



Dr hab. Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska, prof. UG
Katedra Limnologii
Wydział Oceanografii i Geografii
Uniwersytetu Gdańskiego

R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej mgr. Pawła Przygodzkiego

pt. **ROLA WYPŁYWÓW WÓD PODZIEMNYCH
W KSZTAŁTOWANIU CZASOWEJ I PRZESTRZENNEJ
ZMIENNOŚCI ORGANIZACJI ODPLÝWU POTAMICZNEGO
W MŁODOGLACJALNYCH SYSTEMACH HYDROGRAFICZNYCH**

wykonanej w katedrze Hydrologii Instytutu Geografii
Uniwersytetu Gdańskiego
pod kierunkiem dr hab. Joanny Fac-Benedy, prof. UG

Dysertacja mgr. Pawła Przygodzkiego wpisuje się w tematykę badawczą ośrodka gdańskiego dotyczącą kwantyfikacji środowiska wodnego obszarów młodoglacjalnych, zapoczątkowaną przez prof. Jana Drwala i kontynuowaną przez jego uczniów. Dla hydrologów, badających obieg wody na obszarach młodoglacjalnych, terminologia stosowana przez kolegów z ośrodka gdańskiego jest na ogół mało zrozumiała i każdorazowo wymaga przypomnienia, co za stosowanymi pojęciami się kryje. Stąd tytuł dysertacji poza faktem oczywistym, że dotyczy wpływów wód podziemnych w zlewni młodoglacjalnej w dalszej części może być różnie rozumiany. Moim zdaniem wskazuje, że od trwałości funkcjonowania wpływów wód podziemnych zależy zmienność obszaru objętego siecią powierzchniowego drenażu. A zatem od stanu retencji zlewni młodoglacjalnej zależy, czy udział obszarów bezodpływowych powierzchniowo w jej granicach jest większy, czy mniejszy i czy system drenażu powierzchniowego jest bardziej rozbudowany, czy mniej oraz czy liczba wpływów wód podziemnych jest większa, czy mniejsza.

W krajobrazie młodoglacjalnym, którego cechą charakterystyczną jest endoreizm, o trwałości sieci rzecznej, o wielkości obszaru alimentującego tę sieć a także o ilości wody odprowadzanej tą siecią poza zlewnię istotną rolę odgrywa podziemna faza obiegu wody. Badanie wpływów wód podziemnych, które

wyprowadzając wodę podziemną z różnych poziomów wodonośnych inicjują odcinki źródłowe sieci drenażu powierzchniowego jest interesującym problemem badawczym. Ma też znaczenie praktyczne, pozwala oceniać nie tylko zasoby zbiorników wód podziemnych drenowanych przez wypływy, ale też dając początek ciekom wypływy wód podziemnych są czułym barometrem zmian warunków środowiska wodnego. Znajomość wydatku tych wypływów pozwala także oszacować ich udział w całkowitym odpływie rzeki tworzącej dany system drenażu powierzchniowego.

Tytuł dysertacji mgr. Przegrodzkiego wskazuje zatem, że jej problematyka jest wielowątkowa i istotna dla doprecyzowania wiedzy o obiegu wody w krajobrazie młodoglacjalnym. Wątkiem przewodnim są wypływy wód podziemnych i ich rola w naturalnym drenażu wód podziemnych oraz w inicjowaniu odpływu rzecznoego w zlewni młodoglacjalnej.

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 188 stron tekstu zawartego w 8 rozdziałach i 20 stron spisów: literatury, materiałów kartograficznych i stron internetowych. Zawiera 58 rycin, 21 wykresów 24 tabele i 9 fotografii. Spis cytowanej literatury obejmuje 132 pozycje (w tym 21 obcojęzycznych). Około 40% cytowanych przez Doktoranta prac ukazało się po 2000 roku. Wśród cytowań są też maszynopisy (8)

i przekazy ustne (2).

Układ rozprawy ma charakter klasycznego artykułu naukowego składającego się z czterech części. Pierwsza część dysertacji obejmuje: wprowadzenie, czyli: cel badań, położenie obszaru badań i stan aktualnej wiedzy. Część druga rozprawy omawia wykorzystane przez Doktoranta metody badawcze stosowane w naukach przyrodniczych, niektóre z jego autorskimi modyfikacjami. Kolejna część rozprawy, składająca się z 5 podrozdziałów ma charakter analityczno-syntetyczny. Po ogólnym opisie cech fizycznogeograficznych obszaru badań Doktorant omawiana kolejno: zmienność wykształcenia i uporządkowania sieci rzecznej, charakterystykę geograficzną wypływów wód podziemnych, strukturę genetyczną odpływu rzecznoego oraz rozmieszczenie i funkcjonowanie zlewni 00w w młodoglacjalnym systemie hydrograficznym. Ostatnia część pracy, będąca jej podsumowaniem, została zatytułowana przez Doktoranta: *Hydrograficzne i hydrologiczne implikacje czasowej i przestrzennej zmienności funkcjonowania wypływów wód podziemnych*.

Pod względem metodologicznym konstrukcja rozprawy mgr. Pawła Przygodzkiego wydaje się zwarta, jednakże ze względu na wielowątkową problematykę omawianą w pracy Doktorant nie ustrzegł się niespójności, niedomówień i wielu powtórzeń, co moim zdaniem znacznie ogranicza odbiór pracy.

Szkoda, że już na samym początku rozprawy Doktorant wprowadza pewien chaos pojęciowy. Nie wyjaśnia pojęcia młodoglacjalny system hydrograficzny raz używając go jako synonim zlewni (choć zlewnia ma swoją definicję: jest to obszar, z którego wody spływają do jednego obiektu hydrograficznego), a raz pisze, że system hydrograficzny (Kaszubski System Hydrograficzny) tworzy decentryczny układ cieków głównych (str. 9).

Zlewnię można traktować jako system hydrograficzny i wówczas opisujemy zlewnię topograficzną podając jej atrybuty, czyli powierzchnię i miary kształtu, liczbę cieków tworzących w jej granicach sieć rzecznoą składającą się z cieków różnego rzędu, liczbę jezior, w tym leżących na trasie głównego cieku, liczbę wypływów wód podziemnych, liczbę zagłębień bezodpływowych. Można też opisać jej strukturę hydrograficzną podając zlewnie elementarne cieków różnego rzędu, w tym zlewnie

jezior, wchodzących w skład drenażu powierzchniowego, zlewnie OO i zlewnie endoreiczne, czyli bezodpływowe. Zlewnię można traktować również jako system hydrologiczny i wówczas w jej granicach opisujemy obieg wody uwzględniając w nim dopływ podziemny do cieków z poziomów wodonośnych aktywnie te cieki zasilających. I tu należy pamiętać, że cieki wyższych rzędów mogą drenować wody podziemne apotamiczne dla cieków rzędów niższych. Należy też pamiętać, że obieg wody w zlewniach budujących strukturę hydrograficzną całkowitej zlewni danego systemu rzeczno, traktowanej jako system hydrograficzny bilansuje się w ujęciu zlewni jako systemu hydrologicznego.

I w pierwszej części pracy takich informacji zabrakło. Uważam też, że powinno się używać terminu odpływ rzeczny a nie odpływ potamiczny. Określenia potamiczny i apotamiczny są raczej zarezerwowane do wskazywania, czy wody podziemne danego poziomu wodonośnego mają kontakt z wodami powierzchniowymi, czy nie.

Cel badawczy Doktorant formułuje następująco: „*Celem pracy jest określenie hydrograficznej i hydrologicznej roli wypływów wód podziemnych w kształtowaniu czasowej i przestrzennej zmienności obiegu wody w młodoglacjalnych systemach hydrograficznych*”. Cel ten jest nadrzędny w stosunku do tytułu dysertacji. Celem pracy jest bowiem ocena zmienności obiegu wody w zlewni wynikająca z roli (hydrograficznej i hydrologicznej) wypływów wód podziemnych a nie jak głosi tytuł ocena zmienności organizacji odpływu potamicznego.

