska, E. Cekała, P. Lange, R. Zadykiewicz, A. Sójka, J. Brzezińska, *Cukrzyca jako problem społeczny i ekonomiczny*, „Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu”, 2(39), 2014, s. 163-164.

¹⁴ A. Jagielski, A. Piesiewicz, *Cukrzyca wyzwaniem dla medycyny XXI wieku - wnioski z badań klinicznych i biochemicznych*, „Postępy Biochemii”, 57 (2), 2011, s. 194.

¹⁵ P. Drągowski, U. Czyżewska, E. Cekała, P. Lange, R. Zadykiewicz, A. Sójka, J. Brzezińska, *Cukrzyca jako problem społeczny i ekonomiczny*, „Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu”, 2(39), 2014, s.165.

¹⁶ K. Widecka, *Nadciśnienie tętnicze u ludzi młodych*, „Medical Education”, 2014, s. 5-6.

Postęp cywilizacyjny przynosi wiele korzyści, ale również dostarcza dużo bodźców stresowych, co powoduje zwiększenie liczby osób z pierwotnym nadciśnieniem tętniczym. Stres pobudza układ współczulny, układ renina-angiotensyna oraz oś podwzgórzo-przysadkową. Z życia nie da się wyeliminować czynników stresujących. Krótkotrwały stres jest nieszkodliwy, a nawet czasami wpływa pozytywnie i staje się bodźcem do podejmowania wyzwań. Jeśli taki stan utrzymuje się przez dłuższy czas, wpływa to obciążająco na układ krążenia. Badania epidemiologiczne potwierdzają związek pomiędzy stresem psychicznym, a rozwojem nadciśnienia tętniczego¹⁷.

Pierwsze badania obserwacyjne wykazały związek pomiędzy psychologicznymi czynnikami stresogennymi, sposobem radzenia sobie ze stresem, cechami osobowości, a rozwojem nadciśnienia tętniczego. W badaniu Whitehall¹⁸, u 796 mężczyzn w wieku 35-55 lat obserwowanych przez 10 lat sprawdzano czy nagła zmiana ciśnienia będąca odpowiedzią na stres wpływa na rozwój późniejszego jawnego nadciśnienia tętniczego. Okazało się, że stopień wzrostu ciśnienia tętniczego skurczowego, w odpowiedzi na sytuacje stresujące, jest czynnikiem predysponującym do rozwoju jawnego nadciśnienia tętniczego. W badaniu CARDIA¹⁹ prowadzonym przez 15 lat badano 3308 mężczyzn i kobiet w wieku 18-30 lat rasy czarnej i białej. Celem tego badania było sprawdzenie czy pośpiech oraz niecierpliwość wpływa na rozwój nadciśnienia. Wyniki badań wykazały istotny związek pomiędzy uczuciem presji, a późniejszym występowaniem tej choroby²⁰.

Znaczenie diety u osób z nadciśnieniem tętniczym oraz profilaktyka

Dieta stanowi ważny element w leczeniu nadciśnienia tętniczego. Nawet mała redukcja ciśnienia krwi zmniejsza ryzyko wystąpienia powikłań. Niefarmakologiczne leczenie jest tańsze, a stosowane jednocześnie z farmakoterapią, zwiększa skuteczność działania leków przeciwnadciśnieniowych, a także pomaga ograniczyć wielkość przyjmowanych dawek. Leczenie niefarmakologiczne obejmuje zmianę stylu życia, prawidłowe odżywianie, aktywność fizyczną oraz unikanie używek. Duża masa ciała jest czynnikiem, który zwiększa ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego. Redukcja masy ciała jest nie tylko skuteczną metodą zmniejszenia wartości ciśnienia, ale również ogranicza ryzyko wystąpienia czynników ryzyka sercowo-naczyniowego jakimi są: cukrzyca, insulinooporność, hiperlipemia.

Kolejnym ważnym elementem diety jest ograniczenie spożycia chlorku sodu oraz zwiększenie spożycia chlorku potasu. Sól kuchenna jest niezbędnym elementem do życia, jednak spożywanie jej w nadmiarze nie przynosi dobrych skutków. Według zaleceń Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego oraz Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) spożycie nie powinno przekraczać 5 g/dobę, podczas gdy w Polsce wynosi ono ok. 15 g/dobę²¹.

¹⁷ A. Kaczyńska, Z. Gaciong, *Stres psychiczny a nadciśnienie tętnicze*, „Przewodnik Lekarza”, 6, 2008, s. 63-64.

¹⁸ M. Middeke, *Nadciśnienie tętnicze*, Lublin 2006, s. 9-10.

¹⁹ Tamże.

²⁰ Tamże.

²¹ A. Denys, *Zagrożenia zdrowia publicznego*, „Wolters Kluwer Polska”, 2014, s. 155-166.

Niekorzystne działanie ma również spożywanie alkoholu, który powoduje, że leki działają słabiej. W leczeniu nadciśnienia nie zaleca się przyjmowania magnezu i wapnia jako suplementów diety, ale dostarczanie tych składników poprzez odpowiednią dietę²².

Największy wpływ na układ nerwowy ma nikotyna, która pośrednio wpływa na pracę serca. Zaleca się zaprzestanie palenia tytoniu. Nikotyna powoduje, że wzrasta poziom adrenaliny i noradrenaliny, co skutkuje przyspieszeniem akcji serca, zwiększenie ilości przepompowywanej krwi i wzrost jej ciśnienia. Wpływa ona również na naczynia krwionośne powodując ich zwężenie, co zmniejsza ukrwienie serca. Efekt ten nasila się bardziej u osób z nadwagą. Nie należy zapominać jak poważne skutki dla naszego organizmu ma palenie bierne, które powoduje zaburzenia w krążeniu wieńcowym. Zaprzestanie palenia tytoniu jest tylko jedną z wielu zmian, które powinniśmy wprowadzić w naszym codziennym życiu, bez wątpienia zapobiegającą nadciśnieniu tętniczemu.

W profilaktyce otyłości zalecane są również umiarkowane, ale regularne ćwiczenia. Przyjęta zasada wysiłku to 3x30x130, czyli co najmniej 3 razy w tygodniu, przez 30 minut, przy obciążeniu, które odpowiada 130 uderzeniom serca/min. Może to być wiele rodzajów sportu, jak na przykład: jogging, pływanie, jazda na rolkach. Ważne jest natomiast, aby wysiłek był bezpieczny i dostosowany do możliwości naszego organizmu²³.

Psychologiczne przyczyny i skutki otyłości

Istnieje bardzo dużo zachowań, które są charakterystyczne dla osób otyłych, lecz bardzo trudno ocenić czy są one skutkiem czy przyczyną otyłości. Wśród psychologicznego podłoża otyłości wyróżniamy: zaburzenia mechanizmu samoregulacji, oczekiwania jednostki, cechy osobowości oraz trudności w radzeniu sobie ze stresem. Zaburzenia mechanizmu samoregulacji polegają na tym, że osoba nie może powstrzymać się od jedzenia, nie może kontrolować tego ile już zjadła. Prowadzi to do przejadania się. Sprzyjającą sytuacją do tego zachowania są spotkania w dużej grupie osób czy oglądanie telewizji. Przejadaniu sprzyja także niska samoocena, poczucie bezradności, zbyt wysokie wymagania stawiane sobie. Jedzenie pełni wtedy rolę pewnego rodzaju pocieszenia²⁴.

Próby podejmowane w kierunku redukcji masy ciała są trudne, ponieważ uzyskanie pozytywnych efektów wymaga cierpliwości. W badaniach, które przeprowadził Rand i Macgregor²⁵ osoby otyłe, które przeszły zabieg chirurgiczny, zapytane czy chciałyby zamienić swój poprzedni stan na inne zaburzenie odpowiadały twierdząco. W wymienianych stanach znajdowały się cukrzyca, trądzik, głuchota a nawet amputacja kończyny. Negatywne opinie innych osób mają duży wpływ na zadowolenie z własnego wyglądu. Brak satysfakcjonującego wyglądu powinien być czynnikiem, który motywuje do zmian, jednak często bywa odwrotnie. Osoby takie, będąc niezadowolone i nie wiedząc jak sobie z tym poradzić, sięgają po jedzenie.

²² A. Kucharska, A. Jeznach-Steinhagen, B. Sińska, *Znaczenie diety w leczeniu nadciśnienia tętniczego*, „Kardiologia na co Dzień”, 5, 2010, s. 29-32.

²³ A. Denys, *Zagrożenia zdrowia publicznego*, „Wolters Kluwer Polska”, 2014, s.155-166.

²⁴ N. Ogińska-Bulik, *Pulapki jedzenia*, „Style i charaktery”, 2, 2007, s. 14-16.

²⁵ E. Pietrzykowska, B. Wierusz-Wysocka, *Psychologiczne aspekty nadwagi, otyłości i odchudzania się*, „Polski Merkuriusz Lekarski” 23, 2008, s. 472-475.

Osoby, które mają problem z otyłością uważają, że jedzenie łagodzi te negatywne, nieprzyjemne emocje. Jedzenie zmniejsza złe samopoczucie, ponieważ powoduje zwiększenie wydzielania endorfin do krwi oraz serotoniny. Takie działanie nie jest jednak dobrym rozwiązaniem, ponieważ po pewnym czasie powraca zły nastrój i chęć ponownego sięgnięcia po przekąskę. Najważniejszą przyczyną nadmiernego jedzenia wymienianą przez wielu badaczy jest stres, który przecież towarzyszy każdemu z nas. Umiejętne radzenie sobie z problemami jest nieodłącznym elementem życia²⁶.

