

## ZAGOSPODAROWANIE TERENÓW ZAGROŻONYCH POWODZIAMI W WYBRANYCH MIASTACH WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO

*Marta Borowska-Stefańska*

### Land use within areas exposed to flooding in selected towns of the Łódź province

*Abstract:* The main objective of this paper is the evaluation of land use in the areas exposed to flooding in respect of the potential loss of property in three towns – Tomaszów Mazowiecki, Kutno and Łowicz. Spatial development was investigated by the analysis of land use, using Topographic Data Base and field research areas within i.e. the 100-year flood zones. Land use was presented using GIS methods. In the Łowicz area the valley bottom of the Bzura river is very wide, especially in its western and eastern parts, which are built-up (the central section of the river within the town administrative boundaries was embanked). Tomaszów Mazowiecki is a town where smaller tributaries flow into the Pilica river, which is why the valley bottom reaches a considerable size, thus fostering residential development. Tributaries, especially the Czarna, Piasecznica (in Tomaszów Mazowiecki) and Ochnia rivers (in Kutno), create a sense of security among the users of these areas. This leads to intensification of land development in these areas and an increase in potential adverse consequences in the event of flooding. The analysis of flood risk levels is of a great importance and it enables authorities to conduct a suitable anti-flood protection policy.

*Keywords:* land use, areas exposed to flooding, Łódź province, GIS

*Zarys treści:* Celem artykułu jest ocena aktualnego stanu zagospodarowania terenów zagrożonych powodzią ze względu na potencjalne straty materialne, na przykładzie Tomaszowa Mazowieckiego, Łowicza i Kutna. Zagospodarowanie badano przez analizę użytkowania ziemi

z wykorzystaniem Topograficznej Bazy Danych oraz inwentaryzacji terenowej, w granicach zasięgu tzw. wody 100-letniej. Następnie za pomocą metod GIS przedstawiono zarówno zagospodarowanie, jak i jego ocenę. Stwierdzono, że na obszarze Łowicza dno doliny Bzury jest bardzo szerokie, w szczególności w zachodniej i wschodniej części, tam też lokalizowana jest zabudowa. W Tomaszowie Mazowieckim równina zalewowa również jest szeroka, zwłaszcza w miejscach, gdzie dopływy uchodzą do Pilicy. Występowanie małych dopływów, w szczególności Czarnej, Piasecznicy (w Tomaszowie Mazowieckim) oraz Ochni (w Kutnie) stwarza wśród użytkowników tych obszarów poczucie bezpieczeństwa i skutkuje zagospodarowaniem terenów zagrożonych powodzią. Analiza poziomu ryzyka powodziowego jest niezwykle potrzebna i umożliwia prowadzenie odpowiedniej polityki w zakresie ochrony przeciwpowodziowej.

*Słowa kluczowe:* zagospodarowanie przestrzenne, tereny zagrożone powodzią, województwo łódzkie, GIS

## Wstęp

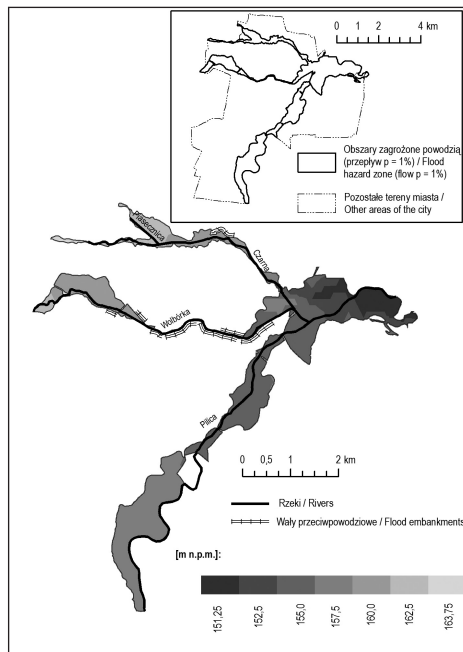
Celem badań jest ocena obecnego stanu zagospodarowania terenów zagrożonych powodzią ze względu na potencjalne straty materialne, na przykładzie Tomaszowa Mazowieckiego, Łowicza i Kutna.

Zagospodarowanie przestrzenne to stan przestrzeni, a więc terenów zabudowy, urządzeń infrastruktury technicznej, społecznej i ekonomicznej, a także środowiska, wynikający z wszelakich działań zmierzających do trwałej zmiany cech fizycznych terenu, czynionych przez człowieka w celu bezpośredniego lub pośredniego zaspokojenia jego potrzeb. Zagospodarowanie to wykorzystanie danego obszaru zgodnie z potrzebami mieszkańców i użytkowników, a polityka zagospodarowania ma za zadanie w pełni wyznaczać, porządkować i kontrolować zachodzące zmiany w przestrzeni (Gorzym-Wilkowski i in. 1999; Regulski 1985). Aktualny stan zagospodarowania bada się na podstawie analizy użytkowania ziemi (Bromek, Mydel 1972). Jako główne kryterium klasyfikacji terenów w pracy przyjęto funkcję, jaką pełnią one na badanym obszarze. Wszelka działalność człowieka – gospodarcza, polityczna, społeczna – znajduje swoje odbicie w terenie i pełni ściśle określoną funkcję (Liszewski 1978). W ostatnich latach powódzie w Polsce są przyczyną zagrożenia zdrowia i życia ludzi oraz strat materialnych. Najbardziej narażone pod tym względem województwa w Polsce to: małopolskie, podkarpackie, śląskie, opolskie i dolnośląskie (*Zagrożenia...* 2010). Według danych Wydziałów Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego urzędów wojewódzkich z 2010 r. na terenie kraju zagrożonych powodzią było ponad 1000 gmin, w tym: ok. 875 tys. ha użytków rolnych, 86 500 budynków mieszkalnych, 2 600 budynków użyteczności publicznej, ok. 2 000 mostów i ponad 280 oczyszczalni ścieków. Powódzie wywołują największe straty w Polsce południowej, ale podczas opadów deszczu o dużym natężeniu lub wskutek gwałtownego topnienia śniegu czy też wystąpienia zatorów na rzekach zagrożone



są również tereny położone w Polsce centralnej, w tym w województwie łódzkim (*Zagrożenia...* 2010). Wezbrania w obrębie równiny zalewowej należą do procesów naturalnych (Kobojek 2010). Stan zagospodarowania dolin rzecznych ma wpływ na wielkość strat powodziowych (*Program...* 2012). Na terenach narażonych na wystąpienie powodzi lokalizowane są obiekty użyteczności publicznej tj. szkoły, muzea, teatry, obiekty usługowe, w tym stacje paliw, a także obiekty (np. składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków), których uszkodzenie może prowadzić do wtórnego zagrożenia obszaru. Wymienione czynniki połączone z przekonaniem mieszkańców i właścicieli gruntów o niezawodności urządzeń technicznych mogą prowadzić do bardzo dużych strat ekonomicznych (Bogdańska-Warmuz i in. 2000). Z zagospodarowaniem terenów zagrożonych powodzią wiąże się pojęcie ryzyka powodziowego, które 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, zdolności do przeciwdziałania oraz likwidacji skutków) (ryc. 1; Merz, Thielen 2004).

