Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych

Instytut Geoekologii i Geoinformacji

Jagoda Kawecka

**Przemiany szaty roślinnej w rejonie doliny Malhawy koło
Iwano-Frankiwska (dawnego Stanisławowa) na podstawie
analizy palinologicznej**

*Changes of flora in the region of the Malhawa River near
Iwano-Frankiwska (previously Stanisławów) based on pollen
analysis*

Praca magisterska wykonana pod kierunkiem

Prof. UAM dr hab. Mirosława Makohonienko

W Instytucie Geoekologii i Geoinformacji

Poznań, 2013

Poznań, dnia.....

OŚWIADCZENIE

Ja, niżej podpisana Jagoda Kawecka, studentka Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oświadczam, że przedkładaną pracę dyplomową pt: „***Przemiany szaty roślinnej w rejonie doliny Malhawy koło Iwano-Frankiwska (dawnego Stanisławowa) na podstawie analizy palinologicznej***” napisałam samodzielnie. Oznacza to, że przy pisaniu pracy, poza niezbędnymi konsultacjami, nie korzystałam z pomocy innych osób, a w szczególności nie zlecałam opracowania rozprawy lub jej części innym osobom, ani nie odpisywałam tej rozprawy lub jej części od innych osób.

Oświadczam również, że egzemplarz pracy dyplomowej w formie wydruku komputerowego jest zgodny z egzemplarzem pracy dyplomowej w formie elektronicznej.

Jednocześnie przyjmuję do wiadomości, że gdyby powyższe oświadczenie okazało się nieprawdziwe, decyzja o wydaniu dyplomu zostanie cofnięta.

.....

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie.....	5
2. Cel i zakres pracy.....	6
3. Opis obszaru badań.....	6
3.1. Położenie geograficzne.....	6
3.2. Geomorfologia i geologia.....	9
3.3. Gleby.....	12
3.4. Klimat.....	13
3.5. Współczesna szata roślinna.....	15
3.6. Hydrografia.....	21
4. Stan badań nad szatą roślinną w rejonie Podkarpacia i Polesia.....	21
4.1. Badania palinologiczne.....	22
4.2. Badania szczątków zwierzęcych w Staruni.....	23
4.3. Badania torfowisk Polesia.....	23
5. Badania palinologiczne.....	23
5.1. Pobór materiałów.....	23
5.2. Opis osadów.....	25
5.3. Analiza palinologiczna.....	26
5.3.1. Metody laboratoryjne.....	26
5.3.1.1. Przygotowanie próbek do analizy pyłkowej.....	26
5.3.1.2. Badania mikroskopowe.....	27
5.3.1.3. Identyfikacja sporomorf.....	27
5.3.1.3.1. Uwagi na temat rozprzestrzeniania ziaren pyłku.....	27
5.3.2. Prezentacja wyników.....	28
5.3.2.1. Obliczenia i zestawienia tabelaryczne.....	28
A – wartości procentowe.....	30
B – wartości koncentracji.....	32

5.3.2.1.1. Niska frekwencja ziaren, porównanie z innymi badaniami.....	35
5.3.2.1.2.2. Zachowanie sporomorf w różnych warunkach środowiskowych.....	37
C – influx.....	39
5.3.2.2. Konstrukcja diagramów pyłkowych.....	39
5.3.2.3. Podział diagramów na lokalne poziomy pyłkowe.....	40
6. Wyniki badań.....	40
7. Historia roślinności w świetle badań palinologicznych.....	42
8. Podsumowanie.....	44
Wykaz występujących w pracy łacińskich nazw rodzin, rodzajów i gatunków.....	45
Bibliografia.....	48

1. Wprowadzenie

Nauki zajmujące się odtwarzaniem warunków, w jakich funkcjonowały środowiska w przeszłości korzystają z licznych metod badawczych. Jedną z ważniejszych z nich jest metoda analizy pyłkowej. Analiza pyłkowa to metoda jakościowego i ilościowego badania składu pyłków i zarodników, zachowanych w utworach geologicznych różnego rodzaju i różnych epok (Dyakowska, 1959). W myśl tej metody - szczątki zachowane w osadach dają odzwierciedlenie warunków środowiskowych, które panowały na badanym obszarze w czasie tworzenia się tego osadu. Jako, że funkcjonowanie każdego ekosystemu określone jest przez charakterystyczne dla niego warunki środowiskowe, metoda ta daje możliwość pośredniego wnioskowania o warunkach klimatycznych, panujących niegdyś na danym obszarze. Pozwala na korelację poziomów stratygraficznych, ustalenie chronologii zdarzeń, przeprowadzenie rekonstrukcji lokalnych oraz regionalnych zmian szaty roślinnej. Pozwala podjąć wnioskowania nad czynnikami hydrologicznymi i glebowymi. Umożliwia rekonstrukcję zbiorowisk roślinnych w przeszłości, dostarcza dowodów odnośnie ewolucji roślin. Ma także zastosowanie w taksonomii pomagając zaszeregować rośliny kopalne i współczesne do poszczególnych jednostek taksonomicznych. Archeolodzy, zaczęli wykorzystywać palinologię w badaniach relacji zachodzących między człowiekiem, a środowiskiem. W geologii służy do określenia wieku utworów od prekambriu do czwartorzędu. Jej interdyscyplinarny charakter przyczynił się też do współpracy w dziedzinach takich jak; medycyna (wykorzystywana przez lekarzy alergologów) czy kryminalistyka, w której służy do pomocy policjantom śledczym. Inne działy nauki i gospodarki, w których palinologia jest stosowana to przemysł naftowy, przemysł kosmetyczny czy pszczelarstwo.

Nazwę palinologia wprowadzili w 1944 r. badacze angielscy H. A. Hyde i D.A. Williams, a jej źródłosłów pochodzi od greckich słów: *palynejn* – rozpraszać, rozsiewać, *pole* – drobny pył, mąka oraz *logos* – słowo, nauka (Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003). Historia badań palinologicznych, rozpoczęła się dużo wcześniej. Pierwsze obserwacje ziaren pyłku pod mikroskopem oraz ich morfologiczny opis sporządzili badacze N. Grew (1628 - 1711) oraz M. Malphigi (1628 - 1694). Ważnym etapem w rozwoju palinologii było zaproponowanie w 1890 r. przez C. A. H. Fischer'a morfologicznego systemu opisu ziaren pyłku i podanie palinologicznej charakterystyki wielu rodzin roślin europejskich. Pionierem w zastosowaniu metody pyłkowej jako analizy statystycznej był szwedzki geolog Lennart von Post, który to w swojej przełomowej pracy z roku 1919, zademonstrował wyniki badań kopalnych zarodników i ziaren pyłku występujących w torfach holoceniowych. Datę tą

przyjmuje się jako formalny początek palinologii, a wydanie pracy zapoczątkowało falę rosnącego zainteresowania tymi badaniami. Za sprawą von Posta, ojczyzną metody stała się Skandynawia. Z czasem, w miarę rozwoju i dzięki swojej powszechności i możliwości zastosowania w wielu dziedzinach wiedzy rozprzestrzeniła się i przyjęła na całym świecie. W Polsce pierwsze analizy pyłkowe zostały zainicjowane przez prof. UJ W. Szafera. Pierwszym stanowiskiem opracowanym tą metodą przez B. Szafrana w 1925 r. było holocenijskie torfowisko w Pakosławiu. Obecnie badania palinologiczne w Polsce prowadzone są przez ośrodki uniwersyteckie, Polską Akademię Nauk czy Państwowy Instytut Geologiczny. Dziś metoda analizy pyłkowej dalej sukcesywnie się rozwija. Nastąpił przyrost ilościowy dostępnych źródeł oraz postęp metodyczny. Coraz większa liczba specjalistów oraz opracowań w tej dziedzinie, przyczynia się do powstawania nowych problemów naukowych oraz nieustannie kształtuje interdyscyplinarną współpracę specjalistów na całym świecie.

2. Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy jest ukazanie przemian szaty roślinnej w regionie Ukraińskiego Podkarpacia. Badania prowadzone były na podstawie rdzenia osadów biogenicznych, pobranego z torfowiska w dolinie rzeki Malhawy, ok. 30 km na południowy wschód od Iwano-Frankiwska, dawnego Stanisławowa. Rdzeń ten opracowano metodą analizy pyłkowej. Ze względu na występowanie w tym regionie osadów torfowych, które sprzyjają konserwacji ziaren pyłku można było wnioskować o korzystnym ich zachowaniu. W trakcie przeprowadzanych przy mikroskopie badań okazało się jednak iż zarówno frekwencja jak i stan zachowania ziaren są niewielkie. Niemniej jednak ze względu na potrzebę wzbogacenia stanu wiedzy przeprowadzanych na tym obszarze badań, podjęto próbę analizy rdzenia. Na podstawie uzyskanych danych przeprowadzono wstępną rekonstrukcję szaty roślinnej, zinterpretowano oddziaływanie człowieka oraz pośrednio zmieniające się warunki klimatyczne. Badania te podjęte zostały w kontekście prac archeologicznych prowadzonych przez zespół z Instytutu Prahistorii UAM, kierowanego przez dr hab. Przemysława Makarowicza.

3. Opis obszaru badań

3.1. Położenie geograficzne

Przedmiotem niniejszej pracy jest rdzeń osadu, pobrany ze stanowiska położonego w zachodniej Ukrainie, niedaleko miasta Iwano-Frankiwska w Obwodzie Iwanofrankiwskim

położonym w odległości około 150 km od zachodniej granicy z Polską. Zachodnia Ukraina charakteryzuje się stosunkowo wysokim położeniem nad poziomem morza. Od północy ograniczona jest Polesiem, od zachodu Wyżyną Wołyńską, od południowo-zachodu łukiem Karpat. Natomiast ze wschodu zamyka ją skłon Niziny Poleskiej oraz Wyżyny Podolskiej przy ujściu rzeki Dniestr do Morza Czarnego.

Ryc. 1. Obszar zachodniej Ukrainy, czerwonym punktem zaznaczono stanowisko badań palinologicznych na terenie zachodniej Ukrainy, Podkarpacia,

źródło; Zastawnyj, Kusiński, 2003

Analizowane stanowisko położone jest w regionie Podkarpacia, przy jego przejściu w Niż Wschodnioeuropejski, około 30 km na południowy-wschód od miasta Iwano-Frankiws'k. Obszar ten należy do dorzecza Dniestru. W regionie tym zaznaczają się stosunkowo liczne torfowiska (ryc. 1 , 2).

