

EWA GŁOSIŃSKA*

**POKRYCIE TERENÓW ZALEWOWYCH RZEKI WARTY
I POZIOM RYZYKA POWODZIOWEGO
GMIN POWIATU POZNAŃSKIEGO**

Streszczenie

Celem artykułu jest analiza form pokrycia terenów zalewowych rzeki Warty gmin powiatu poznańskiego oraz określenie ich poziomu ryzyka powodziowego na zasadzie hierarchizacji. Wyodrębniono również grupy gmin o podobnej strukturze form pokrycia terenów zalewowych. Poziom ryzyka powodziowego poszczególnych gmin jest silnie zróżnicowany w zależności od form pokrycia terenów zalewowych.

Słowa kluczowe: tereny zalewowe, pokrycie terenu, ryzyko powodziowe

WPROWADZENIE

Katastrofy naturalne lub antropogeniczne mogą powodować ogromne straty materialne i, niestety, utratę życia ludzkiego [Toya, Skidmore, 2007 za Ristic i in., 2012]. Występowanie naturalnych i antropogenicznych zjawisk ekstremalnych na całym świecie pozwala zwracać większą uwagę na ich ekologiczne i ekonomiczne skutki [Guzzetti i in., 2005, Schmidt i in., 2006, Lerner, 2007] za Ristic i in., 2012.). Powodzie, we wszystkich swoich przejawach, są najczęstszymi naturalnymi kataklizmami, występującymi na całym świecie [Berz i in., 2001, Barredo, 2007 za Ristic i in., 2012].

Szereg negatywnych skutków związanych z rozwojem terenów zurbanizowanych na terenach zalewowych poruszanych jest w literaturze. Obejmują one między innymi zmiany cyklu hydrologicznego oraz reżimów powodzi [Bronstert i in., 2002, Carlson, 2004, McCuen, 2003 za Poelmans i in., 2009]. Zabudowywanie takich obszarów powoduje zmniejszenie retencji powierzchniowej wód oraz ich większy wpływ powierzchniowy, w tym do rzek, powodując wyż-

* Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Planowania Przestrzennego

sze stany wody (CA WALUP). Osiedla mieszkaniowe, drogi, zdegradowane pastwiska i grunty orne stanowią najbardziej znaczące źródła osadów i szybkiego spływu powierzchniowego wód opadowych. Budowa dróg i budynków, niewłaściwe użytkowanie gruntów rolnych (rolnictwo z orką wzdłuż zbocza, nadmierny wypas) i leśnych (wycinka drzew) powoduje intensywne procesy erozyjne, szybki spływ powierzchniowy i transport osadów [Ristic, i in., 2012]. Zmiany użytkowania gruntów i urbanizacja zmniejsza zdolności systemu drenażu w dorzeczu do przechowywania lub przekazywania wód powodziowych poprzez sieć kanałów [Shi i in., 2005 za Harvey i in., 2009].

Z drugiej zaś strony, obszary zalewowe są niezmiernie atrakcyjne dla rozwoju obszarów miejskich z powodu żyznych gleb, dobrego nasłonecznienia, łatwości dostępu do wody i ich znacznych zasobów [Waananen i in., 1977 za Luino i in., 2012].

W rezultacie postępującej intensyfikacji zagospodarowania, coraz częściej występują katastrofalne w skutkach powodzie [por. Walczykiewicz, 2002]. Powoduje to wzrost poziomu ryzyka powodziowego, który zgodnie ze znowelizowaną w 2011 roku Ustawą Prawo Wodne (Dz. U. 2012 poz. 145 z późn. zm.) oznacza „kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i związanych z nią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej”.

Termin „pokrycie terenu” należy rozumieć jako opis fizycznych właściwości danej przestrzeni geograficznej. Są to również wszelkie elementy sytuacyjne przestrzeni geograficznej znajdujące się na jej powierzchni, które można wyróżnić na podstawie ich cech fizjonomicznych [Wytyczne techniczne..., 2008]. Pokryciem terenu przykładowo może być teren zabudowany, roślinność trawiasta albo las [Ciołkosz, Poławski, 2006].

Badanie ma na celu zidentyfikowanie form pokrycia terenów zalewowych rzeki Warty w powiecie poznańskim i na ich podstawie określenie poziomu ryzyka powodziowego poszczególnych gmin w porządku hierarchicznym.

OBSZAR BADAŃ

Obszar badań obejmuje gminy powiatu poznańskiego leżące nad rzeką Wartą, tj. gm. Kórnik, gm. Mosina, gm. Komorniki, gm. Czerwonak, gm. Suchy Las, gm. Murowana Goślina, m. Puszczykowo i m. Luboń (rys. 1).

Warta, przepływająca przez powiat poznański, jest trzecią co do wielkości rzeką w Polsce i stanowi najdłuższy prawy dopływ Odry. Na analizowanym obszarze rzeka tworzy przełom i przepływa w kierunku północnym przez strefę pagórków morenowych, ściślej od Mosiny do Obornik. Szerokość terenu zalewowego od miasta Śrem przez Poznań i dalej do miasta Oborniki systematycznie się zmniejsza. Od ujścia rzeki Prosnicy do ujścia Kanału Mosińskiego rzeka

płynie nadmiernie szeroką doliną, której szerokość dochodzi do 10 km, zaś w pobliżu miasta Oborniki szerokość doliny wynosi do 8,5 km do 1,0 km. Ma to ujemny wpływ na szybkość opadania wód powodziowych z rejonu miasta Poznania, co skutkuje stosunkowo wysokim zagrożeniem wezbrania powodziowego w gminach Czerwonak, Suchy Las i Murowana Goślina. Rzeka Warta na wysokości powiatu poznańskiego i miasta Poznania jest szlakiem wodnym [Głosińska, 2012].