Brakuje wyjaśnienia jak Doktorant rozumie hydrograficzną rolę wypływów wód podziemnych a jak ich rolę hydrologiczną? O ile jasna jest rola hydrologiczna (stałe, okresowe, epizodyczne wypływy lub wydajne, średnio wydajne, mało wydajne lub skoncentrowane i nieskoncentrowane) o tyle trudno mi zdefiniować rolę hydrograficzną tych wypływów (to że są lub ich nie ma). I tu prosiłabym Doktoranta o wyjaśnienie roli hydrograficznej wypływów.

Weryfikacji sformułowanej przez Doktoranta **hipotezie badawczej**, że „w młodoglacjalnych systemach hydrograficznych (rozumiem, że w zlewniach pojeziernych) czasowa i przestrzenna zmienność odpływu **jest ściśle uzależniona od sposobu funkcjonowania wypływów wód podziemnych**” są podporządkowane wynikające z dalszej części pracy realizowane cele szczegółowe, które nie zostały w tym rozdziale wypunktowane.

Obiektami badań Doktoranta są dwa młodoglacjalne systemy hydrograficzne: zlewnia badawcza górnej Łeby do profilu w Miłoszewie – reprezentująca północny skłon kaszubskiego systemu hydrograficznego i zlewnia porównawcza Reknicy – reprezentująca południowy skłon tego systemu. Zlewnia górnej Łeby zajmuje powierzchnię 182,3 km², natomiast zlewnia Reknicy 52,3 km².

W podrozdziale opisującym położenie obszaru badań zdumienie budzi zdanie, w którym Doktorant stwierdza, że...”*odbiornikiem ostatecznym (Łeby) jest Jezioro Łebsko*” (str. 11), a nie Morze Bałtyckie.

W części dotyczącej stanu aktualnej wiedzy, Doktorant podaje podręcznikową wiedzę o: wypływach wód podziemnych i ich klasyfikacjach, o metodach hierarchizacji (uporządkowania) sieci rzecznej, o strukturze hydrograficznej młodoglacjalnych systemów hydrograficznych. Przypomina też osiągnięcia hydrologów ośrodka gdańskiego. Są tu też informacje o stosowanych w polskiej literaturze metodach genetycznego rozdziału hydrogramu odpływu.

Aby w pełni zrozumieć treść tego rozdziału prosiłabym Doktoranta o wyjaśnienie:

1) na czym polega bezwzględna uniwersalność cieków 1R (str. 16);

2) dlaczego uważa, że przyjęta przez niego metoda hierarchizacji cieków najlepiej oddaje cechy charakterystyczne cieków młodoglacjalnych? Moim zdaniem cechą charakterystyczną cieków młodoglacjalnych jest ich limniczność, stąd na obszarach młodoglacjalnych mówi się o sieci rzeczno-jeziornej, podkreślając w ten sposób specyfikę tej młodoglacjalnej sieci drenażu powierzchniowego. Tymczasem w zastosowanej hierarchizacji cieków Doktorant nie uwzględnia w ogóle jeziornych odcinków biegu rzeki;

3) co to są odbiorniki, jako jednostki w strukturze hydrograficznej na różnych poziomach rozwoju młodoglacjalnego systemu hydrograficznego (str. 20). W hydrografii i hydrologii przyjmuje się, że odbiornik jest synonimem recypienta, czyli ciek do którego uchodzą jego dopływy, lub morza do którego uchodzą cieki.

Bardzo autorskie są modyfikacje metod badawczych wykorzystanych w pracy do realizacji jej celu. Przedstawiono je w rozdziale 2. W zrozumieniu treści tego rozdziału bardzo pomocny jest schemat badawczy (rys. 2.1) uzupełniony treścią kolejnych podrozdziałów. Podstawą badań terenowych jest kartowanie hydrograficzne zlewni badawczej i zlewni porównawczej wykonane przy różnych stanach ich retencji w okresie od 2009 r. do 2012 r., weryfikujące obraz tej sieci uzyskany z modelowania przeprowadzonego przy użyciu narzędzi z pakietu ArcHydro ver. 2.0 dedykowanych aplikacji ArcGIS 10.0. Drogi spływu powierzchniowego w zlewni badawczej wyznaczono na podstawie numerycznego modelu terenu DEM wykonanego na bazie skaningu laserowego LIDAR w 2012 r.

W czasie każdego z kartowań wykonywano inwentaryzację obiektów hydrograficznych, zwracając szczególną uwagę na obiekty dające początek ciekom, oraz pomiary wydajności wypływów wód podziemnych i pomiary natężenia przepływu cieków.

Niski stan retencji zlewni Łeby obrazują zdjęcia z kartowania wykonanego w półroczu letnim każdego roku objętego badaniami. Przepływ Łeby w Miłoszewie osiągał wówczas wartości niższe od SNQ z wielolecia. Doktorant przyjął, że przy tym stanie retencji zlewni funkcjonująca sieć cieków odprowadza wodę pochodzącą wyłącznie z drenażu podziemnego, z jego składowej, która stanowi odpływ bazowy w całkowitym odpływie rzeczonym ze zlewni.

Obraz sieci cieków w zlewni badawczej przy przeciętnym stanie jej retencji uzyskano z weryfikacji sieci rzecznej (niebieskich linii) przedstawionej na mapach topograficznych w skali 1:10 000 przeprowadzonej na podstawie wyników kartowania terenowego wykonanego tylko w 10 zlewniach cieków 1R, zlokalizowanych w różnych częściach zlewni badawczej Łeby, na różnych poziomach organizacji sieci drenażu powierzchniowego w czasie, gdy przepływ Łeby w Miłoszewie zbliżony był do SSQ z wielolecia. W każdej z wybranych 10 zlewni 1R określono powierzchnię topograficzną zlewni 00, która zasila ciek 1R przy przeciętnym i wysokim stanie retencji zlewni. Powierzchnie tych 10 zlewni 00 uśredniono i otrzymaną wartość przyjęto jako progową dla wszystkich cieków 1R w zlewni badawczej. Przy tej wielkości powierzchni zlewni 00 Doktorant zakłada, że pojawia się już odpływ z tych zlewni przy przeciętnym i wysokim stanie retencji zlewni górnej Łeby. Przyjął też, że cieki 1R funkcjonujące przy przeciętnym stanie retencji zlewni są zasilane wodami podziemnymi, tymi które stanowią dopływ bazowy i tymi, które stanowią dopływ gruntowy.

Podobnie postąpiono przy wyznaczaniu sieci drenażu powierzchniowego przy wysokim stanie retencji zlewni badawczej. Obraz sieci cieków uzyskany drogą analiz GIS na podstawie modelu terenu DEM zweryfikowano wynikami kartowania

hydrograficznego wykonanego w 10 zlewniach cieków 1R, gdy przepływ Łeby w Miłoszewie był wyższy od SSQ z wielolecia.

Doktorant przyjął, że cieki przy wysokim stanie retencji zlewni prowadziły wodę pochodzącą z zasilania podziemnego (dopływ bazowy i dopływ gruntowy) i zasilania pochodzącego ze spływu powierzchniowego i podpowierzchniowego.

Mając trzy obrazy sieci rzecznej w zlewni badawczej przy różnych stanach jej retencji Doktorant przyjął, że te cieki, które występują na każdym z tych obrazów są ciekami stałymi, te zaś, które występują tylko przy wysokim i przeciętnym stanie retencji zlewni są ciekami okresowymi, a te, które funkcjonują tylko przy wysokim stanie retencji zlewni są to cieki epizodyczne (str. 30). Prawdopodobnie został popełniony tu błąd redakcyjny. Powinno chyba raczej być, że przy przeciętnym stanie retencji w sieci rzecznej pojawiają się nowe cieki, które można uznać za cieki okresowe. Te zaś cieki, które pojawiają się w zlewni tylko przy jej wysokim stanie retencji można uznać za cieki epizodyczne.

