Raport z testu badawczego dotyczącego zagrożenia powodziowego poprzez modelowanie dla powiatu przemyskiego

Nadzór merytoryczny:
Dr hab. Michał Habel

1. *Plan badawczy zawierający przebieg badań z podziałem na prace terenowe i laboratoryjne, wraz ze wskazaniem kolejny kroków przebiegu prac badawczych*

Prace terenowe

- identyfikacja dolinnych w terenie,
- identyfikacja stref obniżeń o genezie antropogenicznej w terenie,
- identyfikacja stref i punktów w przeszłości zalewanych podczas powodzi,
- określenie granic, w których zostanie przeprowadzona analiza powodziowa.

Prace laboratoryjne

- identyfikacja terenów zagrożonych podtopieniami na podstawie MZP ISOK, analiz geoprzestrzennych „Flow Direction" i „Flow Accumulation", z uwzględnieniem infiltracji i współczynników odpływu Curve Number (CN),
- wyznaczenie obszarów zagrożonych ze strony spływu powierzchniowego na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT) o rozdzielczości ≤ 1 m (PL-EVRF2007-NH z 2004 i 2025 roku), użytkowania terenu BDOT10k oraz występowania gleb na bazie map IUNG, a także opadów maksymalnych Pmax według IMGW-PIB
- oszacowanie wartości opadu maksymalnego jako wartości referencyjnych na terenie powiatu,
- modelowanie odpływu efektywnego metodą SCS-CN,

- analiza kumulacji wód na powierzchni terenu i wyznacznie kierunków spływu powierzchniowego za pomocą narzędzi GIS (QuantumGIS v. 3.4.13) oraz algorytmów River Network, Watershed Basins i Flow Accumulation..
- wyznaczenie stref zagrożenia powodziowego z podziałem na klasy.

2. *Opis przebiegu prac badawczych z uwzględnianiem założeń teoretycznych, opisu metody, ewentualnego poboru prób w terenie i kolejnych kroków prac laboratoryjnych.*

Założenia teoretyczne

Zagrożenie powodziowe definiuje się jako prawdopodobieństwo wystąpienia procesów prowadzących do okresowego zalania terenów znajdujących się w granicach analizowanego powiatu. Źródłem tego zagrożenia mogą być zarówno wezbrania rzek i potoków uwzględnionych na mapach zagrożenia powodziowego (MZP), dostępnych w Hydroportalu ISOK, jak również intensywne opady atmosferyczne powodujące koncentrację spływu powierzchniowego. Drugi z wymienionych mechanizmów odgrywa szczególną rolę w małych zlewniach, dolinach nieobjętych modelowaniem hydraulicznym oraz lokalnych obniżeniach terenu, gdzie może dochodzić do szybkiej akumulacji wód opadowych.

Poziom zagrożenia powodziowego w granicach powiatu określono na podstawie udziału powierzchni potencjalnie narażonej na zalanie w następstwie:

- wystąpienia wód powodziowych o prawdopodobieństwie 10%, 1% i 0,2%, zgodnie z mapami zagrożenia powodziowego ISOK;
- koncentracji spływu powierzchniowego generowanego przez opad maksymalny Pmax;
- akumulacji wód w lokalnych obniżeniach bezodpływowych oraz strefach koncentracji odpływu.

Rezultaty analizy przedstawiono w postaci powierzchni terenów potencjalnie zagrożonych zalaniem, wyrażonej w hektarach [ha], oraz odpowiadającego jej udziału procentowego w całkowitej powierzchni powiatu [%].

Zgodnie z art. 16 pkt 43 ustawy Prawo wodne **powódź oznacza** czasowe pokrycie wodą terenu, który w normalnych warunkach nie jest nią pokryty, w szczególności wskutek wezbrania wód w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych i kanałach, a także od strony morza. Definicja ustawowa nie uwzględnia jednak w sposób bezpośredni wszystkich rodzajów zagrożeń wynikających z intensywnego spływu powierzchniowego generowanego przez opady atmosferyczne. Z tego względu przeprowadzoną analizę rozszerzono o **wyznaczenie obszarów potencjalnie narażonych na zalanie w wyniku koncentracji odpływu powierzchniowego**. Uwzględnienie tego procesu jest szczególnie istotne na obszarach górskich i podgórskich południowej Polski, gdzie znaczne

nachylenie stoków oraz krótki czas reakcji niewielkich zlewni mogą sprzyjać szybkiemu formowaniu się odpływu.

