

**Załącznik 2** do wniosku  
z dnia 14 lipca 2015 roku  
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego;  
wnioskodawca: dr **Tomasz BRYNDAL**

## **AUTOREFERAT**

**1. Imię i nazwisko: Tomasz Tadeusz Bryndal**

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe** – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

**Doktor Nauk o Ziemi** w zakresie **geografii**, Wydział Geograficzno-Biologiczny Akademii Pedagogicznej im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, 2006 r., Tytuł rozprawy: *Przyrodnicze i antropogeniczne uwarunkowania występowania lokalnych powodzi w Polsce*. Promotor: dr hab. Wacław Cabaj.

**Magister**, 2001 r., **geografia**, Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Pięcioletnie studia stacjonarne. Dyplom z oceną bardzo dobry.

Dodatkowe studia:

2002 r., **informatyka**, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie. Studia podyplomowe. Świadectwo z oceną celujący.

### 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

**Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie**

**OBECNIE (od 1.02.2007)**

**adiunkt**

Instytut Geografii

Zakład Geografii Fizycznej

---

**Akademia Pedagogiczna w Krakowie**

1.02.2003 – 31.01.2007

asystent

Instytut Geografii

Pracowania Paleogeografii

---

### 4. Wskazanie osiągnięcia naukowego

A) Jako osiągnięcie habilitacyjne zgłaszam monografię:

Bryndal Tomasz, 2014, **Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań w Karpatach Polskich**, Prace Monograficzne Uniwersytetu Pedagogicznego, 690, ss. 227.

B) Omówienie celu naukowego osiągnięcia habilitacyjnego i osiągniętych wyników

#### WSTĘP

Tematyka mojej monografii wynika z **wieloletnich zainteresowań związanych z gwałtownymi wezbraniem** formowanymi w wyniku krótkotrwałych i intensywnych opadów deszczu. Wezbrania te występują w małych zlewniach (w Polsce zwykle powierzchnia zlewni jest mniejsza od 40 km<sup>2</sup>) i często powodują szkody gospodarcze (tzw. lokalne powodzie). **Próba ograniczenia skutków** tego typu powodzi, była dla mnie **przesłanką do podjęcia badań** nad gwałtownymi wezbraniem w małych zlewniach.

W swoich badaniach oparłem się na udowodnionym w literaturze hydrologicznej stwierdzeniu, że rozmiary i przebieg wezbrania są uzależnione od parametrów opadu (natężenia, czasu, sumy, zasięgu) oraz od **parametrów fizjograficznych zlewni**. Biorąc pod uwagę ścisłą zależność pomiędzy parametrami opadu i parametrami fizjograficznymi zlewni w relacji do formowania gwałtownego wezbrania **można postawić hipotezę**, że prawdopodobieństwo wystąpienia gwałtownego wezbrania jest różne a **analiza parametrów zlewni, pozwoliłaby wskazać zlewnie, które są podatne** do wystąpienia gwałtownych wezbrań.

## CELE NAUKOWE

Celem moich badań było:

- 1) **Opracowanie procedury** pozwalającej wyodrębnić w przestrzeni geograficznej zlewnie podatne na formowanie gwałtownych wezbrań oraz **identyfikacja** takich zlewni w polskiej części Karpat.
- 2) **Wskazanie** regionów fizycznogeograficznych oraz jednostek administracji samorządowej:
  - a) które są **predysponowane** na występowanie gwałtownych wezbrań,
  - b) w których wezbrania tego typu mogą mieć **bardziej gwałtowny przebieg**,
  - c) w których **poziom ryzyka powodziowego**, związany z występowaniem tzw. powodzi błyskawicznych **jest znaczący**.
- 3) **Oszacowanie** progowej wartości **opadu**, której przekroczenie **znacząco zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia lokalnej powodzi** w wydzielonych zlewniach.

Praca ma charakter **metodologiczno-poznawczy**, jednakże uzyskane wyniki mogą znaleźć również **zastosowanie praktyczne, wspomagając proces zarządzania ryzykiem powodziowym** w małych zlewniach.

## METODY BADAŃ I MATERIAŁY

Opracowanie procedury było poprzedzone badaniami prowadzonymi w 85 małych zlewniach karpackich, w których wystąpiły gwałtowne wezbrania. Badania te obejmowały:

- 1) Wyznaczenie części zlewni, gdzie wystąpiła lokalna powódź (przedmiot badań). Na podstawie badań terenowych wyznaczono tę część zlewni, w której fala wezbraniowa spowodowała zalanie terenu na głębokość powyżej 0,5 m. Na podstawie obserwacji skutków powodzi błyskawicznych uznano, że taka głębokość powoduje straty oraz stanowi zagrożenie dla zdrowia. Tą część zlewni nazwałem „zlewnią powodziową”.
- 2) Ocenę zróżnicowania składu mechanicznego górnej części pokrywy glebowej oraz analizę jej wpływu na formowanie gwałtownych wezbrań.
- 3) Rekonstruowanie pola opadu na podstawie informacji z posterunków opadowych oraz radarów meteorologicznych.
- 4) Pozyskiwanie danych do obliczeń natężenia przepływu maksymalnego ( $Q_{max}$ ). W zakres pomiarów terenowych wchodziło wykonanie:
  - a) przekroju poprzecznego dna doliny,
  - b) pomiaru zasięgu wielkiej wody,
  - c) pomiaru spadku zwierciadła wielkiej wody oraz
  - d) obserwacje potrzebne do wyznaczenia współczynników szorstkości.

Dane o przepływie maksymalnym wykorzystano w doborze modeli hydrologicznych, które pozwalały na rekonstrukcję  $Q_{max}$  fal wezbraniowych. Prawidłowy dobór modeli hydrologicznych **umożliwił zastosowanie podejścia badawczego**, w którym **podatność zlewni** na formowanie gwałtownych wezbrań **można było określić w sposób ilościowy**; to zaś **było u podstaw opracowania procedury**

identyfikacji zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań. Wykorzystano dwa modele hydrologiczne *Soil Conservation Service-Curve Number* (SCS-CN) oraz *Soil Conservation Service-Unit Hydrograph* (SCS-UH).

- 5) Obliczenia parametrów fizjograficznych zlewni, korzystając z opracowanej geobazy Karpat przy zastosowaniu narzędzi GIS.

## OMÓWIENIE OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW

### Charakterystyka procedury

W procedurze, wykorzystałem znaną w hydrologii metodę doboru zlewni podobnej. Dla potrzeb opracowywanej procedury **zmodyfikowałem założenia metodologiczne**. Pierwsza z modyfikacji polegała na pominięciu parametryzacji procesu zasilania zlewni. W konsekwencji głównymi **badanymi parametrami stały się cechy fizjograficzne zlewni**, to zaś leżało u podstaw **wskazania obszarów** (regiony fizycznogeograficzne i jednostki administracyjne – gminy, powiaty), **których cechy fizjograficzne terenu sprzyjają występowaniu** gwałtownych wezbrań. **Zróżnicowanie opadów** powodujących wezbrania **uwzględniłem** w końcowej części analiz tj. **po wskazaniu zlewni** podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań, z uwzględnieniem parametrów fizjograficznych zlewni. Druga modyfikacja metody doboru zlewni podobnej polegała na tym, że **jako „wzorzec” zlewni zastosowałem, opracowany w wyniku analiz statystycznych parametrów fizjograficznych zlewni model**, który nazwałem **typem** zlewni powodziowej. Opracowałem go poprzez:

- 1) dobór zlewni, w których wystąpiły gwałtowne wezbrania.
- 2) dobór parametrów charakteryzujących zlewnie.
- 3) obliczenie parametrów fizjograficznych zlewni.
- 4) ocenę podatności zlewni na formowanie gwałtownych wezbrań.
- 5) klasyfikację typologiczną.

