



JANUSZ GODZIEK, BARTŁOMIEJ SZYPUŁA

University of Silesia
Faculty of Earth Sciences
Sosnowiec, Poland
e-mail: j.godziek23@gmail.com; bartlomiej.szypula@us.edu.pl

ZMIANY LESISTOŚCI W DOLINIE OCHOTNICZY W XIX-XX W. NA PODSTAWIE MATERIAŁÓW KARTOGRAFICZNYCH

A STUDY OF CHANGES IN FOREST COVER IN THE OCHOTNICA VALLEY IN THE 19TH-20TH CENTURIES BASED ON CARTOGRAPHIC MATERIALS

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była analiza dynamiki zmian lesistości w Dolinie Ochotnicy (Gorce) w okresie 1879-2015. Lesistość rozumiana jest tutaj jako procentowy stosunek powierzchni porośniętej lasami do całkowitej powierzchni danego obszaru. Analizę przeprowadzono w środowisku oprogramowania GIS z wykorzystaniem historycznych źródeł kartograficznych (mapy z 1879, 1934, 1978 r.) oraz danych współczesnych (ortofotomapa z 2015 r.), a także numerycznego modelu terenu z 2013 r. Pozwoliło to z jednej strony na ilościową i przestrzenną analizę zmian w pokryciu badanego obszaru lasami, a z drugiej na próbę prześledzenia występowania lasów w odniesieniu do topografii (nachyleń, ekspozycji i wysokości bezwzględnych). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że udział lasów na obszarze badań w analizowanym okresie wzrósł dwukrotnie (z 36% w 1879 r. do 72% w 2015 r.). Wzrost ten był stymulowany przede wszystkim przez zmiany w systemie rolnym wsi oraz odejście od tradycyjnej gospodarki pasterskiej.

Abstract

The aim of this study is the analysis of the dynamics of changes in forest cover in the Ochotnica Valley, located in the Gorce Mts (Polish Western Carpathians), in the period 1879-2015. „Forest cover” (woodiness) is understood as the percentage ratio of surface area of forest cover to total surface area. Analysis was conducted in ArcGIS on the basis of historical cartographic sources (maps from 1879, 1934, 1978) and contemporary data (orthophotomap from 2015), and a digital elevation model from 2013. This allowed the quantitative and spatial analysis of changes in the forest coverage of the study area on one hand, and an attempt to analyse the occurrence of forests in relation to the topography (slopes, aspects and altitudes) on the other. As a result of the conducted analysis, it was concluded that proportion of forests in the research area in the analyzed time period has doubled (from 36% in 1879 to 72% in 2015). This growth was caused mainly by changes in the agricultural system of the village and by discontinuing the traditional pastoral economy.

Słowa kluczowe: lesistość, Gorce, analiza kartograficzna, GIS, numeryczne modele terenu

Key words: forest cover, Gorce Mts, cartographic analysis, GIS, Digital Elevation Models

WPROWADZENIE

Lasy umiarkowanych szerokości geograficznych stanowią najbardziej naturalną formację przyrodniczą. Jest to niezwykle ważny element równowagi ekologicznej, różnorodności krajobrazu czy neutralizacji zanieczyszczeń. Ilość i rozmieszczenie lasów wpływa na procesy erozji gleb, reguluje stosunki wodne oraz definiuje jakość krajobrazu (stanowiąc najcenniejszy i najliczniej reprezentowany składnik wszystkich form ochrony przyrody w naszym kraju). Ponadto lasy w sposób nierozłączny są formą użytkowania gruntów zapewniającą produkcję m.in. drewna (Zajączkowski i in., 2018). W przeszłości lasy występowały niemal na całym obszarze naszego kraju. W następstwie historycznych procesów społeczno-gospodarczych, a zwłaszcza na skutek ekspansji rolnictwa i popytu na surowce drzewne, lasy Polski uległy znacznym przeobrażeniom. Lesistość Polski (w ówczesnych granicach), wynosząca jeszcze pod koniec XVIII w. ok. 40%, zmalała do 20,8% w 1945 r. Wylesienia i towarzyszące im zubożenie struktury gatunkowej drzewostanów spowodowały zmniejszenie różnorodności biologicznej w lasach oraz zubożenie krajobrazu, erozję gleb i zakłócenie bilansu wodnego kraju (Plit, 2016; Zajączkowski i in., 2018).

Badania nad występowaniem i wielkością powierzchni lasów prowadzone są od wielu lat, stanowiąc ważny wkład w zrozumienie rozwoju krajobrazu (np. Burgess, Sharpe, 1981; Pieńkowski, Podlasiński, 2002; Kozak, 2003; Polna, 2005; Fatyga, 2009; Plit, 2010; Szymura i in., 2010; Kunz, 2012; Pieńkowski, Kupiec, 2015; Polna, 2017; Ciesielska, Ciesielski, 2017 i inni). Wobec powyższego, zagadnienie zmian lesistości uznano za istotne w badaniach nad ewolucją krajobrazu oraz nad presją wywieraną przez człowieka na środowisko. Zmiany w pokryciu terenu lasami świadczą o różnicach w sposobie gospodarowania na danym obszarze w poszczególnych okresach. Wiążą się one z różnymi etapami rozwoju gospodarki rolniczej i pasterskiej, determinowanymi przez liczbę ludności zamieszkującej dany teren, a także przez czynniki ekonomiczne (Sobala, Rahmonov, Myga-Piątek, 2017). Analizując krajobraz należy pamiętać, że lasy na terenach górskich porastają większość obszaru stanowiąc jego dominującą składową, która znacząco wpływa na ich atrakcyjność turystyczną. Obok lasów ważnym elementem krajobrazu są śródleśne polany oraz inne użytki nieleśne, które ze względu

INTRODUCTION

In temperate latitudes, forests are the most natural vegetative formation. They act as a very important element of the ecological balance, landscape variation and the neutralization of pollution. The quantity and distribution of forests influences the process of soil erosion, regulates hydrological cycles and defines the quality of landscape (being the most valuable and most often represented component of protected nature in Poland). Forests also provide, inter alia, a source of timber and wood (Zajączkowski et al., 2018). In the past, forests occupied almost the entire area of Poland. As an effect of historical socio-economic processes, mainly the expansion of agriculture and demand for wood, Polish forests underwent significant changes. The forest cover of Poland (within its contemporary borders) decreased from 40% at the end of 18th century to 20.8% in 1945. Deforestation and the accompanying impoverishment of the specific structure of tree stands caused a decrease in the biological diversity of forests, the impoverishment of the landscape, soil erosion and disturbances in the water balance of Poland (Plit, 2016; Zajączkowski et al., 2018).

Research on the occurrence and size of forest areas has been carried out for many years, being an important contribution to the understanding of the development of the landscape (f.e. Burgess, Sharpe, 1981; Pieńkowski, Podlasiński, 2002; Kozak, 2003; Polna, 2005; Fatyga, 2009; Plit, 2010; Szymura et al., 2010; Kunz, 2012; Pieńkowski, Kupiec, 2015; Polna, 2017; Ciesielska, Ciesielski, 2017 et al.). In view of this, the issue of changes in forest cover was considered crucial to research on the evolution of landscape and on the human impact exerted on the environment. Changes in forest cover demonstrate differences in the way in which a given area was managed in individual periods. They are connected with different stages in agricultural development and the pastoral economy, determined by the number of people living in the given area and by economic factors (Sobala, Rahmonov, Myga-Piątek, 2017). While analyzing the landscape it should be remembered that, in mountainous areas, forests grow on most of the surface area, being the main component of the scenery, which has a significant influence on the area's attractiveness to tourists. Clearings and other non-forested areas are also important elements of the landscape which can increase tourist value, due to the views they provide (Tokarczyk,

na rozciągające się z nich panoramy również wpływają na podniesienie atrakcyjności turystycznej danego terenu (Tokarczyk, 2012). Lesistość w znaczący sposób warunkuje zjawiska hydrologiczne i geomorfologiczne, ponieważ lasy zwiększają retencję wody oraz spowalniają spływ powierzchniowy. Udział powierzchni pokrytej lasami może więc mieć znaczenie w przeprowadzaniu rekonstrukcji oraz przewidywaniu zjawisk hydrologicznych i geomorfologicznych (Bucala, 2012).

Celem przeprowadzonych badań było rozpoznanie jak zmieniały się powierzchnie leśne (ich ilość i zasięg) w Dolinie Ochotnicy w okresie 1879-2015. Lesistość rozumiana jest tutaj jako procentowy stosunek powierzchni porośniętej lasami do całkowitej powierzchni danego obszaru. Analizę przeprowadzono w środowisku oprogramowania GIS z wykorzystaniem historycznych źródeł kartograficznych oraz danych współczesnych dostępnych w internecie, a także numerycznego modelu terenu. Pozwoliło to z jednej strony na ilościową i przestrzenną analizę zmian w pokryciu badanego obszaru lasami, a z drugiej na próbę prześledzenia występowania lasów w odniesieniu do topografii (nachyleń, ekspozycji i wysokości bezwzględnych).

