

STANOWISKO POMIAROWE DO BADAŃ NAD ILOŚCIĄ I JAKOŚCIĄ ODPLYWU Z MAŁEJ ZLEWNI ROLNICZEJ

GAUGE STATION FOR RUNOFF AND WATER QUALITY INVESTIGATION FROM SMALL AGRICULTURAL WATERSHED

Dariusz Górski, Leszek Hejduk

Katedra Budownictwa Wodnego

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska

SGGW Warszawa

Wstęp

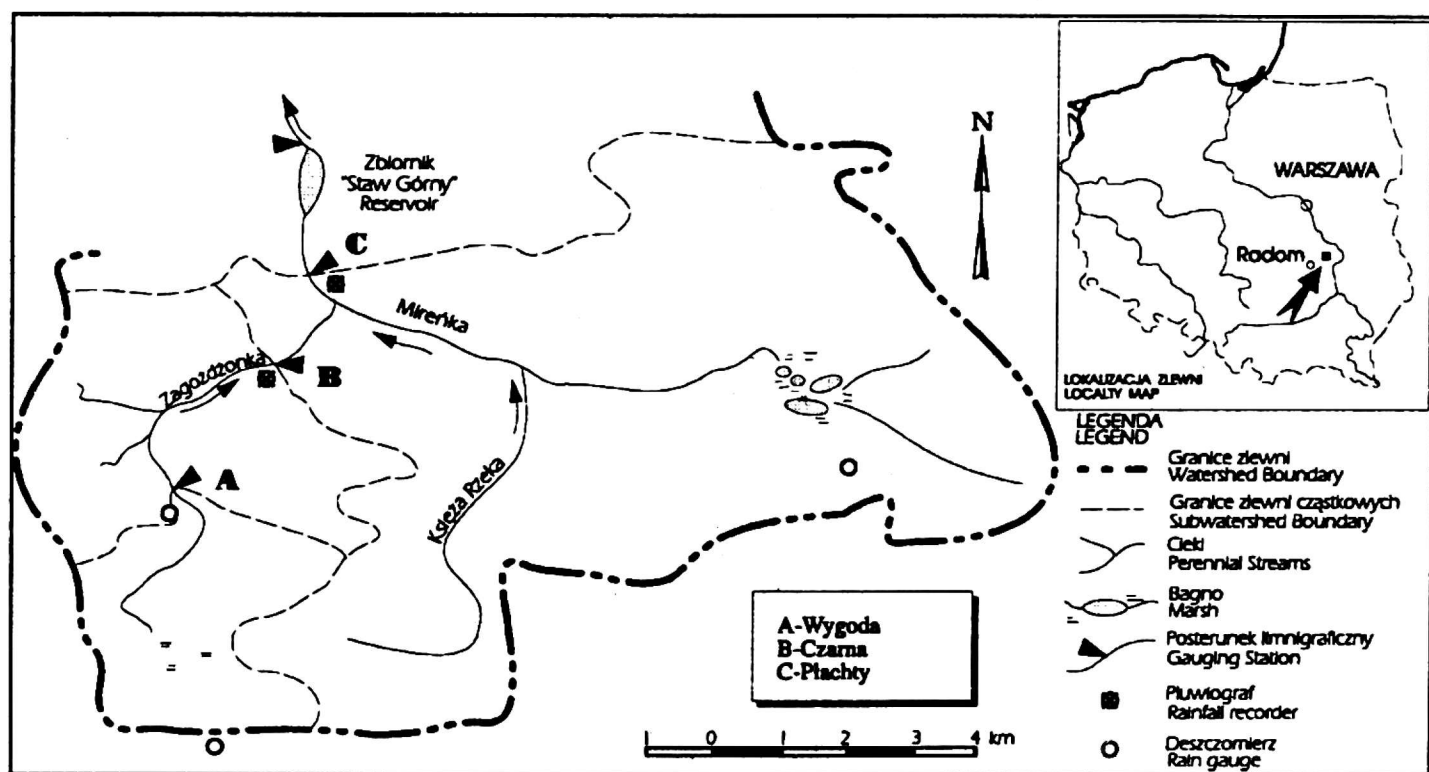
Obserwacje hydrologiczne w zlewni rzeki Zagożdżonki prowadzone są przez Katedrę Budownictwa wodnego SGGW od 1962 roku. Rzeka Zagożdżonka jest lewobrzeżnym dopływem Wisły mającym swe ujście w okolicach Kozienic. Zlewnia Zagożdżonki, o powierzchni 82,4 km² do profilu Płachty Stare, ma charakter nizinny, jej tereny są użytkowane głównie rolniczo (Rys. 1). Glebami dominującymi są gleby piaszczyste.