**Takie podejście** badawcze, pozwoliło mi zastosować **sprawdzone w hydrologii** metody, do **rozwiązania nowego problemu**, jakim było wskazanie w przestrzeni geograficznej zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań. **W takim ujęciu**, proponowane podejście badawcze **nie było do tej pory przedmiotem szerszych badań**.

**Wyniki badań**, w których analizowałem:

- 1) parametry fizjograficzne zlewni oraz jednolitych jednostek zasilania.
- 2) wartości parametru CN oraz czasu opóźniania.
- 3) hydrogramy wezbrań spowodowanych opadem deszczu o takich samych parametrach ( $P=100 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ) **wykazały, że zlewnie powodziowe mają cechy, które czynią je bardziej podatnymi do formowania gwałtownych fal wezbraniowych**. Potwierdziły one również tezę, **że opady deszczu są kluczowym, ale nie jedynym elementem**, który wpływa na generowanie gwałtownych wezbrań.

Mając to na uwadze **opracowałem typy zlewni**, podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań. Utworzone typy (A, B, C) różniły się podatnością na formowanie gwałtownych wezbrań. Najbardziej podatnym jest typ C, który charakteryzuje się najwyższą wartością parametru CN (86), naj-

krótszym czasem koncentracji (1,1 h) oraz najwyższym współczynnikiem odpływu (0,19). Jego przeciwieństwem jest typ B, w którym parametr CN osiąga najniższą wartość (80), czas koncentracji jest najdłuższy (1,94 h) a współczynnik odpływu najniższy (0,11). Typ A zajmuje miejsce pośrednie z parametrami: CN – 82, czasem koncentracji – 1,4 h i współczynnikiem odpływu – 0,15.

## Identyfikacja zlewni na terenie Karpat

Opracowane typy **pozwoły na identyfikację zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań w przestrzeni geograficznej**. Proces identyfikacji przeprowadziłem na zbiorze zlewni o powierzchni  $A < 35,2 \text{ km}^2$ . Górna granica odpowiada powierzchni największej zlewni, w której wystąpiła lokalna powódź. Doprowadziło to do wydzielenia ponad 500 zlewni.

Zlewnie typu A są reprezentowane najliczniej (299 zlewni). Występują one we wszystkich regionach fizycznogeograficznych Karpat. Niemniej jednak w Beskidzie Małym, Beskidzie Sądeckim, Gorcach i Beskidzie Makowskim, na Pogórzu Rożnowskim i Wiśnickim, w Beskidach Wyspowym i Żywieckim ich koncentracja jest większa.

Zlewnie typu B (183) są mniej liczne. Występują one głównie w Bieszczadach Zachodnich, Beskidzie Żywieckim, na Pogórzu Dynowskim, w Beskidzie Śląskim, na Pogórzu Ciężkowickim, w Beskidzie Sądeckim, Niskim i Górach Sanocko-Turczańskich.

Zlewnie typu C stanowią najmniej liczną grupę (75) i występują głównie w Beskidzie Wyspowym i Makowskim.

## Obszary predysponowane na wystąpienia gwałtownych wezbrań

Analiza przestrzennego rozmieszczenia wydzielonych zlewni, **pozwołyła mi wskazać te obszary Karpat, w których cechy fizjograficzne terenu sprzyjają występowaniu gwałtownych wezbrań**. Dokonałem tego analizując **procentowe udziały**, jakie zajmują wydzielone w procesie identyfikacji zlewnie w obrębie regionu fizycznogeograficznego lub jednostki administracyjnej. Drugą miarą, którą opracowałem i wykorzystałem w tej analizie był **wskaźnik podatności terenowej (Wpt)**, który uwzględniał różnice w podatności zlewni na formowanie gwałtownych wezbrań.

W świetle tych miar, **regionami fizycznogeograficznymi najbardziej predysponowanymi** na występowanie gwałtownych wezbrań są Beskid Żywiecki, Mały, Makowski, Wyspowy, Sądecki, Gorce, Pogórze Ciężkowickie, Tatry Zachodnie i Rów Podtatrzański.

Biorąc pod uwagę możliwości opracowania lokalnych planów ograniczania skutków powodzi i profilaktyki powodziowej, **zestawiłem obszary predysponowane na wystąpienia gwałtownych wezbrań również w ujęciu administracyjnym**. W ujęciu **gminnym** wysokie predyspozycje na występowanie gwałtownych wezbrań stwierdziłem w **43 gminach**, co stanowi ok. **15%** wszystkich gmin karpackich.

## Ocena poziomu powodziowości

Ocena poziomu powodziowości zlewni, regionów i jednostek samorządowych **pozwołała mi wskazać obszary, w których wezbrania mogą mieć bardziej gwałtowny przebieg**. W ocenie tej uwzględniłem **przestrzenne zróżnicowanie ulew** o czasie trwania  $15 < t < 120$  min i różnych prawdopodobieństwach wystąpienia ( $P_{50\%}$ - $P_{1\%}$ ) prezentowane w *Atlasie Hydrologicznym Polski*. Gdy prowadziłem badania był to najlepszy dostępny materiał prezentujący informację o opadach przyczyniających się do formowania gwałtownych wezbrań na małych ciekach. Do oceny poziomu powodziowości wykorzystałem **indeks powodziowości  $K$**  opracowany przez J. Françou i J.A. Rodiera<sup>1</sup>. Zaproponowałem również **własną miarę**, tzw. **wskaźnik podatności powodziowej (Wpp)**, który uwzględnia wpływ parametrów opadu (czas, sumę) na możliwość wystąpienia lokalnej powodzi.

**Wykazałem**, że małe zlewnie/ rzeki karpackie charakteryzują się „**przeciętną**” **powodziowością**, którą opisują wartości indeksu  $K$  pomiędzy 3 i 4. Teoretyczne prawdopodobieństwo wystąpienia wezbrania, które w świetle indeksu  $K$  stanowi duże zagrożenie powodziowe ( $K \geq 4$ ), w zlewniach typu A, B, C wynosi odpowiednio ok. 11, 14, 10%.

Przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika Wpp przeprowadzone dla różnych scenariuszy uwilgocenia zlewni pozwoliło mi **wskazać regiony fizycznogeograficzne**, a w ujęciu administracyjnym i **gminy**, w których wezbrania i powódzie **mogą mieć bardziej gwałtowny przebieg**. Zaproponowałem **dwie własne miary**: 1) wskaźnik powodziowości regionalnej (Wpr) oraz 2) wskaźnik powodziowości gminnej (Wpg) które ujmują stopień pokrycia terenu przez wydzielone w procesie identyfikacji zlewnie oraz ich poziom powodziowości określony wskaźnikiem (Wpp). W świetle tych wskaźników **regionami charakteryzującymi się wysoką powodziowością** są Beskid Żywiecki, Śląski, Mały, Makowski, Sądecki, Gorce, Pogórze Ciężkowickie, Tatry Zachodnie oraz Rów Podtatrzański.

Poziom powodziowości **w ujęciu gminnym (Wpg)** charakteryzuje się większym zróżnicowaniem, a w około **15% gmin** karpackich wezbrania powodowane przez opady nawalne mogą mieć bardzo gwałtowny przebieg.

**Duża zgodność** pomiędzy przestrzennym rozmieszczeniem zlewni wydzielonych w wyniku zastosowania prezentowanej powyżej procedury identyfikacji, a przestrzennym rozmieszczeniem powodzi typu *flash flood* przedstawionym w pracy J. Ostrowskiego i innych (2012)<sup>2</sup> wskazuje, że wyżej opisana **procedura sprawdza się jako narzędzie** pozwalające wskazać zlewnie oraz obszary, predysponowane na występowanie gwałtownych wezbrań.

## Ocena poziomu ryzyka powodziowego

Brak map zagrożenia powodziowego dla znaczącej liczby zlewni wydzielonych w procedurze identyfikacji uniemożliwił mi zastosowanie „klasycznej” (ilościowej) procedury oceny poziomu ryzyka powodziowego. **Opracowałem własną koncepcję** oceny takiego ryzyka. Jego poziom oceniłem w

<sup>1</sup> Françou J, Rodier JA (1969) *Essai de classification des crues maximales: Floods and their Computation*. Proceedings of the Leningrad Symposium, August 1967. IAHS-UNESCO-WMO, Louvain, 518-527.

<sup>2</sup> Ostrowski J., Czarna H., Glowacka B., Krupa-Marchlewska J., Zaniwska M., Sasim M., Moskwicki T., Dobrowolski A., 2012, *Nagle powódzie lokalne (flash flood) w Polsce i skala ich zagrożeń*. [w] Lorenc H., (red.), Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo. Tom 3., Klęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju. IMGW, PIB, Warszawa.

sposób „jakościowy” analizując dokumentację z zakresu ochrony przeciwpowodziowej oraz dokumentację związaną z przestrzennym zagospodarowaniem zlewni. Wykorzystałem materiały dostępne na koniec 2013 roku.

**Znacznym** poziom ryzyka powodziowego (potencjalne straty powodziowe wysokie) stwierdziłem w **71 zlewniach**, a **średni** poziom ryzyka powodziowego zdiagnozowałem w **95 zlewniach**, przy czym dla ok. 40% zlewni była opracowana dokumentacja związana z ochroną przeciwpowodziową. **Wskazałem** na konieczność opracowywania tego typu dokumentacji dla pozostałych zlewni – podając w pracy ich nazwy.

**W ujęciu gminnym** poziom ryzyka powodziowego jest bardziej zróżnicowany. Ocenilem go, obliczając procentowe udziały, jakie zajmują zlewnie, w których zdiagnozowano znaczący i średni poziom ryzyka powodziowego. Obliczyłem, że w **24 gminach** zlewnie takie **zajmują znaczną powierzchnię** (ponad 36%), jednakże większość z tych gmin, dysponuje dla tych zlewni dokumentacją z zakresu ochrony przeciwpowodziowej. Wskazałem gminy, w których, dla wydzielonych zlewni, należałoby taką dokumentację przygotować.

**Wykazałem, że w Karpatach występuje dużo zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań**, jednak **przy obecnym stanie zagospodarowania** tych zlewni, **poziom ryzyka powodziowego nie jest tak wysoki jak można by było przypuszczać**. Wdrożenie wyników moich badań, może być u podstaw działań, które pozwolą odpowiednio zarządzać ryzykiem powodziowym w małych zlewniach i nie dopuścić do jego wzrostu (wymiar praktyczny badań).

## Identyfikacja zlewni a ostrzeżenie przed gwałtownymi wezbrzeniami

Informacje o **położeniu zlewni** oraz **sumie opadu**, który może spowodować przekroczenie przepływu brzegowego, **połączone z technikami tzw. nowcastingu mogą wspomóc prognozowanie występowania gwałtownych wezbrań**, a w pewnym stopniu również **ostrzeżać przed nimi**. Dla wydzielonych zlewni **obliczyłem progowe wartości opadu**, który może spowodować przekroczenie przepływu brzegowego (nazwałem go progowym opadem powodziotwórczym). Zgodnie z zaleceniami z literatury przedmiotu, jako przepływ brzegowy przyjąłem przepływ  $Q_{50\%}$ , obliczając go przy pomocy tzw. *formuły opadowej*. Progowe wartości opadu obliczyłem, przyjmując czas trwania opadu  $t \leq 120$  min. **Wykazałem**, że w warunkach niskiego uwilgocenia dwugodzinne opady o sumie od **21 do 34 mm**, w większości zlewni, mogą spowodować przekroczenie przepływu brzegowego, **znacząco zwiększając prawdopodobieństwo** wystąpienia lokalnej powodzi. W warunkach przeciętnego i nadmiernego uwilgocenia wartości te mieszczą się odpowiednio w przedziałach **17-24 mm** **9-12 mm**.

Dane o rozmieszczeniu zlewni i progowej sumie opadu powodziotwórczego **mogą pomóc w identyfikacji obszarów** (zlewnie, oraz jednostki administracyjne – gminy), **w których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie**. Prognozowane przekroczenia wartości progowych opadu mogą stanowić podstawę do wydania ostrzeżenia dla lokalnych służb zarządzania kryzysowego o mogącej wystąpić powodzi. W tym kontekście **proponuję, aby w przyszłości**, przy ustalaniu **opadu powodziotwórczego** rozważyć propozycję tzw. stanu krytycznego, który oznacza **konieczność prowadzenia akcji ratowniczej**. Obliczenie sumy opadu, wywołującego powódź, podczas której nie-

zbędne jest podjęcie akcji ratowniczej, byłoby istotne dla służb związanych z zarządzaniem kryzysowym.

-----

Przedstawione powyżej rezultaty moich badań są wynikiem kilkunastu lat mojej pracy i doświadczenia, jakie zdobyłem prowadząc badania lokalnych powodzi. Rzucają one nowe światło na zagadnienia związane z gwałtownymi wezbrzeniami na małych ciekach, pozwalając formować **swoistego rodzaju prognozę** ich występowania i oddziaływania na otoczenie, w oparciu o te elementy środowiska geograficznego, które wpływają na ich formowanie. **Jest to podejście inne od dotychczasowych**, opierających się na wykonanej *post-factum* analizie przestrzennego rozmieszczenia tego typu powodzi. **Opracowanie metodologii**, pozwalającej na **wyznaczenie w przestrzeni geograficznej zlewni** podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań, **identyfikacja** tego typu **zlewni** w polskiej części Karpat oraz analizy związane z **oceną powodziowości i poziomu ryzyka powodziowego** mają nie tylko charakter poznawczy, ale **mogą znacząco przyczynić się do ograniczenia negatywnych skutków tzw. powodzi błyskawicznych w Karpatach.**

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W swojej działalności naukowo-badawczej mogę wyróżnić dwa nurty, związane z rozwojem osobistych zainteresowań oraz z kierunkami działalności naukowej Pracowni Paleogeografii oraz Zakładu Geografii Fizycznej Instytutu Geografii UP w Krakowie.

