

Zdzisław Jan Małecki, Jerzy Wira, Zbigniew Staszewski

WYBRANE SPOSOBY ZWIĘKSZENIA MAŁEJ RETENCJI W ZURBANIZOWANEJ KALISKIEJ ZLEWNI CZĄSTKOWEJ

Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe kierunki przedsięwzięć zmierzających do zwiększenia małej retencji na terenie zurbanizowanym poprzez: zmniejszenie spływu powierzchniowego wód, retencjonowanie wód opadowych, sterowanie odpływami wód, zwiększenie retencji wodnej gleb i powierzchni biologicznie czynnej. Kalisz uznawany jest za najbardziej zagrożone miasto w rejonie wodnym Warty i dlatego powinno być zabezpieczone przed skutkami powodzi przy przepływie wód o $p < 10\%$.

Zlewnia cząstkowa terenu Kalisza staje się coraz bardziej zurbanizowana, co jest jednoznaczne ze wzrostem udziału powierzchni nieprzepuszczalnej, a tym samym ulega zmniejszeniu retencja wodna gleb.

Słowa kluczowe: mała retencja, zlewnia cząstkowa, tereny zurbanizowane, powódź, węzeł wodny, przepływy wód.

WPROWADZENIE

Uwzględniając czynniki gospodarcze małą retencję można podzielić na naturalną i sztuczną. Retencję naturalną tworzą przyrodnicze elementy krajobrazowe (las, zakrzaczenia i zadrzewienia, torfowiska, meandry rzeczne, oczka wodne). W zależności od sposobu i miejsca magazynowania zasobów wodnych można wyróżnić następujące rodzaje retencji naturalnej: leśną, glebową, wód gruntowych, koryt i dolin rzecznych, śnieżną i lodowcową oraz jeziorową.

Przez retencję sztuczną rozumie się retencję wody w sztucznych zbiornikach wodnych i w jeziorach sztucznie podpiętrzonych oraz agrotechniczną (zabiegi agrotechniczne, agri i fitomelioracyjne oraz melioracyjne) [Depczyński W., Szamowski A. 1999].

W przypadku zaistnienia możliwości swobodnego dysponowania zasobami retencję dzielimy według sposobu sterowania na: retencję sterowalną (zbiorniki sztuczne i w ograniczonym zakresie zbiorniki naturalne wyposażone w odpowiednie urządzenia regulujące) oraz niesterowalną (retencje naturalne na ogół zalicza się do niesterowalnych) [Małecki Z. 2008].

prof. nadzw. dr hab. inż. Jerzy WIRA – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

prof. nadzw. dr hab. inż. Zdzisław Jan MAŁECKI – Instytut Badawczo – Rozwojowy Inżynierii Łądowej i Wodnej „Euroexbud” w Kaliszu.

mgr inż. Zbigniew STASZEWSKI – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii Łądowej i Wodnej „Euroexbud” w Kaliszu.

Ograniczenie niedoborów wodnych z zasobów sterowanej retencji gruntowej należy do stosunkowo tanich sposobów, biorąc pod uwagę koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, dając zarazem zadawalające efekty melioracyjne i jest przyjazne środowisku przyrodniczemu [Nyc K., Pokładek R. 2009].

Polska zaliczana jest do najuboższych krajów w zasoby wód śródłądowych w Europie (22 miejsce) przy niskich opadach i stosunkowo wysokim współczynniku odpływu wynoszącym ok. 25% opadu. Wielkopolska południowo-wschodnia należy do obszarów o najmniejszych zasobach wód w kraju, charakteryzuje się opadami rocznymi średnio ok. 450 do 650 mm, w latach suchych nawet poniżej 350 mm.