OBSZAR BADAŃ

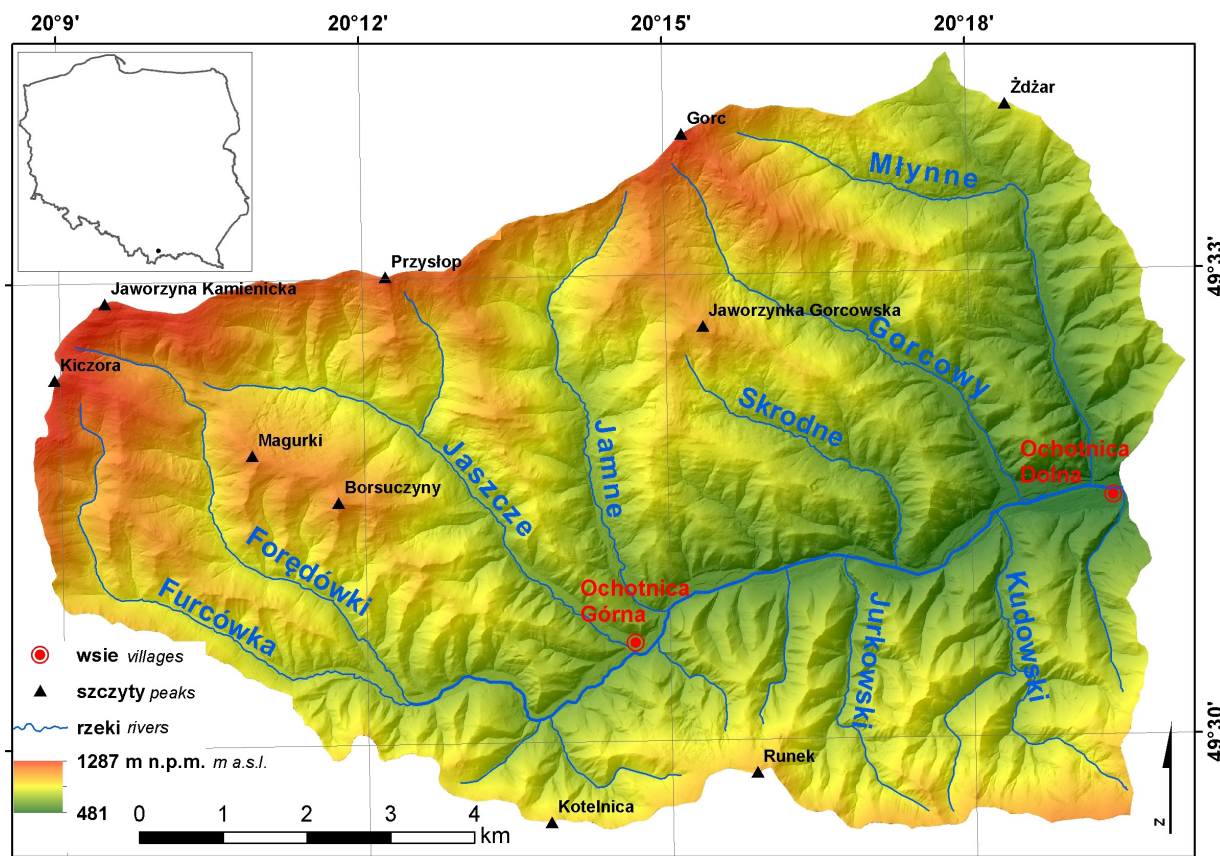
Po przeanalizowaniu materiałów kartograficznych i wytypowaniu kilku lokalizacji o potencjalnie największej zmienności w zasięgu lasów zdecydowano o wyznaczeniu obszaru badań w Dolinie Ochotnicy (ryc. 1). Jest ona położona w Gorcach, grupie górskiej wchodzącej w skład Beskidów Zachodnich (Kondracki, 2001). Od północy zamyka ją grzbiet głównego masywu Gorców ciągnący się przez szczyty: Kiczora, Gorc i Tworogi, natomiast od południa ograniczona jest przez Pasma Lubania (Czajka, 1987). Obszar badawczy zajmuje powierzchnię 87,6 km². Najniższe położone miejsce znajduje się we wschodniej części obszaru, u wylotu doliny Ochotnicy na wysokości 481 m n.p.m. Najwyższe partie obejmują północno-zachodni fragment w okolicy szczytów Kiczory i Jaworzyny Kamienickiej na wysokości 1287 m n.p.m., więc deniwelacje wynoszą ponad 800 m. Średnia wysokość analizowanego terenu położona jest na 821 m n.p.m. Pod względem geologicznym obszar ten leży w Karpatach Zewnętrznych i jest zbudowany z naprzemianległych sekwencji

(2012). Levels of forest cover have a significant influence on hydrological and geomorphological processes, because forests increase the retention of water and slow surface runoff. The proportion of the surface covered by forests can be important in holding reconstructions and predicting hydrological and geomorphological phenomena (Bucala, 2012).

The aim of the research was to identify how the forest areas have changed (their quantity and range) in the Ochotnica Valley in the period 1879-2015. 'Forest cover' (woodiness) is here understood as percentage ratio between the surface area of covered with trees and the total surface area of a given location. Analysis was conducted in ArcGIS, on the basis of historical cartographic sources, contemporary data available on the Internet and digital elevation model (DEM). This enabled the quantitative and spatial analysis of changes in the forest cover of the study area on one hand, and an attempt to trace the occurrence of forests in relation to the topography (slopes, aspects and altitudes) on the other.

STUDY AREA

After analyzing cartographic materials and choosing a few locations with potentially high variation in forest range, it was decided to choose a study area in the Ochotnica Valley (fig. 1). It is located in Gorce, a mountain range forming part of the Western Beskids (Kondracki, 2001). From the north, it is close by the ridge of the main part of Gorce massif, with the peaks Kiczora, Gorc and Tworogi, whereas from the south the valley is bordered by Luban Ridge (Czajka, 1987). The study area occupies an area of 87.6 km². The lowest point is located in the eastern part of study area, at the valley mouth, at an altitude of 481 m a.s.l. The highest parts include the north-western part, in the vicinity of Kiczora and Jaworzyna Kamienicka peaks, at an altitude of 1287 m a.s.l., so the local relief is more than 800 m. The average elevation of the analyzed area is located at 821 m a.s.l. From a geological point of view, the area is located in the Outer Carpathians and is built from alternating layers of sandstones, shales, conglomerates, mudstones and claystones (the so-called flysh) belonging to the Magura Nappe (Keller, 1992). Regarding climate, the average annual temperature varies from 3.2 to 6.4 °C, depending on altitude (Czajka, 1987). Winters are long and severe, and westerly winds bring abundant rains,



Ryc. 1. Położenie i rzeźba obszaru badań. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych DTED-2 (2001) i NMT (2014)
 Fig. 1. Location and relief of study area. Source: own elaboration based on DTED-2 (2001) and NMT (2014) data

piaskowców, łupków, zlepieńców, mułowców i iłowców (tzw. flisz) należących do serii magurskiej (Keller, 1992). Jeśli chodzi o klimat, to średnia roczna temperatura wynosi w zależności od wysokości od 3,2 do 6,4°C (Czajka, 1987). Zimy są ostre i długie, a wiatry zachodnie przynoszą obfite deszcze, których najwięcej jest w miesiącach letnich. Pod względem hydrologicznym rzeka Ochotnica jest lewobrzeżnym dopływem Dunajca, powstającym z połączenia potoków Furcówka i Forendówki wypływających spod szczytu Kiczory na wysokości około 1200 m n.p.m. Ochotnica płynie wzdłuż głównej osi doliny na długości około 22,5 km, po czym uchodzi do Dunajca w Tylmanowej, a jej ujście leży na wysokości 385 m n.p.m. Rzeźba terenu Doliny Ochotnicy charakteryzuje się występowaniem wysokich grzbietów i głębokich dolin v-kształtnych. Wierzchowiny grzbietów są wyrównane, a zbocza dolin strome i o zróżnicowanym nachyleniu. W dolinie jest położona wieś Ochotnica, która ze względu na znaczną długość dzieli się na Ochotnicę Górną i Dolną (Czajka, 1987). Duży wpływ na powstanie

occurring mainly in the summer months. In terms of hydrology, the Ochotnica river is a tributary of the Dunajec, appearing from a confluence of the streams Furcówka and Forendówki draining close to Kiczora peak at an altitude of 1200 m a.s.l. The Ochotnica flows along 22.5 km of the main axis of the valley and flows into the Dunajec in Tylmanowa village, and its influx is located at altitude of 385 m a.s.l. The relief of Ochotnica Valley is marked by the occurrence of high ridges and deep v-shaped valleys. The highest parts of the ridges are smooth, and the valley slopes are steep and with varying inclination. Ochotnica village is located in the valley, which, because of its significant length, is split between Upper and Lower Ochotnica (Czajka, 1987). Wallachian shepherds made a substantial contribution to the founding of the village; these people wandered from the Balkans to the West, moving with herds of sheep and goats, looking for areas convenient for grazing. They arrived in the Nowy Sącz region at the beginning of 15th century, and, in 1416, the founding charter for Ochotnica village was granted. The village was established according

wsi mieli pasterze wołoscy, którzy wędrowali z Bałkanów na zachód po szczytach Karpat ze stadami owiec i kóz w poszukiwaniu terenów dogodnych dla wypasu. Przybyli oni na Sądecczyznę na początku XV w., a w 1416 r. wydano przywilej lokacyjny wsi Ochotnica. Wieś utworzono na prawie wołoskim, a zasadzcą był Dawid Wołoch, co wyraźnie wskazuje na dominację wołoskiej kultury gospodarowania. Opierała się ona na wypalaniu lasu w celu tworzenia polan wykorzystywanych później jako pastwiska lub łąki kośne (Matuszczyk, 1992). Jeśli chodzi o warunki komunikacyjne, to Dolina Ochotnicy jest otwarta na wschód, a główna droga przebiega od wsi Tylmanowa dnem doliny na Przełęcz Knurowską, a następnie przez wieś Knurów w stronę Nowego Targu (Czajka, 1987). Pod względem administracyjnym gmina Ochotnica Dolna należy do powiatu nowotarskiego położonego w południowej części województwa małopolskiego. W 2016 r. gminę zamieszkiwało 8487 osób (Rocznik Demograficzny 2017), przy czym teren badań obejmuje w przybliżeniu połowę gminy.

