

prof. dr hab. Piotr NIEDZIELSKI

Akademia Pomorska w Słupsku
e-mail: piotr.niedzielski@apsl.edu.pl
ORCID: 0000-0001-5024-4722

DOI: 10.15290/oes.2023.02.112.06

HERBARIUM POMERANICUM JAKO PRZYKŁAD CYFRYZACJI W ŚRODOWISKU NAUKOWYM¹

Streszczenie

Cel – Przedstawienie przyjętych rozwiązań w zakresie udostępniania zintegrowanych cyfrowych zasobów zielników pomorskich dotychczas zgromadzonych w czterech zielnikach w trzech uczelniach Pomorza jako narzędzia komercjalizacji wiedzy naukowej, zaprezentowanie roli zbiorów klasycznych i cyfrowych zgromadzonych w kolekcjach poszczególnych zielników oraz ukazanie interdyscyplinarnego charakteru projektu Herbarium Pomeranicum.

Metoda badań – Studium przypadku (*single case study*).

Wnioski – Materiał zielnikowy w formie cyfrowej może dzięki współczesnym technologiom ICT być szeroko wykorzystany przez szereg interesariuszy i odegrać istotną rolę nie tylko w badaniach naukowych czy procesie dydaktycznym, ale także w ocenie stopnia zagrożenia gatunków podczas opracowywania programów zachowania bioróżnorodności w gospodarce zrównoważonej opartej o wiedzę.

¹ Artykuł wpłynął 15.09.2022, zaakceptowano 13.03.2023.

Artykuł finansowany ze środków projektu Herbarium Pomeranicum – „Zintegrowane wirtualne Herbarium Pomorza – Herbarium Pomeranicum – digitalizacja i udostępnienie zbiorów herbariów jednostek akademickich Pomorza poprzez ich połączenie i udostępnienie cyfrowe” w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa na lata 2014-2020 Oś Priorytetowa nr 2 „E-administracja i otwarty rząd”. Działanie nr 2.3 „Cyfrowa dostępność i użyteczność informacji sektora publicznego”. Poddziałanie nr 2.3.1 „Cyfrowe udostępnienie informacji sektora publicznego ze źródeł administracyjnych i zasobów nauki” (typ II projektu: „Cyfrowe udostępnienie zasobów nauki”).

Oryginalność/wartość/implikacje/rekomendacje – Zaprezentowanie roli zbiorów klasycznych i cyfrowych zgromadzonych w kolekcjach poszczególnych zielników oraz interesariuszy cyfryzacji zbiorów naukowych w ten interdyscyplinarny charakter projektu Herbarium Pomeranicum.

Słowa kluczowe: cyfryzacja, zarządzanie wiedzą, digitalizacja zielników.

HERBARIUM POMERANICUM AS AN EXAMPLE OF DIGITALIZATION IN THE SCIENTIFIC ENVIRONMENT

Summary

Purpose – Presentation of the solutions adopted in the field of sharing the integrated digital resources of Pomeranian herbariums so far collected in four herbaria at three universities in Pomerania as a tool for commercializing scientific knowledge and presenting the role of classic and digital collections of individual herbariums in the present day and the interdisciplinary nature of the Herbarium Pomeranicum project.

Research method – A single case study

Results – Thanks to modern ICT technologies, herbarium material can be widely used by a number of stakeholders and play an important role not only in scientific research or didactic process, but also in assessing the degree of threat to species during the development of biodiversity conservation programs in a sustainable economy based on knowledge.

Originality/value/implications/recommendations – Presenting the role of classic and digital collections gathered in the collections of individual herbariums and stakeholders in the digitization of scientific collections, including the interdisciplinary nature of the Herbarium Pomeranicum project.

Keywords: digitization, knowledge management, digitization of herbariums.

JEL Classification: D83, O33

1. Wstęp

Wiedza jest przedmiotem zainteresowania różnych nauk od początku rozwoju naszej cywilizacji. Jest to ogół wiadomości i umiejętności wykorzystywanych przez jednostki i organizacje do rozwiązywania problemów. Obejmuje ona zarówno elementy teoretyczne, jak i praktyczne, ogólne zasady i szczegółowe wskazówki po-

stępowania. Rozmiary, formy działalności gospodarczej oraz poziom zaspokojenia potrzeb społecznych w określonym czasie są funkcją będących do dyspozycji społeczeństwa zasobów i ich efektywności wykorzystania. Zasoby naturalne i majątkowe tworzą bogactwo narodowe, obejmując ziemię, wody, zasoby kopalin oraz obiekty materialne. Ogólnie zasobami wykorzystywanymi w procesie gospodarowania są: ziemia, kapitał oraz siła robocza (praca), ostatnio też wiedza.

W wielu opracowaniach podkreśla się współczesne znaczenie wiedzy jako zasobu przedsiębiorstw, grupy przedsiębiorstw (branża, klastr, region) czy gospodarki poszczególnych krajów [Niedzielski, 2013]. Znajduje to odzwierciedlenie w koncepcjach ekonomicznych czy teoriach zarządzania. Można zaryzykować stwierdzenie, że nowe modele wzrostu są formalizacją Schumpeterowskiej teorii długiej fali, traktują bowiem wiedzę i innowację jako efekt procesu komercjalizacji wiedzy, jako główne czynniki stymulujące produktywność i wzrost gospodarczy. Coraz wyraźniejsze staje się powiązanie między procesami innowacyjnymi a zjawiskiem komercjalizacji wiedzy, które na siebie silnie oddziałują.

Komercjalizacja nie jest jednoznacznie ujmowana ani w literaturze, ani w praktyce gospodarczej. Ogólnie można ją zdefiniować jako przeniesienie czegoś o niekomercyjnym znaczeniu do środowiska, w którym obowiązują prawa rynku. Mówi się zatem o komercjalizacji Internetu, która nastąpiła pod koniec XX w., o komercjalizacji opieki medycznej i innych służb, które wcześniej pełniły funkcje społeczne i otrzymywały dotacje państwowe. Obecnie zaś powszechnie się mówi o komercjalizacji nauki, którą coraz silniej próbuje się poddać rynkowej weryfikacji [Orłowski, 2013]. Komercjalizacja nauki dotyczy w szczególności wiedzy, która w ujęciu ekonomicznym ma swoje odzwierciedlenie w zasobach technologicznych i kapitale ludzkim [Peshkov, 2008]. Z pewnością wiedza zgromadzona w różnych zielnikach ma ogromną wartość naukową. Dostęp do zasobów zielnikowych w tradycyjnej formie jest ograniczony ze względu na charakter tych zbiorów, tj. konieczność ich ochrony dla przyszłych pokoleń. Nie bez znaczenia jest także fakt wysokich kosztów dostępu do tego typu informacji/wiedzy, gdyż w tradycyjnej formie wymagało to osobistej kwerendy w zielniku. Digitalizacja zasobów w postaci cyfrowej w dużej części te ograniczenia niweluje. Bezpośrednia możliwość przeszukiwania i zestawiania danych/informacji zawartych w zielnikach cyfrowych daje nowe możliwości ich ekonomicznego wykorzystania oraz komercjalizacji tej wiedzy przez przedsiębiorców, którzy potrafią w sposób kreatywny zauważyć w tych zasobach szansę rynkową. „Komercjalizacja wiedzy” jest pojęciem używanym zamiennie z innymi określeniami, takimi jak „transfer technologii” i „proces innowacyjny”. Nie są to jednak pojęcia tożsame. Innowacja, w ujęciu czynnościowym, jest niekiedy tłumaczona jako działanie

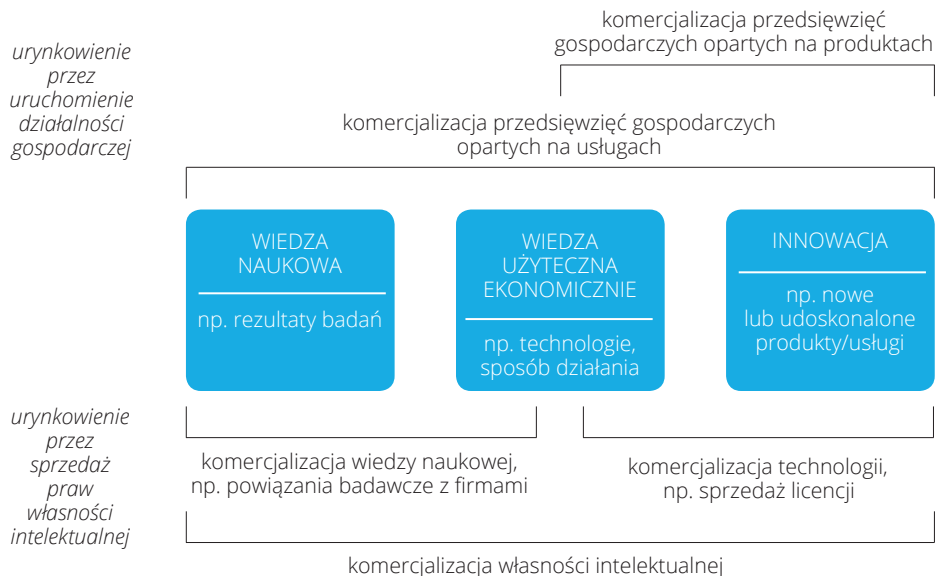
twórcze skierowane na przekształcenie wyników badań w przedmiot o wartości komercyjnej [Yencken, Hinde, 2005]. Podejście to wydaje się jednak zawężać jej znaczenie, a także całe spektrum zjawisk związanych z procesem jej powstania i funkcjonowania w gospodarce. Z kolei definicja innowacji mówiąca, że jest to proces udoskonalania przez wprowadzanie nowych rozwiązań [Prebble i in., 2008, s. 311–320] przesuwają ciężar na obszary związane z rynkiem i procesy realizowane przez przedsiębiorstwa, które skupiają się raczej na wiedzy już przetworzonej.

