

OBSZARY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI I POWODZIAMI OD WÓD GRUNTOWYCH – AKTUALNY STAN ROZPOZNANIA I POTRZEBY DAJSZYCH DZIAŁAŃ W ŚWIELE WYMOGÓW DYREKTYWY POWODZIOWEJ

THE AREA UNDER THREAT OF GROUND SURFACE INUNDATION AND FLOODING CAUSED BY GROUNDWATER – THE PRESENT STATE OF RECOGNITION AND ACTION PLAN NEEDED IN THE LIGHT OF EU FLOOD DIRECTIVE

ZBIGNIEW FRANKOWSKI¹, PIOTR GAŁKOWSKI¹, KRZYSZTOF MAJER¹

Abstrakt. Ekstremalne opady atmosferyczne z ostatnich lat wykazały, że znaczne obszary kraju są narażone na podtopienia i powodzie od wód gruntowych. W pracach związanych z usuwaniem szkód w wyniku powodzi przydatna była Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w skali 1:50 000. W związku z wdrażaniem w naszym kraju Dyrektywy Powodziowej (2007/60/WE) niezbędne są dalsze prace uszczegóławiające, mające na celu opracowanie map zagrożenia powodziowego i ryzyka powodziowego w skali 1:10 000, które uwzględniałyby zagrożenie od wód gruntowych. Wyniki tych prac są bardzo istotne ze względu na ich wykorzystanie w planach zarządzania ryzykiem powodziowym oraz w planach zagospodarowania przestrzennego.

Słowa kluczowe: podtopienie, powódź, dyrektywa powodziowa.

Abstract. Extreme rainfalls which occurred in recent years in Poland showed that a large area of the country is subject to the risk from ground surface inundation and flooding caused by groundwater. The only regional study of the problem so far, the “Map of the area threatened with ground surface inundation in Poland”, at a scale of 1:50 000, was highly useful during the removal of damage caused by flooding. The GIS map was prepared by the Polish Hydrogeological Survey in the Polish Geological Institute in 2003–2006. According to the EU Flood Directive (2007/60/EC) implementation, it is essential to prepare a more detailed study at a scale of 1:10 000 for the purpose of flood hazard maps and flood risk maps where flooding caused by groundwater could appear. The results of this work would be implemented in the flood risk management plans and land development plans.

Key words: ground surface inundation, flooding areas, EU Flood Directive.

PODTOPIENIA A POWÓDŹ OD WÓD GRUNTOWYCH – IDENTYFIKACJA ZJAWISKA I WYNIKAJĄCYCH Z NIEGO ZAGROŻEŃ

Podtopienia terenu wywołane wysokim poziomem wód gruntowych nie mają w obecnych przepisach prawnych i wytycznych określonej definicji. Brakuje także wymogów dotyczących możliwości uwzględnienia obszarów zagrożo-

nych podtopieniami przy sporządzaniu dokumentów planistycznych. Termin podtopienie jest często mylnie utożsamiany ze strefą zalewową czy też zasięgiem powodzi wywołanej przez wody powierzchniowe.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
e-mail: zbigniew.frankowski@pgi.gov.pl, piotr.galkowski@pgi.gov.pl, krzysztof.majer@pgi.gov.pl

Według autorów przez podtopienie terenu należy rozumieć występowanie zwierciadła wód gruntowych blisko powierzchni terenu, spowodowane określonymi warunkami hydrogeologicznymi, intensywną infiltracją wód opadowych, przekroczeniem zdolności retencyjnej przepuszczalnej warstwy przypowierzchniowej, podniesieniem poziomu wód w ciekach i zbiornikach lub różnymi czynnikami antropogenicznymi. Podtopienie może więc zachodzić zarówno na obszarach wysoczyzn, równin falistych, jak i w rejonie czy sąsiedztwie dolin rzecznych. W wyniku postępujących podtopień może dojść do zatopienia powierzchni terenu, czyli do zalewiska (Dowgiałło i in., red., 2002). Takie zalewiska, które powodują znaczne utrudnienia użytkowania terenu lub prowadzą do szkód w istniejącej infrastrukturze oraz negatywnie wpływają na zdrowie ludzkie, możemy określić jako powódź od wód gruntowych.