Ryc. 2. Okolice Targowicy, czerwonym punktem zaznaczono analizowane stanowisko palinologiczne, źródło: maps.google.pl

Poniżej, mapa z 1930 r. ze zbiorów Wojskowego Instytutu Geograficznego

Badany rdzeń osadów organicznych pobrany został z terenu kopalni torfu, położonej około kilometr na wschód od wsi Targowica (ryc. 3). Okolica ta jest stosunkowo silnie przekształcona, w skutek działalności człowieka zatracając swój pierwotny charakter. W kulturowym krajobrazie zaznaczają się liczne rzeki, których doliny, podobnie jak inne obniżenia terenu porośnięte są większymi skupiskami roślinnymi oraz lasami. Na pozostałych terenach dominują pola uprawne, usytuowane na żyznych, występujących tu czarnoziemach. Na terenie kopalni występują liczne wyrobiska po eksploatacji torfu.

Ryc. 3. Targowica oraz położona nieopodal kopalnia torfu. Czerwonym punktem zaznaczono miejsce, na terenie kopalni, z którego pobrano rdzeń do badań,

źródło: maps.google.pl

3.2. Geomorfologia i geologia

Badane stanowisko stanowi część wypiętrzonej formy noszącej nazwę Pogórza Karpackiego (inaczej Podkarpacia) powstałej w erze kenozoicznej. Ciągnie się ona pasem o długości 300 km, szerokości 40 km i osiąga wysokości od 200 do 700 m n.p.m. (Zastanwnyj, Kusiński, 2003). Obszar ten jest strukturalnie związany z Karpatami ukraińskimi. Karpaty Ukraińskie są częścią Karpat Wschodnich, przy czym do Ukrainy należy około 30 % powierzchni tej prowincji. Część łuku karpackiego, który położony jest na terenie Ukrainy stanowi największy odcinek całego łańcucha, ciągnący się pomiędzy Wielką Niziną Węgierską i Wyżyną Podolską.

Ryc. 4. Lokalizacja stanowiska na tle regionów fizycznogeograficznych oraz jednostek geobotanicznych Ukrainy, źródło; Zastawnyj, Kusiński, 2003

Teren zachodniej Ukrainy jest to obszar o urozmaiconym reliefie i zróżnicowanych krajobrazach, rozwiniętej sieci dolinnej i rzecznej, pokryty przez różne biotopy. W wyniku aktywności tektonicznej powstały tu łupki, zlepińce, piaskowce oraz wapienie. W granicach Obwodu Iwanofrankiwskiego znajduje się Podkarpaccy region naftowo - gazowy oraz Podkarpaccy Zagłębie Siarkowe. Teren ten jest zasobny w różnego rodzaju kopaliny użyteczne; ropę naftową, gaz ziemny, siarkę. Podobnie jak na sąsiadującym od północy Polesiu wydobywa się torf. Obszar ten bogaty jest w piaskowce oraz kamienie ozdobne: agaty, chalcedony i karneole. W terenie tym dzięki urozmaiconej budowie tektonicznej można znaleźć też znaczne zasoby wód siarczanowych, jodowych, bromowych, jodowo - bromowych (Zastanwnyj, Kusiński, 2003). Można stwierdzić, że zasoby mineralno - surowcowe zachodniej Ukrainy są bogate.

Ryc. 5. Okolice kopalni torfu koło Targowicy, fot. M. Makohonienko, 2012 r

3.3. Gleby

Według Glebowego Atlasu Europy (Soils atlas of Europe, 2005), analizowany obszar położony jest na skraju dwóch jednostek glebowych: gleb glejowych typowych - Gh (Humic gleysole) oraz Hl (Lubic phaeozem) – czarnych ziem z poziomem argic. Gleby glejowe, tworzą się głównie na powierzchniach nizinnych, gdzie woda gruntowa podchodzi wysoko do powierzchni ziemi, która w efekcie często jest nadmiernie przesiąknięta. Również związane z występowaniem wód gruntowych, zasobne w materię organiczną oraz węglan wapnia czarne ziemie występują na aluwialach, obrzeżach torfowisk i deluwialach. Na zachód od analizowanego stanowiska występuje obszar z czarnoziemami Ch - (Chernic chernozem). Ich występowanie charakterystyczne jest dla obszarów stepowych. Charakteryzują się posiadaniem widocznego mięjszego poziomu akumulacji materii organicznej, mają porowatą budowę, co sprawia iż są wysoce przewodne i przepuszczalne. Cechy te powodują iż czarnoziemy to jedne z najbardziej wartościowych pod względem rolniczym gleb na świecie. Około 30 km na północ od analizowanego stanowiska wykształciły się mady torfowe, Jdg (Hystic fluvisole), charakterystyczne, dla okresowo zalewanych obszarów takich jak; równiny aluwialne, bagna i terasy zalewowe rzek. Na północny-zachód, na zachód i na południowy-wschód od badanego stanowiska ciągną się pasem silnie alkaliczne gleby płowe zaciekowe gruntowo–glejowe, Dg (Gleyic albeluvisol) oraz Dgs (Gleyic albeluvisol) – płowe zaciekowe opadowo-glejowe. Gleby tego typu zaznaczają się zazwyczaj na płaszczyznach, na obszarach o suchych, gorących latach, są mocno zasolone.

Ryc. 6. Mapa glebowa, czerwonym punktem zaznaczono stanowisko badań,

źródło; Soils atlas of Europe, 2005

3.4. Klimat

Ukraina położona jest w strefie klimatu umiarkowanego. Jej strefowość klimatyczna przejawia się zwiększającym się kontynentalizmem z zachodu na wschód. Występowanie gór oraz zmienna cyrkulacja mas powietrznych również przyczyniają się do nasilenia zróżnicowania warunków klimatycznych.

Stosunki klimatyczne Podkarpacia kształtowane są przez wtargnięcia niżów i wyżów atlantyckich oraz stosunkowo wysokie położenie, 284 m n.p.m, która przyczynia się do odnotowania znacznej ilości opadów oraz wilgotności powietrza, a także do występowania dłuższego okresu mrozowego. Średnia roczna temperatura wynosi tu od 5 - 7° C. Rozkład średnich miesięcznych temperatur dla miasta Iwano-Frankiwnsk przedstawia wykres 6. Najwyższa średnia temperatura najcieplejszego miesiąca - lipca wynosi 23° C, natomiast najniższa 12° C. Najchłodniejszym miesiącem jest styczeń. Najwyższa temperatura notowana w styczniu to 0° C, najniższa - 6° C (ryc. 7).

Ryc. 7. Wykres temperatury dla miasta Iwano-Frankiwnsk,

źródło; www.weatheronline.com

Znaczna wysokość nad poziomem morza skutkuje otrzymywaniem przez Karpaty i Podkarpacie najwyższej na Ukrainie sumy opadów w ciągu roku. Dla Podkarpacia - od 600 do 800 mm oraz do ponad 2000 mm w najwyższych wzniesieniach Karpat. Na terenie Ukrainy, rozkład roczny opadów ma związek z warunkami kontynentalnymi, z maksimum przypadającym na okres letni (z wyłączeniem obszarów górskich)– Karpaty oraz Góry Krymskie. Na nizinnych obszarach, udziały opadów maleją z północno-zachodu (600 mm) w kierunku południowo-wschodnim (400 mm). Ilość opadów dla Ukrainy w ciągu roku ilustruje ryc. 8.

Ryc. 8. Mapa opadów rocznych Ukrainy, czerwonym punktem zaznaczono analizowane stanowisko, źródło; Zastawnyj, Kusiński, 2003

Ilość opadów notowanych w ciągu roku w mieście Iwano-Frankiwsz przedstawia ryc. 9. Najwyższe opady występują tu w lipcu i wynoszą 340 mm. W miesiącach jesiennych i zimowych - od października do lutego wysokość opadów nie przekracza 50 mm.

Ryc. 9. Wykres opadów dla miasta Iwano-Frankiwsz, źródło; www.weatheronline.com

W Karpatach i okolicach odnotowuje się najwyższą grubość pokrywy śnieżnej oraz najdłuższy okres jej zalegania. W rejonie Obwodu Iwanofrankiwskiego przecięta długość pokrywy śnieżnej przekracza często 30 - 40 dni w ciągu roku (Zastawnyj, Kusiński, 2003). W lutym w Karpatach i na Podkarpaciu osiąga grubość 70 – 80 cm.

3.5. Współczesna szata roślinna

Florę Ukrainy charakteryzuje różnorodność składu gatunkowego. Wpływ na to ma zróżnicowanie jej stref klimatycznych. Szacuje się, że tutejsze lasy tworzy ponad 30 gatunków drzew. Charakterystyczna jest stosunkowo niska lesistość kraju - wynosząca 15,7%, ponadto w ciągu ostatnich stuleci zalesienie znacznie się zmniejszyło. Lasy na terytorium Ukrainy skoncentrowane są w części zachodniej - Karpaty i Podkarpacie i północnej - Polesie. Na terenie Podkarpacia pokrycie lasem zajmuje od 20 do 40%, w samych Karpatach zaś - 40%, a na Polesiu 27%. Dominują lasy młode i średniowiekowe. Na obszarze dawnych pierwotnych lasów jodłowo-bukowych rosną dziś sztucznie nasadzone jednogatunkowe lasy świerkowe, mało wytrzymałe i często uszkodzane przez wiatr i szkodniki leśne (Gudowski, 2007). Główne gatunki drzew występujące w Karpatach to świerk pospolity (*Picea abies*), (ryc. 10) zajmowana przez niego powierzchnia - 9% i jodła (*Abies alba*) - 3% oraz w niewielkich ilościach sosna zwyczajna (*Pinus silvestris*), (ryc. 11).

Ryc. 10. Występowanie świerku (*Picea abies*) w Europie,
czerwonym punktem zaznaczono analizowane stanowisko badań,

Źródło; Podbielkowski, 1995

Ryc. 11. Występowanie sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris*) w Europie,
Źródło; Podbielkowski, 1995

Ryc. 12. Zasięgi *Tilia platyphyllos* (2) i *Tilia cordata* (1)
Źródło; Podbielkowski, 1995

Ryc.13. Zasięg *Acer platanoides*

Źródło; Podbielkowski, 1995

Analizowane stanowisko położone jest w leśnym pasie Podkarpacia, przy granicy ze strefą leśno-stepową, która rozciąga się po wschodnie krańce Ukrainy. Zbiorowiska leśne na Podkarpaciu charakteryzują się dominacją dębu szypułkowego (*Quercus robur*), olszy czarnej (*Alnus glutinosa*) oraz wierzby (*Salix*). Obszar badań znajduje się również w zasięgu występowania lipy (*Tilia*), (ryc. 12.) oraz klonu (*Acer*), (ryc.13). Jednym z większych kompleksów leśnych w tym rejonie jest Czarny Las, ciągnący się między Iwano-Frankiwskiem, a Kałuszem (Zastanwnyj, Kusiński, 2003).

