

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 71, 2016: 83–99

(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 71, 2016)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 71, 2016: 83–99

(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 71, 2016)

Adam HAMERLA, Łukasz PIERZCHAŁA

Główny Instytut Górnictwa

Central Mining Institute

Ocena warunków hydromorfologicznych zurbanizowanych dolin rzecznych na przykładzie zlewni Kłodnicy

Hydromorphological assessment of urban river valleys of the Kłodnica catchment

Słowa kluczowe: ocena hydromorfologiczna, Kłodnica, tereny zurbanizowane, metoda URS

Key words: hydromorphological assessment, Kłodnica, urban areas, URS method

Wprowadzenie

Rozwój cywilizacyjny i związana z nim antropopresja na środowisko przyrodnicze prowadzą m.in. do znacznego zmniejszenia wartości przyrodniczych dolin rzecznych oraz ograniczenia ich walorów krajobrazowych. Zjawisko to dotyczy w szczególności dolin rzek przepływających przez obszary miejskie. Inżynierska przebudowa dolin, w tym profilowanie i umacnianie koryt, skutkowało redukcją kontaktu hydraulicznego i naturalnego zasilania rzek. Osuszanie zlewni, zmiana struktury roślinności oraz jej składu gatunkowego powodują m.in. negatywne zmiany reżimu hydrologicznego i obniżenie walorów przyrodniczych rzek (Żelazo i Popek, 2002).

Skrajne przypadki powodowały kanalizowanie rzek, gdzie główną funkcją cieków miało stać się odprowadzanie nadmiaru wody i ścieków poza obszar miasta. Kolejnym negatywnym wpływem urbanizacji na morfologię koryt rzecznych jest zwiększona akumulacja osadów w korycie, powodująca znaczące wypływanie cieków (Des Roches, 2015). Budowa kanałów i urządzeń dla ochrony przed podtopieniami była priorytetem i skutkowało podejściem polegającym na jak najszybszym odprowadzeniu nadmiaru wody ze zlewni, przesuując problemy powodziowe w dół rzeki (Meyer i in., 2001).

Poza bezpośrednimi negatywnymi oddziaływaniami w obrębie koryta i doliny rzecznej istotną przyczyną degradacji cieków miejskich są zmiany zagospodarowania obszaru zlewni. Zarówno w Stanach Zjednoczonych, Australii i Europie od lat prowadzi się badania na temat wpływu zagospodarowania przestrzennego na jakość ekosystemów

wodnych, w tym również na morfologię zlewni i doliny rzecznej. Tego typu podejście wiążące sposób użytkowania i zagospodarowania obszaru zlewni ze stanem rzek i ich dolin jest zgodne z zapisami zawartymi w tzw. ramowej dyrektywie wodnej (Dz.U.UE.L. 2000 r. nr 327, poz. 1, z późn. zm.). Wpływ użytkowania zlewni na stan ekosystemu wodnego uzależniony jest od bardzo wielu czynników (Bartnik i in., 2009). Dominantą zmian hydrologicznych cieków miejskich na całym świecie jest wzrost stopnia uszczelnienia zlewni i zwiększanie wielkości spływu powierzchniowego (Shields i Tague, 2015). Poza zmianami hydrologicznymi i morfologicznymi środowisko miejskie w znaczący sposób oddziałuje na chemizm wód oraz jakość warunków biologicznych, powodując ogólne pogorszenie stanu ekologicznego wód. Na obszarach górniczych problem jest potęgowany zrzutami wód kopalnianych z dużą ilością zawiesiny.

Pomimo powszechnej świadomości złego stanu ekologicznego rzek, większość z tych występujących na terenach miejskich nie jest zwaloryzowana ekomorfolologicznie (Krzemieńska i in., 2010). Brak właściwie przeprowadzonej oceny stanu i znajomości czynników sprawczych utrudnia zarządzanie dolinami rzeczными i racjonalne prowadzenie działań rewitalizacyjnych. Podstawą określenia stanu poza stanem biologicznym i chemicznym rzek są uwarunkowania hydromorfologiczne. Poza stosunkowo krótkim czasem prowadzenia tego typu badań również w Polsce zgromadzono szeroki zasób wiedzy. Badania prowadzono zarówno dla obszarów górskich na podstawie których określone zostały warunki referencyjne (Wyżga

i in., 2009, 2011a, b, 2012, 2013a, b; Ra-decki-Pawlik, 2011; Bucała i in., 2013), jak i nizinnych (Ogłęcki, 2006). Polacy mają również wkład w rozwój samej metodologii badań warunków hydromorfologicznych (Szoszkievicz, 2007). Powyższe metody oceny nie uwzględniają specyficznych uwarunkowań wpływających na stan hydromorfologiczny zlewni zurbanizowanej.

Szczegółowymi celami niniejszej pracy były:

- ocena hydromorfologicznego stanu wybranych odninków dolin rzecznych za pomocą metody uwzględniającej specyficzne uwarunkowania zlewni zurbanizowanych,
- wskazanie determinant hydromorfologicznych oddziałujących na stan rzeki na przykładzie górnej części zlewni Kłodnicy,
- zidentyfikowanie czynników odpowiedzialnych za obniżenie walorów ekologicznych i krajobrazowych wybranych cieków miejskich.

Głównym celem niniejszej artykułu było określenie na podstawie oceny warunków hydromorfologicznych, priorytetowych kierunków działań w zarządzaniu dolinami cieków miejskich. Działanie te mają wzmocnić ich walory ekologiczne i krajobrazowe.