Dolina rzeki Warty jest znaczącym korytarzem ekologicznym umożliwiającym przemieszczanie się organizmów żywych w skali lokalnej, regionalnej i krajowej. W sieci ekologicznej ECONET – POLSKA dolina rzeki Warty pełni na terenie powiatu poznańskiego rolę głównego korytarza migracyjnego zwierząt, m.in. wydr, o randze krajowej. W początkowej fazie przełomu przed Poznaniem kilkukilometrowy odcinek Warty przebiega przez Wielkopolski Park Narodowy, na terenie którego występują licznie starorzecza. Przed Rogalinem w dolinie Warty rozpościera się Rogaliński Park Krajobrazowy z rezerwatem przyrody Krajkowo, obejmującym skupisko ponad 1200 starych dębów – jedno z największych w Europie. W dolinie Warty na przedmiotowym terenie występują również obszary Natura 2000, tj. obszar specjalnej ochrony ptaków – Ostoja Rogalińska, oraz obszary mające znaczenie dla wspólnoty, tj. Biedrusko i Fortyfikacje w Poznaniu.

Rzeka Warta na analizowanym obszarze powiatu poznańskiego biegnie na długości ponad 49 km. Na terenie powiatu obok Warty innymi ciekami wodnymi są: Kanał Mosiński, rzeka Kopla, Wirenka, Samica Stęszewska, Samica Kierska, Sama oraz Strumień Junikowski [Kowalczak i in., 2010].

METODYKA BADAŃ

W celu przeprowadzenia analizy form pokrycia terenów zalewowych zastosowano narzędzia GIS. Określając formy pokrycia terenu oparto się na bazie danych Corine Land Cover 2006 [CLC 2006], przedstawiającej klasy pokrycia terenu z 2006 roku.

Terenem zalewowym w niniejszych badaniach jest obszar bezpośredniego zagrożenia powodzią o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 100 lat ($p = 1\%$) o rzędnej sięgającej 57,42 m n.p.m. oraz wysokości bezwzględnej 796 cm [Studium obszarów bezpośredniego zagrożenia ..., 2009]. Są to „obszary służące infiltracji wód powodziowych, tereny między linią brzegu a wałem przeciwpowodziowym lub naturalnym wysokim brzegiem, w który wbudowano trasę wału przeciwpowodziowego, a także wyspy i przymuliska”. Definicja obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią podana została na podstawie Ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo Wodne (Dz. U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm.) przed jej nowelizacją przeprowadzoną w 2011 roku. Zgodnie ze znoweli-

zowaną Ustawą Prawo Wodne, do czasu opracowania map zagrożenia powodziowego obowiązują obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią.

Uporządkowanie gmin według poziomu ryzyka powodziowego przeprowadzono za pomocą taksonomicznej metody porządkowania liniowego Hellwiga. Opis metody Hellwiga w: Feltynowicz [2009], Hauke [2009], Krakowiak-Bal [2005], Łokwiniuk [2011], Walczykiwiecz [2002]. Zmiennymi opisującymi badane gminy są powierzchnie zajmowane przez określone formy pokrycia terenów zalewowych trzeciego, najbardziej szczegółowego poziomu bazy Corine Land Cover. W związku z tym, że stopień ryzyka powodziowego ściśle wiąże się z wysokością strat powodziowych, do grupy destymulant – zmiennych, których wartości wzrastające negatywnie wpływają na badane zjawisko - zaliczono tereny antropogeniczne, tj.: zabudowę miejską luźną, tereny przemysłowe lub handlowe, tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową, miejsca eksploatacji odkrywkowej, tereny zielone, tereny sportowe i wypoczynkowe. Z kolei jako stymulanty – zmienne pozytywne – uznano tereny rolne i leśne, do których zalicza się: złożone systemy upraw i działek, grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, łąki i pastwiska, tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej, lasy liściaste, iglaste, mieszane oraz lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian. Taki podział zmiennych dokonano w oparciu o wysokości potencjalnych strat powodziowych określonych w Rozporządzeniu w sprawie sporządzania map zagrożenia i ryzyka powodziowego (2012).

W celu wyodrębnienia grup gmin o podobnej strukturze form pokrycia obszarów zalewowych, wykorzystano kolejną analizę statystyczną - metodę skupień, należącą do metod aglomeracyjnych, w której na początku każdy obiekt stanowi oddzielną grupę, a ich stopniowe łączenie opiera się na zasadzie największego podobieństwa. W niniejszej analizie zastosowano miarę odległości euklidesowej i metodę aglomeracji pełnego wiązania. Graficzną ilustracją przebiegu analizy skupień jest wykres zwany dendrogramem.

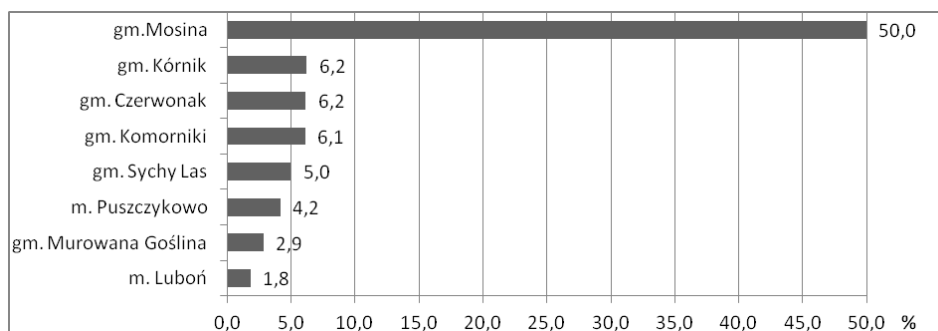
WYNIKI BADAŃ

Obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią wzdłuż Warty w powiecie poznańskim zajmują łącznie około 3 910 ha, przy czym na lewym brzegu rzeki obszar zalewu jest większy (51,4%) niż po prawej stronie (48,6%). Zdecydowana większość terenów zalewowych znajduje się na terenach wiejskich (91,7%). Jedynie 8,3% obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią w powiecie poznańskim występuje na terenach miejskich.