W konsekwencji wykorzystanie wyłącznie map zagrożenia powodziowego ISOK nie pozwala na pełne rozpoznanie przestrzennego zróżnicowania zagrożenia. Ograniczenie to jest szczególnie istotne w przypadku terenów górskich i podgórskich, gdzie potencjalne zagrożenie związane jest z kilkoma mechanizmami:

1. **powodziami rzecznymi** występującymi w głównych dolinach i uwzględnionymi w odpowiednim zakresie na MZP ISOK;
2. **powodziami opadowymi i błyskawicznymi (*flash floods*)**, rozwijającymi się w małych zlewniach w następstwie intensywnego spływu powierzchniowego;
3. **koncentracją odpływu powierzchniowego** w dolinach i wzdłuż cieków, dla których nie opracowano MZP;
4. **podtopieniami obszarów bezodpływowych oraz lokalnych obniżeń terenu**, w których następuje okresowa akumulacja wód opadowych.

Dla powiatu przemyskiego obszary potencjalnie narażone na oddziaływanie spływu powierzchniowego wyznaczono poprzez integrację danych pochodzących z MZP ISOK z wynikami analiz geoprzestrzennych **Flow Direction** i **Flow Accumulation**. W obliczeniach uwzględniono infiltrację oraz przestrzenne zróżnicowanie współczynników odpływu wyznaczonych metodą **Curve Number (CN)**. Podstawowym źródłem informacji o ukształtowaniu powierzchni terenu był numeryczny model terenu (NMT) o rozdzielczości ≤ 1 m, w układzie wysokościowym PL-EVRF2007-NH, oparty na danych z lat 2004 i 2025. Analizę uzupełniono informacjami dotyczącymi użytkowania terenu pochodzącymi z BDOT10k, danymi o rozmieszczeniu i właściwościach gleb na podstawie map IUNG oraz wartościami maksymalnych opadów Pmax według IMGW-PIB. Zintegrowanie wymienionych zbiorów danych pozwoliło na przestrzenne wyznaczenie stref szczególnie podatnych na koncentrację odpływu powierzchniowego.

Wyznaczenie opadów projektowych

Projektowe wartości maksymalnych opadów atmosferycznych określono na podstawie probabilistycznego modelu **PMAXTP (Precipitation MAXimum Time Probability)**, opracowanego przez IMGW-PIB i udostępnianego w serwisie „Opady maksymalne". Założenia oraz podstawy metodyczne tego modelu przedstawiono w monografii pod redakcją B. Ozgi-Zielińskiego i in. (2022). PMAXTP umożliwia określenie przestrzennego zróżnicowania opadów

ekstremalnych na obszarze Polski, w tym wyznaczenie maksymalnej wysokości opadu dla przyjętego czasu jego trwania i określonego prawdopodobieństwa przewyższenia.

Zależność wykorzystywaną w modelu można przedstawić jako:

Pmax(t,p)

gdzie:

- **Pmax** – maksymalna wysokość opadu [mm],
- **t** – czas trwania opadu,
- **p** – prawdopodobieństwo przewyższenia określonej wysokości opadu.

Wartość Pmax(t,p) odpowiada kwantylowi teoretycznego rozkładu prawdopodobieństwa dopasowanego do wieloletnich szeregów obserwacji opadowych. Dla określonego czasu trwania zdarzenia możliwe jest zatem oszacowanie wysokości opadu odpowiadającej przyjętemu prawdopodobieństwu jego przewyższenia.

Przykładowo, dla **p = 10%** okres powtarzalności wynosi **T = 10 lat**, natomiast wartość **p = 1%** odpowiada okresowi powtarzalności **T = 100 lat**. Okresu powtarzalności nie należy jednak interpretować jako regularnego odstępu czasu pomiędzy kolejnymi zdarzeniami. Jest to miara probabilistyczna oznaczająca, że w dowolnym roku prawdopodobieństwo osiągnięcia lub przekroczenia określonej wartości opadu wynosi odpowiednio 10% lub 1%.