Wzdłuż środkowego biegu Dniestru ciągną się Błota Dniestrzańskie zwane też Samborskimi (117 km²), jest to najlepiej zbadana część Ukraińskiego Podkarpacia pod względem florystycznym. W szacie roślinnej dominują tu zespoły zielno - mchowe, których występowanie i rozmieszczenie zależy od rzeźby terenów zalewowych i warunków ekologicznych. Na obszarach zasobnych w składniki mineralne, tuż przy terasie zalewowej pojawiają się rozległe zarośla olszy czarnej (*Alnus glutinosa*) oraz trzciny pospolitej (*Phragmites australis*). Gatunki wymagające mniej składników mineralnych występują w niższej położonej części terasy zalewowej. Można tu spotkać rosiczkę okrągłolistną (*Drosera rotundiflora*) czy żurawinę błotną (*Oxycoccus palustrae*). Inną jednostką florystyczną

występującą na terenie Podkarpacia są łąki: trawiaste, torfowe i błotne. Spotkać tu można przedstawicieli gatunków środkowoeuropejskich - kłosówki miękkiej (*Holcus mollis*) czy przytuli pospolitej (*Gallium mollugo*) (Gudowski, 2007). Obszar badań leży też w granicy występowania wiecznie zielonego pnącza, bluszczu pospolitego (*Hedera helix*) (ryc. 15).

Ryc. 14. Europejski zasięg *Quercus robur* (1) i *Quercus petraea* (2),
Źródło; Podbielkowski, 1995

Ryc. 15. Zasięg *Hedera helix*.
Źródło; Podbielkowski, 1995

Badane stanowisko położone jest blisko strefy leśno-stepowej, która ciągnie się dalej na wschód zajmując obszar środkowej Ukrainy, Niżu Wschodnioeuropejskiego. Obejmuje znaczny pas Ukrainy powierzchnię o średniej szerokości ok. 110 km będąc drugą pod względem wielkości (po stepach) strefą przyrodniczo-geograficzną kraju. Strefa ta, stanowiąca przejście od lasów do stepów, pokryta była do czasu zajęcia jej przez człowieka w 50 % lasami, pozostałą powierzchnię zajmowały trawiaste murawy. Dziś, roślinność pierwotna w większości ustąpiła miejsca roślinom uprawnym (Mochancki, 1966). Lasy natomiast zachowały się jedynie w obniżeniach terenu lub w dolinach rzecznych. Charakterystycznym drzewem lasów strefy lasostepu jest dąb szypułkowy - *Quercus robur* (ryc. 14). Ta przejściowa granica między stepami, a lasostepami w swojej pierwotnej, zanikającej dziś formie stanowi makromozaikę płątów roślinności stepowej i płątów lasu. Rodzaj stepu, który porasta tą strefę to tzw. typowy step łąkowy (*Mesofestuceto – Herbetum*), występujący na czarnoziemach (Podbielkowski, 1955). Spośród wszystkich stref Ukrainy lasostep ma najbardziej korzystne warunki, sprzyjające życiu i działalności ludzi (Zastawnyj, Kusiński, 2003). W związku z występowaniem tu czarnoziemów, obszar ten jest dość silnie przekształcony przez człowieka. Znaczą powierzchnię zajmują tu użytki rolne – uprawia się buraki i pszenicę. Ze względu na znaczne zróżnicowanie klimatyczne, glebowe i roślinne tego obszaru, w obrębie lasostepu wydzielono mniejsze jednostki, tzw. prowincje. Badane stanowisko znajduje się w najbliższym sąsiedztwie prowincji zachodnioukraińskiej, części zachodnioukraińskiego lasostepu. Większość obszaru zajmują tu użytki rolne, niewielki udział mają łąki i pastwiska. Na terytorium prowincji utworzono liczne obszary chronione m.in. Obszar Chroniony Roztocza, Jaworski Park Krajobrazowy i Obszar Chroniony Miodobory. Znajduje się tu też największy pod względem obszaru obiekt chroniony na Ukrainie - Park Narodowy Podolskie Towtry (261,3 tys. ha), w którym chronione są m.in. lasy dębowo - grabowe (Zastawnyj, Kusiński, 2003).

Ryc.16. Występowanie buka, (*Fagus*) w Europie,

Źródło; Podbielkowski, 1995

Od zachodu, w związku z sąsiedztwem Podkarpacia z górami występują zwarte, głównie iglaste obszary leśne. Na terenie samego Podkarpacia występują liczne kompleksy lasów mieszanych oraz zbiorowiska łąkowe. Od strony wschodniej zaznaczać się będzie roślinność leśno-stepowa (ryc.17).

Ryc. 17. Regiony geobotaniczne Ukrainy, czerwonym punktem oznaczono analizowane stanowisko badań

źródło; Zastawnyj, Kusiński, 2003

3.6. Hydrografia

W rejonie badań występuje stosunkowo gęsta sieć rzeczna. Zarówno Karpaty jak i Podkarpacie Ukraińskie oraz część Wyżyny Podolskiej należą do dorzecza Dniestru. Wyżyna Podolska współtworzy tu część europejskiego działu wodnego między Morzem Czarnym, a Morzem Bałtyckim. Długość Dniestru wynosi 1362 km, (w granicach Ukrainy 705 km). Jest to największy system rzeczny zachodniej Ukrainy (Gudowski, 2003). Analizowane stanowisko położone jest na przedgórzu (zaliczane jeszcze do górnego biegu Dniestru). Górska i przedgórska część Dniestru mają najbardziej rozwiniętą sieć rzeczną z przewagą prawobrzeżnych dopływów. Badany rdzeń pobrany został z dorzecza Malhawy uchodzącej do Dniestru, część jej doliny jest zabagniona.

4. Stan badań nad szatą roślinną w rejonie Podkarpacia i Polesia

Wykonana praca jest częścią interdyscyplinarnego projektu badawczego realizowanego we współpracy Instytutu Prahistorii UAM (dr hab. Przemysław Makarowicz) i Instytutu Geoekologii i Geoinformacji UAM (prof. UAM dr hab. Mirosław Makohonienko).

4.1. Badania palinologiczne

Podkarpacie oraz przynależne doń strefy to ciekawy z punktu widzenia geografów, archeologów oraz innych badaczy zajmujących się badaniem środowiska naturalnego w teraźniejszości lub przeszłości obszar. W swojej geologicznej historii, gdy obszar Polski został objęty zlodowaceniem Sanu, ograniczone od północy skarpami Podola i Rostocza, a od południa pasmem Karpat, wody Wisły wpływały do Dniestru. W holocenie, wiele bałkańskich gatunków drzew znalazło tu swoje refugia. Wreszcie, terytorium między Sanem, a Dniestrem było też na trasie wędrówek ludów przemieszczających się min. z dorzecza środkowego Dunaju czy też innych południowo-wschodnich części Europy, pozostając poddane wielu kulturowym wpływom (Harmata i in. 2003).

W historii badań zachodniej części Ukrainy rozróżnić można dwa okresy: okres badań prowadzonych przez polskich naukowców (przed 1939 rokiem) oraz okres badaczy ukraińskich i rosyjskich (od lat sześćdziesiątych do osiemdziesiątych) (Harmata i in. 2003). Warto wspomnieć, iż na obszarze tym znajdują się jedne z pierwszych prowadzonych jeszcze za czasów II Rzeczypospolitej, w dwudziestoleciu międzywojennym, stanowisk polskich badań palinologicznych. Realizowane były przez tzw. Szkołę Lwowską, w Instytucie Systematyki i Morfologii Roślin Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie, z inicjatywy i pod kierunkiem prof. Stanisława Kulczyńskiego. Prowadzono tu badania na torfowiskach w Janowie, Chowilowie, Jasinowie, Głuszkowie i Podwysokiem (1927), a w 1928 r. na torfowisku Czarnohory i Biłohorszcza (Tobolski, Żurek, 2012).

Współcześnie, obszar górnego Dniestru zaczął interesować polskich naukowców - archeologów, którzy zachęcenі politycznymi zmianami po 1990 r. podjęli współpracę z badaczami ukraińskimi. Zorganizowano kilka ekspedycji m.in. w 1992, 1996, 2000 r. Inicjatorem z polskiej strony był prof. Jan Machnik z Krakowa działający z ramienia Instytutu Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, natomiast ze strony ukraińskiej prof. Ihor K. Svjesnikov z Lwowa pod protektoratem Narodowej Akademii Nauk Ukrainy. Współpraca ta zaowocowała interdyscyplinarnymi opracowaniami, które pozwalają na coraz lepsze poznanie tego regionu. W związku z archeologicznymi zainteresowaniami naukowców w części z nich zastosowano analizę pyłkową w celu zrekonstruowania ekosystemów funkcjonujących na tych obszarach w przeszłości - jako jedną z metod pozwalających określić początki antropopresji na tych obszarach (Harmata i in. 2006).

4.2. Badania szczątek zwierzęcych w Staruni

Warto wspomnieć też o badaniach staruńskich. Były to pierwsze w Polsce interdyscyplinarne badania nad wykopaliskami zwierzęcymi. Zaowocowały one powstaniem wydawanego od 1934r. do 1950r. pisma „Starunia”. Pismo to poświęcone było nie tylko opisowi znalezisk staruńskich, lecz także innym badaniom nad czwartorzędem Polski. Zestawiano w nim analizy pyłkowe do osadów jeziornych i torfowych wiążąc je z ostatnim interglacjałem, glacjałem i holocenem (Tobolski, Żurek, 2012). Badania szczątek zwierzęcych przyczyniły się tu do rozwinięcia także innych studiów m.in. paleobotanicznych oraz poszerzenia bazy diagramów pyłkowych na tym obszarze.