Jedyną wzmianką na temat zagrożeń od wód gruntowych w formalnym dokumencie są zapisy w Dyrektywie Powodziowej (Dyrektywa..., 2007). Dyrektywa ta jest jednak ściśle związana z Ramową Dyrektywą Wodną (Directive..., 2000). W Dyrektywie Powodziowej podaje się dość obszerną definicję powodzi, w myśl której, zgodnie z wykładnią specjalistów ds. ochrony przeciwpowodziowej

Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (KZGW), podtopienie skutkujące wystąpieniem wód gruntowych na powierzchni terenu również może spowodować powódź (mówimy wtedy o powodzi od wód gruntowych). W Dyrektywie porusza się również kwestię uwzględnienia na mapach zagrożenia i ryzyka powodziowego właśnie powodzi od wód gruntowych (art. 6, pkt 7). Dlatego też obszar występowania podtopień sklasyfikowanych jako powódź od wód gruntowych (gdy następuje zalanie powierzchni terenu) powinien zostać objęty badaniami mającymi na celu opracowanie map zagrożenia i ryzyka powodziowego (analogicznie do powodzi od wód powierzchniowych). Jest to bardzo istotne, gdyż implikuje formalne następstwa wyznaczenia obszarów zagrożonych i obszarów ryzyka również w planach zarządzania ryzykiem powodziowym, jak i planach zagospodarowania przestrzennego. Na terenach, na których mogą okresowo występować podtopienia, celowe jest prowadzenie prac metodycznych i kartograficznych umożliwiających wyznaczenie ich zasięgu. Przed wydaniem pozwolenia na budowę na terenach zagrożonych podtopieniami wymogiem powinno być sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zawierającej propozycje posadowienia obiektu, uwzględniające wyżej wymienione zagrożenie.

WYSTĘPOWANIE PODTOPIEŃ I POWODZI OD WÓD GRUNTOWYCH W POLSCE

Ekstremalne warunki atmosferyczne z lat 1997–2010 ukazały skalę zagrożenia podtopieniami w kraju. Przyczynami wielu szkód były: brak uregulowań prawnych związanych z podtopieniami, a zwłaszcza nieuwzględnianie obszarów zagrożonych w dokumentach planistycznych, a także zły stan techniczny istniejących systemów melioracyjnych (Ustawa..., 2003).

Znaczne straty materialne poniesiono w rolnictwie (obniżenie plonowania), leśnictwie (wypadanie drzew) oraz osadnictwie i infrastrukturze przemysłowo-usługowej (zagrzybienia budynków, szkody związane z magazynowaniem artykułów, wybicia szamb, uszkodzenia instalacji podziemnych, zalania garaży podziemnych i pojazdów, zalania studni i pomp itp.). Wiele szkód było skutkiem braku konserwacji rowów i urządzeń melioracyjnych oraz budowy nasypów pod różne obiekty w naturalnych obniżeniach cieków powierzchniowych (nawet okresowych). Przyczyniło się to do

piętrzenia wód powierzchniowych i w efekcie podtopienia lub zatopienia okolicznych terenów.

W związku z licznymi roszczeniami część firm ubezpieczeniowych rozpoczęła starania o pozyskanie danych na temat zasięgu zalewów wyznaczanych przez Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej oraz wszelkich dostępnych danych GIS dotyczących podtopień wodami gruntowymi. Istotnym elementem kampanii informacyjnej jest niewątpliwie publikowanie map dotyczących powodzi i podtopień w internecie, zwłaszcza w formatach systemu GIS.

Nałożenie mapy zasięgu obszarów zagrożonych podtopieniami, wynikającymi z lokalnych warunków hydrogeologicznych, na mapę zasięgu sieci melioracyjnych oraz gęstości zabudowy umożliwiłoby opracowanie map ryzyka dla obszarów charakteryzujących się warunkami hydrogeologicznymi wskazującymi na zagrożenie podtopieniem podczas wystąpienia ekstremalnych zjawisk hydrologicznych.

AKTUALNY STAN ROZPOZNANIA OBSZARÓW ZAGROŻONYCH PODTOPIENIAMI – MAPY W SKALI 1:50 000

Jedynym jak do tej pory, ograniczonym do rejonu dolin rzecznych, opracowaniem kartograficznym zasięgu obszarów zagrożonych podtopieniami, jest mapa państwowej służby hydrogeologicznej (PSH). Wykonywana była ona w czterech etapach w latach 2003–2006 (Frankowski i in.,

2007; Nowicki red., 2007). Jest to pierwsza część projektu dotycząca rejonów dolin dużych rzek, w skali 1:50 000, wykonana przez hydrogeologów i geologów inżynierskich w ramach zadania PSH „Identyfikacja obszarów o wysokim ryzyku podtopień” (fig. 1).