W niniejszym opracowaniu zastosowano wyniki uzyskane metodą **POT (Peak Over Threshold)**. Podejście to opiera się na identyfikacji i analizie zdarzeń opadowych przekraczających ustaloną wartość progową. W odróżnieniu od metody maksimów rocznych, uwzględniającej jedynie największą wartość opadu zarejestrowaną w każdym roku, metoda POT umożliwia wykorzystanie większej liczby niezależnych zdarzeń ekstremalnych. Pozwala to na pełniejsze wykorzystanie informacji zawartych w wieloletnich szeregach opadowych i zwiększa możliwości estymacji wartości odpowiadających zdarzeniom rzadkim i bardzo rzadkim.

Zastosowanie metody POT jest szczególnie uzasadnione w analizach zagrożenia związanego z intensywnymi opadami, ponieważ umożliwia uwzględnienie krótkotrwałych zdarzeń ekstremalnych mogących generować gwałtowny spływ powierzchniowy, wezbrania małych cieków oraz powodzie błyskawiczne.

Czasy trwania analizowanych opadów

W analizie zagrożenia podtopieniami zastosowano maksymalne wysokości opadów określone dla różnych czasów ich trwania. Poszczególne przedziały czasowe reprezentują odmienne warunki kształtowania odpływu oraz mechanizmy powstawania zagrożenia:

- **opady 1-godzinne** – reprezentujące krótkotrwałe zdarzenia o dużej intensywności, sprzyjające gwałtownej koncentracji spływu powierzchniowego oraz występowaniu lokalnych podtopień;
- **opady 6-godzinne** – odpowiadające zdarzeniom mogącym generować intensywny odpływ, szczególnie w małych zlewniach górskich i podgórskich;
- **opady 24-godzinne** – reprezentujące długotrwałe zdarzenia sprzyjające zwiększeniu uwilgotnienia zlewni, wzrostowi odpływu oraz rozwojowi wezbrań w większych systemach rzecznych.

Dla każdego z analizowanych powiatów określono maksymalne wysokości opadów odpowiadające dwóm wartościom prawdopodobieństwa przewyższenia:

- **p = 1% (T = 100 lat)**;
- **p = 50% (T = 2 lata)**.

Wartości Pmax uzyskane z modelu PMAXTP wykorzystano następnie jako dane wejściowe do modelowania spływu powierzchniowego i wyznaczania obszarów jego potencjalnej koncentracji. Pozwoliło to rozszerzyć przestrzenny zakres oceny zagrożenia poza tereny uwzględnione na mapach ISOK. Analizą objęto tym samym również małe zlewnie, doliny cieków okresowych i innych cieków nieobjętych MZP oraz lokalne obniżenia terenu, w których wystąpienie zalania może być przede wszystkim następstwem intensywnych opadów i szybkiego spływu powierzchniowego.

Założenia dotyczące opadu projektowego

Podstawę modelowania zagrożenia związanego ze spływem powierzchniowym stanowił opad projektowy **Pmax o prawdopodobieństwie przewyższenia p = 1%, odpowiadającym okresowi powtarzalności T = 100 lat**. W przypadku powiatów karpackich analizę rozszerzono o opad trwający 1 godzinę, natomiast dla wszystkich badanych powiatów wykonano obliczenia dla opadów o czasie trwania 6 i 24 godzin.

Ze względu na przestrzenne zróżnicowanie wartości Pmax w obrębie poszczególnych jednostek administracyjnych przeanalizowano ich rozkład w granicach każdego powiatu. Do dalszego modelowania przyjęto **najwyższą wartość Pmax występującą na obszarze danego powiatu** dla analizowanego czasu trwania opadu (Tabela 1).

Zastosowanie maksymalnej wartości Pmax dla całej powierzchni powiatu stanowi **podejście konserwatywne**, którego celem jest uwzględnienie potencjalnie najbardziej niekorzystnego scenariusza opadowego możliwego do wystąpienia w granicach analizowanej jednostki. Takie rozwiązanie ogranicza możliwość niedoszacowania przestrzennego zasięgu terenów podatnych na koncentrację spływu powierzchniowego i lokalne podtopienia, a jednocześnie umożliwia identyfikację obszarów wymagających szczególnej uwagi w dalszych analizach zagrożenia powodziowego.

