

MARTA BOROWSKA-STEFAŃSKA

Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej
Wydział Nauk Geograficznych
Uniwersytet Łódzki

OCENA STRAT MATERIALNYCH NA TERENACH ZAGROŻONYCH POWODZIAMI W MAŁYCH MIASTACH WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO

1

ASSESSMENT OF MATERIAL LOSSES WITHIN AREAS EXPOSED TO FLOODS IN SMALL TOWNS IN ŁÓDŹ REGION

Artykuł wpłynął do redakcji 28.12.2015; po recenzjach zaakceptowany 07.11.2016.

Borowska-Stefańska M., 2016, *Ocena strat materialnych na terenach zagrożonych powodziami w małych miastach województwa łódzkiego*, [w:] Bartosiewicz B. (red.), *Potencjał rozwoju małych i średnich miast w Polsce. Growth potential of small and medium-sized towns in Poland*, „Space – Society – Economy”, 16, Institute of the Built Environment and Spatial Policy, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 7–27.

Dr Marta Borowska-Stefańska, Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź; e-mail: borosia@op.pl

Zarys treści

Celem badań jest ocena poziomu ryzyka powodziowego w kategoriach potencjalnych strat materialnych dla terenów zagrożonych powodziami, na przykładzie Działoszyna, Poddębic, Sulejowa, Uniejowa i Warty. Są to małe miasta położone w województwie łódzkim, które uzyskały duży lub bardzo duży poziom ryzyka powodziowego w metodologii wykorzystanej w *Planie operacyjnym ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego* (2013)¹.

¹ W zastosowanej metodzie ryzyko powodziowe zostało sklasyfikowane za pomocą pięciu stopni, od minimalnego do bardzo dużego (minimalne, małe, średnie, duże i bardzo duże). Poszczególne stopnie wyliczono za pomocą arkusza kalkulacyjnego, w ramach którego uwzględniono 9 różnych czynników, obrazu-

Za tereny zagrożone powodzią, przyjęto w pracy zarówno obszary szczególne, jak i potencjalnego zagrożenia powodzią, które zostały wyznaczone na mapach zagrożenia powodziowego. Oceny strat materialnych dokonano zgodnie z wytycznymi zawartymi w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 roku w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego*. Potencjalne straty materialne obliczono na podstawie analizy zagospodarowania terenów zagrożonych powodzią, przy wykorzystaniu Topograficznej Bazy Danych. Za pomocą metod GIS przedstawiono zarówno zagospodarowanie, jak i ocenę strat. Stwierdzono, że w granicach terenów szczególnego zagrożenia powodzią, najwyższe straty materialne są w Działoszynie oraz Uniejowie, co jest związane z istnieniem terenów usługowo-produkcyjnych i mieszkaniowych. Tereny potencjalnego zagrożenia powodzią znajdują się tylko w trzech badanych miastach (Sulejowie, Uniejowie i Warcie), przy czym największa powierzchnia terenów zabudowanych, a tym samym najwyższe potencjalne straty są w Sulejowie. Analiza poziomu ryzyka powodziowego jest bardzo ważna, gdyż umożliwia ona prowadzenie odpowiedniej polityki w zakresie ochrony przeciwpowodziowej (Borowska-Stefańska 2015ab).

Słowa kluczowe

Tereny zagrożone powodzią, straty materialne, mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego, GIS.

1.1. WPROWADZENIE

Powódź, to „czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody w systemach kanalizacyjnych” (*Ustawa Prawo Wodne*, 2001, art. 9, pkt 10). Jest to zjawisko towarzyszące nam od początku cywilizacji, w trakcie którego ponoszone są ogromne straty ludzkie i materialne (Czaban 2008). Powodzie mogą występować w ciągu całego roku, a w przypadku oddziaływania kilku nieko-

jących sytuację powodziową na obszarze jednostki samorządowej. W ramach każdego czynnika możliwe było określenie natężenia występowania danego zjawiska: od poziomu marginalnego do istotnego z punktu widzenia bezpieczeństwa powodziowego danego samorządu. Do czynników, które wzięto pod uwagę w tej analizie zaliczono: wielkość cieków; częstotliwość wystąpienia powodzi; powierzchnię zalewową w stosunku do wielkości jednostki samorządowej, liczbę mieszkańców na terenie zalewowym, ludność przewidzianą do ewakuacji, rodzaj zabudowy na terenach zalewowych, wielkość zbiorników wodnych, kategorie dróg na terenach zalewowych, istnienie infrastruktury wrażliwej na terenach zalewowych.

rzystnych czynników, tj. nagłe ocieplenie, intensywne opady, sytuacja baryczna, w jednym rejonie mogą wystąpić różne typy powodzi. W Polsce mamy do czynienia najczęściej z powodziami lądowymi (w tym również w województwie łódzkim), których główną przyczyną są opady nawalne, frontalne lub rozlewne, o różnej intensywności i zasięgu. W okresie zimowym mamy zazwyczaj do czynienia z powodziami roztopowymi, których przyczyną jest gwałtowne topnienie pokrywy śnieżnej lub wystąpienie deszczu podczas okresowego ocieplenia w warunkach zamrożonego podłoża, i zatorowymi, które tworzą się poprzez nagromadzenie w określonym miejscu lodu lub śryżu ograniczającego przepływ (oba typy to powódzie lądowe). Ponadto w ciągu roku mogą wystąpić powódzie awaryjne, powstałe na skutek awarii budowli hydrotechnicznych (powódzie budowlane) lub wskutek zalewów sterowanych z wykorzystaniem budowli hydrotechnicznych, do skierowania wód powodziowych w wybrane obszary doliny po to, by chronić tereny cenniejsze gospodarczo (Kowalewski 2006).

Ryzyko powodziowe jest najczęściej definiowane jako iloczyn zagrożenia (fizycznych i statystycznych cech powodzi), ekspozycji (kto i co jest zagrożone przez powódź) oraz wrażliwości (podatności elementów zagospodarowania na zagrożenie i zdolności do przeciwdziałania oraz likwidacji skutków katastrofy) (Merz, Thieken 2004).

Szkody powodziowe obejmują szeroki zakres jej skutków dla ludzi, ich zdrowia, dobytku, dziedzictwa kulturowego, systemów ekologicznych, produkcji przemysłowej i in. Niektóre z nich można wyrazić w kategoriach pieniężnych (straty materialne), inne, tzw. niematerialne, są rejestrowane za pomocą środków niepieniężnych, tj. liczba ofiar śmiertelnych, metry kwadratowe ekosystemów dotkniętych zanieczyszczeniem itd. Ponadto efekty szkód można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie to takie, które dotyczą bezpośredniego oddziaływania powodzi na ludzi, ich mienie i środowisko. Zaliczamy do nich uszkodzenia budynków, straty w rolnictwie, utratę życia ludzkiego, skażenie systemów ekologicznych i in. Szkody pośrednie to takie natomiast, które występują jako dalszy skutek powodzi (długoterminowe konsekwencje powodzi). Obejmują zazwyczaj obszar znacznie większy niż ten, na którym powódź wystąpiła. Zaliczamy do nich m.in. utratę czasu i zysków z powodów zakłóceń w ruchu, zakłócenia na rynku – wyższe ceny żywności, obniżenie wartości nieruchomości na terenach zalewowych i in. (Messner, Meyer 2005).