Metoda i obszar prowadzenia badań

Charakterystyka obszaru i obiektu badań

Aglomeracja górnośląska stanowi jeden z najbardziej uprzemysłowionych regionów Europy, zamieszkały jest przez niecałe cztery miliony mieszkańców. Hi-

storyczna i obecna działalność gospodarcza regionu związana jest w znacznej mierze z występowaniem i eksploatacją złóż naturalnych węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu oraz surowców skalnych. Działalność gospodarcza oraz urbanizacja prowadzona na tym obszarze odcisnęła znaczące piętno na środowisku przyrodniczym, w tym na całym układzie hydrograficznym. Znaczenia odkładanej presji nadaje fakt, że w regionie lub jego bezpośrednim sąsiedztwie źródła mają dwie największe polskie rzeki – Wisła i Odra, których dorzecza odprowadzają niemal całą objętość wody z obszaru kraju do Morza Bałtyckiego. Centralny, najbardziej zurbanizowany i uprzemysłowiony fragment Górnośląskiego Zagłębia Węglowego położony jest w górnej części zlewni rzeki Kłodnicy. Jest to zlewnia poddana praktycznie wszystkim najważniejszym typom oddziaływań występujących w regionie, stanowiąca doskonały poligon badawczy dla określenia wpływów działalności gospodarczej na środowisko przyrodnicze.

Kłodnica jest prawobrzeżnym dopływem Odry o średnim spadku od źródeł do ujścia wynoszącym 1,81‰, z tym że w górnym odcinku morfologia koryta jest silnie przekształcona na skutek działalności górniczej, powodując w skrajnych przypadkach występowanie przeciwsпадków. Działalność gospodarcza, jak i rozwój urbanizacji wpływają nie tylko na parametry fizyczne dolin, ale również na pozostałe elementy składające się na uwarunkowania hydromorfologiczne cieków.

W ramach przeprowadzonego badania przeprowadzono ocenę warunków hydromorfologicznych dla 17 500-metrowych odcinków na rzece Kłodnicy

i wybranych dopływach na obszarze Katowic, Rudy Śląskiej, Zabrze, Gierałtowic i Gliwic. Badania objęły fragmenty dolin następujących rzek: Kłodnicy (7 odcinków), Bytomki (4 odcinki), Ślepiotki (3 odcinki) i Kochłówek (3 odcinki).

W przestrzeni silnie zurbanizowanej ocenie poddano odcinki badawcze K4, B2, S2 i S3, odcinki dolin stanowiących elementy zielonej infrastruktury oznaczono numerami K1, K5 i B3. Zlewnia bezpośrednia odcinków badawczych K2, K3, K6, K7, B1, B4, S1, Ko1, Ko2 i Ko3 przeznaczona jest pod tereny niezabudowane lub luźno zabudowane z dużym odsetkiem powierzchni biologicznie czynnych i jest zagospodarowana zgodnie z planistycznym założeniem. Wszystkie z ocenianych fragmentów w sposób bezpośredni lub pośredni znajdują się pod intensywnym oddziaływaniem działalności antropogenicznej.

Metody badań

Dotychczas opracowano wiele metod oceny warunków hydromorfologicznych dolin rzecznych. Ostatnio opublikowany przegląd stosowanych metod opisuje aż 121 różnych podejść do tego zagadnienia (Belletti i in., 2014). Spośród wszystkich metod oceny warunków hydromorfologicznych niewiele zostało opracowanych specjalnie dla rzek miejskich lub silnie zmodyfikowanych, gdzie działania inżynierskie mogły całkowicie zahamować lub zmienić naturalnie zachodzące procesy (Davenport i in., 2004). Jednocześnie należy pamiętać, że istniejące metody badawcze ograniczają się do badania warunków fizycznych

dolin rzecznych, a do prowadzenia efektywnych działań wyniki muszą zostać odniesione do sytuacji panującej w całej zlewni (Davenport i in., 2004). Wpływ na cechy morfologiczne dolin rzecznych na terenach zurbanizowanych mają nie tylko takie czynniki, jak klimat, reżim hydrologiczny czy położenie geograficzne, ale również rozwój metod inżynierskich, podejście do gospodarowania przestrzenią miejską czy rozwiązanie gospodarki ściekowej w miastach. Analiza stopnia zagospodarowania zlewni, a zwłaszcza stopnia jej uszczelnienia umożliwia szacowanie stopnia degradacji, jak i określenie przyczyn tego stanu, docelowo skutkującego zmianami morfologicznymi koryt cieków w zlewni.

Prowadzenie kompleksowej oceny stanu hydromorfologicznego cieków pozwala zatem na identyfikację kluczowych czynników odpowiedzialnych za jego degradację, co z kolei jest punktem wyjścia do określenia niezbędnych działań rewitalizacyjnych.

Znacznym poziom oddziaływań antropogenicznych (profilowanie, umocnienia itd.) na doliny rzek miejskich powoduje duże zróżnicowanie atrybutów fizycznych siedlisk. Z tego względu zaleca się prowadzenie badań w obrębie jednej struktury inżynierskiej (RSPB NRA i RSNC, 1994). Podejście to znacząco ułatwia prowadzenie badań, ponieważ struktura doliny w obrębie takiej jednostki jest stosunkowo prosta i można z dużą precyzją scharakteryzować poszczególne elementy oceny – co w przypadku rzek poza obszarami zurbanizowanymi często jest dużo trudniejsze (Davenport i in., 2004). Podobne rozwiązanie zostało przyjęte w metodzie Urban River

Survey – URS, zastosowanej w przeprowadzonym badaniu. Metoda ta opracowana w Wielkiej Brytanii powstała do oceny hydromorfologicznej zurbanizowanych dolin rzecznych. Charakterystyka metody w języku polskim przybliżona została po raz pierwszy w publikacji Hamerla i innych (2015). Ocena wykonywana powyższą metodą ocenia około 200 elementów w obrębie doliny i jej bezpośredniego otoczenia. Zebrane dane wykorzystywane są do oceny poszczególnych elementów dolin bądź wyznaczania predefiniowanych wskaźników oceny, w tym ogólnej oceny dolny – umożliwiających prowadzenie różnego typu klasyfikacji.