MATERIAŁY I METODY

We współczesnych badaniach dynamiki rozwoju krajobrazu (i nie tylko) bardzo często wykonuje się studia porównawcze własne w oparciu o historyczne opracowania kartograficzne (por. Szypuła, 2011; Bucala, Wiejaczka, 2012; James et al., 2012; Raška, Emmer, 2014; Goraj, 2015; Potyrała, Iwancewicz, 2018). Mimo, że jakość archiwalnych materiałów kartograficznych nie zawsze jest zadowalająca (Nita, Nita, 2015), to często pozostają one jedynymi źródłami informacji o danym obszarze. Zwraca na to uwagę wielu autorów, zachęcając do korzystania z dawnych map przy zachowaniu należytej staranności i świadomości ich ograniczeń (por. Nita, Myga-Piątek, 2012; Plit, 2012; Zachariasz, 2012; Sobala, 2012; Bosy, 2015; Mikulski, Raszeja, 2017). Dla wyznaczonego obszaru badań zebrano różne materiały kartograficzne, których zestawienie zawiera tab. 1.

Po zgromadzeniu niezbędnych materiałów kartograficznych przystąpiono do ich georeferencji (czyli nadania poszczególnym arkuszom map odniesienia w przestrzeni) do układu 1992. Proces ten przeprowadzono w oprogramowaniu ArcGIS (ESRI, 2018). Dane udostępniane przez GUGiK w serwisie geoportal.gov.pl (Mapa topograficzna Polski i ortofotomapa) dodano jako warstwy serwisu

to Wallachian law, and the founder was Dawid Wołoch, which indicates the Wallachian culture of the settlement. Wallachian land management practices were based on the burning of forests and creating clearings, which were later used as pastures or hay meadows (Matuszczyk, 1992). Regarding transport conditions, Ochotnica Valley is open to the east, and the main road goes from Tylmanowa village through the valley bottom to Knurowska pass, and then through Knurów village to the town of Nowy Targ (Czajka, 1987). From an administrative point of view, the commune Ochotnica Dolna belongs to Nowy Targ county, located in southern part of Lesser Poland voivodeship. In 2016, the commune was inhabited by 8487 people (Rocznik Demograficzny, 2017). The study area occupies approximately half of the commune area.

MATERIALS AND METHODS

In contemporary studies of the dynamics of landscape development (and not only), comparative studies are very often made on the basis of historical cartographic studies (see Szypuła, 2011; Bucala, Wiejaczka, 2012; James et al., 2012; Raška, Emmer, 2014; Goraj, 2015; Potyrała, Iwancewicz, 2018). Although the quality of archival cartographic materials are not always satisfactory (Nita, Nita, 2015), they often remain the only sources of information about a given area. Many authors have encouraged the use of old maps with due diligence and awareness of their limitations (see: Nita, Myga-Piątek, 2012; Plit, 2012; Zachariasz, 2012; Sobala, 2012; Bosy, 2015; Mikulski, Raszeja, 2017). For the designated area of research, various cartographic materials have been collected, a list of which can be found in tab. 1.

After gathering the necessary cartographic materials, one can begin to georeference them (i.e. giving individual maps sheets of reference in space) according to the 1992 coordinate system. This process was carried out using ArcGIS software (ESRI, 2018). The data was provided by GUGiK in the geoportal.gov.pl website (Mapa topograficzna Polski and orthophotomap) and added as WMS (Web Map Service) layers, and then, by creating a series of screenshots with saved spatial references, raster layers were created from them. The rectification of the maps *Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie (1879)* and the *Tactical Map of Poland (Mapa Taktyczna Polski, 1934)* was based on the

Tab. 1. Materiały kartograficzne wykorzystane w pracy**Tab. 1.** Cartographic materials used in research

Name	Source	Scale	Topographical currency	Used sheets
Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie	igrek.amzp.pl	1:75 000	1879	Neumarkt (Nowy Targ) und Zakopane, Tymbark und Rabka
Mapa Taktyczna Polski	igrek.amzp.pl	1:100 000	1934	Zakopane, Rabka
Mapa topograficzna Polski	GUGiK, geoportal.gov.pl	1:25 000	1978-79	Nowy Targ, Ochotnica Dolna
Ortofotomapa	GUGiK, geoportal.gov.pl	rozmiar piksela 0.2 m	2015	-

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

WMS, a następnie przez wykonanie serii zrzutów ekranu z zapisanym odniesieniem przestrzennym utworzono z nich warstwy rastrowe. Rektyfikację map Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie (1879) i Mapy Taktycznej Polski (1934) przeprowadzono w oparciu o współrzędne umieszczone w narożnikach arkuszy mapy. Na ich podstawie dodano cztery początkowe punkty referencyjne. Następnie w celu lepszego wpasowania arkuszy utworzono kilkanaście kolejnych punktów referencyjnych na wyznaczonym terenie badań (tzw. metoda punktów kontrolnych – Rumsey, Williams, 2002). Jako punkty wybierano charakterystyczne topograficznie szczegóły terenowe (most, kapliczka, punkt wysokościowy, skrzyżowanie). Tak wybrane punkty dociągano względem odpowiadających im szczegółów terenowych widocznych na podkładzie referencyjnym, który stanowiła Mapa topograficzna Polski (1978-9) za pomocą narzędzia *Adjust* (ESRI, 2018). Jest to sprawdzona procedura postępowania, dająca satysfakcjonujące wyniki (por. Szymura i in., 2010; Affek, 2012). W ten sposób poprawiono wpasowanie map archiwalnych tak, że na mapie austro-węgierskiej (Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, 1879) przesunięcia względem Mapy topograficznej Polski (1978-9) wynoszą maksymalnie około 50 m w terenie, co odpowiada 0,6 mm na mapie. Natomiast dla Mapy Taktycznej Polski (1934) przesunięcie to wynosi maksymalnie 150 m w terenie, co odpowiada 1,5 mm na mapie. Ze względu na skale wszystkich map, zdecydowano, że finalna analiza odnosić się będzie do skali minimalnej (tj. 1:100 000). W związku z powyższym, a także z uwagi na generalizację oraz możliwość

coordinates placed in the corners of the map sheets.

Based on these coordinates, four initial reference points were added. Then, in order to better fit the map sheets, a dozen consecutive reference points were created in the designated research area (the so-called checkpoint method - Rumsey, Williams, 2002). As the points, topographically specific terrain details were used (bridge, chapel, altitude point, crossroads). These selected points were matched to the corresponding terrain details visible on the reference setting, which was the Topographic map of Poland (1978-9) using the *Adjust* tool (ESRI, 2018). This is a verified procedure, giving satisfactory results (see Szymura et al., 2010; Affek, 2012). In this way, the archival maps were corrected so that on the Austro-Hungarian map (Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, 1879) the displacements in relation to the Topographic map of Poland (1978-9) amount to a maximum of 50 m in the field, which corresponds to 0.6 mm on the map. However, for the Tactical Map of Poland (1934), this displacement is max.150 m in the field, which corresponds to 1.5 mm on the map. Due to the scale of all maps, it was decided that the final analysis would refer to the minimum scale (i.e. 1: 100,000). In relation to the above, as well as due to the generalization and the possibility of small errors on the maps resulting from inaccurate field measurements – the rectification of errors of 50-150 m were considered acceptable.

występowania drobnych błędów na mapach wynikających z niedokładności pomiarów terenowych - błędy rektyfikacji o wartościach 50-150 m uznano za akceptowalne.

Kolejnym etapem prac była wektoryzacja danych ze zrektyfikowanych map topograficznych. Polegała ona na utworzeniu obiektów poligonowych oznaczających lasy i tereny bezleśne. W jej wyniku powstały cztery mapy badanego terenu obrazujące zasięg lasów w poszczególnych latach. Utworzenie obiektów poligonowych pozwoliło na obliczenie powierzchni lasów, a w konsekwencji – oszacowanie lesistości dla poszczególnych lat.

Następnie badany obszar został podzielony na dziewięć mniejszych, które stanowiły zlewnie największych dopływów Ochotnicy. Dzięki temu udało się obliczyć powierzchnie lasów w dolinach wybranych potoków dla poszczególnych lat. Znajac tą powierzchnię oraz powierzchnię poszczególnych zlewni obliczono lesistość dla każdej z dziewięciu dolin.

Dzięki dostępności dokładnego numerycznego modelu terenu o rozdzielczości 1x1m (NMT, 2014) możliwe było prześledzenie wpływu topografii na powierzchnie zajmowane przez lasy, zbadano lesistość w odniesieniu do konkretnej ekspozycji, nachylenia stoku oraz wysokości bezwzględnej. Model poddano obróbce i korzystając z funkcji dostępnych w programie ArcGIS utworzono warstwy rastrowe obrazujące ekspozycje i nachylenia stoków. Kolejnym krokiem była klasyfikacja wartości utworzonych rastrow. Wartości azymutu dla ekspozycji stoków sklasyfikowano dla 8 kierunków, natomiast wartości nachylenia stoków w stopniach podzielono według przedziałów przyjętych przez Klimaszewskiego (1995). Następnie dokonano konwersji warstw rastrowych na wektorowe, równocześnie zwiększając rozmiar piksela dla usprawnienia obliczeń. Ostatnim krokiem było wyliczenie lesistości osobno dla stoków o określonej ekspozycji i o określonym nachyleniu. Przeprowadzono je dzięki nałożeniu na siebie i odpowiednim przycięciu warstw wektorowych z lasami oraz stokami o określonej ekspozycji i nachyleniu.

Dla scharakteryzowania wpływu wysokości bezwzględnej na pokrycie terenu lasami wyznaczono trzy przedziały wysokościowe: <700, 700-900, >900 m n.p.m. Przy dobieraniu granic przedziałów kierowano się zasięgami lasów w poszczególnych latach oraz kryterium ich reprezentatywności dla terenów położonych

The next stage of the work was the vectorization of data from the rectified topographic maps. This consisted of the creation of polygonal objects representing forests and unforested areas. As a result, four maps of the studied area were created, illustrating the range of forests in particular years. The creation of polygonal objects allowed the calculation of forest areas, and consequently – the estimation of forest cover for individual years.