W literaturze szacowanie szkód odnosi się zazwyczaj jedynie do określenia wielkości bezpośrednich szkód materialnych. Wartości niematerialne i szkody pośrednie są rzadko używane w procesie szacowania szkód (Messner, Meyer 2005). Również w przypadku województwa łódzkiego ma to swoje uzasadnienie, gdyż na tym obszarze powódzie generują głównie straty materialne (Borowska-Stefańska 2015b).

W literaturze stosowanych jest wiele metod oceny potencjalnych strat materialnych. Do czynników decydujących o ich wielkości zaliczamy: scenariusze powodzi, użytkowanie terenu, wartości nieruchomości i mienia, funkcję strat powodziowych. Cechy powodzi mogą zostać określone poprzez powierzchnię, głębokość, długość trwania zalewu, prędkość przepływu wody, czas wystąpienia zalewu (najczęściej wykorzystuje się głębokość zalewu) (Głosińska 2013). Dla oszacowania wielkości strat w ujęciu kosztowym niezwykle istotne jest posiadanie danych o użytkowaniu terenu, dla określenia rodzaju działalności gospodarczej. W metodologii przyjętej w pracy wyróżniono następujące klasy użytkowania ziemi: osiedla mieszkaniowe, tereny działalności gospodarczych, tereny komunikacyjne, lasy, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, grunty orne, użytki zielone, wody i pozostałe tereny (dla wód i pozostałych terenów strat się nie oblicza) (Buczek, Nachlik 2011).

Podatność narażonego majątku na pewne cechy powodzi, w tym przede wszystkim głębokość zalewu określa wcześniej wspomniana funkcja strat. Wyróżniamy funkcje strat względnych (przedstawiająca udział zniszczeń w całkowitej wartości strat w zależności od głębokości wód powodziowych) oraz bezwzględnych (przedstawiające bezwzględne wartości strat dla każdej nieruchomości, będące wynikiem połączenia danych o głębokości zalewu i informacji o przeznaczeniu gruntów) (Głosińska 2013). Dopiero łącznie te trzy opisane elementy: użytkowanie ziemi, głębokość zalewu i wartość majątku służą do szacowania potencjalnych strat liczonych w pieniądzu (Buczek, Nachlik 2011).

W artykule za cel badań przyjęto ocenę poziomu ryzyka powodziowego w kategoriach potencjalnych strat materialnych dla terenów zagrożonych powodzią (terenów szczególnego i potencjalnego zagrożenia, wyznaczonych na mapach zagrożenia powodziowego), na przykładzie pięciu małych miast: Działoszyna, Poddębic, Sulejowa, Uniejowa i Warty, które uzyskały duży lub bardzo duży poziom ryzyka powodziowego w metodologii wykorzystanej w *Planie operacyjnym ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego* (2013).

W Polsce na mocy Dyrektywy Powodziowej (*Dyrektywa 2007/60/WE...*) stworzono: Wstępną Ocenę Ryzyka Powodziowego (WORP – 2011 r.), mapy zagrożenia i mapy ryzyka powodziowego (2013 r.) oraz Plany zarządzania ryzykiem powodziowym (2015 r.) (Halama 2013). WORP to dokument o charakterze planistycznym, który jest podstawą działań prewencyjnych na obszarze dorzeczy. Jego celem jest oszacowanie skali zagrożenia powodziowego dla obszarów dorzeczy i identyfikacja znaczącego ryzyka powodziowego w ich granicach. Na podstawie WORP opracowano mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego (Tokarczyk i in. 2012). Na mapach zagrożenia powodziowego przedstawia się obszary zalewowe wraz z przyporządkowaną wartością prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi, głębokość wody, a w uzasadnionych przypadkach

również wartość prędkości i przepływu wody (modelowanie dwuwymiarowe jest wykonywane dla miast wojewódzkich i powiatowych oraz takich, w których liczba mieszkańców przekracza 100 000 osób). Mapy ryzyka powodziowego tworzone są w dwóch zestawach tematycznych, zaznacza się na nich zagrożenie dla ludności oraz potencjalne straty powodziowe, a także użytkowanie terenu oraz obszary i obiekty o szczególnym znaczeniu kulturowym, przyrodniczym i gospodarczym (Walczykiewicz, Buczek 2014). Stanowią one bardzo cenne źródło informacji o stanie zagospodarowania terenów zagrożonych powodziami, niestety zabrakło na nich zróżnicowania poziomu ryzyka powodziowego, aby było ono porównywalne pomiędzy różnymi odcinkami rzek. Informacje te zostały jednak uwzględnione w planach zarządzania ryzykiem powodziowym, których celem jest ograniczenie potencjalnych negatywnych skutków powodzi, poprzez realizację wybranych działań służących minimalizacji zidentyfikowanych zagrożeń². Jest to jedyny dokument, który stanowi wyraźne odniesienie do oceny ryzyka powodziowego w Polsce. Niestety, zabrakło w nim szczegółowej analizy zagospodarowania i wielkości strat materialnych na terenach zagrożonych powodziami w odniesieniu do jednostek administracyjnych.

1.2. METODOLOGIA BADAŃ I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

W badaniach uwzględniono zasięg zarówno terenów szczególnego (tereny tzw. wody 100-letniej), jak i potencjalnego zagrożenia powodzią, które zostały wskazane na mapach zagrożenia powodziowego³. Za tereny szczególnego zagrożenia powodzią przyjęto w pracy obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat oraz obszary między linią brzegu a wałem przeciwpowodziowym. Z kolei tereny potencjalnego zagrożenia powodzią to obszary narażone na zalanie w przypadku zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwpowodziowego lub wału przeciwsztormowego. Na potrzeby stworzenia niniejszego artykułu przyjęto, że są to tereny, które mogą zostać zalane w przypadku całkowitego zniszczenia wału przeciwpowodziowego.

² <http://www.powodz.gov.pl/pl/plany> (dostęp: 07.07.2015); M. Borowska-Stefańska (2016).

³ Na mapach zagrożenia powodziowego przedstawiono obszary o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi:

1. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi raz na 500 lat (Q 0,2%);
2. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat (Q 1%);
3. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi raz na 10 lat (Q 10%).

Do badań najczęściej wykorzystuje się tereny tzw. wody 100-letniej ($p = 1\%$), dlatego autorka również postanowiła ograniczyć się do ich zasięgu (Gutry-Korycka i in. 2006).