WARUNKI HYDROLOGICZNE, KLIMATYCZNE I GEOLOGICZNE DLA MIASTA KALISZA

Kaliska zlewnia cząstkowa należy do zlewni rzeki Proсны. Jednocześnie Proсны charakteryzuje się znacznymi przyborami wód w okresie wiosny wskutek topnienia śniegu oraz w okresie lata, jako skutek deszczy tzw. nawałnych. W okresie wezbrań powodziowych rzeki Proсны, w 1985 r. ($Q_{\max} = 179 \text{ m}^3/\text{s}$) i 1997 ($Q_{\max} = 104 \text{ m}^3/\text{s}$) oraz w maju 2010 r. ($Q_{\max} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$) stwierdzono podtopienia na odcinkach ujściowych rzek Pokrzywnicy i Swędrni. Powódzie w Kaliszu są następstwem wezbrań wód w rzece Prośnie oraz dopływających do niej w granicach miasta rzek: Pokrzywnicy (Trojanówki), Swędrni, Piwonii, Krępiczy [Małecki Z., Wira J. 2009].

Obszar Kalisza znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego ze znacznym wpływem klimatu atlantyckiego. Napływają tu przede wszystkim masy powietrza polarnomorskiego o zróżnicowanej temperaturze, co powoduje nietrwałość pogody. Rzadziej występują suche masy powietrza polarnokontynentalnego napływające ze wschodu i południa. W podziale klimatycznym Niziny Wielkopolskiej Kalisz należy do Regionu Południowowielkopolskiego. Wyróżnia się tu stosunkowo liczniej pojawiające się dni z pogodą przymrozkową. Jest ich przeciętnie w roku około 78. Częściej niż na pozostałym obszarze notowane są dni słoneczne lub z małym zachmurzeniem, a rzadziej z dużym zachmurzeniem. Tych pierwszych jest średnio w roku 118, a drugich prawie 42. Ponadto region wyróżnia się względnie dużą liczbą dni bez opadów oraz bardzo małą z opadem, jak również liczbą dni bardzo ciepłych, których przeciętnie w roku jest prawie 88. Mniej liczne są dni z pogodą chłodną. Lato trwa tu 80-90 dni, podobnie jak zima. Ilość wody jaka w postaci opadów zasila co roku region Wielkopolski południowowschodniej jest niewystarczająca do zaspokojenia aktualnych potrzeb ludności, rolnictwa i przemysłu (średnio roczna suma opadów w okresie od 2004 r. do 2006 r. wynosiła 450 mm).

Z kolei średnioroczne temperatury w Kaliszu wahały się od $6,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ w 1987 r. do $10,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ w 2000 r., co dało średnią roczną temperaturę z okresu wielolecia $8,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Delegatura IMGW w Kaliszu).

Zasoby wód powierzchniowych w południowo-wschodniej Wielkopolsce ocenia się jako najniższe w kraju. Potwierdzają to: współczynnik nieregularności przepływów średniomiesięcznych na Prośnie (3,50-4,50) i średnich rocznych (1,5-2,5), a także średni spływ jednostkowy dla rzeki Proсны w Kaliszu wynoszący $4,1 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2$ (średnia euro-

pejska wynosi $9,6 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{km}^2$) przy odpływie rocznym całkowitym wynoszącym od 401 – 550 mln m^3 .

Kalisz leży na Wysoczyźnie Kaliskiej, która jest jednym z subregionów Niziny Wielkopolskiej [Kondracki J. 2002]. Terasa nadzalewowa rzeki Proсны ma wyraźny charakter erozyjno-akumulacyjny. Obszar Kalisza charakteryzuje się rzeźbą związaną ze zlodowaczeniem środkowopolskim. Rzeźba ta została ukształtowana w wyniku złożonych procesów geomorfologicznych i charakteryzuje się pewną strefowością nawiązującą do zasięgów jednostek geomorfologicznych. Plejstocenijskie terasy rzeczne i równiny akumulacyjne na ogół płaskie, ze splątana siecią strumieni i zagłębień terenu, charakteryzują się młodszą i dynamiczną rzeźbą oraz częściowo ubogimi glebami [Małecki Z. 2005, 2008, 2009].