Subsequently, the studied area was divided into nine smaller areas, which were the catchments of the largest tributaries of the Ochotnica. This made it possible to calculate forest cover in the valleys of selected streams for particular years. Knowing this area and the area of the individual basins, and forest cover was calculated for each of the nine valleys.

Thanks to the availability of an exact digital elevation model (DEM) with a resolution of 1x1m (NMT, 2014) it was possible to trace the impact of topography on the surfaces occupied by forests, and forest cover was examined in relation to aspect, slope and altitude. The DEM was processed and, using the functions available in the ArcGIS program, raster layers showing aspects and slopes were created. The next step was the classification of the values of the created raster. The values of the azimuth for slope aspect were classified for 8 directions, while the gradients of the slopes (in degrees) were divided according to the intervals adopted by Klimaszewski (1995). Then, the rasters were converted to vector layers, while increasing the size of the pixel to improve the calculation. The last step was to calculate the forest cover separately for slopes with a specific aspect and a certain gradient. They were carried out utilizing the overlap and appropriate trimming of vector layers with forests and slopes with a specific aspect and inclination.

To characterize the influence of altitude on forest cover, three altitude ranges were defined: <700, 700-900, >900 m a.s.l. When selecting the boundaries of the altitude ranges, the ranges of forests in particular years were analysed, and their representativeness for areas located at different altitudes were determined. The polygonal objects denoting individual compartments were determined by generating contour lines and replacing line objects with polygons. Then, by overlapping and cutting the appropriate polygonal objects, the forest cover within the determined ranges was calculated.

na różnych wysokościach bezwzględnych. Obiekty poligonowe oznaczające poszczególne przedziały wyznaczono przez wygenerowanie poziomic oraz zamianę obiektów liniowych na poligony. Następnie dzięki nałożeniu na siebie i przycięciu odpowiednich obiektów poligonowych obliczono lesistość w obrębie wyznaczonych przedziałów.

WYNIKI

Zmiany lesistości w okresie 1879-2015

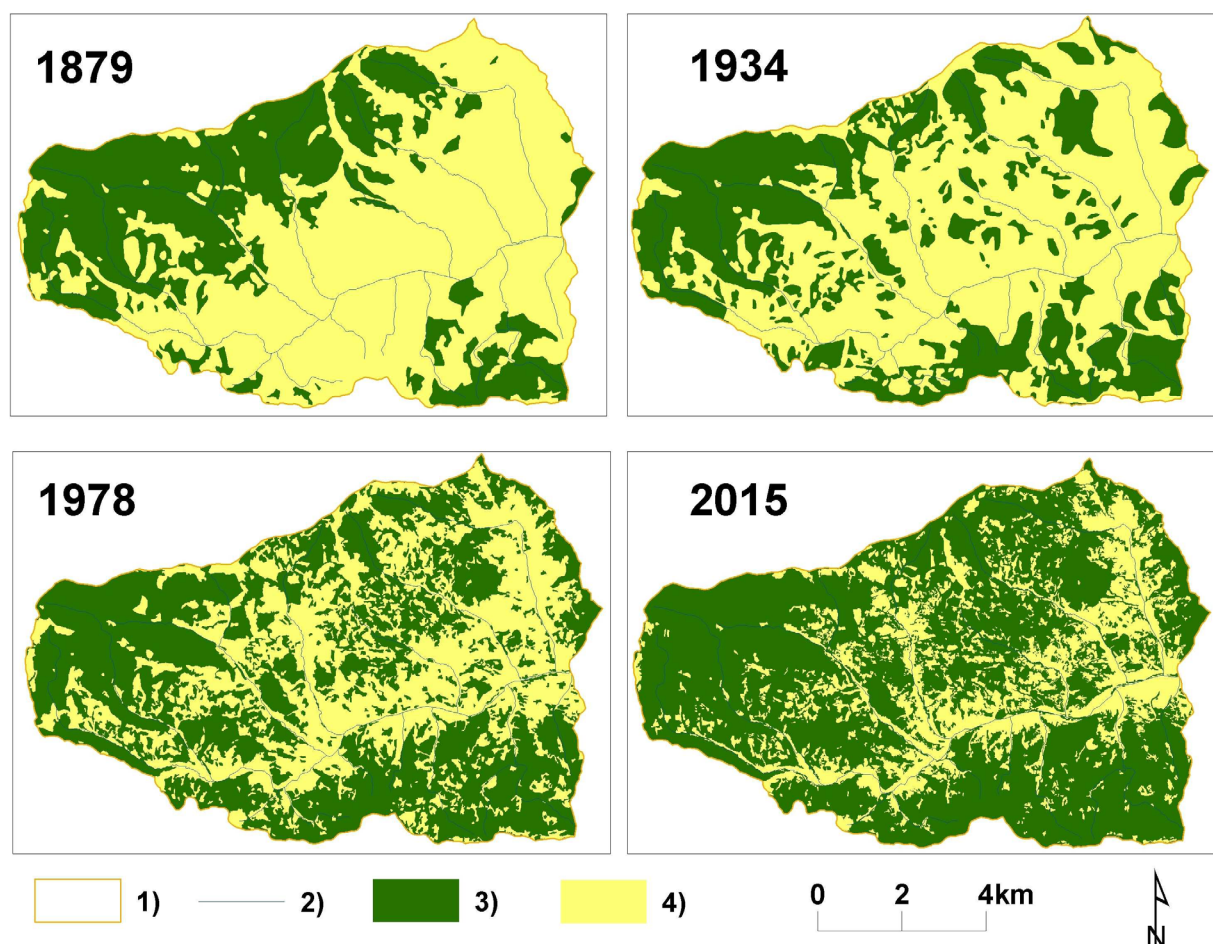
Zasięg przestrzenny lasów w Dolinie Ochotnicy zmieniał się bardzo wyraźnie w okresie od 1879 do 2015 r. Zmiany w rozkładzie przestrzennym obszarów pokrytych lasami w poszczególnych latach przedstawia ryc. 2, natomiast ich zmienność ilościową tab. 2.

RESULTS

Changes of forest cover in the period 1879-2015

The spatial range of forests in the Ochotnica Valley changed significantly in the period 1879-2015. Changes in spatial distribution of areas covered by forests in particular years are shown in fig. 2, whereas their quantitative variability is shown in tab. 2.

It can be observed that forest cover within the study area increased from 36.2% in 1879 to 71.6% in 2015, during which time this increase was most dynamic in 1934-1978 and 1978-2015. In those time intervals, forest cover increased by about 15%. Then, in 1879-1934, only a small increase in forest cover, amounting to 3%, was noted. Regarding distribution of forests, in 1879 they occupied a dense areas on the ridge of Gorc of Ochotnica and in eastern part of Luban Ridge, and areas located at lower altitudes



Ryc. 2. Zmiany lesistości w Dolinie Ochotnicy w latach 1879-2015; objaśnienia: 1) granica terenu badań; 2) sieć hydrograficzna; 3) lasy; 4) tereny bezleśne. Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów kartograficznych

Fig. 2. Changes of woodiness in the Ochotnica Valley in years 1879-2015; explanation: 1) border of the field of research; 2) drainage system; 3) forest; 4) areas without forest. Source: own elaboration based on collected cartographic materials

Można zauważyć, że lesistość badanego obszaru wzrosła z 36,2% w 1879 r. do 71,6% w 2015 r., przy czym wzrost ten był najbardziej dynamiczny w latach 1934-1978 oraz 1978-2015. W tych przedziałach czasowych lesistość zwiększała się o około 15%. Z kolei w latach 1879-1934 zanotowano tylko niewielki, dochodzący do 3% wzrost lesistości. Jeśli chodzi natomiast o rozmieszczenie lasów, to w 1879 r. zajmowały one zwarte obszary w paśmie Gorców Ochotniczańskich i we wschodniej części Pasma Lubania, a obszary położone bliżej dna doliny były ich pozbawione. Z kolei w 1934 r. powierzchnia terenów leśnych występujących bliżej dna doliny zwiększyła się względem roku 1879, natomiast lasy porastające wyżej położone stoki uległy wyraźnemu rozczłonkowaniu, a zajmowana przez nie powierzchnia zmniejszyła się. Jeśli chodzi o rok 1978, to lesistość uległa znacznemu wzrostowi, co uwidoczniło się w zmniejszaniu się powierzchni śródleśnych polan oraz w zajmowaniu coraz niższych partii stoków przez zwarte kompleksy leśne. Procesy te cały czas postępują, o czym świadczy występujący w 2015 r. wzrost lesistości na terenach niżej położonych oraz dalsze zmniejszanie się zasięgu polan. Terenami bezleśnymi pozostają obszary zajęte przez zabudowę oraz położone w ich pobliżu. Natomiast w wyższych partiach stoków mamy do czynienia z niezarośniętymi jeszcze pozostałościami hal pasterskich, których powierzchnia stopniowo zmniejsza się na rzecz lasów.

Zmiany lesistości w obrębie wybranych dolin

Istotnym zagadnieniem dla badanego terenu jest identyfikacja zmian lesistości w dolinach poszczególnych potoków. Pozwala ona na opisanie zmienności krajobrazu poszczególnych dolin, a także na porównanie tempa i kierunków tych zmian. Zmiany lesistości w obrębie dziewięciu największych dolin przedstawia ryc. 3., natomiast dane o hipsometrii tych dolin są w tab. 3.