Analizując udział powierzchni terenów zalewowych w ogólnej powierzchni zalewu należy podkreślić, że w gminie Mosina znajduje się połowa rozpatrywa-

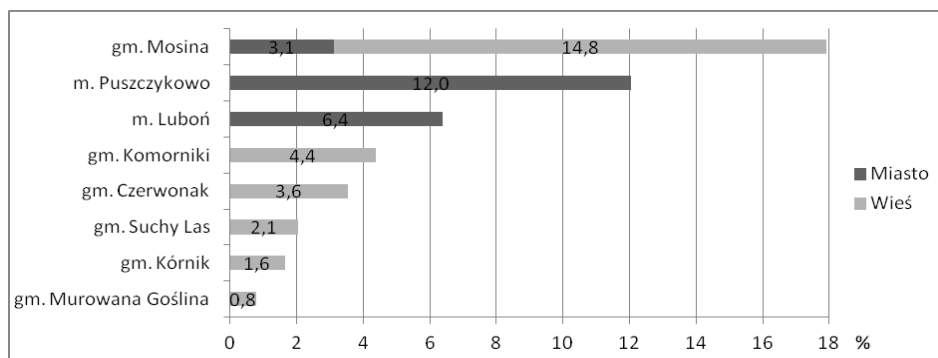
nego zalewu (rys. 1). W pozostałych gminach powiatu udział terenów zalewowych w ogólnej powierzchni zalewu jest niski i wynosi od 2% do 6%.

Analizując udział powierzchni terenów zalewowych w powierzchni poszczególnych gmin należy podkreślić, że ponownie gmina Mosina wysuwa się na pierwsze miejsce, przy czym większość terenów zalewowych znajduje się na terenach wiejskich (rys. 2). Tereny miasta Puszczykowo także w znacznym stopniu zagrożone są powodzią. W pozostałych rozpatrywanych gminach udział zalewu w stosunku do powierzchni poszczególnych gmin jest niski i wynosi do 6,2%.



Rys. 1. Udział powierzchni terenów zalewowych w ogólnej powierzchni zalewu

Fig.1. Percentage floodplain area of the total area of flooding



Rys.2. Udział powierzchni terenów zalewowych w powierzchni gmin

Fig. 2. Percentage floodplain area of the community area

Tab. 1. Formy pokrycia obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią w powiecie poznańskim wg klas Corine Land Cover (opracowanie własne na podstawie CLC)

Tab. 1. Floodplain cover types in the Poznań district by Corine Land Cover classes (auth. elab. on the base of CLC)

Poziom 1		Poziom 2		Poziom 3	
	Tereny antropogeniczne	1.1	Zabudowa miejska	1.1.2	Zabudowa miejska luźna
		1.2	Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne	1.2.1	Tereny przemysłowe lub handlowe
		1.3	Kopalnie, wyrobiska i budowy	1.3.1	Miejsca eksploatacji odkrywkowej
		1.4	Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe	1.4.2	Tereny sportowe i wypoczynkowe
	Tereny rolne	2.1	Grunty orne	2.1.1	Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających
		2.3	Łąki i pastwiska	2.3.1	Łąki i pastwiska
		2.4	Obszary upraw mieszanych	2.4.2	Złożone systemy upraw i działek
				2.4.3	Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej
	Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1	Lasy	3.1.1	Lasy liściaste
				3.1.2	Lasy iglaste
				3.1.3	Lasy mieszane
		3.2	Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej	3.2.4	Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian

Na przedmiotowym terenie równiny zalewowe charakteryzują się zróżnicowanymi formami pokrycia terenu. W granicach obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią znajdują się zarówno tereny antropogeniczne, czyli tereny w mniejszym bądź większym stopniu przekształcone i zainwestowane przez człowieka, jak również tereny naturalne – rolne i leśne (tab. 1).

W granicach obszarów zalewowych dominują tereny rolne – zajmują ponad połowę powierzchni zalewu (51,6%). Następnie ponad 40% stanowią kompleksy leśne (46,5%). Tereny antropogeniczne, czyli zagospodarowane przez człowieka, zajmują jedynie 1,8% analizowanych terenów zalewowych. Wśród nich dominuje zabudowa miejska (1,2%), tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne zajmują jedynie 0,6%. Na obszarach zalewowych występują także stare