Podział na te dwa rodzaje obszarów ma niezwykle istotne znaczenie, gdyż równiny zalewowe w dolinach rzek nizinnych są szerokie, w większości podzielone wałami przeciwpowodziowymi, które oddzielają obszar międzywala od dna doliny w obrębie zawała. To właśnie na zawału zwykle dochodzi do intensywnego zagospodarowania obszarów potencjalnie zagrożonych powodzią (Majda i in. 2012).

Do oceny poziomu ryzyka powodziowego w kategoriach potencjalnych strat materialnych dla terenów zagrożonych powodzią wykorzystano przede wszystkim dane o użytkowaniu terenu, pochodzące z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT). Następnie przy użyciu narzędzi GIS scalono warstwy pokrycia i użytkowania terenu pochodzące z BDOT. W wyniku nałożenia na siebie obu warstw otrzymano szczegółowy obraz użytkowania ziemi na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią. Dzięki temu możliwe było odpowiednie przyporządkowanie poszczególnych funkcji do określonej grupy w nowo utworzonej klasyfikacji. Do określenia potencjalnych strat materialnych na badanych obszarach częściowo wykorzystano metodologię zawartą w Rozporządzeniu w sprawie opracowywania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego (*Rozporządzenie...* 2013). Zgodnie z tym dokumentem, w celu określenia potencjalnych strat majątku na obszarach zagrożonych powodzią, należy wydzielić następujące obszary użytkowania terenu: osiedla mieszkaniowe, tereny działalności gospodarczych, tereny komunikacyjne, lasy, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, użytki rolne, wody oraz pozostałe obszary, dla których nie są określane straty powodziowe (nieużytki). W pracy podzielono jednak użytki rolne na grunty orne oraz użytki zielone, gdyż na polach uprawnych potencjalne straty materialne są większe. Z obszarów działalności gospodarczych wyodrębniono tereny usługowo-produkcyjne oraz infrastruktury technicznej. Obiekty infrastruktury technicznej, w szczególności oczyszczalnie ścieków i składowiska odpadów stanowią potencjalne ogniska zanieczyszczeń i mogą powodować negatywne skutki dla środowiska przyrodniczego oraz ludzi w przypadku zalania terenu przez wody powodziowe (Borowska-Stefańska 2015abcd). Zgodnie z omawianym dokumentem przyjęto wartość potencjalnych strat majątkowych dla wydzielonych obszarów użytkowania ziemi. Wartość ta dla terenów mieszkaniowych, terenów działalności gospodarczych (usługowo-produkcyjnych) oraz komunikacyjnych oblicza się jako iloczyn wartości majątku w danej klasie użytkowania i funkcji strat określającej stopień utraty majątku w zależności od głębokości wody. Potencjalną wielkość strat materialnych określono dla głębokości wody od 0,5 do 2 m. W przypadku terenów mieszkaniowych wartość funkcji strat w przyjętym przedziale głębokości wody wynosi 35%, dla działalności gospodarczych – 40%, zaś dla terenów komunikacyjnych – 10%.

Wartości potencjalnych strat jednostkowych dla terenów mieszkaniowych, usługowo-produkcyjnych i komunikacyjnych wyrażane są jako:

$$Sp_{ij} = W_i \cdot f(h_j),$$

gdzie:

Sp_{ij} – oznacza wartości potencjalnych strat jednostkowych dla danej klasy użytkowania terenu oraz przedziału głębokości wody,

W_i – oznacza wartość majątku w danej klasie użytkowania terenu,

$f(h_j)$ – oznacza wartość funkcji strat wiążącej głębokość wody z utratą wartości majątku w danej klasie użytkowania terenu⁴.

Dla pozostałych klas użytkowania terenu przyjmuje się stałe wartości strat niezależne od głębokości wody, ponieważ ma ona niewielki wpływ na stopień utraty wartości majątku (dla tych terenów wartość funkcji strat wynosi 1). Dopiero łącznie trzy elementy: użytkowanie terenu, głębokość wody oraz wartość majątku (która dla terenów mieszkaniowych oraz działalności gospodarczej jest zróżnicowana według województw) służą do szacowania potencjalnych strat wyrażonych w pieniądzu (tab. 1) (Borowska-Stefańska 2015abcd).

Tabela 1

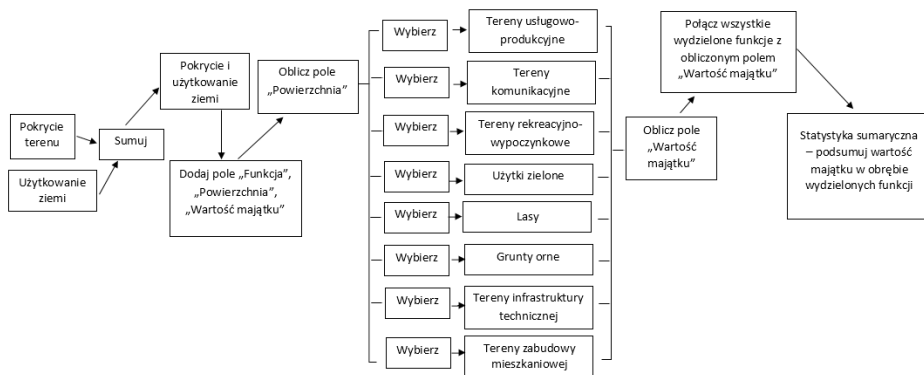
Wartość utraconego majątku ze względu na klasy użytkowania ziemi i funkcję strat dla przedziału głębokości wody od 0,5 do 2 m

Klasa użytkowania terenu	Wartość majątku w przedziale głębokości od $0,5 < h \leq 2$ m
Tereny zabudowy mieszkaniowej	101,83 zł/m ²
Tereny działalności gospodarczych	331,68 zł/m ²
Tereny komunikacyjne	43,60 zł/m ²
Lasy	80 zł/ha
Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	5,10 zł/m ²
Grunty orne	1 428 zł/ha
Użytki zielone	674 zł/ha

Źródło: Rozporządzenie... 2013.

Dane o potencjalnej wielkości strat wprowadzono do GIS i przy wykorzystaniu narzędzia *Model Builder* dokonano obliczeń (rys. 1) (Borowska-Stefańska 2014, 2015cd).

⁴ W przypadku województwa łódzkiego wartość majątku na terenach zabudowy mieszkaniowej (zł/m²) wynosi 290,94 zł/m², na terenach działalności gospodarczych 829,20 zł/m². Dla pozostałych klas są one jednakowe dla całej Polski, przy czym dla terenów komunikacyjnych wykorzystuje się również funkcję strat. Potencjalna wartość majątku na terenach komunikacyjnych wynosi 436 zł/m².