ANALIZA HYDRAULICZNA KALISKIEGO WĘZŁA WODNEGO

Kaliski węzeł wodny tworzą: główne koryto Proсны, Kanał Bernardyński, Kanał Rypinkowski. Miasto Kalisz o powierzchni 70 km^2 zamieszkuje ok. 110 tys. mieszkańców, należy do dorzecza rzeki Odry. Dopływające do Proсны rzeki to: Swędznia (przepływy: SNQ = $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$; SSQ = $1,92 \text{ m}^3/\text{s}$), Pokrzywnica (przepływy: SNQ = $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$; SSQ = $2,03 \text{ m}^3/\text{s}$), Krępicza, Piwonia [Urząd Miejski w Kaliszu 2005].

Główne koryto Proсны (dane):

- długość rzeki Proсны w granicach miasta wynosi ok. 7,0 km,
- przy ul. Kazimierzowskiej zlokalizowana jest mała elektrownia wodna (turbina 24 kW o przepustowości $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$ i 40 kW o przepustowości $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$) oraz wbudowany jaz Kazimierzowski zasuwany o całkowitym świetle 15,2 m przy wysokości piętrzenia 2,5 m,
- przepływy charakterystyczne Proсны na wysokości mostu drogowego w Piwonicach wynoszą:
 - miarodajny – $Q_1=219,0 \text{ m}^3/\text{s}$
 - przepływ – $Q_{10\%}=130,0 \text{ m}^3/\text{s}$
 - średni wielki – $SQ=11,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - średni z najniższych – $SNQ=11,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Kanał Bernardyński (dane):

- długość kanału w granicach miasta wynosi ok. 7,5 km,
- głównym zadaniem jest przeprowadzenie przez miasto wód wezbraniowych,
- kanał na przeważającej długości jest uregulowany,
- szerokość dna kanału waha się od 16 do 22,0 m,
- w górnym biegu jest obustronnie obwałowany,
- w odległości 70 m od wlotu kanału znajduje się jaz Bernardyński dwuklapowy o długości 16,0+16,0 m (max piętrzenia wody powyżej jazu wynosi 2,5 m).

Kanał Rypinkowski (dane):

- długość kanału w granicach miasta wynosi ok. 1,2 km,
- płynie przez historyczną część miasta,
- na całej długości jest uregulowany,
- szerokość dna wynosi od 12,0 do 13,0 m (18,0 m),

- kanał zamyka jaz Rypinkowski zasuwany o łącznym świetle 20,0 m i wysokości piętrzenia 2,50 m, zlokalizowany ok. 50 m od jego początku (park miejski)

Przepływy wód przez kaliski węzeł wodny (KWW) przedstawiają się następująco:

- średni wielki SQ z dodaniem przepływu Pokrzywnicy wynosi 13,34 m³/s, z czego:
 - 5,34 m³/s sływa do kanału Bernardyńskiego (40% objętości),
 - 8,0 m³/s przepływa głównym korytem Proсны (35% objętości)
 - 3,40 m³/s przepływa Kanałem Rypinkowskim (25% objętości)
- miarodajny Q_{1%} z dodaniem przepływu Pokrzywnicy wynosi 254 m³/s, z czego:
 - 122,0 m³/s sływa do Kanału Bernardyńskiego,
 - 68,0 m³/s sływa do Kanału Rypinkowskiego,
 - 64,0 m³/s przepływa głównym korytem Proсны.

Przepływ Q_{10%} z dodaniem przepływu Pokrzywnicy wynosi 151 m³/s, z czego:

- 80,0 m³/s sływa do Kanału Bernardyńskiego (53% objętości), który po przyjęciu Swędrni wzrasta do 99,0 m³/s,
- 29,0 m³/s przepływa głównym korytem Proсны,
- 42,0 m³/s wpływa do Kanału Rypinkowskiego.

Z dotychczasowych wieloletnich obserwacji wynika, że:

- woda o p=1%, jako przepływ miarodajny dla Kalisza, powoduje już znaczne zagrożenie oraz bardzo duże szkody powodziowe. Wszystkie niżej położone osiedla wraz z historycznym centrum mogą zostać zalane lub podtopione,
- woda o p=10% przepływa dość swobodnie przez KWW powodując jedynie podtopienia terenów położonych w południowych i północnych osiedlach miasta.