Używając terminu „transfer wiedzy”, podkreśla się przede wszystkim fakt przemieszczania się know-how, wiedzy technicznej lub technologii z jednej organizacji do innej [Bozeman, 2000, s. 629]. Najczęściej jest on używany w odniesieniu do transferu wynalazków i związanego z nimi know-how z instytucji badawczych do organizacji je wykorzystujących [Harman, 2010, s. 69–83]. W szerszym ujęciu transfer wiedzy uwzględnia wszystkie formy jej przekazu, a więc edukację, współpracę badawczą, publikacje oraz sprzedaż własności intelektualnej [*System transferu technologii...*, 2010]. Ostatnio także używa się tego pojęcia w odniesieniu do procesu zaangażowania biznesu, samorządów i społeczności w tworzenie, zastosowanie i udostępnianie wiedzy potrzebnej do polepszenia sytuacji gospodarczej, społecznej i środowiskowej [Phillips, 2006]; obejmuje ono przede wszystkim systemy i ma swoje znaczenie na poziomie politycznym.

Komercjalizacja wiedzy odnosi się przede wszystkim do przekształcania nowej wiedzy (odkryć, wynalazków, rozwiązań, okazji rynkowych) w produkty i usługi rynkowe, głównie przez transfer własności intelektualnej do innej organizacji (na przykład licencjonowanie) lub utworzenie nowej firmy (start-up). Niekiedy jest także definiowana przez pryzmat powiązań badawczych zachodzących między instytucją naukową a przemysłem – mówi się wtedy o szerokiej definicji komercjalizacji wiedzy. W wąskim ujęciu jest ona z kolei rozumiana jako transformacja wiedzy naukowej w wiedzę użyteczną ekonomicznie (na przykład patenty) [Audretsch, Aldridge, 2009, s. 897–905]. Ogólnie komercjalizacja wiedzy jest określana jako proces przekształcania odkryć i wynalazków w produkt rynkowy [Harman, Harman, 2004, s. 153–169]. Należy jednocześnie podkreślić, że wszystkie wymienione procesy ujmujące komercjalizację wąsko i szeroko mają duże znaczenie ekonomiczne, a rozwój dziedziny wiedzy związanej z tym zjawiskiem powinien prowadzić do ich jednoznacznego rozróżnienia semantycznego (rysunek 1).

RYSUNEK 1

Komerccjalizacja jako transformacja wiedzy

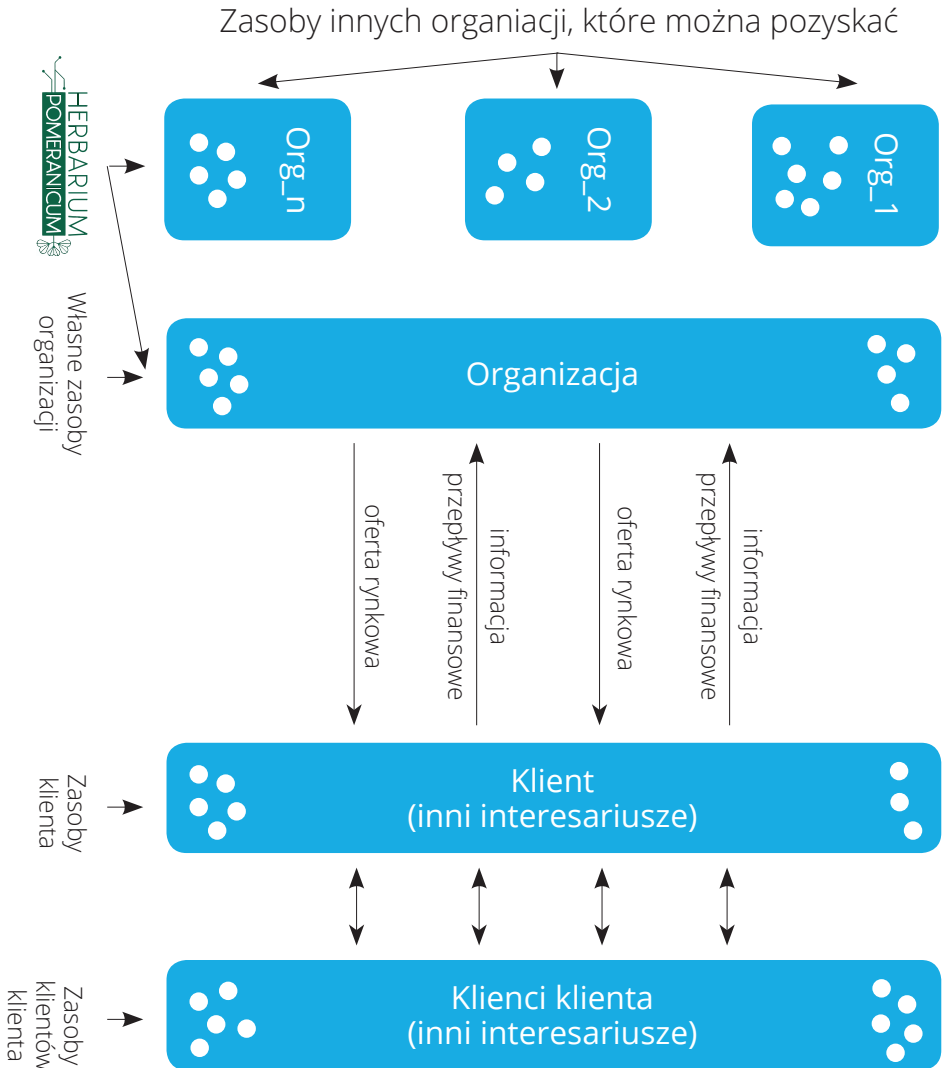


Źródło: [Łobacz, 2012, s. 58].

Komerccjalizacja wiedzy naukowej jest jednym z przykładów tworzenia wartości rynkowej w oparciu o zasoby wiedzy będącej poza organizacją/przedsiębiorstwem. Zatem tworzenie wartości rynkowej zależy od umiejętnej konfiguracji/rekonfiguracji tych elementów organizacji (m.in. zasobów, działań i procesów), które wartość współtworzą. Organizacja z jednej strony powinna poszukiwać potencjału tworzenia wartości w oparciu o zasoby będące w granicach własnej organizacji, ale również powinna rozumieć potencjał tworzenia wartości o zasoby będące poza jej granicami, np. te w granicach interesariuszy bezpośrednich i pośrednich, oraz powinna poszerzyć dostęp do zasobów, które może pozyskać od innych podmiotów [Wallin, 2002]. Możliwość pozyskiwania wiedzy naukowej z zasobów cyfrowych zielników, w tym z zasobów Herbarium Pomeranicum, wpisuje się nie tylko w koncepcję gospodarki opartej na wiedzy (GOW), lecz także w zasady gospodarki sieciowej, na której opiera się koncepcja Przemysłu 4.0, co zaprezentowano na rysunku 2.

RYSUNEK 2

Pozyskanie i wykorzystanie zasobów jako czynnik tworzenia sieci



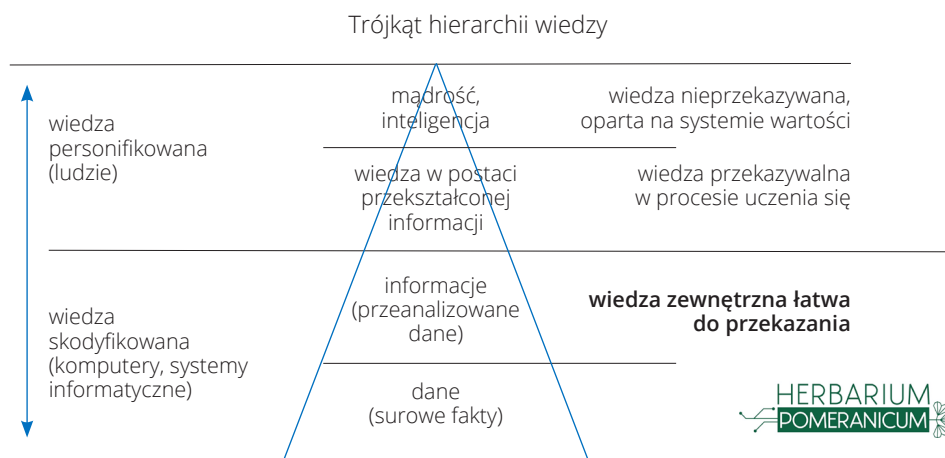
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Wallin, 2002].