Rys. 1. Schemat szacowania potencjalnych strat materialnych na terenach zagrożonych powodzią w badanych małych miastach województwa łódzkiego stworzony przy użyciu narzędzia *Model Builder*

Źródło: M. Borowska-Stefańska (2015d, s. 10)

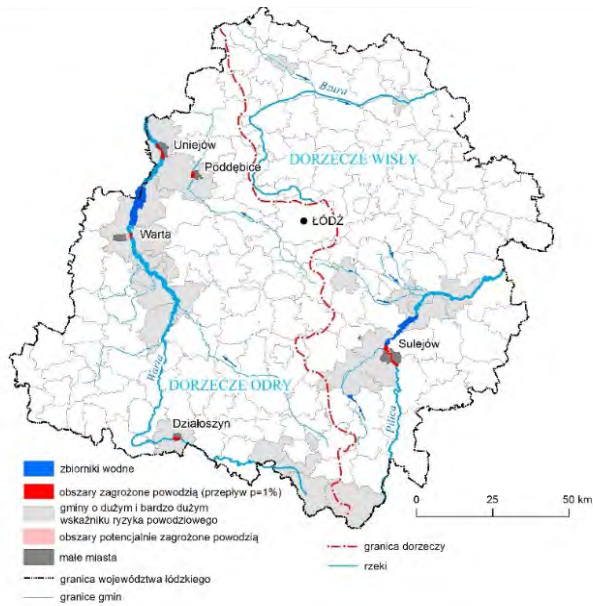
1.3. OBSZAR BADAŃ

W *Planie operacyjnym ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego* (2013) wskazano łącznie 21 gmin z obszaru województwa, które cechują się dużym lub bardzo dużym poziomem ryzyka powodziowego. Z tego względu do dalszych badań wybrano małe miasta, położone w zlewniach dwóch głównych rzek:

- Warty – Działoszyn, Warta, Poddębice, Uniejów;
- Pilicy – Sulejów (rys. 2).

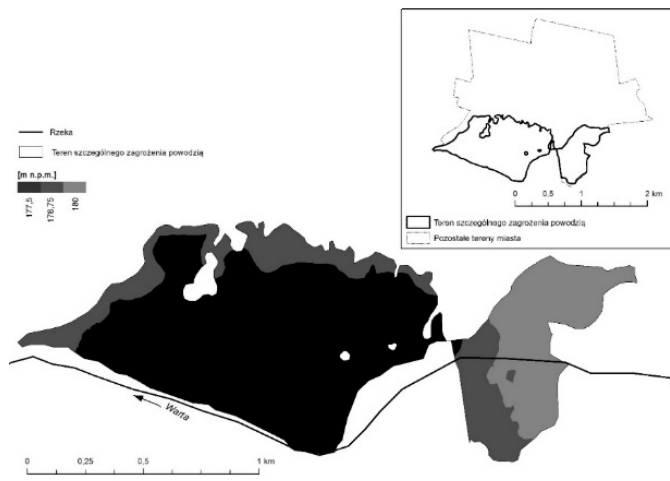
Działoszyn znajduje się w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego, w zlewni rzeki Warty. Rzeka ta płynie na południe od miasta, naturalnym, silnie meandrującym korytem (*Studium...* 2006). Teren tzw. wody 100-letniej zajmuje powierzchnię 131,7 ha, co stanowi ok. 27% obszaru Działoszyna. Szerokość terenu zagrożonego powodzią wynosi od 100 m do nawet 1 km. Analizowany obszar obniża się w kierunku zachodnim, gdzie wysokości bezwzględne dochodzą do 177,5 m n.p.m. Różnica wysokości względnych wynosi ok. 2,5 m (rys. 3).

Poddębice znajdują się w północno-zachodniej części województwa łódzkiego, w zlewni rzeki Warty. Sieć hydrograficzną na ich obszarze tworzą: Ner i Pisia. Szerokość terenu zalewowego dochodzi do 0,65 km. Powierzchnia obszaru zagrożonego powodzią wynosi 53,14 ha, co stanowi 9% obszaru miasta. Teren obniża się w kierunku północnym, gdzie wysokości bezwzględne wynoszą 117,5 m n.p.m. (rys. 4).



Rys. 2. Tereny zagrożone powodzią w badanych małych miastach województwa łódzkiego o dużym i bardzo dużym poziomie ryzyka powodziowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Planu operacyjnego...* (2013), map zagrożenia powodziowego (<http://mapy.isok.gov.pl/imap/>)



Rys. 3. Ukształtowanie terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Działoszynie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych z WZMiUW (dostęp: 1.09.2015)

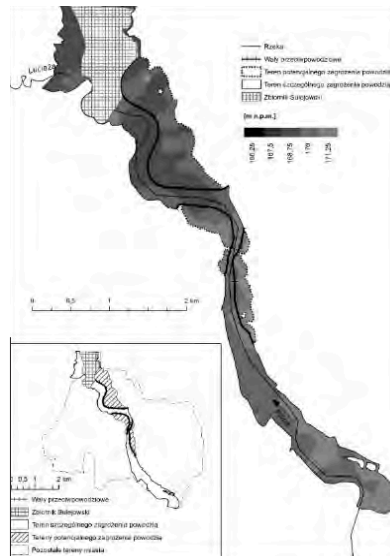


Rys. 4. Ukształtowanie terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Poddębicach

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych z WZMiUW

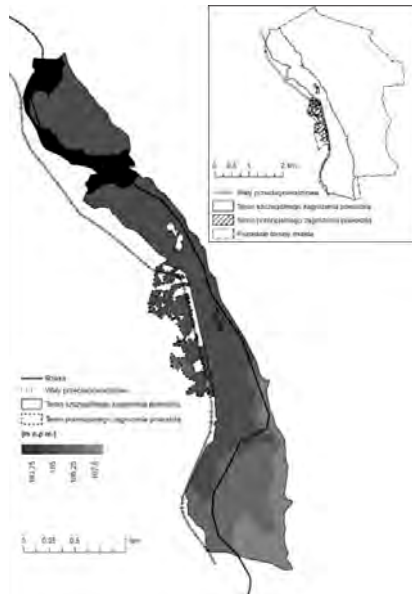
Sulejów położony jest w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. Przez jego obszar przepływają dwie rzeki: Pilica i Luciąża. Ponadto w granicach miasta częściowo znajduje się zbiornik Sulejów (to drugi pod względem wielkości sztuczny zbiornik w województwie) (*Studium...* 2008). Szerokość terenów zagrożonych powodzią wynosi od ok. 0,2 km do nawet 1 km. Powierzchnia terenu tzw. wody 100-letniej wynosi 331,69 ha, natomiast terenów potencjalnego zagrożenia 134,08 ha, co łącznie stanowi 17,75% obszaru miasta. Pilica została obwałowana na długości 5,5 km, z czego 4 km przypada na wał prawobrzeżny, a 1,5 km na lewobrzeżny. Różnica wysokości względnych dochodzi do ok. 5 m, teren obniża się w kierunku północnym – do zbiornika Sulejów (rys. 5).