OCHRONA PRZED POWODZIĄ MIASTA KALISZA

Kalisz uznawany jest za najbardziej zagrożone miasto powodzią w rejonie wodnym Warty w następstwie silnych, długotrwałych i intensywnych nawalnych deszczy, względnie gwałtownego topnienia dużej ilości śniegu przy zamrożonej glebie.

Przyczyną takiej oceny z dużym prawdopodobieństwem są:

- wątpliwy stan techniczny części wałów przeciwpowodziowych budowanych w latach 40-tych ubiegłego stulecia (łączna długość wałów ochronnych wynosi ponad 30 km),
- brak odcinków wałów przeciwpowodziowych ochraniających przed zalaniem północnej i południowej części miasta (zagrożenie zalania śródmieścia) np. budowa wałów przeciwpowodziowych w wybranych miejscach wzdłuż koryta rzeki Swędrni ale tylko dla przepływu wód wezbraniowych a nie dla przepływu wód powodziowych (fali kulminacyjnej) co może doprowadzić do: podtopienia cmentarza tynieckiego, zalania ogródków działkowych, przyspieszenia procesu „pełzania” skarpy w kierunku wyrobiska iłó ceramicznych „Winiary”,
- znacznie zamulone koryto rzeki Proсны oraz kanałów (wymagane odmulenie i modernizacja koryt),

- brak wyznaczonych terenów i polderów zalewowych wyrównujących odpływy wód opadowych. Wskazane jest opracowanie uwarunkowań związanych z zagrożeniami powodziowymi w odniesieniu do planów zagospodarowania przestrzennego, a poprzez to uświadomienie obywatelom występującym o pozwolenie na budowę, że przedmiotowa inwestycja znajduje się w strefie zagrożenia powodziowego (tereny zalewowo-depresyjne).
- brak na rzece Prośnie powyżej Kalisza dużego zbiornika wodnego do retencjonowania części objętości wody powodziowej oraz wyrównywania przepływów. Należy przyspieszyć budowę planowanego zbiornika retencyjnego Wielowieś Klasztorna (pojemność max 48,8 mln m³) na rzece Prośnie, który znacznie złagodzi (spłaszczy) falę powodziową ale nie uchroni Kalisza przed skutkami dużej kulminacyjnej fali powodziowej [Małecki Z. 2007],
- brak na rzece Swędni suchego zbiornika Nędzrzew z zamknięciem. Budowa zbiornika retencyjnego nie ma inżynierskiego uzasadnienia - prognozowane problemy związane z napełnieniem zbiornika z powodu stosunkowo niskich opadów atmosferycznych oraz lokalizacja na obszarze chronionego krajobrazu „Dolina rzeki Swędni”,
- znaczne wylesienie części zlewni Prośny powyżej Kalisza,
- ewentualne wybudowanie nowego „koryta ulgi”,
- ograniczona sprawność urządzeń piętrzących,
- nie przystosowane rzeki: Krępica i Piwonia do odbioru wód opadowych.

WYBRANE SPOSOBY ZWIĘKSZANIA MAŁEJ RETENCJI W KALISKIEJ ZURBANIZOWANEJ ZLEWNI CZĄSTKOWEJ

Ażeby zwiększyć małą retencję w zlewni cząstkowej zurbanizowanej należy zmierzać do zatrzymania wody w jej obiegu w przyrodzie poprzez:

- zmniejszenie spływu powierzchniowego wód ze zlewni,
- gromadzenie (retencjonowanie) wód opadowych we wszelkiego rodzaju urządzeniach (budowlach) gospodarki wodnej,
- sterowanie odpływami wód w ciekach (jazy, śluzy) w kaliskim węźle wodnym,
- zwiększenie retencji gleb i poprawę warunków wodno-glebowych (gruntowych) na terenach przyległych do akwenów oraz w otoczeniu placów utwardzonych,
- zwiększenie (odtworzenie) powierzchni biologicznie czynnej.