Szkody powodziowe (czyli to, co zostało zniszczone lub stracone) odnoszą się do oddziaływania powodzi na ludzi, zwierzęta, roślinność, dziedzictwo kulturowe, infrastrukturę komunalną, produkcję przemysłową itp. (Genovese 2006). Szkody można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie to takie, które występują w wyniku bezpośredniego oddziaływania wody na ludzi, nieruchomości, środowisko, do szkód pośrednich należą natomiast m.in. zaburzenia ruchu, straty wynikające z ograniczeń produkcji na skutek zniszczonej infrastruktury. Najczęściej



Ryc. 1. Ukształtowanie terenu zagrożonego powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Tomaszowie Mazowieckim Fig. 1. Relief map of the area exposed to flooding and the location of flood embankments in Tomaszów Mazowiecki

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych WZMiUW (12.02.2015). Source: author's own study based on maps.geoportal.gov.pl and data from WZMiUW (12.02.2015).



oba rodzaje szkód klasyfikuje się bardziej szczegółowo jako dobra materialne i niematerialne, w zależności od tego, czy mogą być one oceniane w jednostkach pieniężnych (Smith, Ward 1998). Największa część literatury odnoszącej się do szacowania szkód dotyczy tylko bezpośrednich wymiernych strat (Merz, Thielen 2004). Szkody niematerialne nie są uwzględniane, gdyż istnieje przekonanie, że ich udział w całkowitych szkodach jest niewielki (Messner, Meyer 2005). Głównym pojęciem w szacowaniu strat powodziowych jest funkcja uszkodzenia lub funkcja strat. Określa ona wrażliwość narażonego majątku na pewne cechy powodzi, głównie na głębokość zalewu (Messner, Meyer 2005). Większość funkcji strat łączy to, że bezpośrednia strata pieniężna jest związana z rodzajem lub użytkowaniem budynku i głębokością zalewu (Wind i in. 1999). Podstawowym zadaniem w procesie oceny ryzyka powodziowego jest dokładne poznanie stanu zainwestowania na obszarach zagrożonych (Chojnacki 2000).

W Polsce problematyką zagospodarowania terenów zalewowych oraz szacowaniem szkód powstałych na skutek powodzi zajmuje się Zarząd Gospodarki Wodnej (KZGW), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB) oraz Instytut Łączności. Po powodzi z 2010 r. w ramach projektu Informatycznego Systemu Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami (ISOK) dokonano wstępnej oceny ryzyka powodziowego oraz opracowano mapy zagrożenia i mapy ryzyka powodziowego. Mapy te wykonano na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu 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 i opublikowano na koniec 2013 r. Dokumenty te zostały sporządzone zgodnie z postanowieniami Dyrektywy Powodziowej, której zapisy Polska zobowiązała się wdrożyć do systemu prawnego (Dyrektywa Powodziowa 2013). Głównym celem wymienionego opracowania jest ograniczanie ryzyka powodziowego oraz zmniejszanie następstw powodzi, właściwe zarządzanie ryzykiem, jakie może stwarzać powódź dla zdrowia ludzkiego, środowiska, działalności gospodarczej i dziedzictwa kulturowego oraz przygotowanie obywateli do radzenia sobie w sytuacji wystąpienia powodzi (Rotnicka 2011). Jest to jedyny dokument, który stanowi wyraźne odniesienie do oceny ryzyka powodziowego w Polsce. Po katastrofalnej powodzi z 1997 r. podejmowano próby oceny ryzyka powodziowego. Charakterystyka ryzyka według Chojnackiego (2000) zawierała zbiór informacji o mogących wystąpić uszkodzeniach i zniszczeniach obiektów zagospodarowania na danym obszarze. Niestety brakowało wówczas szczegółowych danych odnośnie do zagospodarowania, głównie dla obszarów miejskich. Pierwszą próbę oceny poziomu ryzyka powodziowego na obszarze województwa łódzkiego podjął Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Urzędu Wojewódzkiego w Łodzi, a jej wyniki



zamieszczono w *Planie operacyjnym ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego* (2013). Problematyka zagospodarowania dolin rzecznych z obszaru Polski Środkowej zawarta jest w publikacjach Koboжек (2009, 2010, 2013).

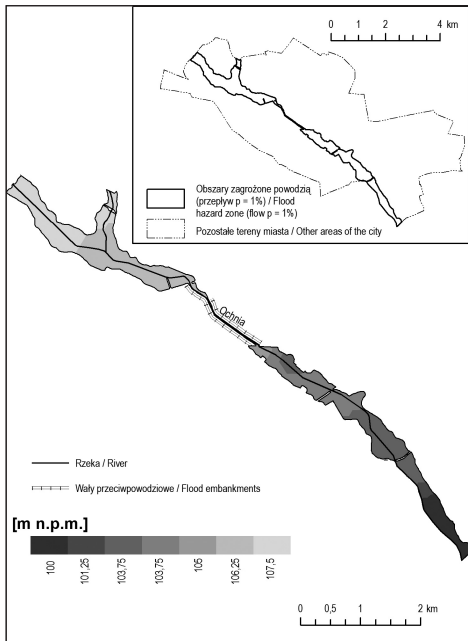
## Obszar badań

Szczegółową analizę zagospodarowania terenów zagrożonych powodzią przeprowadzono na przykładzie trzech miast: Tomaszowa Mazowieckiego, Kutna oraz Łowicza. W miastach tych obszary szczególnego zagrożenia powodzią mają wysoki wskaźnik poziomej intensywności użytkowania w porównaniu z innymi gminami z obszaru województwa łódzkiego. Wskaźnik poziomej intensywności użytkowania terenu określa stopień zabudowania terenu budowlami. Intensywność pozioma odzwierciedla pokrycie terenu budowlami technicznymi, mierzonymi w płaszczyźnie powierzchni ziemi. Stopień pokrycia terenu świadczy o intensywności przekształceń przestrzeni geograficznej, dokonujących się na skutek inwestycyjnej działalności człowieka. Miarą intensywności poziomej użytkowania jest udział terenów zabudowanych w całości badanego obszaru (Liszewski 1977). Im większa wartość wskaźnika, tym większe są potencjalne straty materialne. Wskutek zwiększenia powierzchni uszczelnionych, takich jak dachy, drogi czy parkingi, następuje ponadto ograniczenie możliwości infiltracji wody do gruntu, zwiększa się tym samym objętość odpływu (Ripl 1995). W Tomaszowie Mazowieckim ok. 14% terenów zagrożonych powodzią zajętych jest pod zabudowę, głównie techniczno-produkcyjną, w Kutnie 7,5%, w Łowiczu 4,5%. W pozostałych gminach wskaźnik ten nie przekracza 3%: Działoszyn 2,8%, Sieradz (miasto) 2,4%, Radomsko 2,1%, Inowłódz 2%, Uniejów 1,9%, Gidle 1,8%, Poddębice 1,5%, Tomaszów Mazowiecki (gmina wiejska) 1,3%, Rozprza 1,2%, Ładzice 1%, Burzenin 0,8%, Sulejów 0,7%, Żytno 0,5%, Pęczniew 0,5%, Sieradz (gmina wiejska) 0,3%, Czarnocin 0,2%, Zapolice 0,03%, Warta 0,02%. Najniższe wartości wskaźnika poziomej intensywności użytkowania w granicach tzw. wody 100-letniej, uzyskały gminy, w których istnieją wały przeciwpowodziowe. W strefie międzywała zabudowa nie powstaje.