4.3. Badania torfowisk Polesia

Kolejnym przedsięwzięciem, które zintegrowało duży zespół przyrodników był interdyscyplinarny program badań nad melioracją Polesia, otwarty w 1928 r (Tobolski, Żurek, 2012). Wśród szeroko pojętych prac wykonywano tu min. badania torfowisk w tym analizy diagramów pyłkowych. Dzięki temu projektowi można dziś mówić o bogatym zbiorze materiałów poleskich, które w sposób kompletny wykorzystywane były w powojennych opracowaniach. Wielokrotnie przypominane były w licznych pracach, poruszających tematykę dotyczącą zasobów ukraińskiego torfu.

5. Badania palinologiczne

5.1. Pobór materiału

Materiał do badań stanowi otrzymany poprzez wiercenia rdzeń osadów torfowych o średnicy 5 cm i miąższości 7 m. Pobrany został z okolic kopalni torfu niedaleko Targowicy, świdrem Instorf, latem 2012 roku przez prof. Mirosława Makohonienko z Instytutu Geoekologii i Geoinformacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, gdzie też obecnie jest przechowywany.

Opisany po raz pierwszy w 1955 r. przez Belekopytov’a i Beresnevich’a Instorf, zwany też rosyjskim świdrem komorowym jest powszechnie używany do poboru osadów biogenicznych. Pojemnik Instorf należy do urządzeń sprawnie pobierających torfy i osady podtorfowe (Tobolski, 2000). Jego podstawowym elementem konstrukcyjnym jest stalowa puszka, na końcu której znajduje się pojemnik z zaostrzonym, bocznym wycięciem. W celu napełnienia osadem, wprowadzany jest w torf, po czym wykonuje się obrót w prawo o 180°. W ten sposób pojemnik swoją lewą stroną wycina osad, jego konstrukcja minimalizuje

zaburzenia warstw. Ze względu na fakt, iż urządzenie to daje możliwość poboru osadów w zasadzie o nienaruszonej strukturze, pozwala na uzyskanie dobrych prób do analiz paleoekologicznych. W laboratorium, z pozyskanych rdzeni pobierane są próby jednostkowe. Rdzenie tak pobrane umożliwiają opis osadów o zachowanej stratygrafii, humifikacji i kolorze.

Ryc. 18. Pojemnik Instorf. A- widok z przodu w położeniu roboczym, B- widok z boku, C- etapy pracy pojemnika: 1- w osadzie biogenicznym gotowy do pracy, 2- w trakcie pobierania osadu, 3- po pobraniu osadu, 4- rdzeń osadu po wydobyciu z pojemnika (po odwróceniu pokryw)

źródło; Tobolski, 2000

5.2. Opis osadów

Głębokość	Typ osadu
0 – 30 cm	silnie rozłożony torf, barwa Czarnawa
30,5 – 400 cm	zielny, silnie rozłożony (mazisty), torf turzycowy, brązowo – Czarnawy

Ryc. 19. Przekrój przez analizowany fragment rdzenia, zdjęcia M. Makohonienko,
opracowanie własne

5.3. Analiza palinologiczna

Całość prac laboratoryjnych wraz z udostępnionym sprzętem i materiałami laboratoryjnymi, wykonałam w Zakładzie Geologii i Paleogeografii Czwartorzędu UAM w Poznaniu, przy czynnej pomocy pani Małgorzaty Schade.

5.3.1. Metody laboratoryjne

5.3.1.1. Przygotowanie próbek do analizy pyłkowej

Próbki osadu pobierano w odstępach co 10 cm, w objętości 0,5 cm³ lub gdy spodziewana koncentracja sporomorf mogła być mniejsza – 1 cm³. Pobrane z wiercenia materiały nie nadaje się do bezpośredniego badania mikroskopowego. W celu przeglądania próbki, trzeba ją więc najpierw oczyścić z cząstek mineralnych i organicznych, które zaciemniają obraz i uniemożliwiają liczenie i oznaczanie sporomorf. Celem preparowania próbki osadu lub torfu jest zagęszczenie wszelkich zawartych w niej spor i ziaren pyłku i uczynienie ich tak widocznymi jak to tylko jest możliwe (Faegri, Iversen, 1978). Efekt ten uzyskuje się przez rozdrobnienie, usunięcie zbędnych substancji oraz zatopienie w odpowiednim ośrodku.

Węglan wapnia usunięto wskutek działania 10 %, zimnego HCl. Kwasy humusowe usunięto przez gotowanie próbek przez ok. 15 - 20 min w łaźni wodnej w 10 % KOH. Następnie, by pozbyć się większych cząstek mineralnych przesiewano próby przez sita o oczkach 0,2 mm. Pozostałe na sitku resztki przemyto silnym strumieniem z tryskawki. Szczątek organicznych pozbyto się za pomocą metody, wprowadzonej w 1934 r. przez Erdtman'a, zwaną acetolizą. Acetoliza pozwala na większe wyróżnienie cech eksyny, czyli zewnętrznej, posiadającej cechy charakterystyczne dla każdego gatunku błony otaczającej sporomorfy. Zasady wykonywania na próbkach acetolizy wykonano jak następuje: 1) odwodniono lodowatym kwasem octowym, 2) zalano mieszaniną 9 części bezwodnika kwasu octowego i 1 części kwasu siarkowego, 3) przemyto lodowatym kwasem octowym, 4) by przygotować pyłek do zatopienia i zabarwienia zagrzano próbki w 10% KOH (nie dłużej niż 2 min 30 sekund). Po każdym etapie działania odczynnikami zagęszczano próbki przez odwirowanie. Do prób w celu obliczenia koncentracji sporomorf dodawano po jednej lub dwóch tabletek z zarodnikami Lycopodium, które są tzw. wskaźnikami mianowanymi. Potem zatapiano osad w glicerynie, która konserwuje i daje możliwość upłynnienia preparatu. Staje się to pomocne przy obserwowaniu go pod mikroskopem. Można wtedy przesuwając i obracając ziarno pyłku, naciskając lekko na szkiełko. W celu wyróżnienia pyłku w preparatach

tak, aby stał się lepiej widoczny, zabarwiono je na fioletowo zasadową fuksyną. Barwienie przeprowadzano co najmniej dzień przed obserwowaniem pod mikroskopem gdyż około 24 h godzin potrzebnych było do dostatecznego ich odbarwienia.

5.3.1.2. Badania mikroskopowe

W analizie spektrów pyłkowych posługiwano się głównie mikroskopem OLYMPUS, używając powiększenia 40 x lub 60 x. W analizowanych próbach zaznacza się wyjątkowo niska frekwencja ziaren oraz wysoki stopień ich zniszczenia. Zdecydowano się jednak przeprowadzić analizę, zliczając dla każdego spektrum co najmniej 100 ziaren drzew lub roślin zielnych. W przypadkach nieco lepszej frekwencji zliczano ponad 300 ziaren. W niektórych przypadkach ze względu na bardzo małą frekwencję sporomorf, suma naliczonych ziaren jest mniejsza od 100. W paru próbach ze względu na zły stan zachowania ziaren lub ich brak zliczanie pominięto.

5.3.1.3. Identyfikacja sporomorf

Przy oznaczaniu i identyfikacji wątpliwych ziaren pyłku posługiwano się publikacjami „Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete” Hans - Jürgen Beng, 2004 r. oraz „Pollen et spores d’Europe et d’Afrique du nord” Maurice Reille, 1992 r. Korzystano także z kluczy opisowych Iversena i Faegriego (1989) oraz Moorea i in. (1978) jak i materiałów ikonograficznych należących do Zakładu Geologii i Paleogeografii Czwartorzędu. Pomocne i zwykle rozstrzygające były uwagi udzielane przez prof. UAM dr hab. Mirosława Makohonienko. Wyniki analizy mikroskopowej zostały wprowadzone do programu Tilia, w którym wykonano obliczenia procentowe oraz koncentracji i przy pomocy którego skonstruowano też diagram pyłkowy.

5.3.1.3.1. Uwagi na temat rozprzestrzeniania ziaren pyłku

Funkcją produkcji przez rośliny pyłku jest rozmnażanie, proces polegający na wytwarzaniu potomstwa w celu przetrwania gatunku. Ziarna tego pyłku, zapylają żeńskie komórki rozrodcze. Jest to warunkiem powstania nasienia, z którego rozwija się nowy osobnik. W celu tym, pyłek odrywa się od macierzystej rośliny i możliwie jak najdalej od niej oddala. Pyłek pozbawiony jest możliwości samego przemieszczania się, oddalenie więc od rośliny która go wytworzyła może dojść do skutku za pomocą sił zewnętrznych - wody, wiatru i zwierząt. Jak podaje „Podręcznik analizy pyłkowej” Faegri’ego i Iversena, dla

każdego z tych czynników sprawczych, pyłek wykształcił charakterystyczne przystosowania. Najrzadszym ze wspomnianych, trzech spotykanych sposobów zapylenia jest zapylenie za pośrednictwem wody. Występuje ono u roślin o kwiatach stale zanurzonych pod wodą. Jako przystosowanie pyłku by jak najkorzystniej się rozprzestrzeniać, wyróżnić tu można brak eksyny czyli zewnętrznej błony chroniącej wewnętrzną treść ziarna pyłku przed czynnikami zewnętrznymi oraz wydłużanie się ziaren w nitki. Zapylenie przez zwierzęta (zoogamia) odbywa się niemal wyłącznie przez owady i ptaki. Pośredniczący tu czynnik w zapyłaniu – zwierzę przemieszczając się między kwiatami, przenosi odpowiednio umieszczony pyłek na ciele zwierzęcia na właściwe znamię. W tym celu ziarna pyłku roślin owadopylnych są często pokryte oleisto – kleistymi substancjami bądź też ich powierzchnię pokrywają liczne, zwiększające przyczepność kolce i wyrostki. Zapylenie i rozsiewanie przez wiatr czyli anemogamia różni się od poprzednio wspomnianego sposobu, w którym to pośredniczą zwierzęta, tym, że nie jest niczym związany z rośliną, działając na zasadzie przypadku, w nieokreślonych kierunkach. Prawdopodobieństwo zapylenia wzrasta więc wraz z liczbą wyprodukowanych i wyrzuconych w powietrze sporomorf. Pyłek roślin wiatropylnych by mógł być rozsiewany przez wiatr z możliwą największą efektywnością powinien więc być gładki lub ewentualnie słabo urzeźbiony oraz pozbawiony substancji kleistych. Innym przystosowaniem do anemogamii jest wykształcenie na ziarnach worków powietrznych, które to przyczyniają się do dłuższego unoszenia ich w powietrzu (Dyakowska, 1959).