Klasyfikacja łączna – Stretch Habitat Quality Index – SHQI, której zadaniem jest oddanie ogólnej jakości odcinka badawczego, wyznaczana jest poprzez sumowanie ocen z klasyfikacji częściowych. Otrzymane wyniki dla poszczególnych odcinków odniesione zostały do aktualnego zagospodarowania zlewni i bezpośredniego sąsiedztwa dolin rzecznych w rejonie badanych odcinków. Teren podzielony został na podstawie klasyfikacji terenu w Urban Atlas na dwie kategorie – zabudowany (obejmujący tereny zabudowy mieszkaniowej, przemysłowej i transportowej) i niezabudowany (pozostałe formy użytkowania). Wszystkie badane odcinki znajdują się w obrębie aktywnych obszarów górniczych, a rzeki poza Ślepiotką obciążone są ładunkiem zawiesiny, chlorków i siarczanów pochodzących z wód kopalnianych. Do wszystkich analizowanych rzek odprowadzane są wody opadowe poprzez sieci kanalizacyjne, co powoduje duże wahania stanu wód, szczególnie

w okresach występowania opadów nawalnych. Poza Ślepiotką do pozostałych rzek odprowadzane są również oczyszczone ścieki komunalne z miejskich oczyszczalni ścieków powodując dobowe zmiany stanu wód oraz wzrost stężeń zanieczyszczeń, w tym substancji biogenych. Przeprowadzona metodą URS ocena warunków hydromorfologicznych dostarcza wyników w postaci wypełnionych formularzy z badań, obejmujących szczegółowy opis elementów wpływających na ocenę warunków hydromorfologicznych ocenianego odcinka. Na podstawie zebranych w terenie danych oraz zestawu wskaźników dokonuje się klasyfikacji umożliwiającej porównanie odcinków między sobą oraz kwalifikację do ewentualnych działań naprawczych. W ramach przeprowadzonych badań oceniono wszystkie 47 wskaźników oraz przeprowadzono cztery rodzaje klasyfikacji zaproponowane w podręczniku metody URS (Gurnell i Shuker, 2011).

Wyniki

Spośród badanych odcinków dolin rzecznych stan sumaryczny jednego oceniono na średni, 11 poniżej średniego, a pięciu na zły. Żadnego z odcinków nie sklasyfikowano do dwóch najwyższych klas – stan bardzo dobry lub dobry, oraz do najgorszej – stan bardzo zły. Wyniki oceny hydromorfologicznej w odniesieniu do poszczególnych kryteriów dla odcinków badawczych zestawiono w tabeli, a wyniki sumaryczne przeprowadzonej oceny (wskaźnik SHQA) dla poszczególnych odcinków badawczych przedstawiono na rysunku.

Kłódnica

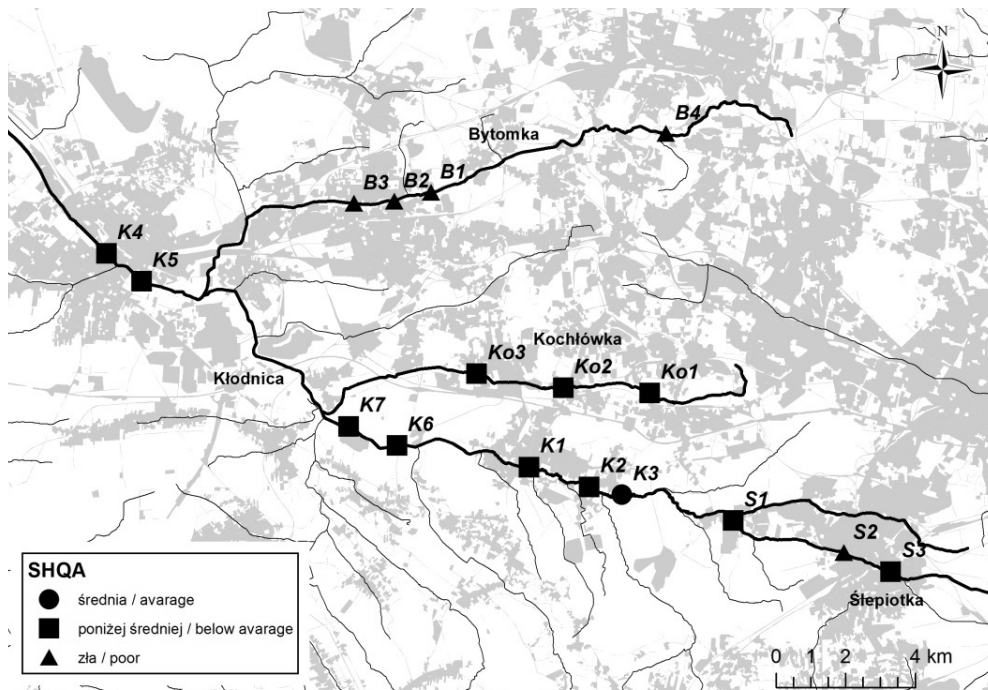
Ocena warunków hydromorfologicznych dla badanych odcinków w sześciu przypadkach stan określiła jako poniżej średniego i w jednym jako średni, co było najlepszym wynikiem spośród wszystkich badanych odcinków. Pomimo zbliżonej oceny sumarycznej badanych odcinków wskaźniki składowe znacząco różnią się dla poszczególnych odcinków. Wynika to nie tylko z charakteru inżynierskiego i parametrów koryta, ale również odmiennego zagospodarowania brzegów i przestrzeni wzdłuż rzeki, a prawdopodobnie także z dużych amplitud ilości prowadzonych wód wywołanych znacznym stopniem uszczelnienia zlewni. Materiał budulca brzegów i dna dla wszystkich badanych odcinków oceniony został tak samo – 2/5, co jest wynikiem zadowolającym i wynika z braku stałych umocnień w całym profilu koryta zarówno na odcinkach zlokalizowanych poza obszarami zabudowanymi, jak i na badanych odcinkach w centrum Gliwic. O niskiej ocenie dla odcinków oznaczonych K2, K4, K6, K7 zdecydowały parametry fizyczne koryt i dolin, zwłaszcza sztuczne profile koryt oraz brak naturalnych elementów morfologicznych jak odsypiska czy depozycja materiału w korycie ciekłu. Przeprowadzona dla tych odcinków ocena roślinności występującej zarówno w korycie, jak i na brzegach otrzymała wartości 3–4/7, czyli jako średnia, z czego dla odcinków K4 i K7 wyżej oceniono roślinność na brzegach, a dla K2 i K6 – w korycie. Analizowane cztery odcinki zlokalizowane są w przestrzeniach znacznie przekształconych przez działalność gospodarczą