Prezentowane podejście zakłada przejście od analizy pojedynczej organizacji i jej zasobów do współpracy z interesariuszami, koncentrujące się na wykorzystaniu możliwości i współzależności, jakie istnieją pomiędzy organizacjami w sieci współzależności.

Uczestnictwo w sieci daje możliwość efektywnego wykorzystania informacji i wiedzy, która znajduje się w różnych obszarach tej sieci, staje się podstawowym źródłem synergicznej wartości. Według takiej perspektywy wiedza postrzegana jest jako złożony, dynamiczny, subiektywny zestaw aktywów, który podlega ciągłej rekonfiguracji. Tak więc nowa wiedza może być tworzona pomiędzy uczestnikami sieci jako synergia możliwości (umiejętności) wniesionych do współpracy przez każdą ze stron. Taka synergiczna wiedza jest trudna do zdefiniowania, ponieważ odzwierciedla ona złożony, dynamiczny proces wymiany wiedzy jawnej oraz ukrytej, zarówno formalnej, jak i nieformalnej pomiędzy przedsiębiorstwami (podmiotami) uczestniczącymi w sieci. Sukces pojedynczego podmiotu zależy więc od umiejętności integrowania skomplikowanej sieci powiązań pomiędzy podmiotami wewnętrznymi i zewnętrznymi [Omta i in., 2001].

Każde współczesne przedsiębiorstwo może uzyskać przewagę konkurencyjną i osiągnąć sukces rynkowy m.in. dzięki odpowiedniemu skonfigurowaniu zasobów i procesów o charakterze wartościotwórczym, w tym wykorzystaniu wiedzy będących wewnątrz i na zewnątrz organizacji. Przez wiedzę rozumie się uporządkowany zespół należycie uzasadnionych systemów informacji, dotyczących reguł działań ludzkich, mających na celu zmianę rzeczywistości otaczającej człowieka [Monkiewicz, 1981]. Wiedza i informacja to istotne czynniki konkurencyjności współczesnego przedsiębiorstwa. W wielu najnowszych opracowaniach podkreśla się znaczenie wiedzy jako zasobu organizacji, co znajduje odzwierciedlenie w koncepcjach zarządzania tym zasobem, pomimo że jest on niejako nieograniczony (przrastający). Wiedza jest jednak dobrem rzadkim, pożądanym i, aby ją pozyskać i maksymalnie wykorzystać, należy przyswoić techniki, które pozwolą ją skutecznie zarządzać i zapanować nad jej niematerialnym charakterem. Generalnie tworzenie zasobów wiedzy można odnieść do tzw. „trójkąta wiedzy”, a wiedzę można podzielić na wiedzę skodyfikowaną oraz wiedzę spersonalizowaną. Cyfrowy zielnik Herbarium Pomeranicum należy zaliczyć do wiedzy skodyfikowanej, co prezentuje rysunek 3.

Tak więc digitalizacja procesów społeczno-gospodarczych staje się faktem. Wkraczamy w erę tzw. Przemysłu 4.0 i gospodarki sieciowej. Procesy digitalizacji dotyczą szeregu obszarów, w tym obszarów nauki i dydaktyki na poziomie akademickim. Nowoczesne technologie ICT (*Information and Communication Technology*), w tym rozwój sieci Internet oraz technologii telekomunikacyjnych, pozwalają na powszechne udostępnianie zasobów poprzez sieć Internet, realizując idee gospodarki sieciowej opartej na wiedzy czy też ekonomii współdzielenia. Dotyczy to także zasobów nauki, takich jak zasoby zgromadzone w zielnikach.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Sopińska, 2001; Skyrme, 1999, s. 47].

Wybranie narzędzia badawczego w postaci studium przypadku wynika z faktu prezentacji specyfiki digitalizacji zasobów naukowych. Jak wskazuje analiza projektów dotyczących takiej digitalizacji, większość projektów poddaje procesowi digitalizacji zasoby naukowe o różnym charakterze przez duże jednostki akademickie bądź ich konsorcja, które z reguły nie są tzw. jednostkami jednoimiennymi. Przykładem są np. projekty AMUNATCOLL² czy też Atlas Zasobów Otwartej Nauki (AZON)³ Istotnym wyróżnikiem projektu Herbarium Pomeranicum w stosunku do innych realizowanych projektów dotyczących digitalizacji zasobów nauki w Polsce jest fakt wysoce ukierunkowanego projektu na zbiory o jednorodnym charakterze, tj.

² Digitalizacja i udostępnianie zasobu danych przyrodniczych w postaci zbiorów roślin, grzybów i zwierząt (54 kolekcji) oraz 12 kolekcji specjalistycznych i ikonograficznych Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Projekt był realizowany w konsorcjum: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu – Wydział Biologii (WB UAM); Beneficjent Wiodący oraz Instytut Chemii Bioorganicznej PAN – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe (PCSS); Partner por: anc.amu.edu.pl.

³ Projekt AZON 1.0 został zainicjowany w Centrum Wiedzy i Informacji Naukowo-Technicznej (CWiNT) Politechniki Wrocławskiej (koordynator) w 2016 roku w partnerstwie z Akademią Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu, Uniwersytetem Medycznym we Wrocławiu i Instytutem Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. W 2020 r. powrócono do realizacji i rozwoju projektu pod nazwą AZON 2.0 realizowanego przez Politechnikę Wrocławską (lidera) wraz z partnerami: Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu, Uniwersytetem Medycznym we Wrocławiu oraz Instytutem Badań Systemowych PAN w Warszawie [www 1].

projekt realizują cztery herbaria z trzech uczelni, które są zarejestrowane w Index Herbariorum⁴ (*łac.* spis zielników). Fakt ten powoduje, że projekt ten jest największym takim przedsięwzięciem w Polsce skupiającym zbiory zielnikowe, które dodatkowo są zarejestrowane w międzynarodowym indeksie herbaryjnym. Pewnym punktem odniesienia dla projektu Herbarium Pomeranicum może być proces digitalizacji zasobów United States National Herbarium, podczas którego w ciągu siedmiu lat zdigitalizowano 3,8 miliona alegatów [www 3] z ponad 5 milionów alegatów posiadanych w zbiorach tego Herbarium [Thiers i in., 2016, s. 324–333].

Tak więc proces digitalizacji zasobów od kilku lat jest realizowany w zielnikach światowych i także analogiczne działania podejmowane są w Polsce, czego przykładem jest cyfryzacja zasobów zielników – w tym projekt Herbarium Pomeranicum. Ważnym elementem tego procesu jest zapewnienie nie tylko odpowiedniej jakości zbiorów cyfrowych, które mogą być przetwarzane przez docelowych użytkowników/interesariuszy, lecz także zapewnienie stabilności dostępu i bezpieczeństwa zgromadzonych danych w wyniku przyjętych rozwiązań, jak również aspektów użytkowych ważnych dla poszczególnych grup interesariuszy wykorzystujących udostępnione zbiory wspomnianych zielników w postaci cyfrowej. Sprawny dostęp i bezpieczeństwo danych wymagają odpowiedniej konfiguracji systemu informatycznego (platforma oraz serwery) i wykorzystania odpowiedniej jakości sprzętu do realizacji procesu digitalizacji (skanery, mikroskopy).

2. Platforma Herbarium Pomeranicum – ogólne założenia

Tak duży projekt wymagał określenia zbioru reguł, które ściśle opisują, w jaki sposób programy lub podprogramy będą komunikowały się ze sobą (API). Projekt opiera się na czterech głównych elementach/interfejsach:

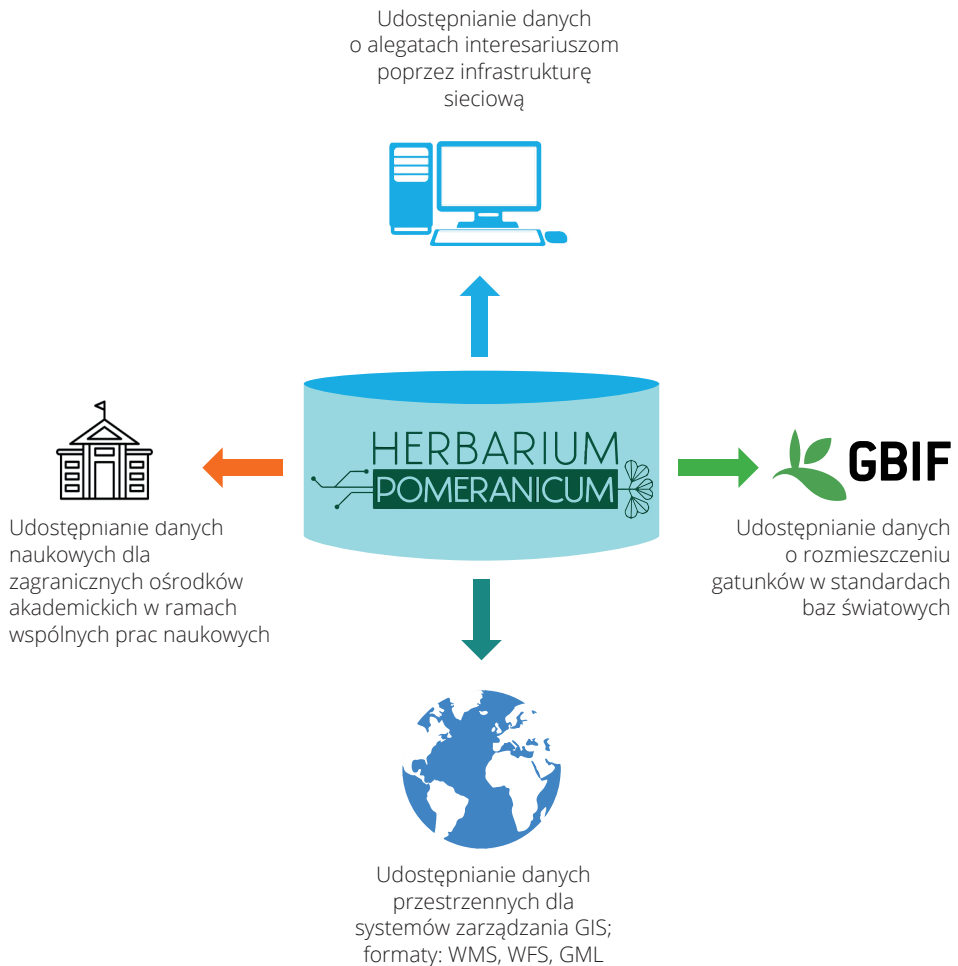
1. API do zarządzania i gromadzenia danych,
2. API do wymiany danych z bazą GBIF (The Global Biodiversity Information Facility [www 4]),
3. API do udostępniania danych geoprzestrzennych (GIS – Geographic Information System),
4. API do udostępnienia danych naukowych w formatach oprogramowania do statystyki oraz formatów XML, TXT, CSV.

⁴ Index Herbariorum to międzynarodowy rejestr kolekcji zielnikowych spełniających kryteria naukowe (tj. zielników instytucjonalnych). Katalog prowadzony jest od 1952 roku przez Nowojorski Ogród Botaniczny, szerzej: [www 2].

Zadaniem powyższych interfejsów programowania aplikacji będzie dostarczenie odpowiednich specyfikacji podprogramów, struktur danych, klas obiektów i wymaganych protokołów komunikacyjnych, dzięki którym zostanie zapewniony rozwój infrastruktury zarówno w okresie trwałości, jak i późniejszego jej funkcjonowania oraz realizacji założeń badawczych poszczególnych zielników, co zobrażowano na rysunku 4.

RYSUNEK 4

Ideowy schemat interfejsów aplikacji działających w projekcie



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Studium Wykonalności..., 2019].

W ramach projektu Herbarium Pomeranicum stworzono od podstaw platformę internetową umożliwiającą gromadzenie i udostępnianie danych w przeglądarce internetowej. Główne dane, tj. zdigitalizowane alegaty, będą przechowywane w autorskim oprogramowaniu (open source) bez potrzeby korzystania z licencji zamkniętych i firm trzecich. W ramach potrzeb wykorzystywane będą również gotowe rozwiązania na licencjach wolnych (GNU General Public License [www 5]). Przechowywanie danych rastrowych odbywać się będzie dla większości danych w postaci plików graficznych w formatach bezstratnych TIF/TIFF [www 6] lub PNG [www 7] z możliwością przechowywania ich w różnej rozdzielczości tak, aby udostępnianie ich było płynne. Dane te będą więc pobierane w postaci plików bezpośrednio z macierzy dyskowej.

Ponadto możliwe będzie pobranie informacji z etykiety, która zapisana będzie w bazie danych. Informacje te będą mogły być filtrowane tak, aby użytkownik końcowy miał pełnię możliwości kreowania zapytań dla jak najlepszego wyniku wyszukiwania. Umożliwiać to będzie aplikacja internetowa uruchamiana w przeglądarce, a także przeznaczona dla systemów mobilnych. Pobrane dane zostaną wyeksportowane do formatów powszechnie używanych do gromadzenia i importu danych. Zostanie także zachowana możliwość eksportowania danych do standardów światowych, m.in. Access to Biological Collections Data (ABCD) Schema [www 8] – to standard dostępu do danych biologicznych, opracowany w ramach projektu BIOCASE (Biological Collections Access for Europe [www 9]). Ze względu na objętość (ok. 500 tys. arkuszy) w bazie danych przechowywany będzie jedynie adres położenia zeskanowanych alegatów w macierzy lub adres URL.

Zdigitalizowane dane zgromadzone w trakcie trwania projektu udostępniane będą również poprzez API rekomendowane przez gremia standaryzacyjne zgodne z GBIF. Umożliwi to łatwą wymianę danych o rozmieszczeniu gatunków pomiędzy istniejącymi już tego typu projektami na świecie. Dostęp do danych zostanie zapewniony zgodnie ze standardem TDWG Access Protocol for Information Retrieval [www 10, www 11]. Ponadto opis lokalizacji będzie zgodny ze standardem ATPOL [www 12] stosowanym w polskich ośrodkach akademickich.

Interesariusze związani z wykonywaniem dokumentacji z zakresu ochrony środowiska i przyrody oraz podmioty administracji rządowej będą mieć dostęp do map zawierających prezentację przestrzennego rozmieszczenia gatunków prezentowanych przez alegaty zielnikowe. Będzie to podstawą do analiz mających na celu zachowanie bioróżnorodności, co jest zgodne z ekologiczną strategią państwa i Unii Europejskiej. Możliwe to będzie poprzez platformę informatyczną udostępniającą tego typu dane w formatach standaryzowanych globalnie przez

Open Geospatial Consortium (OGC) [www 13], umożliwiającą bezpośrednią wymianę danych pomiędzy systemami geoinformatycznymi WMS, WFS i innymi związanymi z XML, tj. GML, KML. Wszystkie dane będą więc geolokalizowane, co umożliwi wykonywanie map rozmieszczenia zgromadzonych okazów. Mapy te będą wykonywane w wybranej dokładności z wykorzystaniem podkładów mapowych udostępnianych w ramach INSPIRE przez geoportal [www 14].

Liczba osób korzystających z serwisu w założeniu będzie nieograniczona, co determinuje podejście, w którym gromadzone w ramach prac dane będą łatwo dostępne. Wymusza to zatem stosowanie standardów w danych umożliwiających integrację ich z oprogramowaniem naukowym. W tym celu zostanie przygotowana aplikacja, która automatycznie będzie przygotowywać dane do dalszych analiz naukowych w najbardziej popularnych formatach plikowych CSV, TXT, XML lub innych wykorzystywanych w statystyce przestrzennej wykonywanej przez najbardziej rozpowszechnione oprogramowanie naukowe (tabela 1).

TABELA 1

Funkcjonalność platform wytworzonych w ramach projektu

Lp.	System źródłowy	System docelowy	Zakres wymienianych danych	Sposób wymiany danych	Typ interfejsu
1	platforma edycji danych	magazyn danych	informacje zapisywane w bazie danych oraz pliki rastrowe w formatach bezstratnych (TIFF, PNG)	kopiowanie i uzupełnianie w bazie danych	autorski
2	platforma udostępniania danych	dokumenty i pliki	pliki rastrowe w formatach bezstratnych, pliki PDF, TXT, CSV, XML, formaty danych GIS WMS i WFS	kopiowanie, odwołania bezpośrednie do pobieranych danych	autorski
3	platforma udostępniania danych w strukturze GBiF	format baz danych GBiF	pliki XML, CSV, TXT, pliki rastrowe	kopiowanie i pobieranie danych	linterfejs GBiF

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Studium Wykonalności..., 2019].

Wszystkie rozwiązania informatyczne w postaci systemu i aplikacji w celu zachowania skalowalności i niezawodności będą wirtualizowane. Takie podejście umożliwi zastosowanie rozwiązań chmurowych i stworzenie systemu w pełni skalowalnego o następujących funkcjonalnościach:

- komunikacja poprzez sieć internetową w relacji klient–serwer z zapewnieniem bezpieczeństwa z wykorzystaniem protokołów szyfrujących komunikację,
- sprawne przechowywanie danych w postaci bezstratnie kompresowanych danych rastrowych,
- stworzenie bazy danych informacji zawartych na arkuszach zielnikowych wraz z plikami zeskanowanych alegatów,
- przeszukiwanie danych w postaci kreowanych przez użytkownika zapytań do bazy danych,
- przeszukiwanie wybranych arkuszy w postaci rastrowej i wyświetlanie ich na ekranie w domyślnie obniżonej rozdzielczości w celu ich sprawnego przeglądania,
- pobieranie przez użytkownika końcowego danych rastrowych w wybranych rozdzielczościach wraz z informacjami o arkuszu w postaci plików tekstowych lub wariantach XML,
- wykonywanie analiz na wybranych z bazy arkuszach polegających np. na wyświetlaniu map rozmieszczenia gatunków na podstawie siatek używanych w botanice oraz współrzędnych geograficznych dla arkuszy, które zostały wcześniej poddane geolokalizacji,
- udostępnienie map w postaci formatów WMS i WFS standaryzowanych przez OGC, które będzie można otworzyć w aplikacjach związanych z administrowaniem danymi przestrzennymi (GIS) wykorzystywanymi przez podmioty gospodarcze oraz administrację publiczną,
- automatyczne przygotowywanie danych do dalszych analiz naukowych w formatach CSV, TXT lub innych wykorzystywanych w statystyce przestrzennej.