Stanowisko pomiarowe w Czarnej zlokalizowano na istniejącej konstrukcji jazu, wybudowanego w latach pięćdziesiątych dla potrzeb młyna wodnego. W roku 1982 obiekt wyremontowano i przystosowano do pomiaru przepływów wody - wbudowano przelewy pomiarowe o ostrej krawędzi, zainstalowano łatę wodowskazową i limnigraf (Banasik K. i in. 1985).

Do roku 1992 sieć obserwacyjna była wyposażona w łaty wodowskazowe i limnigrafy umieszczone w kilku wybranych przekrojach zlewni, oraz dwa przelewy pomiarowe do kontroli objętości przepływu. W 1992 roku przekrój w Czarnej, zamykający zlewnię o powierzchni 23,4 km², wyposażono w automatyczne urządzenia pomiarowe, szczególnie istotne przy monitorowaniu zdarzeń opad-odpływ w badaniach nad zmianami jakości wody w falach wezbraniowych. Na prawym przyczółku jazu wybudowano pomieszczenie dla elektronicznej aparatury pomiarowej i doprowadzono linię elektryczną 220V. W pobliżu przekroju pomiarowego założono ogródek meteorologiczny.

Dodatkowo zainstalowano elektroniczny system rejestracji danych oraz samoczynne i automatyczne urządzenia do poboru próbek wody.

W 1997 roku zainstalowano zespół dwóch osadników do określania ilości rumowiska unoszonego przepływającego przez przekrój.