TABELA cd.

| Nazwa | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | S1 | S2 | S3 | B1 | B2 | B3 | B4 | Ko1 | Ko2 | Ko3 |
|--|------|------|------|----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Wegetacja | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Udział pokrycia roślinnego w korycie | 15 | 40 | 65 | 0 | 0 | 5 | 0 | 55 | 70 | 65 | 0 | 15 | 0 | 0 | 35 | 30 | 75 |
| Liczba typów roślinności w korycie | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Dominujący typ roślinności w korycie | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 | 6 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| Liczba cech związanych z drzewami | 6 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 3 | 5 | 6 | 0 | 1 | 0 |
| Struktura roślinności brzegu | 1,85 | 1 | 0,95 | 2 | 1,85 | 1 | 1,5 | 1,4 | 1,65 | 1,4 | 1,85 | 1,56 | 1,15 | 1,85 | 2,25 | 1,3 | 2 |
| Struktura roślinności szczytu brzegu | 1,6 | 0,75 | 1,05 | 0 | 0,95 | 0,5 | 0,45 | 1,5 | 1,1 | 1,15 | 1 | 0,75 | 0,7 | 2,35 | 2,2 | 1,4 | 1,5 |
| Roznieszczenie drzew | 8 | 2 | 1 | 4 | 10 | 0 | 2 | 6 | 10 | 8 | 10 | 8 | 9 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| Umocnienie koryta | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dominujący materiał umocnień brzegów | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 10 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dominujący typ umocnień brzegów | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liczba typów umocnień brzegów | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Procentowy udział umocnień bioinżynieryjnych | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Procentowy udział umocnień nieszczelnych | 0 | 0 | 15 | 0 | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Procentowy udział umocnień szczelnych | 0 | 0 | 0 | 80 | 10 | 5 | 0 | 10 | 10 | 70 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nazwa | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | S1 | S2 | S3 | B1 | B2 | B3 | B4 | Ko1 | Ko2 | Ko3 |
|--|------------------|------------------|----------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Procentowy udział stałego materiału brzegowego | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 70 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Procentowy udział stałego materiału dna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gatunki inwazyjne | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liczba rodzajów zaniczyszczzeń | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Liczba gatunków inwazyjnych | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Zasięg gatunków inwazyjnych | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Liczba wylotów | 0 | 2 | 1 | 4 | 4 | 0 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Liczba drenazy | 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Materiał budulca | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | SNM (1) | HE (4) | SNC (1) | LE (2) | SNC (1) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) | LE (2) |
| Warunki fizyczne siedliska | SNA (1) | UM (5) | SNS (2) | UM (5) | RE (3) | US (6) | US (6) | US (6) | US (6) | UM (5) | US (6) | US (6) | US (6) | US (6) | UM (5) | US (6) | US (6) |
| Wegetacja | UVHT discom (7) | HVLT (3) | HVLT (3) | LVL (4) | UVHT di-sconn (7) | LVL (4) | LVL (4) | HVMT (4) | HVMT (4) | HVMT (4) | LVHT di-sconn (6) | UVHT di-sconn (7) | UVHT di-sconn (7) | UVHT di-sconn (7) | LVL (4) | LVL (4) | HVLT (3) |
| SHQI | 10 | 10 | 7 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 14 | 10 | 14 | 14 | 15 | 15 | 11 | 12 | 11 |
| Ocena | poniżej średniej | poniżej średniej | średnia | poniżej średniej | poniżej średniej | poniżej średniej | poniżej średniej | poniżej średniej | zła | poniżej średniej | zła | zła | zła | zła | poniżej średniej | poniżej średniej | poniżej średniej |

Źródło: Opracowanie własne.
Source: Own elaboration.



RYSUNEK. Wynik wskaźnika SHQA na tle obszarów zabudowanych

Źródło: Opracowanie własne.

FIGURE. SHQA score on urban areas background

Source: Own elaboration.

człowieka, tylko odcinek K4 zlokalizowany jest w obszarze gęsto zamieszkanym i zabudowanym centrum Gliwic. Odcinek K2 przebiega przez łąki intensywnie i grunty orne, a K6 i K7 przez tereny częściowo zalesione, częściowo przeznaczone pod składowanie skały płonnej.

Niska ocena odcinków K1 i K5 wynika z bardzo niskiej oceny wegetacji w obrębie doliny – koryta bez roślin oraz dużego zadrzewienia niepołączonego ze strukturą koryta. W przypadku odcinka K1 lokalizacja w trudnodostępnej przestrzeni z wysokim i stromym brzegiem oraz izolacją w postaci nasypu kolejowego uchronił koryto przed przekształceniem. Piaszczyste dno i znaczne wahania stanu wód wynikające z dużej

ilości odprowadzanych wód opadowych systemami kanalizacyjnymi w górnej części zlewni powodują jednak brak warunków do zakorzenienia się roślinności. Na odcinku w centrum Gliwic do znacznych wahań stanu wód dochodzi silne zanieczyszczenie wód licznymi zrzutami oczyszczonych i nieoczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych, wód opadowych oraz wód z odwodnienia zakładów górniczych bogatych w chlorki i siarczany oraz ze znaczną ilością zawiesiny.