Tok postępowania jest do zaakceptowania. Jedno z założeń budzi moją wątpliwość, która może wynikać z niezrozumienia tekstu. I prosiłabym aby Doktorant się do niej ustosunkował. Z doświadczenia wynika, że zlewnie 0O mogą mieć różną powierzchnię w zależności od stanu retencyjnego zlewni. Logika wskazuje, że przy wysokim stanie retencji, zlewnia 0O jest najmniejsza, przy niskim stanie retencji największa. Dlaczego zatem Doktorant przyjął, że każda z 10 zlewni 1R ma powierzchnię 0O taką samą przy przeciętnym stanie retencji i wysokim stanie retencji (str. 28)?

Proszę też o wyjaśnienie, czy zlewnia 0O to bezpośrednia zlewnia poniżej której rozpoczyna się odpływ rzeczny, czy jest to zlewnia całkowita (tj. zlewnia bezpośrednia wraz z obszarem bezodpływowym)?

Proszę o wyjaśnienie co to jest zdaniem Doktoranta: odpływ bazowy, odpływ gruntowy, odpływ podpowierzchniowy i odpływ powierzchniowy. Czy są to składowe genetycznego rozdziału hydrogramu odpływu całkowitego danego cieku? Jeśli tak, to jakie dane upoważniały go do stwierdzenia, że cieki 1R przy przeciętnym stanie retencji były zasilane wodami dopływu bazowego i dopływu gruntowego?

Czy odpływ podpowierzchniowy zasilający cieki 1R przy wysokim stanie retencji jest odpływem ze strefy aeracji?

Niezbyt jasno wynika z treści, w jaki sposób wyznaczono okresy niskiego, średniego i wysokiego stanu retencji zlewni. Czy wyznaczono je tylko na podstawie charakterystycznych przepływów Łeby w każdym roku okresu badawczego, czy na podstawie przepływów charakterystycznych tej rzeki z całego okresu badawczego 2009-2012, czy z wielolecia 1971-2010?

Szkoda, że nie ma odniesienia do wodności poszczególnych miesięcy okresu badawczego. Uważam, że obraz kartowania hydrograficznego powinien być odniesiony do oceny stanu retencji zlewni w miesiącu, w którym wykonano to kartowanie a nie do wartości rocznych.

Skartowane wypływy wód podziemnych Doktorant sklasyfikował ze względu na sposób wypływu wody (źródło, młaka, wyciek), położenie geomorfologiczne (grzbietowe, stokowe, podstokowe, dolinne), wydajność (klasa wydajności wg Pazdro), położenie n.p.m. Szkoda, że nie zastosował podziału ze względu na siłę wyprowadzającą wodę podziemną (grawitacyjnie, pod ciśnieniem) i ze względu na temperaturę wody, jej przewodność i skład chemiczny. Pomocne byłoby to do wskazania, który poziom wodonośny drenuje dany wypływ. Byłoby to też weryfikacją poprawności ustalenia kontaktu źródeł z drenowanymi poziomami wodonośnymi na podstawie analiz GIS.

Do uporządkowania sieci rzecznej w zlewniach badawczej i porównawczej i jej ilościowego opisu przy różnych stanach retencji Doktorant wykorzystał metodę Strahlera w modyfikacji Drwala. Do wykonania map gęstości sieci rzecznej i gęstości wypływów wód podziemnych wykorzystał techniki GIS przyjmując za pole podstawowe kwadrat o boku 1 km.

Przyjęta przez Doktoranta metoda hierarchizacji sieci rzecznej górnej Łeby nie uwzględnia jeziornych odcinków cieków tworzących tę sieć. A jest to przecież sieć rzeczno-jeziorna.

W końcowej części podrozdziału Doktorant przytacza wzór Hortona (wzór 2.3.1) pozwalający oszacować gęstość cieków danego rzędu. Tę gęstość obliczał Doktorant przecież z map wykonanych na podstawie hierarchizacji cieków uzyskanych z kartowań przy różnych stanach retencji zlewni. Po co zatem ten wzór? Co ma on wyjaśniać?

Informacje o terminach i miejscu pomiarów przepływu wykonanych w zlewniach górnej Łeby i Reknicy oraz o terminie pomiarów wydajności wszystkich zinwentaryzowanych wypływów wód podziemnych w tych zlewniach zawarte są w treści podrozdziału **2.4. Pomiarów hydrometryczne i genetyczny rozdział hydrogramu.** W zlewni górnej Łeby dodatkowe pomiary przepływu cieków i wydajności źródeł były prowadzone 2-4 razy w roku na 9 poligonach badawczych. W 2012 roku wykonano też 10 serii pomiarowych przepływu Łeby w 11 przekrojach pomiarowych wyznaczonych zgodnie z jej biegiem. Szkoda, że brak jest w pracy informacji o wielkości zlewni zamkniętej profilem w każdym z tych przekrojów pomiarowych.

Uzupełnieniem własnych pomiarów hydrometrycznych były uzyskane z IMGW-PIB z lat 2009-2012 dobowe przepływy Łeby w Miłoszewie. Na ich podstawie Doktorant wykreślił hydrogramy odpływu Łeby w latach 2009-2012 i metodą ścięcia fali wyznaczył na nich odpływ bazowy, gruntowy, podpowierzchniowy i powierzchniowy. Górną granicą odpływu bazowego była wartość przepływu NNQ w danym roku. Składową odpływu gruntowego Doktorant wyznaczył metodą autorską. Sposób wyznaczenia składowej odpływu podpowierzchniowego (poprawniej śródpokrywowego) jest dyskusyjna. Ten rodzaj odpływu wyznacza się raczej na hydrogramie jednostkowym, a nie hydrogramie dobowym.

Schemat rozdziału genetycznego hydrogramu odpływu w latach x i y przedstawiony na ryc. 2.4.3. jest mało wiarygodny. Prosiłabym też Doktoranta o wyjaśnienie co to jest posucha?

Bardzo interesujący i dobrze zredagowany jest podrozdział **2.5. Określenie możliwości drenażu wód podziemnych.** Zebrana przez Doktoranta bogata dokumentacja hydrogeologiczna pozwoliła określić na mapach hydrogeologicznych w skali 1:50 000 przedziały wysokościowe występowania poziomów wodonośnych piętra czwartorzędowego w zlewni górnej Łeby a mianowicie poziomu przypowierzchniowego, poziomu sandrowego, poziomu międzymorenowego górnego i poziomu międzymorenowego dolnego. Doktorant ustalił rzędną występowania ustabilizowanego zwierciadła wody w tych poziomach. Następnie utworzył trójwymiarowy obraz tych poziomów wodonośnych i przeciął go z numerycznym modelem terenu uzyskując w ten sposób obszary nacinające poszczególne poziomy wodonośne (rys. 2.5.3). Miejsca przecięcia obu rastrów zdefiniował jako obszary kontaktu wód podziemnych z powierzchnią terenu. Następnie określił możliwości drenażu poziomów wodonośnych przez wypływy wód podziemnych na podstawie przecięcia każdego z rastrów ukształtowania ustabilizowanego zwierciadła wody podziemnej danego poziomu wodonośnego z warstwą wypływów wody podziemnej.

Zastosowany sposób określenia możliwości drenażu poziomów wodonośnych przez wypływy wód podziemnych zasługuje na podkreślenie. Uzyskane wyniki powinny być jednak zweryfikowane choćby na podstawie informacji o sposobie wypływu wody, czy jej temperaturze i składzie chemicznym. Informacja hydrogeologiczna ma dokładność mapy odpowiadającej skali 1:50 000 a model cyfrowy terenu ma rozdzielczość 3 m. Przecięcie obu takich rastrów daje obraz mocno przybliżony.

Treść podrozdziału **2.6. Prawa Hortona i struktura hydrograficzna** uzupełnia i częściowo powtarza treści zawarte w podrozdziałach **2.1.** i **2.3.** co świadczy o niespójności problematyki przedstawianej w dysertacji.

Zastosowana przez Doktoranta metoda badawcza do oszacowania wielkości głównych składowych odpływu cieków danego rzędu, zwana **metodą redukcji odpływu**, jest znana z prac Drwala i Fac-Benedy. Założeniem tej metody jest wzrost wielkości odpływu wraz ze wzrostem rzędu cieku proporcjonalnie do wielkości średniej powierzchni zlewni odpowiedniego rzędu. Doktorant współczynnik redukcji odpływu rzecznoego stosuje na podstawie danych z rozdziału genetycznego hydrogramu odpływu Łeby w profilu zamykającym zlewnię badawczą. Wartości zredukowane stanowi średni roczny odpływ genetycznych składowych odpływu Łeby w tym profilu.