Ze względu na współczesne standardy stosowane na świecie w podobnych projektach pełna obsługa odbywać się będzie za pomocą aplikacji uruchamianych w najpopularniejszych przeglądarkach internetowych, tj. Chrome, Firefox, Edge i Opera w najnowszych wersjach. Tym samym zostaną zastosowane najnowsze standardy programistyczne związane z językami Javascript, HTML, XHTML, XML oraz PHP i SQL.

Stworzone w ramach projektu aplikacje i uruchomione usługi będą dzieliły się na:

- aplikacje administracyjne (konfiguracja serwerów i usług),

- aplikacje obsługiwane przez zatrudnionych przy cyfryzacji danych pracowników, służące do wprowadzania i zapisywania danych na serwerze,
- aplikacje umożliwiające przeglądanie i udostępnianie danych w sieci przez interesariuszy.

Z punktu widzenia otwartości danych w ramach projektu wszyscy partnerzy zobowiązani są do bezpłatnego cyfrowego udostępniania zbiorów danych wykonanych w ramach projektu bez ograniczeń dla ich ponownego wykorzystania i zgodnie z zasadami tzw. wolnych licencji CC BY-SA 3.0 z tzw. zachowaniem autorstwa [www 15]. Wszystkie dane zostaną również otagowane, co pozwoli na przeszukiwanie metadanych poprzez tagi Highwire Press dla systemów zewnętrznych typu Google Scholar oraz eksport informacji do systemów zarządzania bibliografią naukową (formaty RIS, CSV, RDF). Same zasoby nauki będą udostępniane z wykorzystaniem typów i formatów dokumentów zgodnych z Krajowymi Ramami Interoperacyjności. Przed pobraniem danych każdy interesariusz będzie musiał zaakceptować regulamin oraz licencję obejmującą zakres pobieranych danych. Wszystkie dane zostaną oznaczone odpowiednim znakiem licencji, który będzie jednoznaczny i nie będzie pozostawiał wątpliwości co do zasad jego wykorzystania.

Każdy interesariusz będzie mógł wykorzystywać dane również w celach komercyjnych z wskazaniem źródła i udostępnieniem na takiej samej licencji. Tym samym zachowane zostaną podstawowe zasady przyświecające temu projektowi:

- zasada dostępności: dane będą dostępne w 100% bez opłat w postaci łatwo dostępnej strony internetowej,
- zasada ponownego wykorzystania i redystrybucji: dozwolone będzie ponowne wykorzystanie danych oraz dalsza ich redystrybucja na zasadach zgodnych z licencją CC BY-SA 3.0,
- zasada powszechnego uczestnictwa: dostęp do danych będzie miał każdy, bez względu na rodzaj działalności gospodarczej lub jej brak. Każdy będzie miał więc wgląd do zeskanowanych danych oraz powiązanych metadanych, które będzie mógł przeszukiwać.

3. Platforma Herbarium Pomeranicum – infrastruktura

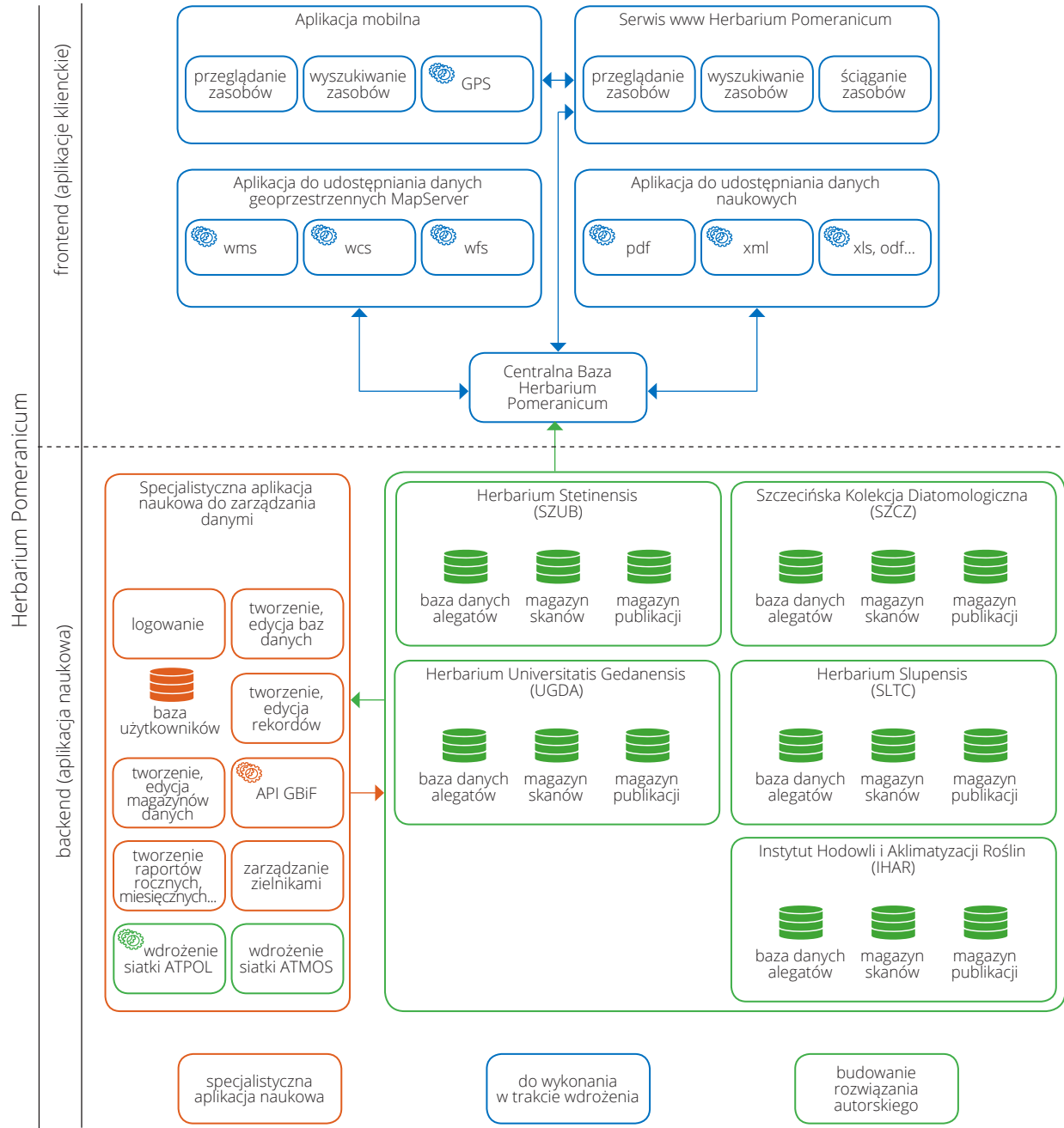
W ramach projektu powstaną trzy „lustrzane” centra danych (Szczecin, Słupsk i Gdańsk) z zainstalowaną niezbędną infrastrukturą sieciowo-serwerową poświęconą wirtualizacji tworzonych systemów. Każde z centrów wyposażone będzie w macierz dyskową o pojemności ok. 260 TB. Takie rozwiązanie zagwa-

rantuje wysoką dostępność świadczonych usług oraz zapewni bezpieczeństwo zdigitalizowanych zbiorów w ilości 460 000 alegatów. Zastosowane rozwiązania redundancji danych z pewnością zapewnią możliwość szybkiego przełączenia udostępnianych danych na inny serwer lustrzany w przypadku wystąpienia błędu. Wdrożenie powyższych rozwiązań spowoduje przypisanie tej platformie czwartej (na etapie rozwojowym), a docelowo piątej (etap pełnego wdrożenia), klasy dostępności.

Główne centrum danych umieszczone będzie w Akademii Pomorskiej w Słupsku. Centrum to będzie miało za zadanie gromadzenie wszystkich danych oraz obsługę edycji danych, jak i ich przeglądanie przez interesariuszy. Centrum danych umieszczone na Uniwersytecie Gdańskim będzie centrum zapasowym i w razie wystąpienia awarii będzie przejmowało na siebie wszystkie funkcje głównego centrum. Centrum danych na Uniwersytecie Szczecińskim będzie w głównej mierze przeznaczone na przechowywanie wersjonowanych kopii bezpieczeństwa bazy danych. Każde z centrów będzie miało zainstalowane na serwerach pełne oprogramowanie umożliwiające wprowadzanie zeskanowanych danych.