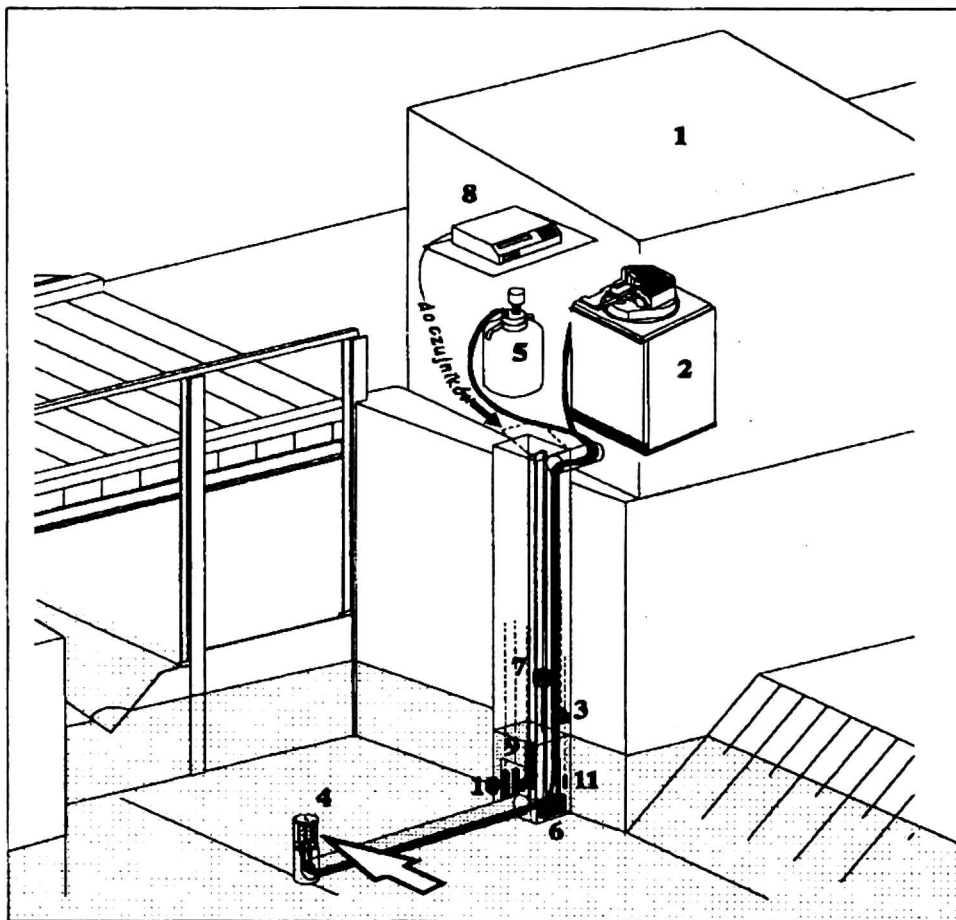


Rys.1 Mapa zlewni Zagożdżonki
Fig.1 Map of Zagożdżonka watershed

Opis zainstalowanych urządzeń pomiarowych

Podstawowe wyposażenie stanowiska w Czarnej stanowi: łata wodowskazowa; limnigraf; automatyczny próbnik STREAMLINE 800SL; batometr samoczynny BS-1; automatyczny batometr pompowy; zespół osadników do określania ilości rumowiska unoszonego; elektroniczny system rejestracji danych RC-10 wyposażony w czujniki: stanu wody (SEBA i TRAX), zmaczenia, temperatury wody (Rys.2).

W ogródku meteorologicznym znajdują się pozostałe czujniki systemy RC-10 tj. deszczomierze: przelewowy i strunowy, termometr, higrometr, batometr; jak również standartowe instrumenty IMiGW: deszczomierz Hellmana, pluwiografy dobowy i tygodniowy, termohigrograf, psychrometr.



Rys.2 Schemat rozmieszczenia przyrządów pomiarowych na stanowisku w Czarniej.

1- pomieszczenie elektronicznych urządzeń pomiarowych

Automatyczny próbnik STREAMLINE 800SL: 2- urządzenie z lodówką do przechowywania próbek, 3- czujnik poziomu wody SIGMA, 4- wlot przewodu ssącego w koszu osłonowym

Automatyczny batometr pompowy: 5- pojemnik z ciśnieniowym wyłącznikiem pompy, 6- pompa, 7- pływakowy wyłącznik pompy; Elektroniczny system rejestracji danych RC-10: 8- rejestrator, 9-

zmaceniomierz fotooptyczny, 10- mierniki stanu wody, 11- termometr.

Fig.2 Location of the measuring equipment at the Czarna gauging station. 1-shelter, 2-refrigerated sampler, 3-SIGMA Liquid Level Actuator, 4-covered intake nozzle, 5-polyethylene container, 6-pump, 7-float-type switch, 8-data logger, 9-turbidity photometer, 10-water level meter

Automatyczne urządzenie do poboru próbek wody STREAMLINE 800SL

Próbnik STREAMLINE 800SL, produkcji AMERICAN SIGMA INC. jest programowalnym urządzeniem do automatycznego poboru próbek wody, zasilanym energią elektryczną 220V. Pobór próbek może odbywać się w określonych odstępach czasu lub we współpracy z zewnętrznym przepływomierzem - w zależności od natężenia przepływu w cieku. W pamięci urządzenia można przechowywać do 5 różnych programów poboru próbek, a data i czas uruchomienia programu oraz poboru każdej z próbek (do 400) są zapamiętywane i mogą być w każdym momencie odczytane. Aby zapobiec niepożądanym zmianom chemicznym pobrane próbki przechowywane są w części chłodzącej urządzenia. Przed pobraniem próbki, przewody doprowadzające są każdorazowo „przedmuchiwane” powietrzem tłoczonym przez pompę, a następnie kilkakrotnie płukane próbkowaną cieczą. Wbudowana bateria litowa pozwala na pracę zegara i zachowanie pamięci programu w przypadku odłączenia urządzenia lub awarii zasilania. Urządzenie zostało wyposażone w dodatkowy czujnik stanu wody, który umożliwia pobór próbek w zależności od poziomu wody w rzece.