Z treści wynika, że Doktorant zakłada, iż odpływ bazowy Łeby w profilu zamykającym zlewnię badawczą pochodzi tylko z tej części zlewni, którą drenują cieki przy niskim stanie retencji zlewni. Odpływ gruntowy Łeby jest efektem zasila tylko tych cieków, które uaktywniają się przy przeciętnym stanie retencji zlewni, natomiast odpływ podpowierzchniowy jest efektem zasilania tych cieków, które uaktywniają się tylko przy wysokim stanie retencji zlewni. Składowa odpływu powierzchniowego w całkowitym odpływie Łeby jest sumą dopływu powierzchniowego do wszystkich cieków systemu tej rzeki uformowanego przy wysokim stanie retencji zlewni.

Uważam, że Doktorant powinien zastosowaną metodę redukcji odpływu całkowitego zweryfikować na podstawie rzeczywistych danych hydrometrycznych wykonanych na Łebie wzdłuż jej biegu. Niektóre bowiem założenia tej metody łącznie z pominięciem jeziornych odcinków cieków podważają wiarygodność wyników uzyskanych tą metodą. Z literatury wiadomo, że w przypadku rzek pojeziernych nie jest zachowana zasada ciągłości przepływu z biegiem rzeki.

Metodyczną część pracy kończy opis metody statystycznej, którą wykorzystał Doktorant w pracy do zbadania zależności pomiędzy wydajnością wypływów wód podziemnych a ich położeniem n.p.m. oraz powierzchnią ich topograficznych zlewni a także pomiędzy położeniem tych wypływów n.p.m. i powierzchnią ich topograficznych zlewni. Jest to test współczynnika korelacji rang Spearmana. Test ten zastosowano dla wszystkich zinwentaryzowanych wypływów wód podziemnych w zlewni badawczej Łeby i dla każdej z grup wypływów drenujących poszczególne poziomy wodonośne.

Różnorodne metody badawcze zastosowane przez mgr. Pawła Przygrodzkiego wskazują, że jego rozprawa doktorska została oparta na bogatym i różnorodnym materiale dokumentacyjnym, a zwłaszcza tym zebrany w czasie 4 letnich badań terenowych.

Część analityczno-syntetyczną poprzedza ogólna charakterystyka fizyczno-geograficzna zlewni górnej Łeby, stanowiąca tło do oceny w tej zlewni warunków formowania się sieci drenażu powierzchniowego i zmienności odpływu rzecznoego. Są to kolejno: budowa geologiczna i ukształtowanie terenu, warunki hydrogeologiczne i przepuszczalność gruntów, warunki klimatyczne, warunki hydrograficzne i hydrologiczne, użytkowanie terenu i formy ochrony przyrody. Treść zawarta w tym

rozdziale jest na ogół przejrzysta, wsparta mapami, tabelami i wykresami. W części hydrogeologicznej powtarza się z treścią podrozdziału 2.5.

Szkoda, że w części opisującej warunki klimatyczne Doktorant nie sklasyfikował pod względem wodności i warunków termicznych okresów, w których wykonywał kartowania hydrograficzne zlewni górnej Łeby, by sprawdzić, czy rzeczywiście wybrane okresy odpowiadały stanom niskiej, średniej i wysokiej retencji.

W kolejnych podrozdziałach Doktorant przedstawia wyniki szczegółowych celów badawczych, które Doktorant zrealizował by zweryfikować hipotezę badawczą, a których nie wyszczególnił w podrozdziale 1.1. Są to:

1. Ocena zmienności sieci rzecznej i jej rzędowości wywołana zmianami stanu retencji zlewni górnej Łeby (rozdział 4); z analizy map sieci rzecznej wykonanych przy wysokim, przeciętnym i niskim stanie retencji zlewni tę sieć alimentującą wynika, że w okresie nadmiaru wody w zlewni górnej Łeby długość sieci rzecznej wzrasta o 73% w porównaniu z długością sieci rzecznej występującą w tej zlewni w warunkach przeciętnego stanu jej retencji, natomiast w okresie deficytów wody w zlewni długość sieci rzecznej stanowi zaledwie 36% długości sieci rzecznej, która występuje w warunkach przeciętnego stanu retencji zlewni. Zależne od stanu retencji zlewni górnej Łeby zmianie ulega powierzchnia zlewni efektywnie zasilających system górnej Łeby i wielkość zlewni pasywnych, tj. bezodpływowych powierzchniowo. Przy średnim stanie retencji powierzchnia zlewni efektywnej stanowi 64% zlewni górnej Łeby, przy niskim stanie retencji już tylko 35%, a przy wysokim stanie retencji aż 84%. Przy średnim stanie retencji powierzchnia zlewni pasywnej, bezodpływowej obejmuje 36% zlewni górnej Łeby, przy niskim stanie retencji aż 65%, a przy wysokim stanie retencji tylko 16%.

Utworzone przez Doktoranta obrazy sieci rzecznej górnej Łeby, uporządkowanej metodą Drwala, i obliczone na ich podstawie miary hortonowskie, tj. współczynniki bifurkacji, współczynniki średniej długości cieków i współczynniki średniej powierzchni zlewni, wskazują, że średnie współczynniki praw Hortona osiągają najwyższe wartości dla sieci rzecznej górnej Łeby funkcjonującej przy niskim stanie retencji zlewni. Obliczone dla sieci rzecznej średnie współczynniki praw Hortona przy wysokim i średnim stanie retencji zlewni są niższe i zbliżone do siebie.

Dyskusyjny jest pogląd Doktoranta, że tylko zlewnia efektywna decyduje o odpływie rzeczonym górnej Łeby. Owszem decyduje ona o zmiennej składowej tego odpływu, czyli o odpływie powierzchniowym i odpływie śródpokrywowym, ale o odpływie podziemnym (bazowym i gruntowym) decyduje zlewnia całkowita, czyli i zlewnia efektywna i zlewnia pasywna. Wiele badań, wskazuje, że na obszarach bezodpływowych nie ma trwałej bezodpływowości podziemnej.

2. Ocena czasoprzestrzennych zmian gęstości sieci drenażu w zlewni górnej Łeby (rozdział 4.4.), czyli jak wpływa stan retencji zlewni na przestrzenny obraz gęstości sieci rzecznej i gęstość wypływów wód podziemnych; wykonane mapy wskazują zdaniem Doktoranta, i słusznie, na obszary, w których występują sprzyjające warunki do kontaktu wód podziemnych z powierzchnią terenu i inicjowaniem cieków zasilanych przez wypływy wód podziemnych.

Rysunek 4.4.1a nie jest obrazem gęstości sieci rzecznej górnej Łeby w sytuacji wysokiego stanu retencji zlewni. Przedstawia gęstość sieci rzecznej i gęstość wypływów wód podziemnych w zlewni górnej Łeby przy wysokim stanie jej retencji. Zamiast izodensy wypływów powinno się napisać gęstość wypływów.