Rozproszona i modułowa budowa infrastruktury oraz zakładana pojemność macierzy wystarczą również do zapewnienia późniejszej trwałości projektu oraz jego ewentualnej rozbudowy o kolejne bazy danych czy systemy wirtualne. Istotnym założeniem, przyjętym w trakcie realizacji projektu, jest elastyczna możliwość rozbudowy centrów serwerowych pozwalająca na włączenie w przyszłości kolejnych zielników, które ze względu na swoją specyfikę zgromadzonych zbiorów mogą mieć odmienną strukturę danych. Tę elastyczność uzyskano dzięki zastosowaniu rozwiązania HPE Nimble Storage dHCI (rozproszona infrastruktura hiperkonwergentna [www 16]). HPE Nimble Storage dHCI to rozwiązanie oparte na sztucznej inteligencji – ta platforma zupełnie nowej kategorii pamięci masowej zagwarantuje również charakterystyczną dla chmury obliczeniowej prostotę zarządzania infrastrukturą IT. Umożliwi konsolidację aplikacji i obciążeń z poziomu jednej konsoli, bez ryzyka powstawania wąskich gardeł, opóźnień czy problemów wydajnościowych. Natomiast dzięki programowi HPE Timeless Storage będzie można uniknąć kosztownych cykli modernizacyjnych polegających na całkowitej wymianie sprzętu. Infrastruktura projektu będzie na bieżąco aktualizowana. Tak więc przyjęte rozwiązanie pozwoliło skonsolidować dużą moc obliczeniową, ogromną pamięć masową oraz niezawodność sieci. Elastyczność możliwości rozbudowy systemu oraz zakres autorskich rozwiązań niezbędnych do realizacji platformy informatycznej projektu Herbarium Pomeranicum prezentuje rysunek nr 5.

Schemat ideowy Platformy Herbarium Pomeranicum



Źródło: opracowanie na podstawie: [Projekt wykonawczy..., s. 9].

Centra danych w Słupsku i Gdańsku przyjmą rolę klastra HA z replikacją przyrostową danych pomiędzy macierzami. Jeżeli dojdzie do awarii lub z jakichś powodów któraś ze świadczonych usług składowych budowanego systemu będzie niedostępna, to system automatycznie przełączy rolę w klastrze, co z punktu ciągłości pracy użytkownika końcowego systemu będzie nieodczuwalne. W przypadku centrum danych w Szczecinie rozwiązanie przewiduje regularne wykonywanie kopii przyrostowej aktualnego stanu systemu z zachowaniem wersjonowania w określonym przedziale czasowym, co umożliwi odtworzenie stanu systemu z określonego dnia. Ponadto w Szczecinie, podobnie jak w systemie głównym HA, uruchomione będą usługi związane z obsługą projektu realizowane poprzez strony WWW. Każde z centrum danych może więc przejąć rolę strony wiodącej. W tabeli 2 zaprezentowano założenia technologiczne projektu z podziałem na poszczególne obszary.

TABELA 2

Przyjęte założenia technologiczne

Lp.	Obszar	Założenie technologiczne
1	Infrastruktura	Serwery i nadmiarowe macierze dyskowe służące do gromadzenia i udostępniania danych
2	Sieć i bezpieczeństwo	Komunikacja za pośrednictwem sieci internetowej będzie szyfrowana za pomocą unikalnych certyfikatów SSL. Wszystkie dane będą przechowywane w nadmiarowych macierzach dyskowych. Dodatkowo baza główna (Akademia Pomorska w Słupsku) będzie kopiowana w określonych interwałach czasowych na serwer Uniwersytetu Gdańskiego. Umożliwi to rozproszenie ryzyka utraty danych
3	Standardy wymiany danych	Wymiana danych odbywać się będzie za pomocą udostępniania plików graficznych w najpowszechniejszych formatach. Dodatkowo dane geolokalizacyjne udostępniane będą w postaci map, plików oraz formatów umożliwiających bezpośrednie otwieranie mapy w programach typu GIS. Kopia zawartości atrybutowej bazy danych udostępniana będzie w najbardziej popularnych formatach
4	Systemy operacyjne serwerowe	Systemy Linux / Windows Server
5	Bazy danych	Relacyjne bazy danych wykorzystujące język SQL umożliwiające przechowywanie danych typu BLOB* i/lub bazy danych NoSQL** oraz dane geoprzestrzenne

Lp.	Obszar	Założenie technologiczne
6	Serwery aplikacji	Serwery WWW, GIS
7	Portale	Portale umożliwiające przesyłanie i gromadzenie danych w bazach oraz portale udostępniające dane użytkownikom serwisu
8	Inne	Serwisy gromadzenia danych w chmurze, aplikacje dla mobilnych systemów operacyjnych

* BLOB (Binary Large Object) – typ danych, który umożliwia przechowywanie dużych ilości danych binarnych jako pojedyncze obiekty w bazie danych; stosowany w szczególności do przechowywania danych multimedialnych.

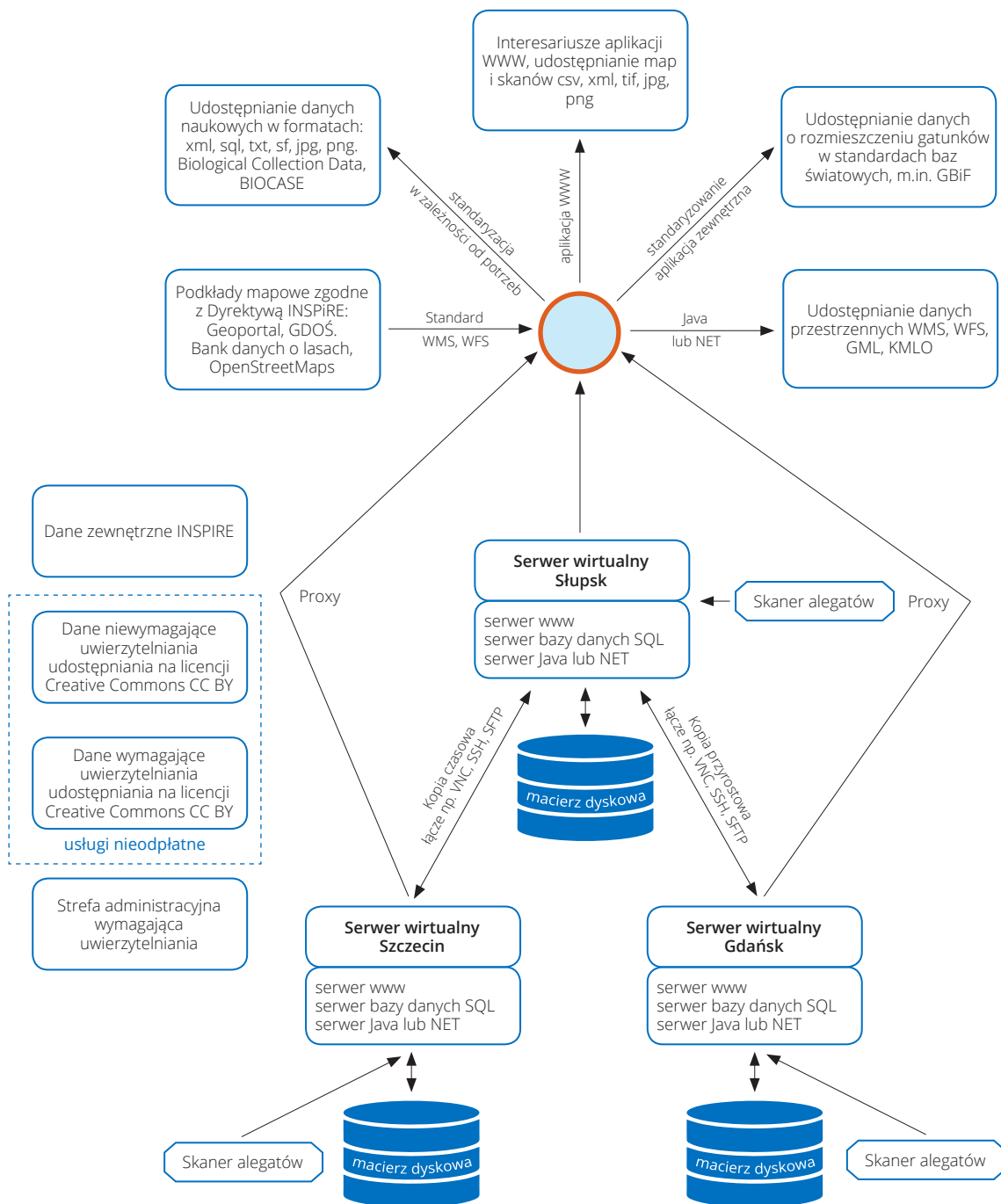
** NoSQL – baza danych zapewniająca mechanizm do przechowywania i wyszukiwania danych modelowanych w inny sposób niż relacje tabelaryczne używane w relacjach baz danych SQL.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Studium Wykonalności..., 2019].

Infrastruktura związana z realizacją projektu będzie zabezpieczona m.in. poprzez specjalizowane sprzętowe zapory sieciowe (firewall) w klasie NGFW lub analogiczne rozwiązanie softwarowe, analizujące na bieżąco ruch sieciowy w komunikacji pomiędzy poszczególnymi grupami użytkowników oraz oprogramowanie zapewniające ochronę przed szpiegowaniem i atakami np. typu DDoS. Pełny dostęp do danych związanych z ich edycją posiadać będą wyznaczone komputery powiązane funkcjonalnie ze stanowiskami do skanowania i edycji danych, które będą uwierzytelnione poprzez przypisany unikalny adres MAC, IP lub token kryptograficzny. Administrowanie serwerami odbywać się będzie z wykorzystaniem najnowszych implementacji protokołu SSH i/lub VPN oraz tokenem kryptograficznym. Schemat procesów i infrastruktury informatycznej w projekcie Herbarium Pomeranicum prezentuje rysunek 6.