Czynniki psychologiczne mogą przyczynić się do rozwoju otyłości oraz odgrywać ważną rolę w radzeniu sobie z nią. Wiele osób ze stwierdzoną otyłością wymaga pomocy psychologa. Formy oddziaływań psychologicznych powinny być dostosowane do potrzeb takiej osoby i zależeć od czasu trwania otyłości oraz obecności innych chorób, które często towarzyszą otyłości. Wyróżnia się trzy rodzaje oddziaływań psychologicznych: diagnozę psychologiczną, pomoc psychologiczną oraz psychoterapię. Diagnoza psychologiczna to proces, który polega na poznaniu pacjenta. Diagnozie podlegają cechy, predyspozycje, postawy wobec samego pacjenta oraz innych osób, zaburzenia emocjonalne i behawioralne. Spotkania odbywają się na zasadzie zbierania informacji poprzez wywiad, obserwacje i rozmowę. Po zebraniu wszystkich ważnych informacji następuje ich analiza oraz wyznaczenie dalszych kierunków działań. Pomoc psychologiczna to oddziaływanie na drugiego człowieka poprzez metody psychologiczne. Metody te mają na celu poprawę samopoczucia osoby. Pomoc ta, charakteryzuje się tym, że może jej udzielić każda osoba życzliwa dla pacjenta, czyli specjalista, członek rodziny bądź przyjaciel. Psychoterapia to, w przeciwieństwie do pomocy psychologicznej, celowe i świadome oddziaływanie na człowieka. Trwa określony czas i wymaga zaangażowania pacjenta np. poprzez ćwiczenie nabytych umiejętności²⁷.

Podsumowanie

Człowiek jest istotą biopsychospołeczną. Otyłość jest przykładem tego, że problemy w jednej ze sfer powodują destabilizację wszystkich pozostałych. Silny stres oraz nieumiejętność radzenia sobie z problemami dnia codziennego mogą prowadzić do przejadania się, co powoduje zwiększenie masy ciała. Efektem tego są negatywne skutki zdrowotne oraz pogorszenie samopoczucia. Aby zmniejszyć liczbę osób otyłych należy promować zdrowy styl życia już od najmłodszych lat.

Rene Dubos pisał: „Na to, aby żyć zdrowym, trzeba nauczyć się mądrzej żyć”²⁸. Każdy człowiek powinien zdawać sobie sprawę z niebezpieczeństw jakie wynikają z zagrożeń cywilizacyjnych i działać rozsądnie, tak by dać sobie szansę na długie i zdrowe życie. Warto pamiętać o kontrolowaniu swojej masy ciała, która jest istotnym działaniem profilaktycznym wielu chorób.

²⁶ Tamże.

²⁷ M. Bąk-Sosnowska, *Miejsce psychologa w leczeniu otyłości*, „Forum Medycyny Rodzinnej”, 2009,

²⁸ W. Kitajewska, W. Szelaąg, Z. Kopański, Z. Maslyak, I. Sklyarov, *Choroby cywilizacyjne i ich prewencja*, „Journal of Clinical Healthcare”, 1, 2014, s. 3-4.

Bibliografia

- Alberti G., Zimmet P.Z., Shaw J., Grundy S.M., *International Diabetes Federation 2006: The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*, s. 11, https://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf.
- Bąk-Sosnowska M., *Miejsce psychologa w leczeniu otyłości*, „Forum Medycyny Rodzinnej”, 3(4), 2009, s. 299-230.
- Bryl W., Hoffmann K., Miczke A., Pupek-Musialik D., 2006, *Otyłość w młodym wieku – epidemiologia, konsekwencje zdrowotne, konieczność prewencji*, „Przewodnik Lekarza”, 9, s. 93-94.
- Chrostowska M., Szczęch R., *Nadciśnienie tętnicze związane z otyłością*, „Kardiologia na co Dzień”, 3(2), 2007, s. 340.
- Drągowski P., Czyżewska U., Cekała E., Lange P., Zadykowicz R., Sójka A., Brzezińska J., *Cukrzyca jako problem społeczny i ekonomiczny*, „Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu”, 2(39), 2014, s. 163-165.
- Denys A., *Zagrożenia zdrowia publicznego*, 2014, „Wolters Kluwer Polska”, s.155-166.
- Gawlik A., Zachurzk-Buczyńska A., Małecka-Tendera E., *Powikłania otyłości u dzieci i młodzieży*, „Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii” tom 5, nr 1, 2009, s. 19.
- Kaczyńska A., Gacjong Z., *Stres psychiczny a nadciśnienie tętnicze*, „Przewodnik Lekarza”, 6, 2008, s. 63-64.
- Kitajewska W., Szeląg W., Kopański Z., Maslyak Z., Sklyarov I., *Choroby cywilizacyjne i ich prewencja*, „Journal of Clinical Healthcare”, 1, 2014, s. 3-4.
- Kulik B., Pacan A., *Zdrowie publiczne*, Warszawa 2014, s. 15-16.
- Kucharska A., Jeznach-Steinhagen A., Sińska B., *Znaczenie diety w leczeniu nadciśnienia tętniczego*, „Kardiologia na co Dzień”, 5, 2010, s. 29-32.
- Jagielski A., Piesiewicz A., *Cukrzyca wyzwaniem dla medycyny XXI wieku – wnioski z badań klinicznych i biochemicznych*, „Postępy Biochemii”, 57 (2), 2011, s. 194.
- Małecka-Libera B., *Otyłość kontra Narodowy Program Zdrowia*, „Menedżer Zdrowia”, 8, 2016, s. 42-43.
- Middeke M., *Nadciśnienie tętnicze*, Lublin 2006, s. 9-10.
- Ogińska-Bulik N., *Pułapki jedzenia*, „Style i charakter”, 2, 2007, s. 14-16.
- Pietrzykowska E., Wierusz-Wysocka B., *Psychologiczne aspekty nadwagi, otyłości i odchudzania się*, „Polski Merkuriusz Lekarski” 23, 2008, s. 472-475.
- Pupek-Musialik D., Kujawska-Łuczak M., Bogdański P., *Otyłość i nadwaga – epidemia XXI wieku*, „Przewodnik Lekarza”, 1, 2008, s. 117-118.
- Widecka K., *Nadciśnienie tętnicze u ludzi młodych*, „Medical Education”, 2014, s. 5-6.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

DOROTA WOJDYNIAK

Studentka II roku lekarskiego, studia jednolite magisterskie
Studenckie Koło Naukowe Eskulap
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
2nd year student of medicine, MA studies
Students' Scientific Circle Eskulap
The Jan Kochanowski University in Kielce

Bierne palenie a zdrowie rodziny

Passive smoking and the health of the family

Summary: The substances contained in cigarettes affect the organism of both active and passive smokers. The side effects include the intensification of problems with breathing, an increase in the number of allergy sufferers, an increase in the number of certain types of cancer among women, longer ulosis time, psychological problems – especially depressions and suicidal thoughts –, and a number of other afflictions. All these necessitate conducting effective anti-nicotine campaigns.

Key words: respiratory system, nervous system, tobacco, passive smoking, prevention.

Wstęp

Zażywanie tytoniu od wielu tysięcy lat towarzyszyło kulturom na całym świecie. Począwszy od rdzennych mieszkańców Ameryk kariera wyrobów tytoniowych nabierała tempa i szerzyła się przez kolejne punkty na mapie świata. Kiedyś artykuły tytoniowe były synonimem luksusu, teraz stawiane są w innym świetle, głównie dzięki coraz to nowszym badaniom, ukazującym ich wpływ na organizm człowieka. Obwiniane są one o wiele skutków ubocznych dla palących aktywnie osób – rakotwórcze związki, uzależniająca nikotyna, czy substancje smoliste to tylko część czynników przyspieszających zgon palaczy, czy ich powikłania zdrowotne. Uwagę należy także skierować w stronę osób niepalących aktywnie. Termin „bierne palenie” pojawił się stosunkowo niedawno, bo na początku XX wieku, jednak wyniki badań nie pozostawiają wątpliwości co do jego szkodliwości. W ostatnich latach w terminologii naukowej pojawiło się

także wyrażenie „third-hand smoking”¹, jako określenie na szkodliwy wpływ substancji odtytoniowych osadzonych na powierzchniach, z którymi styka się skóra i błony śluzowe człowieka. Niniejsza praca ma na celu przybliżenie tego, co nauka do tej pory wie na temat szkodliwości palenia. Jej celem jest zwiększenie świadomości czytelników na temat szkodliwości tytoniu.

Oddech pełną pierśią

Choroby układu oddechowego w obliczu ostatnich zmian środowiskowych stały się coraz wyraźniejszym problemem. Badania prowadzone na grupie dorosłych astmatyków przyjętych na oddziały szpitalne wykazały, że aż 60-83% z nich było wystawionych na działanie biernego palenia². Analizując otrzymane wyniki można zauważyć korelację między pośrednią stycznością osób badanych z dymem tytoniowym a zaostrzeniem objawów choroby do stanu wymagającego hospitalizacji z powodu napadu astmy. Chorzy na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), po zaprzestaniu palenia biernego, nie odnosili tak szybkich spadków FEV1 jak grupa kontrolna, u której nawyk ten nie zanikł³. Widzimy przez to, jak zaprzestanie ekspozycji na dym tytoniowy przyczynia się do zahamowania gwałtownego rozwoju choroby. Oznacza to tym samym, że wystawienie na bierne palenie może być przyczyną pogłębienia problemów z układem oddechowym.