Tabela 1. Proponowane wartości opadu maksymalnego jako wartości referencyjne dla na terenie powiatu przemyskiego

Lp.	**Powiat**	Powierzchnia powiatu [ha]	**Powierzchnia przy określonym opadzie maksymalnym w ha/%**					
			1h	**%**	**6h**	**%**	**24h**	**%**
1	przemyski	121300			284,00	0,23	1187,00	0,98

Dobór czasu trwania opadu do obliczeń w analizowanych powiatach powinien zależeć od wielkości zlewni, ponieważ w tym przypadku występują trzy mechanizmy powodziowe.

- Typ I – powodzie błyskawiczne, gdy małe zlewnie mają powierzchnię 1–20 km², wtedy czas koncentracji spływu wynosi 1–3 h. Najbardziej reprezentatywny czas obliczeń wynosi 1 h.
- Typ II – małe zlewnie górskie, gdy ich powierzchnia to 20–100 km² to czas koncentracji wynosi 3–6 h. Najbardziej reprezentatywny opad 6 h.
- Typ III – większe zlewnie. Najbardziej reprezentatywny opad 24 h

Odpływ efektywny wyznaczono metodą SCS-CN, która uwzględnia zdolność retencyjną gleb oraz pokrycie terenu, metoda opisana przez K. Banasik i in. (2016). Metoda ta zakłada, że tylko część opadu atmosferycznego przekształca się w odpływ powierzchniowy, natomiast pozostała część infiltruje do gruntu lub zostaje zatrzymana w retencji powierzchniowej. Spływ na każdej komórce numerycznego modelu terenu jest wyznaczany jako różnica pomiędzy opadem a infiltracją, przy wykorzystaniu parametrów infiltracyjnych oraz koncepcji CN. Dla potrzeb regionalnej analizy

zagrożenia powodziowego i modelu SCS-CN można przyjąć standardowe wartości CN zgodne z wytycznymi USDA-NRCS (1986).

Retencję obliczano w sposób następujący:

$$S = \frac{254}{\mathrm{CN}} - 254$$

Obliczenie odpływu efektywnego:

$$Q = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{P + 0{,}8S}$$

gdzie:

- P – opad projektowy,
- Q – odpływ efektywny.

Kluczowym elementem w końcowej fazie modelowania była kumulacji wód na powierzchni terenu. Kierunki spływu powierzchniowego wyznaczono za pomocą narzędzi GIS (QuantumGIS v. 3.4.13) oraz algorytmów River Network, Watershed Basins i Flow Accumulation. Model został oparty na wysokorozdzielczym numerycznym modelu terenu pochodzącym ze skaningu laserowego (NMT) – siatce o rozdzielczości ≤ 1,0 m , danych o użytkowaniu terenu (BDOT10k), mapach glebowo-rolniczych, sieci cieków wodnych MPHP oraz przepustów drogowych (BDOT10k). Powstałe na bazie modelowania naturalne linie drenażu oraz obszary kumulacji spływu powierzchniowego. Uzyskane wyniki umożliwiły identyfikację okresowych cieków, dolin koncentracji odpływu oraz lokalnych obniżeń terenowych.

3. *Wyniki badań w postaci obliczeniowej wraz z niezbędną dokumentacją w postaci tabel, wykresów i rysunków*

Łączna powierzchnia terenów potencjalnie zagrożonych podtopieniami spowodowanymi koncentracją odpływu powierzchniowego w powiecie przemyskim wynosi od 284 do 1187 ha (w zależności od przyjętego czasu trwania opadu projektowego). **Wartość ta nie obejmuje jedynie terenów zagrożonych powodzią rzeczną, wyznaczonych na podstawie map ISOK, lecz stanowi ich uzupełnienie poprzez wskazanie obszarów narażonych na lokalne podtopienia poza dolinami głównych cieków**. W powiecie przemyskim analizowano podtopienia występujące w trakcie intensywnych opadów trwających 6 i 24 godziny.