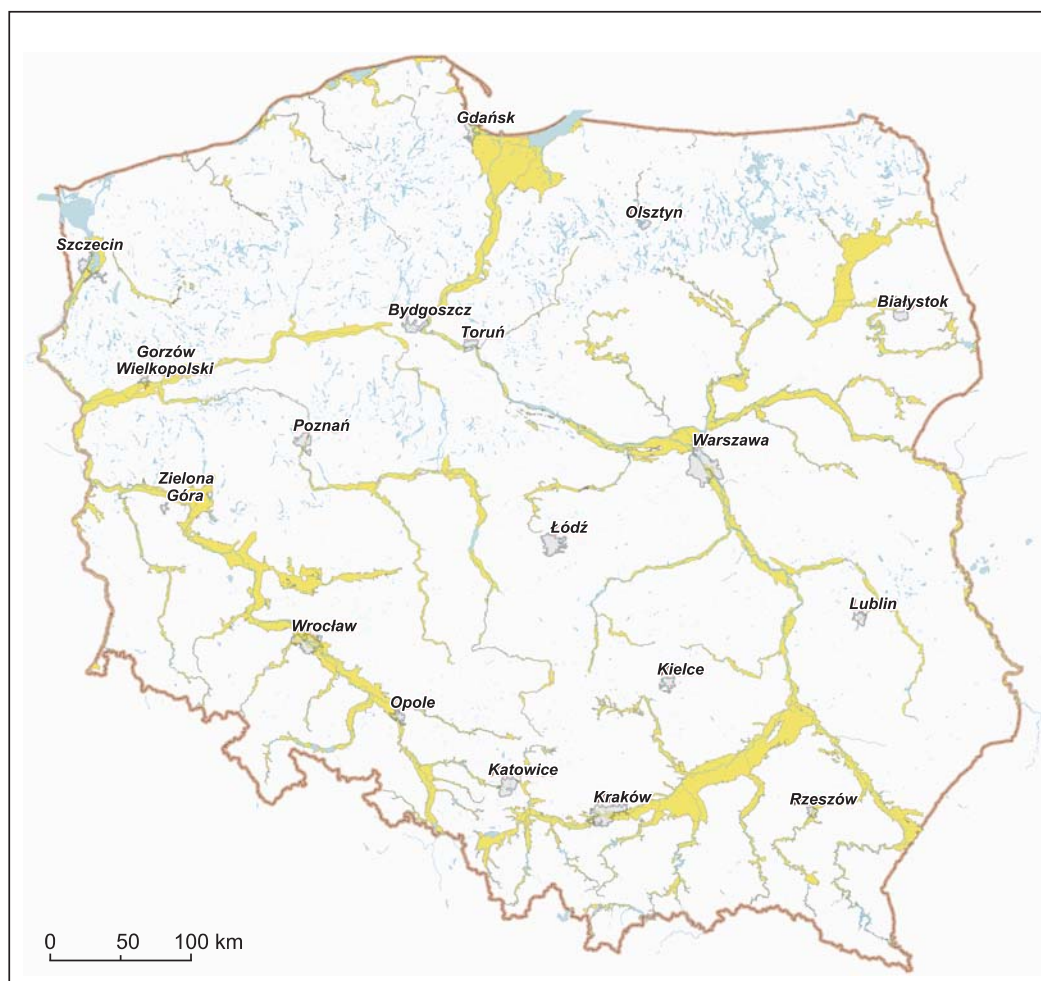


Fig. 1. Obszary zagrożone podtopieniami od wód gruntowych (kolor żółty) w rejonie dużych dolin rzecznych (Frankowski i in., 2007)

Areas in threat of ground surface inundation (yellow) in large river valleys (Frankowski *et al.*, 2007)

Obszary zagrożone podtopieniami przedstawiono na 607 arkuszach mapy w skali 1:50 000 i obejmują one około 7% powierzchni kraju. Przykładowy arkusz przedstawiono na [figurze 2](#). Kolejne etapy prac powinny dotyczyć identyfikacji w szczególności obszarów zagrożonych powodzią od wód gruntowych na mapach w skali 1:10 000 wraz z opracowaniem map ryzyka zgodnie z wymogami Dyrektywy Powodziowej.

Opracowanie wykonano w systemie GIS (oprogramowanie ArcGIS). Wszystkie dane przedstawiono w układzie współrzędnych PUWG 1992 w skali 1:50 000. Dane można interpretować zarówno bezpośrednio w systemie GIS, jak i przedstawiać w podziale na arkusze. Warstwę ciągłą zasięgu obszarów zagrożonych podtopieniami udostępniono w formie serwisu WMS, dostępnego na witrynie PSH (www.psh.gov.pl) lub w przeglądarce danych GIS na portalu Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (www.geoport.gov.pl).