Próbnik STREAMLINE 800SL umieszczony jest wewnątrz pomieszczenia pomiarowego, a końcówka przewodu ssącego umocowana jest w koszu osłonowym na osi cieką.

Elektroniczny system rejestracji danych

Elektroniczny rejestrator danych RC-10 został zaprojektowany i wykonany przez firmę TRAX-electronic z Krakowa. Jest to specjalistyczne, programowalne urządzenie na bazie mikroprocesora, przeznaczone do automatycznej rejestracji danych. Krok czasowy rejestracji danych może być programowany w zakresie od 1 do 60 minut. Urządzenie współpracuje z trzema rodzajami czujników: czujniki strunowe, czujniki analogowe oraz czujniki impulsowe.

Działanie czujników strunowych oparte jest na zależności między mierzoną wielkością a napięciem i wibracją struny. Struna zostaje wzbudzona przez impuls elektromagnetyczny przesłany z rejestratora, a jej drgania przetwarzane są przez system elektromagnesów na serie sygnałów elektrycznych. Pomiar czujników odbywa się w każdej minucie i trwa ok. 30 sekund. Każdy czujnik mierzony jest dwukrotnie i w przypadku zgodności wyników zapisywana jest średnia wartość. W przypadku rozbieżności wykonywany jest trzeci pomiar, po którym z dwóch zbliżonych wielkości zapisywana jest wartość średnia.

Urządzenia do pomiaru opadu

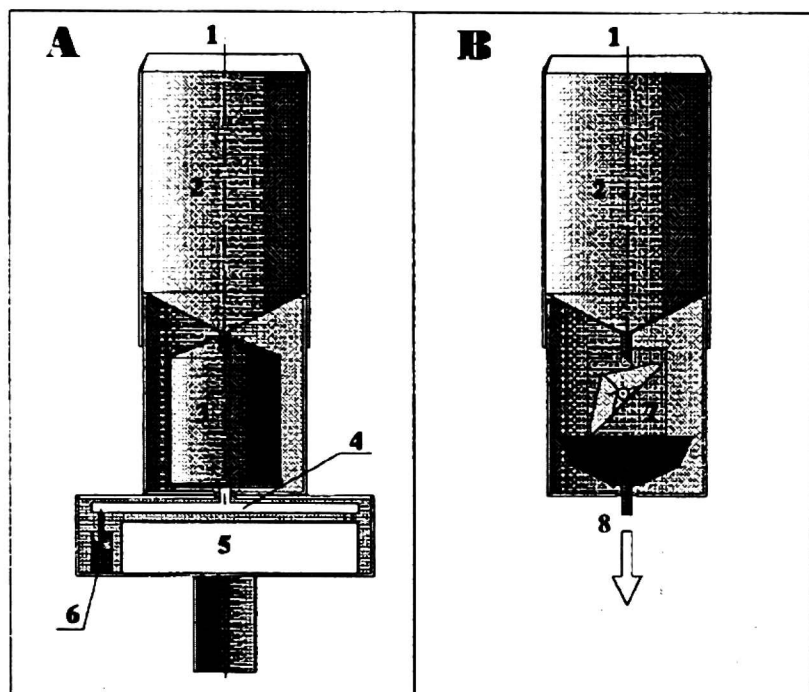
Do rejestratora podłączono dwa deszczomierze o różnych zasadach działania : deszczomierz strunowy firmy TRAX-electronic oraz deszczomierz przelewowy firmy SEBA (Rys.3).

Deszczomierz strunowy TRAX zawiera pojemnik umieszczony na platformie wagi, której ramię jest połączone z elementem strunowym czujnika. Opad zbierający się w pojemniku powoduje obciążenie ramienia wagi i zmianę jego położenia, co wywołuje wzrost napięcia struny proporcjonalnie do ilości zgromadzonego deszczu. Odczyty z czujnika są przeliczane przez rejestrator na fizyczne wielkości zmierzonego opadu w cm. Opad jest zbierany do pojemnika poprzez standardowy cylinder deszczomierza Hellmana używanego przez służby IMiGW, o średnicy 0,16m i powierzchni zbiorczej 200cm². Pojemnik deszczomierza strunowego jest opróżniany raz dziennie przez obserwatora.