3. Jakie obiekty hydrograficzne inicjują sieć drenażu powierzchniowego przy różnych stanach retencji zlewni górnej Łeby (rozdział 5.1.); ten cel dotyczy oceny liczby cieków rozpoczynających liniowy drenaż powierzchniowy (cieki 1R) i źródła ich uaktywniania; Doktorant podaje uzyskaną z kartowań terenowych przy różnym stanie retencji zlewni badawczej liczbę wypływów wód podziemnych dających początek ciekom 1R. Podaje, że przy wysokim stanie retencji zlewni badawczej w systemie rzeczonym górnej Łeby cieków 1R było 3523, z czego tylko 12% uruchamiały wypływy wód podziemnych, przy przeciętnym stanie retencji tej zlewni w systemie tym było 1876 cieków 1R z czego 17% uruchamiały wypływy wód podziemnych, natomiast przy niskim stanie retencji zlewni w systemie rzeczonym górnej Łeby było zaledwie 739 cieków 1 R z tego 33% było inicjowanych z wypływów wód podziemnych. Dopiero z map zamieszczonych w tym podrozdziale a nie z jego treści wynika, że poza wypływami wód podziemnych cieki 1R w systemie rzeczonym górnej Łeby uruchamiały też: nacięcia warstw wodonośnych powstałe wskutek zabiegów melioracyjnych, obszary okresowo nawodnione (czy są to bagna ???) oraz zbiorniki wodne. Z zamieszczonego wykresu 5.1.1. dowiadujemy się, że przy wysokim stanie retencji zlewni badawczej połowę cieków 1R inicjują obszary okresowo nawodnione, około 30% nacięcia warstwy wodonośnej powstałe wskutek zabiegów melioracyjnych i 8% wypływa z oczek. Przy przeciętnym stanie retencji zlewni górnej Łeby 54% cieków 1R uruchamiają nacięcia warstwy wodonośnej antropogenicznego pochodzenia, 24% inicjują obszary okresowo nawodnione i około 5% wypływa z oczek. Przy niskim stanie retencji zlewni 59% cieków 1R w systemie rzeczonym górnej Łeby uruchamiają nacięcia warstwy wodonośnej antropogenicznego pochodzenia, 7% inicjują obszary okresowo nawodnione i około 1% wypływa z oczek. W zlewni porównawczej Reknicy odnotowano podobne zmiany liczby cieków 1R wraz ze zmianą stanu retencji obszaru alimentującego ten system rzeczny.

4. Wyszczególnienie typów wypływów wód podziemnych i określenie ich uwarunkowań hydrogeologicznych i hydrologicznych (porozdziały 5.2., 5.3 i 5.4); jest to najważniejszy z racji przedmiotu badań pracy zrealizowany cel szczegółowy. Doktorant podaje typy wypływów wód podziemnych zidentyfikowanych podczas kartowań terenowych. Są to: źródła, młaki i wycieki. Bez względu na stan retencji zlewni górnej Łeby najliczniejsze były zawsze młaki. Stanowiły one od 45 do 48% wszystkich zidentyfikowanych w zlewni badawczej wypływów wód podziemnych. Dość liczne były też wycieki – od 24 do 30% wszystkich zidentyfikowanych wypływów wód podziemnych. Najmniej liczny typ stanowiły źródła – od 25 do 28% wszystkich zidentyfikowanych wypływów wód podziemnych.

Doktorant zauważa zmienność liczebności poszczególnych typów morfologicznych wypływów wód podziemnych wynikającą ze stanu retencji badanych zlewni. Przy wysokim stanie retencji zlewni badawczej najliczniejszą grupę stanowią wypływy stokowe (39%), równie często występują wypływy dolinne (30%), najmniej liczną grupą są wypływy grzbietowe (około 10%). Przy przeciętnym stanie retencji tej zlewni najliczniejszą grupę stanowią wypływy dolinne (32%) i podstokowe (30%), najmniej liczną wypływy grzbietowe (9%). Przy niskim stanie retencji najliczniej występują wypływy stokowe (42%) i podstokowe (39%), najmniej licznie wypływy grzbietowe (1%).

Doktorant analizuje także zależności pomiędzy stanem retencji zlewni badawczej a liczbą wypływów wód podziemnych uaktywniających cieki 1R i ich położeniem n.p.m. Stwierdza, że przy wysokim stanie retencji tej zlewni cieki 1R rozpoczynały swój bieg w przedziale wysokości od 120 do 260 m n.p.m., najliczniej (ponad 20%) wypływy wód podziemnych dające początek ciekom występowały na wysokości od 150 do 160 m

n.p.m. Przy przeciętnym stanie retencji zlewni badawczej cieki 1R tworzące system rzeczny górnej Łeby rozpoczynały swój bieg na wysokości od 120 do 240 m n.p.m., najliczniej (ponad 25%) wypływy wód podziemnych inicjujące cieki 1R występowały na wysokości od 150 do 160 m n.p.m. Przy niskim stanie retencji zlewni cieki stanowiące odcinki źródłowe tworzące system rzeczny górnej Łeby rozpoczynały swój bieg na wysokości od 120 do 210 m n.p.m., najliczniej (ponad 25%) wypływy wód podziemnych inicjujące cieki występowały na wysokości od 150 do 160 m n.p.m.

Przedział wysokości n.p.m., w obrębie którego najliczniej występują wypływy wód podziemnych dające początek ciekom Doktorant wiąże z drenażem przez nie poziomy wodonośnego międzymorenowego górnego, którego zwierciadło stabilizuje się w zlewni badawczej na rzędnej 150 m n.p.m.

W dalszej części Doktorant analizuje różnicowanie wydajności zidentyfikowanych wypływów wód podziemnych w zlewni badawczej, w której występują też 4 obszary źródłiskowe: *Staniszewskie Źdroje* ($55,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), okolice Młyna Dolnego ($12,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), okolice Cieszonka ($9,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) i okolice Nowej Huty ($5,88 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Ponad 64% zidentyfikowanych w zlewni badawczej wypływów wód podziemnych ma wydajność odpowiadającą VI klasie (średnia wydajność $0,34 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), około 23% wypływów ma wydajność odpowiadającą VII klasie (średnia wydajność $0,04 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) i około 14% wypływów ma wydajność odpowiadającą V klasie (średnia wydajność $2,14 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Doktorant oceniał też wydajność wypływów wód podziemnych uaktywniających cieki na trzech poligonach badawczych obejmujących różne poza jeziorne odcinki doliny górnej Łeby. Z przytoczonej treści wynika, że dopływ z tych wypływów zwiększył w latach 2010- 2011 średni roczny przepływ Łeby w profilu zamykającym poligon Kożyczkowo – Młyn Dolny odpowiednio o $26,4$ i $26,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Stanowi to 49 i 56% przyrostu średniego rocznego przepływu Łeby na długości około 2 km jej biegu. Nie ma niestety informacji o wielkości przyrostu zlewni na tym odcinku biegu rzeki.

Dopływ z tych wypływów zwiększył w 2010 r. średni roczny przepływ Łeby w profilu zamykającym poligon Cieszonko-Strysza Buda o $67,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Stanowi to 71% przyrostu średniego rocznego przepływu Łeby na długości około 2,5 km jej biegu. I w tym przypadku nie ma informacji o wielkości przyrostu zlewni na tym odcinku biegu rzeki.

Wypływy wód podziemnych dające początek ciekom na poligonie Mirachowo – Nowa Huta zwiększyły w latach 2010-2011 średni roczny przepływ Mirachowskiej Strugi odpowiednio o $19,7$ i $21,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Stanowi to 30% przyrostu średniego rocznego przepływu tej rzeki na długości 2,5 km jej biegu. I w tym przypadku także brak informacji o przyroście powierzchni zlewni pomiędzy profilami pomiarowymi zamykającymi poligon.

Podobny wzrost przepływu rzeki spowodowany dopływem z wypływów wód podziemnych Doktorant odnotował w zlewni porównawczej. Wypływy wód podziemnych dające początek ciekom 1R tworzących system rzeczny Reknicy zwiększyły w 2010 r. średni roczny przepływ tej rzeki o $25,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co stanowi 6% jej średniego rocznego odpływu.

O ile prawdą jest, że w zlewni badawczej cieki drenują wody podziemne, to błędem jest stwierdzenie, że poziomy wodonośne stanowią bazę drenażu dla wypływów wód podziemnych w zlewni górnej Łeby (str. 129). Bazą drenażu dla wypływów wód podziemnych są koryta cieków i misy jezior !!!

Nie można też pisać, iż to, że część wypływów wód podziemnych może zmieniać swoje położenie jest następstwem zmian kształtu zwierciadła wód podziemnych !!! (str. 129).

Bzdurą jest też, iż w czasie niżówek wyraźnie uwidaczniają się (w korycie) drogi transportu wód podziemnych w strefie saturacji (???)

