

# **Klimatyczne uwarunkowania rozwoju osadnictwa na prawie wołoskim w Karpatach Zachodnich na przełomie XV i XVI wieku na przykładzie Podtatrza.**

Piotr Kłapyta (Uniwersytet Jagielloński)

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Geografii i Geologii, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej*

Abstrakt: Źródła historyczne wielu miejscowości istniejących od XIV wieku na obszarze polskiego i słowackiego Podtatrza zaświadcza o zastanawiającym i do tej pory mało wytłumaczonym procesie kryzysu osadniczego pod koniec XV w., polegającego na opuszczaniu znacznej liczby osad rolniczych prawa niemieckiego i ich ponownym odnawianiu na początku XVI wieku na prawie wołoskim przez nowych osadników Rusnaków-Wołochów. Analiza zapisu zmian środowiskowych w tym okresie zarejestrowana w szeregu stanowisk osadów jezior i torfowisk z obszaru Tatr wskazuje, że kryzys osadnictwa rolniczego pod koniec XV mógł być spowodowany długofalowymi zmianami klimatycznymi podczas Małej Epoki Lodowej. Kryzys klimatyczny przełomu XV/XVI wieku uwarunkowany był ochłodzeniem (minimum słoneczne Spörera), na które nałożyła się wyraźna regionalna faza zwilgotnienia klimatu i ekstremalnych zdarzeń hydrometeorologicznych, dobrze odzwierciedlonych w zapisie sedymentologicznym w Tatrach. Kryzys demograficzny spowodował depopulację znacznej części wschodniego Podtatrza oraz pociągnął za sobą potrzebę zmiany strategii gospodarowania w obszarach górskich Karpat z rolniczej na pastersko-rolniczą opartą o innowacyjne regulacje prawa wołoskiego. Nowe społeczności zdołały zaadaptować się do niekorzystnych warunków środowiskowych, a wsie prawa wołoskiego funkcjonowały na tym terenie w kolejnych wiekach bez przeszkód w oparciu o gospodarkę pastersko-rolniczą mimo ciągle niesprzyjających warunków klimatycznych Małej Epoki Lodowej.

## **Wstęp**

Działalność gospodarcza i społeczna społeczeństw rolniczych w okresie przedindustrialnym była w dużej mierze sterowana naturalną zmiennością warunków klimatycznych, szczególnie długofalowymi zmianami temperatury powietrza<sup>1</sup>. Zmiany klimatu stanowią główny czynnik

---

<sup>1</sup> National research council *Decade-to-century-scale climate variability and change: a science strategy*. Natl Acad Press, Washington, dc. 1998, s.10-11;  
Zhang D.D., Brecke P., Lee H.F., He Y-Q, Zhang J., *Global Climate Change, War, And Population Decline In Recent Human History*. PNAS, 104, 49, 2007, s.19214.

powodujący uruchomienie szeregu sprzężeń zwrotnych, które pośrednio przez szereg relacji społeczno-ekonomicznych mogą finalnie doprowadzić do kryzysu demograficznego. Szereg takich relacji przyczynowo skutkowych zostało opisanych przez Zhanga i in.<sup>2</sup> Pogorszenie warunków klimatycznych (spadek średniej temperatury rocznej lub sezonowej, wzrost opadów) skutkuje w pierwszej kolejności spadkiem bio-produktywności roślin uprawnych, pociągającym za sobą obniżenie produkcji rolnej przekładający się zmniejszeniem zaopatrzenia w żywność w przeliczeniu na osobę. Niedobór zasobów oddziałuje bezpośrednio na komfort funkcjonowania społeczeństw, powodując rodzaj kryzysu środowiskowego generującego zaburzenia i niepokoje społeczne, migracje, epidemie, głód i wojny, które finalnie doprowadzają do depopulacji obszaru<sup>3</sup>. Istotną strategią przetrwania społeczności podczas takich kryzysów klimatycznych jest także innowacyjność i transfer nowych technologii<sup>4</sup>, które pozwalają na adaptację do nowych warunków środowiskowych.

Zmiany klimatu mają szczególne odczuwalne skutki społeczno-demograficzne w obszarach gdzie gospodarka rolna jest słabo zaadaptowana do lokalnych warunków klimatycznych. Do takich marginalnych obszarów dla gospodarki rolnej można zaliczyć obszary górskie. Wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. w górach obniża się średnia temperatura powietrza (średnio 0,55°C na 100 m), wzrasta roczna suma opadów atmosferycznych (średnio o 30 mm na 100 m), ulega skróceniu długość okresu wegetacyjnego (ok 8 dni na 100 m), przedłuża się czas zalegania pokrywy śnieżnej, nasilają się wiatry<sup>5</sup>, wzrasta także nachylenie stoków i aktywność ekstremalnych procesów geomorfologicznych (ruchy masowe, erozja). Utrudnia to wegetację roślin, eliminując z uprawy gatunki o większych wymaganiach siedliskowych<sup>6</sup>.

Karpaty stanowią subregion górski, w którym ponad połowa powierzchni użytków rolnych położona jest powyżej 500 m n.p.m. i przez to obszar ten zaliczany jest do terenów o

---

<sup>2</sup> Zhang D.D., Lee H.F., Wang C., Lie B., Pei Q., Zhang J., An Y., 2011. The Causality Analysis Of Climate Change And Large-Scale Human Crisis. PNAS, 108, 42, 2011, s.17298.

<sup>3</sup> Webster, D., Warfare and the Evolution of the State: A Reconsideration. American Antiquity 40, 1975, s. 465–466;

Galloway P.R., Long-Term Fluctuations in Climate and Population in the Preindustrial Era. *Population and Development Review* 12, 1, 1986. 1-24;

*The Causality Analysis Of Climate Change...*, op.cit., s. 17298.

<sup>4</sup> *Global Climate Change, War, And Population...* op.cit., s. 19214.

<sup>5</sup> Obrębska-Starkłowa B., Hess M., Olecki Z., Trepińska J., Kowanetz L., Klimat [w:] J. Warszńska (red.) Karpaty Polskie. Uniwersytet Jagielloński, Krakow, 1995, s. 367.

<sup>6</sup> Twardy S., Gospodarka pasterska w Karpatach Polskich na przykładzie badań prowadzonych w Małych Pieninach. *Więś i Doradztwo* nr 4, 64, 2011, s.15.

niekorzystnych warunkach gospodarowania<sup>7</sup> (Ryc. 1). Warunki środowiskowe dla prowadzenia gospodarki rolnej w Karpatach były zróżnicowane w przestrzeni, ale także zmieniały się w czasie na skutek globalnych zmian klimatycznych. Najważniejszym chłodnym zdarzeniem klimatycznym w późnym średniowieczu i w okresie nowożytnym była Mała Epoka Lodowa.