Deszczomierz przelewowy SEBA składa się z cylindra Hellmana, z którego deszcz spływa niewielkim otworem bezpośrednio do jednego z korytek urządzenia przelewowego .

Każde z korytek może pomieścić 0,1 mm opadu - po wypełnieniu korytka następuje przeważenie mechanizmu przelewowego (co pociąga za sobą zmianę sygnału

przesyłanego do rejestratora) i opróżnienie korytka. Równocześnie rozpoczyna się napełnianie drugiego z korytek. Każda zmiana sygnału odebrana przez rejestrator oznacza 0,1 mm warstwę opadu, a liczba przełączeń w okresie pomiaru daje sumę opadu.



Rys.3 Deszczomierze podłączone do rejestratora RC-10

Fig.3 Rainfall gauges connected to RC-10 system

A - deszczomierz strunowy : 1-pierścień, 2-cylinder zbiorczy, 3-pojemnik, 4-ramię wagi, 5-czujnik strunowy, 6-tłumik drgań

A-string-type rainfall gauge: 1-collecting ring, 2-funnel, 3-bucket, 4-weighing lever, 5-string device, 6-oil vibration damper

B - deszczomierz przelewowy SEBA:

7-moduł korytek przelewowych, 8-wylot

B-SEBA tipping bucket type rainfall gauge: 7-tipping buckets 8-outlet

Mierniki poziomu wody

Poziom wody w profilu pomiarowym jest rejestrowany przez dwa czujniki: czujnik strunowy firmy TRAX oraz piezoporowy czujnik ciśnienia firmy SEBA.

Strunowy czujnik poziomu wody firmy TRAX jest urządzeniem wykorzystującym ciśnienie hydrostatyczne do pomiaru stanu wody w cieku. Zmiany poziomu wody są proporcjonalne do zmian naprężenia struny znajdującej się wewnątrz czujnika.

Czujnik stanu wody firmy SEBA mierzy ciśnienie hydrostatyczne w oparciu o element półprzewodnikowy (piezoporowy przetwornik ciśnienia) i przetwarza je na sygnał elektryczny. Mierzona wartość napięcia na wyjściu z czujnika odpowiada wysokości słupa wody. Odczyty z obu czujników są przeliczane przez rejestrator na rzeczywiste stany wody na podstawie współczynników otrzymanych z kalibracji w laboratorium. Współczynniki przeliczeniowe skorygowano po zainstalowaniu w przekroju pomiarowym tak, by osiągnąć zgodność wskazań czujników z istniejącą łąką wodowskazową. Oba czujniki zainstalowano w korycie cieku wewnątrz osłony czujników, u podstawy prawego przyczółka jazu.

Fotoelektryczny czujnik zmacenia wody

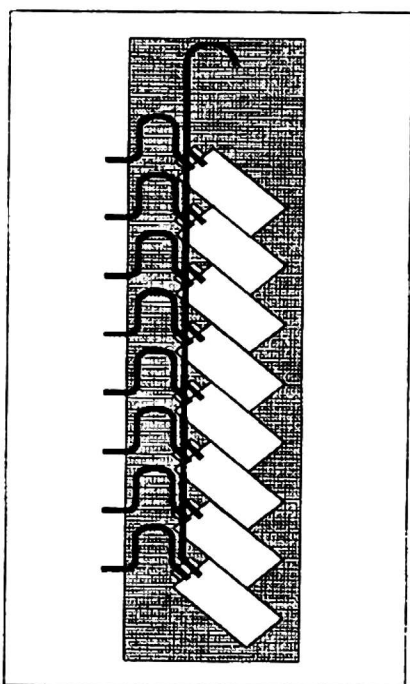
Miernik zmacenia opracowany i wykonany w Wielkiej Brytanii na Uniwersytecie w Exeter, jest urządzeniem wykorzystującym zależność między koncentracją unosin w wodzie a przepuszczalnością światła widzialnego. System składa

się z głowicy pomiarowej (czujnika) i wzmacniacza napięcia. Czujnik posiada wbudowane stałe źródło światła (żarówkę), którego promienie po przejściu przez warstwę wody padają na ogniwo fotoelektryczne. Napięcie wytwarzane przez ogniwo jest odwrotnie proporcjonalne do zmacenia wody - dołączony wzmacniacz podaje na wyjściu z układu napięcie w zakresie od 0 do 10 V.