Najwyżej oceniony odcinek K3 charakteryzuje się stosunkowo dobrą/przeciętną oceną dla wszystkich analizowanych wskaźników. W jego obrębie odnotowano występowanie naturalnych

elementów morfologicznych, jak również zidentyfikowano dużą wegetację w korycie i sporadyczny drzewostan na brzegu. Wpływ na taką ocenę ma rzadko spotykana sytuacja w całej górnej części zlewni Kłodnicy, że koryto rzeki nie jest znacząco wyprostowane, co umożliwia wytworzenie się naturalnych form w korycie, a spowolniona prędkość przepływu wody sprzyja rozwojowi roślinności. Przestrzeń wokół badanego odcinka zagospodarowana jest pod łąki ekstensywne, a odcinek poprzedzający przepływa przez tereny leśne.

Na całym analizowanym górnym odcinku dolina Kłodnicy poddana jest silnym wpływom działalności górniczej. Zmiana morfologii terenu wpływa na zmiany profilu podłużnego koryta, w skrajnych przypadkach powodując powstawanie przeciwsпадków oraz tzw. cofki w rejonie dopływów. Skutkuje to wzrostem zagrożenia powodziowego i koniecznością prowadzenia działań hydrotechnicznych często negatywnie wpływających na ocenę warunków hydromorfologicznych. Praktycznie od pierwszych kilometrów rzeki wprowadzane są wody z odwodnienia zakładów górniczych, wpływając na parametry jakościowe wód i naturalny reżim hydrologiczny rzeki.

Ślepiotka

Jako jedyna z analizowanych rzek Ślepiotka (dopływ Kłodnicy) pozostaje poza bezpośrednim wpływem działalności górniczej.

Wyniki przeprowadzonej oceny zaklasyfikowały dwa spośród badanych jej odcinków do stanu poniżej średniej

(S1 i S3) i jednego do stanu złego (S2). O nienajgorszym stanie odcinków S1 i S3 decyduje najwyższa z możliwych ocena wskaźnika opisującego materiał budulca doliny i koryta. Pozostałe wskaźniki nisko oceniają stan warunków morfologicznych koryta – zarówno pod względem parametrów fizycznych, jak i roślinności występującej w korycie i na brzegach. Wpływ na niską ocenę w tym przypadku niewątpliwie ma znaczące wyprostowanie koryta na całej długości cieką praktycznie uniemożliwiające wytworzenie naturalnych form morfologicznych. Obserwowany brak roślinności wynika prawdopodobnie także z zaobserwowanych dużych wahań stanu wody i znacznej prędkości przepływu w korycie, które są skutkiem dużego procentowego udziału terenów zabudowanych w zlewni cieką (znaczny poziom uszczelnienia). Na badanym obszarze nie stwierdzono znaczących zrzutów ścieków oczyszczonych czy wód kopalnianych, ale jakość wód, a także pośrednio jakość i intensywność życia biologicznego środowiska wodnego nie można ocenić wysoko, gdyż nielegalnie odprowadzane są tam ścieki, a wody opadowe z pobliskich osiedli i układu dróg są niedostatecznie podczyszczane.

Zła ocena warunków dla odcinka S2 wynika z umocnień trwałych w całym profilu koryta na tym odcinku oraz znacznego przekształcenia zlewni cieką.

Bytomka

Największy dopływ Kłodnicy w jej górnym biegu, należy do najbardziej przekształconych rzek w regionie. Do Bytomki odprowadzane są ścieki z naj-

gęściej zamieszkanymi obszarami Bytomia, Zabrza i Rudy Śląskiej oraz wody kopalniane z czynnych i zlikwidowanych zakładów górniczych. Na całym odcinku rzeka jest pogłębiona i znacząco wyprostowana. Dla wszystkich analizowanych odcinków jej stan morfologiczny oceniony został jako zły. Zmiany parametrów fizycznych koryta oraz ilość odprowadzanych do rzeki zanieczyszczeń uniemożliwia rozwój roślinności i wykształcenie naturalnych form morfologicznych w korycie. Od stanu bardzo złego Bytomkę uchroniła jedynie wysoka ocena materiału budulcowego brzegów i dna oraz niewielki udział umocnień dna i brzegów. Niska ocena dotyczy zarówno odcinków przepływających przez obszary silnie zurbanizowane jak i przestrzenie parkowe i tereny zielone.

Kochłówka

Rzeka ta podobnie jak Bytomka charakteryzuje się pełnym przystosowaniem rzeki do pełnienia funkcji gospodarczej odprowadzania ścieków i nadmiaru wód opadowych. Mniejsza zlewnia skutkuje mniejszą ilością ładunku zanieczyszczeń. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że stosunkowo niewielkie zabudowanie doliny Kochłówek na znacznej długości pozwoliło na rozwój roślinności na brzegach i skarpach koryta, co w parze z naturalnym lub półnaturalnym materiałem budulca oraz niewielką ilością umocnień pozwala na wszystkich analizowanych odcinkach stan hydromorfologiczny określić jako poniżej średniego. Kochłówka podobnie jak Kłodnica podlega silnej presji działalności górniczej zarówno pod względem od-

prowadzanego ładunku zanieczyszczeń z wodami kopalnianymi, jak i poprzez zmiany morfologii terenu. Wynikające z tego powodu zabiegi hydrotechniczne w obrębie doliny cieku powodują, że potencjał ekologiczny został znacząco ograniczony.

Dyskusja wyników

Zastosowana metoda oceny stanu hydromorfologicznego pozwala na właściwie zwaloryzowanie stanu hydromorfologicznego dolin rzecznych charakteryzujących się znacznym stopniem przekształcenia antropogenicznego (Hamerla i in., 2015). Największą zaletą zastosowanej metody jest uwzględnienie przy ocenie specyficznych uwarunkowań zlewni zurbanizowanych, które jak udowodniono w znaczący sposób mogą oddziaływać na stan ekologiczny rzek (Tippler i in., 2012).

Wyniki przeprowadzonej oceny wykazały niezadowalający stan warunków hydromorfologicznych cieków w górnej części zlewni Kłodnicy. Pomimo zbliżonych ocen sumarycznych wszystkich badanych odcinków wskaźniki charakterystyczne znacząco się od siebie różniły nawet w przypadku podobnych pod względem inżynierskim odcinków badawczych. Z jednej strony wskazuje to na istnienie odmiennych źródeł presji na danych fragmentach cieków i ich zlewni, ale z drugiej strony uzyskiwanie podobnych wartości oceny końcowej (pomimo znacznej różnicy w zakresie i typach presji identyfikowanych podczas ocen cząstkowych) wskazuje, że pożądane walory hydromorfologiczne mogą pozostać pod wpływem różnorodnych od-

działać. Ze względu na zurbanizowany charakter zlewni i wynikającą z tego różnorodność oddziaływań, jakie wpływają na system rzeczny Kłodnicy, określenie granicznych wartości presji, które powodują znaczące pogorszenia warunków hydromorfologicznych, wymaga przeprowadzenia osobnego studium. Na podstawie przedstawionych wyników możliwe natomiast jest określenie głównych kierunków działań nakierowanych na poprawę stanu hydromorfologicznego oraz wzmocnienie ich walorów ekologicznych i krajobrazowych. Uzyskane wyniki wskazują, że jednym z najważniejszych czynników przyczyniających się do pogorszenia stanu hydromorfologicznego koryta rzecznego jest obecność umocnień w korycie. W przypadku gdzie to tylko możliwe, należy zatem unikać umacniania koryt i dolin w szczególności antropogenicznymi materiałami stałymi, takimi jak: beton, kształtki, płyty. Brak umocnień w obrębie badanych odcinków w większości przypadków pozwalał na fragmentaryczne występowanie naturalnych elementów morfologicznych koryt, rozwój roślinności w korycie i na brzegach warunkujących wykształcenie się pożądanego/wartościowego ekosystemów w obrębie dolin rzecznych. Ze względu na powyższe w ramach prowadzonych zabiegów hydrotechnicznych preferowane powinny być materiały naturalne umożliwiające rozwój roślinności na brzegach i w dnie koryta. Zaobserwowane zależności i zalecenia są zgodne z wynikami wielu innych badań w tym zakresie (Januschke i in., 2011; Teufl, 2013; Dietrich i in., 2015).

Profilowanie koryt i ich pogłębianie ma kluczowe znaczenie dla niskiej oceny stanu warunków hydromorfologicznych

dolin rzecznych w analizowanym obszarze. Praktycznie w każdym z tego typu przypadków wiąże się z zanikiem roślinności i naturalnych elementów morfologicznych koryt. Prosty, podłużny profil koryta, szczególnie na obszarach miejskich, charakteryzuje się znacznymi wahaniami poziomu wód i prędkości przepływu wód, co utrudnia lub uniemożliwia ukształtowanie omówionych walorów przyrodniczych. W przypadku gdzie ze względów ekonomicznych, technicznych i społecznych przywrócenie korytom półnaturalnego kształtu jest niemożliwe, należy ograniczać wahania stanu wód w korycie m.in. poprzez zwiększanie retencji w zlewni, zagospodarowywanie wód opadowych czy kształtowanie obszarów mokradłowych w dolinach. Należy także limitować przyrost powierzchni trwale uszczelnionych, odwadnianych systemem kanalizacyjnym wprost do rzek (Du i in., 2015).

Redukcja stopnia zanieczyszczeń odprowadzanych do rzek na terenach takich jak aglomeracja górnośląska jest zadaniem długofalowym, wymagającym rozwoju technologii i zmian systemowych, w tym całościowego spojrzenia na ładunek odprowadzany w całej zlewni, a nie jak dotychczas punktowo w miejscu odprowadzania ścieków (Bondaruk i Góral, 2011). Wysoki stopień zanieczyszczenia utrudnia lub uniemożliwia rozwój roślinności, która poza rozwojem życia biologicznego wpływa też w sposób bezpośredni na atrybuty fizyczne koryta, co z kolei wiąże się z możliwością stabilizacji ekosystemów na tyle, że będą mogły pełnić ważne role, np. wspomagać procesy samooczyszczania się wód (Jarosiewicz, 2007).

Ważnym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonej oceny jest również fakt, że pomimo znacznie mniejszej presji odkładanej na Ślepiotkę (brak zrzutów ścieków oczyszczonych i wód kopalnianych oraz niewielką, bezpośrednią zabudową doliny) wynik oceny warunków hydromorfologicznych jest bardzo zbliżony, a dla części wskaźników nawet gorszy w porównaniu do innych rzek znacznie mocniej obciążanych. Potwierdza to czułość niewielkich cieków na zmiany w obrębie ich zlewni, w szczególności w zakresie wzrostu stopnia uszczelnienia (Paul i Meyer, 2001).

Dane literaturowe wskazują, że uszczelnienie zlewni powyżej 25% powierzchni zlewni znacząco ogranicza możliwość odtworzenia jego funkcji ekologicznych w ramach działań rewitalizacyjnych (Victorian Committee, 1999; Trząski i in., 2006). Są to wartości orientacyjne, zależne od wielu uwarunkowań lokalnych (typ gleb, nachylenie terenu itd.), niemniej jednak zapobieganie i ograniczanie negatywnego oddziaływania przyrostu terenów uszczelnionych jest aktualnie jednym z kluczowych wyzwań dla władz samorządowych. Najprostszym działaniem, coraz powszechniej stosowanym, jest wprowadzanie i egzekwowanie odpowiednich zapisów w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Innym narzędziem jest polityka fiskalna względem właścicieli gruntów, np. wprowadzenie ulg za utrzymywanie powierzchni nieuszczelnionych w postaci trawników, terenów zadrzewionych czy posiadanie systemów retencjonowania i zagospodarowania wód opadowych. Działania te pozwalają na rozwiązanie wielu problemów w zakresie gospodarowania

wodami opadowymi (np. w zakresie występowania powodzi miejskich) oraz znacząco przyczyniają się do poprawy stanu ekologicznego cieków w obrębie terenów zurbanizowanych. Jest to szczególnie ważne w obszarze Górnego Śląska, gdzie dominują małe rzeki o stosunkowo niewielkich zlewniach (Miles i Band, 2015).

Brak działań rewitalizacyjnych uwzględniających uwarunkowania hydrograficzne i hydromorfologiczne nie tylko znacząco ogranicza potencjał dolin miejskich cieków do pełnienia funkcji przyrodniczych, rekreacyjnych i gospodarczych, ale może w pewnym momencie stać się istotną barierą w rozwoju miast i regionu, przykładowo, gdy dojdzie do istotnych strat infrastrukturalnych wskutek powodzi miejskich. W związku z następującymi zmianami klimatu prognozuje się, że negatywne skutki nieodpowiedniego zarządzania ciekami miejskimi będą się nasilały (Pierzchała i Łabaj, 2015). Konieczność podejmowania działań naprawczych i adaptacyjnych oraz wprowadzenie systemowych rozwiązań w zakresie gospodarowania wodami opadowymi staje się zatem jednym z najważniejszych wyzwań rozwojowych miast.

Literatura

- Bartnik, J., Bonenberg, J. i Florek, J. (2009). *Wpływ utraty naturalnej retencji zlewni na charakterystykę morfologiczną zlewni i cieku. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2. Kraków: Katedra Technicznej Infrastruktury Wsi.
- Belletti, B., Rinaldi, M., Buijse, A.D., Gurnell, A. M. i Mosselman, E. (2014). A review of assessment methods for river hydromorphology. *Environmental Earth Sciences*, 73(5), 2079-2100.

- Bondaruk, J. i Góral, R. (2011). *Kierunki zmian w prowadzeniu efektywnej gospodarki wodnej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju na przykładzie wybranych jednostek samorządowych województwa śląskiego. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko*. Katowice: Główny Instytut Górnictwa.
- Bucała, A. i Starkel, L. (2013). Postępująca recesja rolnictwa a zmiany w środowisku przyrodniczym polskich Karpat. *Przegląd Geograficzny*, 85, 15-29.
- Davenport, A.J., Gurnell, A.M. i Armitage, P.D. (2004). Habitat survey and classification of urban rivers. *River Research and Applications*, 20(6), 687-704.
- Des Roches, S., Brinkmeyer, M.S., Harmon, L.J. i Rosenblum, E.B. (2015). Ecological release and directional change in White Sands lizard trophic ecomorphology. *Evolutionary Ecology*, 29(1), 1-16.
- Dietrich, A.L., Nilsson, C. i Jansson, R. (2015). A phytomatrix study evaluating the effects of stream restoration on riparian vegetation. *Ecohydrology*. doi:10.1002/eco.1663.
- Du, S., Shi, P., Van Rompaey, A. i Wen, J. (2015). Quantifying the impact of impervious surface location on flood peak discharge in urban areas. *Natural Hazards*, 76(3), 1457-1471.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U.UE. L. 2000 r. nr 327, poz. 1 z późn. zm.)
- Gurnell, A. i Shuker, L. (2011). *Urban River Survey Manual 2011*. London: Queen Mary University of London.
- Hamerla, A.M., Trząski, L. i Łabaj, P. (2015). Ocena warunków hydromorfologicznych cieków miejskich metodą Urban River Survey. *Inżynieria Ekologiczna*, 41, 26-35.
- Januschke, K., Brunzel, S., Haase, P. i Hering, D. (2011). Effects of stream restorations on riparian mesohabitats, vegetation and carabid beetles. *Biodiversity and Conservation*, 20(13), 3147-3164.
- Jarosiewicz, A. (2007). Proces samooczyszczania w ekosystemach rzecznych. *Stupskie Prace Biologiczne*, 4, 27-41.
- Krzemińska, A., Medwecka-Szklanna, M., Dzikowska, A. i Wawrzyniak, P. (2010). Ekomorfologiczna waloryzacja rzeki Oławy w km od 01 +400 do 04 +800. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 8(2), 65-77.
- Meyer, J.L., Wallace, J.B., Press, M.C., Huntly, N.J. i Levin, S. (2001). Lost linkages and lotic ecology: rediscovering small streams. W *Ecology: achievement and challenge: the 41st Symposium of the British Ecological Society sponsored by the Ecological Society of America held at Orlando, Florida, USA, 10-13 April 2000*. (strony 295-317). USA: Blackwell Science.
- Miles, B. i Band, L.E. (2015). Green infrastructure stormwater management at the watershed scale: urban variable source area and watershed capacitance. *Hydrological Processes*, 29(9), 2268-2274.
- Ogłęcki P. (2006). Ocena hydromorfologiczna rzek nizinnych na przykładzie rzeki Wkry. *Infrast. i Ekol. Ter. Wiej.*, 4(1), 175-184.
- Paul, M.J. i Meyer, J.L. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 333-365.
- Pierzchała, L. i Łabaj, P. (2015). *Procesy adaptacyjne do zmian klimatu na terenach zurbanizowanych. Przestrzenny i środowiskowy wymiar zrównoważonego rozwoju terenów zurbanizowanych*. Katowice: Główny Instytut Górnictwa.
- Radecki-Pawlik, A. (2011, 2014). *Hydromorfologia rzek i potoków górskich – działy wybrane*. Kraków: Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- RSPB NRA, RSNC. (1994). *The New Rivers and Wildlife Handbook*. Bedfordshire, UK: RSPB.
- Shields, C. i Tague, C. (2015). Ecohydrology in semiarid urban ecosystems: Modeling the relationship between connected impervious area and ecosystem productivity. *Water Resources Research*, 51(1), 302-319.
- Szoszkiewicz K., Zgoła J., Jusik SZ., Hryc-Jusik B., Davson F.H. i Raven P. (2007). Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey. Poznań-Warrington: Wyd. Bogucki.
- Teufl, B., Weigelhofer, G., Fuchsberger, J. i Hein, T. (2013). Effects of hydromorphology and riparian vegetation on the sediment quality of agricultural low-order streams: consequences for stream restoration. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(3), 1781-1793.