Nerwowe historie

Inhalacja tytoniem, oprócz problemów z układem oddechowym, powoduje także uczucie spokoju i wyciszenia. Emocje te mają swoje podłoże molekularne. Mózg palaczy odczuwa dodatkową dawkę nikotyny i substancji smolistych w równym stopniu, co płuca. Uzależnienie nie dotyczy tylko palaczy aktywnych. Nikotyna wdychana jest także podczas palenia „z drugiej ręki” – łączy się ona wtedy z receptorami nikotynowymi nAChR α 4 β 2. Sprawia to, że po pewnym czasie organizm domaga się kolejnej porcji nikotyny⁴. Aktywny palacz sięga po kolejnego papierosa, a bierny rozpoczyna szukanie możliwych dróg, które prowadzić mogą do rozpoczęcia inhalacji tytoniowej. Jednak mózg nie jest jedynym obszarem w układzie nerwowym, który odczuwa zmiany. Badacze szukali długo odpowiedzi, dlaczego kobiety coraz częściej zapadały na choroby serca. W proponowanych wyjaśnieniach z zakresu zmian stylu życia znalazło się między innymi palenie papierosów. Okazuje się, że u kobiet palących zarówno aktywnie, jak i biernie, układ współczulny nie zmienia swojej aktywności w fazach cyklu

¹ Palenie wtórne, „z trzeciej ręki”.

² M.D. Eisner, J.Klein, S.K. Hammond, G. Koren, G. Lactao, C. Iribarren, *Directly measured second hand smoke exposure and asthma health outcomes*, Thorax 2005.

³ Y. Zhou, Guoping Hu Dali Wang, S. Wang, Y. Wang, Z. Liu, J. Hu, Z. Shi, G. Peng, S. Liu, J. Lu, J. Zheng, J. Wang, N. Zhong, P. Ran, *Community based integrated intervention for prevention and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Guangdong, China: cluster randomised controlled trial*, Guangdong-Baltimore 2010.

⁴ A.L. Brody, M.A. Mandelkern, E.D. London, A. Khan, D. Kozman, M.R. Costello, E.E. Vellios, M.M. Archie, R. Bascom, A.G. Mukhin, *Effect of Secondhand Smoke on Occupancy of Nicotinic Acetylcholine Receptors in Brain*, Arch Gen Psychiatry 2011.

menstruacyjnego, jak to ma miejsce u kobiet wolnych od ekspozycji na dym tytoniowy⁵. Zmiany aktywności układu współczulnego mają znaczący wpływ na ochronę serca przed chorobami, więc ich braki mogą być powodami wzmożonej zapadalności na niewydolność układu krążenia wśród kobiet.

Rany na ciele i duszy

Substancje toksyczne, które dostają się do organizmu po kontakcie z dymem tytoniowym, kumulują się w ciele i odkładają w komórkach zaburzając ich funkcję. Obserwowalnym zjawiskiem dla postronnego obserwatora są zewnętrzne efekty zmian w cytoskieletcie fibroblastów⁶. Fibroblasty, po kontakcie z substancjami odtytoniowymi, nie migrują w miejsce zranienia tak efektywnie, jak ma to miejsce w organizmie wolnym od toksyn, przez co naprawa tkanki trwa dłużej i nie jest skumulowana w konkretnym miejscu. Efektem tych zaburzeń jest wydłużony czasu gojenia się rany oraz nadmiernego bliznowacenia w jej miejscu. Jednak problem ze zranieniem nie dotyczy tylko ciała. Kontrowersyjna teza o korelacji palenia aktywnego i biernego nastolatków z współczynnikiem samobójstw sprawdzana była przez badaczy z Tajwanu⁷. Badania wykazały, że osoby, które w wieku nastoletnim paliły aktywnie lub biernie (korygując dane o płeć, wiek, alergie, spożycie alkoholu czy obciążenia genetyczne) miały w późniejszych latach wyższy odsetek śmierci samobójczych, jak i z przyczyn naturalnych.

Lista się nie kończy...

Termin „thirdhand smoking” pojawił się w literaturze niedawno, jednak już udowodniono jego negatywne działanie. Substancje smoliste, zawarte w dymie tytoniowym, osadzają się na przedmiotach codziennego użytku, z którymi człowiek ma następnie bezpośredni kontakt. Badania prowadzone na myszach wykazały, iż przez narażenie na kontakt skóry czy błon śluzowych z osadami odtytoniowymi notuje się zmniejszoną wagę noworodków, zmiany w układzie krwionośnym związane np. ze zmniejszeniem hematokrytu, mniejszą ilością komórek szpikowych, większą ilością limfocytów B, większą ilością eozynofiliów (u noworodków) czy neutrofilów (u dorosłych)⁸. Z szeregu obserwacji wynotowano przykładowe schorzenia wraz z subiektywnym stopniem zagrożenia, które przedstawia tabela poniżej:

⁵ H.R. Middlekauff, J. Park, H. Agrawal, J.A. Gornbein, *Abnormal sympathetic nerve activity in women exposed to cigarette smoke: a potential mechanism to explain increased cardiac risk*, Los Angeles-Atlanta 2013.

⁶ L.S. Wong, H.M. Green, Jo Ellen Feugate, M. Yadav, E.A. Nothnagel, M. Martins-Green, *Effects of „second-hand” smoke on structure and function of fibroblasts, cells that are critical for tissue repair and remodelling*, Riverside 2004.

⁷ Vincent Chin-Hung Chen, Chian-Jue Kuo, Tsu-Nai Wang, Wen-Chung Lee, Wei J. Chen, Cleusa P. Ferri, Duujian Tsai, Te-Jen Lai, Meng-Chuan Huang, Robert Stewart, Ying-Chin Ko, *Suicide and Other-Cause Mortality after Early Exposure to Smoking and Second Hand Smoking: A 12-Year Population-Based Follow-Up Study*, Taiwan-United Kingdom 2015.

⁸ B. Hang, A.M. Snijders, Y. Huang, S.F. Schick, P. Wang, Y. Xia, C. Havel, P. Jacob III, N. Benowitz, H. Destailats, L.A. Gundel, Jian-Hua Mao, *Early exposure to thirdhand cigarette smoke affects body mass and the development of immunity in mice*, Nature.com 2017.

Tabela 1. Przykładowe schorzenia wraz z prawdopodobieństwem wystąpienia w przypadku osób palących biernie⁹

Schorzenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia
nowotwór płuc	+++++
choroba wieńcowa serca	+++++
zespół nagłego zgonu niemowląt SIDS	++++
udar mózgu	+++
astma	++
infekcje dolnych dróg oddechowych	++
niska masa urodzeniowa	++
choroby powodowane meningokokami	+
nowotwór piersi	+
nowotwór szyi	+
inne choroby dróg oddechowych	+

Powstrzymać lawinę

W Szkocji zostało przeprowadzone badanie, mające na celu sprawdzenie, czy zakaz palenia w pubach wpłynął znacząco na narażenie barmanów na dym tytoniowy. W ciągu pierwszych 2 miesięcy od wprowadzenia w życie zakazu, ilość kotyniny we włosach pracowników lokali spadła aż o 89%, a ilość zawieszonego pyłu PM_{2,5} we wydychanym powietrzu, w ciągu 12 miesięcy zmniejszyła się o 86%¹⁰. Umożliwia to wysnuć refleksji, że zakaz palenia w miejscach publicznych ma wpływ na realne zmniejszenie narażenia na dym tytoniowy, wśród osób przebywających w strefach objętych zakazem palenia. Prowadzono także badania, czy dostarczanie broszur informacyjnych o szkodliwości palenia wpłynie znacząco na zaprzestanie palenia przez domowników. Nie miało to statystycznie istotnego wpływu. Odmienne wyniki uzyskali badacze, którzy edukowali matki na oddziałach położniczych na temat negatywnych skutków zażywania tytoniu przez ich mężów w kontekście zdrowia ich nowonarodzonych dzieci¹¹. Oznacza to, że odpowiednio dobrane działania prewencyjne mogą być skuteczne i pomóc w walce o czyste powietrze dla rodzin z dziećmi.

Podsumowanie

Po dokonaniu analizy dostępnych publikacji Autorka stwierdzić może, że dym papierosowy jest wyjątkowo szkodliwy dla osób palących biernie, przez zwiększoną zachorowalność na szereg chorób. Należałoby podjąć skuteczne akcje informacyjne tak, aby jak najmniejsza ilość osób była narażona na palenie bierne, oraz to „z trzeciej ręki”.

⁹ A. Woodward, M. Laugesen, *How many deaths are caused by second hand cigarette smoke?*, Tobacco Control 2001.

¹⁰ E. Chellini, G. Gorini, G. Carreras, Da noi non si fuma Study Group, *The “Don’t smoke in our home” randomized controlled trial to protect children from second-hand smoke exposure at home*, Tumori 2013.

¹¹ Sophia S C Chan, David C N Wong, Tai-Hing Lam, *Will mothers of sick children help their husbands to stop smoking after receiving a brief intervention from nurses? Secondary analysis of a randomised controlled trial*, BMC Pediatrics 2013.