Powiat przemyski charakteryzuje się stosunkowo wysokim zagrożeniem powodziowym, wynikającym z położenia znacznej części jego obszaru w zlewni Sanu oraz występowania licznych mniejszych cieków o dużej zmienności przepływów. Główną osią hydrograficzną powiatu jest San, przepływający m.in. przez gminy Dubiecko, Krzywcza, Krasiczyn, Medyka, Stubno, Orły i Żurawica, natomiast drugim istotnym ciekiem jest Wiar, odwadniający przede wszystkim południowo-wschodnią część powiatu. Znaczna część cieków, szczególnie w południowej i południowo-zachodniej części powiatu, wykazuje cechy rzek i potoków górskich, co powoduje silne uzależnienie wielkości przepływu od aktualnych warunków meteorologicznych. Duże spadki terenu oraz głęboko wcięte doliny sprzyjają szybkiej koncentracji odpływu, dlatego intensywne opady mogą prowadzić do gwałtownego wzrostu stanów wód w niewielkich ciekach, a następnie do szybkiego zasilania Sanu. W przebiegu rocznym wysokie przepływy związane są zarówno z wiosennymi roztopami, jak i z intensywnymi opadami atmosferycznymi. Wezbrania roztopowe są zazwyczaj dłuższe i charakteryzują się niższymi kulminacjami, podczas gdy wezbrania wywołane intensywnymi lub długotrwałymi opadami mogą powodować szybki wzrost przepływu oraz gwałtowne przemieszczanie się fali wezbraniowej.

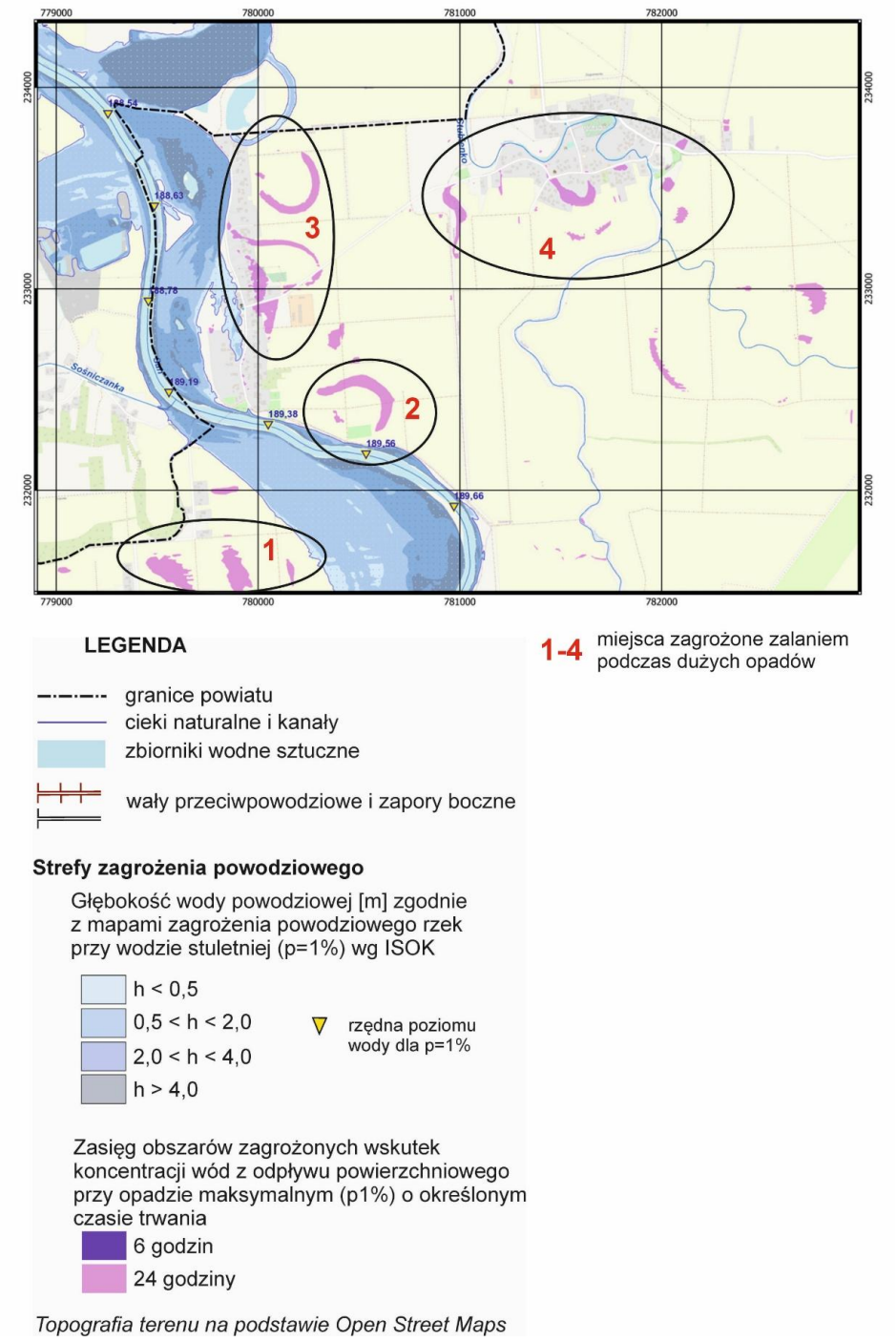
Największe zagrożenie powodziowe koncentruje się w dolinie Sanu, na terenach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie jego koryta oraz przy ujściach dopływów. W aktualizacji planów zarządzania ryzykiem powodziowym San wraz z ujściowym odcinkiem Wiaru został wskazany jako obszar problemowy, na którym zagrożenie dotyczy przede wszystkim zabudowy zlokalizowanej w sąsiedztwie rzek. Istotne znaczenie ma również Wiar, którego zlewnia ma charakter transgraniczny, ponieważ część znajduje się na terytorium Ukrainy. Powoduje to możliwość rozwoju zagrożenia w wyniku intensywnych opadów występujących poza granicami Polski, a następnie przemieszczania