Można zauważyć, że wyżej położone doliny (Forędówki, Furcówkę i Jaszczę) charakteryzuje wysoki udział lasów, wynoszący powyżej 50% dla wszystkich okresów czasowych, natomiast doliny położone na niższej wysokości (Młynne, Skrodne, Gorcowy) odznaczają się niższą lesistością, wynoszącą poniżej 50% dla większości okresów czasowych. Jeśli chodzi o wzrost lesistości, to w analizowanym przedziale czasowym był on najwyższy w dolinach potoków Jurkowskiego, Młynnego,

Tab. 2. Zmiany lesistości na badanym obszarze w latach 1879-2015

Tab. 2. Changes of woodiness in the field of research in years 1879-2015

Year	1879	1934	1978	2015
Forests area [%]	36,2	39,9	56,5	71,6
Areas without forest [%]	63,8	60,1	43,5	28,4
Sum:	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów kartograficznych

Source: own elaboration based on collected cartographic materials

were treeless. Then, in 1934, forestation occurred closer to the valley bottom, a significant increase compared to 1879, when forests growing on higher slopes became clearly fragmented and the area occupied by them decreased. By 1978, forest cover had increased significantly, which can be observed in the decrease in area of mid-forest clearings and in the encroachment of dense forest complexes onto lower parts of slopes. Those processes are still in progress, and signified by the increase in forest cover on lower-lying areas and the further decrease in the range of clearings in 2015. Sites occupied by housing and their environs remain unforested, and on the higher part of slopes remnants of pasture meadows can sometimes still be encountered, although the area of these is gradually decreasing relative to forests.

Changes of forest cover within the chosen valleys

One crucial issue for the study area is the identification of forest cover changes in the valleys of individual streams. This allows changes in the landscapes of particular valleys to be described, as well as the comparison of the pace and direction of those changes. Changes in forest cover within the nine biggest valleys are shown in fig. 3, and data on hypsometry is in tab. 3.

It can be observed that higher located valleys (Forędówki, Furcówki, Jaszczę) are characterized by a high level of forest cover, totaling more than 50% for all time periods, whereas lower-lying valleys (Młynne, Skrodne, Gorcowy) have lower levels of forest cover, amounting to less than 50% for most of the time periods. Regarding increases in forest cover, in the analyzed time period it was most significant in the valleys of the streams Jurkowskiego, Młynnego, Kudowskiego, Gorcowy and Skrodne, which results

Kudowskiego, Gorcowego i Skrodnego, co wynika ze znacznego wzrostu obszaru zajmowanego przez lasy w niższych partiach stoków, w pobliżu dna doliny. Natomiast w dolinach potoków Jamne, Jaszczce, Forędówki i Furcówka zaznacza się spadek lesistości między rokiem 1879 a rokiem 1934, który wynika ze zmniejszenia się w tym okresie powierzchni zajmowanych przez lasy rosnące na terenach położonych wyżej. Spadek ten zaznacza się szczególnie wyraźnie w przypadku Doliny Potoku Jamne. Jest to spowodowane rozczłonkowaniem zwartego kompleksu leśnego (jaki porastał górną część doliny tego potoku w 1879 r.) na skutek wybudowania przed 1934 rokiem osiedla Ochotnica-Skałka, które do dziś jest najwyżej położonym osiedlem we wsi Ochotnica.

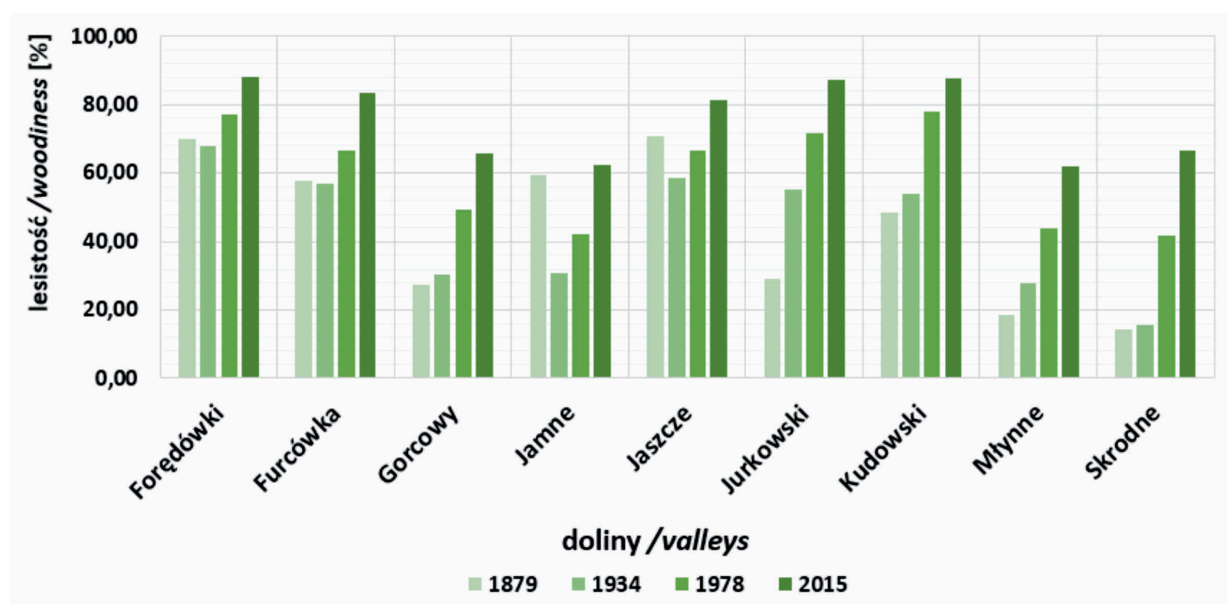
Tab. 3. Hipsometria poszczególnych dolin

Tab. 3. Hypsometry of individual valleys

Valley	Altitudes [m a.s.l.]		
	Min	Max	Mean
Forędówki	700,8	1286,8	980,2
Furcówka	730,8	1281,3	971,0
Gorcowy	497,9	1228,2	822,4
Jamne	596,1	1182,4	868,6
Jaszczce	611,5	1237,0	917,1
Jurkowski	550,4	1025,7	797,3
Kudowski	509,3	1095,3	801,7
Młynne	486,8	1227,1	744,2
Skrodne	540,9	1061,1	770,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych NMT (2014)

Source: own elaboration based on NMT (2014) data



Ryc. 3. Zmiany lesistości w latach 1879-2015 w obrębie poszczególnych dolin

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów kartograficznych

Fig. 3. Changes of woodiness in years 1879-2015 in area of each individual valley

Source: own elaboration based on collected cartographic materials

Zmiany lesistości w zależności od ukształtowania terenu

Kolejnym ważnym zagadnieniem podczas badania zmian lesistości omawianego obszaru była analiza wpływu ukształtowania terenu na ilość i rozmieszczenie obszarów leśnych w poszczególnych okresach. Postanowiono bliżej przyjrzeć się powierzchniom lasów w odniesieniu do ekspozycji, nachylenia stoków oraz przedziałów wysokości bezwzględnych.

from the significant increase in the area occupied by forests in the lower-lying parts of the slopes close to the valley bottom. In the valleys of the streams Jamne, Jaszczce, Forędówki and Furcówka, forest cover decreased between 1879 and 1934, which is a result of the decrease in the surface occupied by forests in the higher areas at this time. This decrease can be seen especially clearly in the case of Jamne valley. This is caused by the fragmentation of a dense forest complex (which grew on the upper

Tab. 4 pokazuje procentowe udziały stoków o określonej ekspozycji wchodzących w skład obszarów z lasami w poszczególnych okresach.

Tab. 4. Powierzchnia lasów w latach 1879-2015 na stokach o różnej ekspozycji

Tab. 4. Forests area in years 1879-2015 on slopes with different aspect

Aspect	Areas occupied by several aspects				
	For entire study area [%]	Only for forest areas [%]			
		1879	1934	1978	2015
N	11,8	10,7	13,2	12,9	12,3
NE	16,3	17,4	17,4	17,2	17,2
E	13,3	11,8	11,1	11,6	11,9
SE	13,6	14,0	11,8	11,4	12,2
S	14,3	15,1	12,1	12,6	13,6
SW	12,8	14,1	13,6	13,5	13,5
W	9,3	10,2	11,1	10,8	10,2
NW	8,5	6,7	9,7	10,0	9,1
Sum:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych NMT (2014)

Source: own elaboration based on NMT (2014) data

Na początku należy powiedzieć, że nastąpiły niewielkie zmiany w powierzchniach stoków o określonej ekspozycji tworzących obszary lasów. Pomiedzy rokiem 1879 a 2015 zanotowano maksymalny spadek o -1,8% (SE) i -1,6% (S) oraz maksymalny wzrost o +2,4% (NW) i +1,6% (N). Sumarycznie dla kierunków północnych (N, NE, NW) nastąpił wzrost o prawie 4%, a dla kierunków południowych (S, SE, SW) spadek o prawie 4% powierzchni leśnych. Dla kierunków W i E nie nastąpiły zmiany. Wyjaśnieniem takiego rozkładu udziałów lesistości może być fakt, że stoki nachylone na południe z uwagi na większą dostępność promieniowania słonecznego są chętniej i intensywniej użytkowane rolniczo, niż stoki północne, gdzie nasłonecznienie i średnie temperatury są znacznie niższe, mniej dogodne dla rolnictwa.

Ponadto zestawiając powierzchnie ekspozycji całego badanego obszaru z powierzchniami ekspozycji samych obszarów leśnych (2015 r.) zauważamy, że maksymalne różnice pomiędzy tymi samymi kierunkami wynoszą zaledwie 1,4%. Jest to ilościowy dowód na taką samą strukturę rozkładu ekspozycji stoków w ramach całego analizowanego obszaru, jak i w obrębie samych lasów. Znaczy to, że stwierdzony wcześniej ogólny wzrost powierzchni leśnych pomiędzy 1879 a 2015 r. (tab. 2) odbywał się

part of this valley in 1879) due to the building of the hamlet of Ochotnica-Skałka around 1934, which remains the highest located hamlet in Ochotnica village today.