Bibliografia

- Brody A.L., Mandelkern M.A., London E.D., Khan A., Kozman D., Costello M.R., Vellios E.E., Archie M.M., Bascom R., Mukhin A.G., *Effect of Secondhand Smoke on Occupancy of Nicotinic Acetylcholine Receptors in Brain*, Arch Gen Psychiatry 2011.
- Chellini E., Gorini G., Carreras G., Da noi non si fuma Study Group, *The "Don't smoke in our home" randomized controlled trial to protect children from second-hand smoke exposure at home*, Tumori 2013.
- Eisner M.D., Klein J., Hammond S.K., Koren G., Lactao G., Iribarren C., *Directly measured second hand smoke exposure and asthma health outcomes*, Thorax 2005.
- Hang B., Snijders A.M., Huang Y., Schick S.F., Wang P., Xia Y., Havel C., Jacob III P., Benowitz N., Destailats H., Gundel L.A., Jian-Hua Mao, *Early exposure to thirdhand cigarette smoke affects body mass and the development of immunity in mice*, Nature.com 2017.
- Middlekauff H.R., Park J., Agrawal H., Gornbein J.A., *Abnormal sympathetic nerve activity in women exposed to cigarette smoke: a potential mechanism to explain increased cardiac risk*, Los Angeles-Atlanta 2013.
- Semple S., MacCalman L., Naji A.A., Dempsey S., Hilton S., Miller B.G., Ayres J.G., *Bar Workers' Exposure to Second-Hand Smoke: The Effect of Scottish Smoke-Free Legislation on Occupational Exposure*, Aberdeen-Edynburg-Glasgow 2007.
- Sophia S C Chan, David C N Wong, Tai-Hing Lam, *Will mothers of sick children help their husbands to stop smoking after receiving a brief intervention from nurses? Secondary analysis of a randomised controlled trial*, BMC Pediatrics 2013.
- Vincent Chin-Hung Chen, Chian-Jue Kuo, Tsu-Nai Wang, Wen-Chung Lee, Wei J. Chen, Cleusa P. Ferri, Duujian Tsai, Te-Jen Lai, Meng-Chuan Huang, Robert Stewart, Ying-Chin Ko, *Suicide and Other-Cause Mortality after Early Exposure to Smoking and Second Hand Smoking: A 12-Year Population-Based Follow-Up Study*, Taiwan-United Kingdom 2015.
- Wong L.S., Green H.M., Feugate Jo Ellen, Yadav M., Nothnagel E.A., Martins-Green M., *Effects of „second-hand” smoke on structure and function of fibroblasts, cells that are critical for tissue repair and remodelling*, Riverside 2004.
- Woodward A., Laugesen M., *How many deaths are caused by second hand cigarette smoke?*, Tobacco Control 2001.
- Zhou Y., Guoping Hu Dali Wang, Wang S., Wang Y., Liu Z., Hu J., Shi Z., Peng G., Liu S., Lu J., Zheng J., Wang J., Zhong N., Ran P., *Community based integrated intervention for prevention and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Guangdong, China: cluster randomised controlled trial*, Guangdong-Baltimore 2010.



ŻANETA WYPYCH

Studentka II roku fizjoterapii, studia I stopnia
Studenckie Koło Naukowe SKN MEDYK
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
2nd year student of physiotherapy, BA studies
Students' Scientific Circle MEDIC
The Jan Kochanowski University in Kielce

Wykorzystanie potencjałów biologicznych mózgu w postępowaniu rehabilitacyjnym

The use of the biological potential of the brain in rehabilitation

Summary: This article concerns the process of neuroplasticity, which is one of the features of the human nervous system. It must always be borne in mind that it is the brain which is the command centre of the whole body, which is also a source of numerous theories, which have been evolving for hundreds of years. An interesting aspect is also a meticulous construction of the brain, which enables the recovery of the functions lost by the human body. Further studies have contributed to the creation of rehabilitation techniques, which are indispensable to regain the efficiency of the body.

Key words: physiotherapy, neuroplasticity, synapses, neurons, compensation.

Wstęp

Niewątpliwie ludzki mózg ma niezmierzone zaplecze możliwości. Dzięki temu powstają metody lecznicze wykorzystujące jego własności. Jedną z nich jest plastyczność mózgu – umiejętność przekształcania i renowacji utraconych funkcji, uwarunkowana genetycznie i utrwalona strukturalnie. Jednakże należy zwrócić uwagę, że jest to tylko jedna z wielu własności mózgu. Nie od dziś wiadomo, że ludzki mózg jest misterną siecią pełną tajemnic, której wszystkich własności dotąd nie poznaliśmy. Już Arystoteles¹ zasta-

¹ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Neuroplastyczność w rehabilitacji po uszkodzeniach ośrodkowego układu nerwowego – modele obliczeniowe*; Postępy Rehabilitacji, <https://www.degruyter.com/download/pdf/j/rehab.2012.26.issue-1/rehab-2013-0029/rehab-2013-0029.pdf>.

nawiał się nad jego funkcją. W Jego mniemaniu mózg był chłodnicą krwi, a serce to źródło inteligencji – przez długi okres czasu nikt nie podważył tego poglądu.

Teorie własności mózgu

Początków współczesnych teorii należy upatrywać pod koniec XIX wieku Santiago Ramon y Cajal wprowadził nową teorię, która brzmiała w sposób następujący: „W dorosłych ośrodkach nerwowych szlaki nerwowe są ustalone, zakończone, nie do zmienienia. Wszystko może umrzeć, nic nie zregeneruje”². To twierdzenie wpłynęło w sposób znaczący na dotychczas prowadzone badania. Stało się aksjomatem ówczesnej wiedzy w tej dziedzinie i wstrzymało eksperymenty prowadzone w ramach dotychczasowych teorii. W 1988 roku nastąpił przełom, ponieważ udowodniono, że neurony ponownie się wytwarzają. Jednak obecne teorie czerpią swój początek z koncepcji Hebb’a³, który twierdził, że „skuteczne połączenie, to mocniejsze połączenie”. Oznacza to, że aby nowe połączenie mogło być zrealizowane i w ogóle, by mogło powstać, to połączenie musi być silne, skuteczne i powtarzalne. Istniała również teoria Jerzego Konorskiego, który pisał: „Pierwszą własnością, dzięki której komórki nerwowe reagują na nadchodzące impulsy określonym cyklem zmian, nazywamy pobudliwością. Drugą własność, dzięki której w określonych układach neuronów powstają trwałe przekształcenia funkcjonalne w wyniku określonych bodźców lub ich kombinacji, będziemy nazywać plastycznością, a odpowiadające im zmiany, zmianami plastycznymi”⁴.

Zauważono także, że nie zawsze dochodzi do połączenia. Dzieje się tak, gdy zaistniały bodziec jest zbyt słaby, przez co nie wywołuje on wystarczająco silnego pobudzenia. W takim przypadku niezwykle istotną kwestią jest „doświadczenie” neuronu, które kształtuje się przez to, jak silnym bodźcem został on potraktowany. Mówi się także wówczas o wartości progowej, która zapewnia silne połączenie. Granica między pobudzeniami, podczas których neurony reagują, nie jest stała, mają one swobodną możliwość przechodzenia ze stanu spoczynku do stanu pobudzenia. Fundamentem tego jest zjawisko elektrochemiczne, które jest kształtowane z wykorzystaniem jonów. W głównej mierze są to jony sodu (Na^+) oraz potasu (K^+). Należy to rozumieć, że pomiędzy środowiskiem wewnętrznym, jak i zewnętrznym komórki występuje różnica potencjałów.

Synapsy

W przekaźnictwie międzyneuralnym biorą udział synapsy, czyli wyspecjalizowane połączenia, dzięki którym akson kontaktuje się z inną komórką (mięśniową, nerwową, lub gruczołową). Każda synapsa składa się z części presynaptycznej, z której przekazywane jest pobudzenie i części postsynaptycznej przyjmującej pobudzenie i przesyłającej dalej.

Wyróżnia się dwa rodzaje synaps: elektryczne i chemiczne.

W przypadku synaps elektrycznych występuje efekt ciągłości elektrycznej, który zapewniają szczególnie wyspecjalizowane struktury, jakimi są dendryty jednej komórki

² Tamże.

³ J. Konorski, *Integryjna działalność mózgu*, PWN, Warszawa 1969.

⁴ Tamże.

oraz aksony drugiej. Takie połączenie sprawia, że impulsy są przekazywane bez najmniejszych opóźnień.

Dla odmiany synapsy chemiczne działają z wykorzystaniem pewnych substancji chemicznych, którymi są neuroprzekazniki. Wyodrębnia się neuroprzekazniki pobudzające (acetylocholina, adrenalina, dopamina, noradrenalina, serotonina, histamina), jak również neuroprzekazniki hamujące (glicyna, kwas gamma-aminomasłowy). Przewodzenie impulsu nerwowego jest oparte na przepływie jonów między środowiskiem wewnętrznym a zewnętrznym neuronu. Zewnętrzna błona komórkowa aksonu jest naładowana dodatnio, natomiast wewnętrzna ujemnie. Ten proces jest chroniony przez pompę sodowo-potasową. W skutek zadziałania bodźca następuje depolaryzacja, czyli zmiana potencjałów błon. W momencie, gdy potencjał czynnościowy dochodzi do kolbki synaptycznej, następuje uwolnienie neuroprzekaznika. Mediatory przechodzą przez błonę presynaptyczną szczeliną do receptorów, znajdujących się w błonie postsynaptycznej, a następnie są przekazywane do kolejnej komórki, gdzie dochodzi do przemiany impulsu elektrycznego na chemiczny, co w następstwie generuje już właściwy impuls elektryczny. Proces ten działa wybiórczo i nie działa w tak szybki sposób jak ten wyżej opisany. Na szybkość procesu ma także wpływ osłonka mielinowa, dzięki której impuls przeskakuje między przewężeniami Ranviera.

Synapsy są bardzo specyficznymi elementami o dość skomplikowanej budowie, a przy tym są niestałe w swym działaniu. Niezwykle istotną ich cechą jest wpływ rytmów biologicznych. Wahania liczby synaps w cyklu hormonalnym, dobowym czy też sezonowym są powszechnie znane i dotyczy to wielu struktur mózgu. Wykazał to zespół Bruce McEwena⁵ na podstawie badań przeprowadzonych na samicach szczurów, podczas gdy zauważono sprzężenie między fazą cyklu a liczbą synaps. Okazało się, że liczba ta zwiększa się w czasie owulacji.