W celu monitorowania połączeń sieci z interesariuszami dodatkowo zostaną zapisane logi zawierające IP i/lub MAC, adres użytkownika, liczby unikalnych połączeń, liczby pobrań poszczególnych rodzajów plików oraz liczby odwiedzin poszczególnych elementów aplikacji. Mechanizm monitorowania niektórych parametrów użytkowników wynika z faktu ich potencjalnie różnego stopnia zainteresowania poszczególnymi elementami projektu oraz stopniem dokładności informacji pozyskiwanych z systemu. Tym samym inaczej powinien być traktowany w statystykach np. użytkownik ściągający pliki w wysokiej rozdzielczości i wielokrotnie przeszukujący bazę danych w celu lepszego dopasowania wyników, a inaczej użytkownik okazjonalny, który wszedł na stronę w celu jedynie zapoznania się z jej podstawową treścią.

Infrastruktura i procesy w projekcie



Źródło: [Studium wykonalności..., 2019]

System będzie umożliwiać przeglądanie danych na różnych poziomach dostępu:

- Poziom A. – zespół redakcyjny zielnika – osoby mające wpływ na weryfikację wszystkich danych, tj. mogące dane dodawać, usuwać i dowolnie je zmieniać,
- Poziom B. – edytor bazy danych i osoby skanujące alegaty – osoby mogące dodawać skany do systemu i w pełni edytować wprowadzane przez siebie dane,
- Poziom C. – osoby związane czynnie z zielnikiem, które będą miały rozszerzone możliwości w stosunku do niektórych danych wskazane przez zespół redakcyjny,
- Poziom D. – użytkownicy zewnętrzni wyszukujący dane i mogący je przeglądać oraz pobierać.

Struktura i konfiguracja baz danych, zostanie opracowana zgodnie z zasadą minimalnych przywilejów z zachowaniem bezpieczeństwa dla odpowiednich grup użytkowników oraz transakcji. Bazy danych nie będą bezpośrednio udostępniane na zewnątrz i stanowić będą jedynie zaplecze dla wyeksponowanych aplikacji dostępowych uruchamianych w przeglądarkach internetowych.

Dane w postaci zeskanowanych arkuszy przechowywane będą w specjalizowanych macierzach dyskowych. Zakłada się, że komunikacja z aplikacjami obsługującymi wymianę danych odbywać się będzie za pomocą krajowej sieci światłowodowej PIONIER [www 17]. Jednak ze względu na dużą ilość danych w postaci plików graficznych, które będą miały znaczną objętość, część z nich będzie przesyłana partiami w okresie najmniejszego obciążenia sieci. Dotyczyć to będzie zwłaszcza wykonywanych kopii bezpieczeństwa. Na gruncie krajowym sieć PIONIER posiada umowy peeringowe o wymianie ruchu z wszystkimi większymi operatorami. Umożliwia to spełnienie kolejnego kryterium o wymianie danych pomiędzy nauką chmurą danych oraz chmurą administracji publicznej, jak również gwarantuje szerokopasmowy dostęp obywatela do usług, które opracowane zostaną w projekcie.

4. Podsumowanie – Herbarium Pomeranicum jako projekt o charakterze synergicznym

Rola zbiorów zgromadzonych w zielnikach w zachowaniu wiedzy o intensywnie zmieniającym się środowisku przyrodniczym jest nie do przecenienia. Są one jedynym zachowanym dowodem na obecny i historyczny skład flory (roślin) i mykobioty (grzybów). Zbiory te są źródłem informacji na temat bioróżnorodności danego regionu, materiałem do wszelkich porównawczych badań taksono-

micznych, morfologicznych, anatomicznych, ekologicznych itp. oraz źródłem materiału genetycznego, który może być wykorzystywany w różnorodny sposób. Materiał zielnikowy odgrywa kluczową rolę w ocenie stopnia zagrożenia gatunków podczas opracowywania programów zachowania bioróżnorodności. Stanowi też jedyną formę dokumentacji okazów typowych i gatunków unikatowych (tj. bardzo rzadkich). Warto dodać, że okaz typowy, to materiał, na podstawie którego badacz może opisać nowy gatunek (takson) dla nauki. Jest jakby wzorcem danego gatunku. Okaz typowy danego gatunku jest tylko jeden na świecie, stąd jego wartość naukowa jest trudna do przecenienia. Zbiory te przechowywane są w herbariach, czyli zielnikach, które działają na całym świecie, często przy uczelniach wyższych, instytutach badawczych i muzeach przyrodniczych. Rejestrację i spis obecnie istniejących zielników naukowych świata prowadzi Index Herbariorum – katalog zorganizowany przez Nowojorski Ogród Botaniczny [www 18]. Obecnie na świecie funkcjonuje ponad 4 000 herbariów w 165 krajach, zawierających ponad 350 000 000 okazów.

Współcześnie podkreśla się w środowisku akademickim zarówno znaczenie inicjowania i realizacji projektów interdyscyplinarnych, jak również budowanie zespołów badawczych i projektowych o wysokim stopniu synergii. Nie bez znaczenia jest także aspekt użyteczności prowadzonych badań poprzez wskazywanie roli i zadań środowiska akademickiego względem otoczenia społeczno-gospodarczego, czyli realizacji koncepcji tzw. „uniwersytetu trzeciej generacji”. Należy tutaj zaznaczyć, że projekt Herbarium Pomeranicum ma nie tylko charakter naukowy czy też edukacyjny (poprzez fakt możliwości wykorzystania zgromadzonych i udostępnionych zbiorów naukowcom oraz studentom, ale także nauczycielom i uczniom ze szkół podstawowych i ponadpodstawowych w trakcie edukacji przyrodniczej), lecz także wartość użyteczną, gdyż z zasobów zdigitalizowanych herbariów na całym świecie korzystają różnego typu instytucje i firmy przy wykonywaniu ekspertyz oddziaływania na środowisko różnorodnych inwestycji, np. w formie wykorzystywania materiałów zielnikowych jako materiałów porównawczych, pomoc w identyfikowaniu gatunków i innych. Projekt Herbarium Pomeranicum to połączenie kolekcji następujących zielników [www 19]:

1. Herbarium UGDA – Universitatis Gedanensis stanowiące własność Uniwersytetu Gdańskiego. Zielnik Roślin i Grzybów Uniwersytetu Gdańskiego posiada ponad 300 000 okazów materiałów zielnikowych roślin naczyniowych, mszaków i porostów, dysponuje preparatami mokrymi (zakonserwowane kwiaty), próbkami izolatów DNA oraz żywymi okazami.
2. Herbarium SLTC – Herbarium Słupensis stanowiące własność Akademii Pomorskiej w Słupsku. Kolekcja stanowi zbiór 68 000 arkuszy zielnikowych,

w tym 11 000 okazów porostów czy 2 950 okazów grzybów. Herbarium Slupensis stanowi unikatową dokumentację studiów nad różnorodnością biologiczną regionu Pomorza Środkowego prowadzonych od ponad dwustu lat.

3. Herbarium SZUB – Herbarium Stetinensis stanowiące własność Uniwersytetu Szczecińskiego. Integralny system wiedzy o bioróżnorodności Pomorza Zachodniego w odniesieniu do roślin i grzybów. Składowymi projektu są zielnik Herbarium Stetinensis oraz Zachodniopomorski Atlas Rozmieszczenia Roślin i Grzybów (ZARRiG), co razem stanowi unikatową dokumentację studiów nad różnorodnością biologiczną regionu prowadzonych od ponad stu lat. Zarówno kolekcje zielnikowe, jak i gromadzone dane o stanowiskach są materiałem wyjściowym dla różnych opracowań, m.in. taksonomii, fitogeografii, ekologii, oceny zagrożeń gatunków roślin i grzybów Pomorza Zachodniego, w tym również taksonów cennych, rzadkich i zagrożonych wymarciem. W sumie ok. 65 000 okazów, w tym około 6 000 okazów grzybów i 8 000 okazów porostów.
4. Szczecińska Kolekcja Okrzemek SZCZ (Szczecin Diatom Culture Collection) stanowiąca własność Uniwersytetu Szczecińskiego. Na zielnik składa się: hodowla ponad 1 700 szczepów morskich okrzemek pochodzących ze strefy litoralnej i pelagicznej oceanów, a także kolekcja diatomologiczna złożona z ok. 26 000 prób pobranych z siedlisk słodkowodnych i morskich z całego świata. Obok preparatów wykonanych w celu przeprowadzenia rutynowych badań diatomologicznych w kolekcji znajduje się kilkaset preparatów o randze holotypów i izotypów, na podstawie których opisano nowe dla nauki rodzaje oraz gatunki.