### A) BADANIA OSADÓW MINERALNYCH ZAGŁĘBIŃ OSUWISKOWYCH

Moje początkowe zainteresowania badawcze związane były z osadami mineralnymi zagłębiń osuwiskowych. Analizowałem skład mechaniczny osadów mineralnych zdeponowanych w 15 zagłębieniach zlokalizowanych w obrębie 9 osuwisk w Karpatach Zewnętrznych i na Wyżynie Małopolskiej. **Przeprowadziłem klasyfikację typologiczną i powiązałem wydzielone typy z procesami sedymentacyjnymi.** Wyniki moich badań przedstawiłem w pracy magisterskiej *Osady mineralne zagłębiń osuwiskowych. Charakterystyka i geneza* napisanej pod kierownictwem dr hab. W. Cabaja oraz w artykule (zał. 4.II.D.a.3).

Badania te kontynuowałem po zatrudnieniu w Pracowni Paleogeografii we współpracy z dr hab. W. Margielewskim (IOP PAN w Krakowie), dr hab. W. Cabajem oraz dr S. Pelcem (IB UP). Uczestniczyłem w szczegółowym opracowaniu osuwiska w Siekierczynie koło Limanowej (Beskid Wyspowy). **Badania osadów mineralnych, pomogły w rekonstrukcji zmian geomorfologicznych** związanych z odmładzaniem osuwiska oraz **interpretacji** zapisu tych zmian w jeziorze, które powstało w wyniku zatamowania potoku Lasówka. **Synteza tych badań** jest artykuł opublikowany w czasopiśmie: *Folia Quaternaria* (indeksowanym na liście KBN zał. 4.II.D.a.2) a wyniki przedstawione w pracy są cytowane w czasopismach indeksowanych w bazie JCR (zał. 4.II.G).



## B) BADANIA GWAŁTOWNYCH WEZBRAŃ NA MAŁYCH CIEKACH

### WSTĘP

**Ten nurt badawczy dominuje w mojej pracy zawodowej.** W 2000 roku zostałem włączony w prace zespołu (dr hab. W. Cabaj, dr hab. T. Ciupa), który prowadził badania skutków lokalnej powodzi w źródłowej części rzeki Małoszówki (Wyżyna Miechowska), w miejscowości Pałecznicza. **Wyniki** tych badań wskazywały, że rzeźba terenów lessowych, właściwości geotechniczne lessu oraz użytkowanie terenu mogą znacząco przyczyniać się do występowania lokalnych powodzi na obszarach lessowych w Polsce (zał. 4.II.D.a.1).

Badania prowadzone w Pałecznicy oraz **liczne i powtarzające się przypadki lokalnych powodzi**, które odnotowano w tym czasie na Wyżynie Małopolskiej **skłoniły mnie do rozszerzenia tej tematyki badawczej.** Od tego czasu **przedmiotem moich badań są wezbrania i powódzie** (tzw. lokalne powódzie) **formowane w wyniku krótkotrwałych i intensywnych opadów deszczu w małych zlewniach.**

W obrębie tej problematyki, szczególną uwagę poświęciłem **zagadnieniom badawczym**, takim jak:

- 1) **Parametrom fizjograficznym** zlewni, w których wystąpiły gwałtowne wezbrania spowodowane przez opady nawalne.
- 2) **Identyfikacji zlewni** podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań.
- 3) **Przepływom maksymalnym i maksymalnym odpływom jednostkowym**, jakie występują podczas wezbrań spowodowanych krótkotrwałymi i intensywnymi opadami deszczu w małych zlewniach.

**Przedmiotem powyższych badań były małe zlewnie położone:**

- a) **w kraju** - Karpaty oraz Wyżyna Małopolska,
- b) **poza granicami Polski** – Słowacja, Rumunia oraz  
w **Cherrapunji** (Płaskowyż Meghalaya, Indie) i **Himalajach** (Darjeeling Himalayas, Indie), **gdzie notuje się jedne z najwyższych opadów na świecie.**
- 4) **Systemom rzeczonym** małych zlewni karpackich.
- 5) **Ryzyku powodziowemu** w małych zlewniach.
- 6) **Sieci dróg** i ocenie jej wpływu na parametry hydrologiczne gwałtownych wezbrań, w tym próbie włączenia sieci drogowej do modeli hydrologicznych typu opad-odpływ.

## CHARAKTERYSTYKA ZAGADNIEŃ BADAWCZYCH

### Parametry fizjograficzne zlewni, w których wystąpiły gwałtowne wezbrania powodowane przez opady nawalne

W opracowaniach naukowych, w których opisywano przypadki gwałtownych wezbrań/lokalnych powodzi z reguły pojawia się krótka charakterystyka zlewni (podstawowe parametry fizjograficzne) w której to wezbranie wystąpiło. **Brak badań, w których szczegółowo opisano, zestawiono i porównano zlewnie, w których wystąpiły gwałtowne wezbrania** skłonił mnie to do podjęcia tej tematyki. Badaniami na powyższy temat objąłem 83 zlewnie (62 zlewnie karpackie; 21 zlewni położonych głównie na obszarze wyżyn). Wiele uwagi i pracy wymagało wyselekcjonowanie tzw. „zlewni powodziowej”. Wyznaczałem ją najczęściej na podstawie badań terenowych prowadzonych bezpośrednio po powodzi. Prowadzenie tych badań wymagało systematyczności i znacznego zaangażowania. **Analiza 15 parametrów fizjograficznych zlewni powodziowej pozwoliła ocenić wpływ naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań na występowanie gwałtownych wezbrań.**

Powyższe badania zostały przedstawione w rozprawie doktorskiej: *Przyrodnicze i antropogeniczne uwarunkowania występowania lokalnych powodzi w Polsce*. Pracę tę obroniłem z wyróżnieniem w 2006 r. Jednym z głównych osiągnięć przedstawionych w pracy było wykazanie, że: 1) zlewnie, w których wystąpiły lokalne powodzie spowodowane przez krótkotrwałe i intensywne opady deszczu, **są do siebie podobne** pod względem parametrów fizjograficznych (zał. 4.II.D.a.9; b.9) oraz 2) możliwości transformacji opadu w odpływ (zał. 4.II.D.a.6; zał. 4.II.D.b.11).

Wykazałem, że **parametry fizjograficzne związane z morfologią zlewni** (tzw. uwarunkowania naturalne) **znacząco predysponują zlewnie na formowanie gwałtownych wezbrań**, na co również zwrócono uwagę w późniejszych badaniach prowadzonych w ramach międzynarodowego projektu HYDRATE (*Hydrometeorological data resources and technologies for effective flash flood forecasting*).