Neurony

Kolejną ważną strukturą tworzącą układ nerwowy są neurony. Są one zbudowane z perykarionu, czyli ciała komórki nerwowej, która otacza jądro komórkowe. Poza tym ich budowa jest taka sama jak przeciętnych komórek zwierzęcych. W cytozolu jednak można dostrzec rozwinięty aparat Golgiego, zwiększoną liczbę mitochondriów i ciała Nissla zwane tigroidem, czy też siateczką śródplazmatyczną szorstką⁶. W perykarionie natomiast znajdują się neurofibryle, czyli białkowe włókienka biorące udział w transporcie wewnątrzkomórkowym. Natomiast na zewnętrzną budowę neuronu składają się dendryty i akson. Włókna nerwowe pokryte są osłonką mielinową, czyli komórkami Schwanna. W skład tkanki nerwowej wchodzi także glej, czyli leucocyty pełniące funkcje: podporowe, izolujące, odżywcze jak i regeneracyjne. Spośród tego typu komórek największe są astrocyty, które biorą udział w pourazowej odbudowie tkanki. Neurony mają specyficzne zastosowanie. Otóż na funkcjonalny podział neuronów składają się:

- neurony pośredniczące, inaczej interneurony, które uaktywniają się pomiędzy neuronami czuciowymi a ruchowymi;
- neurony ruchowe przekazują informacje z ośrodkowego układu nerwowego do narządów wykonawczych, którymi są mięśnie;

⁵ J. Eccles, *Fizjologia synaps nerwowych*, PZWL, Warszawa 1968.

⁶ M. Pąchalska, B. Kaczmarek, J.D. Kropotov, *Neuropsychologia kliniczna, od teorii do praktyki*, 2014.

- neurony czuciowe będące łącznikiem między receptorami a ośrodkowym układem nerwowym.

Kompensacja uszkodzeń i nieprawidłowości

W ten sposób zbudowany układ nerwowy ma zdolności do odbudowy i regeneracji. Wykorzystuje do tego mechanizmy kompensacyjne ośrodkowego układu nerwowego, na które składa się 6 etapów:

1. Przejęcie funkcji przez komórki przetrwałe w ognisku chorobowym.
2. Włączenie neuronów rezerwowych.
3. Tworzenie wypustek nerwowych o podobnej funkcji.
4. Uaktywnienie nieczynnych międzyneuralnych połączeń synaptycznych.
5. Przejęcie funkcji przez dodatkowe pole nerwowe.
6. Zastąpienie funkcji kory przez drugą półkulę oraz jądra podkorowe – neurogeza.

Wymienione mechanizmy mózgu są wykorzystywane w pracy fizjoterapeutów, którzy wykorzystują reaktywność organizmu na bodźce w celu osiągnięcia poprawy stanu zdrowia i przywrócenia uprzedniej funkcji w otoczeniu. Dlatego też wyodrębnia się kilka rodzajów plastyczności, a w efekcie mnogość możliwości leczenia pacjentów niezależnie od wieku, są to między innymi: plastyczność rozwojowa, edukacyjna, kompensacyjna: własna i kierowana.

Plastyczność rozwojowa

Mózg dziecka posiada ogromne zdolności do wszelkich reorganizacji. W tym czasie jest w stanie uczyć się szybko i przyswajać duże nakłady wiedzy i informacji, dlatego nawet w przypadku rozległego uszkodzenia mózgu, jest on w stanie się zregenerować. Wszystkie obszary mózgu mają możliwość zmiany dotychczas pełnionych funkcji, co ma zastosowanie przy hemisferoktomii, czyli utracie jednej półkuli mózgu. Warto jednak zaznaczyć, że taka kompensacja może wystąpić jedynie u dzieci przed ukończeniem kilku pierwszych lat życia. Warto również zaznaczyć, że zdolność do odnowy układu nerwowego dotyczy także dorosłych, ale nie zawsze jest możliwa. Kolejną niebywałą własnością mózgu jest kompensacja uszkodzeń ośrodków wzrokowych, których włókna nerwu wzrokowego zmierzają ku jądom wzgórza, których funkcją jest odbieranie informacji słuchowych. Niezwykle istotne jest tutaj uwarunkowanie tempa zmian, podczas, gdy liczy się wielkość, lokalizacja i charakter uszkodzenia, jak również wczesny okres rozpoczęcia leczenia usprawniającego, stopień dojrzałości i zróżnicowania uszkodzonej struktury bądź funkcji⁷. Wówczas na podstawie uprzednio przeprowadzonego badania neurologicznego, dobrana zostaje odpowiedni program usprawniania pacjenta. Spośród wielu należy wymienić metody: integracji sensorycznej, torowania nerwowo-mięśniowego (PNF) oraz metoda Vojty.

Metody

Metoda odruchowej lokomocji Vaclava Vojty⁸ ma głównie zastosowanie w zaburzeniach ośrodkowego układu nerwowego i w mózgowym porażeniu dziecięcym, ale

⁷ K.W. Walsh, *Jak rozumieć uszkodzenia mózgu: podstawy diagnozy neuropsychologicznej*, 2001.

⁸ L. Sadowska, *Neurokinezyjologiczna diagnostyka i terapia dzieci z zaburzeniami rozwoju psychoruchowego*, Cz. 1, 2001.

sięga ona znacznie dalej poza wcześniej wymienione obszary. Opiera się ona na systemie torowania odruchowej lokomocji, co daje możliwość dotarcia do globalnego wzorca i swobody w poruszaniu się. Wzorec przybiera prawidłową formę w okresie 1 roku życia na podstawie uwarunkowań genetycznych rozwoju ruchowego⁹. Terapia ma działanie segmentalne, jak i kompleksowe (czynność układu emocjonalnego, wegetatywnego czy czuciowego). Kształtuje się to przez wcześniej wytworzony naturalny, podstawowy i fizjologiczny sposób, a nie przez przywracanie pojedynczych funkcji wstawiania, chwytania czy też chodzenia. Metoda ta ma również znaczący wpływ na: rozrzedzenie wydzielin w oskrzelach; krążenie; czucie; zmniejszenie ślinotoku, zeza, oczopląsu; poprawę jakości i regularności oddechu, połykania, funkcji zwieraczy pęcherza i odbytu; zmianę częstości tętna i ciśnienia. U dorosłych metoda Wojty znalazła zastosowanie w usprawnianiu osób po udarach mózgu, uszkodzeniach traumatycznych, czy w przebiegu stwardnienia rozsianego.

Integracja sensoryczna (*Sensory Integration*, SI) jest odpowiednią konfiguracją bodźców (wrażeń sensorycznych), które docierają przez receptory określonych zmysłów (wzrok, słuch, propriocepcja, dotyk, równowaga) do mózgu. Tam są integrowane, rozpoznawane, segregowane i konsolidowane z doświadczeniami. Mózg wytwarza wtedy reakcję adaptacyjną, co jest słuszne i efektywne w stosunku do otoczenia. Na tej podstawie jest tworzona odpowiedź w postaci myślowej bądź ruchowej. Proces ten rozpoczyna się już w okresie życia płodowego i trwa do około 7 roku życia. Wyróżnia się tutaj cztery stadia, z których każde przedstawia różne rodzaje sprawności i umiejętności, na zasadzie których podejmuje się postępowanie rehabilitacyjne. Założenia teorii integracji sensorycznej są następujące:

1. Plastyczność neuronalna, której założeniem jest zmiana w obrębie układu nerwowego z wykorzystaniem kontrolowanego przepływu bodźców. Zależy ona od środowiska w jakim przebywa dziecko, a także jego rozwój na poszczególnych etapach życia.
2. Sekwencyjny rozwój procesów integracji sensorycznej, w którym złożone zachowania opierają się na nieskomplikowanych wcześniej doświadczonych.
3. Integralność systemu nerwowego, istotna jest tu własność mózgu, która mówi o tym, że funkcjonuje on jako całość, a wszystkie struktury są ze sobą ściśle związane.
4. Reakcje adaptacyjne, reakcje w odniesieniu do środowiska. Wzajemne oddziaływanie działające na zasadzie sprzężenia zwrotnego.
5. Każde dziecko ma w sobie wewnętrzny pęd do rozwoju, który sprawia, że otrzymuje niezbędne mu bodźce¹⁰.

Wszystkie wyżej wymienione założenia są wykorzystywane w terapii metodą SI. Metoda integracji sensorycznej nie polega na uczeniu się przez dziecko konkretnych czynności (takich na przykład jak jazda na rowerze) a na pracy sensorycznej i wytwarzaniu procesów układu nerwowego. Podczas terapii pobudzane są nie tylko zmysły dzieci, ale i usprawniane: mała motoryka, duża motoryka, koordynacja wzrokowo-ruchowa. Fizjoterapeuta odpowiedzialny jest tutaj za dostarczenie silnych bodźców, ograniczenie niepożądanych bodźców, a także stosowanie w tym celu odpowiednich technik.

Metoda PNF, czyli proprioceptywne nerwowo-mięśniowe ułatwianie. Teoria zo-

⁹ Tamże.

¹⁰ A.J. Ayres, *Dziecko a integracja sensoryczna*, 2016.



Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, 2017, tom 26, część 2

Fascicles of Student Scientific Movement
the Jan Kochanowski University in Kielce, 2017, volume 26, part 2

DOMINIKA ZABORSKA

Studentka I roku geografii, studia II stopnia
Studenckie Koło Naukowe „Złoty Bażant”
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
1st year student of geography, MA studies
Students' Scientific Circle „Złoty Bażant”
The Jan Kochanowski University in Kielce

Energetyka wiatrowa w Polsce na tle krajów Europy

Wind-generated energy in Poland versus other European countries

Summary: Renewable energy sources are an extremely significant issue in the contemporary world. The reduction of natural resources, deterioration of the condition of the natural environment and rises of fuel prices rendered renewable energy sources a priority in a majority of countries all over the world. One of the renewable energy sources is wind power. Every year in Poland, the number of power generated by wind power plants is increasing. However, the number is considerably smaller than in other European countries. Poland has similar wind conditions to countries which are leaders in exploiting this kind of energy.