Mapę w skali 1:50 000 opracowano na podstawie analizy danych GIS. Wyznaczono obszary zagrożone podtopieniami

jedynie w dolinach większych rzek i ich najbliższym sąsiedztwie. Dotyczyło zatem podtopień naturalnych, występujących głównie na tarasach zalewowych i nadzalewowych. Podstawowym punktem odniesienia do wyznaczenia obszaru zagrożonego podtopieniem w ramach każdego arkusza mapy były utwory geologiczne (holoceńskie grunty organiczne, osady tarasów) oraz morfologia i hydrografia terenu, a więc występowanie podmokłości i zalewisk w obrębie obszarów tarasów nadzalewowych oraz innych jednostek morfologicznych w sąsiedztwie analizowanych dolin. Utwory geologiczne, których geneza wiąże się z przepływem, fazą rozwoju i zaniku starorzeczy czy też z płytkim występowaniem wód gruntowych, wskazują na możliwość wystąpienia podtopień przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych, mimo że na tych terenach nie były wcześniej rejestrowane. W związku z tym właśnie geologiczne spojrzenie na zagadnienie podtopień może prowadzić do określenia możliwych zmian środowiska i wynikającego z nich ryzyka. Potwierdzają to zasięgi powodzi i związanych z nimi podtopień, które mogliśmy obserwować w ostatnim czasie.

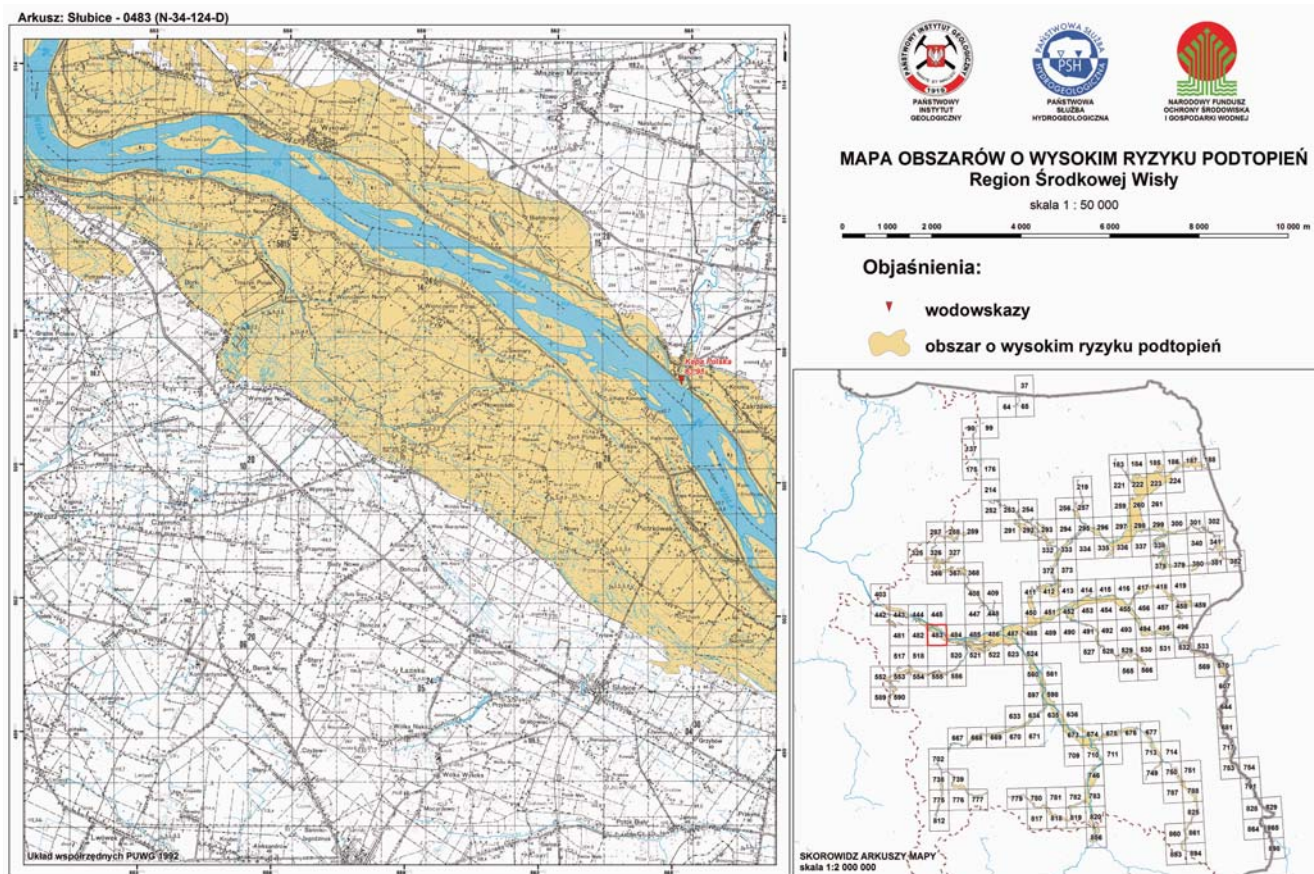


Fig. 2. Przykładowy arkusz mapy podtopień w skali 1:50 000 (Frankowski i in., 2007)