Mała Epoka Lodowa (MEL, AD 1300–1950) stanowiła globalne, wahnięcie klimatyczne oraz najchłodniejszy okres podczas całego holocenu<sup>8</sup> (w ciągu ostatnich 11,5 tys. lat), które nastąpiło po względnie ciepłym okresie średniowiecznego optimum termicznego (AD 800–1300; ang. *Medieval Warm Period*). MEL była uwarunkowana spadkiem promieniowania słonecznego, związanego z uwarunkowaniami orbitalnymi, na które nałożył się wpływ zmniejszonej aktywności słońca podczas minimów: Wolfa (1280–1350 AD), Spörera (AD 1460–1550) i Maundera (1645–1715 AD) oraz Daltona (1790–1830 AD)<sup>9</sup> oraz seria silnych erupcji wulkanicznych w strefie tropikalnej<sup>10</sup>. Ramy czasowe Małej Epoki Lodowej zostały ustalone w oparciu o czas awansów lodowców na półkuli północnej na AD 1250–1920<sup>11</sup>, w sensie klimatycznym wyraźne obniżenie temperatury wyznaczające termiczny okres małej epoki lodowej przypadało w Europie na okres 1570–1900<sup>12</sup>. MEL nie stanowiła pojedynczego okresu ciągłego ochłodzenia, a raczej czas częstych anomalii klimatycznych, które zachodziły w różnych momentach w różnych częściach Europy<sup>13</sup>.

Powszechnie uznaje się, że długofalowe zmiany w środowisku naturalnym podczas MEL miały niekorzystny wpływ na warunki społeczno-gospodarcze<sup>14</sup>. W tym kontekście istotne jest pytanie jak stres ekologiczny wywołany zmianami klimatycznymi MEL mogły wpłynąć na funkcjonowanie osad w górskich regionach Karpat. Celem tego artykułu jest odpowiedź na pytanie czy pogorszenie warunków klimatycznych pod koniec średniowiecza mogło

---

<sup>7</sup> Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 marca 2009 r. poz. 329

<sup>8</sup> Crowley T., *Causes of climate changes over the past 1000 years*, Science, 289, 2000, s.270–277.

<sup>9</sup> Eddy J.A. *The Maunder minimum*, Science, 192, 1976, s.1189–1201.

<sup>10</sup> Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H., Osborn T.J., , *Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years*, Nature 393, 1998, s. 450–454.

<sup>11</sup> Porter C., *Pattern and forcing of Northern Hemisphere glacier variation during the last millennium*, Quaternary Research, 26, 1986, s. 27–48.

<sup>12</sup> Matthews J.A., Briffa K.R., *The “Little Ice Age”: revaluation of an evolving concept*, Geografiska Annaler, 87 A, 2005, s. 17–36.

<sup>13</sup> Jones, P.D., Bradley, R.S., *Climatic variation over the last 500 years, summary. Climate Since A.D. 1500*. Routledge, 1992. s. 649–665.

<sup>14</sup> Maruszczak, H., *Trends to climate change in the last millennium*. In: L. Starkel (Ed.), *Geografia Polski – Środowisko Przyrodnicze*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1999, s. 180–181.

spowodować kryzys osadnictwa w Karpatach i potrzebę zmiany strategii gospodarowania w obszarach górskich, umożliwiające ekspansję osadnictwa na prawie wołoskim.

## **Metody**

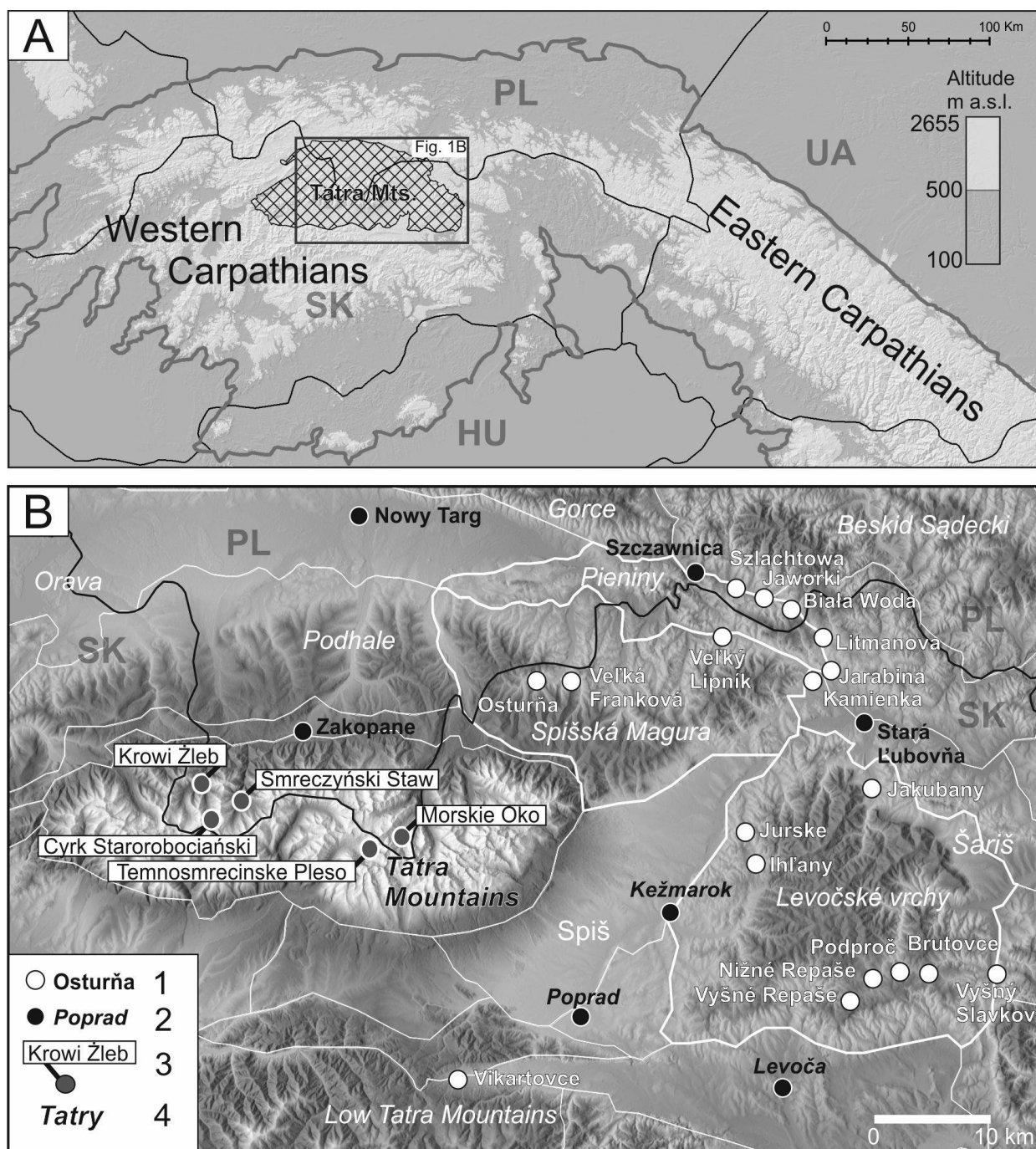
Materiały historyczne dotyczące dziejów miejscowości na Podtatrzu na przełomie XV i XVI przeanalizowano w oparciu o karty miejscowości osadnictwa wołoskiego zamieszczone na stronie <https://vlachs-project.eu/>. W celu przeanalizowania zapis naturalnych archiwów paleośrodowiskowych w regionie Podtatrza w XV i XVI wieku wykorzystano dane dotyczące regionalnej zmienności środowiska w Tatrach zebrane w opracowaniu Kłapyta et al. (2016)<sup>15</sup>, w którym przeanalizowano zapis paleośrodowiskowy osadów jezior, torfowisk i zagłębień międzymorenowych w Tatrach podczas późnego glacjału i całego holocenu.