Key words: renewable energy, wind-generated energy, wind turbines.

Wprowadzenie

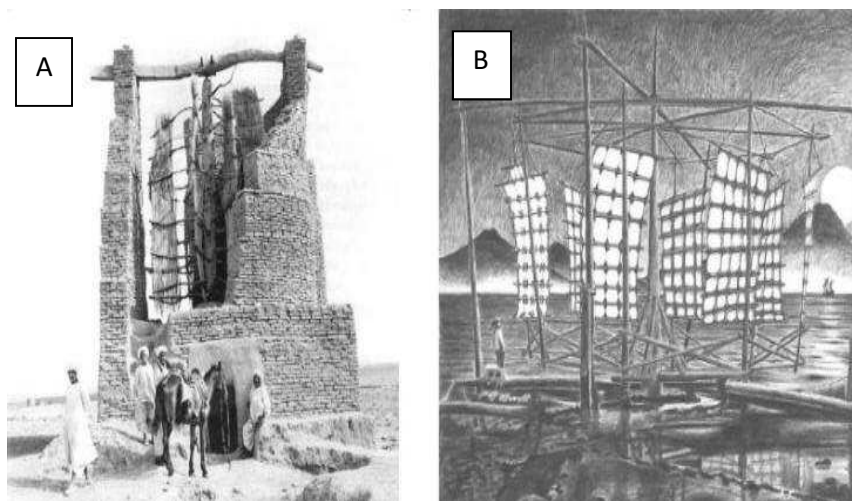
Wykorzystanie źródeł energii odnawialnej stało się ważnym problemem współczesnego świata. Kończące się zasoby energetyczne i rosnące ceny paliw wywołały konieczność rozwoju metod pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych¹. Kolejnym ważnym powodem jest fakt, iż wydobywanie surowców naturalnych niesie za sobą wiele nieodwracalnych zmian w środowisku naturalnym. Świadomość ludzi jest coraz więk-

¹ P. Cizkowicz i in., *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce*, Ernst&Young, Warszawa 2012.

sza. Każdy z nas pragnie korzystać z czystej wody i oddychać czystym powietrzem, dlatego też należy inwestować w energię z odnawialnych źródeł. Jedną z wielu możliwości produkcji energii, jest pozyskiwanie energii pochodząca z siły wiatru. W krajach Polski coraz częściej można zauważyć budowę nowych turbin wiatrowych.

Historia energetyki wiatrowej

Energia wiatrowa wykorzystywana była już 1000 lat p.n.e., o czym świadczą m.in. kamienne ruiny wiatraków odkryte w Egipcie (Ryc. 1A). Wzmianki na temat urządzeń wykorzystujących energię wiatru pochodzą także z kodeksu Hammurabiego (ok. 1750 rok p.n.e.). Źródła historyczne ujawniają stosowanie wiatraków do mielenia zbóż na granicy persko-afgańskiej (ok. 640 rok p.n.e.). Późniejsze źródła historyczne podają, że Chińczycy także wykorzystywali wiatraki z pionową osią obrotu wirnika. Służyły one głównie do osuszania pól ryżowych².



Rycina 1. Pierwsze konstrukcje wiatraków w Egipcie

A. kamienny fragment wiatraka, B. wiatrak o pionowej osi obrotu

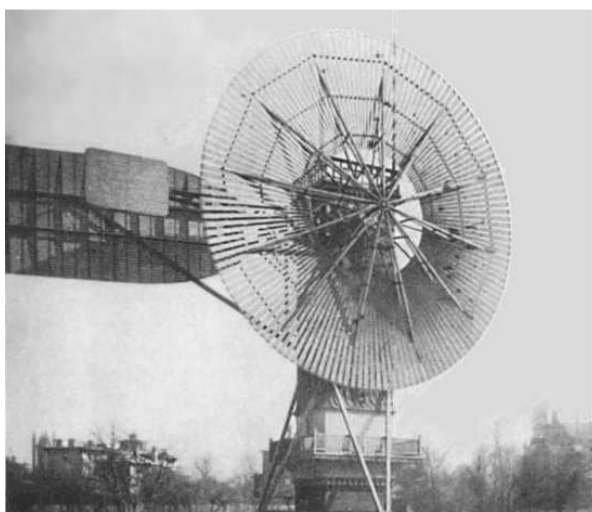
Źródło: www.instsani.pl/413/historia-energetyki-wiatrowej.

W Europie stosowano wiatraki o poziomej osi obrotu wirnika. Pierwsze wzmianki źródłowe pochodzą z VIII wieku. Były to wiatraki czteroskrzydłowe, tzw. kozłowe. Wykorzystywano je głównie do mielenia ziarna i napędu pomp. W wieku XIX nastąpił

² B. Soliński, Ł. Grabowki, J. Kołodziej, A. Małek, K. Marszałek, M. Matusik, J. Ostrowski, I. Soliński, T. Stapiński, K. Turoń, *Hybrydowy, wiatrowo-słoneczny system wytwarzania energii elektrycznej*, Wyd. Agencja Reklamowa TOP, 2014.

koniec ery wiatraków, który wiązał się z nadejściem ery maszyn parowych, postępującej elektryfikacji i zastosowania silników spalinowych³.

Pierwsza elektrownia wiatrowa powstała w latach 1887-1888. Była to samoczynnie działająca elektrownia wiatrowa, która produkowała prąd elektryczny. Została ona skonstruowana przez Charles'a F. Bruscha'a (Ryc. 2).



Rycina 2. Pierwsza elektrownia wiatrowa Charlesa F. Bruscha

Źródło: www.instsani.pl/413/historia-energetyki-wiatrowej.

Pierwsze wiatraki w Polsce powstały na północy kraju pod koniec XIV w., i nazywane byłymi koźlakami⁴. Następnie pojawiły się wiatraki typu holenderskiego (Fot. 1). Ukazały się one w XVIII w. również na północy Polski⁵. Rozwój energetyki wiatrowej i powstanie pierwszych turbin sięga początków lat 90. XX w. W 1991 r. wybudowano pierwszą elektrownię w Gniewinie, a jej moc wynosiła 150 kW⁶.

Po II wojnie światowej ropa naftowa i gaz ziemny, z powodu niskich cen, zaczęły odgrywać ważną rolę w światowym przemyśle. W efekcie nastąpił spadek zainteresowania niekonwencjonalnymi źródłami energii, w tym energią wiatru. Pod koniec XX wieku nastąpił wielki powrót wiatraków, jednak o nieco innej konstrukcji i innej funkcji⁷.

³ Tamże.

⁴ J. Müller, *Diagnoza stanu przedsiębiorstw sektora odnawialnych źródeł energii (OZE) i instytucji wspierających rozwój sektora OZE mających siedzibę na terenie województw pomorskiego i kujawsko-pomorskiego*, Wyd. Kwidziński Park Przemysłowo-Technologiczny Sp. z o.o., Górkki 2012.

⁵ Tamże.

⁶ Tamże.

⁷ P. Ciżkowicz i in., *Wpływ energetyki wiatrowej...*, wyd. cyt.



Fotografia 1. Wiatrak typu holenderskiego na terenie województwa świętokrzyskiego w miejscowości Szwarszowice

Źródło: fot. D. Zaborska, 2016.

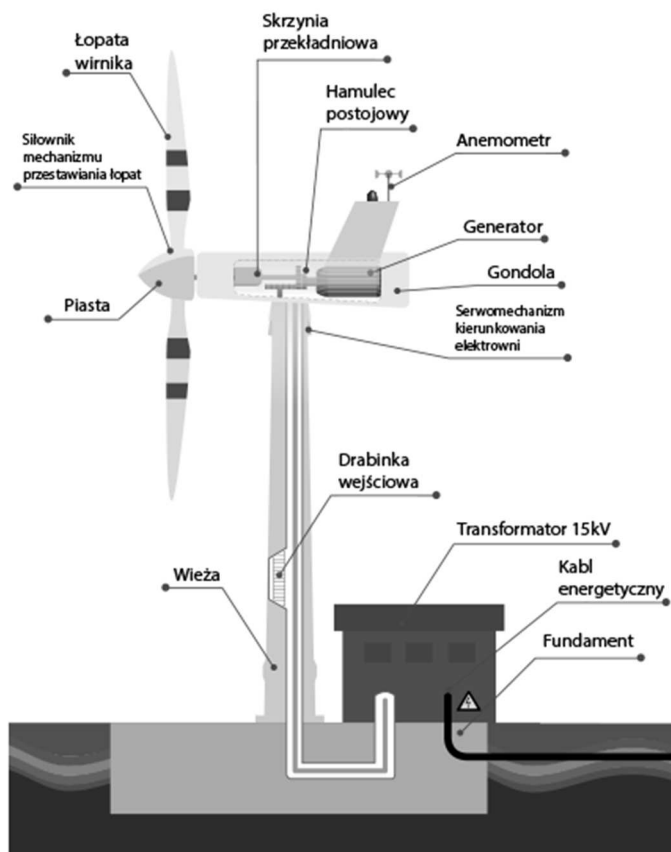
Energetyka wiatrowa

Promieniowanie słoneczne i ruch obrotowy Ziemi są źródłem energii wiatru⁸. Ziemia jest nagrzewana nierównomiernie, co związane jest z występowaniem kontynentów i oceanów, a także różnym kątem padania promieni słonecznych, ukształtowaniem powierzchni, roślinnością, zachmurzeniami, wysokością nad poziomem morza. Ważną rolę pełnią też prądy morskie. Masy powietrza w kontakcie z powierzchnią Ziemi nagrzewają się i stygną w ciągu doby w zróżnicowanym stopniu. Powoduje to powstanie obszarów o odmiennej temperaturze i odmiennym ciśnieniu. Zróżnicowanie temperatury i ciśnienia powietrza wymusza przepływ mas powietrza czyli „tworzy” wiatr. Czynniki wpływające na kierunek i prędkość wiatru są różnorodne, są one jednak istotne w energetyce wiatrowej. Występują także zjawiska takie jak porywy wiatru, dobowa nieregularność prędkości wiatru, przechodzenie frontów atmosferycznych. Pod kątem energetyki, bardzo ważną rolę odgrywa dobową, roczną i wieloletnią nierównomierność prędkości wiatru⁹.