Tomaszów Mazowiecki znajduje się we wschodniej części województwa łódzkiego, nad rzeką Pilicą, w sąsiedztwie węzła hydrologicznego, jaki tworzą uchodzące do niego Wolbórka, Czarna Bielina, Piasecznica. W granicach miasta znajduje się odcinek dolny Pilicy, a także dolne odcinki dolin jej dopływów (*Studium...* 2009). Szerokość dna doliny Pilicy w Tomaszowie Mazowieckim jest zróżnicowana, w południowej i środkowej części wynosi od 0,3 do 1 km, w północnej natomiast, w miejscu ujścia Wolbórki, dochodzi do 1,7 km (Trzmiel 1986). Wały przeciwpowodziowe zostały wybudowane jedynie fragmentami wzdłuż rzek Wolbórka oraz Czarna. Ich łączna długość w granicach miasta wynosi 4030 m, z czego 2660 m to wał prawobrzeżny



Wolbórki, 770 m wał lewobrzeżny Wolbórki, a 600 m wał lewobrzeżny rzeki Czarnej. Powierzchnia obszarów zagrożonych powodzią wynosi 761,59 ha, co stanowi 18,33% powierzchni miasta. Rzeźba obszarów zalewowych jest zróżnicowana pod względem hipsometrycznym, teren obniża się w kierunku północno-wschodnim. Wysokości wynoszą od ok. 163 m n.p.m., w części zachodniej i południowej, do 153 m n.p.m. w miejscu, gdzie Wolbórka uchodzi do Pilicy (ryc. 1). Powyżej miasta, na Pilicy, znajduje się Zbiornik Sulejowski. W związku z jego budową stany wody na rzece są bardziej wyrównane, a przy właściwej jego eksploatacji powódzie na terenie Tomaszowa



Ryc. 2. Ukształtowanie terenu zagrożonego powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Kutnie

Fig. 2. Relief map of the area exposed to flooding and the location of flood embankments in Kutno

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych WZMiUW (12.02.2015).  
Source: author's own study based on maps.geoportal.gov.pl and data from WZMiUW (12.02.2015).

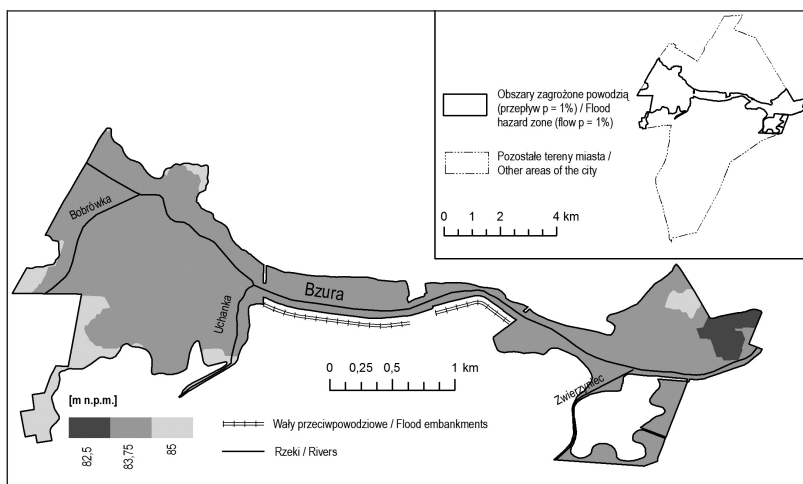
Mazowieckiego nie powinny występować (*Studium...* 2009). W przypadku uszkodzenia zapory wodnej zbiornika w miejscowości Smardzewice (8 km od miasta), przy założeniu maksymalnej wysokości piętrzenia w nim, istnieje możliwość wystąpienia katastrofalnej powodzi (*Plan...* 2013).

Kutno położone jest w północnej części województwa łódzkiego, nad rzeką Ochnią, która płynie z północnego zachodu na południowy wschód. Tereny położone wzdłuż tej rzeki są narażone na niebezpieczeństwo powodzi. Ich powierzchnia wynosi 292,6 ha, co stanowi 8,59% terenu miasta. Zabytkowe centrum chronione jest przez wały przeciwpowodziowe, które znajdują się po obu stronach rzeki (*Studium...* 2012). Ich długość wynosi 2000 m, z czego 1210 m to obwałowania lewobrzeżne, a 790 m to wały prawobrzeżne. W miejscach niechronionych wałami szerokość równiny zalewowej wynosi od 300 do 500 m. Teren zalewowy obniża się w kierunku południowo-wschodnim, gdzie wysokości bezwzględne wynoszą ok. 100 m n.p.m. (ryc. 2).

Łowicz położony jest w zwężeniu Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, nad rzeką Bzurą, w północnej części



województwa łódzkiego. W granicach miasta sieć hydrograficzną tworzą: Bzura, Zwierzyniec, Uchanka, Bobrówka, sieć kanałów i rowów melioracyjnych (*Studium...* 2003). Współczesny układ sieci rzecznej miasta jest całkowicie sztuczny (Kobojeck 2009). Bzura została uregulowana na odcinku od Łowicza do Łęczycy w XIX w., a obecny przebieg koryta w mieście został ukształtowany w latach 1925–1942. W 1943 r. wybudowano wał przeciwpowodziowy na południe od rzeki o długości ok. 2 km. Prace regulacyjne oraz melioracyjne doprowadziły do obniżenia poziomu wód gruntowych o co najmniej 0,5 m. W latach 80. XX w., powódzie w Łowiczu nie występowały, w związku z czym utrwalił się pogląd o bezpieczeństwie niektórych terenów położonych w obrębie równiny zalewowej, czego rezultatem było zajęcie jej pod zabudowę w obszarze zawala (Kobojeck 2013). Powierzchnia terenu szczególnego zagrożenia powodzią wynosi 396,24 ha, co stanowi 16,91% terenu miasta. Na zachód od Łowicza szerokość równiny zalewowej wynosi ok. 0,7 km. Dno doliny w centralnej części zwęża się do ok. 0,3–0,4 km. Zostało ono dodatkowo obwałowane i w strefie międzywała jego szerokość wynosi zaledwie 0,15 km (Brzeziński 1990). Powierzchnia terenu zalewowego obniża się w kierunku wschodnim, gdzie wysokości osiągają ok. 82,5 m n.p.m. (ryc. 3). Różnica wysokości względnych wynosi zaledwie 2,5 m.