Zmaceniomierz umieszczono na prawym przyczółku jazu, a jego głowicę pomiarową przymocowano do prowadnicy wewnątrz metalowej osłony czujników. Ruchome zamocowanie czujnika pozwala obserwatorowi na łatwe wyjęcie głowicy pomiarowej. Ponieważ urządzenie wykorzystuje fale światła widzialnego, znaczny wpływ na wyniki pomiarów mają osadzające się zanieczyszczenia - konieczne jest częste oczyszczanie szkieł instrumentu przez obserwatora. Czułość urządzenia oraz położenie zera skali sprawdzano przed jego instalacją przy użyciu standardowego roztworu formazyny (mieszanina heksaminy i siarczanu hydrazyny), (Ward, 1984).

Odczyty z czujnika są przeliczane na rzeczywiste wartości zmacenia w ppm.

Batometr samoczynny BS-1



Rys.4 Batometr samoczynny BS-1
Fig.4 Suspended sediment sampler
BS-1

Batometr BS-1 (Rys.4) jest urządzeniem służącym do samoczynnego poboru próbek wody z ciekłu w czasie wznoszenia się fali wezbraniowej. Urządzenie składa się ze wspornika, na którym umocowano 8 polietylenowych butelek 1-litrowych, zamykanych szczelnymi korkami. Woda wraz z rumowiskiem doprowadzana jest do każdej z butelek cienkimi przewodami uformowanymi na kształt syfonu. Wloty rurek rozmieszczono w pionowych odstępach 10 cm tak, że kolejne butelki zapełniają się w miarę wznoszenia poziomu wody w ciekłu, co 10 cm. Batometr został skonstruowany i wykonany w pracowni Katedry Budownictwa Wodnego SGGW. Batometr BS-1 umieszczono w profilu w Czarnej na lewym przyczółku jazu wewnątrz stalowej osłony zamykanej klapą, przez którą urządzenie może być łatwo wysunięte na zewnątrz.

Automatyczny batometr pompowy

Urządzenie, zaprojektowane i wykonane w Katedrze Budownictwa Wodnego SGGW, jest automatycznym próbnikiem służącym do poboru pojedynczej, objętościowej próby wody w okresie wezbrania. System składa się z polietylenowego zbiornika o

pojemności 25 litrów i zanurzonej pompy - zasilanej prądem z sieci 220V. Pompa uruchamiana jest przez włącznik pływakowy po osiągnięciu określonego poziomu wody w rzece, a ciśnieniowy czujnik powoduje zatrzymanie pompy po napełnieniu pojemnika. Urządzenie zamontowano na prawym przyczółku jazu, a przewody doprowadzające opuszczono do pompy wewnątrz osłony czujników.