Zupełnie nie rozumiem następującego fragmentu tekstu dotyczącego uwarunkowań hydrogeologicznych poziomów wodonośnych”*W warunkach środowiska geologicznego obszarów młodoglacjalnych, maksymalna średnica otworu (?) tworzy pewien nieprzekraczalny wymiar ze względu na rodzaj utworów litologicznych i ich właściwości. W przypadku nadmiernej alimentacji strefy występowania wypływów wodami podziemnymi i napięcia hydrostatycznego, jakie przez to zostaje wywarte na przypowierzchniową warstwę litosfery, następuje rozrząd wody na kilka wypływów lub pojawia się rozległa obszarowo podmokła strefa kontaktu z wodami podziemnymi.....*”

Cenne są obrazy hydroizohips głównych poziomów wodonośnych, które mogą alimentować system rzeczno-jeziorny górnej Łeby. Analiza zgodności działu topograficznego (wykonanego na podstawie modelu DEM) z podziemnym działem wodnym z map w skali 1:50 000 jest zbyt ryzykowna z czego na szczęście Doktorant zdaje sobie sprawę.

Materiał hydrogeologiczny zebrany przez Doktoranta jest imponujący a opisanie go nie jest w pełni precyzyjne, prosiłabym więc o wyjaśnienie:

1. Jak należy zrozumieć tytuł podrozdziału 5.4. Uwarunkowania hydrogeologiczne poziomów wodonośnych?

2. Co to jest obszar drenażu korytowego i jaka jest jego funkcja?

3. Jak należy rozumieć obszar drenażu wód podziemnych znajdujący się na powierzchni ziemi w strefie przykorytowej?

4. *Wypływy wód podziemnych drenujące sandrowy poziom wodonośny .. posiadają zazwyczaj okresowy charakter. Charakteryzują się również większą wydajnością, co jest efektem większej zasobności wodnej niż w przypadku poziomu podpowierzchniowego....* Na ogół źródła sandrowe są stałe właśnie z racji zasobności poziomu wodonośnego, z którego woda je alimentuje. Jak wytłumaczyć, że sandrowe wypływy wód podziemnych w zlewni górnej Łeby są okresowe (str. 132)?

5. Jakie są uwarunkowania geograficzne wydajności wypływów wód podziemnych (podrozdział 5.5); Przeprowadzona analiza statystyczna pozwoliła Doktorantowi stwierdzić, iż wydajność wypływów wód podziemnych w zlewni górnej Łeby jest istotnie statystycznie zależna od położenia tych wypływów n.p.m. Wraz ze wzrostem rzędnej położenia wypływów wód podziemnych ich wydajność maleje. Natomiast brak zależności statystycznej pomiędzy wydajnością wypływów wód podziemnych a wielkością ich zlewni topograficznej, którą wyznacza zlewnia 0ow moim zdaniem wskazuje, iż przyjęta przez Doktoranta metodyka wyznaczania tych zlewni, gdy zaczynamy traktować je jako systemy hydrologiczne nie jest dla obszarów młodoglacjalnych zasadna.

6. Ocena wielkości genetycznych składowych całkowitego odpływu rzeczno-jeziornego z zlewni młodoglacjalnej (rozdział 6); realizacja tego celu jest mocno dyskusyjna. Już w pierwszych zdaniach tego rozdziału trudno zgodzić się z Doktorantem, że *struktura odpływu rzeczno-jeziornego dostarcza informacji na temat sposobu wykształcenia i zorganizowania danej sieci cieków...* Moim zdaniem, udział składowych genetycznych odpływu w odpływie całkowitym rzeki informuje o sposobie zasilania tego cieku a nie

o zorganizowaniu sieci cieków do profilu, z którego opisujemy hydrogram odpływu głównej rzeki. Z genetycznego rozdziału hydrogramu odpływu uzyskujemy informację o tym ile wody w całkowitym odpływie rzeki pochodzi z drenażu wód podziemnych, a ile z dopływu powierzchniowego i śródpokrywowego, czyli ze strefy aeracji, i ile trafia do cieku drogą spływu powierzchniowego. Na hydrogramie odpływu cieku stałego każdego rzędu można wydzielić składowe: odpływu powierzchniowego, odpływu podpowierzchniowego, odpływu gruntowego i nawet odpływu bazowego. Różnica polega tylko na tym, że cieki te mogą drenować różne poziomy wodonośne, nawet w obrębie grupy cieków tego samego rzędu. Stąd dla części cieków tego samego rzędu wody podziemne danego poziomu wodonośnego mogą być potamiczne a dla innych apotamiczne.

Podział genetyczny hydrogramu odpływu Łeby w profilu Miłoszewo w latach 2009-2012 przedstawiony na wykresie 6.1.1. jest zbyt autorski. Szkoda, że Doktorant nie przedstawił na tym wykresie także zmienności dobowej opadów, z wyróżnieniem opadów śniegu i deszczu, ewentualnie także przebiegu temperatury powietrza. Analiza tak sporządzonego wykresu znacznie ograniczyłaby dowolność wyznaczania genetycznych składowych w całkowitym odpływie.

Uzyskane przez Doktoranta wyniki wskazują, że w okresie badań 2009-2012 średni roczny odpływ całkowity górnej Łeby w profilu Miłoszewo w około 39,5% kształtuje odpływ bazowy, w 28,5% odpływ gruntowy, w 18% odpływ podpowierzchniowy i w 14% odpływ powierzchniowy. Wskazuje to na dużą retencyjność tej zlewni. Zupełnie inne wyniki genetycznego rozdziału hydrogramu odpływu górnej Łeby niż opisane w tekście zawiera tabela 6.1.1. Wynika z niej, że w warstwie odpływu całkowitego udział warstw składowych genetycznych odpływu Łeby w Miłoszewie jest całkiem inny. W roku średnim okresu 2009-2012 warstwa odpływu całkowitego ze zlewni Łeby do profilu Miłoszewo jest niższa od warstwy odpływu bazowego z tej zlewni, jest także niższa od warstwy odpływu gruntowego i warstwy odpływu podpowierzchniowego !!! Jest to coś nieprawdopodobnego. Dlatego też trudno jest mi z Doktorantem na temat treści tego rozdziału polemizować. Mogę jedynie stwierdzić, że nie jestem w stanie zaakceptować zastosowanych w tym rozdziale spekulacji hydrologicznych. Analizując uzyskane wyniki obliczeń sam Doktorant stwierdza, że *Zlewnia podziemna poziomu wodonośnego stanowiącego bazę alimentacyjną wypływów wykracza daleko poza dział wodny zlewni topograficznej...* Można tylko dodać, bo obejmuje całkowitą zlewnię tych wypływów a nie zlewnię 00w.

Szkoda, że mając takie dane hydrometryczne Doktorant nie spróbował zweryfikować zmienności odpływu w zlewni górnej Łeby metodami hydrologicznymi, stosowanymi w przypadku zlewni niekontrolowanych. Być może udałoby mu się zmodyfikować teoretyczne rozważania dotyczące modelu kaskady ośrodków retencyjno-drenujących. Miary odpływu rzeczno-głównego dotyczą bowiem zawsze zlewni jako systemu hydrologicznego, a nie systemu hydrograficznego.

Dyskusyjna jest także treść podrozdziału **6.2. Zmienność przestrzenna**. Wyniki zestawione w tabeli 6.2.1. uzupełnione liczbą dni z opadem > 1mm w danym roku hydrologicznym moim zdaniem nie *potwierdzają poprawności przyjętej w pracy metody wyznaczania „generowania” poszczególnych składowych genetycznych odpływu* jak uważa Doktorant. Odpływ rzeczny nie jest generowany. Jest on wynikiem dopływu podziemnego i dopływu powierzchniowego. Przez cały rok ciekami płyną wody pochodzące z drenażu wód podziemnych, w czasie trwania opadów i krótko po ich ustaniu a także w czasie roztopów ciekami płynie także woda ze spływu powierzchniowego i odpływu podpowierzchniowego. Z tabeli 6.2.1. wynika, że w 2012 r.

dni z opadem > 1 mm było 140, przez 365 dni składową odpływu całkowitego Łeby był odpływ bazowy, przez 208 dni odpływ gruntowy, przez 139 dni odpływ podpowierzchniowy i przez 43 dni odpływ powierzchniowy. Najmniej dni z opadem > 1 mm, bo 119 było w 2009 roku. W roku tym przez 365 dni składową odpływu całkowitego Łeby był odpływ bazowy, przez 224 dni odpływ gruntowy, przez 161 dni odpływ podpowierzchniowy i przez 76 dni odpływ powierzchniowy. A zatem im mniej dni z opadem w danym roku tym dłużej odpływ powierzchniowy, podpowierzchniowy i gruntowy kształtuje odpływ całkowity górnej Łeby !!! Może zatem należało uwzględnić sumy opadów a nie dni z opadem.