Changes in forest cover depending on surface relief

Another important issue during the study of changes in forest cover in the discussed area was analysis of the influence of terrain on the amount and distribution of forest areas in different time periods. It was decided to take a closer look at forest cover in relation to aspect, slopes and altitude ranges. Table 4 shows the percentage shares of slopes with specific aspects included in forest areas in individual periods.

Firstly, it should be stated that there were slight changes in the slope surfaces, with a specific aspect creating forest areas. Between 1879 and 2015, a maximum decrease of -1.8% (SE) and -1.6% (S) and a maximum increase of +2.4% (NW) and +1.6% (N) were noted. In total for northern directions (N, NE, NW), there was an increase in forest cover of almost 4%, and for southern directions (S, SE, SW) a decrease of almost 4% was noted. There were no changes for the W and E directions. The explanation for this may be the fact that slopes facing south have greater exposure to solar radiation and are more willingly and intensively used for agricultural purposes than northern slopes, where insolation and average temperatures are much lower, and therefore less convenient for agriculture.

In addition, combining the aspect areas of the entire study area with the aspect areas of forest areas alone (2015), one may note that the maximum differences between the same directions are only 1.4%. This is quantitative proof of the same structure of the slope aspect distribution within the entire analyzed area, as well as within the forests themselves. This means that the previously observed general increase in forest cover between 1879 and 2015 (tab. 2) took place more or less evenly on surfaces in all aspect directions; there was no one preferable aspect.

The variability of forest cover in individual years for slopes with different gradients is shown in tab. 5. Analyzing the data, it can be seen that the higher the slope's gradient, the larger the forest area. Forests have the largest share in areas with a gradient of 15-35° (over 80%) and 7-15° (13-16%) for all periods of time. On slopes with gradients up

mniej więcej równomiernie na powierzchniach we wszystkich kierunkach ekspozycji; nie było jednej uprzywilejowanej ekspozycji.

Zmienność lesistości w poszczególnych latach dla stoków o różnych nachyleniach przedstawia tab. 5. Analizując dane można zauważyć, że im większe nachylenie stoku, tym większa powierzchnia lasów. Największe udziały mają lasy w obszarach o nachyleniu 15-35° (ponad 80%) oraz 7-15° (13-16%) dla wszystkich okresów czasu. Na stokach o nachyleniu do 7° i powyżej 35° powierzchnie lasów zajmują w sumie do 4%, czyli jest to margines. Oczywiście fakt ten spowodowany jest wykorzystywaniem obszarów płaskich i umiarkowanie nachylonych (< 7°) do celów rolniczych oraz pod zabudowę i infrastrukturę transportową. Stoki bardzo strome (> 35°) w sposób naturalny nie sprzyjają występowaniu lasu, z uwagi na charakterystyczną budowę geologiczną (flisz), która nie sprzyja stabilności stoków silnie nachylonych. W analizowanym okresie 1879-2015 powierzchnie lasów na stokach o określonych nachyleniach praktycznie się nie zmieniły (tab. 5). Może to świadczyć o stałości występowania lasów w Dolinie Ochotnicy w odniesieniu do nachyleń terenu.

Tab. 5. Powierzchnia lasów w latach 1879-2015 na stokach o różnym nachyleniu

Tab. 5. Forests area in years 1879-2015 on different slope inclinations

Slopes	Areas occupied by several slope ranges [%]				
	For entire study area [%]	Only for forest areas [%]			
		1879	1934	1978	2015
0° - 2°	1,1	0,1	0,1	0,2	0,1
2° - 7°	5,1	1,6	1,6	1,6	1,7
7° - 15°	20,3	15,6	16,3	13,7	14,7
15° - 35°	69,4	81,1	80,5	82,4	81,4
> 35°	4,0	1,6	1,5	2,1	2,1
Sum:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych NMT (2014)

Source: own elaboration based on NMT (2014) data

Ostatnim analizowanym elementem było występowanie lasów w odniesieniu do przedziałów wysokości bezwzględnych badanego obszaru. Z tab. 6 wynika, że w okresie 1879-2015 nastąpił wyraźny wzrost (o 11%) udziału lasów dla wysokości do 700 m oraz taki sam w przedziale 700-900 m. Dla najwyższych partii Doliny Ochotnicy (> 900 m)

to 7° and above 35°, forest areas occupy a total of up to 4%, i.e. a marginal amount. This is of course due to the use of flat and moderately sloping areas (<7°) for agricultural purposes and for development and transport infrastructure. Very steep slopes (> 35°) naturally do not favor the growth of forests, due to the characteristic geological structure (unstable flysch on very steep slopes). In the analyzed period (1879-2015), forest areas on slopes with defined gradients have practically not changed (table 5). This may be evidence of the permanence of the occurrence of forests in the Ochotnica Valley in relation to the slope gradient.

The last analyzed element was the presence of forests in relation to the altitude ranges of the studied area. Tab. 6 shows that in the period 1879-2015 there was a clear increase (11%) in the share of forests up to 700 m, and the same in the range 700-900 m. For the highest parts of the Ochotnica Valley (> 900 m), a very large decrease in the proportion of forests (up to 22%) was recorded. It would seem that this means that the forest is migrating to lower parts in the Ochotnica Valley. However, one should remember the doubling of the forest area in the period 1879-2015 (tab. 2) and the spatial distribution of forests in the analyzed period (fig. 2) to see that forests have not withdrawn from the height > 900 m, but only expanded into the occupied areas within areas located clearly below.

Tab. 6. Powierzchnia lasów w latach 1879-2015 w obrębie poszczególnych przedziałów wysokościowych

Tab. 6. Forests area in years 1879-2015 in individual ranges of altitude

Altitude ranges [m a.s.l.]	Areas occupied by several altitude ranges [%]				
	For entire study area [%]	Only for forest areas [%]			
		1879	1934	1978	2015
< 700	23,5	2,8	6,4	11,3	13,8
700-900	45,9	38,5	45,5	51,1	49,4
> 900	30,6	58,7	48,1	37,6	36,8
Sum:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych materiałów kartograficznych i danych NMT (2014)

Source: own elaboration based on collected cartographic materials and NMT (2014) data

zanotowano z kolei bardzo duży spadek udziału lasów (aż o 22%). Mogłoby się wydawać, że oznacza to migrowanie powierzchni lasów do niższych położonych miejsc w Dolinie Ochotnicy. Należy jednak pamiętać o fakcie podwojenia powierzchni lasów w okresie 1879-2015 (tab. 2) oraz o rozkładzie przestrzennym lasów w badanym okresie (ryc. 2), by zobaczyć, że lasy nie wycofały się z wysokości > 900 m, a jedynie rozszerzyły zajmowane powierzchnie o obszary położone wyraźnie niżej.

Należy również odnotować, że do roku 1934 udział procentowy lasów zwiększał się wraz z wysokością (im wyżej, tym więcej lasów), natomiast od połowy lat 70-tych XX w. ta sytuacja się zmieniła. Obecnie połowa powierzchni lasów mieści się w przedziale 700-900 m, co odpowiada średniej wysokości tego obszaru (821 m), a niecałe 40% występuje w piętrze najwyższym.

DYSKUSJA

Działania człowieka, głównie zmiany intensywności i metod prowadzenia działalności rolniczej, a zwłaszcza hodowla i wypas zwierząt, zawsze odbijają się na charakterze krajobrazu, w tym na występowaniu lasów. Na szczęście naturalna sukcesja roślinności dostosowuje ekosystemy leśne do zmieniających się warunków przyrodniczych (np. klimatycznych) czy gospodarczych i pozwala odradzać się roślinności na obszarach, na których zaniechano gospodarowania (Plit, 2010).

Zmiany wielkości powierzchni lasów oraz ich przestrzenny zasięg w okresie 1879-2015 w Dolinie Ochotnicy są bardzo wyraźne. Na takie zmiany lesistości w Dolinie Ochotnicy w analizowanym okresie czasowym mogło mieć wpływ kilka czynników. Główną przyczyną niskiego udziału lasów w 1879 r. było przeludnienie opisywanego obszaru i tzw. głód ziemi, który dotknął wiele wsi w Galicji w XIX w. Konieczność wyżywienia dużej liczby ludności przyczyniła się do zajmowania na użytki rolne terenów o cechach niekorzystnych dla rozwoju rolnictwa, np. położonych na dużej wysokości n.p.m., o północnej ekspozycji czy zbyt dużym nachyleniu stoków. W wyższych położeniach do utrzymywania się terenów bezleśnych przyczyniało się pasterstwo, które w drugiej połowie XIX w. było dobrze rozwinięte. Hale położone w szczytowych partiach pasm okalających Dolinę Ochotnicy były intensywnie

It should also be noted that until 1934 the percentage of forests increased with altitude (the higher the altitude, the more forests), whereas from the mid-1970s this has changed. Currently, half of the forest area is in the range 700-900 m, which corresponds to the average altitude of this area (821 m), and less than 40% occurs at the highest level.

DISCUSSION

Human activities, mainly changes in the intensity and methods of agriculture, especially the breeding and grazing of animals, has always had an influence on the character of the landscape, including the distribution of forests. Fortunately, natural succession of vegetation adjusts forest ecosystems to changeable natural (i.e. climatic) or economic conditions and allows vegetation to regenerate in areas on which management has been ceased (Plit, 2010).