Tematykę tą prezentowałem podczas 7 ogólnopolskich konferencji (zał. 4.II.K.a.2-8). **Częściowe wyniki** prac opublikowałem w 4 pracach (zał. 4.II.D.a.1, 4, 5, 7) oraz opracowaniach będących streszczeniami referatów (zał. 4.II.D.b.1-7). **Syntezę tych badań** stanowią 3 artykuły opublikowane w czasopismach geograficznych indeksowanych na liście B MNiSW (zał. 4.II.D.a.8, 9) oraz rozdziale w monografii hydrologicznej (zał. 4.II.D.a.6).

**Osiągnięte** w pracy doktorskiej **wyniki stanowiły przesłankę do podjęcia dalszych badań, w których** na podstawie analizy cech zlewni **podjąłem próbę wskazania w przestrzeni geograficznej zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań.**

### Identyfikacja zlewni bardziej podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań w przestrzeni geograficznej

Badania cech fizjograficznych zlewni pozwoliły **mi opracować i zaproponować procedurę**, która na podstawie szczegółowych analiz elementów środowiska geograficznego, wykonanych w partii o dokładne materiały kartograficzne (w skalach 1:5 000-1:50 000) przy wykorzystaniu narzędzi geograficznych systemów informacyjnych (GIS), pozwoliła wskazać w terenie zlewnie narażone na występowanie gwałtownych wezbrań. **Zaproponowane podejście badawcze, nie było do tej pory**

**szerzej prezentowane w literaturze.** Początkowo moje badania w tym zakresie prowadziłem na Wyżynie Miechowskiej (zał. 4.II.D.a.10, 12; zał. 4.II.D.b.8). Powodzie które wystąpiły w Radziemicach i Pałeczniczy, potwierdziły przydatność proponowanego podejścia badawczego. **Powodzie te wystąpiły w wydzielonych podczas procedury identyfikacji zlewniach.** Skłoniło mnie to do **kontynuacji** tych badań, w polskiej części **Karpat**, jako regionie, w którym lokalne powodzie występują najczęściej. Prace te zostały wykonane **w ramach grantu** NCN: *Wspomaganie prognozowania gwałtownych wezbrań w małych zlewniach karpaccich*, realizowanego w latach 2009-2014 (Projekt: N N306 039036), którego byłem kierownikiem i głównym wykonawcą.

**Wyniki** tych badań, prezentowałem na 2 krajowych (zał. 4.II.K.a.9, 18) oraz 4 znaczących międzynarodowych konferencjach (zał. 4.II.K.a.10, 11, 16; II.K.b.5; zał. 4.II.D.b.8, 13, 14, 16) poświęconych m.in. ekstremalnemu zjawiskom hydro-meteorologicznym tj.: *Euromediterranean Network of Experimental and Representative Basins (ERB)* 2008, *Water Policy* 2009, *Forum Carpathicum* 2012 (poster), *International Geographic Union Regional Conference* 2014, zwykle w formie referatów.

**Częściowe wyniki prac** prezentujące metodologię prowadzonych badań oraz wyniki procedury identyfikacji prowadzone w różnych regionach fizycznogeograficznych Karpat opublikowałem w formie 2 obszernych artykułów w czasopiśmie *Carpathian Journal of Earth and Environmental Science* (lista A MNiSW, zał. 4.II.A.1) i *Przeglądzie Geograficznym* (lista B MNiSW, zał. 4.II.D.a.18) oraz rozdziale w monografii hydrologicznej (zał. 4.II.D.a.15). **Syntezę tych badań, poszerzoną o analizy poziomu powodziowości i ryzyka powodziowego oraz możliwości jego ograniczenia, którą wykonałem dla polskiej części Karpat, opublikowałem w monografii** będącej podstawą wszczęcia postępowania o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego (zał. 4.I.B.1).

**Przepływy maksymalne ( $Q_{max}$ ) i maksymalne odpływy jednostkowe ( $q_{max}$ ) w małych zlewniach odnotowane podczas wezbrań spowodowanych krótkotrwałymi i intensywnymi opadami deszczu**

Gwałtowne wezbrania, wciąż pozostają jednym z najsłabiej poznanych typów genetycznych wezbrań, **zwłaszcza pod względem parametrów hydrologicznych.** **Słabe rozpoznanie** tego typu wezbrań było dla mnie **zachętą do podjęcia tej tematyki badawczej.** Warto podkreślić, że informacje na temat tych charakterystyk hydrologicznych są istotne np. w hydrologii inżynierskiej.

Badania te prowadziłem od 2000 roku. Terenowe prace geodezyjne w zlewniach niekontrolowanych wykonywałem wspólnie z W. Cabajem. Zebrany materiał opracowywałem samodzielnie. **Obliczałem przepływy i odpływy jednostkowe** oraz odnosiłem je do przepływów charakterystycznych. **Badania które prowadziłem, znacząco poszerzyły informacje o maksymalnych przepływach i odpływach jednostkowych w małych zlewniach niekontrolowanych.** Gdy rozpoczynałem badania w 2000 roku, dane na temat  $Q_{max}$ , odnotowanego podczas gwałtownych wezbrań w małych zlewniach ( $A < 40 \text{ km}^2$ ) były dostępne **w kilku opracowaniach** naukowych, a zbiór obejmował **ok. 28** wartości przepływu. **Obecnie (2014/2015), według wiedzy autora, zbiór danych o  $Q_{max}$  w Polsce obejmuje 77 wartości, z czego 45% stanowią dane** zebrane i opracowane przez zespół, w którym pracowałem. **W Karpatach** zgromadzono zbiór liczący **44 wartości  $Q_{max}$ , z czego 75% stanowią dane** zebrane i opracowane przez zespół, w którym pracowałem.

**Wyniki** tych badań, prezentowałem na 5 ogólnopolskich konferencjach (zał. 4.II.K.a.6, 8, 13; zał. 4.II.K.b.2, 4) oraz opublikowałem (jako autor i współautor) w 5 artykułach (zał. 4.II.D.a. 4, 8, 14, 16, 17) i 2 doniesieniach konferencyjnych (zał. 4.II.D.b.1, 7) będących tzw. studium przypadku.

### Analizy regionalnego zróżnicowania $Q_{max}$ i $q_{max}$ w Polsce

Prace będące studium przypadku **umożliwiły mi opracowanie bazy** o maksymalnych przepływach i odpływach jednostkowych **i przeprowadzenie analizy regionalnego zróżnicowania tych parametrów Polsce. Wykazałem, że** wartości przepływu i maksymalnego odpływu jednostkowego, odnotowane podczas gwałtownych wezbrań w małych zlewniach, **są wyższe w zlewniach wyżynnych niż w karpackich. Wykorzystując liczniejszy materiał o  $Q_{max}$ , opracowałem tzw. krzywe obwiedni** i opisujące je równania, które wyznaczają maksymalne wartości  $Q_{max}$  ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ) w odniesieniu do powierzchni zlewni A ( $km^2$ ). Równania te umożliwiają oszacowanie najwyższego, jaki wystąpił do tej pory, przepływu maksymalnego w małych zlewniach. Temat ten, częściowo realizowałem w ramach **grantu KBN: Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce. Ocena zdarzeń oraz prognozowanie ich skutków dla środowiska życia człowieka** (PBZ-KBN-086/P04/2003) jako jeden z wykonawców oraz kontynuowałem w ramach tzw. „badań statutowych” prowadzonych na Wydziale Geograficzno-Biologicznym UP w Krakowie.