5.3.2. Prezentacja wyników

Wyniki analizy pyłkowej mogą być prezentowane w kilku wariantach. W postaci procentowej, w postaci wartości koncentracji i tzw. influx. Na podstawie uzyskanych obliczeń konstruowane są następnie odpowiednie diagramy.

5.3.2.1. Obliczenia i zestawienia tabelaryczne

Ryc. 20. Tabela wyliczonych wartości absolutnych dla analizowanego w pracy rdzenia

A - Wartości procentowe

Tradycyjną metodą prezentacji wyników zliczeń ziaren pyłku jest przedstawienie ich w postaci procentowej. Za podstawę naliczenia wartości procentowych przyjęto sumę ziaren pyłku drzew i roślin zielnych ($AP + NAP = 100\%$) z pominięciem roślin błotnych i wodnych, w tym *Polypodiaceae* oraz *Cyperaceae*. Rośliny wodne i błotne są zazwyczaj wyłączone z naliczeń, ponieważ ze względu na możliwość ich lokalnego występowania, nadreprezentacja może mieć zły wpływ na interpretację analizy oraz jej wynik. W osadach o dobrej frekwencji, palinolodzy sugerują liczyć do 1000 sporomorf. Aby uzyskać wiarygodne wyniki należy liczyć nie mniej niż 500 ziaren, a tylko w przypadku bardzo słabej frekwencji można mniej, przy czym 150 – 200 ziaren pyłku uważa się za minimalną ilość na podstawie której można obliczyć spektrum pyłkowe danej próbki (Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003). W analizowanym przeze mnie materiale, ze względu na trudności w naliczaniu, spowodowane bardzo niską frekwencją ziaren, suma naliczonych ziaren jest mała. Naliczenia oscylują między 100 a około 300 dla każdej próby, a w niektórych przypadkach liczba ta jest mniejsza. W związku z tym, w analizowanym materiale reprezentowana jest mała liczba taksonów, co powoduje, że próby mogą przedstawiać zapis niepełny, fragmentaryczny i być obciążone błędem statystycznym.

Wyniki obliczeń procentowych ukazują relację między taksonami, a nie przedstawiają wartości absolutnych. Na przykład; wyliczonych 100 ziaren brzozy i 100 ziaren sosny w jednej próbie, procentowo przedstawia się jako po 50% z każdego taksonu, podobnie jak na przykład 2 i 2 ziarna. Wartości procentowe są podstawowymi obliczeniami palinologii, lecz nie ukazują liczebności ziaren, dlatego wprowadzono wartości koncentracji.

		1	30	40	50	60	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
Name	Group																																				
Lycopodium		204,0	253,0	190,0	210,0	87,0	54,0	215,0	257,0	637,0	153,0	152,0	51,0	119,0	58,0	145,0	208,0	208,0	181,0	167,0	206,0	81,0	61,0	200,0	260,0	198,0	284,0	278,0	301,0	89,0	132,0	152,0	140,0	157,0	145,0	230,0	570,0
Pinus	A	42,9	18,3	18,3	25,5	9,4	10,8	43,9	23,2	17,4	60,0	49,0	28,0	12,4	6,4	6,3	26,9	6,2	15,9	19,8	5,6	8,9	33,8	21,5	26,8	28,0	14,9	28,3	40,0	33,0	29,6	27,9	16,0	21,0	22,6	33,3	26,7
Betula	A	5,3	8,7	13,6	12,1	23,6	6,5	12,9	20,2	31,7	4,0	8,8	4,0	11,4	22,0	10,2	9,0	4,1	1,1	4,2	2,4	10,7	9,2	9,3	11,3	4,0	16,7	6,1	7,0	13,2	12,0	3,8	13,2	10,5	11,3	5,0	15,8
Quercus	A	0,8	15,9	15,7	18,8	17,6	14,0	19,7	22,2	18,9	10,7	4,9	20,0	0,0	4,6	5,5	16,7	6,2	6,8	4,7	3,0	12,5	23,1	10,3	13,4	12,8	13,2	8,1	13,0	6,6	11,1	18,3	19,8	19,0	17,0	10,8	12,0
Ulmus	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Fraxinus	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Tilia	A	0,8	0,5	1,6	0,0	1,3	0,0	3,8	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,6	1,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,2
Alnus	A	19,5	10,6	7,3	5,5	10,3	10,8	3,8	4,0	3,0	6,7	1,0	4,0	10,5	34,9	55,5	6,4	28,1	38,6	19,3	13,9	8,9	12,3	11,2	24,7	9,6	19,3	13,1	21,0	0,0	16,7	15,4	16,0	14,3	13,2	4,2	12,0
Corylus	A	0,0	3,8	3,1	1,2	0,0	0,0	0,8	1,0	1,8	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	2,3	0,0	1,2	1,1	1,9	1,5	0,9	1,5	3,7	4,1	1,6	3,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	6,7	2,8	1,7	1,8
Carpinus	A	2,3	0,5	1,0	0,6	12,4	9,7	2,3	5,1	4,5	1,3	2,9	0,0	1,0	5,5	1,6	1,3	3,3	0,0	3,8	7,5	4,5	1,5	4,7	0,0	11,2	7,9	4,0	3,0	9,4	3,7	5,8	6,6	4,8	7,5	5,0	12,2
Fagus sylvatica	A	0,0	1,0	4,2	6,7	8,6	10,8	2,3	7,1	3,9	1,3	0,0	0,0	1,0	5,5	3,1	1,3	5,0	8,0	5,2	8,6	4,5	0,0	0,0	0,0	6,4	5,3	4,0	0,0	0,0	0,9	1,9	3,8	1,0	0,0	3,3	3,8
Acer	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	0,8	0,0	0,0	2,8	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salix	A	2,3	11,5	0,5	1,2	0,9	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	1,3	0,4	6,8	2,8	5,6	0,0	0,0	1,9	0,0	0,8	6,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,4
Picea	A	12,0	9,1	6,3	24,2	8,6	18,3	9,8	13,1	0,0	9,3	31,4	32,0	9,5	4,6	3,9	26,9	5,4	2,3	11,8	8,6	7,1	13,8	22,4	15,5	20,8	7,9	30,3	12,0	22,6	14,8	21,2	13,2	9,5	17,9	21,7	4,5
Abies	A	0,0	1,9	1,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhamnus	A	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	1,1	1,9	0,9	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sambucus	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hedera helix	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poaceae	B	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,8	1,3	0,4	0,0	0,5	0,0	0,9	1,5	2,8	2,1	1,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,6
Rosaceae	B	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Filipendula	B	0,0	0,0	1,0	0,0	1,7	1,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	3,1	2,6	5,8	2,3	3,3	7,5	18,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Sanguisorba officinalis	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	
Ranunculaceae	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Caltha palustris	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	
Apiaceae	B	6,0	8,2	3,7	0,0	0,9	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	3,7	0,0	0,0	7,0	2,3	6,1	14,8	5,4	0,0	1,9	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	1,9	3,8	0,0	0,8	0,4
Liguliflorae	B	0,0	1,9	0,5	0,0	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	4,2	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,2
Thalictrum	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
Trifolium	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	
Aster typ	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	3,6	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Cirisium	B	3,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Centaurea jacea typ	B	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
Anthemis typ	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	
Fabaceae	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	
Caryophyllaceae	B	3,0	1,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2
Mentha typ	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Galium typ	B	0,0	0,5	11,5	1,2	0,4	4,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,9	2,3	2,6	3,3	2,3	0,9	2,1	1,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,4	
Campanula	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0		
Pteridium aquilinum	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	
Artemisia vulgaris	C	2,3	5,3	7,3	1,8	1,3	4,3	0,8	1,0	1,8	6,7	2,0	12,0	6,7	3,7	4,7	3,8	16,1	8,0	5,7	4,5	1,8	0,0														

B - Wartości koncentracji

Wraz z rozwojem badań nad analizą pyłkową wprowadzono wartości koncentracji pyłku na przyjętą jednostkę objętości lub wagi danego osadu. Standardową jednostką jest tu liczba ziaren/cm³. Obliczenia koncentracji sporomorf osadu przeprowadzono dodając do prób tabletki z zarodnikami Lycopodium. Do prób o objętości 0,5 cm³ dodano po jednej tabletce, do prób o objętości 1 cm³ po dwie.

Obliczenia przeprowadzano według wzoru:

$$\text{koncentracja pyłku} = \frac{\text{liczba zarodników Lycopodium dodana do próby}}{\text{liczba zarodników Lycopodium wyliczona w próbie}} \times \frac{\text{liczba kopalnych ziarn pyłku}}{\text{objętość próbówki}}$$

Wyniki koncentracji zestawiono dla drzew i krzewów (AP) oraz roślin zielnych siedlisk terestycznych (NAP).

Głębokość próby w cm	V objętość w 1 cm ³	Liczba dodanych tabletek lycopodium	Liczba zarodników lycopodium w 1 tablette	Liczba dodanych zarodników lycopodium do próby	Liczba wyliczonych w próbie		Koncentracja w 1 cm ³	
					AP	NAP	AP	NAP
1	0,5	1	20848	20848	114	19	23300	3883
30	0,5	1	20848	20848	170	38	28017	6262
40	0,5	1	20848	20848	140	51	30723	11192
50	0,5	1	20848	20848	158	7	31371	1389
60	0,5	1	20848	20848	218	15	104479	7188
80	0,5	1	20848	20848	77	16	59455	12354
100	0,5	1	20848	20848	131	1	25405	193
110	1	2	20848	41696	97	2	15737	324
120	1	2	20848	41696	295	39	19309	2552
130	1	2	20848	41696	70	5	19076	1362
140	1	2	20848	41696	100	2	27431	548
150	1	2	20848	41696	22	3	17986	2452
160	1	2	20848	41696	83	22	29082	7708
170	1	2	20848	41696	98	11	70451	7907
180	1	2	20848	41696	113	15	32494	4313
190	1	2	20848	41696	70	8	14032	1603
200	1	2	20848	41696	161	81	37088	18659
210	1	2	20848	41696	73	15	16816	3455
220	1	2	20848	41696	163	49	40697	12234
230	1	2	20848	41696	328	205	66389	41493
240	1	2	20848	41696	69	43	35518	22134
250	1	2	20848	41696	63	2	43063	1367
260	1	2	20848	41696	96	11	20014	2293
280	1	2	20848	41696	94	3	15074	481
290	1	2	20848	41696	121	4	25480	842
300	1	2	20848	41696	109	5	16003	734
310	1	2	20848	41696	95	4	14248	599
320	1	2	20848	41696	96	4	13298	554
330	1	2	20848	41696	104	2	48723	936
340	1	2	20848	41696	103	5	32535	1579
350	1	2	20848	41696	99	5	27157	1371
360	1	2	20848	41696	95	11	28293	3276
370	1	2	20848	41696	92	13	24433	3452
380	1	2	20848	41696	98	8	28180	2300
390	1	2	20848	41696	104	16	18853	2900
400	1	2	20848	41696	405	44	29626	3218