Ryc. 3. Ukształtowanie terenu zagrożonego powodzią oraz lokalizacja wałów przeciwpowodziowych w Łowiczu

Fig. 3. Relief map of the area exposed to flooding and location of flood embankments in Łowicz

Źródło: opracowanie własne na podstawie: maps.geoportal.gov.pl i danych WZMiUW (12.02.2015).

Source: author's own study based on maps.geoportal.gov.pl and data from WZMiUW (12.02.2015).



## Metody badań

W celu oceny obecnego zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodziami wykorzystano Bazę Danych Obiektów Topograficznych oraz dokonano inwentaryzacji terenowej (2012 r.), która miała prowadzić do aktualizacji podkładów. Następnie, wykorzystując narzędzia GIS, scalono warstwy pokrycia i użytkowania terenu, pochodzące z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT). Do kompleksów pokrycia terenu w BDOT zostały zaliczone najważniejsze, powierzchniowe elementy sytuacyjne, rozróżnialne na podstawie ich cech fizjonomicznych. Obiekty należące do tej klasy w sposób kompletny opisują dany obszar. Kompleksy użytkowania terenu to powierzchnie jednorodne ze względu na pełnioną funkcję. Do grupy tej zaliczono przede wszystkim obiekty infrastruktury społecznej i gospodarczej. Przekazują one uzupełniające, ale bardzo istotne, informacje o użytkowaniu terenu (*Wytyczne...* 2008). W wyniku nałożenia na siebie obu warstw otrzymano szczegółowy obraz użytkowania ziemi na obszarach szczególnego zagrożenia powodziami. Dzięki temu możliwe było odpowiednie przyporządkowanie poszczególnych funkcji do określonej grupy w nowo utworzonej klasyfikacji. Zgodnie z *Rozporządzeniem w sprawie opracowywania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego (Rozporządzenie...* 2012) 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 artykule częściowo wykorzystano tę klasyfikację. Podzielono jednak użytki rolne na grunty orne oraz użytki zielone, gdyż na polach uprawnych potencjalne straty materialne są większe. Dokonano również bardziej szczegółowego podziału terenów działalności gospodarczych, z których wyodrębniono tereny usługowo-produkcyjne i 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.

W badaniach uwzględniono jedynie tereny szczególnego zagrożenia powodzią, czyli takie, na których prawdopodobieństwo jej wystąpienia jest średnie i wynosi 1% (*Ustawa...* 2012). Należy jednak podkreślić, że przedmiotem analizy były rzeki nizinne, na których powódzie mają odmienny przebieg w porównaniu z obszarami wyżynnymi i górskimi. Równiny zalewowe w dolinach rzek nizinnych są szerokie, w większości podzielone wałami przeciwpowodziowymi, które oddzielają obszar międzywał od dna doliny w obrębie zawału. Na zawału zwykle dochodzi do intensywnego zagospodarowania obszarów potencjalnie zagrożonych powodzią (Majda i in. 2012). Ograniczenie opracowania tylko do terenów szczególnego zagrożenia





powodzią (prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi równe 1%) sprawiło jednak, że obszar równiny zalewowej, położony za wałami, nie był przedmiotem oceny.

Wyceny strat ekonomicznych dokonano zgodnie z *Rozporządzeniem 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), analizując 7 wydzielonych obszarów użytkowania ziemi. Wartość potencjalnych strat jednostkowych 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. Dla pozostałych klas użytkowania terenu przyjmuje się stałe wartości strat, niezależne od głębokości wody, ponieważ ma ona niewielki wpływ na stopień utraty wartości majątku.

Potencjalną wartość strat ekonomicznych określono dla głębokości wody od 0,5 do 2 m. Dopiero znajomość łącznie trzech elementów: użytkowania terenu, głębokości wody oraz wartości majątku (która dla terenów mieszkaniowych oraz działalności gospodarczej jest zróżnicowana według województw) służyć do szacowania potencjalnych strat wyrażonych w pieniądzu (tab. 1). Dane o potencjalnej wielkości strat wprowadzono do GIS i przy wykorzystaniu narzędzia Model Builder dokonano obliczeń.

Tab. 1. Wartość straconego majątku w województwie łódzkim ze względu na klasy użytkowania ziemi

Table 1. Value of property loss in the Łódź province in respect of land use class

Klasa użytkowania terenu Class of land use	Wartość majątku objętego zalewem wody o głębokości od 0,5 < h ≤ 2 m The value of assets in the range of water depth 0,5 < h ≤ 2 m
Tereny zabudowy mieszkaniowej Residential areas	101,83 zł/m <sup>2</sup>
Tereny działalności gospodarczych Business areas	331,68 zł/m <sup>2</sup>
Tereny komunikacyjne Technical infrastructure	43,6 zł/m <sup>2</sup>
Lasy Forests	80 zł/ha
Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe Recreational areas	5,1 zł/m <sup>2</sup>
Grunty orne Arable land	1428 zł/ha
Użytki zielone Grassland	674 zł/ha

Źródło: *Ustawa Prawo wodne 2012.*

Source: *Ustawa Prawo wodne 2012.*



## Wyniki i dyskusja

### Tomaszów Mazowiecki

W Tomaszowie Mazowieckim na obszarze zagrożonym powodzią największą powierzchnię zajmują: użytki zielone (ok. 56%), lasy (ok. 20%) oraz tereny infrastruktury technicznej (ok. 5,5%) (ryc. 4).

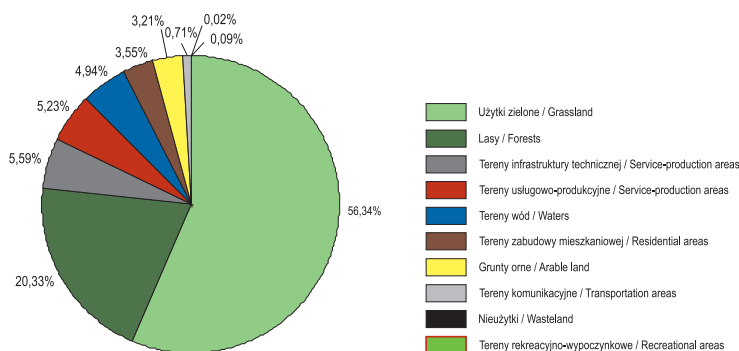
Na terenach mieszkaniowych (3,55%) dokonano inwentaryzacji zabudowy jednorodzinnej, która zlokalizowana jest przede wszystkim wzdłuż Czarnej i Piasecznicy (82 budynki) oraz Wolbórki (59 budynków). Budynki mieszkalne znajdują się w zachodniej części miasta, na prawym brzegu Wolbórki, na północ od ulicy Hallera oraz przy ulicy Nadrzecznej. Firmy produkcyjne oraz należące do nich składy i magazyny, zlokalizowane są głównie w północnej części miasta (rzeka Czarna oraz Piasecznica). Zajmują się one produkcją chrupek (Frito Lay, Ice Full), płytek ceramicznych (Paradyż Sp. z o.o.), obuwia (Comfort Shoes), akcesoriów samocho-



Fot. 1. Budynek szkoły w Tomaszowie Mazowieckim, położony na obszarze zalewowym (fot. M. Borowska-Stefańska)

Photo 1. The school building within the area exposed to floods in Tomaszów Mazowiecki (photo by M. Borowska-Stefańska)



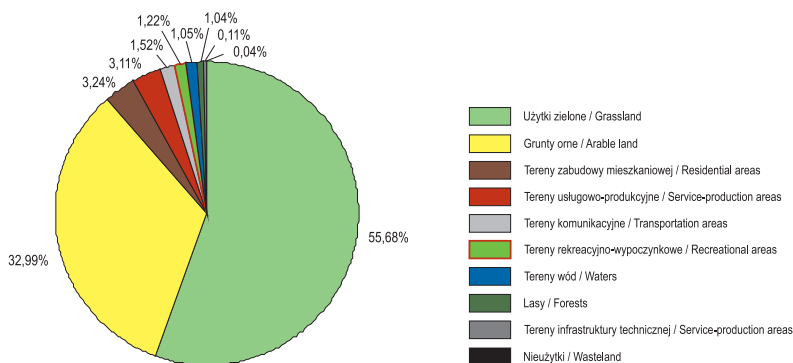


Ryc. 4. Struktura użytkowania ziemi [%] na obszarze zagrożonym tzw. wodą 100-letnią w Tomaszowie Mazowieckim

Fig. 4. Land use structure [%] within the area exposed to flooding in Tomaszów Mazowiecki

Źródło: opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.

Source: author's own study based on BDOT and field research, 2012.



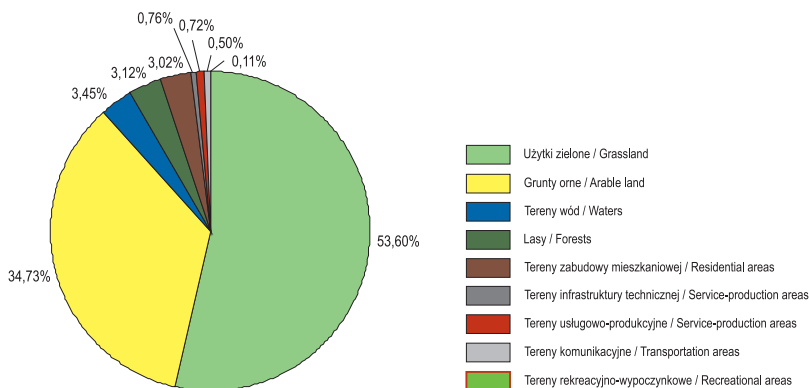
Ryc. 6. Struktura użytkowania ziemi [%] na obszarze zagrożonym tzw. wodą 100-letnią w Kutnie

Fig. 6. Land use structure [%] within the area exposed to flooding in Kutnie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.

Source: author's own study based on BDOT and field research, 2012.





Ryc. 8. Struktura użytkowania ziemi [%] na obszarze zagrożonym tzw. wodą 100-letnią w Łowiczu

Fig. 8. Land use structure [%] within the area exposed to flooding in Łowicz

Źródło: opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.

Source: author's own study based on BDOT and field research, 2012.



dowych (Polytec Interior). W granicach zalewu wodami wezbraniowymi znajdują się również: 3 szkoły (Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 5, Zespół Placówek Wychowania Pozaszkolnego oraz Zespół Szkół w Komorowie, który częściowo znajduje się w granicach miasta) (fot. 1), a także liczne punkty usługowe (m.in. sklep meblowy HALIDOR, JYSK).

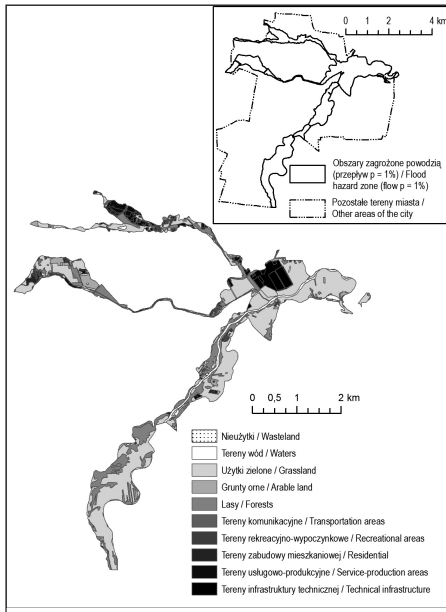
Do obiektów infrastruktury technicznej należą: stacja elektroenergetyczna (fot. 2), oczyszczalnia i przepompownia ścieków. W granicach obszaru zlokalizowane są również tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, komunikacji oraz grunty orne (ryc. 5). Potencjalna wartość strat materialnych na obszarach zalewowych w Tomaszowie Mazowieckim wynosi 303 630,73 tys. zł. Na ich wielkość wpływ mają przede wszystkim zakłady produkcyjne i usługowe, zlokalizowane wzdłuż rzeki Czarnej i Piasecznicy (łączna wielkość strat 148 505,85 tys. zł) oraz oczyszczalnia ścieków (137 429,29 tys. zł) (tab. 2).



Fot. 2. Stacja elektroenergetyczna w Tomaszowie Mazowieckim, położona na obszarze zalewowym (fot. M. Borowska-Stefańska)

Photo 2. Electrical substation within the area exposed to floods in Tomaszów Mazowiecki (photo by M. Borowska-Stefańska)





Ryc. 5. Zagospodarowanie terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Tomaszowie Mazowieckim

Fig. 5. Land use within the area particularly exposed to flooding in Tomaszów Mazowiecki

Źródło: opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.

Source: author's own study based on BDOT and field research, 2012.

Tab. 2. Potencjalna wielkość strat materialnych na obszarze zagrożonym powodzią w Tomaszowie Mazowieckim

Table 2. Potential value of property loss within the area exposed to flooding in Tomaszów Mazowiecki

Lp.	Klasa użytkowania terenu Class of land use	Potencjalna wielkość strat (tys. zł) The potential value of losses (thous. zł)
1	Tereny infrastruktury technicznej Technical infrastructure	141163,53
2	Tereny usługowo-produkcyjne Service-production areas	132252,21
3	Tereny zabudowy mieszkaniowej Residential areas	27517,50
4	Tereny komunikacyjne Transportation areas	2352,76
5	Użytki zielone Grassland	289,30
6	Grunty orne Arable land	34,91
7	Lasy Forests	12,39
8	Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe Recreational areas	8,11



## Kutno

W Kutnie na obszarze zagrożonym powodzią największą powierzchnię zajmują użytki zielone (ok. 56%), grunty orne (33%). Około 9% powierzchni obszarów zalewowych przeznaczono pod zabudowę (ok. 7,5%) i inwestycje komunikacyjne (1,5%). Wśród terenów zabudowanych przeważają tereny mieszkaniowe oraz zabudowy usługowo-produkcyjnej (ryc. 6). Zabudowa mieszkaniowa, to łącznie ponad 100 budynków, zlokalizowanych głównie na lewym brzegu rzeki Ochni (fot. 3). Na zagrożonym obszarze swoją siedzibę mają firmy zajmujące się branżą budowlaną, systemami alarmowymi, odzyskiwaniem i unieszkodliwianiem odpadów przemysłowych, recyklingiem, a także Mazowiecka Spółka Gazownicza (fot. 4). Do terenów usługowo-produkcyjnych zaliczono również dyskont Biedronka oraz stację paliw, do terenów infrastruktury technicznej – stację pomp. W Kutnie ok. 90% obszaru zagrożonego powodzią to tereny wolne od zabudowy, głównie rolne (ryc. 7). Potencjalna wartość strat materialnych na obszarze zalewowym w Kutnie wynosi 43 185,69 tys. zł. Na ich wielkość składają się przede wszystkim zakłady produkcyjne i usługowe oraz tereny mieszkaniowe (tab. 3).



Fot. 3. Zabudowa jednorodzinna na obszarze zagrożonym powodzią w Kutnie (fot. M. Borowska-Stefańska)

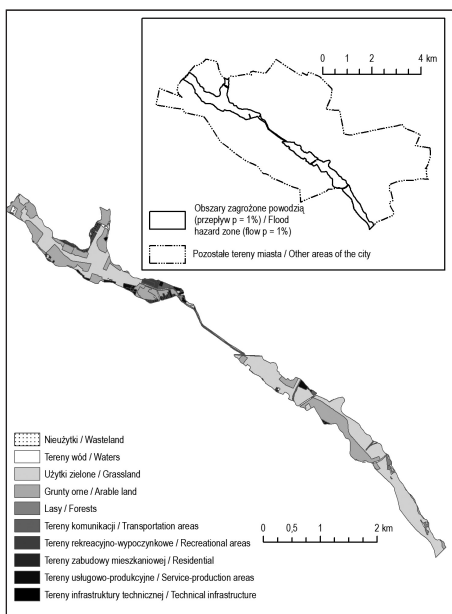
Photo 3. Single-family houses within the area exposed to floods in Kutno (photo by M. Borowska-Stefańska)





Fot. 4. Mazowiecka Spółka Gazownicza w Kutnie, położona na obszarze zalewowym (fot. M. Borowska-Stefańska)

Photo 4. Mazowsze Gas Company within the area exposed to floods in Kutno (photo by M. Borowska-Stefańska)



Ryc. 7. Zagospodarowanie terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Kutnie

Fig. 7. Land use within the area particularly exposed to flooding in Kutno

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.

Source: Author's own study based on BDOT and field research, 2012.





Tab. 3. Potencjalna wielkość strat materialnych na obszarze zagrożonym powodzią w Kutnie  
Table 3. Potential value of property loss within the area exposed to flooding in Kutno

Lp.	Klasa użytkowania terenu Class of land use	Potencjalna wielkość strat (tys. zł) The potential value of assets (thous. zł)
1	Tereny usługowo-produkcyjne Service-production areas	30135,34
2	Tereny zabudowy mieszkaniowej Residential areas	9658,18
3	Tereny komunikacyjne Transportation areas	1941,41
4	Tereny infrastruktury technicznej Technical infrastructure	1020,98
5	Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe Recreational areas	181,87
6	Grunty orne Arable land	137,85
7	Użytki zielone Grassland	109,81
8	Lasy Forests	0,2

## Łowicz

W granicach obszaru zagrożonego powodzią w Łowiczu największą powierzchnię zajmują użytki zielone (53,6%) i grunty orne (ok. 34,7%). Tereny zabudowane stanowią ok. 4,5% powierzchni (ryc. 8). W grupie terenów zagospodarowanych dominują tereny mieszkaniowe z zabudową jednorodziną (ok. 150 budynków) oraz wielorodzinną (3 bloki). Osiedle bloków znajduje się przy ulicy Marii Konopnickiej (fot. 5). Do terenów infrastruktury technicznej na obszarze zagrożonym powodzią wzdłuż rzeki Bzury zaliczono oczyszczalnię ścieków, która zajmuje 1% powierzchni omawianego obszaru (fot. 6) oraz sklepy spożywcze, punkt weterynaryjny, stację paliw (ryc. 9). Potencjalna wartość strat materialnych na obszarze zalewowym w Łowiczu wynosi 32 791,71 tys. zł. Na ich wielkość wpływ mają przede wszystkim tereny mieszkaniowe oraz obiekty infrastruktury technicznej (tab. 4).

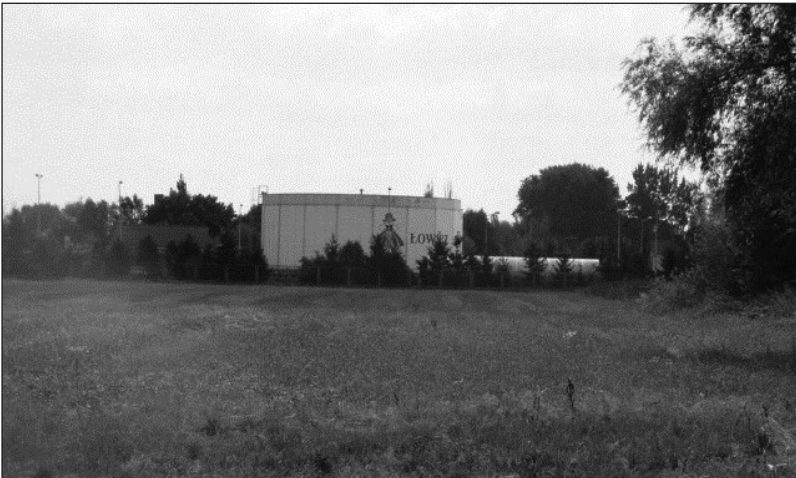
Analiza aktualnego zagospodarowania terenów szczególnego zagrożenia powodzią w wybranych gminach województwa łódzkiego wykazała, że dominującą grupę stanowią tereny wolne od zabudowy. Największy wskaźnik poziomej intensywności użytkowania terenów zalewowych mają gminy miejskie, położone w dorzeczu Wisły – Tomaszów Mazowiecki, Kutno, Łowicz. Mimo że w pozostałych gminach zabudowania zajmują niewielką powierzchnię terenów zalewowych, to i tam rejestrowane są straty powodziowe. W Tomaszowie Mazowieckim największe potencjalne straty mogą wystąpić w przypadku zalania terenów zalewowych w dolinach dopływów





Fot. 5. Osiedle Marii Konopnickiej w Łowiczu, położone na obszarze zagrożonym powodzią (fot. M. Borowska-Stefańska)

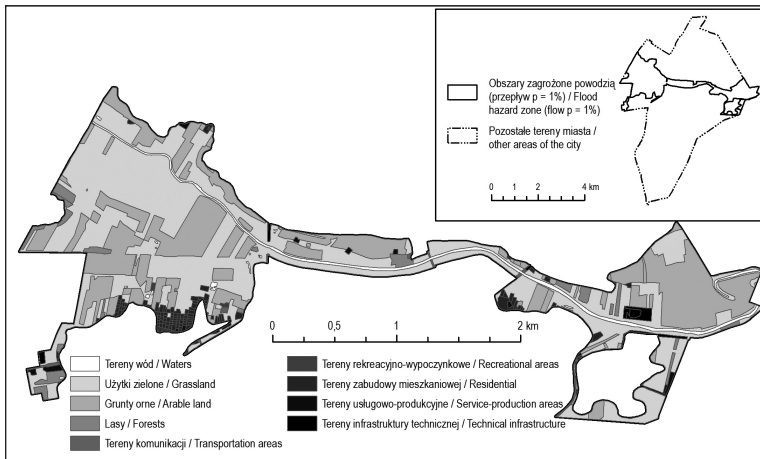
Photo 5. Multi-family housing estate of Maria Konopnicka within the area exposed to floods in Łowicz (photo by M. Borowska-Stefańska)



Fot. 6. Oczyszczalnia ścieków w Łowiczu, położona na obszarze zagrożonym powodzią (fot. M. Borowska-Stefańska)

Photo 6. Sewage treatment plant within the area exposed to floods in Łowicz (photo by M. Borowska-Stefańska)





Ryc. 9. Zagospodarowanie terenu szczególnego zagrożenia powodzią w Łowiczu  
 Fig. 9. Land use within the area particularly exposed to flooding in Łowicz

Źródło: opracowanie własne na podstawie: BDOT i inwentaryzacji urbanistycznej, 2012.  
 Source: author's own study based on BDOT and field research, 2012.

Tab. 4. Potencjalna wielkość strat materialnych na obszarze zagrożonym powodzią w Łowiczu  
 Table 4. Potential value of property loss within the area exposed to flooding in Łowicz

Lp.	Klasa użytkowania terenu Class of land use	Potencjalna wielkość strat (tys. zł) The potential value of assets (thous. zł)
1	Tereny zabudowy mieszkaniowej Residential areas	12187,26
2	Tereny infrastruktury technicznej Technical infrastructure	9972,45
3	Tereny usługowo-produkcyjne Service-production areas	9404,63
4	Tereny komunikacyjne Transportation areas	865,15
5	Grunty orne Arable land	196,52
6	Użytki zielone Grassland	143,15
7	Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe Recreational areas	21,57
8	Lasy Forests	0,99



Pilicy (Czarna, Piasecznica) oraz w północno-wschodniej części miasta, gdzie równina zalewowa jest najszerza. W Kutnie zabudowania o największej wartości znajdują się w północno-zachodniej części miasta na obrzeżach terenu szczególnego zagrożenia powodzią. Centrum Kutna chronione jest wałami, w związku z tym analizie poddano jedynie wąski fragment równiny zalewowej. W Łowiczu największe potencjalne straty materialne powoduje zabudowa mieszkaniowa zarówno jedno-, jak i wielorodzinna, zlokalizowana w zachodniej oraz wschodniej części miasta, w miejscu, gdzie równina zalewowa jest najszerza. Środkowy odcinek rzeki w granicach administracyjnych miasta został obwałowany, dlatego zabudowa tam nie powstaje.

Na obszarach zalewowych w zasadzie obowiązuje zakaz zabudowy, zgodnie z art. 881 *Ustawy Prawo wodne* z dnia 18 lipca 2001 r. (2003). Od zasady tej istnieje w przepisach wyjątek, który zezwala dyrektorowi RZGW w uzasadnionych przypadkach, w drodze decyzji administracyjnej, udzielić zwolnienia od tego zakazu. W związku z tym, zarówno w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, jak i w decyzjach o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu możliwe jest dopuszczenie zabudowy, pomimo iż dotyczy to obszarów szczególnego zagrożenia powodzią (*Program...* 2011). Dlatego też władze Tomaszowa Mazowieckiego, Łowicza oraz Kutna powinny uchwalić miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego dla terenów zagrożonych powodzią i wprowadzić w nich zakaz zabudowy, by nie dopuścić do wzrostu zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią i ograniczyć je do już istniejącego. Dzięki temu możliwa będzie realizacja dwóch głównych celów zarządzania ryzykiem powodziowym, czyli unikanie zwiększania ryzyka, a także ograniczenie ryzyka już istniejącego. Zarówno cele, jak i działania pozwalające je zrealizować, aby odpowiednio zarządzać ryzykiem powodziowym, zostały sformułowane z wykorzystaniem katalogu *Dobrych praktyk w zakresie łagodzenia, ochrony i zabezpieczenia przed skutkami powodzi*, który stanowi podstawę Dyrektywy Powodziowej (*Best practices...* 2003). Gminy do tej pory nie wprowadzały zakazu zabudowy terenów zagrożonych powodzią, gdyż mogłoby to ograniczyć ich rozwój. W przypadku Tomaszowa Mazowieckiego i Łowicza udział terenów zagrożonych powodzią w powierzchni gminy jest znaczący i wynosi odpowiednio – 18,3% i 16,9%. Wprowadzenie w dokumentach planistycznych ograniczeń i zakazów zabudowy na terenach zalewowych prowadzi ponadto do obniżenia wartości gruntów. Zgodnie z art. 36 ust. 3 *Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r.* (2003), jeśli w wyniku uchwalenia planu miejscowego albo jego zmiany korzystanie z nieruchomości lub jej części w dotychczasowy sposób lub zgodny z dotychczasowym przeznaczeniem stało się niemożliwe bądź istotnie ograniczone, właściciel albo użytkownik wieczysty nieruchomości może żądać od gminy odszkodowania za poniesioną szkodę albo wykupienia nieruchomości lub jej części. Zapisy te stanowią barierę przy wprowadzaniu ograniczeń w zabudowie terenów zagrożonych powodzią.