## **Zapis historyczny**

W oparciu o analizę dziejów lokacji miejscowości osadnictwa wołoskiego na polskim i słowackim Podtatrzu (<https://vlachs-project.eu/>) zidentyfikowano 18 miejscowości, w których na przełomie XV i XVI wieku zarejestrowano kryzys demograficzny skutkujący wyludnieniem pierwotnych wsi rolniczych prawa niemieckiego. Lokalizację miejscowości przedstawiono na Ryc. 1B, natomiast szczegółowe informacje dotyczące charakterystyki tych osad zebrano w Tabeli 1. Analizowane miejscowości znajdują się we wschodniej części słowackiego i polskiego Podtatrza i skupione są w czterech regionach: Magurze Spiskiej (4 miejscowości), Małych Pieninach (6 miejscowości), Górach Lewockich (7 miejscowości) oraz na przedpolu Tatr Niżnych w Kotlinie Hornadzkiej (1 miejscowość) (Ryc. 1). Cechą charakterystyczną tych osad jest ich górskie położenie w zakresie wysokości 500-860 m n.p.m. (Tab. 1).

---

<sup>15</sup> Kłapyta P., Zasadni J., Pociask-Karteczka J., Gajda A., Franczak P., *Late Glacial and Holocene paleoenvironmental records in the Tatra Mountains (East-Central Europe) based on lake, peat bog and colluvial sedimentary data: a summary review*. Quaternary International, 415, 2016, s.126-144.



Ryc. 1. Położenie obszaru Podtatrza na tle Karpat Zachodnich (A). Jasnym poligonem zaznaczono obszar Karpat wzniesiony powyżej 500 m n.p.m. Lokalizacja wsi Podtatrza, które dotknął kryzys demograficzny na przełomie XV i XVI wieku (B). Objaśnienia: 1-wsie rolnicze wyludnione pod koniec XV w i zasiedlone przez Rusnaków-Wołochów na początku XVI w. 2-inne miejscowości, 3-archiwa paleośrodowiskowe na terenie Tatr, 4-nazwy i granice regionów.

Tab. 1. Wykaz wsi na terenie wschodniego Podtatru, w których udokumentowano depopulację i ponowne zasiedlenie na prawie wołoskim na przełomie XV i XVI wieku. Źródło: Mapa internetowa osadnictwa wołoskiego (<https://vlachs-project.eu/>). Opracowanie poszczególnych kart miejscowości: M. Stevik (wsie na terenie Słowacji) oraz G. Jawor (wsie na terenie Polski).

Nazwa miejscowości	Pierwsza lokacja - na prawie niemieckim	Pierwotni osadnicy	Data ponownego odnowienia na prawie wołoskim	Nowi osadnicy	Wysokość osady m n.p.m.
Vikartowce	1398	Słowacy	1513	Wołosi	756
Veľká Franková	1314	Słowacy, Niemcy	1553	Rusini	663
Osturná	1313	Słowacy, Niemcy	1553	Rusini	750
Jaworki	XV	Polacy	1519	Rusini	570
Biała Woda	1408	Polacy	Początek XVI	Rusini	610-700
Szlachtowa	1469	Polacy	1519	Rusini	510-580
Kamienka	1343	Słowacy, Niemcy	1497	Rusini	585
Litmanová	1359	Słowacy, Niemcy	1570	Rusini	679
Jarabina	1329	Słowacy, Niemcy	1497	Rusini	587
Veľký Lipník	1330	Słowacy, Niemcy	XVI	Rusini	580
Jakubany	1366	Słowacy, Niemcy	1497	Rusini	615
Jurské	1322	Niemcy	XVI	Rusini	647
Nižné Repaše	1310	Niemcy	XV/XVI wiek	Rusini	747
Vyšné Repaše	1323	Niemcy	XV/XVI wiek	Rusini	802
Brutovce	1319	Słowacy	XVI	Rusini	863
Podproč	1314	Słowacy	XVI	Rusini	780
Vyšný Slavkov	1330	Niemcy	XVI	Rusini	560
Ihľany	1322	Niemcy	1539	Rusini-Wołosi	673

Większość z analizowanych osad dotkniętych późnośredniowieczną depopulacją znajdowała się na terenie węgierskiego komitatu Spisz, w majątkach możnych szlacheckich rodów Berzeviczych, Drughetów i Görgey a także należącego do Polski zastawnego starostwa spiskiego z siedzibą w Starej Lubowni<sup>16</sup>. Akcja osiedlania terenów Zamagurza Spiskiego rozpoczęła się w XIII i XIV wieku, właściciele ziemi powierzyli sołtysom sprowadzenie osadników, założenie osady, wykarczowanie lasu, za co w zamian sołtys otrzymywał prawo dziedzicznej dzierżawy, 2 łany gruntów na własność a także prawo zarobku z młyna. Osadnicy otrzymywali zaś prawo wolnizny na 16-20 lat, aby w tym czasie zbudować domy i założyć pola uprawne po wykarczowaniu lasu<sup>17</sup>. Znaczną liczbę takich wsi zasiedlili koloniści niemieccy a także Słowacy i Polacy. Tereny po północnej (polskiej) stronie Małych Pienin położone w dolinie Grajcarka tworzyły wsie Szlachtowa, Jaworki i Biała Woda, które pierwotnie stanowiły osady polskie w dobrach szlacheckich, które po wyludnieniu na początku XVI w. zostały ponownie zasiedlone najprawdopodobniej z terenów obecnej Słowacji<sup>18</sup>. Do czasu wysiedleń w 1946 r. tworzyły one wyraźną rusińską etniczno-religijną enklawę (tzw. Ruś Szlachtowską).

Przyczyny i sposób wyludnienia miejscowości wschodniego Podtatru u schyłku średniowiecza nie zostały dokładnie udokumentowane. W większości przypadków jest to jedynie informacja o opustoszeniu wsi (Jakubany, Litmanova, Szlachtowa, Jaworki), zmianie narodowości mieszkańców osady (Niemców, Polaków na Wołochów), lub zniknięciu wsi z wykazu podatków (Podproč)<sup>19</sup> (Števík, 2006: 132). Jedynie w przypadku jednej osady na terenie Gór Lewockich (Stotince dziś część miejscowości Ihľany) mamy informację, że był to zabieg „planowany”. Polski szlachcic Hieronim Łaski w 1539 r. wygnał ze Stotinieć dotychczasowych niemieckich mieszkańców wsi i osadził tam Rusinów, którzy walczyli po stronie polskiego króla Zygmunta Starego<sup>20</sup>. W oparciu o źródła historyczne można oszacować czas kryzysu osadniczego na schyłek XV i pierwsze dwudziestolecie XVI w.

Proces wyludnienia spowodował zmianę typu lokacji osady z pierwotnej wsi prawa niemieckiego (wzmianki o sołtysach świadczą o ich lokowaniu na prawie niemieckim) na ponownie osadzoną (odnowioną) wieś prawa wołoskiego. Wyludnienie niektórych osad zmusiło właścicieli do dosiedlenia osad nowymi osadnikami, stąd proces depopulacji

---

<sup>16</sup> Trajdos T., *Szkice z dziejów Zamagurza Spiskiego*, Oficyna Podhalańska Wyd. Secesja, Kraków, 39. 1991, s. 10.

<sup>17</sup> Chalupceky I., Harabin J., *Dejiny Osturne. Historycky a kulturny spolok w Osturni*, 336, 2004, s.30

<sup>18</sup> Jawor G., *Karta wsi Jaworki*, 2015 <https://vlachs-project.eu>.

<sup>19</sup> Števík M., *Karta wsi Podproč*, 2015, <https://vlachs-project.eu>.

<sup>20</sup> Števík M., *Karta wsi Ihľany*, 2015, <https://vlachs-project.eu>.

skutkował także przemianami etnicznymi i językowymi w regionie. Pierwotnymi mieszkańcami tych osad byli Niemcy, Polacy i Słowacy. Nowi osadnicy wzmiankowani są w źródłach jako *Ruthenos, Walachos et schismaticos*<sup>21</sup>. co wskazuje że stanowili odrębny etnicznie i wyznaniowo element w stosunku do ludności miejscowej. Także określenia wsi *Villa Rutenis* wskazuje na pewną odrębność tych osad w stosunku do okolicznych osad niemiecko-słowackich. Wraz ze zmianami etnicznymi i językowymi uległ przeobrażeniu także profil gospodarczy tych osad z typowo rolniczego na pastersko-rolniczy, co widoczne jest w rejestrach podatkowych poświadczających powinności typowe wołoskie jak dań z owiec, serów i popręgów<sup>22</sup>. Rusini oprócz pasterstwa i rolnictwa byli także strażnikami granic, dróg i przepraw<sup>23</sup>.

Z analizy dziejów lokacji tych miejscowości wyłania się zastanawiająca zbieżność czasowa depopulacji i ponownych lokacji na prawie wołoskim przypadająca na początek XVI wieku. Biorąc pod uwagę stosunkowo duży obszar należący do dwóch krajów i odmiennej typów własności przyczyny depopulacji nie mogły wynikać z wewnętrznych czynników politycznych czy historycznych ale raczej czynników zewnętrznych (środowiskowych) powodujących niekorzystny wpływ na warunki społeczno-gospodarcze całego regionu.

### **Zapis paleośrodowiskowy**

Z uwagi na brak zorganizowanych bezpośrednich obserwacji i pomiarów dynamiki elementów środowiska przyrodniczego w interesującym nas okresie, jedynym źródłem pozwalającym na rekonstrukcję warunków środowiskowych na Podtatrzu na przełomie XV i XVI wieku są dane pośrednie (proxy) zachowane w Tatrach. Tatry stanowią obszar wysokogórski stanowiący swoiste archiwum informacji paleogeograficznych, dokumentujących z dużą dokładnością ubiegłe zmiany środowiska abiotycznego i biotycznego<sup>24</sup> (Kłapyta 2012). Formy i osady w górach wysokich stanowią zapis zarówno procesów sekularnych, jak i ekstremalnych<sup>25</sup>, co wynika to z dużej czułości systemów

---

<sup>21</sup> Števík M., Karta wsi Ihľany, 2015, <https://vlachs-project.eu>.

<sup>22</sup> Beňko J., Osiedlenie severného Slovenska. Košice, 1985, s. 176.; Małecki J., *Lustracja województwa krakowskiego 1564, I.*, Warszawa, 1962 185.

<sup>23</sup> Chalupecký I., Harabin J., Dejiny Osturne. Historycký a kultúrny spolok w Osturni, 336, 2004, s.31.

<sup>24</sup> Kłapyta P., *Ewolucja rzeźby wysokogórskiej Tatr Zachodnich w późnym glacie i holocenie*, Wyd. IG i GP UJ, Kraków, 2012, s. 9.

<sup>25</sup> Starkel L., *Paleogeografia holocenu*, PWN, Warszawa, 1977, s. 25; Starkel L., *Holocene as interglacial-problems of stratigraphy*, Przegląd Geologiczny, 38, 1990, 13–16.



morfogenetycznych gór wysokich na długo- i krótkofalowe zmiany klimatu oraz na antropopresję. Zapis zmienności klimatu podczas Małej Epoki Lodowej zarejestrowany jest w licznych stanowiskach osadów jeziornych i torfowiskach na terenie Tatr<sup>26</sup> jednak najlepiej udokumentowany pod względem chronologicznym jest zapis z pięciu stanowisk, których lokalizację przedstawiono na rysunku 1B, a charakterystykę na rysunku 2.

W oparciu o paleobiologiczne tatrzańskie dane proxy pierwszą połowę Małej Epoki Lodowej (1220-1540 AD) była okresem chłodnym i relatywnie suchym, co poświadczają zimnolubne gatunki zooplanktonu *Chironomidae* oraz niskie tempo sedymentacji osadów jeziornych Tatr<sup>27</sup> (Gąsiorowski and Sienkiewicz, 2010). W drugiej połowie XV wieku w Europie zaznacza się głębokie ochłodzenie z anomaliami temperatury rzędu -0.3 °C (Fig. 2I), które koreluje się z okresem niskiej aktywności słońca zwanym minimum Spörera (AD 1460-1550). W archiwach paleośrodowiskowych Tatr ten chłodny okres zarejestrował się niskimi liczbą *Chironomidae* w osadach Wyżniego Ciemnosmreczyńskiego Stawu (Vyšné Temnosmrečinske pleso)<sup>28</sup>. Na przełomie XV i XVI wieku w całych Tatrach zaznacza się wyraźnie faza zwilgotnienia klimatu i wzrostu intensywności procesów stokowych. W niewielkich i płytkich zagłębieniach położonych w piętrze leśnym<sup>29</sup> (Krowi Żleb) i w pobliżu górnej granicy lasu<sup>30</sup> (Cyrk Starorobociański) na początku XV w. rozpoczyna się sedymentacja osadów pochodzących z intensywnego zmywu powierzchniowego i spływów

---

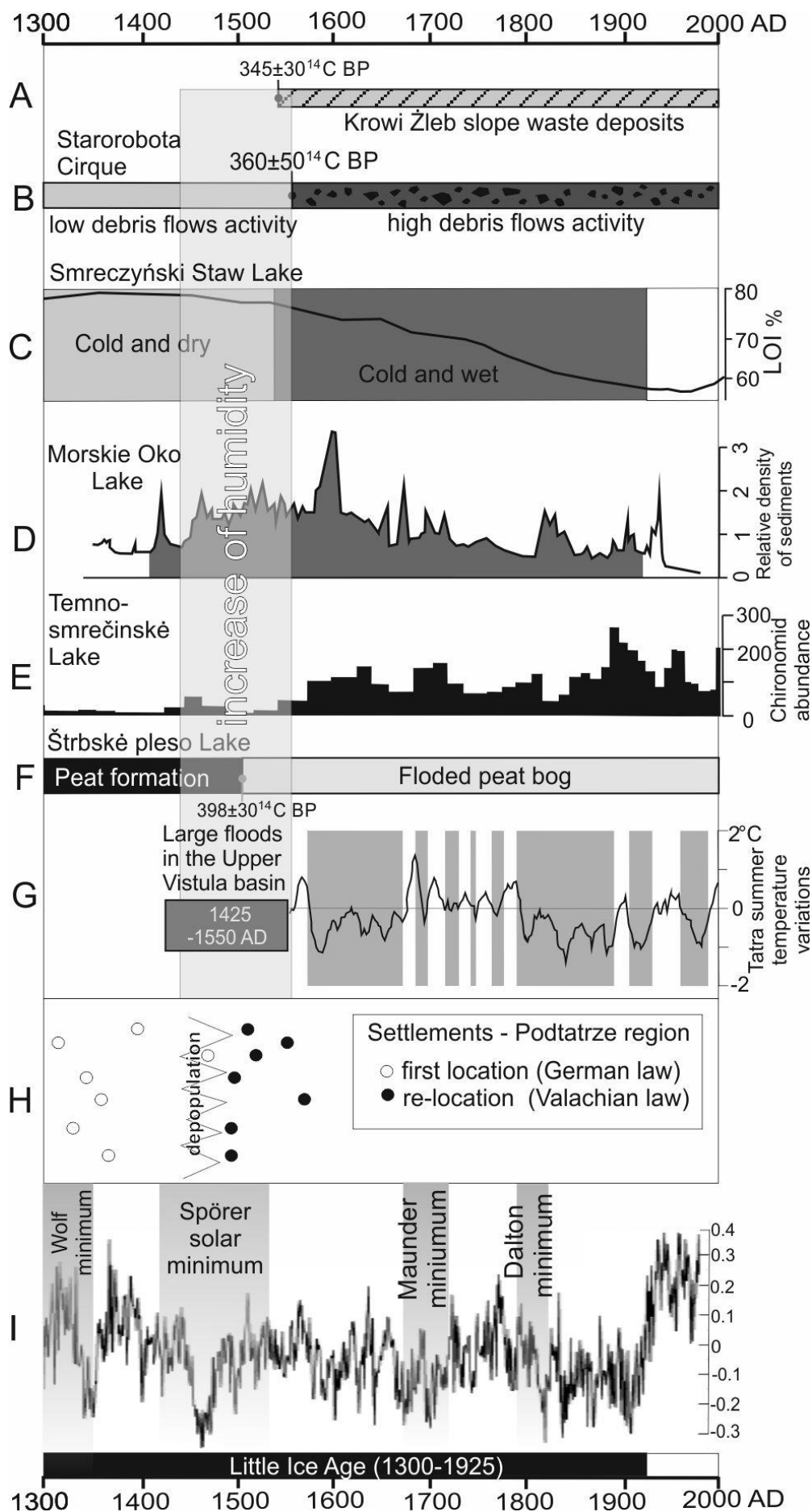
<sup>26</sup> Kotarba, A., 2004, *Zdarzenia geomorfologiczne w Tatrach Wysokich podczas Małej Epoki Lodowej* [w:] A. Kotarba (red.), *Rola małej epoki lodowej w przekształcaniu środowiska przyrodniczego Tatr*, Prace Geograficzne IG i PZ PAN, 197, 9–54; Kotarba A., 2006, *The Little Ice Age in the High Tatra Mountains*, *Studia Quaternaria* 23, 47–53; Kłapyta P., Zasadni J., Pociask-Karteczka J., Gajda A., Franczak P., *Late Glacial and Holocene paleoenvironmental records in the Tatra Mountains (East-Central Europe) based on lake, peat bog and colluvial sedimentary data: a summary review*, *Quaternary International*, 415, 2016, s. 136; Kędzia S., Kotarba A., *The Little Ice Age in the Tatra Mountains*, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 44, 1, 2018, 47-67.

<sup>27</sup> Bitušik, P., Kubovčík, V., Štefková, E., Appleby, P.B., Svitok, M., Subfossil diatoms and chironomids along an altitudinal gradient in the High Tatra Mountain lakes: a multi-proxy record of past environmental trends. *Hydrobiologia* 631 (1), 2009, 65-85; Gąsiorowski M., Sienkiewicz E., *The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland*, *Journal of Paleolimnology*, 43, 2010, 475–487

<sup>28</sup> Bitušik, P., Kubovčík, V., Štefková, E., Appleby, P.B., Svitok, M., Subfossil diatoms and chironomids along an altitudinal gradient in the High Tatra Mountain lakes: a multi-proxy record of past environmental trends. *Hydrobiologia* 631 (1), 2009, 73.

<sup>29</sup> Kłapyta P., *Ewolucja rzeźby wysokogórskiej Tatr Zachodnich w późnym glacie i holocenie*, Wyd. IG i GP UJ, Kraków, 2012, s. 157-161.

<sup>30</sup> Libelt P., *Warunki i przebieg sedymentacji osadów postglacjalnych cyrkach lodowcowych Tatr Zachodnich na przykładzie Kotła Starorobociańskiego*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 22, 1988, 63–82.



Ryc. 2. Multi-proxy record of paleoenvironmental change in the Tatra Mts. during the last millennium according to Kłapyta et al., (2016 and reference therein). A-Krowi Żleb colluvial sediments: (Kłapyta, 2011) B- Starobociański Cirque colluvial sediments: (Libelt, 1988), C- climate phases identified by paleobiological proxy data in Smreczyński Staw Lake (Gąsiorowski and Sienkiewicz, 2010). D- Sediment core from Morskie Oko Lake with record of high debris flow frequency (after Baumgart-Kotarba et al., 1993). Chronology of sediments based on  $^{210}\text{Pb}$  dating (according to Baumgart-Kotarba et al., 1993; Kotarba et al. 2002); E-Chironomid abundance curve from Vyšné Temnosmrečinske pleso (Bitušik et al. 2009); F- main changes in water table recorded in Štrbske pleso Lake (Rybničkova and Rybniček, 2006); G- Mean summer temperature (JJA) variations in the Tatra Mts. for the period 1550-2004 (Niedźwiedź, 2004). Cold intervals are shown as grey bands. Large floods in the Upper Vistula basin (Krapiec 1992). H-Settlement and re-location of selected villages in the Podtatrze region (<https://vlachs-project.eu/>) plotted against solar minima during Little Ice Age (Edy 1976).

gruzowych (Ryc. 2A,B). Około 1540 AD w osadach Smreczyńskiego Stawu w Dolinie Kościeliskiej odnotowano wybitną zmianę reżimu hydrologicznego (podniesienie poziomu wody w jeziorze), znaczący wzrost tempa sedymentacji osadów z 0.15 do 0.85 mm/rok oraz zwiększenie dostawy osadów mineralnych pochodzących z otoczenia zbiornika<sup>31</sup>. Wskazuje to na ogólne przyspieszenie tempa procesów geomorfologicznych spowodowane wzrostem opadów po roku 1540. Zmienność gatunkowa i ilościowa zooplanktonu (*Cladocera*) wskazuje na przeważające chłodne i wilgotne warunki klimatyczne w Tatrach<sup>32</sup>. Wyrażne zwilgotnienie zarejestrowane jest także w osadach Morskiego Oka wzrostem tempa sedymentacji i zwiększoną częstością wysokoenergetycznych procesów spływów gruzowych<sup>33</sup> (Ryc. 2D). Zwilgotnienie klimatu na początku XVI wieku zostało także zarejestrowane po południowej stronie Tatr wzrostem poziomu wody w Szczyrskim Jeziorze wydatowanym na  $398 \pm 30$   $^{14}\text{C}$  a BP (1437-1522 AD)<sup>34</sup>, powodującym zatopienie torfowiska formowanego w tym śródmorenowym zagłębieniu od ok. 8 tysięcy lat (Ryc. 2F). Wzrost poziomu wody w tym zbiorniku pozbawionym większych dopływów musiał być

<sup>31</sup> Gąsiorowski M., Sienkiewicz E., *The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland*, Journal of Paleolimnology, 43, 2010, 483.

<sup>32</sup> Ididem s. 484.

<sup>33</sup> Baumgart-Kotarba M., Kotarba A., Wachniew P., *Młodoholoceńskie osady jeziorne Morskiego Oka w Tatrach Wysokich oraz ich datowanie radioizotopami  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$*  [w:] A. Kotarba (red.), *Z badań fizycznogeograficznych w Tatrach*, Dokumentacja Geograficzna IGIPZ PAN, 4–5, 1993, s. 57.

<sup>34</sup> Rybničkova E., Rybniček K., *Pollen and macroscopic analyses of sediments from two lakes in the High Tatra mountains, Slovakia*, Vegetation History and Archaeobotany, 15, 2006, s. 350.

uwarunkowany zwiększonymi opadami atmosferycznymi<sup>35</sup>. Zwilgotnienie nie dotyczyło jedynie skali lokalnej, fazę wzrostu częstości katastrofalnych powodzi w dorzeczu górnej Wisły w okresie 1425-1500 dokumentują datowania czarnych dębów<sup>36</sup>. Wzrost częstości intensywnych opadów w II poł. XV wieku powodujących intensywną dostawę materiału ze stoków do zagłębień osuwiskowych udokumentowano w Beskidzie Średnim i Wyspowym<sup>37</sup>

## Dyskusja

Mała Epoka Lodowa (MEL) w Karpatach Zachodnich stanowiła długi, choć niejednorodny klimatycznie okres, charakteryzujący się ogólną niestabilnością warunków klimatycznych oraz odznaczała się występowaniem krótszych bądź dłuższych okresów wilgotnych rozdzielonych przez okresy cieplejsze i stosunkowo suche<sup>38</sup>. Najbardziej charakterystyczne dla MEL w tej części Europy były długotrwałe chłodne i wilgotne sezony letnie<sup>39</sup> oraz zwiększona intensywność procesów morfogenetycznych.

Analiza danych paleśrodowiskowych z terenu Tatr jednoznacznie wskazuje, że na przełomie XV i XVI wieku doszło do ważnego regionalnego kryzysu klimatycznego uwarunkowanego nałożeniem się fazy głębokiego ochłodzenia związanego z okresem niskiej aktywności słońca podczas minimum Spörera (AD 1460-1550) na fazę zwilgotnienie klimatu i zwiększonej częstości ekstremalnych zdarzeń hydrometeorologicznych. Połączenie tych czynników klimatycznych mogło doprowadzić do wydłużenia czasu zalegania pokrywy śnieżnej w górach, skrócenia okresu wegetacyjnego, wzrostu intensywności procesów morfogenetycznych (spłukiwania, erozji liniowej) powodujących wzmożoną erozję gleb.

Jak wykazują dane ze źródeł historycznych zmiany klimatyczne MEL były bardzo niekorzystne, ponieważ towarzyszyły im skrócony okres wegetacji i niedobór plonów, które

---

<sup>35</sup> Kłapyta P., Zasadni J., Pociask-Karteczka J., Gajda A., Franczak P., *Late Glacial and Holocene paleoenvironmental records in the Tatra Mountains (East-Central Europe) based on lake, peat bog and colluvial sedimentary data: a summary review*. Quaternary International, 415, 2016, s.137.

<sup>36</sup> Krąpiec M., 1992, *Dendrochronologia czarnych dębów z doliny Wisły w okolicach Krakowa*, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 25–26, 115–131.

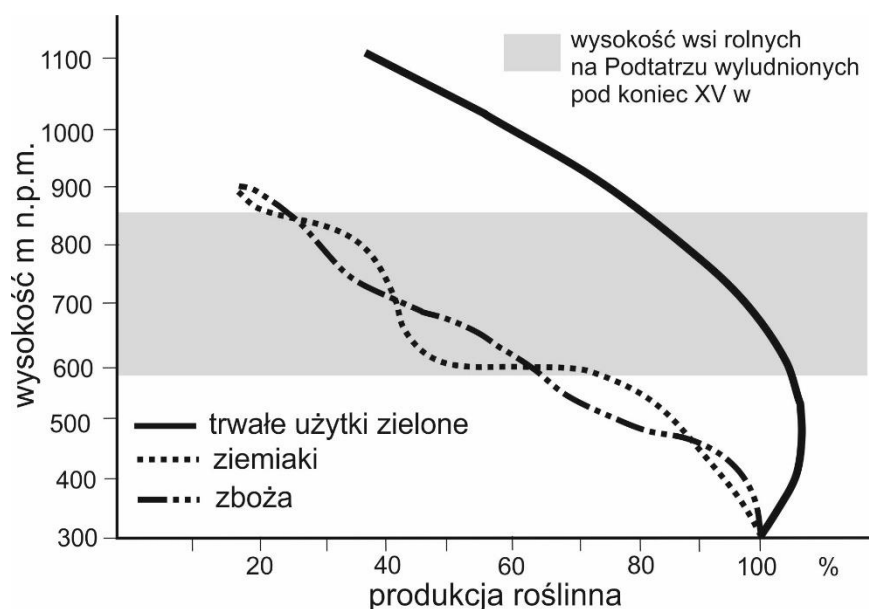
<sup>37</sup> Margielewski W., Kowalyukh N., *Neoholocene climatic changes recorded in landslides peat bog on Mount Ćwilin (Beskid Wyspowy range, Outer Carpathians, South Poland)*, Studia Geomorphologica Carpatho–Balcanica, 37, 2003, s. 59–77.

Margielewski W., 2006, *Records of the Late Glacial–Holocene palaeoenvironmental changes in landslide forms and deposits of the Beskid Makowski and Beskid Wyspowy Mt area (Polish Outer Carpathians)*, Folia Quaternaria, 76, s. 50-54.

<sup>38</sup> Kotarba, A., 2004, *Zdarzenia geomorfologiczne w Tatrach Wysokich podczas Małej Epoki Lodowej* [w:] A. Kotarba (red.), *Rola małej epoki lodowej w przekształcaniu środowiska przyrodniczego Tatr*, Prace Geograficzne IG i PZ PAN, 197, s. 48; Kotarba A., 2006, *The Little Ice Age in the High Tatra Mountains*, Studia Quaternaria 23, s. 50.

<sup>39</sup> Kędzia S., Kotarba A., *The Little Ice Age in the Tatra Mountains*. Cuadernos de Investigación Geográfica, 44, 1, 2018, 48-49.

sprzyjały rozprzestrzenianiu się głodu i różnych epidemii<sup>40</sup>. Kryzys klimatyczny musiał być szczególnie odczuwalny w regionach Karpat, gdzie gospodarka rolna była słabo zaadaptowana do lokalnych warunków klimatycznych takich jak obszar Podtatrza. Na terenie Polski najwięcej ekstremalnych sezonów letnich bądź zimowych w okresie 1501-1840 odnotowano w XVI w. a szczególnie w jego pierwszej połowie<sup>41</sup>. W czasach nowożytnych znane są także przykłady jak warunki klimatyczne i pośrednio klęski nieurodzaju i głodu są w stanie przerwać rozwój miejscowości w Karpatach. Chłodne dwa lata na początku w XVIII tzw. Zmarznute Roky (1715-1716 AD) spowodowały przerwanie rozwoju miasteczka Namestova na Górnej Orawie i spowodowały masową emigrację mieszkańców na urodzajniejsze tereny południowych Węgier<sup>42</sup>.



Ryc. 3. Zależność produkcji roślinnej od wysokości bezwzględnej w Karpatach polskich wg. Twardego i in. (2011), zmienione

Możliwość wyludniania się osad rolniczych w górskich terenach Polski i Słowacji w skutej gwałtownego i długotrwałego załamania klimatu po raz pierwszy wskazał G. Jawor<sup>43</sup>.

<sup>40</sup> Kędzia S., Kotarba A., The Little Ice Age in the Tatra Mountains. Cuadernos de Investigación Geográfica, 44, 1, 2018, 48-49.

<sup>41</sup> Przybylak R., Wójcik G., Marciniak K., Chorażyczewski W., Nowosad W., Oliński P., Syta K. Zmienność warunków termiczno-opadowych w Polsce w okresie 1501-1840 w świetle danych historycznych. Przegląd Geograficzny, 76, 1, 2004, 19.

<sup>42</sup> Krzywda P., Figiel S., Beskid Żywiecki. Przewodnik. Wyd. Rewasz, Pruszków 2006, s. 390.

<sup>43</sup> Jawor G., *Osady prawa wołoskiego i ich mieszkańcy na Rusi Czerwonej w późnym średniowieczu*, Lublin, 2004, s. 60.

Wskazał on, że na obszarach położonych powyżej 500 m n.p.m. w skutek kryzysu klimatycznego nie rodziły zboża ozime, co wpłynęło na spadek opłacalności produkcji zbożowej. Teza ta znajduje potwierdzenie w zależnościach produkcji roślinnej od wysokości bezwzględnej w Karpatach<sup>44</sup>. Powyżej wysokości 550 m plony zbóż i roślin okopowych obniżają się gwałtownie. Maksymalne plony roślin zbożowych i okopowych uzyskiwane w górach na wysokości 600–650 m n.p.m. są o ok. 50% mniejsze niż w lokalizacjach pogórskich na wysokościach 300–400 m n.p.m. Produktywność użytków zielonych natomiast praktycznie nie ulega zmianie a ich spadek z wysokością jest niewielki i wynosi ok 5–10% na każde 100 m przyrostu wysokości (Ryc. 3). Trwałe użytki zielone, a także niektóre rośliny pastewne (koniczyna, trawy), są najlepiej przystosowane do warunków ekologicznych występujących w wyższych partiach Karpat<sup>45</sup>. Biorąc pod uwagę niekorzystne warunki klimatyczne podczas MEL w obszarach górskich wegetacja roślin uprawnych była utrudniona, co spowodowało eliminację z uprawy gatunków o większych wymaganiach siedliskowych, natomiast nie ulega zakłóceniu możliwości zaopatrzenia w paszę dla zwierząt co pozwoliło na swobodne prowadzenie wypasów, które dostarczały osadnikom pełnowartościowego pożywienia (nabiału i mięsa).

Kryzys klimatyczny przełomu XV i XVI wieku spowodował regionalny kryzys agro-ekologiczny, socio-ekonomiczny i demograficzny skutkujący pogorszeniem jakości życia mieszkańców tej części Karpat i depopulacją wysoko położonych wsi rolniczych prawa niemieckiego. Zjawisko wyludniania się wsi nie było ograniczone lokalnie do wysoko wyniesionych obszarów górskich Podtatrza, ale zachodziło regionalnie w podobnym czasie po obu stronach Karpat<sup>46</sup>. Opuszczane wsie były zajmowane przez pasterzy wołoskich, a prawo wołoskie stanowiło w XVI wieku środek do kolonizacji nieatrakcyjnych dla rolników

---

<sup>44</sup> Twardy S., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. 2011. The role of grasslands in the formation of structural and spatial order of rural areas. *Journal of Water and Land Development*. No 15 s. 110-112.

<sup>45</sup> Ibidem s. 112

<sup>46</sup> Beňko J., *Osiedlenie severného Slovenska*. Košice, 1985, s. 176.; Małecki J., *Lustracja województwa krakowskiego 1564, I.*, Warszawa, 1962, s. 33; Chalupecký V., *Valaši na Slovensku*. Praha 1947, s. 31; Długopolski E., *Przyczynki do osadnictwa wołoskiego w Karpatach*. Sprawozdania Filii c.k. Gimnazjum św Jacka w Krakowie za rok 1916, Kraków, s. 7; Prochaska A., 1889. Jaśliska, miasteczko i klucz biskupów przemyskich, *Przew. Nauk. i Lit.*, Dod. mies. do „Gaz. Lwow.”, Rocz. 17, s. 62.

obszarów<sup>47</sup> Można postawić pytanie czy gospodarka pasterska i prawo wołoskie były dla obszarów górskich jedyną strategią na przezwyciężenie kryzysu klimatycznego Małej Epoki Lodowej? Zmiana strategii gospodarowania skierowana na pasterstwo oraz wprowadzenie i rozpowszechnienie innowacyjnych technologii opartych na wyrobie sera podpuszczkowego pozwalały na dostarczenie pożywienia (ser i produkty owcze zamiast chleba) i zapewniały możliwości regulacji świadczeń wobec właściciela ziemi (wołoska dań barania). Wiek XVI był „złotym wiekiem” osadnictwa na prawie wołoskim w Karpatach Zachodnich pomimo trwania kryzysu klimatycznego Małej Epoki Lodowej.

## Wnioski

1. Pogorszenie warunków klimatycznych pod koniec XV wieku związane z fazą ochłodzenia i zwilgotnienia podczas Małej Epoki Lodowej zostało wyraźnie zarejestrowane w archiwach paleoklimatycznych Tatr. Spowodowało ono regionalny kryzys społeczno-demograficzny na Podtatrzu, który najsilniej dotknął osady rolnicze prawa niemieckiego położone powyżej wysokości 500-600 m n.p.m., stanowiące obszary marginalne dla prowadzenia rolnictwa w górach. Osiemnaście osad zamieszkałych przez Niemców, Polaków bądź Słowaków położonych we wschodniej części regionu uległo wyludnieniu.
2. Opuszczone wsie zostały odnowione na prawie wołoskim z początkiem XVI wieku i skolonizowane przez nowych osadników Rusinów-Wołochoń w oparciu o gospodarkę pastersko-rolniczą. Osady te funkcjonowały bez przeszkód w późniejszych wiekach mimo ciągle niesprzyjających warunków klimatycznych Małej Epoki Lodowej.
3. Pogorszenie warunków klimatycznych w Karpatach na przełomie XV i XVI wieku najprawdopodobniej wywołało potrzebę zmiany strategii gospodarowania w obszarach górskich z rolniczej na innowacyjną, pastersko-rolniczą w oparciu o wzorce prawa wołoskiego doprowadzając do istotnych przemian stosunków społeczno-gospodarczych w Karpatach.

---

<sup>47</sup> Jawor G., *Osady prawa wołoskiego i ich mieszkańcy na Rusi Czerwonej w późnym średniowieczu*, Lublin, 2004, s. 60.