Ryc. 22. Tabela wyliczonych w analizowanym w pracy rdzeniu ziaren AP i NAP oraz koncentracji sporomorf, opracowanie własne

Ryc. 23. Diagram pyłkowy analizowanego w pracy rdzenia

5.3.2.1.2.1. Niska frekwencja ziaren, porównanie z innymi badaniami

Analizowane próby odznaczają się bardzo niską frekwencją ziaren. W ukazanych w tabeli przykładach koncentracja sporomorf wynosi od 13 852 do 49 659 ziaren w 1 cm³. Dla lepszego zobrazowania uzyskanego rzędu wielkości zestawiono porównanie koncentracji analizowanych w pracy próbach z innych stanowisk. Próby o dużej frekwencji reprezentują osady jeziorne Jeziora Lednica w sąsiedztwie Ostrowa Lednickiego i zawierają od 140 000 do 670 000 sztuk w 1 cm³. Przykłady o niskiej frekwencji zawierają od 40 do około 5170 sztuk w 1 cm³ osadu, pochodzą ze średniowiecznego wału grodowego na Ostrowie Lednickim koło Gniezna (Makohonienko, 1991). Porównując ze sobą koncentracje sporomorfz tych trzech stanowisk, stwierdza się wyraźne zróżnicowanie jej wartości dla każdego z nich. Największą koncentrację przedstawiają próby z osadów jeziornych. Próby pobrane z torfowiska, będące przedmiotem tej pracy – średnią. Natomiast osady pobrane z wału, nawet mniejszą. Zatem analizowane próby, w zależności od miejsca ich pobrania mogą prezentować bardzo dobrą lub znikomą prezentację ziaren.

Ryc. 24. Wykres koncentracji sporomorf, analizowanego w pracy rdzenia ze stanowiska w okolicy Targowicy, w wybranych próbach od 280 do 400 cm, wyniki przedstawiono osobno dla AP i NAP,
opracowanie własne

próby z wału
w zestawieniu dla trzech zbadanych rdzeni
koncentracja w 1 cm³ osadu

próby z osadów jeziornych
profil I/86, odcinek 10,10 - 11,60 cm (M. Makohonienko, 1991)
koncentracja w 1 cm³ osadu

RYC. 25. ZESTAWIENIE KONCENTRACJI ZIARN PYŁU W 1 cm³ OSADU W PRÓBACH Z POZOSTAŁOŚCI KONSTRUKCJI WAŁU GRODZISKA LEDNICKIEGO ORAZ W PRÓBACH Z OSADÓW DENNYCH (RDZEŃ I/86) JEZIORA LEDNICA W OKRESIE ŚREDNIOWIECZA (MAKOHONIENKO 1991)

5.3.2.1.2.2. Zachowanie sporomorf w różnych warunkach środowiskowych

Fizyczny i chemiczny charakter osadu wpływa na stan zachowania szczątków roślin i zwierząt. Ryc. 19 ukazuje zależności między rodzajem osadu, a odczynem oraz stopniem zachowania różnych grup roślinnych i zwierzęcych. Przykładowo, występowania węgla drzewnego można spodziewać się w każdym spektrum środowiskowych. Jego zachowaniu sprzyjają warunki suche i wilgotne, zarówno w odczynie kwaśnym, obojętnym jak i zasadowym. Z kolei materiał kostny, utrzymuje się w warunkach o wyższej i niższej wilgotności lecz ulega rozkładowi w warunkach kwaśnych. Dla grupy pyłków i zarodników kwiatowych sprzyjające okoliczności zachowania to generalnie obszary stosunkowo dobrze uwilgotnione, podmokłe. Warunki suche natomiast generalnie szkodliwie działają na pyłki, występowania sporomorf możemy się tu spodziewać tylko w odczynie kwaśnym.

Ryc. 26. Schemat zachowania poszczególnych grup szczątków roślinnych i zwierzęcych w poszczególnych, sprzyjających im warunkach środowiskowych,

źródło; G. Campbell, L. Moffett, V. Straker, 2011

Koncentracja ziaren pyłku zdeponowanego w osadach zależy od trzech zasadniczych czynników. Pierwszym czynnikiem, który ją warunkuje jest szata roślinna. Źródłem opadu pyłku do danego zbiornika jeziornego lub torfowiska mogą być korony drzew w sąsiednich lasach i ich poszycie, rośliny rosnące na powierzchni jeziora i w jego otoczeniu, a w przypadku torfowiska porastające torfowisko i jego sąsiedztwo (element lokalny), wreszcie także deszcz pyłkowy przeniesiony przez wiatr ze znacznych odległości. W niewielkich zbiornikach otoczonych gęstym lasem przeważać będzie pyłek lokalny, natomiast rozległe, odkryte obszary będą miały przewagę pyłku spoza lokalnych źródeł (Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003). Generalnie duża ilość roślin znajdujących się w bliższym lub dalszym otoczeniu analizowanego stanowiska sprzyja większej koncentracji sporomorf.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na koncentrację jest tempo akumulacji osadu, w którym zdeponowane są sporomorfy. Akumulacja realizowana może być na dwa sposoby. Gromadzenie na dnie zbiornika różnego rodzaju szczątków zawieszonych uprzednio w toni wodnej lub wniesionych do niego z bliskiego lub dalszego otoczenia to sedymentacja. Materia formująca ten osad to między innymi opadający po śmierci obumarły plankton, martwe organizmy bentosowe oraz metabolity organizmów wodnych i produkty ich rozpadu. Współkomponentem tworzących się w wyniku sedymentacji osadów są też elementy wniesione do zbiornika jeziornego spoza obrębu jego misy, np. okruchy skalne, związki chemiczne pochodzące z denudacji chemicznej, jak i biogeny wmyte do zbiorników jeziornych. Z różną intensywnością mogą też wnoszone tu być nasiona i owoce czy sporomorfy roślin lądowych i błotnych. Wszystkie te komponenty mają alochtoniczny charakter – każdy z elementów zostaje wprowadzony do osadu na drodze sedymentacji. Drugi sposób gromadzenia osadów ma charakter autochtoniczny i występuje na torfowisku. Jego istotą jest to, że pokłady osadów biogenicznych nie powstają z biomasy wnoszonej do osadu poprzez sedymentację, lecz osadotwórcza materia organiczna, zwłaszcza roślinna (fitomasa) wyrasta z osadu (Tobolski, 2000). Proces sedymentacji zachodzi zazwyczaj z dużą intensywnością. Gdy osad przyrasta szybko, a więc tempo akumulacji jest duże można spodziewać się mniejszej koncentracji ziaren. Mniejsze tempo akumulacji osadów sprzyja większej koncentracji sporomorf.

Trzecim czynnikiem mającym wpływ na koncentrację ziaren pyłku w osadzie jest kompaktacja osadu czyli jego przemiany polegające na zmianach fizycznych, które zachodzą w wyniku zbliżania się do siebie cząstek lub ziaren wskutek ciężaru warstw nadkładu. Działanie kompaktacji zwiększa się wraz z grubością nadkładu. Tym samym, można przypuszczać, że ze

względem na większą kompaktę osadów zalegających niżej charakteryzować się one będą większą koncentracją sporomorf. Analogicznie, warstwy położone wyżej - mniejszą.

C - Influx

Influx to wskaźnik akumulacji pyłku powierzchni osadu na jednostkę powierzchni w jednostce czasu. Standardową jednostką jest tu liczba ziaren/cm²/rok. Takie badania pozwalają otrzymać dane o opadzie pyłku w ciągu jednego roku. W analizowanym w tej pracy materiale badania te nie są przeprowadzone, ponieważ nie posiadamy dokładnej informacji o tempie akumulacji osadów.

5.3.2.2. Konstrukcja diagramów pyłkowych

Procentowy diagram pyłkowy skonstruowano w oparciu o zamieszczoną powyżej tabelę wartości procentowych. Przyjęto system porządkowania taksonów według ich przynależności do ekologicznych grup roślin. Metoda ta, opisana została przez Iversena w 1936 r., od 1954 r. rozpowszechnił ją Troels – Smith. Prezentuje ona wskaźnikowy charakter gatunków i pozwala na ukazanie zmian ekologicznych i antropogenicznych w czasie. W diagramach tych najczęściej ukazuje się zależność między obliczonymi wartościami procentowymi pyłków, a głębokością ich zalegania. Gdy jest możliwe uzyskanie danych zawierających informacje odnośnie wieku osadów, zaletą będzie włączenie ich w diagram. Dobrze jest też zawrzeć lub umieścić w specjalnej kolumnie gatunki rzadkie lub mikrofosylia, które z punktu widzenia palinologii także zawierają wiele ważnych informacji.

Według opracowania M. Ralskiej – Jasiewiczowej (1986), elementy, o które opiera się konstrukcja diagramu pyłkowego to min.:

- krzywa influx, wyrażana w liczbie ziaren/cm²
- krzywa koncentracji wyrażana w liczbie ziaren/cm³
- interpolowana dzięki badaniem radiowęglowym skala czasowa
- głębokość zalegania próby
- litologia
- stosunek AP do NAP
- gatunki drzew i krzewów oraz roślin zielnych
- rośliny wodne i błotne, które nie stanowią podstawy naliczenia

5.3.2.3. Podział diagramów na lokalne poziomy pyłkowe

Diagram pyłkowy w sposób graficzny przedstawia historię poszczególnych taksonów. Obserwując przebieg krzywych odpowiadającym taksonom można dokonać podziału sekwencji na krótsze odcinki w układzie stratyfacyjnym. Każdy z takich odcinków zawiera charakterystyczny dla siebie zbiór sporomorf. Nazywa się go poziomem pyłkowym i paz - *local pollen assemblage zone*. Wydzielenie poziomów zostało wprowadzone by ułatwić opis i interpretację diagramu. Granice między strefami prowadzone są w połowie odległości między sąsiednimi próbami. Każdy poziom posiada nazwę od dominujących w nim lub charakterystycznych sporomorf. Poziomy numerowane są od spągu do stropu rdzenia w kolejności sukcesji ekologicznej. W niektórych przypadkach w obrębie poziomu pyłkowego przeprowadzono podziały drugiego stopnia, wydzielając tzw. podpoziomy pyłkowe oznaczane małymi literami alfabetu łacińskiego.