Uniejów to małe miasto, położone w północno-zachodniej części województwa łódzkiego, nad rzeką Wartą (Borowska-Stefańska 2014, 2015c). Warta na znacznej długości została obwałowana, przy granicy miasta długość wałów lewobrzeżnych to ok. 9000 m. Powierzchnia terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Uniejowie wynosi 298,46 ha, natomiast potencjalnego zagrożenia – 26,24 ha, co łącznie stanowi 26,49% obszaru miasta. Szerokość terenu zalowowego waha się od ok. 300 m w części północnej do 1 km w południowej. Na analizowanym obszarze wysokości bezwzględne wynoszą od 103,75 m n.p.m. do 107,5 m n.p.m. Teren obniża się w kierunku północnym (rys. 6).



Rys. 5. Ukształtowanie terenów szczególnego i potencjalnego zagrożenia powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Sulejowie

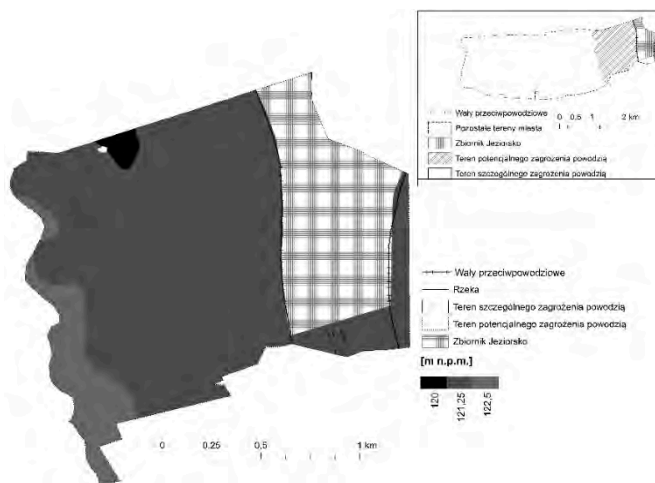
Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych z WZMiUW



Rys. 6. Ukształtowanie terenów szczególnego i potencjalnego zagrożenia powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Uniejowie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych z WZMiUW

Warta, to małe miasto, które znajduje się w północno-zachodniej części województwa łódzkiego. Sieć hydrograficzną na badanym obszarze tworzy Warta, która płynie z południa na północ, tworząc zbiornik Jeziorako (największy sztuczny zbiornik wodny w województwie) na 504+000 km swojego biegu (*Studium...* 2007). Rzeka ta została obwałowana, całkowita długość wałów przeciwpowodziowych w granicach miasta wynosi ponad 18 000 m, z czego 54% przypada na wał lewobrzeżny, a 46% na prawobrzeżny. Szerokość terenu zalewowego waha się od 500–600 m (teren międzywala) do 2 km. Powierzchnia terenu szczególnego zagrożenia powodzią wynosi 67,5 ha, zaś potencjalnego zagrożenia aż 188,37 ha, co łącznie stanowi 23,62% obszaru miasta. Wysokości bezwzględne wynoszą od 120 m n.p.m. do 122,5 m n.p.m. Deniwelacje terenu są niewielkie, teren obniża się w kierunku północno-wschodnim (rys. 7).



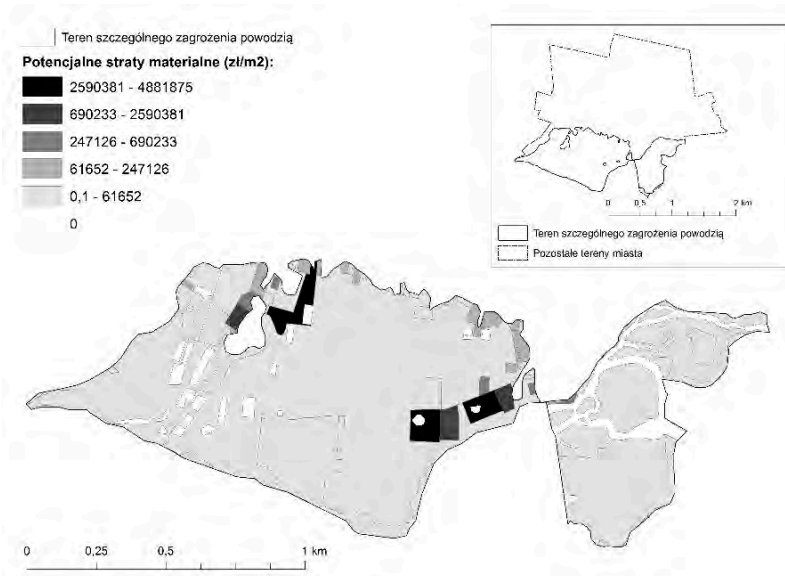
Rys. 7. Ukształtowanie terenów szczególnego i potencjalnego zagrożenia powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Warcie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych z WZMiUW

1.4. WYNIKI I DYSKUSJA

W Działoszynie w granicach terenu szczególnego zagrożenia powodzią największą powierzchnię zajmują: użytki zielone (62,35%), lasy (14,85%) oraz grunty orne (7,54%) i wody (7,11%). W grupie terenów zabudowanych dominują tereny usługowo-produkcyjne (3,56%) oraz zabudowy mieszkaniowej (2,92%). Na badanym obszarze zinventaryzowano 27 budynków o funkcji usługowo-produkcyjnej, w tym m.in. zakład produkcyjno-handlowy „Edmar” (przetwórstwo warzyw i owoców) oraz 18 budynków o funkcji mieszkaniowej. Zabudowa znajduje się głównie w północnej i zachodniej części analizowanego terenu.

Do obiektów infrastruktury technicznej zaliczono oczyszczalnię ścieków, która znajduje się w południowej części miasta. W granicach obszaru badań są również tereny rekreacyjno-wypoczynkowe oraz komunikacyjne. Łączna wielkość potencjalnych strat materialnych na terenie szczególnego zagrożenia powodzią w Działoszynie wynosi 23 183 tys. zł (rys. 8), z czego aż 67% przypada na tereny usługowo-produkcyjne (tab. 2).



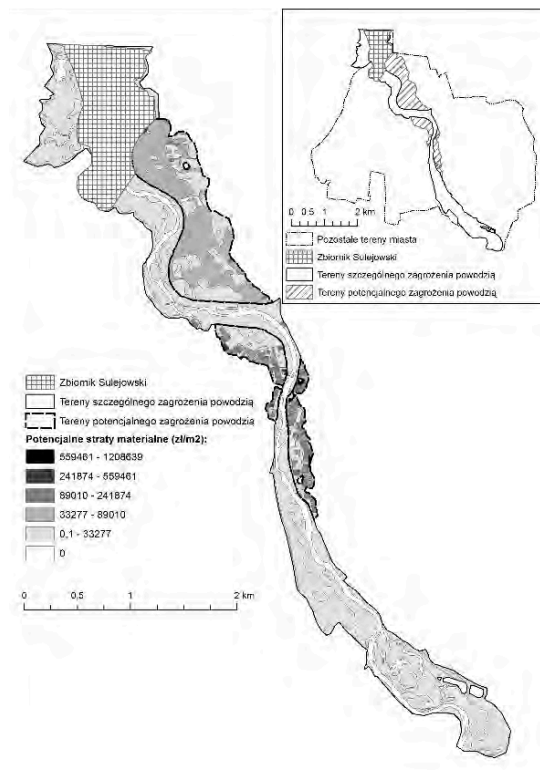
Rys. 8. Szacowane straty materialne na terenie szczególnego zagrożenia powodzią w Działoszynie

Źródło: opracowanie własne

W Poddębicach teren szczególnego zagrożenia powodzią wykorzystywany jest pod użytki zielone (99,55%). Nieznaczna powierzchnia zajęta jest pod tereny komunikacyjne (0,32%), wody (0,11%) oraz grunty orne (0,2%). Łączna wielkość potencjalnych strat materialnych jest najniższa spośród wszystkich badanych miast i wynosi 110 tys. zł, z czego na tereny komunikacyjne przypada ok. 74 tys. zł, a na użytki zielone 35 tys. zł (tab. 2).