**Wyniki** analiz regionalnego zróżnicowania maksymalnych przepływów i odpływów jednostkowych **aktualizowałem w miarę opracowywania i gromadzenia nowych danych o  $Q_{max}$ . Częściowe wyniki** badań zaprezentowałem na 2 konferencjach (zał. 4.II.K.a.12; 4.II.K.b.3) oraz opublikowałem w formie tzw. rozszerzonych streszczeń (zał. 4.II.D.b.10, 12). **Syntezę tych badań** opublikowałem w formie 2 artykułów w czasopismach indeksowanych na liście B MNiSW (zał. 4.II.D.a.8, 13) oraz w rozdziale w monografii hydrologicznej (zał. 4.II.D.a.11). Tematykę tą zaprezentowałem również w artykule, w którym w sposób **całościowy** przedstawiłem problematykę lokalnych powodzi w Polsce. **Praca ta uzupełnia**, wykonane w ramach programu HYDRATE a dostępne w literaturze międzynarodowej zestawienia, dotyczące powodzi typu *flash flood* dla południowej i środkowej części Europy. Artykuł niebawem zostanie opublikowany w czasopiśmie *Norsk Geografisk Tidsskrift* (lista A MNiSW zał. 4.II.A.4).

### Analizy regionalnego zróżnicowania $Q_{max}$ i $q_{max}$ w Karpatach

Udostępnienie danych na temat  $Q_{max}$  w bazie projektu HYDRATE **pozwoiliło mi przeprowadzić regionalną analizę zróżnicowania** maksymalnych przepływów i odpływów jednostkowych w **małych zlewniach karpackich** ( $A < 40 km^2$ ). Dane ze słowackiej i rumuńskiej części Karpat porównałem z danymi, które zgromadziłem dla części polskiej. **Wykazałem, że wezbrania te różnią się** pod względem maksymalnych przepływów i odpływów jednostkowych, **jednakże maksima opisane przez krzywe obwiedni** maksymalnego odpływu jednostkowego ( $q_{max}$ ) **są zbliżone**. Podobieństwo to może wskazywać, **że metodologia opracowana przeze mnie** (zał. 4.I.B.1) **może być również stosowana**, przynajmniej w innych częściach Karpat. **Syntezę prowadzonych badań** zaprezentowałem w artykule opublikowanym w *Przeglądzie Geograficznym* (zał. 4.II.D.a.20 lista B MNiSW).

**Podjęmowane przeze mnie badania** maksymalnych przepływów i odpływów jednostkowych w małych zlewniach, **pozwalają na szerszą ocenę zróżnicowania** tych charakterystyk hydrologicznych. **Uzyskane wyniki mają** nie tylko **znaczenie poznawcze**, ale również **aplikacyjne**. Przepływy maksymalne oszacowane przy pomocy tzw. „krzywych obwiedni” mogą stanowić punkt odniesienia przy:

- 1) Stosowaniu tzw. metod pośrednich (np. modele hydrologiczne) pozyskiwania informacji o  $Q_{max}$ .
- 2) Wyznaczeniu obszarów zagrożonych zalaniem podczas gwałtownych wezbrań w małych zlewniach i ocenie zagrożenia powodziowego w małych zlewniach górskich.

Wykorzystanie modeli hydrologicznych do oceny odpływu i przepływu podczas wezbrań uformowanych w wyniku krótkotrwałych i intensywnych opadów deszczu w małych zlewniach

### Zlewnie karpackie

W badaniach gwałtownych wezbrań na małych ciekach znacznym utrudnieniem jest, w większości wypadków, brak informacji o parametrach opadu formującego falę wezbraniową. **Możliwości wykorzystania produktów radarów meteorologicznych** (*Surface Rainfall Intensity* oraz *Precipitation Accumulation*) **zachęciły mnie do podjęcia badań nad rekonstrukcją fal wezbraniowych**, formowanych przez krótkotrwałe i intensywne opady deszczu w małych zlewniach. Podjęte przeze mnie prace miały na celu określenie na ile dane z radarów meteorologicznych w powiązaniu z modelami hydrologicznymi mogą pomóc w rekonstrukcji  $Q_{max}$  w małych zlewniach. Temat ten realizowałem we współpracy dr hab. R. Suligowskim (UJK w Kielcach).

**Wyniki wykazały, że wprowadzając do modeli SCS-CN i SCS-UH** tzw. „surowe” dane, **różnice** w symulowanym i obliczonym przepływie maksymalnym **zwykle nie przekraczały 20%**. **Wyniki te można uznać za zadawalające**, mając na uwadze błędy szacowania, jakie występują przy zastosowaniu metodologii obliczania  $Q_{max}$  na podstawie badań terenowych i obliczeń hydraulicznych oraz zastosowanie w modelowaniu „surowych danych” wejściowych. Ten wątek badawczy pojawił się **w kilku pracach** stanowiących opracowania wezbrań, jakie wystąpiły w zlewniach Pogórza Karpackiego (zał. 4.II.D.a.14, 16, 17, 20). Wyniki te prezentowałem podczas 2 ogólnopolskich konferencji naukowych (zał. 4.II.K.a.13; 4.II.K.b.4).

### Zlewnie Indyjskie (Meghalaya Plateau oraz Darjeeling Himalayas)

**Badania** parametrów hydrologicznych gwałtownych wezbrań w małych zlewniach **prowadziłem również** (wspólnie z prof. R. Soją oraz dr R. Krocakiem), **poza Polską w regionach, w których notuje się jedne z najwyższych opadów na świecie** (Cherrapunji, Darjeeling Himalayas). **Ich celem była analiza odpływu i przepływu** w małej zlewni eksperymentalnej Maw-ki-Syiem (Płaskowyż Meghalaya, Indie) znacząco przekształconej w wyniku antropogenicznej działalności człowieka, a **położonej w regionie o rocznych opadach przekraczających 11 000 mm**. **Tematyka ta nie była do tej pory prezentowana w literaturze**. W badaniach wykorzystano **bogaty i unikatowy materiał hydrologiczno-meteorologiczny** zebrany przez polsko-indyjski zespół badawczy (IGiPZ PAN, IG

North Bengal University), dane satelitarne oraz opracowania kartograficzne wykonane podczas kartowania terenowego. **Wyniki wykazały**, że reakcja zlewni na opady deszczu jest niemal natychmiastowa a odpływy jednostkowe w tym regionie osiągają rekordowe w skali świata wartości, przekraczające  $109 \text{ m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{km}^{-2}$ . **Syntezę tych badań** opublikowałem (współautor), czasopiśmie *Episodes* indeksowanym na liście A MNiSW (zał. 4.II.A.3). Zagadnienie to zreferowałem na Międzynarodowym Zjeździe Unii Geograficznej w 2014 roku (zał. 4.II.K.a.15; 4.II.D.b.15) a **analizy przepływów w nawiązaniu do opadów notowanych podczas okresu przed-monsunowego, monsunowego i po-monsunowego**, niebawem zostaną opublikowane w rozdziale monografii wydanej przez wydawnictwo Springer (zał. 4.II.D.a.24).