6. Wyniki badań

W procentowym diagramie pyłkowym analizowanego rdzenia wydzielono cztery lokalne poziomy pyłkowe. Sekwencja charakteryzuje się stosunkowo wysokimi udziałami AP (drzew i krzewów): *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Quercus*, *Carpinus*, *Fagus*. W mniejszej ilości występują taksony takie jak *Corylus*, *Salix*, *Tilia*. Sporadycznie natomiast wyliczono: *Ulmus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Abies*, *Rhamnus* oraz *Sambucus*. Wśród roślin zielnych – NAP największą reprezentację przedstawiają: *Artemisia*, *Apiaceae* oraz *Filipendula*. Ze względu na zmiany w składzie spektrów wydzielono cztery lokalne poziomy pyłkowe, to:

Quercus – *Pinus* – *Picea* L PAZ 1 (250 – 400 cm)

Alnus – *Filipendula* – *Apiaceae* L PAZ 2 (150 – 250 cm)

Pinus – *Quercus* L PAZ 3 (50 – 150 cm)

Salix – *Apiaceae* L PAZ 4 (0 – 50 cm)

L PAZ 1 *Quercus* – *Pinus* – *Picea* (250 – 400 cm)

Poziom ten charakteryzuje się dominacją drzew i krzewów. Ich wartości wahają się w przedziale od 86,7 % do 98,1%. Najwyższą wartość w tym poziomie osiąga sosna, której procentowa zawartość na głębokości 250 cm osiąga 33,8%. Rośliny zielne reprezentowane są w wartościach od 1,9 % do 13,3 %. Wśród nich regularnie występuje *Artemisia*. Regularnie

też lecz w mniejszych wartościach przedstawiciele *Chenopodiaceae*. W poziomie tym ze względu na wahania występowania roślin błotnych wydzielono trzy podpoziomy pyłkowe:

podpoziom „a” – *Polypodiaceae* - wyznacza znaczny wzrost roślin błotnych z gatunków paprotnikowatych – *Polypodiaceae*, maksymalna wartość procentowa dochodzi do 318,3 % - w próbie o głębokości 390 cm. W niewielkich ilościach obecne też jest *Cyperaceae* oraz *Equisetum*

podpoziom „b” – *Equisetum* – obejmuje gwałtowny wzrost skrzypu – *Equisetum*. W próbie o głębokości 320 cm notowane wyliczono najwyższe wartości dla całego rdzenia – 30,2 %. Ziarna *Polypodiaceae* od próby z 340 cm zanikają zupełnie, *Cyperaceae* (turzycowate) dalej obecne.

podpoziom „c” – *Cyperaceae* – *Polypodiaceae* – to nałożenie się występowania w dużych ilościach roślin turzycowatych i paprotnikowych.

L PAZ 2 *Alnus* – *Filipendula* – *Apiaceae* (150 – 250 cm)

Został wydzielony ze względu na zwiększone wartości NAP. Próba na tych głębokościach zawiera maksymalne wartości roślin zielnych. Na znaczeniu traci wówczas sosna, brzoza, dąb. Zyskuje natomiast olcha, wciąż regularnie występuje na tej głębokości grab, buk oraz wierzba. Wśród roślin zielnych szczególnie widoczny jest wzrost oraz niezmiennie występowanie taksonów typu *Gallium*, *Filipendula* oraz *Artemisia*. Ze względu na wahania roślin błotnych wydzielono tu dwa podpoziomy:

podpoziom „a” – *Apiaceae* – wyznaczony ze względu na duże udziały *Apiaceae*. Wyliczono również niewielkie ilości *Thelypteris palustris*. Pojawiają się też pierwsze ziarna zbóż.

podpoziom „b” – *Polypodiaceae* – znaczne udziały *Polypodiaceae* i *Thelypteris palustris*, które w próbie na głębokości 180 cm osiąga najwyższą wartość spośród wszystkich prób 71,9%. W podpoziomie tym wyliczono również duże udziały olchy. Kulminacja na głębokości 180 cm osiąga 55,5%. Brak występowania skrzypu oraz turzycowatych.

L PAZ 3 *Pinus* – *Quercus* (50 – 150 cm)

W poziomie tym odnotowuje się pewny ogólny spadek reprezentacji NAP oraz wzrost udziału

AP. Wśród AP na znaczeniu zyskują na znaczeniu sosna, dąb oraz brzoza. Wśród roślin błotnych regularnie występują *Cyperaceae* oraz *Equisetum*. Szereg prób w tym przedziale charakteryzuje się bardzo niskimi wartościami naliczeń.

L PAZ 4 *Salix* – *Apiaceae* (0 – 50 cm)

Notuje się tu ponowny wzrost NAP, wyróżnić tu można taksony min. *Caryophyllaceae* (goździkowate), *Apiaceae* (selerowate) oraz *Artemisia*. Wśród drzew zyskuje *Alnus*, *Salix*, także *Pinus*. Spadki widoczne są dla brzozy i dębu. Rośliny błote charakteryzują się regularnym występowaniem *Cyperaceae* oraz *Polypodiaceae*, w tym *Thylopteris palustris*. Pojawia się też *Sphagnum*.

7. Historia roślinności w świetle badań palinologicznych

Diagram pokazuje kilka faz zmian szaty roślinnej. Na obecnym etapie badań nie posiadamy jeszcze datowań absolutnych metodą radiowęglową. Obecność w warstwach grabu i buku sugeruje jednak, iż ramy czasowe, w których osady były akumulowane obejmuje okres ostatnich 5 – 6 tysięcy lat. Można sądzić iż okres ich gromadzenia przypada na młodszy holocen. Główna zmiana, jaką daje się zaobserwować w diagramie, zachodzi na przełomie 1 L PAZ (charakteryzuje się dużym udziałem drzew i krzewów, a mniejszym roślin zielnych) i 2 L PAZ (spadek udziału drzew i krzewów na korzyść roślin zielnych). Granica ta przebiega na głębokości 250 cm, dzieląc diagram na dwie zasadnicze części. W dominującym poziomie 1 L PAZ, graby opisują występowanie lasów liściastych i mieszanych. Obecne są taksony takie jak: *Pinus*, *Betula*, *Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Acer*, *Salix*, *Picea*, *Abies* oraz *Rhamnus*. Największą przewagę procentową, którą osiąga ta grupa nad roślinami zielnymi to 98,1 %. Wartość tą notowana jest w próbie na głębokości 330 cm, natomiast najniższa to 86,7 %, na głębokości 390 cm. Całościowa przewaga wyliczonych w diagramie roślin z grupy AP (drzew i krzewów) sugeruje panowanie w tym okresie zbiorowisk leśnych. Skład taksonów wskazuje na obecność lasów iglastych ze świerkiem i liściastych z dębem, lipą, grabem, bukiem oraz olchą. Poziom 2 L PAZ przedstawia wyraźny wzrost występowania roślin zielnych, udział drzew i krzewów spada. Wśród roślin zielnych wyróżnić tu można przedstawicieli takich jak m.in. *Filipendula*, *Apiaceae*, *Galium* czy *Artemisia*. Najwyższą wartość procentową jaką osiągają rośliny zielne to 38,5 % w próbie na głębokości 230 cm, jest to tym samym najwyższa przewaga roślin zielnych w stosunku do

drzew i krzewów dla całego rdzenia. Całkowity natomiast udział składników zielnych w diagramie mieści się w zakresie od 0,8 do 38,5 %. Największe znaczenie mają tu głównie bylice (*Artemisia*). Większość europejskich gatunków bylic rośnie w południowej oraz południowo-wschodniej części kontynentu. Są ważnymi składnikami stepów, sprzyjają im głównie suche tereny klimatu umiarkowanego o znacznym wpływie kontynentalizmu. Ponadto, występowaniu bylic przychylne są tereny otwarte, z dużą ekspozycją na światło. Ich wymagania glebowe nie są wielkie. Mogą zasiedlać obszary żyzne jak i ubogie w składniki odżywcze, rosną zarówno w kwaśnym jak i zasadowym środowisku. Rodzaj *Artemisia* mają też charakter wskaźnikowy odnośnie działalności człowieka. Są częścią synantropijnych zbiorowisk roślinnych przystosowanych do środowiska zantropomorfizowanego. Wiele gatunków często występuje w miejscach silnie przekształconych przez człowieka. Są więc roślinnością ruderalną (Makohonienko i in., 2004). Występowanie bylic w diagramie odzwierciedlać zatem może wpływ na analizowany obszar człowieka lub bliskość obszaru do strefy leśno-stepowej i obecność zbiorowisk stepowych. Zaznaczającym się w diagramie przedstawicielom rodziny *Chenopodiaceae* także sprzyjają warunki suche. Ponadto komosowate związane są z zasoloną lecz stosunkowo odżywczą glebą. W palinologii również uważane są za gatunki wskaźnikowe, które ukazują wpływ antropogeniczny na środowisko. Ich udziały zaznaczają się w diagramie na głębokości od 180 cm do 400 cm. W miejscach wilgotniejszych, w dolinach rzecznych mogą występować, zarejestrowane w zapisie kopalnym, przedstawiciele roślinności łąkowej, takie jak *Filipendula*, *Galium* czy *Apiaceae*.