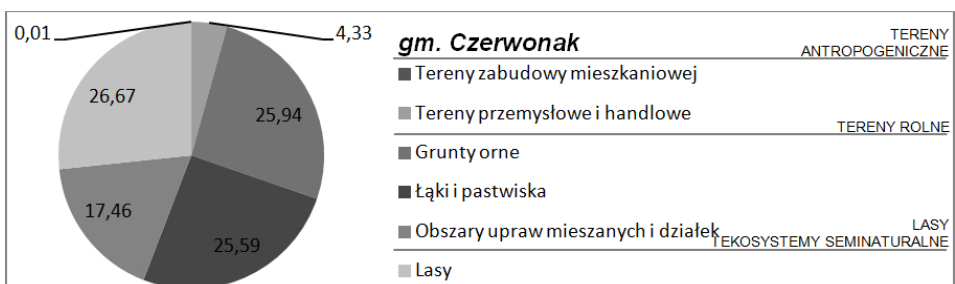
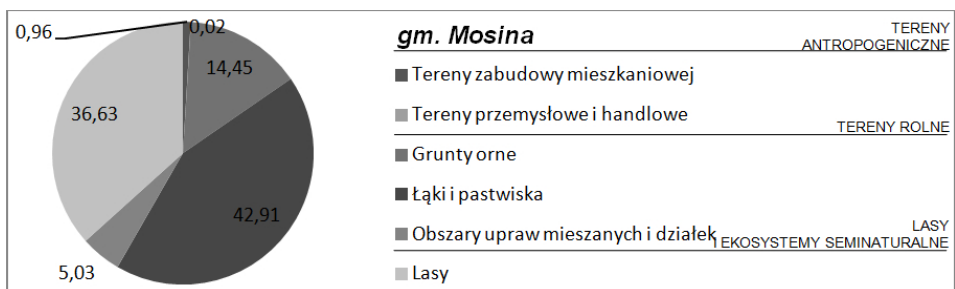
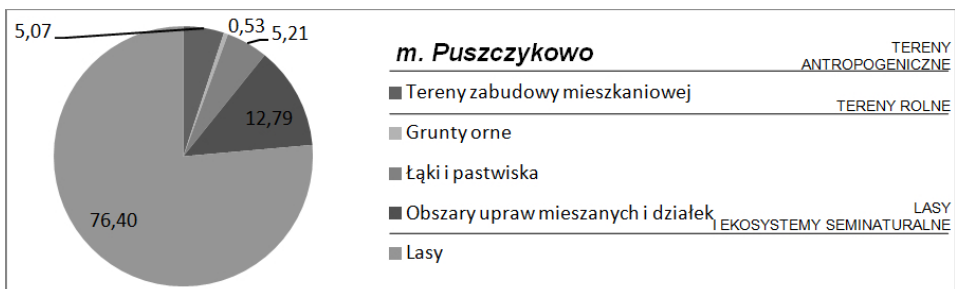
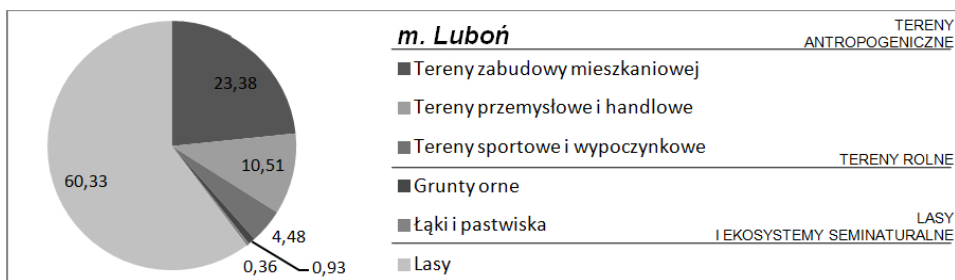
wyrobiska. Wśród terenów rolnych dominują natomiast obszary łąk i pastwisk, które zajmują 33,8%.

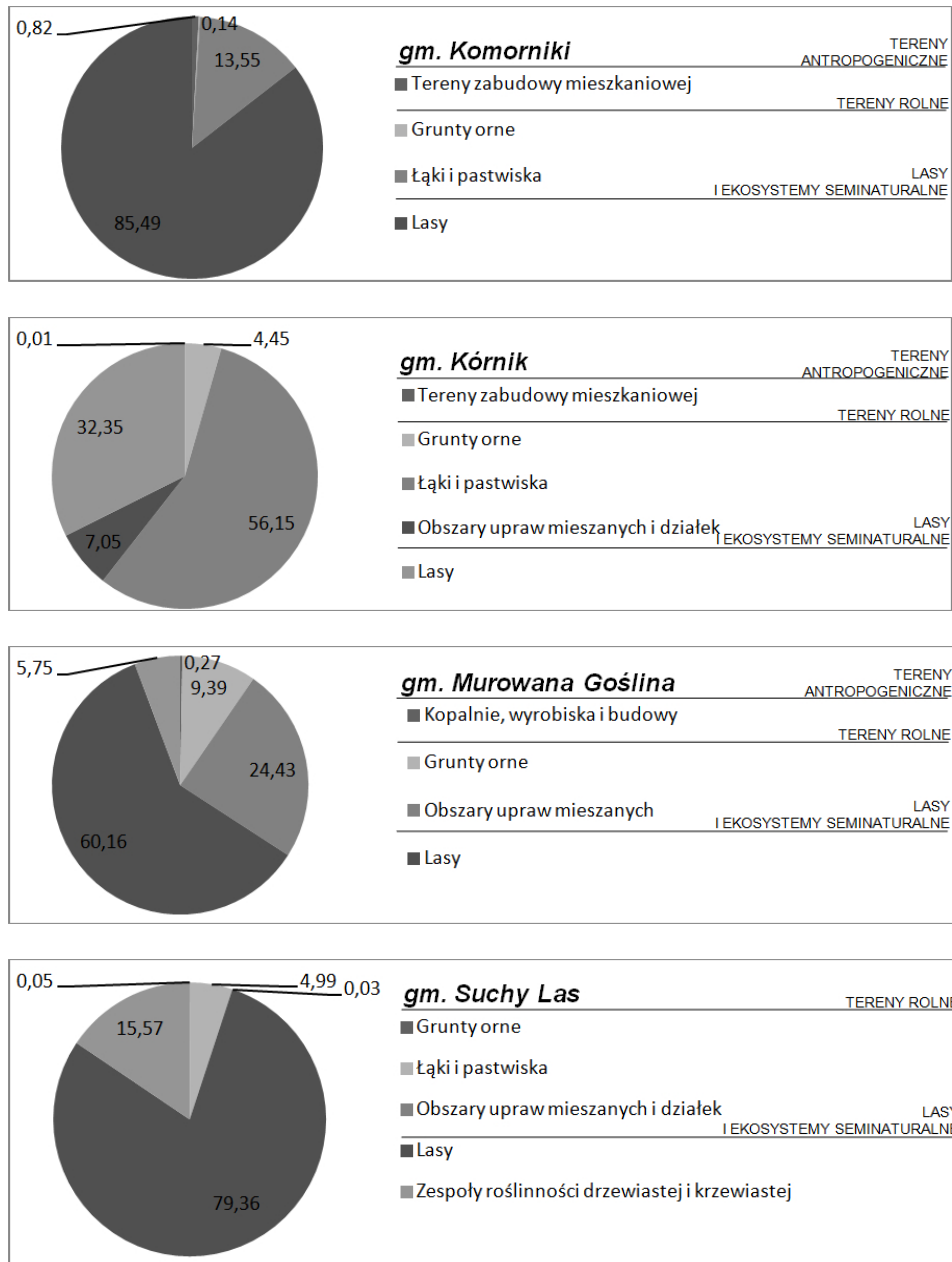
Na terenach miejskich w granicach zalewu dominują obszary leśne (67,9%), wśród nich lasy mieszane (37,5%). Tereny rolne stanowią ponad 1/5 powierzchni zalewu (20,5%), w tym większość to łąki i pastwiska (12,8%). W mniejszości występują obszary złożonych upraw i działek (6,8%) oraz grunty orne (0,9%). Z kolei tereny antropogeniczne obejmują 11,6% powierzchni analizowanych terenów zalewowych. Głównie zagrożone są obszary zabudowy mieszkaniowej (8,1%), dalej tereny przemysłowe i handlowe (2,4%), na końcu tereny sportowe i wypoczynkowe (1,0%).