- Tippler, C., Wright, I.A. i Hanlon, A. (2012). Is catchment imperviousness a keystone factor degrading urban waterways? A case study from a partly urbanised catchment (Georges River, South-Eastern Australia). *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(8), 5331-5344.
- Trzaski, L., Korczak, K., Bondaruk, J. i Łabaj, P. (2006). *Użytkowe funkcje zasobów wodnych oraz uszczelnienie zlewni-kryteria nowego podejścia do gospodarowania ciekami miejskimi. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko*. Katowice: Główny Instytut Górnictwa.
- Victorian Committee. (1999). *Urban Stormwater: Best-Practice Environmental Management Guidelines*. Clayton: CSIRO Publishing.
- Wyżga, B., Amirowicz, A., Radecki-Pawlik, A. i Zawiejska, J. (2009). Hydromorphological conditions, potential fish habitats and the fish community in a mountain river subjected to variable human impacts, the Czarny Dunajec, Polish Carpathians. *River Research and Applications*, 25(5), 499-659.
- Wyżga, B., Oględzki, P., Radecki-Pawlik, A. i Zawiejska, J. (2011). Diversity of Macroinvertebrate Communities as a Reflection of Habitat Heterogeneity in a Mountain River Subjected to Variable Human Impacts. W A. Simon, S.J. Bennett, J.M. Castro (red.). *Stream Restoration in Dynamic Fluvial Systems: Scientific Approaches, Analyses, and Tools*, Geophysical Monograph, 194. (strony 189-207). Washington, DC: American Geophysical Union (AGU).
- Wyżga, B., Oglęcki, P., Radecki-Pawlik, A., Skalski, T. i Zawiejska, J. (2012a). Hydromorphological complexity as a driver of the diversity of benthic invertebrate communities in the Czarny Dunajec River, Polish Carpathians. *Hydrobiologia*, 696(1), 29-46.
- Wyżga, B., Zawiejska, J., Radecki-Pawlik, A. i Hajdukiewicz H. (2012b). Environmental change, hydromorphological reference conditions and the restoration of Polish Carpathian rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(11), 1213-1226.
- Wyżga, B., Oglęcki, P., Hajdukiewicz, H., Zawiejska, J., Radecki-Pawlik, A., Skalski, T. i Mikuś, P. (2013a). Interpretation of the invertebrate-based BMWP-PL index in a gravel-bed river: insight from the Polish Carpathians. *Hydrobiologia* 712(1), 71-88.
- Wyżga, B., Oglęcki, P., Hajdukiewicz, H., Zawiejska, J., Radecki-Pawlik, A., Skalski, T. i Mikuś, P. (2013b). Interpretacja makrozoobentosowego indeksu BMWP-PL dla rzeki zwirodnej na przykładzie badań z polskich Karpat. W B. Wyżga (red.), *Stan środowiska rzek południowej Polski – znaczenie środowiskowe, degradacja i możliwości rewitalizacji rzek wielonurtowych*. (strony 143-168). Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.
- Żelazo, J. i Popek, J. (2002). *Podstawy renaturyzacji rzek. Materiały kartograficzne, 171*. Warszawa: Wyd. SGGW.

Streszczenie

Ocena warunków hydromorfologicznych zurbanizowanych dolin rzecznych na przykładzie zlewni Kłodnicy. W artykule wskazano najważniejsze czynniki degradujące stan ekologiczny rzek na podstawie wyników oceny warunków hydromorfologicznych dla odcinków dolin rzecznych zlokalizowanych w górnej, zurbanizowanej i uprzemysłowionej części zlewni rzeki Kłodnicy. Ocenę uwarunkowań hydromorfologicznych przeprowadzono przeznaczoną dla terenów miejskich brytyjską metodą Urban River Survey. Na podstawie analizy wyników badania określone zostały najważniejsze kierunki działań oraz rekomendacje dla ochrony walorów ekologicznych i krajobrazowych miejskich przestrzeni nadrzecznych.

Summary

Hydromorphological assessment of urban river valleys of the Kłodnica catchment. This paper finds most important impacts for river valley ecosystem. Survey based on hydromorphological assessment for parts of river valley located in urbanized and industrialized part of Kłodnica catchment. The research was carried by British method destined for urban areas – Urban River Sur-

vey. As a result of the tests factors determining the value of assessing hydromorphological conditions and conditions affecting the catchments river valley were indicated. The effect of the analysis are recommendations for the protection of ecological values and landscape of riverside urban spaces.

Author's address:

Adam Hamerla, Łukasz Pierzchała
Główny Instytut Górnictwa
ul. Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice
Poland
e-mail: ahamerla@gig.eu