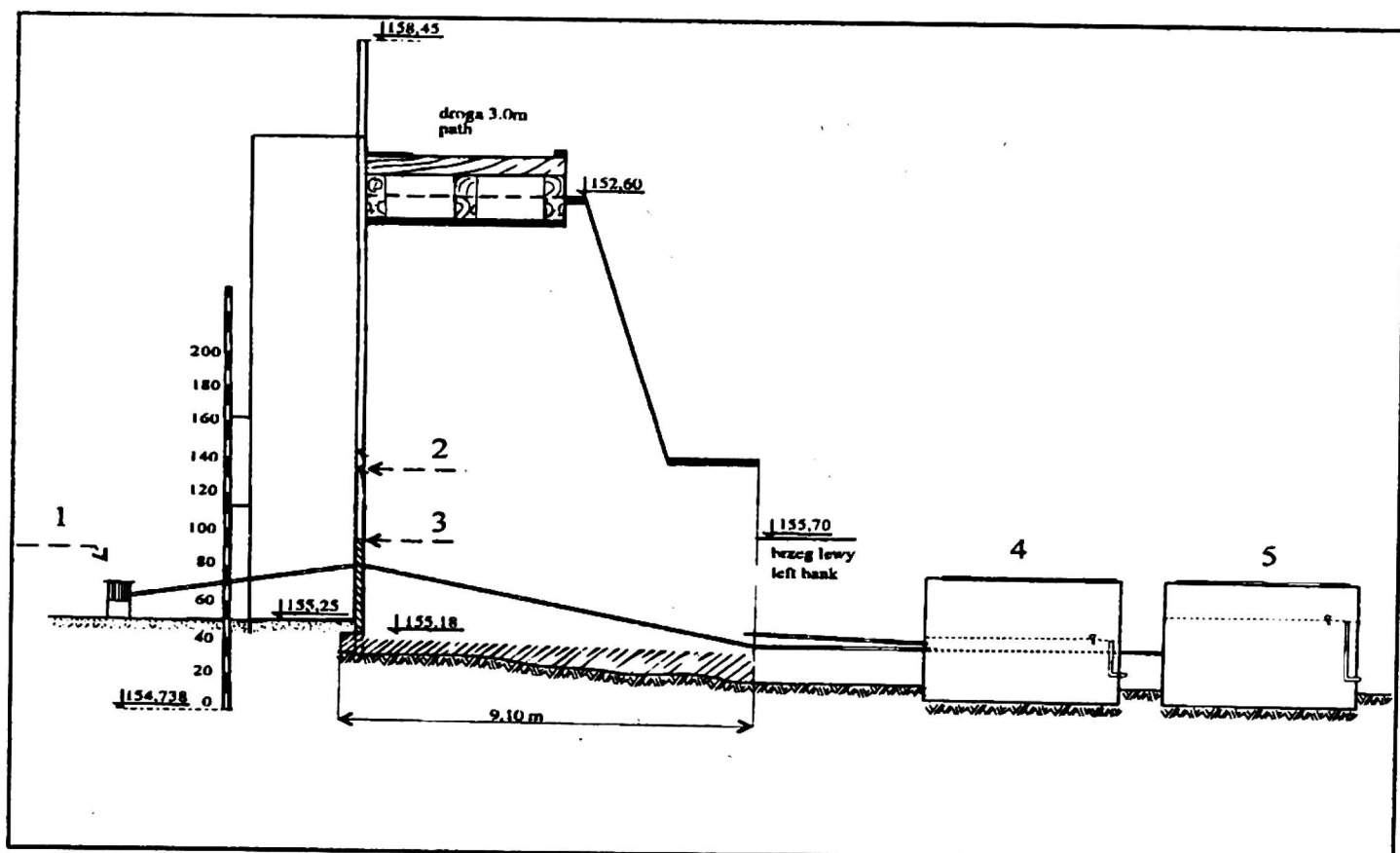
Zespół osadników do pobierania prób rumowiska unoszonego

W roku 1997 na stanowisku zainstalowano dodatkowo zespół osadników umożliwiających określanie ilości rumowiska unoszonego oraz pobieranie prób rumowiska unoszonego do analiz chemicznych (Rys.5). Zespół osadników składa się z dwóch kręgów betonowych o wysokości 1,0m i średnicy 1,2m. Kręgi mają zabetonowane dna oraz przykryte są zamykanymi włazami. Do obu osadników woda wraz z rumowiskiem doprowadzana jest przewodami z tworzywa sztucznego. Wlot przewodu doprowadzającego dla pierwszego osadnika umieszczony jest w korycie powyżej przelewu w koszu osłonowym. Woda wraz z rumowiskiem do drugiego osadnika pobierana jest z końca wypadu.

Otwory wylotowe, umieszczone w dolnych częściach kręgów, umożliwiają wypływ wody z osadników. W otworach tych zamontowane są metalowe rurki w kształcie litery „L”. Mają one na celu podpiętrzenie wody wewnątrz kręgu.

Wewnątrz każdego osadnika umieszczone zostały kątowniki, które umożliwią w przyszłości instalacje różnych instrumentów pomiarowych.