Natomiast na terenach wiejskich udział terenów rolnych w porównaniu do terenów miejskich jest znacznie wyższy – ponad 2 krotnie (54,2%). Większość z nich, podobnie jak na terenach miejskich, stanowią łąki i pastwiska (35,5%), a następnie grunty orne (12,4%) oraz obszary upraw mieszanych i działek (6,3%). Na terenach wiejskich w o wiele niższym stopniu zagrożone są, w porównaniu do terenów wysoko zurbanizowanych, tereny zabudowy mieszkaniowej (0,7%) oraz obszary przemysłowe i handlowe (0,01%). W znikomym ilości występują również tereny wyrobisk kopalnianych.

Luboń należy do miast w dużym stopniu zagrożonych zalaniem obszarów antropogenicznych – zajmują one 38,4 % zalewu. Należy podkreślić, że wśród nich dominują tereny zabudowy mieszkaniowej (23,4%). Stanowią je głównie budynki położone w starszej części miasta, tzw. Starym Luboniu, oraz zabudowy wzdłuż starorzeczy, tzw. Kocich Dołów, położonych w południowej części miasta. Udział obszarów rolnych jest nieznaczny (1,3%) i stanowią je grunty orne oraz łąki i pastwiska, zlokalizowane w południowej części miasta. W strukturze form pokrycia terenów zalewowych dominują obszary leśne, zajmując ponad 60,0% zalewu. Znajdują się one głównie w północnej części miasta.

W Puszczykowie, stanowiącym teren miejski, w granicach terenów zalewowych także występują obszary zabudowy mieszkaniowej, które zajmują 5,1% powierzchni zalewu. Są to budynki położone w granicach Wielkopolskiego Parku Narodowego – w zakolu Warty na północy miasta oraz we wschodniej jej części. W porównaniu do Lubonia, w Puszczykowie udział terenów rolnych (18,5%) w strukturze form pokrycia terenów zalewowych jest wyższy kosztem spadku udziału powierzchni obszarów leśnych (81,5%), które położone są w granicach Wielkopolskiego Parku Narodowego. Wśród terenów rolnych dominują złożone systemy upraw i działek (12,8%). łąki i pastwiska, stanowiące mniejszy udział powierzchni zalewu (5,2%), zlokalizowane są w południowej części Puszczykowa.





Rys. 4. Struktura form pokrycia terenów zalewowych w poszczególnych gminach powiatu poznańskiego

Fig. 4. The structure forms floodplains cover in the community Poznań district

Na terenie gminy Mosina tereny zalewowe są bardzo rozległe i występują, zarówno w granicach miasta, jak również na obszarach wiejskich. Same miasto w niskim stopniu graniczy z rzeką Wartą, a w strefie zalewu znajdują się głównie tereny łąk i pastwisk (87,9%). Grunty orne (3,6%) i lasy (8,6%) stanowią nieznaczny odsetek powierzchni zalewu miasta. Natomiast na obszarach wiejskich gminy, w obrębie miejscowości: Krajkowo, Radzewice, Rogalin, Wiórek, Czapury oraz Sowiniec znajdują się obszary zabudowane zagrożone powodzią (1,0%). Znajdują się one głównie na prawym brzegu Warty. Są to głównie budynki mieszkalne z zabudowaniami gospodarczymi. W miejscowości Wiórek i Czapury zagrożonym zalaniem jest znaczna część budynków mieszkalnych. Jednak z uwagi na olbrzymią powierzchnię zalewu w gminie, obszary zabudowy mieszkaniowej wraz z terenami przemysłowymi i handlowymi zajmują tylko 3,6% powierzchni zalewu. Największy areal ziemi w granicach terenów zalewowych w gminie zajmują tereny łąk i pastwisk (42,9%). Są to głównie obszary podmokłe biegnące w bezpośrednim sąsiedztwie rozbudowanych meandrów rzeki Warty i jej licznych starorzeczy, które położone są w granicach Rogalińskiego Parku Krajobrazowego. Grunty orne oraz obszary złożonych systemów upraw i działek zajmują łącznie 19,5% powierzchni zalewu i znajdują się w dalszej odległości od koryta rzeki. Kompleksy leśne, położone w granicach terenów zalewowych, zlokalizowane są w południowej części gminy i stanowią 36,6% powierzchni zalewu.

Obszary zalewowe w gminie Czerwonak cechują się znacznym udziałem terenów rolnych w strukturze użytkowania (69,0%). Wśród nich dominują grunty rolne (26,0%) znajdujące się głównie w północnej części gminy oraz łąki i pastwiska (25,6%) położone w centralnej i południowej części gminy. Znaczący obszar zalewu zajmują również obszary działek, które znajdują się w północnej części gminy (17,5%). Tereny przemysłowe i handlowe, położone w granicach zalewu, zlokalizowane są w środkowej i południowej części gminy. Stanowią 4,3% powierzchni terenów zalewowych w gminie. Obszary zabudowy miejskiej występują w śladowych ilościach, bo zajmują tylko 0,01% powierzchni zalewu. Udział kompleksów leśnych w porównaniu do innych gmin powiatu jest niski i wynosi 26,7%. Obszary leśne znajdują się, podobnie jak obszary łąk i pastwisk, w środkowej i południowej części gminy.