się zwiększonego odpływu w kierunku dolnego odcinka rzeki. Podobny transgraniczny charakter zagrożenia dotyczy Wiszni. Według raportu o stanie powiatu przemyskiego za 2024 r. potencjalne tereny zalewowe zajmują około 200 km², natomiast podczas dużej powodzi w 1980 r. zalaniu uległo około 150 km². Dane te wskazują, że przy wystąpieniu zdarzeń o małym prawdopodobieństwie przekroczenia powódź może objąć znaczne powierzchnie powiatu. Z punktu widzenia lokalnego zagrożenia istotne są również mniejsze cieki i doliny nieobjęte szczegółowymi mapami zagrożenia powodziowego. Podczas krótkotrwałych opadów o dużej intensywności może w nich dochodzić do gwałtownej koncentracji spływu powierzchniowego, szybkich wezbrań oraz lokalnych podtopień, zwłaszcza w obniżeniach terenu i w miejscach o ograniczonej przepustowości odpływu. W konsekwencji zagrożenie powodziowe powiatu przemyskiego ma złożony charakter i obejmuje zarówno klasyczne powodzie rzeczne w dolinie Sanu i Wiaru, jak również gwałtowne wezbrania mniejszych cieków oraz lokalne podtopienia generowane przez intensywny spływ powierzchniowy. Kompleksowa ocena zagrożenia epowinna zatem uwzględniać nie tylko obszary wskazane na mapach zagrożenia powodziowego ISOK, ale również małe zlewnie, doliny boczne, strefy ujściowe dopływów i lokalne obniżenia terenu, w których podczas ekstremalnych opadów może dochodzić do koncentracji odpływu.

Szczegółową analizę zagrożenia powodziowego wykonano dla dwóch obszarów. Pierwszy z nich położony jest n a południowy wschód od Radymna, drugi jest położony na północny wschód od Przemyśla, w Żurawicy i okolicach (rys. 1,2). Na mapie numer (rys. 1) występują 4 główne strefy zalewowe. Wszystkie z nich zostaną zalane podczas długotrwałych obfitych opadów występujących teoretycznie w ciągu 24 godzin, dlatego podtopienie tych obszarów jest prawdopodobne w stosunkowo nie wilkiem stopniu (rys. 1). Pierwsza z nich położona jest w zakolu Sanu (rys. 1 – strefa 1). Występują tu dwie stosunkowo niewielkie obszary które mogą zostać podtopione, jednak są one niezabudowane. Z kolei 2 i 3 strefa potencjalnie podtopiona (rys. 1) występuje w obszarze dawnych koryt rzecznych Sanu o czym świadczy łukowaty kształt obszarów potencjalnie zalanych. Jedynie w obszarze numer 3 podtopionych zostanie kilka budynków należących do miejscowości Barycz. W obszarze numer 4 (rys. 1) do podtopień dojdzie także w obszarach dawnych koryt rzecznych, wystąpią one w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań miejscowości Stubienko, jednak nie obejmuje obszarów zabudowanych.