Wspólny projekt trzech uczelni i czterech zielników to przykład działań o charakterze sieciowym i o wysokim potencjale synergiczny. Jednocześnie realizacja projektu wymagała współpracy osób z różnych dyscyplin. Sukces aplikacyjny konsorcjum projektowego to efekt:

1. Doświadczenia we współpracy pomiędzy jednostkami akademickimi, gdzie nośnikiem byli ludzie i ich relacje.
2. Uzupełnianie się kompetencjami nie tylko członków zespołu projektowego (częściowo różne obszary naukowe), ale również ośrodków akademickich tworzących konsorcjum.
3. Wykorzystanie silnych stron ośrodków akademickich tworzących konsorcjum projektowe.
4. Wspieranie jednostek akademickich przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w zakresie pozyskiwania zewnętrznych źródeł finansowania rozwoju.

5. Systemowe wsparcie Centrum Projektów Polska Cyfrowa potencjalnych beneficjentów (na etapie aplikowania).
6. Kierowanie się zespołu projektowego założeniami strategii „błękitnego oceanu” (wszyscy muszą być wygrani).

Łącznie zostanie zeskanowanych i udostępnionych w sieci około pół miliona najbardziej cennych alegatów z pomorskich kolekcji, a dostęp do nich uzyska szerokie grono odbiorców, tj. naukowcy, studenci, administracja lokalna oraz państwowa, a także służby, których zadaniem jest dbałość o środowisko czy przedsiębiorcy.

Opisana digitalizacja zbiorów naukowych w postaci projektu Herbarium Pomeranicum jest przykładem silnej współpracy jednostek jednoimiennych zarówno z różnych ośrodków akademickich w Polsce, jak również jednoimiennych jednostek w ramach jednej uczelni, tj. Uniwersytetu Szczecińskiego, na którym funkcjonują dwa zielniki zarejestrowane w Index Herbariorum, jednak o bardzo zróżnicowanych kolekcjach. Realizacja tego typu projektów jest narzędziem nie tylko zacieśniania współpracy oraz przepływu wiedzy pomiędzy jednostkami naukowymi (każda jednostka dostarczyła wiedzy o charakterze uzupełniającym). Dodatkowo wypracowane w ramach projektu rozwiązanie w postaci platformy udostępniającej cyfrowe zbiory bazuje na doświadczeniach wynikających z digitalizacji tego typu zasobów na świecie, stając się kompatybilnym rozwiązaniem cyfrowych zbiorów zielnikowych na świecie. Pozwoli to intensywniej wykorzystywać w badaniach naukowych zasoby polskich zielników cyfrowych zarówno przez badaczy polskich, jak i z zagranicznych ośrodków badawczych.

Przykład aplikowania o dofinansowanie projektu Herbarium Pomeranicum wskazuje jednoznacznie, że współpraca interdyscyplinarna, jak i współpraca pomiędzy jednostkami naukowymi „jednoimiennymi” ma nie tylko teoretyczne uzasadnienie, ale także odbywa się w praktyce. Ważne, aby każdy z partnerów wykorzystał swoje unikatowe kompetencje, które w wypadku Herbarium Pomeranicum nie „nakładały się” na siebie, ale wzajemnie uzupełniały. Wydaje się, że twierdzenia z zakresu nauk o zarządzaniu są truizmami, jednak jak się okazało – działają w praktyce. Myślę, że synergia pomiędzy jednostkami akademickimi i ich otoczeniem uzyskana na etapie aplikowania będzie miała miejsce także na etapie realizacji projektu oraz docelowo udostępniania zbiorów interesariuszom zewnętrznym, którzy wykorzystując kreatywność, będą eksploatować udostępnioną wiedzę naukową w swoich procesach biznesowych. Inne organizacje o charakterze naukowym czy dydaktycznym będą korzystać z zasobów w swoich procesach wartościotwórczych dla grona swoich interesariuszy.

Literatura

- Audretsch D.B., Aldridge T.T., 2009, *Scientist Commercialization as Conduit of Knowledge Spillovers*, "Annals of Regional Science", Vol. 43, pp. 897–905, DOI: 10.1007/s00168-009-0297-4.
- Bozeman B., 2000, *Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory*, "Research Policy", Vol. 29, pp. 627–655, DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00093-1.
- Harman G., 2010, *Australian University Research Commercialization: Perceptions of Technology Transfer Specialists and Science and Technology Academics*, "Journal of Higher Education Policy and Management", Vol. 32(1), pp. 69–83, DOI: 10.1080/13600800903440568.
- Harman G., Harman K., 2004, *Governments and Universities as the Main Drivers of Enhanced Australian University Research Commercialization Capability*, "Journal of Higher Education Policy and Management", Vol. 26(2), pp. 153–169, DOI: 10.1080/1360080042000218230.
- Łobacz K., 2012, *Koncepcja oceny procesu komercjalizacji przedsięwzięć gospodarczych w akademickich inkubatorach przedsiębiorczości*, rozprawa doktorska napisana w Katedrze Efektywności innowacji pod kierunkiem dr. hab. prof. US Piotra Niedzielskiego, Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, (maszynopis powielony).
- Monkiewicz J., 1981, *Międzynarodowy transfer wiedzy technicznej. Elementy teorii i polityki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Niedzielski P., 2013, *Kreatywność i procesy innowacyjne na rynku usług transportowych. Ujęcie modelowe*, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Szczecin.
- Omta O., Trienekens J., Beers G., 2001, *Chain and Network Science. A Research Framework*, "Journal on Chain and Network Science", Vol. 1(1), pp. 1–6, DOI: 10.3920/JCNS2001.x001.
- Orłowski W.M., 2013, *Komercjalizacja badań naukowych w Polsce. Bariery i możliwości ich przełamania*, PWC, Warszawa.
- Peshkov I., 2008, *Granice stosowalności. Teorie wzrostu endogenicznego wobec procesów transformacji systemowej*, [w:] *Innowacyjność w Polsce w ujęciu regionu: Nowe teorie, rola funduszy unijnych i klastrów*, Pangsy-Kania S., Piech K. (red.), Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa.
- Phillips K.P.A., 2006, *Knowledge Transfer and Australian Universities and Publicly Funded Research Agencies*, Department of Education, Science and Training, Canberra.
- Prebble D.R., Waal G.A., Groot C., 2008, *Applying of Multiple Perspectives to the Design of Commercialization Process*, "R&D Management", Vol. 38(3), pp. 311–320, DOI: 10.1111/j.1467-9310.2008.00517.x.
- Projekt wykonawczy platformy Herbarium Pomeranicum, 2020, ThinkIT Consulting, Warszawa (maszynopis powielony).
- Skyrme D.J., 1999, *Knowledge Networking. Creating the Collaborative Enterprise*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

- Sopińska A., 2001, *Zarządzanie wiedzą jako potencjalne źródło konkurencyjności polskich przedsiębiorstw w dobie „nowej ekonomii”*, [w:] *Procesy dostosowawcze polskich przedsiębiorstw do warunków funkcjonowania w Unii Europejskiej*, Czerna M., Rutka R. (red.), Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego, nr 15, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot.
- Studium Wykonalności projektu „Zintegrowane wirtualne Herbarium Pomorza Herbarium Pomeranicum – digitalizacja i udostępnienie zbiorów herbariów jednostek akademickich Pomorza poprzez ich połączenie i udostępnienie cyfrowe”, 2019, Szczecin (maszynopis powielony).
- System transferu technologii i komercjalizacji wiedzy w Polsce – siły motoryczne i bariery*, 2010, Matusiak K.B., Guliński J. (red.), Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa.
- Thiers B.M., Tulig M.C., Watson K.A., 2016, *Digitization of The New York Botanical Garden Herbarium*, “Brittonia”, Vol. 68, pp. 324–333, DOI: 10.1007/s12228-016-9423-7.
- Wallin J., 2002, *Competence Implications of Different Form of Value Creation*, Sixth International Conference on Competence-Based Management, Lausanne.
- Yencken J., Hinde K., 2005, *Finding and Filling the Gaps in the Australian Government's Innovation and Entrepreneurship Support Spectra*, AGSE Entrepreneurship Research Exchange, Melbourne.
- www 1, <https://www.zasobynauki.pl/projekt-azon-1> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 2, <https://www.nybg.org/science-project/index-herbariorum-upgrade> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 3, <https://www.smithsonianmag.com/blogs/national-museum-of-natural-history/2022/12/20/2022-in-review-the-national-herbarium-goes-digital> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 4, <https://www.gbif.org> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 5, <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 6, <https://tools.ietf.org/html/rfc3302> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 7, <https://tools.ietf.org/html/rfc2083> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 8, <https://www.dcc.ac.uk/resources/metadata-standards/abcd-access-biological-collection-data> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 9, <https://www.biocase.org> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 10, <http://tdwg.github.io/tapir/docs> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 11, <https://www.tdwg.org/standards/tapir> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 12, <https://botany.pl/atpol> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 13, <https://www.ogc.org> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 14, <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 15, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/pl> [data dostępu: 15.12.2020].
- www 16, <https://www.hpe.com/pl/pl/home.html> [data dostępu: 10.05.2022].
- www 17, <http://www.pionier.net.pl/online/pl/projekty> [data dostępu: 15.12.2020].

www 18, <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp> [data dostępu: 15.12.2020].

www 19, <https://herbariumpomericum.pl/zasoby-i-kolekcje> [data dostępu: 6.06.2022].