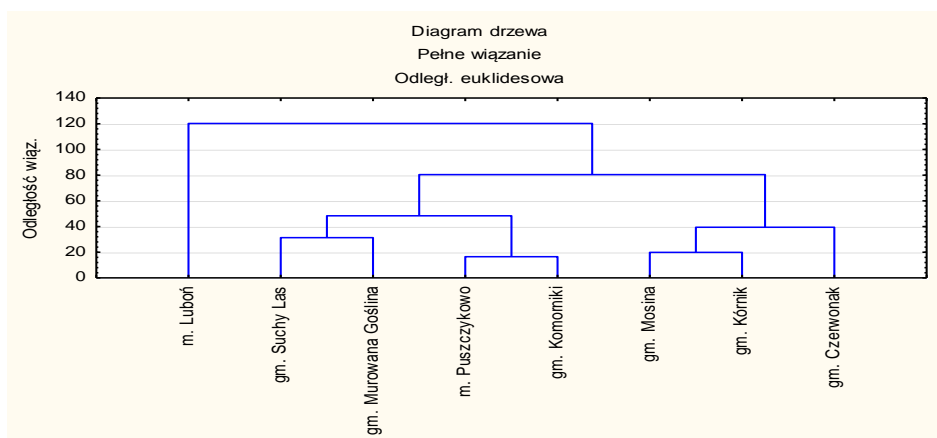
Tereny zalewowe w gminie Kórnik położone są w południowej części gminy w granicach Rogalińskiego Parku Krajobrazowego w okolicy miejscowości Czmoniec. Są to głównie tereny rolne (67,7%), w tym znaczący areal zajmują łąki i pastwiska (56,2%), znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzeki. Obszary leśne zajmują 36,4% powierzchni zalewu i położone są w dalszej odległości od Warty. Obszary zabudowy luźnej stanowiące zabudowania gospodarstw zagrożone powodzią zajmują tylko 0,01% terenów zalewowych. W tym przypadku są to wyłącznie budynki inwentarskie.

W gminie Suchy Las na obszarze terenów zalewowych dominują kompleksy leśne (94,9%) położone w granicach obszaru Natura 2000, specjalnego obszaru ochrony siedlisk „Biedrusko”. Inną formą pokrycia terenu zagrożoną powodzią są tereny rolne, w tym głównie łąki i pastwiska, które zajmują 5,0%. W gminie Suchy Las w granicach zalewu nie występują obszary zabudowane.

Obszary zagrożone powodzią w gminie Komorniki również położone są w większości w granicach obszaru objętego prawną formą ochrony przyrody – Wielkopolskiego Parku Narodowego. Z tego też względu w strukturze form pokrycia terenów zalewowych gminy Komorniki dominują obszary leśne (85,5%). Zagrożonych powodzią są również tereny rolne, głównie łąki i pastwiska, które zajmują 13,6% powierzchni zalewu. Liczne budynki mieszkalne położone w miejscowości Łęczyca także zagrożone są zalaniem (0,8%).

W gminie Murowana Goślina na obszarze terenów zalewowych dominują tereny leśne (65,9%), które występują w granicach obszaru Natura 2000, specjalnego obszaru ochrony siedlisk „Biedrusko”. W granicach zalewu znajdują się wyrobiska dawnej żwirowni w okolicy miejscowości Mściszewo (0,3%). Występują również obszary rolne (33,8%) zlokalizowane w południowej części gminy, w tym głównie tereny działek (24,4%).

Na przedmiotowym terenie zagrożonych powodzią jest około 136 ha obszarów mieszkaniowych, przemysłowych, handlowych i komunikacyjnych położonych w granicach sześciu jednostek terytorialnych. Najwięcej gospodarstw zagrożonych zalaniem występuje w gminie Mosina, Komorniki oraz mieście Luboń.



Rys. 4. Gminy o podobnej strukturze form pokrycia terenów zalewowych w powiecie poznańskim

Fig. 4. Community with similar structure forms cover floodplains in Poznań district

W rezultacie wyróżnić można trzy grupy gmin o podobnej strukturze form pokrycia terenów zalewowych. W gminie Mosina, Czerwonak i Kórnik zagrożone powodzią są głównie tereny rolne. Natomiast na obszarach zalewowych w mieście Puszczykowo oraz w gminach: Komorniki, Suchy Las oraz Murowana Goślina dominują obszary leśne, z uwagi na położenie tych gmin w granicach takich form ochrony przyrody, jak Wielkopolski Park Narodowy czy obszar Natura 2000: specjalny obszar ochrony siedlisk „Biedrusko”. Odrębną grupę jednoelementową stanowi miasto Luboń, w których w porównaniu do innych analizowanych gmin znaczny odsetek obszarów zagrożonych powodzią stanowią tereny zabudowy mieszkaniowej.

Najwyższym poziomem ryzyka powodziowego z uwagi na formy pokrycia terenów zalewowych cechuje się miasto Luboń, w granicach którego na obszarach bezpośredniego zagrożenia powodzią w znacznej mierze występują obszary zabudowy mieszkaniowej (tab. 2). Następną grupę o wysokim stopniu ryzyka powodziowego stanowią miasto Puszczykowo oraz gmina Czerwonak, w których na terenach zalewowych również znajdują się, jednak w mniejszym stopniu obszary zabudowy, głównie mieszkaniowej. Gminy Murowana Goślina, Mosina, Komorniki i Suchy Las tworzą grupę gmin o średnim poziomie ryzyka powodziowego. Niskim ryzykiem wykazuje się natomiast gmina Kórnik.