Wybrane sposoby zwiększenia małej retencji na terenie zurbanizowanym:

1. Rekultywacja i adaptacja stawów poeksploatacyjnych (wyrobisk ilów ceramicznych) pod kątem retencjonowania wód opadowych pochodzących z silnych, intensywnych i długotrwałych deszczy nawalnych (wykonanie kolektorów deszczowych tzw. burzowych) zlokalizowanych na terenie Kalisza:
 - „Winiary” – powierzchnia wyrobiska około 9,17 ha (przedłużenie ul. Nędzrzewskiej),
 - „Tyniec” – powierzchnia wyrobiska około 5,05 ha (ul. Braci Niemojewskich),

- „Rypinek” – powierzchnia wyrobiska około 2,02 ha, powierzchnia terenu 16,26 ha (ul. Zielona, ul. Tęczowa)
2. Dostosowanie zagospodarowanych (adoptowanych) stawów poeksploatacyjnych do retencjonowania wód z intensywnych i silnych opadów:
 - „Piwonice” – powierzchnia wyrobiska około 3,03 ha, ogródki działkowe (ul. Częstochowska),
 - „Park Przyjaźni” – powierzchnia wyrobiska około 30,0 ha (ul. Skalmierzycka),
 3. Wykonanie jazu piętrzącego (suchego zbiornika) na rzece Krępiczy (ul. Nad Strugą) zamykanego w przypadku długotrwałych, intensywnych i silnych deszczy (wg potrzeb). Zwrócić uwagę na rzędne posadowienia w dolinie rzeki kolektorów: deszczowego i sanitarnego odprowadzających ścieki komunalne grawitacyjne (istnieje niebezpieczeństwo podtopienia i w miejscach nieszczelności na połączeniach rur żelbetowych typu Wipro przedostania się wód powierzchniowych w następstwie infiltracji do kolektorów).
 4. Doraźne zwiększenie objętości gromadzonych wód w:
 - stawach i ciekach parkowych: Park Miejski (powierzchnia około 0,60 ha), Park Przyjaźni (powierzchnia około 30,0 ha) oraz staw przy ul. Gościnniej w Szczypiornie (powierzchnia około 0,47 ha). W przypadku Parku Przyjaźni nie odprowadzać wód opadowych z istniejącej obwodnicy, zanieczyszczonych związkami organicznymi,
 - wszelkiego rodzaju istniejących na terenie miasta oczkach wodnych,
 - rowach melioracyjnych, kanałach poprzez wykonanie ich konserwacji wraz z wbudowaniem opóźniaczy spływu powierzchniowego wód oraz kaskad piętrzących.
 5. Wygospodarowanie terenów przeznaczonych na małe poldery, studnie „chłonne”, rowy (zagłębienia) bezodpływowe.
 6. Budowa urządzeń gospodarki wodnej związanych z retencją niesterowalną lub częściowo sterowalną (płace utwardzone, drogi i obiekty im towarzyszące) poprzez budowę:
 - zbiorników retencyjno-filtracyjnych, niecek filtracyjnych, stawów suchych [Małecki Z. 2005],
 - komór drenażowych – magazynowanie wód opadowych i odprowadzeni ich do gruntu w miejscach gdzie istnieją ograniczenia terenowe związane z wykonaniem dodatkowych przyłączy do sieci kanalizacyjnej deszczowej jest utrudnione lub wręcz niemożliwe. Nie należy montować komór drenażowych w pobliżu posadowienia fundamentowego budowli na gruntach ekspansywnych (pęczniejących) [Instrukcja ITB nr 296] [Małecki Z. 2006].
 - ujęć filtracyjnych (wody filtracyjne pozyskiwane przez sztuczną infiltrację wód powierzchniowych) [Małecki Z. 2005].
 7. Wykonanie drenaży rozsączających na działkach, terenach zielonych itp. ze żwiru o wymiarach 15-20 cm (s) x 25 cm (h) ułożonych pod warstwą humusu (darniny) prostopadle do spadku terenu (zmniejszenie spływu powierzchniowego wód opadowych, co skutkuje zwiększeniem retencji wodnej gleb).