An example map sheet of ground surface inundation area scale 1:50 000 (Frankowski *et al.*, 2007)

Obszary zagrożone podtopieniami wyznaczono na podstawie analizy różnych zbiorów danych w zależności od ich kompletności i dokładności. Identyfikację obszarów przeprowadzono na podstawie interpretacji następujących danych:

- budowa geologiczna, a zwłaszcza występowanie holocénskich osadów rzecznych i jeziornych (szczególnie organicznych), uwzględnionych na arkuszach Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000;
- morfologia i hydrografia terenu z map topograficznych w skali 1:50 000 i 1:25 000;
- warunki hydrogeologiczne występowania pierwszego poziomu wodonośnego;
- dane Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (RZGW) – stan na lata 2003–2006, dotyczące stref zagrożenia powodziowego oraz zasięgu powodzi historycznych;
- dane wodowskazowe z zasobów Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW).

Na podstawie powyższej analizy wyznaczono zasięgi terenów, na których występują podtopienia lub mogą zaistnieć w warunkach ekstremalnych zmian stanów wód podziemnych i powierzchniowych. Są to tereny będące w przeszłości lub obecnie podmokłościami lub wręcz zalewiskami (na co wskazują utwory geologiczne oraz ukształtowanie terenu

wraz z hydrografią) oraz tereny, które są potencjalnie zagrożone podtopieniem w wyniku wezbrań powodziowych. Ze względu na brak określonych danych nie rozdzielono obszarów na strefy zagrożone podtopieniem i strefy zagrożone powodzią od wód gruntowych.

Wyznaczony obszar powinno się traktować jako maksymalny możliwy zasięg wystąpienia zjawiska podtopień w rejonie doliny rzecznej. Przeważnie obejmuje on tarasy zalewowe oraz część tarasu nadzalewowego i jest scharakteryzowany jedną warstwą tematyczną.

Dotychczasowe wyniki prac zestawione w formie map GIS w skali 1:50 000 były wykorzystane w czasie ostatniej powodzi w 2010 r. przez Państwową Straż Pożarną do celów ratowniczych, w tym ewakuacji ludności z zagrożonych terenów. Były także udostępniane i wykorzystywane do opracowania map i rekomendacji do likwidacji rozlewisk powodziowych/podtopień (współpraca m.in. PSH i PIG-PIB) w ramach doraźnego zespołu informacji kryzysowej PROTEUS-GMES (projekt Centrum Badań Kosmicznych PAN; <http://gmes.cbk.waw.pl>).

Podczas analizy GIS porównanie widocznego na zdjęciach satelitarnych zasięgu szkód w rejonach dolin rzecznych gmin: Połaniec, Sandomierz, Solec n. Wisłą, Wilków i Słubice (fig. 3) z wyznaczonymi zasięgami obszarów za-