Nieprzekonywujący jest wynik dotyczący oceny wielkości genetycznych składowych odpływu ze zlewni 0O i zlewni 0Ow. Proszę o wyjaśnienie tab.6.2.2:

1. dlaczego w odpływie ze zlewni 9R uwzględniono tylko odpływ powierzchniowy równy odpływowi powierzchniowemu obliczonemu z hydrogramu odpływu całkowitego górnej Łeby,

2. dlaczego w odpływie ze zlewni 5R uwzględniono odpływ podpowierzchniowy równy odpływowi podpowierzchniowemu obliczonemu z hydrogramu odpływu całkowitego górnej Łeby,

3. dlaczego w odpływie ze zlewni 7R uwzględniono odpływ gruntowy i odpływ bazowy obliczony z hydrogramu odpływu całkowitego górnej Łeby.

Proszę także o wyjaśnienie, jak został zmierzony odpływ bazowy ze zlewni 0Ow? Na str. 150 Doktorant podaje jego wielkość na 4 882 907 m³. Oznacza to, że ten odpływ bazowy ze zlewni 0Ow stanowi około 12% całkowitego odpływu ze zlewni badawczej. Z wartości obliczonych (tab. 6.2.2) wynika, że odpływ bazowy ze zlewni 0Ow stanowi 24% odpływu bazowego w całkowitym odpływie górnej Łeby, odpływ gruntowy ze zlewni 0Ow stanowi 7% odpływu gruntowego w całkowitym odpływie górnej Łeby, odpływ podpowierzchniowy ze zlewni 0Ow stanowi 8% odpływu podpowierzchniowego w całkowitym odpływie górnej Łeby, natomiast odpływ powierzchniowy ze zlewni 0Ow stanowi zaledwie 2% tej składowej genetycznej w całkowitym odpływie górnej Łeby.

Jeśli odpływ z wypływów wód podziemnych stanowi średnio w roku 4 882 907 m³ to wcale nie oznacza, że jest to odpływ bazowy. Jest to po prostu odpływ podziemny z poziomów wodonośnych alimentujących te wypływy. Okresowe wypływy na wysoczyźnie alimentują wody podpowierzchniowego poziomu wodonośnego, wypływy stałe na wysoczyźnie mogą alimentować też wody poziomu międzymorenowego, wypływy w dolinie Łeby może alimentować woda z poziomu wodonośnego międzymorenowego i sandrowego.

Analizę zmienności przepływu z biegiem rzeki na ogół wykonuje się na podstawie profilu hydrologicznego rzeki, skonstruowanego na podstawie zmian przepływu w funkcji przyrostu zlewni i zmian przepływu w funkcji długości cieku. Gdyby Doktorant takie wykresy wykonał mógłby prosto wyjaśnić przyczyny zmian wielkości składowych kształtujących odpływ całkowity Łeby prosto wyjaśnić. Załączony w pracy wykres 6.3.2. kompromituje hydrologa.

Proszę wyjaśnić, jaka jest przyczyna, że w zlewni górnej Łeby najwyższe wartości warstwy odpływu zostały zarejestrowane w okresie niskiego stanu jej retencji, a najniższe w okresie wysokiego stanu retencji (str. 155).

7. Ocena rozmieszczenia i funkcjonowania zlewni 0Ow w młodoglacjalnym systemie hydrograficznym (rozdział 7); cel ten realizuje poprzez wydzielenie zlewni 0Ow w strukturze zlewni górnej Łeby przy różnych stanach jej retencji i powiązanie trwałości wypływów wód podziemnych z poziomami wodonośnymi, z których woda te wypływy

alimentuje przy różnej zasobności zlewni. Uzyskane wyniki wskazują, że przy wysokim stanie retencji zlewni wypływów wód podziemnych dających początek sieci rzecznej górnej Łeby było 458, z tego 13% wypływów drenowało podpowierzchniowy poziom wodonośny, 21% sandrowy poziom wodonośny, 33% poziom międzymorenowy górny i tyleż samo poziom międzymorenowy dolny. Przy średnim stanie retencji zlewni badawczej funkcjonowało 328 wypływów wód podziemnych, z tego 8% drenowało podpowierzchniowy poziom wodonośny, 15% poziom sandrowy, 36% poziom międzymorenowy górny i 41% poziom międzymorenowy dolny. Przy deficycie wody w zlewni badawczej funkcjonowało 247 wypływów wód podziemnych z tego 3% było alimentowane wodami z sandrowego poziomu wodonośnego, 42% wodami z poziomu międzymorenowego górnego i 55% wodami z poziomu międzymorenowego dolnego.

8. Scenariusze rozwoju sieci rzecznej w zlewni młodoglacjalnej uwzględniające zmiany klimatyczne i ich konsekwencje hydrograficzne i hydrologiczne; cel ten Doktorant realizuje na przykładzie uzyskanych wyników ze zlewni badawczej górnej Łeby. Przedstawia 3 scenariusze rozwoju młodoglacjalnej sieci rzecznej, każdy dla kolejnego stopnia kaskadowego jej przebiegu. Pierwszy scenariusz wskazuje na kierunek rozwoju sieci rzecznej drenującej obszary wysoczyznowe i zasilanej spływem powierzchniowym i dopływem gruntowym z płytko zalegających wód podziemnych. Drugi scenariusz wskazuje na rozwój sieci cieków zasilanych podziemnie z głębszych poziomów wodonośnych. Trzeci scenariusz rozwoju sieci rzecznej na obszarach młodo glacialnych wskazuje na rozwój sieci odwadniającej strefy krawędziowe obszarów wysoczyznowych.

W ostatnim rozdziale dysertacji zawarte główne wyniki przeprowadzonych badań i podkreślona innowacyjność zastosowanych narzędzi badawczych: metody rozdziału hydrogramu odpływu, autorska metoda wyznaczania cieków na bazie kompilacji kilku narzędzi dostępnych w środowisku GIS, modyfikacja metody Drwala szacowania wielkości składowych genetycznych odpływu rzeczno, scenariusze rozwoju młodoglacjalnych sieci rzecznych, powiązanie hydrograficznych i hydrologicznych charakterystyk wypływów wód podziemnych ze zmiennością sieci rzecznej w zlewni młodoglacjalnej zależnej od stanu jej retencji. Doktorant podkreśla, że ponieważ *wypływy wód podziemnych stanowią w obszarach młodoglacjalnych powszechny obiekt hydrograficzny można wnioskować, iż odpływ w pełni wykształconych zlewni młodoglacjalnych, charakteryzuje się istotnym udziałem odpływu pochodzącego z wypływów wód podziemnych* (str. 187).

Proszę o wyjaśnienie jak wygląda zlewnia nie w pełni wykształcona?

Poprawność terminologiczna, język i dokumentacja naukowa

Recenzowana rozprawa doktorska jest napisana językiem, którego komunikatywność zbyt często przeszkadza w zachowaniu precyzji i wymogów stylu naukowego. Najlepiej są napisane te fragmenty pracy, które dotyczą zagadnień hydrogeologicznych i podrozdział dotyczący scenariuszy rozwoju młodoglacjalnej sieci rzecznej. Są one przejrzyste, spójne i bez powtórzeń. W pozostałym tekście zdarzają się liczne usterki stylistyczne, nieprecyzyjne terminy. Strona kartograficzna licznych rysunków przedstawiających obrazy uzyskane z analiz przestrzennych zawiera błędy metodyczne, na wykresach skale są często niewłaściwie opisane, podpisy pod

rysunkami i wykresami są nieprecyzyjne. Jako dowód niech posłużą następujące przykłady:

Str. 6 – Odzwierciedleniem obiegu wody na powierzchni litosfery (?) jest organizacja (?) sieci rzecznej;

– są zlewnie zerowego odpływu, które stanowią część zlewni cieków 1R powyżej miejsca jego inicjacji (?).