**Badania nad formowaniem odpływu** w małych zlewniach położonych w **Darjeeling Himalayas**, są przeze mnie kontynuowane w zespole, wspólnie z dr hab. P. Prokopem, prof. R. Soją i dr A. Bucałą – PAN; dr S. Sarkarem – IG North Bengal University oraz dr R. Krocakiem – IG UP w Krakowie. **Zebrany** podczas badań terenowych **materiał pozwolił** nam na **ocenę różnic związanych z formowaniem odpływu w dwóch małych zlewniach (Chel, Murti) różniących się strukturą użytkowania**. **Wyniki wykazały, że struktura użytkowania w regionie tym nie ma znaczącego wpływu na odpływ**. Szybka reakcja zlewni na opady deszczu powoduje, że obszar, w którym notuje się bardzo wysokie opady deszczu, cierpi na niedobry wody. Poszukiwanie możliwości ograniczenia niedoborów wody są przedmiotem dalszych naszych badań na tym obszarze.

**Wyniki** tych badań zostały zreferowane na międzynarodowej konferencji w Barnaul 2015 (zał. 4.II.K.a.19), a ich wstępne rezultaty opublikowane (zał. 4.II.D.b.17).

### Systemy rzeczne małych zlewni karpackich a parametry Hortona i Schumma

**Dotychczasowe badania** w tym zakresie na terenie Karpat prowadzone były w **zlewniach o powierzchni kilkuset  $\text{km}^2$** . W swoich badaniach zwróciłem uwagę na **systemy rzeczne zlewni, w których najczęściej występują gwałtowne wezbrania powodujące lokalne powodzie ( $A < 35,2 \text{ km}^2$ )**. **Wykazałem**, że takie systemy rzeczne zazwyczaj spełniają prawo liczby cieków oraz prawo powierzchni zlewni a średnie wartości wskaźników  $R_B$  i  $R_A$  wynoszą odpowiednio 3,8 i 4,8. Jednakże, **znaczna część zlewni (ok. 52%) nie spełnia** tzw. drugiego prawa Hortona. **Wyniki** tych badań wskazują, że **stosowanie modeli hydrologicznych**, które w swej strukturze wykorzystują tzw. *hortonowskie* wskaźniki  $R_B$ ,  $R_L$ ,  $R_A$ , w małych zlewniach karpackich jest **ograniczone**. W Polsce, badania nad modelowaniem hydrologicznym parametrów gwałtownych wezbrań, koncentrowały się przede wszystkim na modelach opartych o tzw. *hortonowskie* wskaźniki sieci rzecznej. **Wyniki** moich badań **wykazały, że należy rozszerzyć studia** nad modelami typu opad-odpływ nie zawierających w swej strukturze wskaźników  $R_B$ ,  $R_L$ ,  $R_A$ .

Analizując systemy rzeczne w małych zlewniach karpackich **wykazałem, że nie ma prostej zależności pomiędzy rozmieszczeniem zlewni**, w których systemy rzeczne **spełniają prawa Hortona i Schumma a elementami środowiska przyrodniczego** (budowa geologiczna, rzeźba terenu), **które istotnie wpływają na rozwój systemu rzecznego**. Podobne zależności zaobserwowano w odniesieniu do wartości wskaźników  $R_B$ ,  $R_L$ ,  $R_A$ . **Moje badania potwierdziły ograniczenia** w zastosowaniu praw *Hortona i Schumma* **do identyfikacji pewnych typów systemów rzecznych**. Powyższe wyniki zaprezentowałem podczas konferencji hydrologicznej (zał. 4.II.K.a.14) oraz opublikowałem w formie arty-

kułu w monografii hydrologicznej (zał. 4.II.D.a.19). **Podsumowaniem tych badań** jest artykuł opublikowany w czasopiśmie *Quaestiones Geographicae* (lista B MNiSW zał. 4.II.D.a.23).

### Ryzyko powodziowe w małych zlewniach karpackich

Wdrożenie zapisów tzw. Dyrektywy Powodziowej sygnowanej przez UE oraz prowadzone badania powodziowe skłoniły mnie do **podjęcia badań dotyczących oceny ryzyka powodziowego, związanego z występowaniem tzw. powodzi błyskawicznych w małych zlewniach. Dokonałem analizy możliwości ograniczenia negatywnych skutków gwałtownych wezbrań, w kategoriach redukcji zagrożenia oraz ograniczenia ekspozycji i wrażliwości na powódź.** Podkreślałem, że działania na rzecz redukcji tzw. zagrożenia są mocno ograniczone a jedynie działania „prewencyjne” przejawiające się w ograniczeniu tzw. ekspozycji i wrażliwości na powódź mogą skutecznie ograniczyć straty powodziowe.

Analizując ryzyko powodziowe podkreślałem, że **wdrożenie** wyników moich badań (wskazanie zlewni powodziowych, wykorzystanie wzorów obwiedni do wyznaczenia strefy zagrożenia powodziowego, uwzględnienie rzędnej wielkiej wody w Studium Uwarunkowań i Przestrzennego Zagospodarowania oraz w Miejscowych Planach Zagospodarowania Przestrzennego), **pozwoliłoby skutecznie ograniczyć skutki** tzw. powodzi błyskawicznych w małych zlewniach. **Wyniki** tych badań zreferowałem podczas ogólnopolskiej konferencji hydrologicznej (zał. 4.II.K.a.17) oraz przedstawiłem w 2 artykułach (zał. 4.II.D.a.21, 22).

### Sieć dróg i jej wpływ na modelowanie parametrów hydrologicznych gwałtownych wezbrań. Próba włączenia sieci drogowej do modeli opad-odpływu

Obserwacje powodziowe oraz wyniki badań nad formowaniem odpływu podczas krótkotrwałych i intensywnych opadów deszczu **wskazują na znaczącą rolę dróg w formowaniu gwałtownych wezbrań.** Ponieważ drogi podczas tego typu opadów deszczu funkcjonują podobnie jak ciek, **podjąłem badania** (wspólnie z dr R. Krocakiem) **mające na celu próbę przeprowadzenia ilościowej oceny wpływu sieci drogowej na parametry wezbrania. Brak jest szczegółowych badań w tym zakresie.** Do tej pory analizowano jedynie scenariusz, w którym sieć dróg (poprzez zmodyfikowane parametry *Hortona i Schumma*) została włączona do *Geomorfologicznego Modelu Odpływu*. Wstępne **wyniki badań** prowadzone w zlewni Zalasówki na Pogórzu Ciężkowickim oraz Pielnicy na Pogórzu Bukowskim, **wykazały większą zgodność pomiędzy obserwowanym i symulowanym przepływem maksymalnym, w przypadku uwzględnienia dróg w systemie drenażu powierzchniowego.** Wstępne **wyniki** tych badań zostały zaprezentowane podczas 2 międzynarodowych konferencji (zał. 4.II.K.a.20, 21) i opublikowane (zał. 4.II.D.b.18, 19).