Działanie elektrowni wiatrowej polega na poruszaniu łopaty wirnika przez energię wiatru, która dalej przenoszona jest do przekładni. Następnie trafia do generatora, gdzie powstała energia przekształcana jest w prąd (Ryc. 3). Takie instalacje mają zamontowane odpowiednie hamulce, które są w stanie zablokować napęd mechanizmu w ekstremalnych warunkach pogodowych. Zamontowany system potrafi ustawić się w kierunku wiejącego wiatru.

⁸ Z. Lubośny, *Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym*, Wyd. WNT, 2009.

⁹ M. Pudlik, *Porywy wiatru jako źródło energii*, Wyd. Uniwersytet Opolski, 2003.

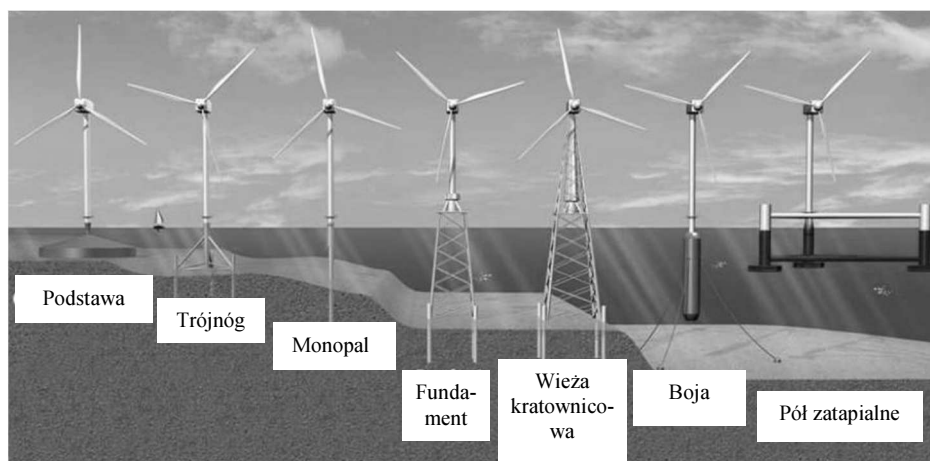


Rycina 3. Schemat budowy elektrowni wiatrowej

Źródło: www.windnet.pl/gfx/schemat_wiaraka.png.

Współczesne turbiny wiatrowe różnią się m.in. wielkością i dla każdej z nich, parametry prędkości wiatru są inne. Występują dwa typy elektrowni wiatrowych ze względu na lokalizację, są to elektrownie ulokowane na lądzie i na morzu (Ryc. 4). Morskie elektrownie wiatrowe instalowane są na morzu, ponieważ im dalej od brzegu tym porywy wiatru są silniejsze i stabilniejsze¹⁰. Morskie instalacje ulokowane są na różnych głębokościach i od tego też zależy, jakie zastosowano fundamenty (Ryc. 4). Takie elektrownie wiatrowe narażone są na silniejsze ograniczenia przestrzennej lokalizacji niż na lądzie.

¹⁰ F. Wolańczyk, *Elektrownie wiatrowe*, Wyd. KaBe, Krosno 2009.



Rycina 4. Fundamenty morskich elektrowni wiatrowych na różnych głębokościach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie E. Dulcet, S. Borowski, A. Mroziński, P. Kolber, *Badania technologiczne rozwiązań stosowanych w energetyce wiatrowej*, Bydgoszcz 2011.

Budowa elektrowni wiatrowych musi być poprzedzona dokładnymi analizami i badaniami danego obszaru, w tym celu tworzy się ocenę oddziaływania na środowisko. Opracowania te pozwalają dostosować konstrukcję do warunków lokalnych. Od tego zależy również ilość wyprodukowanej energii. Problemem jest jednak nieregularność wytwarzanej energii, a także sprzeciw społeczności lokalnych.

Elektrownie wiatrowe w Polsce i innych krajach Europy

Położenie elektrowni wiatrowych w Polsce, pokrywa się z występowaniem stref wietrznych. Szacuje się, że na obszarze Polski występują średnio korzystne warunki wietrzne (prędkość wiatru ponad 4 m/s)¹¹. Istotny jest również kierunek wiatru. Na obszarze Polski dominują wiatry zachodnie. Wiatr dla turbin wiatrowych nie może być również za silny, gdyż następuje ich wyłączenie. Instalacje wiatrowe działają przy wietrze wiejącym z prędkością 4-25 m/s. Zbyt intensywny wiatr np. 30 m/s, może spowodować awarię mechanizmu wiatraka. Na Polskim wybrzeżu średnia prędkość wiatru wynosi 7-9 m/s i są to warunki wybitnie korzystne. Najlepsze warunki wietrzne dla rozwoju energetyki wiatrowej występują w północnej części kraju i na Suwalszczyźnie, Pojezierzu Wielkopolskim oraz Nizinie Mazowieckiej (Ryc. 5). Natomiast wybitnie niekorzystne występują w południowo-zachodniej części Polski oraz na Pojezierzu Bytowskim i Równinie Bielskiej (Ryc. 5).

¹¹ U. Gołębiowska, W. Deluga, B. Mickiewicz, P. Zienkiewicz, W. Krużewski, E. Katewicz, *Materiał wspierający realizację programu „Odnawialne Źródła Energii”*, Koszalin 2013.



Rycina 5. Strefa wiatru w Polsce

Źródło: www.prze.pl/?a=static&l=pl&id=25.

Najwięcej instalacji wiatrowych ulokowanych jest na północy kraju oraz w centralnej Polsce. Tam też występują najlepsze warunki wietrzne. Tworzone są także plany, aby wybudować pierwsze elektrownie wiatrowe na Bałtyku, ze względu na największe prędkości wiatru na tym obszarze¹². Znikoma ilość elektrowni znajduje się we wschodniej i południowo-zachodniej części Polski.

Według informacji podanych przez Europejskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, najwięcej farm wiatrowych położonych jest w północno-zachodnich terenach Polski. Natomiast najmniej w południowo-wschodniej części kraju¹³. Liderem jest województwo zachodnio-pomorskie (836,9 MW), a na kolejnych miejscach pomorskie (312,2 MW) oraz kujawsko-pomorskie (296,1 MW).

W krajach Unii Europejskiej stale rozwija się lądowa energetyka wiatrowa, natomiast morska jest w początkowej fazie rozwoju. W chwili obecnej na morzu zamontowano ok. 1500 turbin o mocy 3800 MW¹⁴. W europejskiej czołówce energetyki wiatrowej na morzu jest Wielka Brytania.

¹² www.bsap.pl/elektrownie-wiatrowe-na-baltyku/

¹³ www.ewea.org/

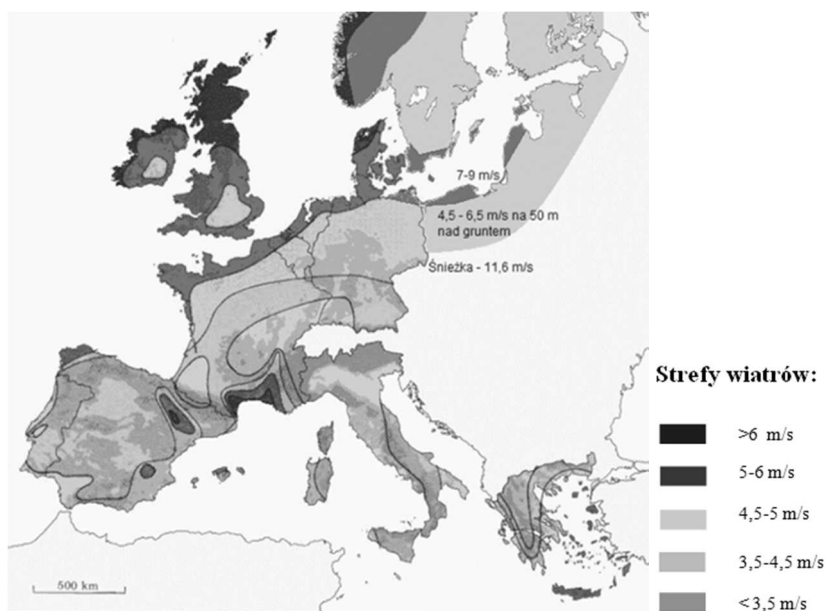
¹⁴ G. Wiśniewski, K. Michałowska-Knap, S. Koć, *Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012.

Według danych opublikowanych przez Europejskie Stowarzyszenie Energii Wiatrowej, pod koniec 2011 roku, w państwach UE zainstalowano turbin wiatrowe o mocy 93957 MW¹⁵.

Najwięcej energii pozyskanej z siły wiatru od wielu lat produkuje Dania. W tym kraju w okresie jesiennym dochodzi do sytuacji, gdzie ponad 50% zużytej energii elektrycznej pochodzi z elektrowni wiatrowych, ponieważ jest to pora wzmożonej działalności wiatru. Do czołówki krajów, które wytwarzają największe ilości energii z elektrowni wiatrowych należą też Hiszpania, Niemcy, Włochy, Francja, Wielka Brytania¹⁶.