## Wnioski

Na podstawie obecnego zagospodarowania stwierdzono, że największe potencjalne straty majątku na terenach zagrożonych powodziami w przypadku powodzi wystąpią w Tomaszowie Mazowieckim, następnie w Kutnie i w Łowiczu. Wynika to głównie z poziomej intensywności użytkowania terenów zalewowych. W Tomaszowie Mazowieckim największe potencjalne straty wywołuje zabudowa usługowo-produkcyjna oraz oczyszczalnia ścieków, w Kutnie są to budynki mieszkalne jednorodzinne, w Łowiczu natomiast zarówno oczyszczalnia ścieków, jak i budynki mieszkalne jedno- i wielorodzinne. Na analizowanych terenach zabudowa znajduje się przede wszystkim w miejscach, gdzie równina zalewowa jest szeroka, na odcinkach nieobwałowanych oraz w dnach dolin dopływów.

Ze względu na szkody, jakie wywołują powodzie w ostatnich latach, 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 można wnioskować o poziomie ryzyka, co jest szczególnie istotne w prowadzeniu odpowiedniej polityki w zakresie ochrony przeciwpowodziowej.

## Literatura

- Best practices on flood prevention, protection and mitigation*, 2003, Water Directors of EU meeting, Athens, [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/key\\_docs.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/key_docs.htm) (14.11.2013).
- Bogdańska-Warmuz R., Grela J., Konieczny R., Siudak M., 2000, *Systemy ostrzeżeń powodziowych*, [w:] M. Maciejewski (red.), *Model kompleksowej ochrony przed powodzią w obszarze dorzecza górnej Wisły na przykładzie województwa małopolskiego*, IMGW, Kraków (CD-ROM).
- Bromek K., Mydel R., 1972, *Uwagi metodyczne do opracowania szczegółowej mapy użytkowania ziemi przestrzeni miejskiej*, Folia Geographica Series Geographica-Oeconomica, 5, 149–160.
- Brzeziński M., 1990, *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Łowicz (555), 1:50 000*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Chojnacki J., 2000, *Szacowanie strat powodziowych*, [w:] M. Maciejewski (red.), *Model kompleksowej ochrony przed powodzią w obszarze dorzecza górnej Wisły na przykładzie województwa małopolskiego*, IMGW, Kraków CD-ROM.
- Dyrektywa Powodziowa*, 2007, <http://www.kzgw.gov.pl/Dyrektywa-Powodziowa.html> (27.11.2013).
- Genovese E., 2006, *A methodological approach to land use-based flood damage assessment in urban areas: Prague case study*, European Communities, [http://www.preventionweb.net/files/2678\\_EUR22497EN.pdf](http://www.preventionweb.net/files/2678_EUR22497EN.pdf) (12.02.2015).



- Geoportal, <http://maps.geoportal.gov.pl> (12.02.2015).
- Gorzym-Wilkowski W.A., Miszczuk A., Miszczuk M., Żuk K., 1999, *Zarys ekonomiki gminy*, Lublin.
- Kobjojek E., 2009, *Naturalne uwarunkowania różnych reakcji rzek nizinnych na antropopresję*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Kobjojek E., 2010, *Środowisko przyrodnicze dolin rzek nizinnych i kierunki antropogenicznych przekształceń*, [w:] B. Więzik (red.) *Prawne, administracyjne i środowiskowe uwarunkowania zagospodarowania dolin rzecznych*, Wyższa Szkoła Administracji w Bielsku Białej, Bielsko-Biała, 41–54.
- Kobjojek E., 2013, *Problem przestrzennego rozwoju miast w dolinach rzecznych na przykładzie Łowicza i Uniejowa*, [w:] B. Więzik (red.) *Prawne, administracyjne i środowiskowe uwarunkowania zagospodarowania dolin rzecznych*, Wyższa Szkoła Administracji w Bielsku Białej, Bielsko-Biała, 15–26.
- Liszewski S., 1977, *Tereny miejskie a struktura przestrzenna Łodzi*, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Liszewski S., 1978, *Tereny miejskie. Podział i klasyfikacja*, Acta Universitatis Lodziensis. Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, Folia Geographica, 2, 15, 3–33.
- Liszewski S., 1997, *Przestrzeń miejska i jej organizacja*, Geografia. Człowiek. Gospodarka, Kraków.
- Majda T., Wałdykowski 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), 27–34.
- Messner F., Meyer V., 2005, *Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research*, [http://www.ufz.eu/export/data/1/29306\\_Disk\\_Papiere\\_2005\\_13.pdf](http://www.ufz.eu/export/data/1/29306_Disk_Papiere_2005_13.pdf) (12.02.2015).
- Plan operacyjny ochrony przed powodzią dla województwa łódzkiego*, 2013, Oddział Zarządzania Kryzysowego Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, Łódzki Urząd Wojewódzki, Łódź.
- Program Bezpieczeństwa Powodziowego w dorzeczu Wisły Środkowej – założenie*, 2011, Warszawa.
- Program Bezpieczeństwa Powodziowego w regionie wodnym Środkowej Wisły*, 2012, Warszawa.
- Regulski J., 1985, *Planowanie przestrzenne*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Ripl W., 1995, *Management of water cycle and energy flow for ecosystem control: The energy-transport-reaction (ETR) model*, Ecological Modelling, 78, 61–76.
- Rotnicka J., 2011, *Gospodarka wodna w świetle uwarunkowań Unii Europejskiej*, [w:] *Stan gospodarki wodnej w Polsce – problematyka prawna i kompetencyjna (na przykładzie Dolnej Wisły)*, Materiały z konferencji zorganizowanej przez Parlamentarny Zespół ds. Dróg Wodnych i Turystyki Wodnej 2 czerwca 2011 r. w siedzibie Senatu, Kancelaria Senatu.



- 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*, Dz.U. 2013, poz. 104.
- Smith K., Ward R., 1998, *Floods: Physical Processes and Human Impact*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Łowicz*, 2003.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Tomaszowa Mazowieckiego*, 2009.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Kutna*, 2012.
- Trzmiel B., 1986, *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Tomaszów Mazowiecki (667), 1:50 000*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ustawa Prawo wodne*, 2012, *Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne*, t.j. Dz.U. 2012, poz. 145.
- Ustawa o planowaniu*, 2003, *Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym*, Dz.U. 2003, nr 80, poz. 717.
- Wind H.G., Nierop T.M., de Blois C.J., de Kok J.L., 1999, *Analysis of flood damages from the 1993 and 1995 Meuse flood*, Water Resources Research, 35(11), 3459–3465.
- Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, 2012, informacje szczegółowe.
- Wytyczne techniczne Topograficznej Bazy Danych (TBD)*, 2008, Główny Geodeta Kraju.
- Zagrożenia okresowe występujące w Polsce*, 2010, Wydział analiz i prognoz biura monitorowania i analizy zagrożeń Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, [http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/2011/02/zagr\\_okres1.pdf](http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/2011/02/zagr_okres1.pdf) (21.01.2014).

Marta Borowska-Stefańska  
Uniwersytet Łódzki  
Katedra Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej  
ul. Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź  
e-mail: borosia@op.pl