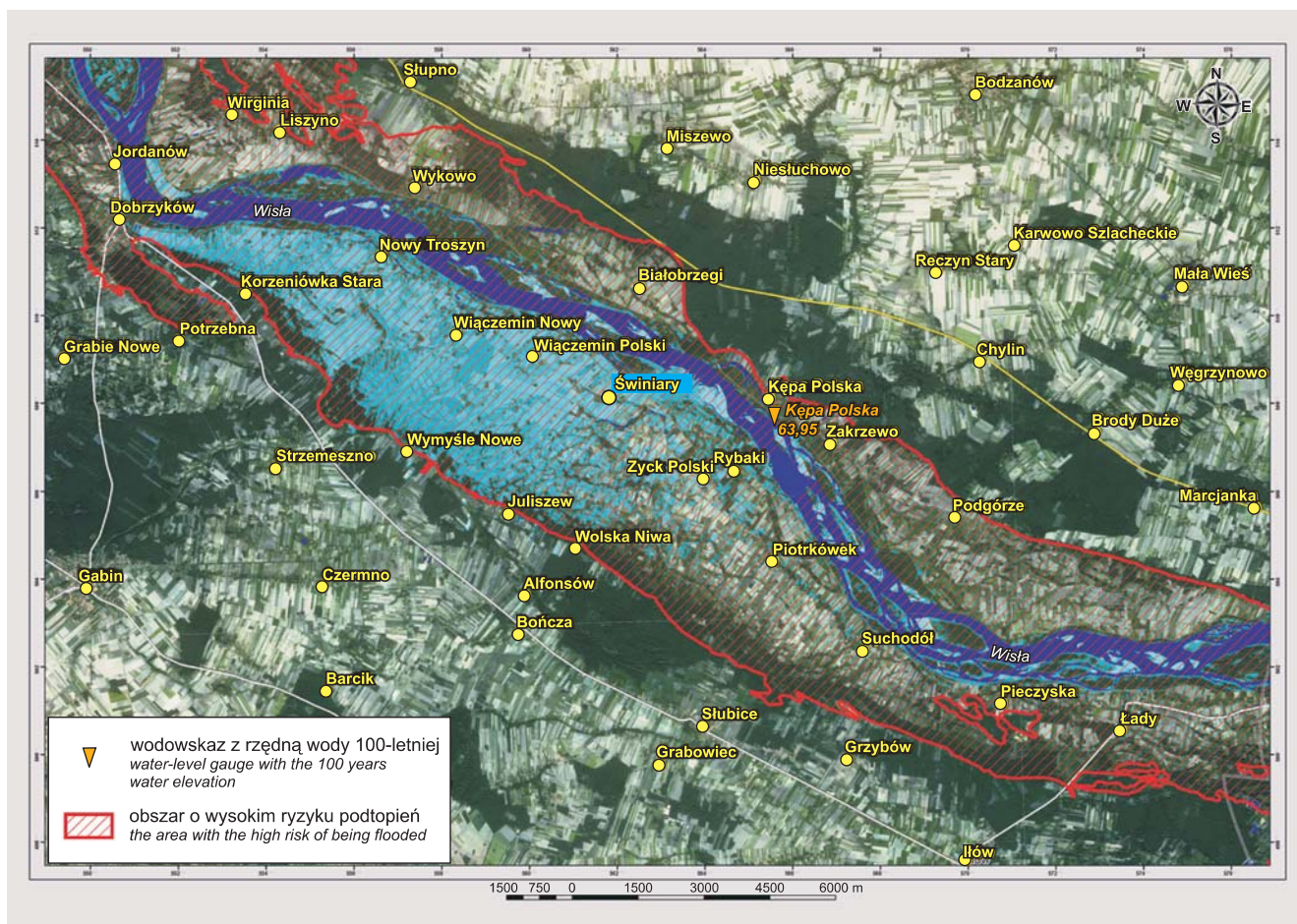


Fig. 3. Mapa zasięgu przewidywanych podtopień w skali 1:50 000 na tle zdjęcia satelitarnego z dnia 26.05.2010 r.

Map of predicted range of ground surface inundation scale 1:50 000, on the background of a satellite image taken 26 May 2010

groźonych podtopieniami wykazało, że strefy te korespondują ze sobą. Analizując dane przestrzenne GIS należy podkreślić, że w przypadku stanów ekstremalnych czy przerwania wału i zalewu, granica między strefą zagrożenia powodzią a strefą podtopień (opóźnionych w czasie) zaciera się. Niemniej jednak dobrze wyznaczony zasięg strefy zagrożonej podtopieniem powinien przekraczać strefę zalewu.

Mapa podtopień w skali 1:50 000 lokalnie jest z powodzeniem wykorzystywana również przy ocenach ryzyka podczas sporządzania miejscowych planów zagospodarowania (np. Gliwice). Mimo dużej skali 1:10 000 miejscowego planu, mapa podtopień w skali 1:50 000 pokrywa się

bardzo dokładnie z zasięgiem wyznaczonym na podstawie lokalnych prac kartograficznych wykonanych przez biuro projektowe.

W związku z brakiem regulacji prawnych dotyczących uwzględniania danych o podtopieniach w dokumentach planistycznych, korzystanie z nich i włączanie do analiz ryzyka oraz sporządzanych map z rekomendacjami zagospodarowania zależy od możliwości dotarcia do tych danych przez biura projektowe i planistyczne jednostki samorządowe. Z map zamieszczanych w internecie korzystają również firmy ubezpieczeniowe oraz indywidualni użytkownicy.