8. Wykorzystanie wód powierzchniowych zawierających biogeny (przyrost biomasy i zwiększenie retencji gleb) do nawadniania kropelkowego, deszczowego zieleni (parki, skwery itp.) znajdujących się w pobliżu oczek wodnych, stawów, cieków, a tym samym zmniejszenie odpływu wód ze zlewni cząstkowej (wymagany projekt nawadniania w odniesieniu do wymagań ekosystemu).
9. Zmniejszenie spływu powierzchniowego wód opadowych (zwiększenie retencji wodnej gleb) poprzez:
 - wykonanie w pobliżu cieków, stawów itp. tzw. przybrzeżnych pasów roślinności trawiastej wzbogaconej krzewami i drzewami, np. wikliną, olchą (zwiększenie szorstkości terenu), co skutkować będzie także poprawą jakości wód w akwenach [Małecki Z. 2008].
10. Budowa „zielonych dachów”

W świetle postępującej zabudowy oraz masowego wprowadzania w niektórych dzielnicach miasta Kalisza powierzchni nieprzepuszczalnych, budowa „zielonych dachów” na tarasach czy wybranych dachach budynków, nie staje się już synonimem luksusu, lecz coraz częstszym rozwiązaniem. „Zielone dachy” niosą ze sobą wiele korzyści ekologicznych, a przede wszystkim poprawiają estetykę architektoniczną (urbanistyczną), zwiększają czynną powierzchnię biologiczną zatrzymującą wodę opadową, tym samym poprawiając mikroklimat.

Pomimo wyżej opisanych korzyści wynikających z budowy „zielonych dachów”, to w naszym klimacie i przy niskich opadach atmosferycznych jakie występują w południowo-wschodniej Wielkopolsce trzeba się liczyć ze znacznymi kosztami związanymi z utrzymaniem (eksploatacją) tychże dachów (bardziej przemawiają względy estetyczne).

WNIOSKI

1. Kalisz uznawany jest za najbardziej zagrożone miasto w regionie wodnym Warty i dlatego powinno być zabezpieczone przed skutkami powodzi przy przepływie wód o $p < 10\%$.
2. Zlewnia cząstkowa terenu Kalisza staje się coraz bardziej zurbanizowaną, co jest jednoznaczne ze wzrostem udziału powierzchni nieprzepuszczalnych, a tym samym ulega ograniczeniu retencja wodna gleb.
3. Na terenach miasta Kalisza znacznie zurbanizowanych należy zmierzać do zatrzymywania wody w jej obiegu w przyrodzie poprzez: zmniejszenie spływu powierzchniowego wód, gromadzenie wód opadowych we wszelkiego rodzaju urządzeniach (budowlach) gospodarki wodnej, zwiększenie retencji gleb i powierzchni biologicznie czynnej.
4. Z powodu niedoboru wód w rejonie kaliskim, powstaje problem oszczędnego korzystania z wody i racjonalnego kształtowania bilansu wodnego regionu, zlewni hydrologicznej czy użytku rolnego. Korzystanie z zasobów retencji gruntowej sprowadza się do wykorzystania lokalnych zasobów wodnych naturalnych lub poprzez zastosowanie za-

biegów agrotechnicznych, agromelioracyjnych oraz prawidłowe eksploataowanie urządzeń melioracyjnych.

5. Przedsięwzięcia inżynierskie modernizacyjne istniejących oraz budowa nowych obiektów związanych z gospodarką wodną sprowadzające się do zwiększenia małej retencji, a zarazem do ochrony przeciwpowodziowej, mają służyć przede wszystkim zachowaniu dla obecnych i przyszłych pokoleń warunków rozwoju cywilizacyjnego i gospodarczego.
6. Wszelkie nieprzemyślane od strony naukowo-inżynierskiej „manipulacje” prawami fizyki gruntów i wód mogą spowodować w przyszłości znaczne zwiększenie kosztów eksploatacji lub skutkować koniecznością realizacji nowych przedsięwzięć inwestycyjnych z tytułu wadliwie przyjętych i zrealizowanych rozwiązań technicznych.