Spadek udziału roślin z grupy AP, na korzyść roślin NAP oraz zmiany w występowaniu zarówno *Chenopodiaceae* jak i rodzaju *Artemisia* w diagramie sugerować mogą zarówno holocenijskie zmiany klimatyczne (miały by tu one polegać na osuszaniu się klimatu i postępującemu kontynentalizmowi, a w konsekwencji na poszerzaniu się strefy leśno-stepowej oraz stepowej) jak i ingerencję gospodarczą człowieka w środowisku leśnym (co z kolei wiązać by się mogło z postępującą kolonizacją tych terenów). Rozróżnienie form gospodarowania na gruncie palinologicznym opiera się na wykorzystaniu taksonów wskaźnikowych poprzez odwołanie się do ich ekologii (Makohonienko i in., 2004). W badanym w tej pracy obszarze ustalenie, który z tych dwóch czynników – klimatyczny czy antropogeniczny - miał większy wpływ na ukształtowanie się takiego obrazu zmian szaty roślinnej jest szczególnie trudne, ze względu na bliskość strefy leśno-stepowej. Obszary marginalne natomiast, takie jak badana tu min. granica lasu i laso-stepu są trudne w tej

kwestii do interpretacji, a ich szczegółowa analiza często daje niejednoznaczną odpowiedź. W obszarach kresów zasięgowych zbiorowisk leśnych wahania AP/NAP, wynikające ze zmian klimatycznych, mogą być w okresie holocenu znaczne, a pewną trudnością interpretacyjną profili pyłkowych z kresów zasięgowych formacji leśnych przy ocenie relacji AP/NAP jest więc jednoznaczne oddzielenie sygnałów pochodzących od czynników klimatycznych i antropogenicznych (Makohonienko i in., 2004). Analiza w diagramie roślin z grupy NAP również nie daje ostatecznego rozstrzygnięcia problemu. Bylice i kosmowate, na przykład, mogą występować tu naturalnie. Z drugiej strony, jako apofity, łatwo przychodzi im zajmowanie terenów synantropijnych to jest środowiska przekształconego antropogenicznie. Utrudnia to interpretację oraz ostateczne rozstrzygnięcie kwestii, który czynnik miał decydujące znaczenie w ukształtowaniu się takiego obrazu szaty roślinnej – antropogeniczny czy klimatyczny. Tak więc istnienie stref otwartych w krajobrazach, szczególnie w ekologicznych strefach granicznych, ma niejednoznaczny charakter. Może być związane zarówno ze zmianami klimatycznymi jak i gospodarczą ingerencją człowieka.

Kolejną wyraźną zmianą widoczną w diagramie jest spadek występowania olchy. Granica ta przebiega między poziomami L PAZ 2 i L PAZ 3. Obniżenie tego zapisu może być spowodowane zmniejszeniem uwilgotnienia środowiska. Olszynom sprzyjają bowiem zazwyczaj miejsca nasycone wodą, takie jak; moczary, bagniska, błota. Zasiedlają też brzegi rzek i jezior.

Diagram charakteryzuje się stosunkowo małym udziałem traw. Fluktuacja udziałów wskaźnikowych roślin bagiennych m.in. *Polypodaceae*, związana jest zapewne z lokalnymi wahaniami poziomu wody. Na głębokości 250 cm pojawia się pierwsze ziarno zbóż *Cerealia*, łączone z gospodarczą działalnością człowieka.

8. Podsumowanie

1. Analiza pyłkowa wykorzystywana jest do odtwarzania warunków środowiskowych, które wywołane są czynnikami naturalnymi lub antropogenicznymi. Metoda ta może być stosowana zarówno przez palinologów, jak i archeologów, których zainteresowania związane są z przyrodniczą rekonstrukcją zdarzeń.
2. Badany obszar położony jest w zachodniej Ukrainie, w obrębie Podkarpacia, w strefie

granicznej lasu i lasostępu. W zapisie spektrów pyłkowych można się więc spodziewać roślin z tych dwóch stref. Rdzeń do zliczeń spektrów pyłkowych pobrany został z torfowiska niskiego w dolinie rzeki Malhawy terenu należącego do kopalni torfu, położonej niedaleko wsi Targowica.

3. Specyfiką pobranego do analizy rdzenia jest bardzo niska koncentracja sporomorf. Wiele z nich uległo ponadto dużemu zniszczeniu. Powoduje to trudności metodyczne problemu, w związku z wyliczeniem odpowiedniej statystycznie ilości ziarn pyłku. Liczba zarejestrowanych w spektrach sporomorf ogranicza interpretację, obarczając ją większym błędem statystycznym. Niemniej przeprowadzona analiza daje nam podstawy do przeprowadzenia pierwszych na tym obszarze rekonstrukcji zmian szaty roślinnej. Niska koncentracja sporomorf związana jest najprawdopodobniej z okresowo suchymi warunkami depozycji osadu.

4. Wynikiem interpretacji, uzyskanego na drodze zliczeń pyłków diagramu jest przedstawiona próba rekonstrukcji, rysującego się wskutek ich sekwencyjnego zapisu, obrazu szaty roślinnej. Wskazano na dwa etapy - starszy, który charakteryzuje się znaczną przewagą roślin z grupy AP oraz młodszy, w którym zaznacza się przewagą roślin z grupy NAP. W analizie rdzenia najważniejszą kwestią wydaje się być, zazaczająca się malejąca różnica między ilością drzew i krzewów w stosunku do roślin zielnych. Nierozstrzygniętym zagadnieniem pozostaje odpowiedź na pytanie czy do ukształtowania takiego stanu w zapisie przyczyniły się czynniki naturalne (klimatyczne) czy też jest on wynikiem ingerencji człowieka.

Wykaz występujących w pracy łacińskich nazw rodzin, rodzajów i gatunków

Abies alba - jodła pospolita

Acer - klon

Alnus – olcha

Alnus glutinosa – olsza czarna

Anthemis typ - rumian

Apiaceae - baldaszkowate

Artemisia - bylica

Aster typ - astrowate

Betula - brzoza

Caltha palustris - knieć błotna

Campanula - dzwonek

Carpinus - grab

Caryophyllaceae - goździkowate

Centaurea jacea typ - charowate

Cerealia - zboża

Chenopodiaceae - komosowate

Cirsium - ostrożeń lancetowaty

Corylus - leszczyna

Cyperaceae - turzycowate

Drosera – rosiczka

Drosera rotundiflora – rosiczka okrągłolistna

Equisetum - skrzyp

Fabaceae - motylkowate

Fagus silvatica - buk zwyczajny

Filipendula - wiązówka

Fraxinus – jesion

Galium typ – przytulia

Gallium mollugo – przytulia pospolita

Hedera helix - bluszcz pospolity

Holcus mollis - kłosówka miękka

Liguliflorae - jęczyczkokwiatowe

Mentha typ – mięta

Oxycoccus palustrae- żurawina błotna

Phragmetis australis – trzcina pospolita

Picea abes - świerk

Pinus silvestris - sosna zwyczajna

Plantago major - media

Poaceae - trawa

Polygonum aviculare - rdest ptasi

Polypodiaceae - paprotkowate

Pteridium aquilinum - orlica pospolita

Quercus – dąb

Quercus petraea – dąb bezszypułkowy

Quercus robur – dąb szypułkowy

Ranunculaceae - jaskrowate

Rhamnus - szakłak

Rosaceae - różowate

Salix - wierzba

Sambucus - bez

Sanguisorbia officinalis - krwiściąg lekarski

Secale cereale - żyto zwyczajne

Sphagnum - torfowiec

Symphytum officinale - żywokost lekarski

Thalictrum - rutewka

Thylopteris paustris - nercznica błotna

Trifolium - koniczyna

Tilia - lipa

Ulmus – wiąz

Bibliografia

Bogucki A., Kalinowyc N., Jacysyn A., 2006: Environmental studies, study of research [w:] Harmata K., Machnik J., Starkel L., Environmetnt and man at the Carpathian foreland in the uper Dnister catchment from neolithic to ealary mediaeval period, Polska Akademia Umiejętności, Kraków: 17-18.

Dybova-Jachowicz S., Sadowska A., 2003: Palinologia. Wydawnictwa Instytutu Botaniki PAN, Kraków, 1 - 411.

Dyakowska J., 1959: Podręcznik Palynologii metody i problemy. Wydawnictwa geologiczne, Warszawa: 1 - 325.

Environmental Archeology., 2011: 1 – 35.

Faegri K., Iversen J., 1978: Podręcznik analizy pyłkowej. Wydawnictwa geologiczne, Warszawa: 1 - 250.

Gudowski J., 2003: Z biegiem Dniestru. Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa, 1 – 150.

Harmata K., Machnik J., Starkel L., 2006: Editorial [w:] Harmata K., Machnik J., Starkel L., Environmetnt and man at the Carpathian foreland in the uper Dnister catchment from neolithic to ealary mediaeval period, Polska Akademia Umiejętności, Kraków: 7-10.

Mochnecki R., 1966: Niż Wschodnioeuropejski, [w:] Czeppe Z., Flis J., Mochnecki R. (red.) Geografia fizyczna świata. PWN, Warszawa: 244 – 269.

Makohonienko M., Latałowa M., Milecka K., Okuniewska – Nowaczyk I., Nalepka D., 2004: *Artemisia L.* [w:] Ralska – Jasiewiczowa M. (red.) Late glacial and holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps. Kraków: 253 - 257.

Makohonienko M., 2005: Palinologiczne podstawy rekonstrukcji środowiska przyrodniczego a zagadnienia nomadyzmu i pastoralizmu w strefie euroazjatyckiej. [w:] Kośko A., Szmyt M. (red.) *Nomadyzm a pastoralizm w międzyrzeczu Wisły i Dniepru (neolit, eneolit, epoka brązu)*. Wydawnictwo Poznańskie, Poznań: 235 – 248.

Makohonienko M., 1998: Analiza palinologiczna konstrukcji wałowych wczesno-średniowiecznego grodu na Ostrowie Lednickim. [w:] Grygorowicz A., Tobolski K., *Podstawy rekonstrukcji wczesnośredniowiecznego zespołu rezydencjonalno – obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim*. Wydawnictwo Homini, Bydgoszcz: 68 – 87.

Łańczot M., Madeyska T., 2011: Lessy i paleolit Zachodniej Ukrainy – badania polsko-ukraińskie. *Pauza Akademicka Tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności*, nr 115, 1-2.

Podbielkowski Z., 1995: *Fitogeografia części świata, Europa, Azja, Afryka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1 – 400.

Ralska – Jasiewiczowa M., 1986: *Pollen analysis and pollen diagrams* [w:] Wiley J. and sons, *Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology*, Chicester – New York – Brisbane – Toronto – Singapore, 455 – 479.

Soils Atlas of Europe, 2005.

Tobolski K., 2000: *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1 - 507.

Tobolski K., Żurek S., 2012: O kulturowej roli obiektów i obszarów torfowiskowych – przegląd dotychczasowych dokonań. *Studia Limnologica et Telematologica*. Vol. 6 No. 1, 2012: 27 - 59.

Zastawnyj F., Kusiński W., 2003: *Ukraina - przyroda, ludność, gospodarka*. Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa, 1 - 282.