Realizując tę tematykę badawczą (wspólnie z A. Bucałą, J. Fidelus, R. Krocakiem) dokonałem **analizy rozwoju sieci dróg nieutwardzonych i oceny ich wpływu na zmiany geomorfologiczne i hydrologiczne** w 6 małych zlewniach karpackich. Artykuł będący syntezą tych badań został złożony do druku w czasopiśmie *Environmental Earth Science* (lista A MNiSW, zał. 4.II.A.5).

Moje zainteresowania badawcze **obejmują problematykę gwałtownych wezbrań** w małych zlewniach i dotyczą głównie **zagadnień hydrologicznych** związanych z parametrami zlewni, maksymalnymi przepływami i odpływami jednostkowymi, modelowaniem i analizą hydrogramów fal wezbraniowych formowanych przez krótkotrwałe intensywne opady deszczu w małych zlewniach. Badania w tym zakresie prowadziłem głównie w **Polsce**, w **Karpatach**. W niektórych wątkach badawczych **analizę rozszerzałem na inne kraje Europy Środkowej (Słowację, Rumunię)** oraz regiony w **Indiach**, gdzie notuje się jedne z najwyższych opadów deszczu na świecie. Zagadnienia, badane przeze mnie, ze względu na skalę tych zjawisk i brak odpowiednich danych hydro-meteorologicznych (małe zlewnie niekontrolowane) nie były do tej pory przedmiotem szeroko zakrojonych badań.

Wyniki swych badań, po uzyskaniu stopnia doktora, **prezentowałem na 17 konferencjach** (zał. 4.II.K.a.7-21; 4.II.K.b.3-5), głównie w formie referatów. Brałem udział w **8 konferencjach międzynarodowych** m.in. *ERB 2008, 2009, Water Policy 2009, Forum Carpaticum 2012, International Geographic Union 2014, Geomorfometry 2015*, na których w formie referatów (zał. 4.II.K.a.10, 11, 15, 16, 19-21) i posterów (4.II.K.b.3, 5), prezentowałem częściowe lub końcowe wyniki moich badań.

**Znaczącą część** moich badań **opublikowałem w formie artykułów** naukowych. Opracowania publikowane w **czasopismach** indeksowanych na liście A (zał. 4.II.A.1, 3, 4) i B (zał. 4.D.a.8, 9, 13, 18, 20, 21, 23) MNiSW **stanowią z reguły ich syntezę**. Rozdziały w obrębie **prac monograficznych** dotyczących zagadnień hydrologicznych (zał. 4.II.D.a. 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15-17, 19, 22) prezentują najczęściej częściowe wyniki moich studiów. W przeważającej części są to publikacje, w których jestem jedynym autorem.

W badaniach nad gwałtownymi wezbraniem **współpracuję** z pracownikami i doktorantami innych Instytutów badawczych w kraju (PAN w Krakowie, IG UJK w Kielcach, IGiPZ UJ w Krakowie). W tym roku podjąłem współpracę z pracownikami Instytutu Geografii, Lwowskiego Uniwersytetu Narodowego im. Iwana Franki we Lwowie, którzy są zainteresowani problematyką tzw. powodzi błyskawicznych w Karpatach. Uczestniczyłem w trzech **stażach naukowych** (zał. 4.L.1-3), podczas których prezentowałem wyniki swoich badań oraz podjąłem nowe badania związane lokalnymi powodziami. Równolegle aktywnie **uczestniczę w badaniach międzyzakładowych** prowadzonych w IG UP. Wynikiem tej współpracy jest (wspólnie z J. Żychowskim) analiza dotychczasowych wyników badań dotyczących zanieczyszczenia wód gruntowych przez drobnoustroje chorobotwórcze. Praca została opublikowana w czasopiśmie *Journal of Water and Health* (lista A MNiSW zał. 4.II.A.2). Byłem również jednym z wykonawców **grantu** NCN realizującego szeroki zakres badań geologicznych „*Wiek i paleośrodowisko najmłodszych osadów serii wierchowej w Tatrach i ich relacja do oceanicznych beztlenowych zdarzeń w późnej kredzie*” (NCN: UMO-2011/01/B/ST10/07405. 2011-2015), w którym wykonywałem analizy zawartości CaCO<sub>3</sub> w skałach i określałem ich relację do innych parametrów środowiskowych. Artykuł będący syntezą tych badań został złożony do druku (*Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology*, lista A MNiSW, zał. 4.II.A.6).

Dostępność danych pozwalających na bardziej szczegółowe analizy procesu transformacji opadu w odpływ i formowania gwałtownych fal wezbraniowych w małych zlewniach poszerzają dotychczasowe możliwości badawcze w tym zakresie. Dlatego, moje **plany** zawodowe wiąże z **dalszymi badaniami gwałtownych wezbrań** na małych ciekach oraz implementacją uzyskanych dotychczas wyników w praktyce.



-----

W działalności naukowej **staram się, aby moja wiedza i badania posiadały zarówno wymiar poznawczy jak i praktyczny**. W swojej pracy wykorzystuję wiedzę i umiejętności z zakresu geoinformacji, które rozwijam podczas szkoleń (zał. 5.II.I.f.1, 2).

Zdobytą wiedzę i doświadczenie przekazuję studentom, prowadząc zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne i terenowe) dla studentów (zał. 5.II.I.d.1-15) oraz prowadząc konsultacje dla studentów studiów doktoranckich (zał. 5.II.K). Sprawuję opiekę naukową nad pracami licencyjnymi i inżynierskimi (zał. 5.II.J.a.1-6), wykonuję recenzje artykułów naukowych dla czasopism branżowych (zał. 5.II.P.1-9), recenzje prac magisterskich, licencyjnych i inżynierskich (zał. 5.II.J.b.1-29).

Współuczestniczę w organizowaniu konferencji naukowych (zał. 5.I.C.1, 2, 3). Jestem członkiem Rady Naukowej czasopisma *Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów UP w Krakowie*, które prezentuje wyniki prac „młodych naukowców” (zał. 5.I.G.1). Za dotychczasową działalność naukowo-badawczą otrzymałem Nagrodę Rektora macierzystej uczelni w 2007 roku (zał. 4.II.J.1).

**Oprócz działalności naukowej** angażuje się w różnego rodzaju projekty związane z realizacją procesu dydaktycznego w Instytucie Geografii oraz Uniwersytecie Pedagogicznym. Czynnie uczestniczę w **opracowywaniu i modyfikowaniu oferty kształcenia** w Instytucie Geografii. Biorę udział, jako **koordynator** lub członek zespołu, w opracowywaniu i modyfikowaniu planów i programów studiów, planów i programów specjalności (zał. 5.II.I.c.1-5), opracowuje nowe kursy (zał. 5.II.I.e.1-7) oraz uczestniczę w nadzorowaniu realizacji procesu dydaktycznego, pracując w uczelnianych (Senacka Komisja ds. Jakości Kształcenia) i instytutowych komisjach (zał. 5.III.R.1; zał. 5.III.S.1-11).

*Tomasz Bryndał*