Str. 7 – Podstawowych wiadomości na temat sposobu alimentacji i inicjacji (?) cieków w zlewni.

Str. 7 – Systemy hydrograficzne charakteryzują się wyraźnym przywiązaniem (?) do środowiska geograficznego..

Str. 9 – .. możliwe stało się opracowanie koncepcji rozwoju cieków w przyszłości (?)

– oparcie koncepcji rozwoju cieków o możliwości ich inicjacji i alimentacji (?)

Str. 23 – na przełomie czterech lat hydrologicznych

Str. 24 – tabela 2.1. Przepływ M – jest to przepływ SZQ (przepływ zwyczajny)

Str. 25 – w pracy przekroczenie przepływu powyżej SWQ utożsamiane było z uformowaniem odpływu powierzchniowego na hydrogramie

Str. 31 – określenie miejsca inicjacji cieków 1R

Str. 32 – sytuacja wysokiego uwodnienia zlewnii niskiego uwodnienia

Str. 38 – gęstość sieci cieków na poszczególnych szczeblach hierarchizacji uzyskano stosując wzór

Str. 39 – w analizowanej zlewni pomiary wydajności zostały przeprowadzone na wszystkich zinwentaryzowanych wyływach, inicjujących cieków dla niskiego stanu retencji

Str. 46 – przebieg hydrogramu został oparty na codziennych wartościach natężenia przepływu z profilu wodowskazowego (czy nie lepiej: hydrogram wykreślono na podstawie dobowych wartości natężenia przepływu Łeby w Miłoszewie)

Str. 68 – obie wymienione klasy przepuszczalności gruntów wykazują równomierne rozmieszczenie w całej zlewni górnej Łeby

Str. 73 – charakterystyka hydrologiczna cieków zaliczana jest do ustroju prostego...

Str. 81 – Interpretacja obrazów sieci cieków zlewni górnej Łeby dla sytuacji wysokiego, przeciętnego i niskiego stanu retencji zlewni uwidacznia klarowne zróżnicowanie między nimi.

Str. 82 – zbiorniki wypełniają się hierarchicznie jeden po drugim...

Str. 102 – gęstość sieci rzecznej w poszczególnych rzędach zlewni górnej Łeby dla trzech stanów retencji

Str. 117 –stała się podstawą oceny udziału alimentacji pochodzącej z wyływów w przyroście przepływu wzdłuż rzeki Łeby. (przyrost przepływu następuje z biegiem rzeki a nie wzdłuż rzeki).

Str. 141 – Najmniejszy procentowy udział odpływ bazowy przedstawiał w roku hydrologicznym 2011..... Reprezentował on wówczas jedynie 27% odpływu całkowitego, co podobnie jak w roku 2011 przedstawiało najniższy procentowy udział.....

Str. 145 – Jedynie w dłuższych okresach niżówek przestawały funkcjonować (powinno być długotrwałych niżówek)

Ryc. 5.1.1.a, b,c oraz 5.1.2.a,b, c – sposób inicjacji cieków 1R w zlewni....

Wyk.: 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.2. – MAX – sytuacja wysokiego stanu retencji zlewni, SR – sytuacja przeciętnego stanu retencji zlewni, MIN – sytuacja niskiego stanu retencji zlewni

Ryc. 5.3.1 do 5.3.3 – sposób inicjacji cieków poprzez wypływy wód podziemnych (raczej to wypływy inicjują ciek)

Wyk.: 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.2. – MAX – sytuacja wysokiego stanu retencji zlewni, SR – sytuacja przeciętnego stanu retencji zlewni, MIN – sytuacja niskiego stanu retencji zlewni

Wyk. 3.2.1 – jest: Średnie ułożenie zwierciadła wód podziemnych z wielolecia 1961-2000 dla posterunku w Kartuzach

powinno być: Średni miesięczny stan wody podziemnej na posterunku Kartuzy w roku średnim wielolecia 1961-2000.

Na wykresie tym błędnie opisana jest skala pionowa: nie jest to poziom zwierciadła (cm) tylko głębokość do zwierciadła (cm)

Wyk. 3.4.1 – jest: Przepływy charakterystyczne (miesięczne) w profilu wodowskazowym w Miłoszewie w latach 1971-2000.

powinno być: Średnie miesięczne przepływy charakterystyczne Łeby w Miłoszewie w latach 1971-2000.

Wyk. 5.2.4 – jest: Podział wypływów wód podziemnych występujących w zlewni górnej Łeby na klasy uwzględniające ich średnią wydajność wg Pazdry (1983)

poprawnie: Udział zidentyfikowanych w zlewni górnej Łeby wypływów wód podziemnych według klas wydajności Pazdro (1983)

Wyk. 6.1.2. – jest: Średni udział poszczególnych składowych genetycznych odpływu potamicznego rejestrowanego w profilu zamykającym zlewnię górnej Łeby w Miłoszewie dla lat 2009-2012

powinno być: Udział genetycznych składowych odpływu w całkowitym odpływie Łeby w profilu Miłoszewo w roku średnim okresu 2009-2012

Wyk. 7.2.1.a, b, c – przedstawia nie liczebność wypływów a ich liczbę.

Pomimo wielu dyskusyjnych uwag, niedociągnięć z zakresu hydrologii, licznych błędów edytorskich uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr Pawła Przygodzkiego jest wartościowym opracowaniem naukowym. Wielowątkowość podjętej przez niego problematyki badawczej i próba powiązania obrazu sieci hydrograficznej w zlewni młodoglacjalnej zmieniającego się zależnie od stanu jej retencji ze sposobem zasilania tej sieci, choć mocno dyskusyjna, zasługuje na uznanie. Otwiera drzwi następnym badaczom, by na materiale hydrometrycznym zweryfikować metodami hydrologicznymi zastosowaną przez Doktoranta metodykę badawczą.

Należy podkreślić, że choć nieśmiało, wielokrotnie Doktorant wskazywał, że struktura hydrograficzna topograficznej zlewni górnej Łeby wyznaczona na podstawie zmodyfikowanej przez Drwala metody Strahlera nie pasuje do obliczeń hydrologicznych. Także zamieszczone scenariusze rozwoju młodoglacjalnej sieci rzecznej są sprzeczne z przyjętą metodyką powiązania struktury hydrograficznej zlewni młodoglacjalnej z odpływem z tej zlewni.

Doktorant osiągnął założony cel badawczy i zweryfikował przyjętą hipotezę. Wykazał wiedzę teoretyczną w zakresie zagadnień przedstawionych w rozprawie, umiejętność zarówno prowadzenia badań naukowych, jak i analizy oraz interpretacji wyników. Rozprawa doktorska Pana mgr. Pawła Przygodzkiego dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Zgromadzony przez Doktoranta bogaty i różnorodny materiał dokumentacyjny, a zwłaszcza zdjęcia hydrograficzne wykonane przy różnych stanach retencji zlewni oraz

pomiary hydrometryczne cieków i wypływów wód podziemnych mogą być podstawą do oceny ilościowej obiegu wody w zlewni młodoglacjalnej w koncepcji funkcjonowania modelu kaskady ośrodków retencji.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. **Pawła Przygrodzkiego** nt. „*Rola wypływów wód podziemnych w kształtowaniu czasowej i przestrzennej zmienności organizacji odpływu potamicznego w młodoglacjalnych systemach hydrograficznych*” przygotowana pod opieką Pani dr hab. Joanny Fac-Benedy, prof. UG **spełnia zarówno merytoryczne jak i formalne warunki** określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zmianami w Dz.U z 2005 r., nr 165, poz. 1365).

Upoważnia mnie to do wystąpienia do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Geografii Uniwersytetu Gdańskiego z wnioskiem o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Gdańsk, 25 maja 2016 r.