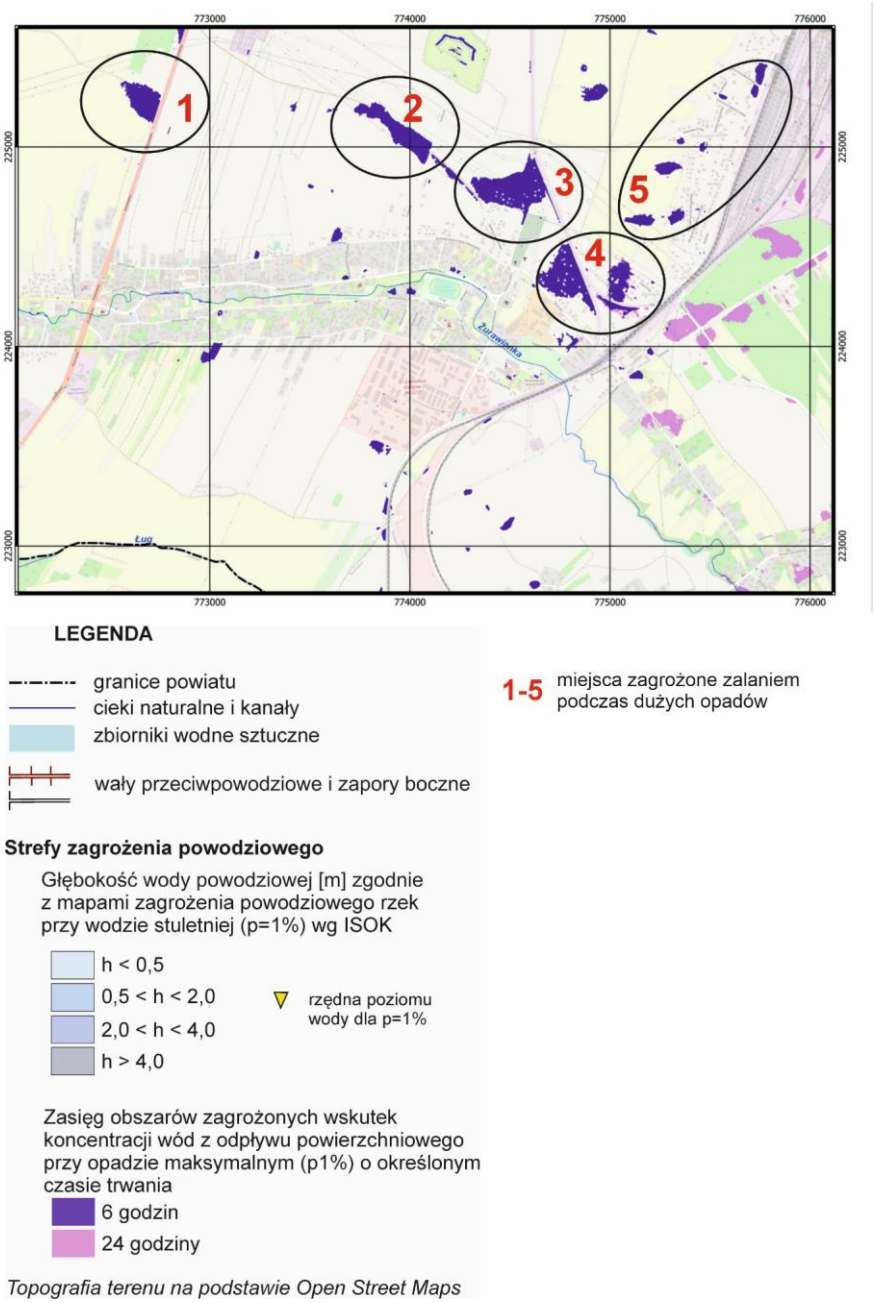
Znacznie większe zagrożenie powodziowe zostało zidentyfikowane w drugim z analizowanych obszarów (rys. 2). Jest to obszar, który jak wynika z przeprowadzonej analizy jest znacznie bardziej zagrożony podtopieniami niż obszar pierwszy. Mogą się one tutaj pojawić już