OPRACOWANIE MAPY PODTOPIEŃ W SKALI 1:10 000

Celem drugiego etapu projektu, planowanego na lata 2011–2015, powinno być wyznaczenie obszarów zagrożonych powodzią od wód gruntowych jako nowej warstwy informacyjnej w systemie GIS w skali 1:10 000, co jest związane z wdrażaniem Dyrektywy Powodziowej.

Po etapie pilotażowym obejmującym szczegółową analizę GIS wszystkich dostępnych danych oraz terenową wali-

dację przyjętej metodyki kartowania obszarów o określonym modelu warunków hydrogeologicznych, zostaną wytypowane obszary priorytetowe do szczegółowej realizacji w skali 1:10 000. Kluczowymi i wyjściowymi danymi będą przede wszystkim warstwy informacyjne i wiedza o danym terenie zgromadzona podczas realizacji map hydrogeologicznych w skali 1:50 000 pierwszego poziomu wodonośnego

(PPW MHP) oraz poprzedniej mapy obszarów zagrożonych podtopieniami. Będzie to wymagało udziału doświadczonych hydrogeologów i geologów inżynierskich.

Na etapie szczegółowym zostaną opracowane mapy tych terenów, na które wskazuje obecny i planowany rozwój osadnictwa, mieszkalnictwa, infrastruktury przemysłowej, usługowej. Uwzględnione zostaną również obszary wystąpienia dotychczasowych podtopień i powodzi od wód gruntowych. Istotne będą tu doniesienia z jednostek samorządowych zarządzania kryzysowego oraz jednostek ds. środowiska, które gromadzą te zgłoszenia, doniesienia prasowe oraz wywiady osób realizujących prace terenowe. Klasyfikacja obszarów będzie wsparta wynikami analizy danych ze zdjęć wykonanych w ramach projektu IACS Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) oraz innych dostępnych zdjęć lotniczych i satelitarnych.

Przy wyznaczaniu obszarów zagrożonych podtopieniem będą również uwzględnione aktualne dane, opracowywane przez RZGW i IMiGW oraz jednostki administracji zajmu-

jące się planowaniem przestrzennym. Na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia określonych stanów wód powierzchniowych, np. woda stuletnia (1%), woda pięćsetletnia (0,02%), będzie możliwa ocena wystąpienia zagrożenia podtopieniem obszaru w dolinie rzecznej. Następnie, dla obszarów zagrożonych podtopieniem i powodzią od wód gruntowych, po uwzględnieniu danych o zaludnieniu, infrastrukturze, środowisku i innych, powinny zostać opracowane mapy ryzyka powodzi od wód gruntowych zgodnie z metodologią i wymogami wynikającymi z Dyrektywy Powodziowej. Przeprowadzone analizy wskażą również obszary zagrożone podtopieniem, które, mimo że nie zostały zaklasyfikowane jako zagrożone powodzią od wód gruntowych w toku wdrażania Dyrektywy Powodziowej, przy odpowiednich zapisach prawnych będą mogły zostać wykorzystane do wprowadzenia uzupełniających zapisów w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, a z pewnością będą użyteczne jako dodatkowa informacja dla osób sporządzających plany.

PODSUMOWANIE

Niespodziewane, negatywne efekty podtopień i powodzi od wód gruntowych, obserwowane na znacznych obszarach kraju w latach 1997–2010, upoważniają do prowadzenia dalszych prac kartograficznych w rejonach dotychczas nie objętych tymi pracami. Ich celem byłoby wyznaczenie, z wykorzystaniem metodyki szczegółowej identyfikacji, zasięgu zagrożenia powyższymi zjawiskami na tych terenach na mapach w skali 1:10 000. Złożone i często opóźnione w czasie skutki powodzi od wód gruntowych wskazują również na potrzebę wprowadzenia odpowiednich zapisów i regulacji w dokumentach planistycznych w przypadku stref, w obrębie których może wystąpić zagrożenie (np. o konieczności wykonania odpowiednich ekspertyz przy uzyskiwaniu pozwolenia na budowę czy zastosowaniu odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych). W odniesieniu do obszarów zagrożonych powodzią od wód gruntowych będzie to możliwe w związku z wdrażaniem w naszym kraju Dyrektywy Powodziowej (Dyrektywa..., 2007). W znacznej mierze szkody wynikają z braku w obowiązujących aktach prawnych zapisów dotyczących konieczności uwzględniania w dokumen-

tach planistycznych obszarów podtopień oraz map warunków geologiczno-inżynierskich. Zasięgi powodzi od wód gruntowych i podtopień, które mogliśmy obserwować, potwierdzają taką konieczność i przemawiają za zintegrowanym spojrzeniem na przyrodę (obecną i tą z historii geologicznej) w planach zagospodarowania przestrzennego oraz przy wydawaniu pozwoleń na budowę. Szczegółowe wyznaczenie obszarów zagrożonych tym zjawiskiem jest konieczne w celu stworzenia możliwości ostrzegania o zagrożeniach hydrogeologicznych (od wód gruntowych) powiatów i gmin. Ostrzeżenia są istotne ze względu na często zły stan sieci rowów melioracyjnych oraz zagrożenie, jakie mogą spowodować w przyszłości określone czynniki klimatyczne.