W Sulejowie na terenie szczególnego zagrożenia powodzią znaczna powierzchnia zajęta jest pod użytki zielone (43,85%), lasy (30,93%) oraz tereny wód (24,71%). W granicach analizowanego obszaru są również tereny zabudowy mieszkaniowej (0,31%), nieużytki (0,12%), tereny rekreacyjno-wypoczynkowe (0,05%), tereny komunikacyjne (0,02%) oraz infrastruktury technicznej (0,01%). W granicach tzw. wody 100-letniej zinwentaryzowano 18 budynków mieszkalnych jednorodzinnych, które znajdują się w centralnej części miasta. Wielkość strat materialnych wynosi 1 275 tys. zł, z czego ponad 82% przypada na

tereny mieszkalne (tab. 2, rys. 9). W przypadku terenów potencjalnego zagrożenia powodzią największa powierzchnia zajęta jest pod użytki zielone (53,24%), lasy (27,41%) oraz tereny zabudowy mieszkaniowej (14,78%). Ponadto w granicach omawianego obszaru znajdują się również tereny wód (1,65%), grunty orne (0,92%), tereny usługowo-produkcyjne (0,86%), tereny komunikacyjne (0,64%), tereny rekreacyjno-wypoczynkowe (0,28%) oraz infrastruktury technicznej (0,23%). Zinventaryzowano łącznie 269 budynków mieszkalnych jednorodzinnych, zlokalizowanych w centralnej części miasta. Do terenów usługowo-produkcyjnych na obszarze potencjalnego zagrożenia powodzią zaliczono stację paliw, pawilon handlowo-usługowy, gabinet stomatologiczny, kaplicę pw. NMP, stację kontroli pojazdów. Wielkość potencjalnych strat materialnych wynosi 25 489 tys. zł, z czego 80% generuje zabudowa mieszkaniowa, a 15% usługowo-produkcyjna (tab. 3, rys. 9).



Rys. 9. Szacowane straty materialne na terenie szczególnego i potencjalnego zagrożenia powodzią w Sulejowie

Źródło: opracowanie własne

W granicach terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Uniejowie, największą powierzchnię zajmują użytki zielone (50,46%), lasy (13,46%), tereny wód (13,33%) oraz tereny rekreacyjno-wypoczynkowe (12,43%). Do terenów usługowo-produkcyjnych (0,7%) zaliczono zamek uniejowski, kompleks leczniczo-rehabilitacyjny oraz firmę zajmującą się produkcją pasz i koncentratów. Na badanym obszarze zinwentaryzowano również 10 budynków mieszkalnych jednorodzinnych (0,97%), które znajdują się po wschodniej stronie rzeki Warty. W granicach tzw. wody 100-letniej w Uniejowie znajdują się również grunty orne (8,58%) oraz tereny komunikacyjne (0,08%). Potencjalna wartość strat materialnych na obszarze szczególnego zagrożenia powodzią w Uniejowie wynosi 11 978 tys. zł. Na ich wielkość wpływ mają przede wszystkim tereny usługowo-produkcyjne 6 889 tys. zł, zabudowy mieszkaniowej 2 950 tys. zł oraz rekreacyjno-wypoczynkowe 1 891 tys. zł (tab. 2). Tereny potencjalnego zagrożenia powodzią znajdują się w zachodniej części miasta. W ich granicy największą powierzchnię zajmują użytki zielone – 89,94%. Na kolejnych miejscach znajdują się tereny usługowo-produkcyjne, wody, lasy oraz tereny mieszkaniowe, na które przypada odpowiednio 5,11%, 3,35%, 0,99%, 0,61%. Do terenów usługowo-produkcyjnych na analizowanym obszarze zaliczono zagrodę młynarską. Potencjalna wielkość strat materialnych wynosi 4 618 tys. zł, którą generują tereny zabudowane (tab. 3).

W Warcie na terenie szczególnego zagrożenia powodzią dominują użytki zielone – 67,39%. Na kolejnych miejscach znajdują się lasy, tereny wód oraz tereny komunikacyjne, na które przypada odpowiednio 18,93%, 12,16% oraz 1,51%. Zabudowa na obszarze międzywała nie występuje, gdyż jego szerokość wynosi 500–600 m. Łączna wielkość strat materialnych dochodzi do 474 tys. zł (tab. 2). W granicach miasta znaczną powierzchnię zajmują natomiast tereny potencjalnego zagrożenia powodzią, zlokalizowane głównie po zachodniej stronie rzeki Warty. Zostały one zagospodarowane pod użytki zielone (64,96%) i grunty orne (21,88%). W ich granicach znajdują się również lasy (5,13%), tereny wód (4,37%), tereny komunikacyjne (1,51%), tereny mieszkaniowe (1,13%), tereny usługowo-produkcyjne (0,53%) oraz infrastruktury technicznej (0,49%). Na omawianym terenie zinwentaryzowano łącznie 20 budynków jednorodzinnych, zlokalizowanych w zachodniej i północnej części obszaru. Do terenów usługowo-produkcyjnych zaliczono zakład gospodarki komunalnej i mieszkaniowej, natomiast do terenów infrastruktury technicznej zakład wodociągów i kanalizacji oraz oczyszczalnię ścieków. Wysokość potencjalnych strat materialnych na analizowanym obszarze wynosi 9 915 tys. zł (tab. 3). Generują ją przede wszystkim tereny zabudowy: usługowo-produkcyjnej, infrastruktury technicznej i mieszkaniowej.