W Europie do roku 2020 moc zainstalowanych elektrowni wyniesie 180 000 – 220 000 MW, gdzie 40 000 – 50 000 MW ulokowane będą na morzu, w szczególności w Wielkiej Brytanii i w Niemczech¹⁷.

Najlepsze warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej w Europie są na północy kontynentu, najgorsze natomiast na południu (Ryc. 6).



Rycina 6. Potencjał siły wiatrowej w Europie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <http://wiatrowa.eu.interiowo.pl/graf/wiatr>.

Dania i Niemcy należą do czołówki krajów europejskich, pod względem zainstalowanej mocy elektrowni wiatrowych. Większość terenu Niemiec leży w strefie umiar-

¹⁵ Tamże.

¹⁶ J. Paska, T. Surma, *Energetyka wiatrowa w Unii Europejskiej – stan obecny oraz perspektywa roku 2020-2012*.

¹⁷ G. Wiśniewski, K. Michałowska-Knap, S. Koć, *Energetyka wiatrowa...*, wyd. cyt.

kowanej cieplej. Przeważają tam wiatry zachodnie i południowo-zachodnie, a na południu występuje fen. W Polsce, w rejonie nadmorskim sporządzono kilka specjalistycznych pomiarów. Stwierdzono, że obszar ten posiada podobne warunki wietrzne jak obszar duński, natomiast w pozostałej części kraju stwierdzono, że warunki wietrzne zbliżone są do tych występujących w Niemczech¹⁸.

Podsumowanie

Polska zajmuje 10. miejsce w światowej klasyfikacji atrakcyjności inwestycji w energetykę wiatrową¹⁹. Dalsze miejsca zajmują między innymi Irlandia, Holandia, Dania i Czechy. Wśród walorów Polski w raporcie wyszczególnia się bardzo dobre predyspozycje naturalne dla rozbudowy energetyki wiatrowej. W większości kraju wieją wiatry średnio korzystne, a przeważające niziny nie stwarzają barier. Polska posiada podobne warunki wietrzne do krajów, które należą do liderów pod względem zainstalowanej mocy. Należy jednak przeanalizować regulacje prawne i skutki, które niosą za sobą elektrownie, ponieważ w niektórych przypadkach mają one negatywny wpływ na przyrodę.

Bibliografia

- Ciżkowicz P. i in., *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce Ernst&Young*, Warszawa 2012.
- Dulcet E., Borowski S., Mroziński A., Kolber P., *Badania technologiczne rozwiązań stosowanych w energetyce wiatrowej*, Bydgoszcz 2011.
- Gołębiowska U., Deluga W., Mickiewicz B., Zienkiewicz P., Krużewski W., Katewicz E., *Materiał wspierający realizację programu „Odnawialne Źródła Energii”*, Koszalin 2013.
- Lubośny Z., *Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym*, Wyd. WNT, 2009.
- Müller J., *Diagnoza stanu przedsiębiorstw sektora odnawialnych źródeł energii (OZE) i instytucji wspierających rozwój sektora OZE mających siedzibę na terenie województw pomorskiego i kujawsko-pomorskiego*, Wyd. Kwidziński Park Przemysłowo - Technologiczny Sp. z o.o., Górkki 2012.
- Paska J., Surma T., *Energetyka wiatrowa w Unii Europejskiej – stan obecny oraz perspektywa roku 2020-2012*.
- Pudlik M., *Porywy wiatru jako źródło energii*, Wyd. Uniwersytet Opolski, 2003.
- Soliński I., Soliński B., Solińska M., *Rola i znaczenie energetyki wiatrowej w sektorze energetyki odnawialnej*, 2008.
- Soliński B., Grabowski L., Kołodziej J., Małek A., Marszałek K., Matusik M., Ostrowski J., Soliński I., Stapiński T., Turoń K., *Hybrydowy, wiatrowo-słoneczny system wytwarzania energii elektrycznej*, Wyd. Agencja Reklamowa TOP, 2014.
- Wolańczyk F., *Elektrownie wiatrowe*, Wyd. KaBe, Krosno 2009.
- Wiśniewski G., Michałowska – Knap K., Koć S., *Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce*. Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012.

¹⁸ I. Soliński, B. Soliński, M. Solińska, *Rola i znaczenie energetyki wiatrowej w sektorze energetyki odnawialnej*, 2008.

¹⁹ P. Ciżkowicz i in., *Wpływ energetyki wiatrowej...*, wyd. cyt.

Spis treści części 1. (Nauki Humanistyczno-Społeczne)

Jadwiga Bieniek , Ojkonimy wsi Zabrzeż w powiecie nowosądeckim	11
Roksana Bilke , Hipoterapia i jej wpływ na dzieci i młodzież	19
Kamila Brela , Funkcjonowanie człowieka starego – wybrane problemy w świetle literatury	29
Oliwia Czaplińska , Człowiek w środowisku prawa cywilnego	35
Maciej Długosz , Wpływ kolizji obowiązków na środowisko człowieka	43
Krzysztof Gasiński , Administracja jako skuteczny element zapewnienia człowiekowi i jego środowisku prawidłowego funkcjonowania i rozwoju w społeczeństwie	53
Monika Gielżecka , Transgresje temporalne w chorobie onkologicznej w doświadczeniach osób chorych i ich rodzin	65
Oskar Glock , Coaching a środowisko lokalne	75
Beata Hamera , Marketingowe techniki manipulacji – czyli jak skutecznie przyciągnąć uwagę klienta	85
Iwona Jedynak , Ćwiczyć czy nie ćwiczyć? Próba charakterystyki aktywności fizycznej studentów	91
Kinga Knez , Innowacje w nauczaniu i wychowaniu dzieci w wieku wczesnoszkolnym w Wielkiej Brytanii	103
Marlena Krzos , Employer branding jako kreowanie wizerunku pracodawcy	111
Adam Ksel , Wpływ nieodpowiednio regulowanej działalności lobbingowej na realizację koncepcji demokratycznego państwa prawa: konieczność stworzenia nowych ram prawnych dla lobbingu	121
Martyna Kuroś , Wpływ rodziny na wychowanie i rozwój emocjonalny dzieci	129
Katarzyna Nawrot , Dogoterapia jako forma wspomagania działań resocjalizacyjnych: wiedza studentów a doświadczenia profesjonalistów	135
Małgorzata Oracz , Ekfraza jako typ przekładu intersemiotycznego	145
Katarzyna Ostrowska , Między literackością a dokumentalnością – cechy reportażu w <i>Kopenhadze</i> Grzegorza Wróblewskiego	153
Anna Parkita , Reminiscencje wojenne w sonatach fortepianowych Sergiusza Prokofiewa	163
Monika Pokrzywka, Aleksandra Suska , Doświadczenia w rozwiązywaniu codziennych problemów przez studentów Uniwersytetu Jana Kochanowskiego z niepełnosprawnością ruchową w perspektywie teorii psychotransgresjonizmu	173
Ewa Sikora , Zmiany imiennictwa w XXI wieku w zestawieniu z wiekiem XIX i XX (na podstawie ksiąg urodzeń pochodzących z parafii Bieliny)	183
Angelika Steciak , Dogoterapia jako forma wspomagania rozwoju człowieka	195
Milena Stolarczyk , Opinie i doświadczenia studentów o programie Erasmus+ w konfrontacji z jego założeniami teoretycznymi	205
Marzena Żemajda-Zybura , Językowy obraz świata w tekstach prawnych	215
Spis treści części 2. (Nauki Przyrodniczo-Ekonomiczne)	225

Contents

Introduction	9
Jadwiga Bieniek , Place names in the Zabrzeż village in the Nowosądecki region	11
Roksana Bilke , The impact of hippotherapy on children and young people	19
Kamila Brela , The functioning of a senior citizen – selected problems in the light of the literature	29
Oliwia Czaplińska , Man and the civil law	35
Maciej Długosz , The impact of the collision of responsibilities on the environment	43
Krzysztof Gasiński , Administration as an effective tool of providing human beings and their environment with a proper functioning and development in the society	53
Monika Gielżecka , Temporal transgression in the oncological disease experienced by sick people and their families	65
Oskar Glock , Coaching versus the local environment	75
Beata Hamera , Marketing techniques of manipulation – how to successfully attract customers' attention	85
Iwona Jedynak , To do exercise or not to do exercise? An attempt to describe students' physical activity	91
Kinga Knez , Innovations in teaching and upbringing early-school children	103
Marlena Krzos , Employer branding as creating the image of the employer	111
Adam Ksel , The impact of inappropriately regulated lobbying on the implementation of the concept of a democratic law-abiding country: the necessity of creating new legal regulations for lobbying	121
Martyna Kuroś , The impact of the family on children's upbringing and emotional development	129
Katarzyna Nawrot , Kynotherapy as a means of supporting resocialisation: students' knowledge versus professional people's experience	135
Małgorzata Oracz , Ekphrasis as a kind of intersemiotic translation	145
Katarzyna Ostrowska , Between literacy and authenticity – the features of the reportage in ' <i>Copenhagen</i> ' by Grzegorz Wróblewski	153
Anna Parkita , Reminiscence of war in Sergiusz Prokofiev's grandpiano sonatas	163
Monika Pokrzywka, Aleksandra Suska , The experiences in solving everyday problems by students of the Jan Kochanowski University with motor disability in the light of the theory of psychotransgression	173
Ewa Sikora , The changes in naming children in the 21 st century in comparison with the 19 th and 20 th centuries (on the basis of birth registers from a parish in Bieliny)	183
Angelika Steciak , Kynotherapy as a method of supporting people's development	195
Milena Stolarczyk , The opinions and experiences of students participating in Erasmus+ versus its theoretical premises	205
Marzena Żemajda-Zybura , The linguistic image of the world in law	215
Table of contents of part 2 (Environmental and Economic Sciences)	225