Changes in the size of forest areas and their spatial range in the period 1879-2015 in the Ochotnica Valley are very clear. Those changes in forest cover in the analyzed period could have been influenced by a few factors. The main cause of the low proportion of forests in 1879 was overpopulation of the area and the so-called 'land hunger' which hit many villages in Galicia in the 19th century. The necessity of feeding such a large amount of people contributed to agricultural expansion into areas with unfavorable features for the development of farming, such as those located at high altitudes, on north-facing slopes or on slopes which are too steep. At higher elevations, the pastoral economy contributed to keeping areas clear of forest. This kind of economy was well-developed in the second half of the 19th century. Clearings located in peak parts of ranges around Ochotnica Valley were intensively grazed until the outbreak of World War II, and Gorce was then the second largest (after the Tatra Mts) centre of pastoralism in the Polish Western Carpathians (Czajka, 1987). This was one of reasons for the drop in forest cover in 1879-1934 in areas located above 900 m a.s.l. The other factor which contributed to this phenomenon was mass logging for the needs of metallurgy and the paper industry. The intensive development of manufacturing plants in Galicia at the turn of the 19th and 20th centuries caused an increase in demand for wood, which was imported for industrial purposes from the Beskidy Mts. The owners of the forests in

wypasane aż do wybuchu II wojny światowej, a Gorce stanowiły wówczas drugi co do wielkości (po Tatrach) ośrodek pasterstwa w polskich Karpatach Zachodnich (Czajka, 1987). Było to jedną z przyczyn spadku lesistości w latach 1879-1934 na terenach położonych powyżej 900 m n.p.m. Innym czynnikiem, który spowodował to zjawisko, był masowy wyrąb lasów prowadzony na potrzeby przemysłu hutniczego i papierniczego. Intensywny rozwój zakładów przemysłowych w Galicji na przełomie XIX i XX w. spowodował wzrost zapotrzebowania na drewno, które dla potrzeb działalności przemysłowej sprowadzano z Beskidów. Właścicielami gorceńskich lasów byli wtedy m. in. Spółka Akcyjna Fabryki Celulozy w Żylinie oraz Węglowa Spółka Akcyjna „Saturn” w Sosnowcu. Drewno pozyskiwano metodą tzw. rębni zupełnej, tworząc zręby o szerokości 30 m rozciągające się na całej długości stoków (Matuszczyk, 1992). Poza tym lasy były intensywnie eksploatowane przez chłopów, dla których dochód ze sprzedaży drewna miał duże znaczenie z uwagi na trudne dla rolnictwa warunki (Tomasiewicz, Gruszczyk, 2001). Z kolei zwiększenie się powierzchni terenów leśnych występujących bliżej dna doliny było spowodowane zmianami w systemie rolniczym wsi. Nastąpiło rozpowszechnienie się płodozmianu, wzrosło zużycie nawozów sztucznych, dzięki czemu osiągnięto większe plony. Niżej położone obszary o ukształtowaniu terenu niekorzystnym dla rolnictwa zostały zalesione ze względu na nieopłacalność ich wykorzystywania rolniczego (Czajka, 1987). Przytoczone wyżej czynniki przyczyniły się w latach 1879-1934 do utrzymania lesistości na podobnym poziomie.

Jeśli chodzi natomiast o duży wzrost powierzchni zajmowanej przez lasy w latach 1934-1978, to jego główną przyczyną było odejście mieszkańców wsi od gospodarki pasterskiej, które nastąpiło po II wojnie światowej (Czajka, 1987). Ze względu na nieopłacalność tego typu gospodarki, wysoko położone łąki i pastwiska stopniowo przestawały być użytkowane w celu hodowli owiec i bydła. W takich warunkach zbiorowiska łąkowe zaczęły stopniowo zarastać, aż do zupełnego przekształcenia się w lasy. Innym ważnym czynnikiem była emigracja ludności Ochołnicy na Ziemię Zachodnie i Północne po II wojnie światowej, która przyczyniła się do spadku zaludnienia wsi (Czajka, 1987). Poza tym po 1945 r. większość lasów przeszła pod zarządek państwa, co przyczyniło się do usunięcia występujących

Gorce Mts. at that time were the cellulose factory in Żylinia (plc.) and the coal corporation “Saturn” (plc.) from Sosnowiec. Wood was sourced using the method of clearcutting, by creating 30 m wide clearcuttings on all lengths of slopes (Matuszczyk, 1992). The forests were also intensively exploited by peasants, for whom the income from selling wood was very important due to the difficult conditions for agriculture (Tomasiewicz, Gruszczyk, 2001). On the other hand, the increase in the surface area of forests occurring closer to the valley bottom was caused by changes in the agricultural system of the village. Crop rotation was abandoned and the use of artificial fertilizers grew, and therefore larger crop yields were achieved. Lower-lying areas with relief unfavorable for agriculture became afforested due to the unprofitability of agriculture in these areas (Czajka, 1987). The above-mentioned factors caused the forest cover to remain at similar levels in 1879-1934.

Regarding the significant growth of the area occupied by forests in years 1934–1978, the main cause was the abandonment of the pastoral economy by village residents after WWII (Czajka, 1987). Due to the unprofitability of this kind of land management, meadows and pastures located at high altitudes gradually fell out of use for cattle and sheep grazing. In these conditions, natural succession took place in meadow congeries until they were completely transformed into forest congeries. The other important factor was the emigration of people into the so-called North and West Lands after WWII (the lands which belonged to Germany before war), which caused a decrease in the population of the village (Czajka, 1987). Moreover, after 1945, the majority of forests fell under state management, which contributed to the removal of earlier bad practices in forest management (Matuszczyk, 1992).

The increase in forest cover in the Ochołnica Valley progressed significantly in 1978–2015. This process was conditioned by, among others, the almost complete collapse of the pastoral economy, the end of the agricultural exploitation of clearings at high altitudes, and the transformation of these less fertile pastures into forests associated with this (Czajka, 1987; Bucła, 2015). Additionally, forest cover was increased by systematic afforestation of agricultural wastelands and clearcuttings. The next factor was the increase in the number of people employed outside of agriculture, which was caused mainly by the low incomes from agricultural activities

wcześniej nieprawidłowości w prowadzeniu gospodarki leśnej (Matuszczyk, 1992).

Wzrost lesistości Doliny Ochotnicy postępował w latach 1978-2015. Proces ten był warunkowany między innymi przez niemal zupełny zanik gospodarki pasterskiej i wiążące się z tym zaprzestanie rolniczego użytkowania wysoko położonych polan oraz przekształcanie wyżej położonych mniej urodzajnych pastwisk w lasy (Czajka, 1987; Bucała, 2015). Poza tym powierzchnia lasów była zwiększana przez systematycznie prowadzone zalesianie nieużytków rolnych oraz poręb leśnych. Kolejnym czynnikiem był wzrost liczby ludności zatrudnionej poza rolnictwem, który był spowodowany przede wszystkim niskimi dochodami z zajęć rolniczych przy wzrastających zarobkach z prac pozarolniczych. W latach 80-tych Ochotnica uzyskała połączenia autobusowe z okolicznymi ośrodkami miejskimi, co ułatwiło jej mieszkańcom dojazd do pracy w mieście (Czajka, 1987). Natomiast dzięki upowszechnieniu się transportu samochodowego w latach 90-tych dotarcie do miasta stało się jeszcze prostsze. Powyższe fakty są dowodem dominującej roli czynników społeczno-ekonomicznych w kształtowaniu struktury użytkowania ziemi w Beskidach w II połowie XX i na początku XXI w. (por. Bucała, 2015).

PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań skłaniają do następujących wniosków:

1. W okresie 1879-2015 w Dolinie Ochotnicy nastąpił bardzo duży wzrost ilości lasów (podwojenie powierzchni). Spowodowało to bardzo wyraźną zmianę w ich zasięgu i rozkładzie przestrzennym. Lasy pojawiły się w niższych partiach Doliny Ochotnicy (do 900 m).

2. Analiza występowania lasów w zależności od nachylenia stoków pokazała, że lasy najliczniej występują w obszarach o nachyleniu 15-35° (ponad 80%) oraz 7-15° (13-16%). Na stokach o nachyleniu do 7° i powyżej 35° powierzchnie lasów zajmują zaledwie ok. 4%. Ta sytuacja jest identyczna dla wszystkich okresów czasu.

3. Badanie zależności występowania lasów w odniesieniu do ekspozycji stoków wykazało, że w okresie 1879 a 2015 zanotowano wzrost o ok. 4% dla kierunków północnych (N, NE, NW) i spadek o ok. 4% dla kierunków południowych (S, SE,

and increasing earnings from non-agricultural work. In the 80s, Ochotnica obtained bus links with surrounding towns, which enabled the inhabitants of the village to commute to work in these towns (Czajka, 1987), and the growth in car transport in 90s made reaching the towns even simpler. The most significant facts here are the evidence of the importance of socio-economic factors in shaping of structure of land use in the Beskidy Mts in the second half of the 20th and the beginning of 21st century (see Bucała, 2015).

CONCLUSIONS

The results of the conducted research can be used to draw a few conclusions:

1. In the period 1879–2015, an increase in forest areas in the Ochotnica Valley was very significant (doubling of total area). This caused a very significant change in their range and spatial distribution. Forests appeared in lower (to 900 m a.s.l.) parts of Ochotnica Valley.

2. Analysis of the occurrence of forests in terms of slope gradient showed that forests are the most extensive in areas with a slope gradient of 15-35° (above 80%) and 7-15° (13-16%). On slopes with a gradient below 7° and above 35°, the surface area of forests was only c.4%. This situation is identical for all time periods.

3. Research on the relationship between the occurrence of forests with reference to slope aspect showed that in period 1879-2015, an increase of c.4% for northern directions (N, NE, NW) and fall for c.4% for southern directions (S, SE, SW) was observed. There were no changes for W and E directions.