Tabela 2

Szacowane straty materialne dla terenów szczególnego zagrożenia powodzią
w badanych małych miastach województwa łódzkiego

Klasa użytkowania terenu	Wielkość strat (w tys. zł) dla terenów szczególnego zagrożenia powodzią				
	Działoszyn	Poddębice	Sulejów	Uniejów	Warta
Tereny usługowo-produkcyjne	15 546,43	–	24,02	6 889,97	–
Tereny zabudowy mieszkaniowej	3 920,86	–	1 056,89	2 950,65	–
Tereny komunikacyjne	6,69	74,48	24,66	105,18	443,06
Tereny infrastruktury technicznej	3 581,15	–	56,26	–	–
Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	56,77	–	7,59	1 891,55	–
Grunty orne	14,19	0,01	–	36,558	–
Użytki zielone	55,34	35,65	98,03	101,50	30,66
Lasy	1,56	–	8,21	3,21	1,02
Razem	23 182,99	110,14	1 275,66	11 978,62	474,74

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Szacowane straty materialne dla terenów potencjalnego zagrożenia powodzią
w badanych małych miastach województwa łódzkiego

Klasa użytkowania terenu	Wielkość strat (w tys. zł) dla terenów potencjalnego zagrożenia powodzią		
	Sulejów	Uniejów	Warta
Tereny usługowo-produkcyjne	3 827,49	4 441,91	3 267,31
Tereny zabudowy mieszkaniowej	20 186,73	160,50	2 173,76
Tereny komunikacyjne	373,26	–	1 244,44
Tereny infrastruktury technicznej	1 030,07	–	3 088,10
Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	18,67	–	–
Grunty orne	1,75	–	58,85
Użytki zielone	48,11	15,90	82,47
Lasy	2,94	0,02	0,77
Razem	25 489,02	4 618,33	9 915,70

Źródło: opracowanie własne.

W badanych miastach tereny szczególnego zagrożenia powodzią zajmują łącznie powierzchnię 882,48 ha, a tereny potencjalnego zagrożenia 348,69 ha. W granicach tzw. wody 100-letniej dominują użytki zielone (54%), lasy (19,84%) oraz wody (15,79%), czyli tereny generujące niewielkie straty materialne w przypadku nadejścia powodzi (tab. 3). Tereny usługowo-produkcyjne, mieszkaniowe i infrastruktury technicznej stanowią łącznie 1,78% badanych obszarów, co jest korzystne ze względu na to, że generują one najwyższe straty. W granicach terenów potencjalnego zagrożenia powodzią największą powierzchnię zajmują użytki zielone (62,33%), lasy (13,39%) oraz grunty orne (12,17%). Wśród terenów zabudowanych dominują tereny mieszkaniowe, które stanowią 6,34% terenów potencjalnego zagrożenia powodzią (tab. 4).

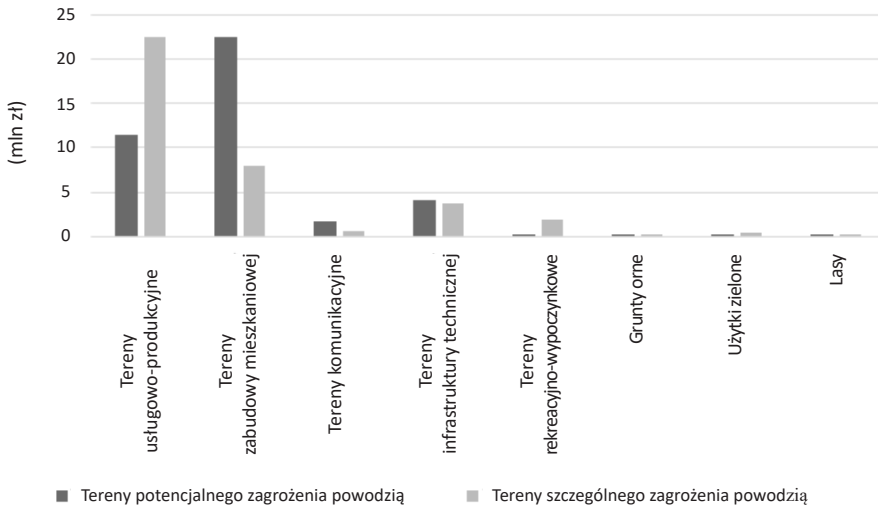
Tabela 4

Bilans użytkowania ziemi na terenach zagrożonych powodzią
w badanych małych miastach województwa łódzkiego

Klasy użytkowania terenu	Tereny szczególnego zagrożenia powodzią (%)	Tereny szczególnego zagrożenia powodzią (ha)	Tereny potencjalnego zagrożenia powodzią (%)	Tereny potencjalnego zagrożenia powodzią (ha)
Tereny usługowo-produkcyjne	0,77	6,78	1,00	3,48
Tereny zabudowy mieszkaniowej	0,88	7,79	6,34	22,11
Tereny komunikacyjne	0,17	1,50	1,06	3,71
Tereny infrastruktury technicznej	0,12	1,10	0,36	1,24
Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	4,35	38,35	0,11	0,37
Grunty orne	4,03	35,54	12,17	42,44
Użytki zielone	54,00	476,55	62,33	217,34
Lasy	19,84	175,09	13,39	46,68
Tereny wód	15,79	139,37	3,25	11,32
Nieużytki	0,05	0,41	0	0
Razem	100,00	882,48	100,00	348,69

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższe potencjalne straty materialne w przypadku nadejścia powodzi na terenach szczególnego zagrożenia powodzią generują tereny usługowo-produkcyjne, zlokalizowane głównie w Działoszynie i Uniejowie. W przypadku terenów potencjalnego zagrożenia powodzią najwyższe potencjalne straty dotyczą terenów mieszkaniowych w Sulejowie (rys. 10).



Rys. 10. Szacowana wielkość strat materialnych na terenach szczególnego i potencjalnego zagrożenia powodzią w badanych małych miastach województwa łódzkiego

Źródło: opracowanie własne

1.5. WNIOSKI

W wyniku analizy aktualnego stanu zagospodarowania stwierdzono, że największe potencjalne straty majątku na terenach szczególnego zagrożenia powodzią (a tym samym najwyższy poziom ryzyka) wystąpią w Działoszynie i Uniejowie, co wynika z istnienia na ich obszarze terenów usługowo-produkcyjnych i mieszkaniowych (głównie jednorodzinnych). W przypadku terenów potencjalnego zagrożenia najwyższe straty mogą wystąpić w Sulejowie, co jest związane z istnieniem w jego granicach 269 budynków mieszkalnych jednorodzinnych, stacji paliw, pawilonu handlowo-usługowego, gabinetu stomatologicznego, kaplicy pw. NMP oraz stacji kontroli pojazdów.

Ponadto, analizując udział terenów zabudowanych w granicach obszarów zalewowych należy stwierdzić, że zdecydowanie większy jest on w przypadku terenów potencjalnego zagrożenia (7,7%) niż szczególnego zagrożenia (1,77%). Generalnie tereny potencjalnego zagrożenia powodzią generują wyższe straty

materialne w trakcie wystąpienia powodzi, a tym samym poziom ryzyka powodziowego również można tam określić jako wyższy. Wynika to z braku ograniczeń, co do ich zabudowy, w polskim prawie. Ponadto wpływ na to ma również fakt, że budowle ochronne stwarzają fałszywe poczucie bezpieczeństwa w dolinach rzek i tworzą zachętę do inwestowania oraz wkraczania z zabudową. Powstaje tzw. błędne koło ochrony przeciwpowodziowej – większa ochrona obszarów zagrożonych powodziami wpływa na wyższe poczucie bezpieczeństwa, co skutkuje powstawaniem nowej zabudowy na tych terenach, a w konsekwencji wystąpienia powodzi może doprowadzić do wyższych strat (Bobiński, Żelaziński 1996; Nachlik 2010).