LITERATURA

1. Depczyński W., Szamowski A.: Budowle i zbiorniki wodne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
2. Kondracki J.: Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PAN, Warszawa 2002.
3. Małecki Z.: Zbiorniki retencyjne w powiecie kaliskim Pokrzywnica (Szale). Wyd. Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2005.
4. Małecki Z.: Zagrożenia, zanieczyszczenia i ochrona wód – wybrane zagadnienia inżynierii ekologicznej. Wyd. Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2005.
5. Małecki Z.: Ochrona wód cz. III – urządzenia do retencji spływów opadowych. EKOTECHNIKA nr 3(35) 2005, s 12-13.
6. Małecki Z.: Ochrona wód cz. VI – komory drenażowe. EKOTECHNIKA nr 2(38) 2006, s 17-18.
7. Małecki Z.: Zbiorniki retencyjne w powiecie kaliskim – Murowaniec k. Koźminka, Wielowieś Klasztorna k. Brzezina. Wyd. Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2006.
8. Małecki Z.: Wpływ budowanego zbiornika Wielowieś Klasztorna w Wielkopolsce południowej na środowisko. Gospodarka Wodna nr 5, 2007.
9. Małecki Z.: Ocena wpływu wybranych zbiorników retencyjnych na środowisko w zlewni rzeki Proсны, Rozprawa Naukowa. Wyd. Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2008.
10. Małecki Z. Wira J.: Planowany zbiornik Wielowieś Klasztorna i prognozowane zmiany warunków wodnych. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 2/2009, s. 64-67.
11. Małecki Z.: Uwarunkowania lokalizacyjne zbiornika Nędzrzew na rzece Swędrni w rejonie Kalisza. Gospodarka Wodna nr 2, 2009.
12. Nyc K.: Mała retencja wodna. Przegląd Komunalny, nr 12, 2004.
13. Nyc K., Pokładek R.: Eksploatacja systemów melioracyjnych podstawą racjonalnej gospodarki wodnej w środowisku przyrodniczo-rolniczym. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2009.
14. Plan wodny dla Kalisza, Urząd Miejski w Kaliszu 2005.

AUSGEWÄHLTE MASSNAHMEN ZUR ERHÖHUNG DER KLEINEN RETENTION IM URBANEN TEILABFLUSSGEBIET ZU KALISZ

Zusammenfassung

Im Artikel wurden die grundlegenden Richtungen der zu ergreifenden Maßnahmen zur Erhöhung der kleinen Retention vorgestellt. Auf dem urbanen Gebiet kommt es dazu vor allem durch: Verringerung vom Abfluss des Oberflächenwassers, Regenfallretention, Steuerung vom Wasserabfluss, Erhöhung der Bodenwasserretention und der biologisch aktiven Fläche. Kalisz wird betrachtet als die meist gefährdete Stadt in der Wasserregion von Warthe. Deshalb soll die Stadt von Hochwasserfolgen beim Wasserdurchfluss <10% gesichert werden

Das Teilabflussgebiet zu Kalisz wird immer mehr urbanisiert, was gleichzustellen mit der Vergrößerung der Dichtfläche ist. Deshalb wird die Wasserretention des Bodens geringer.

Schlüsselworte: kleine Retention, Teilabflussgebiet, urbanes Gebiet, Hochwasser, Wasserknoten, Wasserdurchfluss

SELECTED METHODS OF INCREASING LOW RETENTION IN URBANIZED KALISZ PARTIAL CATCHMENT BASIN

Summary:

This article presents primary tendencies of investments aimed to increase the low retention within an urbanized area by reducing surface water run-off, retaining rainwater, controlling water run-off, increasing water retention in soil and biologically active surfaces. Kalisz is considered as the most endangered town in the Warta river area and therefore should be safeguarded against flood effects when the water flow is $p < 10\%$.

The Kalisz particle catchment basin is becoming more and more urbanized which means an increase of impermeable surface area and as a result soil water retention is getting reduced.

Key words: low retention, partial catchment basin, urbanized areas, flood, water junction, water flows.