Tab. 2. Poziom ryzyka powodziowego gmin powiatu poznańskiego
Tab. 2. The level of flood risk Poznań district community

Gmina/Miasto	Wskaźnik wg destymulant	Wskaźnik wg stymulant	Wskaźnik syntetyczny	Poziom ryzyka powodziowego
m. Luboń	1,0000	1,0000	1,000	Bardzo wysoki
m. Puszczykowo	0,3798	0,9034	0,6416	Wysoki
gm. Czerwonak	0,4823	0,7858	0,6340	
gm. Murowana Goślina	0,0134	0,9686	0,4910	Średni
gm. Mosina	0,8885	0,0000	0,4443	
gm. Komorniki	0,0905	0,7749	0,4327	
gm. Suchy Las	0,0000	0,8395	0,4198	
gm. Kórnik	0,0003	0,7655	0,3839	Niski

DYSKUSJA

Straty poniesione w wyniku powodzi mogą posłużyć częściowo do weryfikacji obliczonych powyżej wskaźników poziomu ryzyka powodziowego. Należy bowiem pamiętać, że wysokość szkód poniesionych w wyniku powodzi w dużej mierze zależy również od poziomu zagrożenia powodziowego – wysokości fali powodziowej.

W powiecie poznańskim w ostatnich latach jedna z największych powodzi miała miejsce w 2010 roku. Przebiegła ona przy stanach wody na Warcie trzecich co do wysokości w okresie powojennym. Stan wody wynosił wówczas 668 cm, co odpowiada rzędnej zwierciadła wody 56,14 m n.p.m. [Kowalczak i in., 2010].

Wysokości strat poniesione przez poszczególne gminy powiatu poznańskiego w wyniku powodzi w 2010 roku nie potwierdzają wcześniej wyznaczonego poziomu ryzyka powodziowego badanych jednostek (tab. 3). Wynikać to może z tego, że w niniejszej ocenie ryzyka powodziowego wzięto pod uwagę wyłącznie obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią. Natomiast powódź w 2010 roku swoim zasięgiem dotknęła również tereny pośredniego zagrożenia powodzią, czyli znajdujące się za linią wałów przeciwpowodziowych. Doszło bowiem do licznych podsiąków i podtopienia piwnic oraz przerwania wału. Z drugiej strony mieszkańcy i władze gminy na obszarach bezpośredniego zagrożenia powodzią w celu ochrony terenów zabudowań mieszkalnych budowali tymczasowe groble z worków z piasku, które w rezultacie uchroniły obszary o wysokim ryzyku powodziowym.

Znaczące różnice między określonym w toku analizy poziomem ryzyka powodziowego a wysokością strat powodziowych poniesionych przez poszczególne gminy powiatu poznańskiego dotyczą gmin Mosina, Kórnik i miasta Luboń. Trudno wypowiedzieć się na temat gmin: Komorniki i Murowana Goślina, ponieważ w ogóle lub w pełni nie oszacowano w ich przypadku wysokości strat powodziowych. W gminie Suchy Las rzeka Warta nie wystąpiła z brzegów podczas powodzi w 2010 roku. Bardzo wysokie straty w gminie Mosina wynikają ze znacznego zasięgu obszaru zalanego wodami powodziowymi (1700 ha gruntów rolnych) oraz z podtopienia licznych piwnic budynków mieszkalnych. W Kórniku także zalanych zostało wiele terenów rolnych (220 ha). Natomiast w Luboniu niskie straty powodziowe wynikają ze zorganizowanej akcji przeciwpowodziowej polegającej na wznoszeniu tymczasowych wałów na Starym Luboniu, chroniące całe osiedle zabudowy jednorodzinnej. Zalane zostały jednak: stadion miejski z budynkiem klubu sportowego oraz ogródki, podtopione piwnice i nadwarciańskie łąki.

Wnioskować można, że zastosowana metoda oceny ryzyka powodziowego gmin nie jest w pełni skuteczna. Niepoprawność może tkwić w jakości danych wejściowych, tj. wysokiej generalizacji powierzchni klas pokrycia terenu wy-

różnionych w Corine Land Cover. Bowiem w bazach danych CLC są przechowywane dane powierzchniowe, o minimalnej powierzchni 25 ha i szerokości co najmniej 100 m. Pokrycie terenu kartowane jest w tym przypadku metodą wizualnej interpretacji zdjęć satelitarnych dostarczonych przez satelity Landsat, SPOT i IRS.

Tab. 3. Straty powodziowe w 2010 roku poniesione przez gminy powiatu poznańskiego [opracowanie własne na podstawie Kowalczak i in. 2010].

Tab. 3. Flood losses in 2010 incurred by Poznan district community [auth. elab. on the base of Kowalczak et al. 2010]

Gmina/Miasto	Koszty akcji przeciwpowodziowej	Straty powodziowe	Ogółem
	tys. zł		
gm. Mosina	250,0	1 549,3	1 799,3
m. Puszczykowo	95,0	315,0	410,0
m. Luboń	68,5	131,2	199,7
gm. Kórnik	13,5	160,0	173,5
gm. Czerwonak	28,0	129,1	157,1
gm. Komorniki	103,5	-*	103,5
gm. Murowana Goślina	1,5	10,0**	11,5
gm. Suchy Las	0,0	0,0	0,0

* nie oszacowano strat

** nie oszacowano strat w rolnictwie

W związku z powyższym, w analizach przestrzennych przeprowadzanych na wysokim stopniu szczegółowości, tj. w obrębie stref zagrożenia powodziowego, należy stosować dane o pokryciu terenu o wyższym stopniu szczegółowości. Przy ocenie ryzyka powodziowego winno się ponadto uwzględnić czynnik ludzki, tzn. stopień skutecznego zorganizowania się ludności w akcji przeciwpowodziowej, co skutkuje często obniżeniem poziomu ryzyka analizowanych obszarów. Należy również pamiętać, że poziom ryzyka powodziowego badanych gmin nie jest stabilny i może się zmieniać w wyniku intensywnego rozwoju przestrzennego i społeczno-gospodarczego.