Prowadzenie dalszych hydrogeologicznych prac kartograficznych w skali 1:10 000 jest niezbędne do spełnienia wymogów Dyrektywy Powodziowej (Dyrektywa..., 2007), a w szczególności do zmniejszenia zagrożenia dla zdrowia ludzi i ich mienia, środowiska naturalnego, dziedzictwa kulturowego i działalności gospodarczej oraz dla podniesienia poziomu zarządzania środowiskiem.

LITERATURA

USTAWA z dnia 27 marca 2003 o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. (z późn. zmianami). Dz.U. nr 80, poz. 717 z dnia 10 maja 2003 r.

DIRECTIVE 2000/60/EC (WFD) of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of Water policy. *Official Journal*, 327.

DYREKTYWA 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim. Dz. Urz. UE, L 288/27 z dnia 6.11.2007. URL: http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index_en.html.

FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P., HORDEJUK M., JAROS M., MAJER K., PRAŻAK J., 2007 — Identyfikacja obszarów

o wysokim ryzyku podtopień w zlewniach rzek regionów wodnych w kraju (etap 4 – raport końcowy). Zadanie państwowej służby hydrogeologicznej w latach 2003–2006 r. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

<http://gmes.cbk.waw.pl/>

http://www.psh.gov.pl/artykuly_i_publicacje/publikacje/mapa-obszarow-zagrozonych-podtopieniami.html

<http://www.psh.gov.pl/wydarzenia/mapa-obszarow-zagrozonych-podtopieniami1.html>

<http://maps.geoportal.gov.pl/webclient/Default.aspx?mapId=95-2a1e4d-6f7c-4164-a59f-814e8b59cbde>

NOWICKI Z. red., 2007 — Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Informator państwowej służby hydrogeologicznej. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A., red., 2002 — Słownik hydrogeologiczny, wyd. 2. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SUMMARY

Ground surface inundations caused by groundwater do not have an accurate definition in present regulations and there are no legal articles to chart threatened areas in the land development plans. Moreover, ground surface inundation is often mistaken with area of flooding.

The ground surface inundation should be understood as groundwater appearance near the ground surface caused by: inconvenient hydrogeological conditions, intensive infiltration of rainwater, filled subsurface retention, increasing water level in watercourse and reservoir, or other various man-induced factors. As a result, the process can appear within the area of uplands, plains and near rivers, reservoirs and river valleys. Inundated area is the consequence of progressing ground surface inundation when groundwater occurs above the ground surface level. Those inundated areas which cause significant problems regarding land use or risk for human health and life, environment, cultural heritage, economic activity and infrastructure should be taken under consideration as the case of a flood caused by groundwater.

In principle, the only legal reference that applies to the hazard regarding inundations is the EU Flood Directive (2007/60/EC) which concerns also the special case when the flooding comes from groundwater sources and, if needed, also should be presented on the flood hazard maps and flood risk maps at a scale of 1:10 000. That fact has a significant formal implication because designated areas

would have to be included in the flood risk management plans and land development plans.

Extreme rainfalls which occurred in recent years in Poland showed that a large area of the country is subject to the risk from ground surface inundation and flooding caused by groundwater.

So far, the only regional study concerning the inundation hazard in Poland was the study of the problem in the vicinity of major rivers and river valleys, prepared as the “Map of the area threatened with ground surface inundation in Poland”, at a scale of 1:50 000. The map, created in GIS technology, was prepared by the Polish Hydrogeological Survey (PHS) at the Polish Geological Institute in 2003–2006. The main criteria applied in the methodology of identifying areas threatened by ground surface inundations concerned the following issues: hydrogeological conditions (especially free water-table hydrodynamics), engineering-geological conditions within and in the vicinity of the river valley, and the levels of surface water. The map was highly useful during the removal of damage caused by recent flooding. It is also used by local authorities and designing offices while preparing local land development plans.

According to the EU Flood Directive implementation in Poland, the aim of the second part of the PHS project is to prepare a detailed version of the study for the construction of flood hazard maps and flood risk maps at a scale of 1:10 000.