W ostatnich latach powodzie generują ogromne szkody, również w granicach województwa łódzkiego, dlatego też niezbędne staje się wiarygodne szacowanie potencjalnych strat materialnych. Przedstawiona w pracy metoda ma zastosowanie szczególnie w obszarach, gdzie powodzie nie wywołują ogromnych strat i brakuje szczegółowych danych o ich skutkach, w ujęciu historycznym. Na podstawie analizy aktualnego zagospodarowania terenu zagrożonego powodzią, można wnioskować o poziomie ryzyka, co jest szczególnie istotne w prowadzeniu odpowiedniej polityki w zakresie ochrony przeciwpowodziowej (Borowska-Stefańska 2015ab).

LITERATURA I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), 2015, WODGiK.
- Bobiński E., Żelaziński J., 1996, *Czy można przerwać błędne koło ochrony przeciwpowodziowej?*, „Gospodarka Wodna”, 4, s. 99–107.
- Borowska-Stefańska M., 2014, *Ocena ryzyka powodziowego jako element wdrażania Dyrektywy Powodziowej – przykład Uniejowa*, z. 3, s. 5–11.
- Borowska-Stefańska M., 2015a, *Zagospodarowanie terenów zagrożonych powodziami w wybranych miastach województwa łódzkiego*, „Prace Geograficzne”, 140, s. 57–77.
- Borowska-Stefańska M., 2015b, *Zagospodarowanie terenów zagrożonych powodziami w województwie łódzkim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Borowska-Stefańska M., 2015c, *Zagospodarowanie terenów zagrożonych powodziami w Uniejowie*, „Biuletyn Uniejowski”, 4, s. 131–142.
- Borowska-Stefańska M., 2015d, *Ocena potencjalnych strat materialnych na terenach zalewowych, wyznaczonych dwoma metodami, w wybranych miastach województwa łódzkiego*, „Problemy Rozwoju Miast, Kwartalnik Naukowy Instytutu Rozwoju Miast”, 12(4).
- Borowska-Stefańska M., 2016, *Metodologia oceny ryzyka powodziowego gmin województwa łódzkiego*, „Prace Geograficzne”, 147 (w druku).
- Buczek A., Nachlik E., 2011, *Wykorzystanie BDOT w ocenie ryzyka powodziowego – problemy integracji informacji przestrzennej*, „Roczniki Geomatyki”, 13, 6(50), s. 77–87.
- Czaban S., 2008, *Powodzie w Europie w latach 1985–2007*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich”, 7, PAN, s. 243–254.

- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka i zarządzania nim* (Dyrektywa Powodziowa).
- Głosińska E., 2013, *Zastosowanie GIS w szacowaniu potencjalnych strat powodziowych w kontekście zagospodarowania obszarów zalewowych na przykładzie miast województwa zachodniopomorskiego*, „Roczniki Geomatyki”, 13, 4(61), s. 25–41.
- Gutry-Korycka M., Magnuszewski A., Suchożębrski J., Jaworski W., Marcinkowski M., Szydłowski M., 2006, *Numerical estimation of flood zones in the Vistula River valley, Warsaw, Poland. Climate Variability and Change-Hydrological Impacts* (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November 2006), IAHS Publ., 308, s. 191–195.
- Halama A., 2013, *Polityka przestrzenna na terenach zalewowych w małych miastach*, „Studia Ekonomiczne”, 144, s. 311–322.
- Kowalewski Z., 2006, *Powódzie w Polsce – rodzaje, występowanie oraz system ochrony przed ich skutkami*, „Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie”, 6(1/16), s. 207–220.
- Majda T., Wałykowski P., Adamczyk J., Grygoruk M., 2012, *Typologia terenów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi*, [w:] *Program Bezpieczeństwa Powodziowego w Dorzeczu Wisły Środkowej*, Warszawa.
- Merz B., Thieken A.H., 2004, *Flood risk analysis: concepts and challenges*, „Osterreichische Wasser und Abfallwirtschaft”, 56(3–4), s. 27–34.
- Messner F., Meyer V., 2005, *Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research*, UFZ Discussion Paper 13.
- Nachlik E., 2010, *Niska skuteczność systemu ochrony przeciwpowodziowej. Ryzyko powodzi wciąż duże*, „Środowisko”, 8, s. 6–7.
- Plan operacyjny ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego*, 2013, Oddział Zarządzania Kryzysowego Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, Łódzki Urząd Wojewódzki, Łódź.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego*, 2013, Dz. U., poz. 104.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Działoszyn*, 2006.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy i miasta Warta*, 2007.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Sulejów*, 2008.
- Ustawa Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r.*
- Ustawa o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej.*
- Tokarczyk T., Chudzik B., Garncarz-Wilk B., Pasiecznik-Dominiak A., Wojczakowska Z., 2012, *Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego jako element wdrażania Dyrektywy Powodziowej*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich”, 3, s. 67–78.
- Walczykiewicz T., Buczek A., 2014, *Dane geoprzestrzenne w Planach zarządzania ryzykiem powodziowym*, „Roczniki Geomatyki”, 13, 3(65), s. 327–336.
- Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi – informacje szczegółowe.

Źródła internetowe

<http://mapy.isok.gov.pl/imap> (dostęp: 1.09.2015).

<http://maps.geoportal.gov.pl> (dostęp: 1.09.2015).

<http://www.powodz.gov.pl/pl/plany> (dostęp: 7.07.2015).

Abstract

The main objective of this paper is to assess the level of flood risk in terms of potential material losses within areas exposed to flooding, in five small towns – Działoszyn, Poddębice, Sulejów, Uniejów and Warta. The research includes small towns of Łódź province which display high and very high flood risk levels according to the methodology used in *Flood protection operating plan for the Łódź province from 2013* (Plan operacyjny ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego). Assessment of tangible losses was accomplished Under the Regulation of the Minister of the Environment, the Minister of Transport, Construction and Marine Economy, the Minister of Administration and Digitalization and the Minister of Internal Affairs as of 21 December 2012 on elaboration of flood hazard maps and flood risk maps. In this article the research includes areas particularly and potentially exposed to risk of flooding, which have been designated on the flood hazard maps. Potential losses were researched using the analysis of land use, Topographic Data Base and field research. Land use and material damage were presented using GIS methods. In Działoszyn and Uniejów are the highest material losses within particularly flood hazard areas. It is associated with the existence of service-production and residential areas. The potential hazard areas are only in three towns – Sulejów, Uniejów and Warta. The largest surface of built up areas and thus the highest potential losses are in Sulejów. The analysis of flood risk levels is of a great importance and it enables authorities to conduct a suitable anti-flood protection policy (Borowska-Stefańska 2015b).

Keywords

Areas exposed to floods, material losses, flood hazard and risk maps, GIS.