przy intensywnych deszczach trwających 6 godzin. Obszar ten położony jest w miejscowości Żurawica, na północny-wschód od Przemyśla. Strefa 1(rys. 2) obejmuje obszar położony przy ulicy Rzeszowskiej, gdzie nie występuj a budynki które zostałyby zalane podczas dużych opadów. Podobnie w strefie numer 2 (rys. 2) położonej bliżej miejscowości Żurawica. Inaczej sytuacja wygląda w przypadku obszarów 3 i 4 (rys. 2), gdzie potencjalnie podczas intensywnych opadów zalanych zostanie bardzo dużo budynków. Obszary te jawią się jako szczególnie niebezpieczne z punktu widzenia szkód infrastrukturalnych które mogą wystąpić podczas intensywnych, długotrwałych opadów. Położone są one w Żurawicy wzdłuż ulicy Bankowej. W obszarze numer 5 (rys. 2), występuj a niewielkie strefy potencjalnie podtopione jednak nie są one tak duże jak w przypadku stref 3 i 4.



Rysunek 1. Obszary zagrożone zalaniem na terenie powiatu przemyskiego (obszar na wschód od Radymna).

1.



Rysunek 2. Obszary zagrożone zalaniem na terenie powiatu przemyskiego (miejscowość Żurawica i okolice).

4. *Wnioski z przeprowadzonych badań w formie opracowania zawierającego szczegółowe analizy wraz z szacunkiem dotyczącym zagrożenia występującego w testowanym terenie (osuwiskowego, powodziowego, związanego z zanieczyszczeniem powietrza zależnie od typu testu badawczego)*

Szczegółową analizę zagrożenia powodziowego przeprowadzono dla dwóch obszarów położonych na południowy wschód od Radymna oraz na północny wschód od Przemyśla, w rejonie Żurawicy. W pierwszym z analizowanych obszarów wyznaczono cztery główne strefy potencjalnie zagrożone podtopieniami podczas długotrwałych, intensywnych opadów trwających 24 godziny. Strefa nr 1 położona jest w zakolu Sanu i obejmuje dwa stosunkowo niewielkie, niezabudowane obszary potencjalnych podtopień. Strefy nr 2 i 3 związane są prawdopodobnie z dawnymi korytami Sanu, na co wskazuje charakterystyczny, łukowaty przebieg obszarów potencjalnego zalania. W strefie nr 3 podtopienie może objąć również kilka budynków należących do miejscowości Barycz. Strefa nr 4 także obejmuje obniżenia związane z dawnymi korytami rzecznymi i znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy miejscowości Stubienko, jednak potencjalne zalanie nie obejmuje samych budynków. Znacznie większe zagrożenie podtopieniami zidentyfikowano w drugim analizowanym obszarze, położonym w Żurawicy i jej otoczeniu. W przeciwieństwie do pierwszego obszaru lokalne podtopienia mogą wystąpić tutaj już w następstwie intensywnych opadów trwających 6 godzin. Strefy nr 1 i 2, położone odpowiednio w rejonie ul. Rzeszowskiej i bliżej centrum Żurawicy, obejmują głównie tereny niezabudowane, dlatego potencjalne straty infrastrukturalne są tam ograniczone. Największe zagrożenie stwierdzono w strefach nr 3 i 4, położonych w Żurawicy wzdłuż ul. Bankowej, gdzie potencjalne podtopienia mogą objąć dużą liczbę budynków. Strefy te należy uznać za szczególnie istotne z punktu widzenia potencjalnych strat materialnych i infrastrukturalnych związanych z występowaniem intensywnych i długotrwałych opadów. Przeprowadzona analiza wskazuje zatem na wyraźne przestrzenne zróżnicowanie zagrożenia, przy czym największe ryzyko dla terenów zabudowanych występuje w rejonie Żurawicy, zwłaszcza w obrębie stref nr 3 i 4.

Katowice, 31.08.2026

PREZES ZARZĄDU
Oddział Górnośląski, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Gleboznawstwa
dr hab. Jerzy Cabała

Uniwersytet Śląski w Katowicach
40-007 Katowice, ul. Bankowa 12
http://www.us.edu.pl