LITERATURA

1. BARREDO J. I., 2007. Major flood disasters in Europe: 1950–2005, Nat. Hazards 42, 125–148.
2. BERZ G., KRON W., LOSTE, T., RAUCH E., SCHIMTSCHKEK J., SCHMIEDER J., SIEBERT A., SMOLKA A., WIRTZ A., 2001. World Map of Natural Hazards – A Global View of the Distribution and Intensity of Significant Exposures, Natural Hazards 23, 443–465.

3. BRONSTERT, A., NIEHOFF, D., BÜRGER, G., 2002. Effects of climate and land-use change on storm runoff generation: present knowledge and modelling capabilities, *Hydrological Processes* 16, 509–529.
4. CA WALUP: How Urbanization Affects the Water Cycle, The California Water and Land Use Partnership, available at: <http://www.coastal.ca.gov/nps/watercyclefacts.pdf>. (last access: March 2013).
5. CARLSON, T.N., 2004. Analysis and prediction of surface runoff in an urbanizing watershed using satellite imagery, *Journal of the American Water Resource Association*, 40(4), 1087–1098.
6. CIOŁKOSZ A., POŁAWSKI Z. F., 2006. Zmiany użytkowania ziemi w Polsce w drugiej połowie XX wieku, *Przegląd Geograficzny* Nr 78, 173–190.
7. FELTYNOWICZ M., 2009. Ranking potencjału innowacyjnego polskich regionów z wykorzystaniem miar syntetycznych [W:] Nowakowska A. (red.), 2009. Zdolności innowacyjne polskich regionów, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 25–40.
8. GŁOSIŃSKA E., 2012. Struktura zagospodarowania obszarów zalewowych w Poznaniu. [W:] Fortuniak K., Jędruszkiewicz J., Zieliński M. (red.), 2012. Przestrzeń w badaniach geograficznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 67–75.
9. GUZZETTI F., STARK C., SALVATI, P., 2005. Evaluation of Flood and Landslide Risk to the Population of Italy, *Environmental Management* 36(1), 15–36.
10. HARVEY G.L., THORNE C.R., CHENG X., EVANS E.P., HAN S., SIMM J.D, WANG Y., 2009. Qualitative analysis of future food risk in the Taihu Basin, China, *Journal of Flood Risk Management* 2, 85–100
11. HAUKE J., 2009. Analiza statystyczna zależności spójność – konkurencyjność – rozwój regionu wielkopolskiego [W:] Churski R. (red.), 2009. Spójność i konkurencyjność regionu wielkopolskiego, Wyniki projektu badawczego zrealizowanego w ramach konkursu dotacji Ministerstwa Rozwoju Regionalnego w zakresie wdrażania funduszy strukturalnych na poziomie Narodowej Strategii Spójności. Umowa: DKS/DEFVIII/POPT/04/275/09.
12. KOWALCZAK P., KUROSZ P., SOBOLEWSKI Ł., 2010. Powódź w powiecie poznańskim w 2010 roku.
13. KRAKOWIAK-BAL A., 2005. Wykorzystanie wybranych miar syntetycznych o budowy miary rozwoju infrastruktury technicznej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* Nr 3/2005, PAN, Kraków, s. 71–82.
14. LERNER L. A., 2007. Assessing global exposure to natural hazards: Progress and future trends, *Environmental Hazards* 7, 10–19.

15. LUINO F., TURCONI L., PETREA C., NIGRELLI G., 2012. Uncorrected land-use planning highlighted by flooding: the Alba case study (Piedmont, Italy), *Natural Hazards Earth System Sciences* 12, 2329–2346.
16. ŁOGWINIUK K., 2011. Zastosowanie metod taksonomicznych w analizie porównawczej dostępu do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną w Polsce, *Economy and Management* 1/2011, 7-23.
17. MCCUEN R.H., 2003. Smart growth: hydrologic perspective. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* 129(3), 151–154.
18. POELMANS L., VAN ROMPAEY A., 2009. Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in highly fragmented areas: A case study in the Flanders–Brussels region, *Landscape and Urban Planning* 93, 10–19.
19. RISTIC R., KOSTADINOV S., ABOLMASOV B., DRAGICEVIC S., TRIVAN G., RADIC B., TRIFUNOVIC M., RADOSAVLJEVIC Z., 2012. Torrential floods and town and country planning in Serbia, *Natural Hazards Earth System Sciences* 12, 23–35
20. SCHMIDT T. P., GREIVING S., KALLIO H., FLEISCHHAUER M., JARVA J., 2006. Economic risk maps of floods and earthquakes for European regions, *Quaternary International* 150, 103–112.
21. Studium obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią w województwie wielkopolskim, 2009, RZGW.
22. TOYA H., SKIDMORE M., 2007. Economic development and the impacts of natural disasters, *Economics Letters* 94, 20–25.
23. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo Wodne (Dz. U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm. oraz t.j. Dz. U. 2012 poz. 145 z późn. zm.).
24. WAANANEN A. O., LIMERINOS J. T., KOCKELMAN W. J., SPANGLER W. E., BLAIR M. L., 1977. Flood-prone areas and land-use planning: selected examples from the San Francisco Bay region, California. US, Geological Survey Professional Paper 942, pp. 75.
25. WALCZYKIEWICZ T., 2002. Priorytety decyzyjne w zakresie realizacji systemów ochrony przeciwpowodziowej, *Gospodarka Wodna* 2, 61-64.
26. Wytyczne techniczne Bazy Danych Topograficznych, 2008, GUGiK.

PAPER TITLE IN ENGLISH*S u m m a r y*

The aim of this paper is analysis the cover forms of the Warta river floodplains in the Poznań district and assessment the level of individual community flood risk on the basis of their hierarchy. Also separated group of community with similar structure cover forms of floodplains. The flood risk level of individual community greatly varies depending on the cover form of floodplains.

Key words: floodplains, land cover, flood risk