## Literatura

- Baumgart-Kotarba M., Kotarba A., Wachniew P., 1993, *Młodoholoceńskie osady jeziorne Morskiego Oka w Tatrach Wysokich oraz ich datowanie radioizotopami  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$*  [w:] A. Kotarba (red.), *Z badań fizycznogeograficznych w Tatrach*, Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN, 4–5, 45–61.
- Beňko J., 1985. Osiedlenie severného Slovenska. Košice.
- Bitušik, P., Kubovčík, V., Štefková, E., Appleby, P.B., Svitok, M., 2009. Subfossil diatoms and chironomids along an altitudinal gradient in the High Tatra Mountain lakes: a multi-proxy record of past environmental trends. *Hydrobiologia* 631 (1), 65-85.
- Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H., Osborn T.J., 1998, *Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years*, *Nature* 393, 450–454.
- Chalupecký V., Valaši na Slovensku. Praha 1947.
- Chalupecký I., Harabin J., 2004. Dejiny Osturne. Historycký a kultúrny spolok w Osturni, 336.
- Crowley T., 2000, *Causes of climate changes over the past 1000 years*, *Science*, 289, 270–277.
- Długopolski E., Przyczynki do osadnictwa wołoskiego w Karpatach. Sprawozdania Filii c.k. Gimnazjum św Jacka w Krakowie za rok 1916, Kraków.
- Eddy J.A. 1976, *The Maunder minimum*, *Science*, 192, 1189–1201.
- Galloway P.R., 1986. Long-Term Fluctuations in Climate and Population in the Preindustrial Era. *Population and Development Review* 12, 1, 1-24.
- Gąsiorowski M., Sienkiewicz E., 2010, *The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland*, *Journal of Paleolimnology*, 43, 475–487
- Jawor G., 2004. *Osady prawa wołoskiego i ich mieszkańcy na Rusi Czerwonej w późnym średniowieczu*, Lublin, 2004, 227.
- Jones, P.D., Bradley, R.S. 1992. Climatic variation over the last 500 years, summary. *Climate Since A.D. 1500*. Routledge, pp. 649-665.
- Kędzia S., Kotarba A., 2018. The Little Ice Age in the Tatra Mountains. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 44, 1, 47-67
- Kłapyta P., 2012, *Ewolucja rzeźby wysokogórskiej Tatr Zachodnich w późnym glacyale i holocenie*, Wyd. IG i GP UJ, Kraków, ss. 285



- Kłapyta P., Zasadni J., Pociask-Karteczka J., Gajda A., Franczak P., 2016, *Late Glacial and Holocene paleoenvironmental records in the Tatra Mountains (East-Central Europe) based on lake, peat bog and colluvial sedimentary data: a summary review*. Quaternary International, 415, 126-144.
- Kotarba, A., 2004, *Zdarzenia geomorfologiczne w Tatrach Wysokich podczas Małej Epoki Lodowej* [w:] A. Kotarba (red.), *Rola małej epoki lodowej w przekształcaniu środowiska przyrodniczego Tatr*, Prace Geograficzne IG i PZ PAN, 197, 9–54.
- Kotarba A., 2006, *The Little Ice Age in the High Tatra Mountains*, *Studia Quaternaria* 23, 47–53.
- Kotarba A., Łokas E., Wachniew P., 2002b, *<sup>210</sup>Pb dating of young Holocene sediment in high-mountain lakes of the Tatra Mountains*, *Geochronometria*, 21, 197–208.
- Krąpiec M., 1992, *Dendrochronologia czarnych dębów z doliny Wisły w okolicach Krakowa*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 25–26, 115–131.
- Krzywda P., Figiel S., 2006. *Beskid Żywiecki*. Przewodnik. Wyd. Rewasz, Pruszków. 520.
- Libelt P., 1988, *Warunki i przebieg sedymentacji osadów postglacjalnych cyrkach lodowcowych Tatr Zachodnich na przykładzie Kotła Starorobociańskiego*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 22, 63–82.
- Małecki J., 1962. *Lustracja województwa krakowskiego 1564, I.*, Warszawa 1962 185-186.
- Margielewski W., Kowalyukh N., 2003, *Neoholocene climatic changes recorded in landslide/s peat bog on Mount Ćwilin (Beskid Wyspowy range, Outer Carpathians, South Poland)*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 37, 59–77.
- Margielewski W., 2006, *Records of the Late Glacial–Holocene palaeoenvironmental changes in landslide forms and deposits of the Beskid Makowski and Beskid Wyspowy Mt area (Polish Outer Carpathians)*, *Folia Quaternaria*, 76, 1–149
- Maruszczak, H. 1999. Trends to climate change in the last millennium. In: L. Starkel (Ed.), *Geografia Polski – Środowisko Przyrodnicze*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, pp. 180-188.
- Matthews J.A., Briffa K.R., 2005, *The “Little Ice Age”: revaluation of an evolving concept*, *Geografiska Annaler*, 87 A, 17–36.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 marca 2009 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Wspieranie gospodarowania na obszarach górskich i innych obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW)” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013. Dz.U. 2009. Nr 40 poz. 329

- National research council (1998) *decade-to-century-scale climate variability and change: a science strategy*. Natl acad press, washington, dc.
- Niedźwiedź T., 2004, *Rekonstrukcja warunków termicznych lata w Tatrach od 1550 roku* [w:] A. Kotarba (red.), *Rola małej epoki lodowej w przekształcaniu środowiska przyrodniczego Tatr*, Prace Geograficzne IG i PZ PAN, 197, 57–88.
- Obrębska-Starkłowa B., Hess M., Olecki Z., Trepńska J., Kowanetz L., Klimat [w:] J. Warszńska (red.) *Karpaty Polskie*. Uniwersytet Jagielloński, 367.
- Porter C. 1986, *Pattern and forcing of Northern Hemisphere glacier variation during the last millennium*, Quaternary Research, 26, 27–48.
- Prochaska A., 1889. Jaśliska, miasteczko i klucz biskupów przemyskich, *Przew. Nauk. i Lit.*, Dod. mies. do „Gaz. Lwow.”, Rocz. 17.
- Przybylak R., Wójcik G., Marciniak K., Chorażyczewski W., Nowosad W., Oliński P., Syta K. 2004. Zmienność warunków termiczno-opadowych w Polsce w okresie 1501-1840 w świetle danych historycznych. *Przegląd Geograficzny*, 76, 1, 5-28.
- Rybničková E., Rybniček K., 2006, *Pollen and macroscopic analyses of sediments from two lakes in the High Tatra mountains, Slovakia*, Vegetation History and Archaeobotany, 15, 345–356.
- Starkel L., 1977, *Paleogeografia holocenu*, PWN, Warszawa.
- Starkel L., 1990, *Holocene as interglacial—problems of stratigraphy*, *Przegląd Geologiczny*, 38, 13–16.
- Trajdos T., 1991. Szkice z dziejów Zamagurza Spiskiego, Oficyna Podhalańska : "Secesja, Kraków, 39.
- Twardy S., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. 2011. The role of grasslands in the formation of structural and spatial order of rural areas. *Journal of Water and Land Development*. No 15 p. 99– 113.
- Zhang D.D., Brecke P., Lee H.F., He Y-Q, Zhang J., 2007. Global Climate Change, War, And Population Decline In Recent Human History. *PNAS*, 104, 49, 19214–19219.
- Zhang D.D., Lee H.F., Wang C., Lie B., Pei Q., Zhang J., An Y., 2011. The Causality Analysis Of Climate Change And Large-Scale Human Crisis. *PNAS*, 108, 42, 17296–17301.
- Webster, D., 1975, Warfare and the Evolution of the State: A Reconsideration. *American Antiquity* 40, 464–470.