4. A comparison of slope aspect from the entire study area to slope aspect only for forested areas showed the same quantitative structure of aspect distribution. This is demonstrated by the regular appearance of forests on surfaces in all directions, i.e. there is no one dominant aspect.

5. It should be noted that the historical cartographic materials used in this research had been rendered obsolete as a source of information about the past of the landscape in the Ochotnica Valley. The use of specialist GIS software enabled the maps to be correctly calibrated, which improved their cartometric value and minimized technical difficulties in the stage of processing and analysis

SW), natomiast dla kierunków W i E nie nastąpiły zmiany.

4. Zestawienie ekspozycji stoków całego badanego obszaru z ekspozycjami stoków tylko dla obszarów leśnych pokazało taką samą strukturę ilościową rozkładu ekspozycji. Świadczy to o równomiernym pojawianiu się lasów na powierzchniach we wszystkich kierunkach świata, tj. nie występuje jedna dominująca ekspozycja.

5. Należy zauważyć, że wykorzystane historyczne materiały kartograficzne okazały się nieocenionym źródłem informacji o przeszłości krajobrazu Doliny Ochotnicy. Zastosowanie specjalistycznego oprogramowania GIS umożliwiło poprawny proces kalibracji map, co podniosło ich wartość kartometryczną i zminimalizowało trudności techniczne na etapie przetwarzania i analizy (np. ujednoczenie skali). Autorzy jednak zdają sobie sprawę z różnicy skal wykorzystanych map oraz precyzji ich wykonania, co może mieć wpływ na dokładność prezentowanych wyników.

(i.e. standardization of the scale). The authors are aware of the differences in scale of the used maps and their precision, which could influence the accuracy of the presented results.

REFERENCES

- Affek A., 2012: Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 48-62.
- Bosy G., 2015: Atlas Krieges-Carte von Schlesien Christiana Friedricha von Wrede jako źródło do rekonstrukcji krajobrazu kulturowego Dolnego Śląska w połowie XVIII w. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 29: 39-52.
- Bucała A., 2012: Współczesne zmiany środowiska przyrodniczego dolin potoków Jaszczce i Jamne w Gorcach. IGiPZ PAN, Warszawa. 146 s.
- Bucała A., 2015: Wpływ działalności człowieka na przekształcenia krajobrazów górskich w Gorcach. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 29: 23-37.
- Bucała A., Wiejaczka Ł., 2012: Współczesne zmiany krajobrazu kulturowego doliny Ropy na podstawie analizy materiałów kartograficznych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 208-218.
- Burgess R., Sharpe, D., 1981: *Forest Island Dynamics in Man – Dominated Landscapes*. Springer Verlag, New York.
- Ciesielska K., Ciesielski M., 2017: Lesistość w Polsce w przekrojach terytorialnych. *Wiadomości Statystyczne*, 5 (672), 62-78.
- Czajka S., 1987: *Ochotnica. Dzieje gorczańskiej wsi 1416-1986*. Karkonoskie Towarzystwo Naukowe, Jelenia Góra. 367 s.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2018. *ArcGIS Desktop: Release 10.6* Redlands, CA.
- Fatyga J., 2009: Ochrona użytków zielonych w programach zalesieniowych i jej wpływ na strukturę użytkowania i lesistość w regionie Sudetów. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t. 9, z. 4: 37-46.
- Horaj M., 2015: Ewolucja doliny Dolnej Warty od XVII do XX w. na podstawie analiz kartograficznych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 28: 99-120.
- James L.A., Hodgson M.E., Ghoshal S., Latiolais M.M., 2012: Geomorphic change detection using historic maps and DEM differencing: The temporal dimension of geospatial analysis. *Geomorphology*, 137, 1:181-198. DOI: 10.1016/j.geomorph.2010.10.039
- Keller S., 1992: *Geologia Gorców [w:] Gorce. Przewodnik monograficzny (red.): A. Matuszczyk*, Wydawnictwo Górskie, Poronin. ss. 12-23.
- Klimaszewski M., 1995: *Geomorfologia*. PWN, Warszawa. 280 s.

- Kondracki J., 2001: *Geografia Regionalna Polski*. PWN, Warszawa. 440 s.
- Kozak J., 2003: Forest cover change in the Western Carpathians in the past 180 years – a case study in the Orawa region in Poland. *Mountain Research and Development*, 23: 369-375.
- Kunz M., 2012: Zmiany lesistości Pomorza Zachodniego w ostatnich 400 latach. *Roczniki Geomatyki*, X, 4(54): 145-155.
- Matuszczyk A., 1992: *Gorce*. Przewodnik Monograficzny. Wydawnictwo Górskie, Poronin. 340 s.
- Mikulski D., Raszeja E., 2017: Ocena przydatności źródeł kartograficznych z okresu reform agrarnych w Wielkopolsce do badań retrogresywnych krajobrazu. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 38: 23-41.
- Nita J., Myga-Piątek U., 2012: Rola GIS w ocenie historycznych opracowań kartograficznych na przykładzie Wyżyny Częstochowskiej. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 116-135.
- Nita J., Nita M., 2015: Aktualność, generalizacja oraz interpretacja informacji na współczesnych mapach województwa śląskiego. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 28: 9-25.
- Pieńkowski P., Kupiec M., 2015: Trwałość struktury krajobrazu w obrębie obszarów leśnych dawnej prowincji – Nowa Marchia. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 28: 27-34.
- Pieńkowski P., Podlasiński M., 2002: Changes in forest cover of Szczecin Lowland from the 16th to the end of the 20th century, in relation to soil cover. *EJPAU* 5(2).
- Plit J., 2010: Przestrzenne zmiany zasięgu lasów i gospodarowania w lasach gminy Polanów w ciągu 400 lat. [w:] *Historia i kultura Ziemi Sławieńskiej. Miasto i gmina Polanów* (red.): W. Rączkowski, J. Sroka. Sławno – Polanów. ss. 269-288.
- Plit J., 2012: Mapa Henneberga i mapa Lubinusa jako źródło informacji o stanie środowiska geograficznego na przełomie XVI i XVII w. *Studium metodyczne*. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 33-47.
- Plit J., 2016: *Krajobrazy kulturowe Polski i ich przemiany*. *Prace Geograficzne* nr 253. IGiPZ PAN. 302 s.
- Polna M., 2005: Zmiany lesistości Polski w latach 1990-2001. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 4(1): 51-60.
- Polna M., 2017: Zmiany lesistości obszarów wiejskich w Polsce w latach 1995-2016. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, XIX, 2: 194-199. DOI: 10.5604/01.3001.0010.1188
- Potyrała J., Iwancewicz I., 2018: Zmiany w formach pokrycia terenu wokół wybranych nowożytnych fortyfikacji Śląska w oparciu o historyczne oraz współczesne materiały kartograficzne. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 39: 79-98. DOI: 10.30450/201805.
- Raška P., Emmer A. 2014: The 1916 catastrophic flood following the Bílá Desná dam failure: The role of historical data sources in the reconstruction of its geomorphologic and landscape effects. *Geomorphology*, 226: 135-147. DOI: 10.1016/j.geomorph.2014.08.002
- Rocznik Demograficzny 2017*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2018. 510 s.
- Rumsey D., Williams M., 2002: Historical maps in GIS. [In:] Knowles A. K (ed), *Past Time, Past Place: GIS for History*. ESRI Press: 1-18.
- Sobala M., 2012: Rola materiałów kartograficznych w wyznaczaniu granic obszaru badań zmian krajobrazu kulturowego. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 105-115.
- Sobala M., Rahmonov O., Myga-Piątek U., 2017: Historical and contemporary forest ecosystem changes in the Beskid Mountains (southern Poland) between 1848 and 2014 [In:] *iForest. Biogeosciences and Forestry*, 10: 939-947. DOI: 10.3832/ifor2418-010.
- Szymura T.H., Dunajski A., Ruczakowska A. M., 2010: Zmiany powierzchni lasów na obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego w okresie 1747-1977. *Opera Corcontica*, 47, Suppl. 1: 159-166.
- Szypuła B., 2011: Analiza rzeźby antropogenicznej Wyżyny Śląskiej w świetle danych kartograficznych. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 43: 89-98.
- Tokarczyk N., 2012: Znaczenie górnoreglowych polan dla turystyki w Gorcach. *Folia Turistica*, 26: 133-147.
- Tomasiewicz J., Gruszczyk A., 2001: *Gorczański Park Narodowy*. Oficyna Wydawnicza MULTICO, Warszawa.
- Zachariasz A., 2012: Przydatność archiwalnych źródeł kartograficznych dla współczesnych badań krajobrazowych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16: 63-83.
- Zajączkowski G., Jabłoński M., Jabłoński T., Małeczka M., Kowalska A., Małachowska J., Piwnicki J.,

2018: Raport o stanie lasów w Polsce 2017. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. 115 s.

ŹRÓDŁA DANYCH

DTED-2 (Numeryczny Model Terenu Polski poziom 2), 2001. Wydział Projektowania i Wdrożeń, Wojskowy Ośrodek Geodezji i Teledetekcji, Warszawa.

Mapa Taktyczna Polski 1:100 000, arkusze: Zakopane, Rabka. Wojskowy Instytut Geograficzny, Warszawa, 1934.

Mapa topograficzna Polski 1:25 000, arkusze: Nowy Targ, Ochotnica Dolna. GUGiK, Warszawa, 1978-1979.

NMT (ESRI ASCII Grid), 2014. GUGiK, Warszawa.
Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie 1:75 000, arkusze: Neumarkt (Nowy Targ) und Zakopane, Tymbark und Rabka. Kaiserlich-Königliches Militär-Geographisches Institut, Wiedeń, 1879.

STRONY WWW

<http://igrek.amzp.pl/> [data dostępu: 20.08.2018]

<https://www.geoportal.gov.pl/> [data dostępu: 20.08.2018]