Działanie stanowiska jest następujące: woda (wraz z rumowiskiem unoszonym) wpływając do osadnika zmniejsza swoją prędkość, co powoduje wytrącenie się płynącej w wodzie zawiesiny. Zebrana ilość rumowiska unoszonego poddana może być analizie chemicznej.



Rys.5 Przekrój podłużny jazu w Czarnej oraz zespół osadników do określania ilości rumowiska
 1-kosz osłonowy, 2-krawędź środkowej zastawki, 3-wierzchołek przelewu trójkątnego, 4-osadnik pierwszy, 5-osadnik drugi

Fig.5 Long-section of weir at Czarna with the device for measuring sediment quantity
 1-covered intake, 2-edge of the middle weir, 3-triangular weir top, 4-first collector, 5-second collector

Ocena funkcjonalności zainstalowanych urządzeń

Prace prowadzone na stacji pomiarowej w Czarnej natrafiały na trudności związane głównie ze złym funkcjonowaniem elektronicznego systemu rejestracji danych RC-10. W przypadku pomiaru stanu wody, temperatury oraz wysokości opadów atmosferycznych możliwa jest weryfikacja i uzupełnienie uzyskanych danych na podstawie rejestracji tradycyjnych samopisów zainstalowanych w przekroju pomiarowym i ogródku meteo. Ze względu na częste awarie techniczne rejestratora i linii zasilającej, jak dotąd nie udało się zarejestrować wystarczającej liczby wezbrań do weryfikacji wskazań zmierzniomierza fotooptycznego. Zainstalowany system wymaga stałej kontroli ze względu na częste awarie i związane z nimi straty zarejestrowanych danych. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę odległość między stacją pomiarową w Czarnej a Warszawą (ok. 100 km) - niemożliwe jest organizowanie częstych wyjazdów tylko dla celów kontroli pracy urządzeń rejestrujących. W konsekwencji planowane jest zainstalowanie na stacji dodatkowych urządzeń do teletransmisji danych, dających możliwość zdalnego odczytu mierzonych parametrów hydrologicznych i

meteorologicznych oraz stałej kontroli funkcjonowania systemu i szybkiej reakcji na wykryte awarie. Zespół osadników w chwili obecnej jest na etapie kontroli działania.

Literatura

BANASIK K., BYCZKOWSKI A., KUBRAK J., 1985 : *Wykorzystanie małych budowli wodnych do pomiaru natężenia przepływu*. Studia i materiały oceanologiczne nr 47, Komitet Badań Morza PAN, Gdańsk, s.191-204.

BANASIK K., GŁADECKI J., GÓRSKI D., PIETRASZEK Z., 1995 : *Stanowisko pomiarowe nad ilością i jakością odpływu z małej zlewni*. Monitorowanie i Modelowanie procesów hydrologicznych w zmieniającym się środowisku. Materiały na sympozjum Pionki, 4-5 września 1995.

BRAKENSIEK D.L., OSBORN H.B., RAWLS W.J., coordinators, 1979 : *Field Manual for Research in Agricultural Hydrology*. U.S. Dept. of Agriculture, Agriculture Handbook 224, ss.550.

WARD P.R.B., 1984 : *Measurement of Sediment yields*. Rozdział w zbiorze : Erosion and Sediment Yield : Some Methods of Measurement and Modelling; red. Hadley R.F. & Walling D.E., Geo Books, s. 49-51.

Summary

Gauge station for runoff and water quality investigation from small agricultural watershed. In 1992 , in a small lowland Zagożdżonka River near Radom-city, 100 km from Warsaw, an automatic gauging station was established. The gauging station at Czarna village cross-section is equipped with automatic devices for measuring outflow changes, water quality and suspended sediment transport. The following devices are installed : the water level meter, the water turbidity photometer, thermometer, and samplers like: STREAMLINE 800SL, suspended sediment sampler BS-1. The new device for measuring the quantity of the suspended sediment and taking samples for the chemical analysis was build in the 1997. The near-lying meteorological station is equipped with the electronic rainfall gauge the string-type and the tipping bucket-type as well as standard IMGW equipment.

Dariusz Górski
Katedra Budownictwa Wodnego
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa