



Final Report 2023

Annex D2

Annex D2 covers a report of assessment of hydrological effects of adaptation measures (C1-C6) on selected hydrotechnical objects in the catchment area of the Mleczna River, closed by a cross-section in the area of Piotrówka Street including

STAGE I - Site inspection and engineering measurements

STAGE II – GIS data

STAGE III - Analysis of 2018-2022 meteorological data from the project's measuring stations (see *Annex D1.1 Weather station report as deliverables for D1*)

STAGE IV – Numerical model of the hydrological system¹ deliverable for Action D2

STAGE V - Plan and description of methodology of flow and water measurements in the Mleczna River and its main tributaries (6 sites) in the area of the city of Radom during dry and rainy periods to evaluate the effectiveness of the project carried out and the measurements campaign

STAGE VI - Hydrological model calibration and calculation scenarios

STAGE VII - Water management documentation

Final monitoring report (post investment phase of the monitoring)

As the STAGES above include a great number of Annexes , they are delivered only by link to the relevant sharepoint



The D2 action in the post investment phase of the project covered field measurements after the completion of the adaptation measures. The reports beneath compare flows and water retention capacity of the Mleczna river system before and after adaptation.

The assessment of the impact of the investments carried out within the framework of the project on the mitigation of the city's adaptation to climate change included a measurement campaign in the hydrological catchment area of the Mleczna River, in the area of the Borki Reservoir and the constructed polder on the Cerekwianka River (the area of Ceramiczna Street and NSZZ Solidarność Avenue). In total, measuring devices were installed at six cross-sections and the water table was additionally monitored at the Borki Reservoir and the polder on the Cerekwianka River.

The completed measurements were used to calibrate the mathematical model of the hydrological network.

The measurements lasted a total of more than 130 days (from 06/2022 to 10/2022) and confirmed, among other things, the rapid response of the catchment to precipitation, in particular the Borki Lagoon catchment.

Data on precipitation during the measurement campaign were provided by local meteorological stations and IMGW web portals.

During the measurements carried out as part of the campaign, no torrential downpours or precipitation of a heavy rainfall nature were observed in the Radom catchment area, which would have caused water to rise from the banks of the troughs. This report contains a description of the activities carried out, a presentation of the metrological methodology used to carry out the measurements and an analysis of the obtained measurement sequences in the context of their suitability for carrying out the calibration of the mathematical model of the hydrological network.

The primary objective of conducting a measurement campaign on the hydrological network of Radom (upper catchment of the Mleczna River) was to obtain measurement sequences/series containing information on water levels in the main reservoirs as well as flows and filling (water levels) at selected characteristic measurement cross-sections. In order to estimate the catchment balance, measuring cross-sections were established at the inflow and outflow to the main reservoirs and at the catchment closure cross-section, respectively. At the same time, the filling of the reservoirs was measured.

The recorded measurement material on flows and filling up of water reservoirs was then analysed to determine the basic hydrological dependencies in the analysed catchment area, in particular to establish the so-called "catchment response to precipitation", related to catchment retention.

The analysis of the measurement sequences carried out, confirmed the achievement of the assumed parameters, including m. Among others in the Borki reservoir - fluctuations of the water table did not exceed 20 cm, in accordance with the objective of the project, under normal operating conditions, the reservoir has a limited retention capacity in case of a flood wave, the inflow and outflow of water to the lagoon/reservoir Borki is similar and shows a similar response to precipitation,; in the polder on the Cerekwianka River - the recorded water temperature confirms that anaerobic conditions may occur at low water levels (water temperature exceeded 30 oC), the reservoir dries out very quickly in the rainless period with high water temperatures.

Project "Adaptation to climate change through sustainable management of water of the urban area of Radom City" is co-financed by European Union under the LIFE Program and the National Fund for Environmental Protection and Water Management.
LIFE14 CCA/PL/000101 LIFERADOMKLIMA-PL



STAGE I - Site inspection and engineering measurements

Stage I of the task entitled "Assessment of the impact of investments carried out under the LIFERADOMKLIMA-PL project in Radom on the mitigation of the effects related to the adaptation of the city to climate change" involved conducting a site inspection of the main rivers and infrastructure of the Radom catchment area, and carrying out basic engineering measurements for the purpose of updating the numerical model of the hydrological system of the Mleczna River and Cerekwianka River catchment areas, closed by a cross-section in the Piotrówka Street area.

A site visit was carried out on:

- 16.12.2021 r.
- 15.03.2022 r.
- 06.06.2022 r.
- 12.06.2022 r.
- 15.07.2022 r.
- 07.10.2022 r.

Each time, the task contractor documented by taking photographs the condition of the main hydro-engineering facilities that were constructed within the LIFERADOMKLIMA-PL project on the Milk River and its right-bank tributary Cerekwianka.

During the visit, basic engineering measurements of some of the hydrotechnical facilities were also taken and cross-sections of the Milk River and the Cerekwianka were made.

STAGE II – GIS data

Stage II of the task included the creation (development) of a geospatial GIS database for the purpose of performing analyses related to the hydrological system of the Cerekwianka River and the Mleczna River in the Radom area (up to the closing section at Piotrówka Street).

The GIS data was divided into thematic layers:

- Landforms of the catchment area,
- Water flow lines,
- Hydrological network with basic objects,
- Catchments,
- Technical infrastructure within the analysed catchments,
- Hydrological cross-sections,
- Land and building records,
- Maps of catchment seepage rates,
- Maps of floods and inundations.

To create the geospatial GIS database, materials provided by the Ordering Party/Contractor, available in the public domain, provided by Radom Municipal Waterworks, developed by the Contractor within the scope of this task, originating from direct measurements, were used.

The developed GIS database has an SHP file format and can be visualised using publicly available GIS software such as QGIS.

In addition, the work of Phase II included the collection and organisation of basic data on constructed, upgraded or reconstructed hydraulic structures.



Due to the scope of the data and the area covered by the analyses, a number of geospatial analyses were carried out in a GIS environment regarding catchment boundaries, the delineation of survey points, etc.

As part of this phase, the contractor carried out a catchment analysis, on the basis of which he produced map annexes.

STAGE IV - comprised the introduction of facilities realised within the LIFERADOMKLIMA-PL project into the numerical model of the hydrological system.

The update included the introduction into the existing model of the upgraded Borki reservoir/lagoon, the floodplain polder on the Cerekwianka River and the completed complex of stagnant bays and meanders.

STAGE V - plan and description of the methodology for carrying out flow and water measurements in the Mleczna River and its main tributaries (6 sites) in the area of the city of Radom during dry and rainy periods to assess the effectiveness of the investments carried out in the LIFERADOMKLIMA-PL project to reduce the flood wave and thye measurement campaign.

This task includes the implementation of a temporary monitoring of water flow in the Mleczna River and its main tributaries, covering a minimum of 6 sites. The measurement campaign plan takes into account the water supply network monitoring system being implemented.

STAGE VI - The measurement campaign carried out made it possible to obtain basic information

about interdependencies of the hydrological system functioning in the Radom area and the network of surface watercourses. Measurements carried out within the campaign included:

- flow velocities at selected cross-sections,
- channel filling at characteristic cross-sections,
- total precipitation height,
- rainfall intensity,
- temperature in the catchment area.

Obtaining the above-mentioned information was necessary from the point of view of validating mathematical models - the rainwater drainage system and hydrological network, covering the area of the Radom catchment.

STAGE VII - involved the production of documentation on water management in the catchment area. The instruction was performed in accordance with the Regulation of the Minister of Maritime Economy and Inland Navigation of 21 August 2019 on the scope of the water management instruction, pursuant to Article 413 of the Act of 20 July 2017. - Water Law (Journal of Laws 2018, item 2268 and 2019, item 125, 534 and 1495).



Project "Adaptation to climate change through sustainable management of water of the urban area of Radom City" is co-financed by European Union under the LIFE Program and the National Fund for Environmental Protection and Water Management.
LIFE14 CCA/PL/000101 LIFERADOMKLIMA-PL



Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. **Obiekt:** Wybrane obiekty hydrotechniczne w zlewni rzeki Mlecznej, zamkniętej przekrojem w rejonie ul. Piotrówka [15+460]

4. **Branża:** HYDROLOGIA, SANITARNA

5. **Etap:** ETAP I – Wizja lokalna i pomiary inżynierskie

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Bartosz Latoszek

Tel.: 603 450 063,
e-mail: bartek@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 25.02.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 02

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR 01

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	5
1. Opis przeprowadzonych wizji lokalnych	5
2. Opracowane mapy hydrologiczne i dokumentacja inżynierska	6
3. Dokumentacja fotograficzna obiektów	7
4. Pomiary	16
II. Podsumowanie wykonanych prac	23

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Lokalizacja wylotu z Kanału A0	16
Rysunek 2 Przekrój wylotu z Kanału A0	16
Rysunek 3 Lokalizacja wykonanego przekroju przed zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Suchej	17
Rysunek 4 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej przed zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Suchej	17
Rysunek 5 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta rz. Mlecznej za zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Maratońskiej	18
Rysunek 6 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej za zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Maratońskiej	18
Rysunek 7 Lokalizacja wykonanego przekroju poprzecznego koryta Cerekwianki przed polderem zalewowym	19
Rysunek 8 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed polderem zalewowym	19
Rysunek 9 Lokalizacja wykonanego przekroju przepust dolny Cerekwianki za polderem zalewowym	20
Rysunek 10 Przepust dolny Cerekwianki za polderem zalewowym	20
Rysunek 11 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta Cerekwianki przed rzeką Mleczną	21
Rysunek 12 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed rzeką Mleczną	21
Rysunek 13 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta rz. Mlecznej przed mostkiem	22
Rysunek 14 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej przed mostkiem	22

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki	7
Zdjęcie 2 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki	8
Zdjęcie 3 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki	8
Zdjęcie 4 Dmuchawa napowietrzająca z systemem przewodów napowietrzających	9
Zdjęcie 5 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki	9
Zdjęcie 6 Koryto Cerekwianki na wysokości polderu zalewowego- widok w kierunku Zachodnim	10
Zdjęcie 7 Przepust dolny na Cerekwiance – dopływ z polderu zalewowego – widok od strony napływu wód	10
Zdjęcie 8 Polder zalewowy na Cerekwiance	11
Zdjęcie 9 Wodowskaz na polderze zalewowym Cerekwianki	11
Zdjęcie 10 Przepust na Cerekwiance zasilający polder	12
Zdjęcie 11 Widok na koryto rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoisowych)	12
Zdjęcie 12 Ploso na korycie rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoisowych)	13
Zdjęcie 13 Widok na koryto rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoisowych)	13
Zdjęcie 14 Widok na umocnienia brzegów faszynowo-kamiennych – odcinek zremeandryzowany	14

Zdjęcie 15 Widok na kompleks sztucznych zatok zastoiskowych z umocnieniem brzegów faszynowo-kamiennym rzeki Mlecznej – odcinek zremeandryzowany	14
Zdjęcie 16 Sztuczna zatoka przepływowa z odpływem na rzece Mlecznej	15
Zdjęcie 17 Koryto rzeki Mlecznej za odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoiskowych)	15

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

ZAŁĄCZNIK nr A Opracowane mapy hydrologiczne\

ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa kilometrażu głównych rzek lokalizowanych na terenie zlewni radomskiej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 2 Inwentaryzacja na terenie zlewni radomskiej - dokumentacja foto_R02.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 3 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 4 Mapa linii spływu w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 5 Mapa linii spływu w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 6 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika (zalewu) Borki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 7 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 8 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 9 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 10 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika (zalewu) Borki .pdf

ZAŁĄCZNIK nr 11 Mapa uszczelnienia zlewni na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 12 Mapa podziału zlewniowego rzeki Mlecznej ze wskazaniem profilu zamykającego.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 13 Mapa zlewni zbiornika (zalewu) Borki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 14 Mapa zlewni rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 15 Mapa zlewni rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 16 Mapa zlewni rzeki Mlecznej do rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 17 Mapa podziału zlewni radomskiej na zlewnie elementarne wg MPHP.pdf

ZAŁĄCZNIK nr B Pomiary cieków w punktach charakterystycznych\

1_Most Aleksandrowicza.pdf

2_Most Czarneckiego.pdf

3_Most Maratońska.pdf

4_Most Miła.pdf

5_Most Sucha.pdf

6_Most Warszwska.pdf

7_Most Wenera.pdf

ZAŁĄCZNIK nr C Wizja lokalna-baza foto\

ZAŁĄCZNIK nr D Przekroje koryta rz. Mlecznej i rz. Cerekwianki\

ZAŁĄCZNIK nr 19 Metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance_R01.pdf

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap I	BML/21/1191
	Warszawa, Luty 2022 r.

I. WPROWADZENIE

Etap I zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL* w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował przeprowadzenie wizji lokalnej głównych rzek oraz infrastruktury zlewni radomskiej oraz wykonanie podstawowych pomiarów inżynierskich dla potrzeb przeprowadzenia aktualizacji modelu numerycznego systemu hydrologicznego zlewni rzeki Mlecznej oraz rzeki Cerekwianki, zamkniętych przekrojem w rejonie ul. Piotrówka.

Wizja lokalna została przeprowadzona w dniach:

- 16.12.2021 r.
- 15.03.2022 r.
- 06.06.2022 r.
- 12.06.2022 r.
- 15.07.2022 r.
- 07.10.2022 r.

Wykonawca zadania każdorazowo dokumentował poprzez wykonanie zdjęć stan głównych obiektów hydrotechnicznych, które zostały wykonane w ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL* na rzece Mlecznej i jej prawobrzeżnym dopływie Cerekwiance.

Podczas wizji wykonano również podstawowe pomiary inżynierskie niektórych z obiektów hydrotechnicznych oraz wykonano przekroje rzeki Mlecznej i Cerekwianki.

1. Opis przeprowadzonych wizji lokalnych

Wykonawca 16 grudnia 2021 r. przeprowadził pierwszą wizję lokalną głównych obiektów wykonanych w ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL* na rzece Mlecznej i jej prawobrzeżnym dopływie Cerekwiance. Dokumentacja fotograficzna została wykonana dla następujących obiektów:

- ✓ Zbiornik/Zalew Borki – staw kolmatacyjny;
- ✓ Mnich polderu zalewowego Cerekwianki;
- ✓ Polder zalewowy na Cerekwiance;
- ✓ Przepust na Cerekwiance;
- ✓ Umocnienia faszynowo-kamienne na rzece Mlecznej;
- ✓ Sztuczne zatoki zastoiskowe na rzece Mlecznej;
- ✓ Sztuczne plosy na rzece Mlecznej;
- ✓ Wylot z kanalizacji deszczowej do rzeki Mlecznej.

2. Opracowane mapy hydrologiczne i dokumentacja inżynierska

W ramach prac objętych etapem, wykonano mapy kilometrażu głównych rzek zlewni radomskiej oraz mapy spływów powierzchniowych. Opracowane mapy hydrologiczne powstały w wyniku analiz ukształtowania i zagospodarowania terenu, map glebowych, układu cieków na terenie miasta Radomia. Mapy hydrologiczne zostały dla przedmiotowego zadania zostały zamieszczone w **Załączniku nr A** i obejmują:

ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa kilometrażu głównych rzek lokalizowanych na terenie zlewni radomskiej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 3 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 4 Mapa linii spływu w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 5 Mapa linii spływu w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 6 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika (zalewu) Borki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 7 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 8 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 9 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 10 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika (zalewu) Borki .pdf

ZAŁĄCZNIK nr 11 Mapa uszczelnienia zlewni na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 12 Mapa podziału zlewniowego rzeki Mlecznej ze wskazaniem profilu zamykającego.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 13 Mapa zlewni zbiornika (zalewu) Borki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 14 Mapa zlewni rzeki Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 15 Mapa zlewni rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 16 Mapa zlewni rzeki Mlecznej do rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 17 Mapa podziału zlewni radomskiej na zlewnie elementarne wg MPHP.pdf

Dodatkowo, zdjęcia z przeprowadzonych wizji lokalnych zobrazowano w formie metryk wraz ze wskazaniem lokalizacji wykonania zdjęcia oraz opisem. Materiał z przeprowadzonej inwentaryzacji stanowi ZAŁĄCZNIK nr 2.

ZAŁĄCZNIK nr 2 Inwentaryzacja na terenie zlewni radomskiej - dokumentacja foto_R02.pdf

Poszczególne mapy przedstawiają granice zlewni hydrologicznych, wyznaczonych w oparciu o analizy ukształtowania terenu i wyznaczone linie spływów. W wyniki przeprowadzonych prac

skorygowano granice zlewni hydrologicznych, które zostały przyjęte w podziale przez PGW Wody Polskie. Dotyczy to w szczególności rzeki Mlecznej oraz Potoku Południowego.

Pomiary koryt głównych cieków wprowadzonych do modelu numerycznego zamieszczono w **ZAŁĄCZNIKU nr B_Pomiary cieków w punktach charakterystycznych** oraz w **ZAŁĄCZNIKU nr D_Przekroje koryta rz. Mlecznej i rz. Cerekwianki**

Cała dokumentacja zdjęciowa z przeprowadzonej wizji lokalnej znajduje się w katalogu/załączniku **ZAŁĄCZNIK nr C Wizja lokalna-baza foto**.

Lista załączników do niniejszego raportu przedstawia się następująco:

- ZAŁĄCZNIK nr A Opracowane mapy hydrologiczne\
- ZAŁĄCZNIK nr B Pomiary cieków w punktach charakterystycznych\
- ZAŁĄCZNIK nr C Wizja lokalna-baza foto\
- ZAŁĄCZNIK nr D Przekroje koryta rz. Mlecznej i rz. Cerekwianki\

3. Dokumentacja fotograficzna obiektów

Poniżej przedstawione zostały niektóre ze zdjęć wykonanych podczas wizji lokalnej. Stan wody na zbiorniku/zalewie Borki jak i na polderze zalewowym Cerekwianki pozwolił wykonać fotografię głównych elementów obiektów wykonanych w ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL*.



Zdjęcie 1 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki



Zdjęcie 2 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki



Zdjęcie 3 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki



Zdjęcie 4 Dmuchawa napowietrzająca z systemem przewodów napowietrzających



Zdjęcie 5 Staw kolmatacyjny na Zbiorniku/Zalewie Borki



Zdjęcie 6 Koryto Cerekwianki na wysokości polderu zalewowego- widok w kierunku Zachodnim



Zdjęcie 7 Przepust dolny na Cerekwianie – dopływ z polderu zalewowego – widok od strony napływu wód



Zdjęcie 8 Polder zalewowy na Cerekwianie



Zdjęcie 9 Wodowskaz na polderze zalewowym Cerekwianki



Zdjęcie 10 Przepust na Cerekwiance zasilający polder



Zdjęcie 11 Widok na koryto rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoiskowych)



Zdjęcie 12 Płoso na korycie rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i płos oraz zatok zastoiiskowych)



Zdjęcie 13 Widok na koryto rzeki Mlecznej przed odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i płos oraz zatok zastoiiskowych)



Zdjęcie 14 Widok na umocnienia brzegów faszynowo-kamiennych – odcinek zremeandryzowany



Zdjęcie 15 Widok na kompleks sztucznych zatok zastoiskowych z umocnieniem brzegów faszynowo-kamiennym rzeki Mleczej – odcinek zremeandryzowany



Zdjęcie 16 Sztuczna zatoka przepływowa z odpływem na rzece Mlecznej



Zdjęcie 17 Koryto rzeki Mlecznej za odcinkiem zremeandryzowanym (układ bystrzy i plos oraz zatok zastoiskowych)

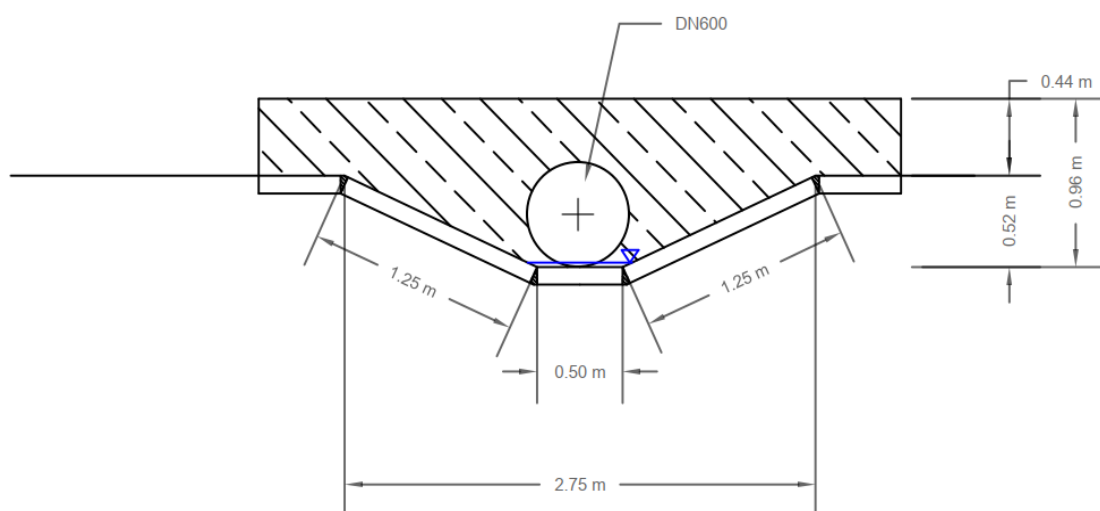
4. Pomiary

Podczas wizji lokalnej przeprowadzono pomiary przekroji rzeki Mlecznej oraz Cerekwianki w charakterystycznych miejscach.

Przekrój wylotu z Kanału A0 (Rysunek 2) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).



Rysunek 1 Lokalizacja wylotu z Kanału A0

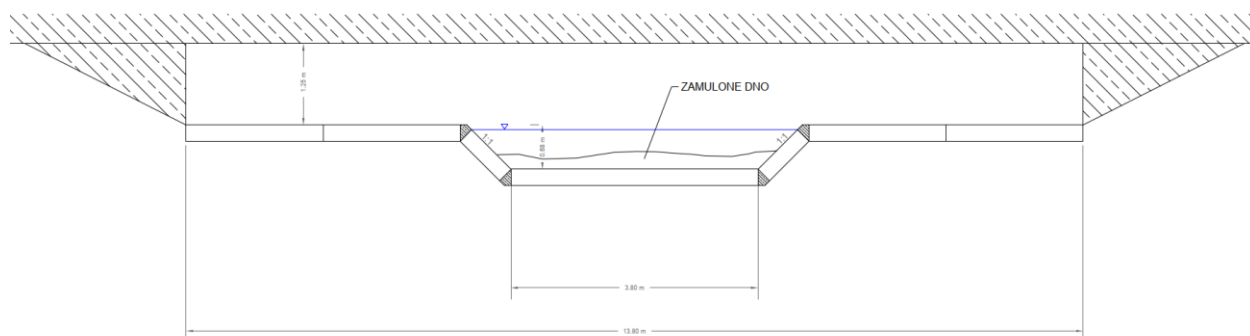


Rysunek 2 Przekrój wylotu z Kanału A0

Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej przed zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Suchej (Rysunek 4) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).

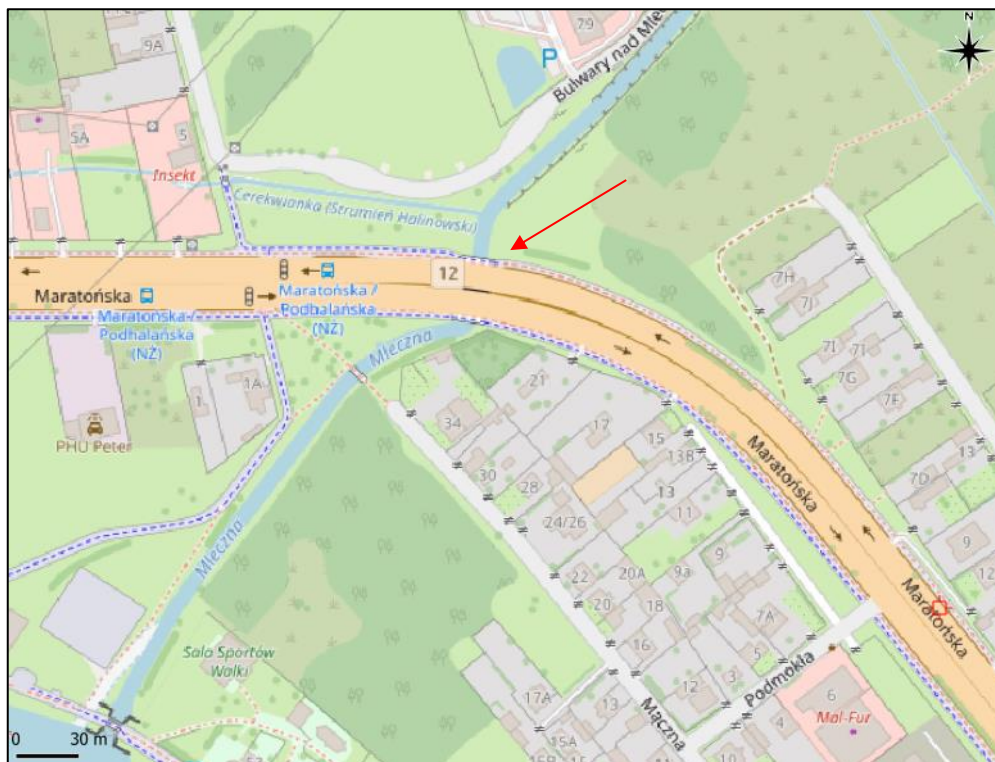


Rysunek 3 Lokalizacja wykonanego przekroju przed zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Suchej

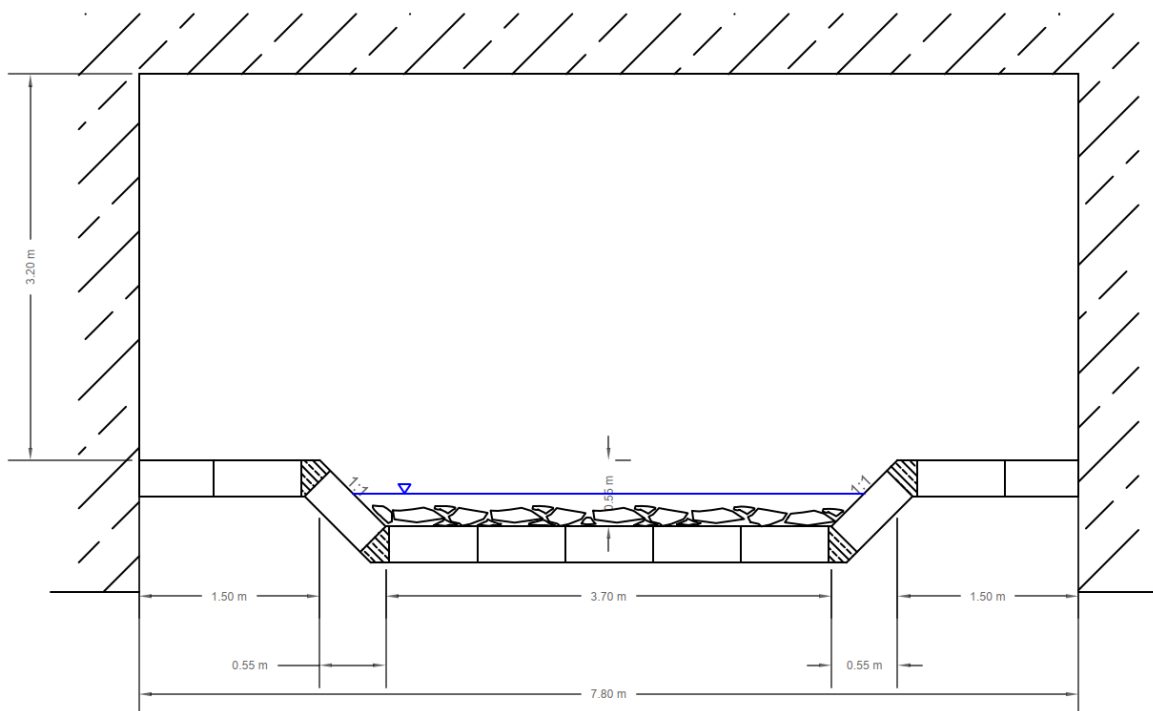


Rysunek 4 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej przed zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Suchej

Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej za zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Maratońskiej (Rysunek 6) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).

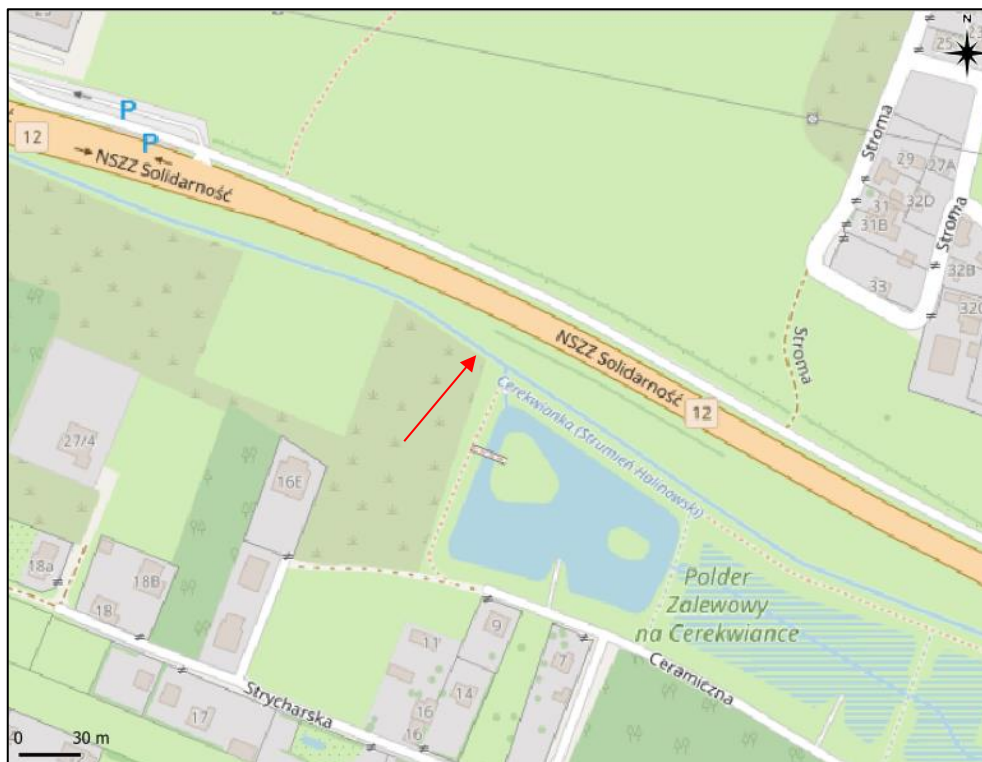


Rysunek 5 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta rz. Mlecznej za zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Maratońskiej

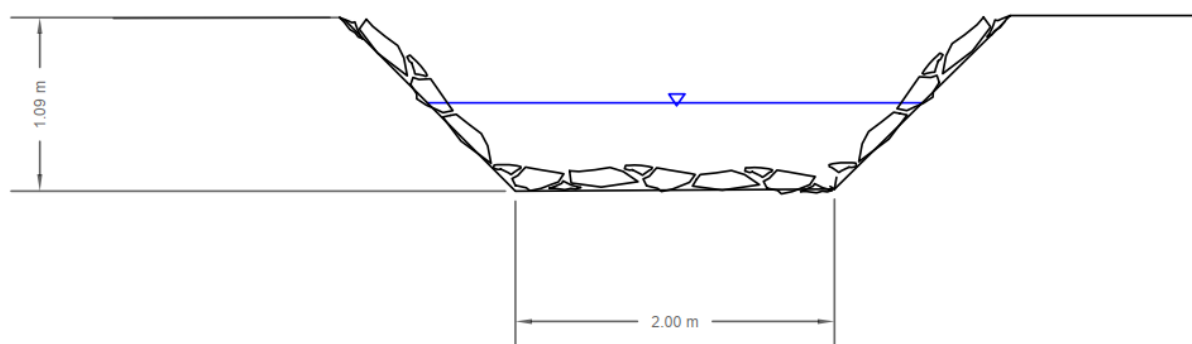


Rysunek 6 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej za zbiornikiem/zalewem Borki pod mostem ul. Maratońskiej

Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed polderem zalewowym (Rysunek 8/Rysunek 4) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).



Rysunek 7 Lokalizacja wykonanego przekroju poprzecznego koryta Cerekwianki przed polderem zalewowym

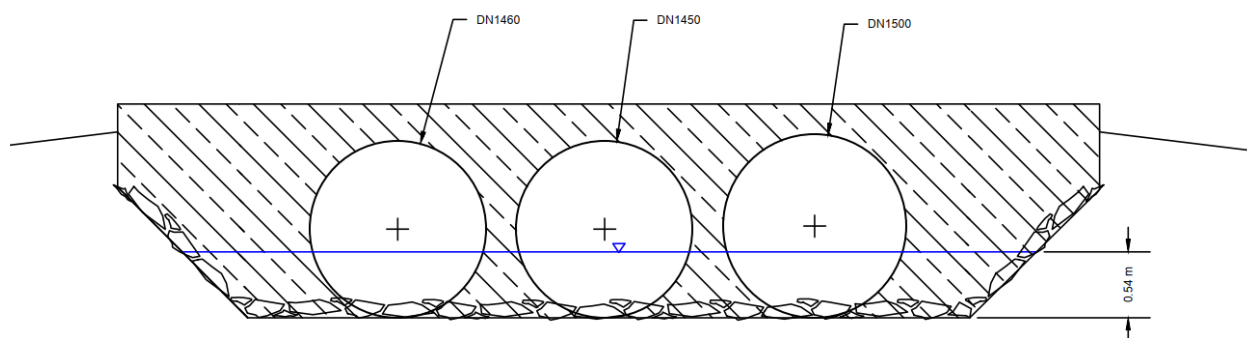


Rysunek 8 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed polderem zalewowym

Przeput dolny Cerekwianki za polderem zalewowym (Rysunek 10 Rysunek 4) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).



Rysunek 9 Lokalizacja wykonanego przekroju przepust dolny Cerekwianki za polderem zalewowym

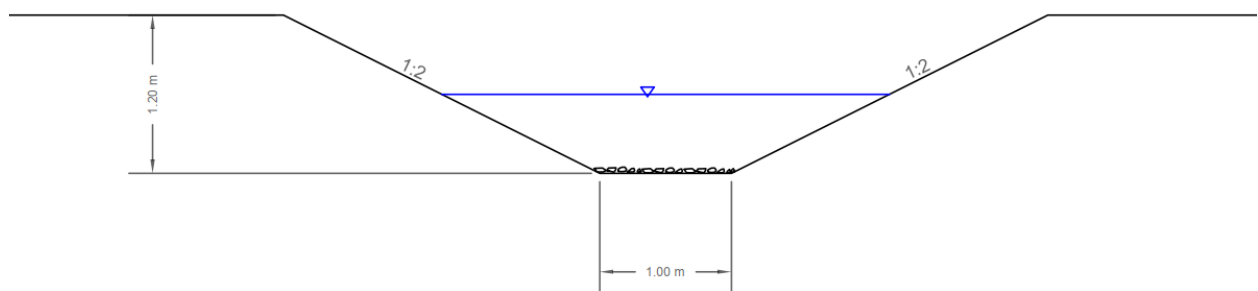


Rysunek 10 Przepust dolny Cerekwianki za polderem zalewowym

Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed rzeką Mleczną (Rysunek 12) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).

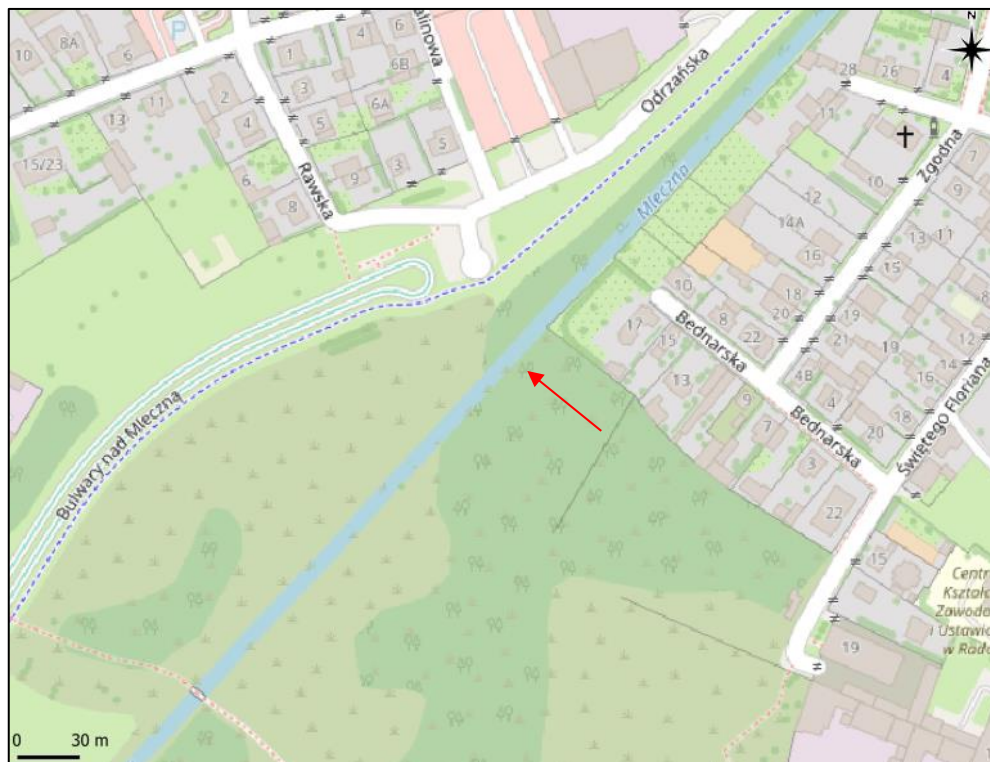


Rysunek 11 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta Cerekwianki przed rzeką Mleczną

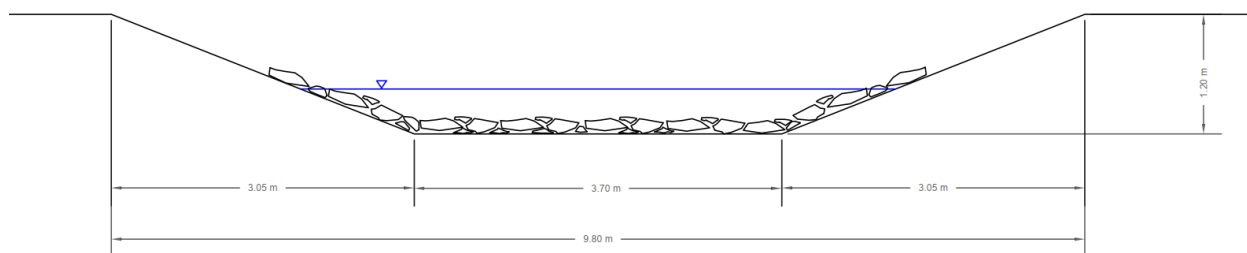


Rysunek 12 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki przed rzeką Mleczną

Przekrój poprzeczny koryta rzeki Mleczej przed mostkiem (Rysunek 14 Rysunek 4) na podstawie pomiarów wykonanych podczas wizji lokalnej zaprezentowano poniżej (rysunek bez skali).



Rysunek 13 Lokalizacja wykonanego przekroju koryta rz. Mleczej przed mostkiem



Rysunek 14 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mleczej przed mostkiem

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap I	BML/21/1191
	Warszawa, Luty 2022 r.

II. Podsumowanie wykonanych prac

W ramach ETAPU I przeprowadzono wizje lokalne obiektów hydrotechnicznych, wybudowanych, przebudowanych lub zmodernizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL. W zlewni rzeki Cerekwianki, w rejonie ul. Ceramicznej i al. NSZZ Solidarność powstał nowy obiekt, który zmienił dotychczasowe warunki hydrologiczne w zlewni rzeki Cerekwianki (Strumień Halinowski). Przepływające wody retencjonowane są na terenie polderu zalewowego, a przy większych przepływach w korycie Cerekwianki, przelewają się przy pomocy specjalnej budowli wyposażonej w szczelinę kalibracyjną do „starego” koryta i kolejno płyną do przepustów rurowych zlokalizowanych w rejonie ul. Kieleckiej.

Przeprowadzone wizje lokalne oraz wykonane pomiary inżynierskie pozwoliły zebrać materiał do przeprowadzenia aktualizacji modelu numerycznego zlewni rzeki Mlecznej (z uwzględnieniem zlewni rzeki Cerekwianki) oraz potwierdziły zmiany w korytach cieków.

Analiza danych z pomiarów fotogrametrycznych wykazała odmienne granice zlewni względem podziału zlewniowego przyjętego przez PGW Wody Polskie. Wynika to zapewne ze zmian na obszarze zlewni, w tym realizacji obiektów kubaturowych, nasypów drogowych itp.

W ramach zadania przeprowadzono pomiary bezpośrednie koryt w przekrojach charakterystycznych, co kolejno pozwoliło na wyznaczenie przekrojów pomiarowych do przeprowadzenia kampanii pomiarowej.



Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. **Obiekt:** Wybrane obiekty hydrotechniczne w zlewni rzeki Mlecznej, zamkniętej przekrojem w rejonie ul. Piotrówka [15+460]

4. **Branża:** HYDROLOGIA, SANITARNA

5. **Etap:** ETAP II – Baza danych GIS

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Bartosz Latoszek

Tel.: 603 450 063,
e-mail: bartek@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 25.02.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 03

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR ...

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	6
1. Źródło danych	6
II. BAZA DANYCH GIS	9
2. Obiekty bazy GIS	9
3. Analiza danych	11
III. Podsumowanie	12

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

ETAP II

ZAŁĄCZNIK nr A_NMT Wysokiej rozdzielczości\
ZAŁĄCZNIK nr B_Układ sieci hydrologicznej\
ZAŁĄCZNIK nr C_Układ zlewniowy\
ZAŁĄCZNIK nr D_Infrastruktura sieci kanalizacji deszczowej\
ZAŁĄCZNIK nr E_Mapa uszczelnienia\
ZAŁĄCZNIK nr F_Ewidencja gruntów i dane adresowe\
ZAŁĄCZNIK nr G_Przekroje\

ZAŁĄCZNIK nr B_Układ sieci hydrologicznej\

1_Baza danych WODY POLSKIE\
2_Cieki\
3_Kilometraż cieków\
4_Linie spływu\
5_Obiekty hydrotechniczne\

ZAŁĄCZNIK nr C_Układ zlewniowy\

ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa kilometrażu głównych rzek lokalizowanych na terenie zlewni radomskiej.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 2 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 3 Mapa linii spływu w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 4 Mapa linii spływu w rejonie polderu zalewowego Cerekwianki.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 5 Mapa linii spływu w rejonie zbiornika (zalewu) Borki.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 6 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 7 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 8 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 9 Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika (zalewu) Borki .pdf
ZAŁĄCZNIK nr 10 Mapa uszczelnienia zlewni na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 11 Mapa podziału zlewniowego rzeki Mlecznej ze wskazaniem profilu zamykającego.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 12 Mapa zlewni zbiornika (zalewu) Borki.pdf
ZAŁĄCZNIK nr 13 Mapa zlewni Cerekwianki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 14 Mapa zlewni rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 15 Mapa zlewni rzeki Mlecznej do rzeki Kosówki.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 16 Mapa podziału zlewni radomskiej na zlewnie elementarne wg MPHP.pdf

ZAŁĄCZNIK nr D_Infrastruktura sieci kanalizacji deszczowej

R_Przepompownia.shp

R_Przewód KD.shp

R_Separator.shp

R_Stacje pogodowe.shp

R_Tłuszczownik.shp

R_Wylot KD.shp

ZAŁĄCZNIK nr E_Mapa uszczelnienia\

ZAŁĄCZNIK nr 10 Mapa uszczelnienia zlewni na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej

ZAŁĄCZNIK nr F_Ewidencja gruntów i dane adresowe\

R_Budynki.shp

R_Działki.shp

R_Granice miasta Radom.shp

R_Obręby ewidencyjne.shp

R_Punkty adresowe.shp

ZAŁĄCZNIK nr G_Przekroje

rz. Mleczna\

rz.Cerekwianka\

rz.Kosówka\

Przekroje rzeki Cerekwianki.shp

Przekroje rzeki Kosówki.shp

Przekroje rzeki Mlecznej.shp

R_Przekroje terenowe.shp

I. WPROWADZENIE

Etap II zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował utworzenie (opracowanie) geoprzestrzennej bazy danych GIS dla potrzeb wykonania analiz związanych z układem hydrologicznym rzeki Cerekwianki oraz rzeki Mlecznej na terenie Radomia (do przekroju zamykającego przy ul. Piotrówka).

Dane GIS zostały podzielone na warstwy tematyczne:

- Ukształtowanie terenu zlewni,
- Linie spływów wody,
- Sieć hydrologiczna wraz z podstawowymi obiektami,
- Zlewnie,
- Infrastruktura techniczna na obszarze analizowanych zlewni,
- Przekroje hydrologiczne,
- Ewidencja gruntów i budynków,
- Mapy stopnia uszczelnienia zlewni,
- Mapy wezbrań i zalewów.

Do utworzenia geoprzestrzennej bazy danych GIS posłużyły materiały przekazane przez Zamawiającego/Zleceniodawcę, dostępne w domenie publicznej, przekazane przez Wodociągi Miejskie w Radomiu, opracowane przez Wykonawcę w ramach niniejszego zadania, pochodzące z pomiarów bezpośrednich.

Opracowana baza danych GIS posiada format plików SHP i może być zwizualizowana przy pomocy ogólnodostępnego oprogramowania typu GIS, np. QGIS.

Ponadto, prace w ramach Etapu II obejmowały zgromadzenie i uporządkowanie podstawowych danych o wybudowanych, zmodernizowanych lub przebudowanych obiektach hydrotechnicznych.

Ze względu na zakres danych i obszar objęty analizami, w środowisku GIS przeprowadzono szereg analiz geoprzestrzennych dotyczących granic zlewni, wyznaczenia punktów pomiarowych itp.

Wykonawca w ramach tego etapu wykonał analizę zlewni, na podstawie której sporządził załączniki mapowe.

1. Źródło danych

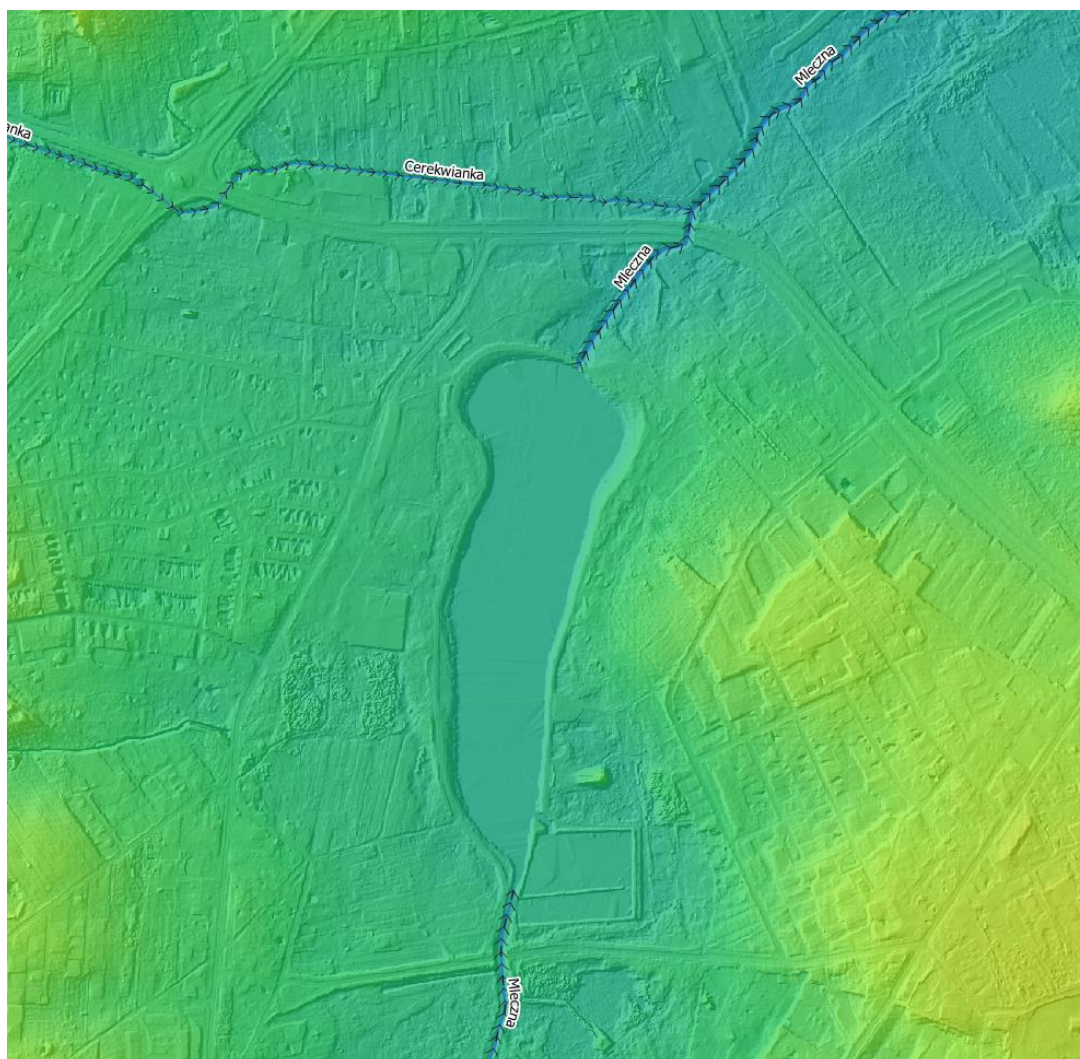
Układ sieci hydrologicznej, w tym ciek i zlewnie elementarne, został sporządzony w oparciu o Mapy Podziału Hydrograficznego Polski dostępnych w usłudze WMS udostępnianych przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Trasa cieków została ponadto zaktualizowana

w oparciu o wykonane przez Wykonawcę NMT (dane z 2021 r.) w celu aktualizacji, na których podstawie wykonany został nowy kilometr. Wykonawca zastosował wcześniejsze nazewnictwo niektórych cieków, (tak jak Cerekwianka = Strumień Halinowski) ze względu na przyjęte nazwy we wcześniejszych opracowaniach dotyczących przedmiotowego projektu.

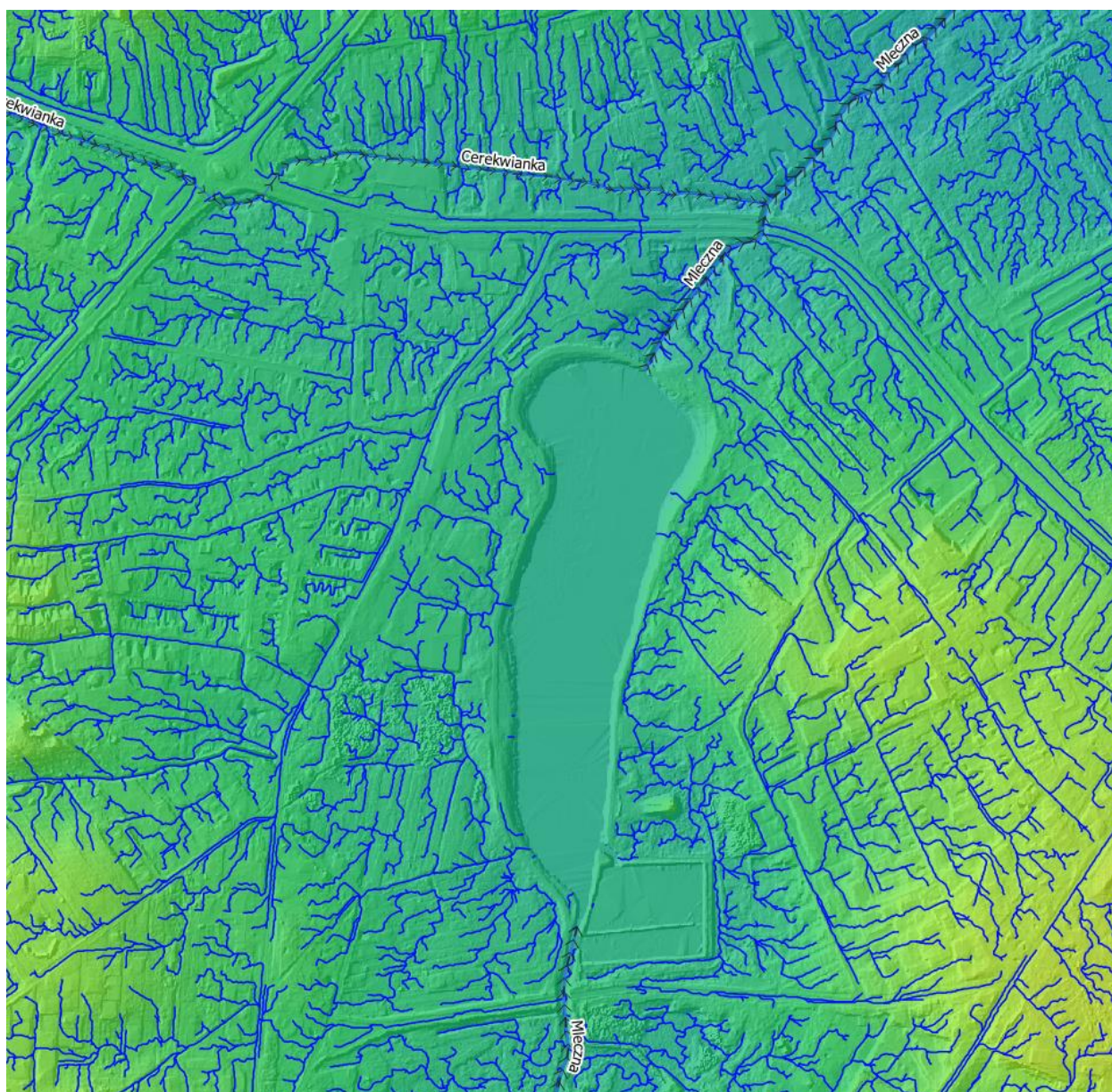
Infrastruktura sieci kanalizacji deszczowej została opracowana przez Wykonawcę na podstawie danych przekazanych przez Wodociągi Miejskie w Radomiu, a także udostępnionych w domenie publicznej na stronach www.geoportal.gov.pl

Ewidencja gruntów i dane adresowe zostały dostosowane dla obszaru opracowania na podstawie ogólnodostępnych danych w Internecie, publikowanych w formie serwisów WMS lub WFS.

Mapy tematyczne dotyczące hydrologii zostały wykonane przez Wykonawcę w oparciu o przeprowadzone analizy GIS, np. mapę spływów wykonano na podstawie algorytmu programu Arc MAP i wykonany wcześniej numeryczny model terenu.



Rysunek 1 Numeryczny model terenu opracowany dla obszaru położonego w rejonie zbiornika Borki



Rysunek 2 Linie sptywów powierzchniowych wyznaczono na podstawie numerycznego modelu terenu

Opracowane warstwy GIS zostały podzielone i uporządkowane w następujących katalogach:

1. ZAŁĄCZNIK nr A_NMT Wysokiej rozdzielczości\
2. ZAŁĄCZNIK nr B_Układ sieci hydrologicznej\
3. ZAŁĄCZNIK nr C_Układ zlewniowy\
4. ZAŁĄCZNIK nr D_Infrastruktura sieci kanalizacji deszczowej\
5. ZAŁĄCZNIK nr E_Mapa uszczelnienia\
6. ZAŁĄCZNIK nr F_Ewidencja gruntów i dane adresowe\
7. ZAŁĄCZNIK nr G_Przekroje\

II. BAZA DANYCH GIS

2. Obiekty bazy GIS

Zleceniobiorca opracował i porządkował tematycznie warstwy GIS związane z analizowanymi obiektami hydrotechnicznymi:

Układ sieci hydrologicznej:

- Kilometraż cieków/rzek:
 - Km Cerekwianka (Strumień Halinowski)
 - Km Ciek od Augustowa
 - Km Ciek od Mazowszan
 - Km Dopływ spod Dąbrowy Kozłowskiej (Żywa Woda)
 - Km Dopływ z Rajca Szlacheckiego
 - Km Dopływ z Grzmucina
 - Km Dopływ z Małęczyna
 - Km Dopływ z Milejowic
 - Km Gzówka
 - Km Pacynka
 - Km Potok Północny
 - Km Rzeka Kosówka
 - Km Rzeka Mleczna
- Cieki/rzeki:
 - Cerekwianka (Strumień Halinowski)
 - Ciek od Augustowa
 - Ciek od Mazowszan
 - Dopływ z Rajca Szlacheckiego
 - Dopływ z Grzmucina
 - Dopływ z Małęczyna
 - Dopływ z Milejowic
 - Gzówka
 - Pacynka
 - Potok Malczewski
 - Potok Północny
 - Rzeka Kosówka
 - Rzeka Mleczna
 - Żywa Woda
- Zlewnie elementarne IV st.
 - Dopływ spod Augustowa
 - Dopływ spod Mazowszan

- Dopływy z Milejowic
- Dopływy z Wólki Klwateckiej
- Mleczna od dopływu spod Augustowa
- Mleczna od dopływu spod Augustowa do Potoku Południowego
- Mleczna od dopływu z Wólki Klwateckiej do Pacynki
- Mleczna od Pacynki do ujścia
- Mleczna od Potoku Południowego do Strumienia Halinowskiego
- Mleczna od Potoku Północnego do dopływu z Wólki Klwateckiej
- Mleczna od Strumienia Halinowskiego do Potoku Północnego
- Potok Południowy do dopływu spod Mazowszan
- Potok Południowy od dopływu spod Mazowszan do ujścia
- Potok Północny
- Strumień Halinowski do dopływu z Milejowic
- Strumień Malinowski od dopływu z Milejowic do ujścia
- Linie spływów;
- Zbiornik_Zalew Borki

Infrastruktura sieci kanalizacji deszczowej:

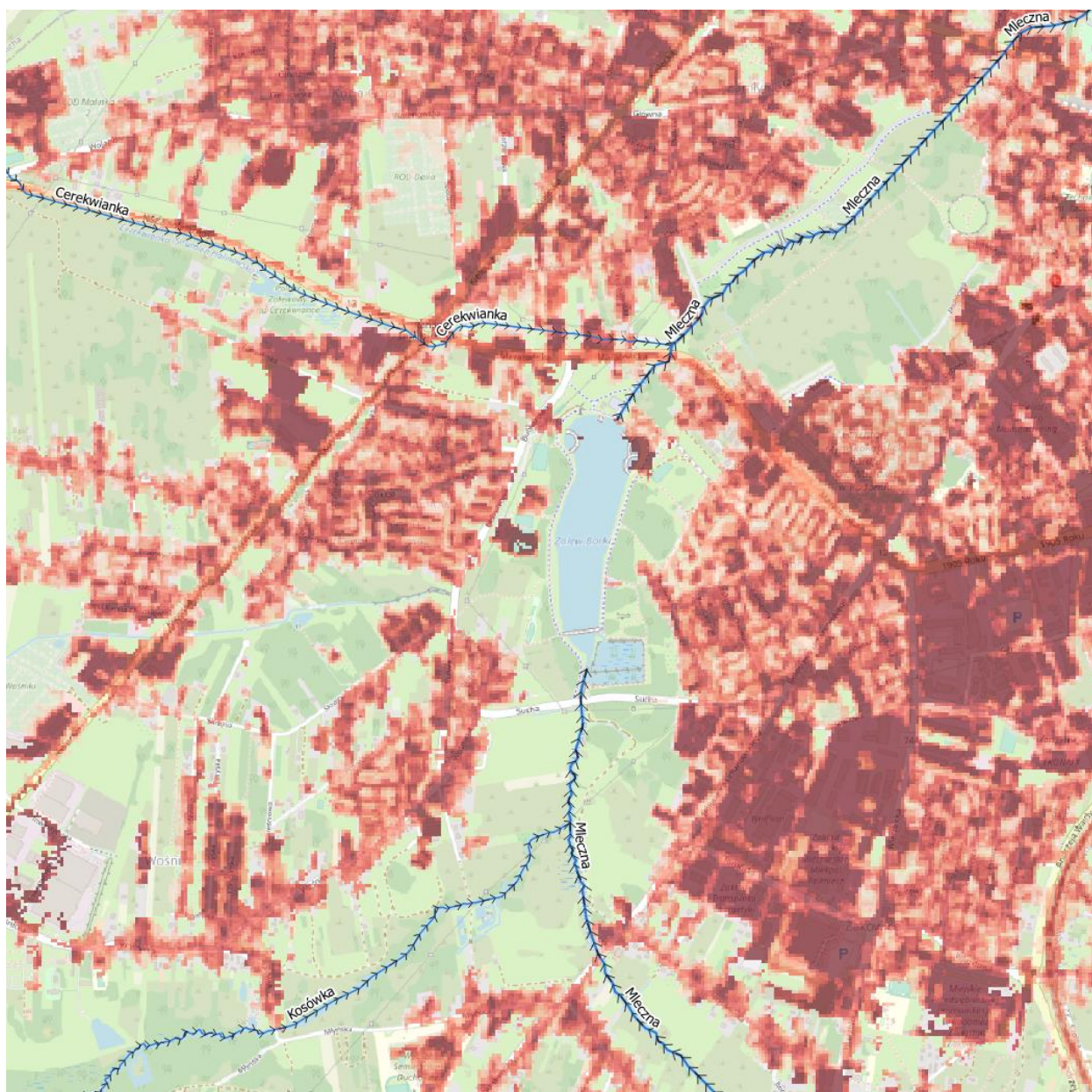
- R_Przepompownie;
- R_Przewód KD;
- R_Separator;
- R_Stacje pogodowe;
- R_Tłuszczownik;
- R_Wylot KD;

Ewidencja gruntów i dane adresowe:

- R_Budynki;
- R_Działki;
- R_Granice miasta Radom;
- R_Obręby ewidencyjne;
- R_Punkty adresowe;

Ponadto, Wykonawca opracował i przekazał następujące mapy/warstwy rastrowe:

- NMT (**ZAŁĄCZNIK nr A_NMT Wysokiej rozdzielczości** – R_Cieniowanie.tif; R_NMT.tif; R_NMT.gml)
- Mapę uszczelnienia zlewni (ZAŁĄCZNIK nr E_Mapa uszczelnienia zlewni).



Rysunek 3 Mapa uszczelnienia zlewni na podstawie danych ze skaningu laserowego

3. Analiza danych

Na podstawie materiałów pozyskanych do analiz, pomiarów terenowych oraz danych dostępnych w domenie publicznej, Wykonawca opracował następujące mapy tematyczne:

- Mapa kilometrażu głównych rzek lokalizowanych na terenie zlewni radomskiej (ZAŁĄCZNIK nr 1);
- Mapa linii sptywu w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej; (ZAŁĄCZNIK nr 2);
- Mapa linii sptywu w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych (ZAŁĄCZNIK nr 3);
- Mapa linii sptywu w rejonie polderu zalewowego Cerekwianki (ZAŁĄCZNIK nr 4);
- Mapa linii sptywu w rejonie zbiornika (zalewu) Borki (ZAŁĄCZNIK nr 5);

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap II	BML/21/1191
	Warszawa, Luty 2022 r.

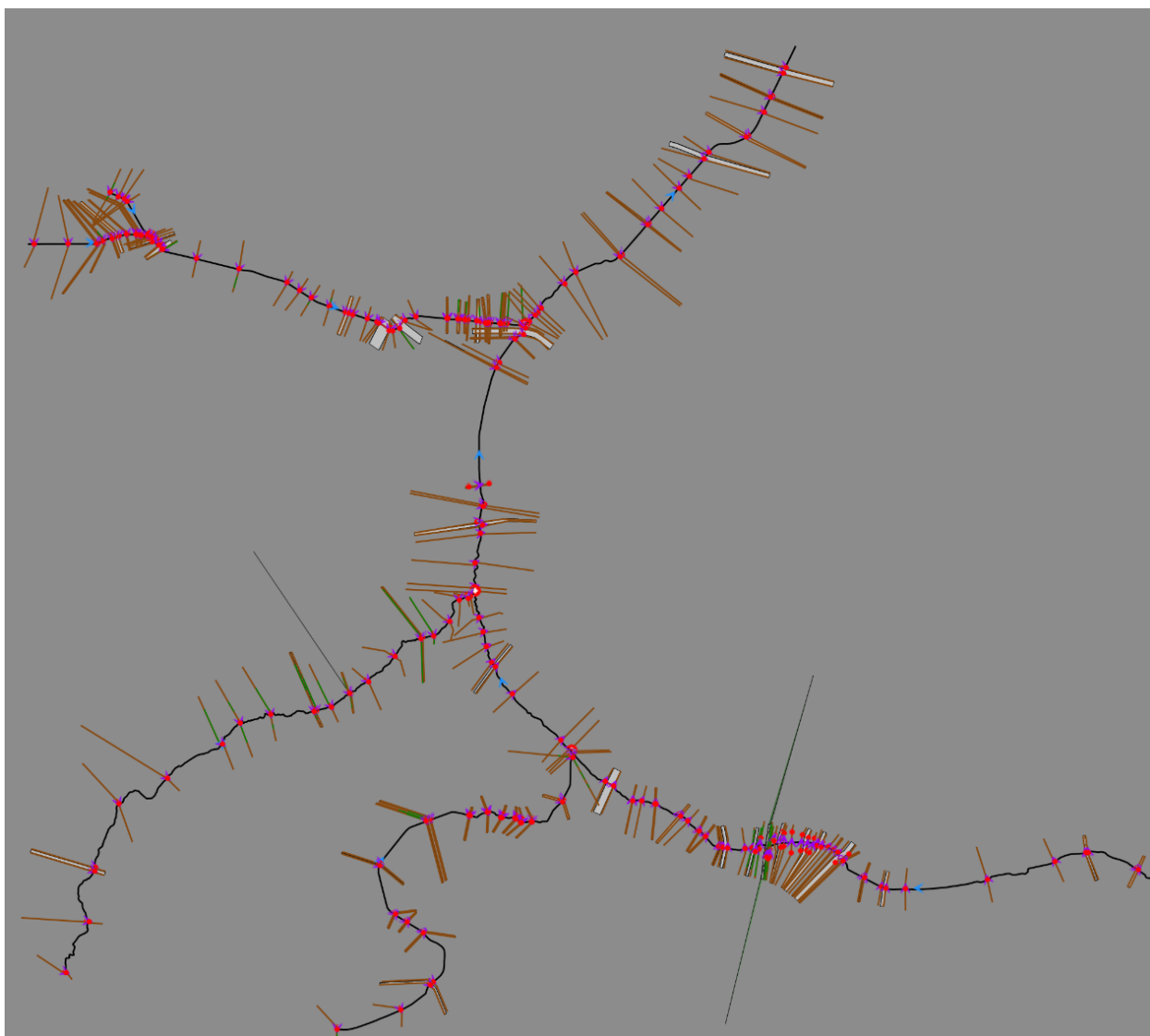
- Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej (ZAŁĄCZNIK nr 6);
- Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie kompleksu sztucznych zatok zastoiskowych (ZAŁĄCZNIK nr 7);
- Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie polderu zalewowego rzeki Cerekwianki (ZAŁĄCZNIK nr 8);
- Mapa linii spływu na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika (zalewu) Borki (ZAŁĄCZNIK nr 9);
- Mapa uszczelnienia zlewni na podkładzie z ortofotomapy w rejonie zbiornika Borki - zlewnia rzeki Mlecznej (ZAŁĄCZNIK nr 10);
- Mapa podziału zlewniowego rzeki Mlecznej ze wskazaniem profilu zamykającego (ZAŁĄCZNIK nr 11);
- Mapa zlewni zbiornika (zalewu) Borki (ZAŁĄCZNIK nr 12);
- Mapa zlewni Cerekwianki (ZAŁĄCZNIK nr 13);
- Mapa zlewni rzeki Kosówki (ZAŁĄCZNIK nr 14);
- Mapa zlewni rzeki Mlecznej do rzeki Kosówki (ZAŁĄCZNIK nr 15);
- Mapa podziału zlewni radomskiej na zlewnie elementarne wg MPHP (ZAŁĄCZNIK nr 16).

III. Podsumowanie

Baza danych GIS została utworzona w celu przeprowadzenia aktualizacji struktury modelu numerycznego systemu hydrologicznego zlewni rzeki Mlecznej powyżej przekroju „Piotrówka”. W warstwach GIS zamieszczono strukturę cieków (rzeka Mleczna, rzeka Cerekwianka, Potok Południowy, Ciek od Augustowa, Ciek od Mazowszan, dopływ z Milejowic, dopływ z Małęczyna i inne. Opracowane warstwy tematyczne GIS zawierają również granice zlewni hydrologicznych, linie spływu, ukształtowanie terenu w formie rastrowej (każdy piksel odzwierciedla powierzchnię terenu o wymiarach 1x1 m, z przypisaną rzędną, uśrednioną z kilku wartości).

Opracowany numeryczny model terenu (NMT) umożliwił wyznaczenie linii spływów, spadków terenu oraz przede wszystkim przekrojów porzeczných koryt.

Poszczególne warstwy zostały zaimportowane do struktury modelu numerycznego przy pomocy narzędzia „Model builder”.



Rysunek 4 Model numeryczny układu hydrologicznego przed zmianami



Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. Obiekt: Istniejący system kanalizacji deszczowej na terenie Radomia i okolic oraz sieć hydrologiczna na terenie tzw. zlewni radomskiej (zlewnia rzeki Mlecznej)

4. Branża: HYDROLOGIA, SANITARNA

5. Etap: ETAP IV – Model numeryczny układu hydrologicznego

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Bartosz Latoszek

Tel.: 603 450 063,
e-mail: bartek@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 10.06.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 02

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR 01

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	4
1. Model numeryczny – zlewni radomskiej	4
2. Główne obiekty	5
2.1. Zbiornik/zlew Borki	5
2.2. Polder zalewowy na Cerekwiance	10
2.3. Rz. Mleczna – fragment meandrującej rzeki	11
3. Aktualizacja modelu numerycznego zlewni radomskiej	13
4. Wyniki obliczeń symulacyjnych	14
5. Podsumowanie i wnioski	26

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Widok geometrii modelu numerycznego układu hydrologicznego – aktualizacja	4
Rysunek 2 Zbiornik Borki odwzorowany w modelu	5
Rysunek 3 Mapa pogładowa lokalizacji zbiornika/zalewu Borki	7
Rysunek 4 PZT – Czoło zbiornika/zalewu Borki (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	8
Rysunek 5 PZT - Zbiornik kolmatacyjny (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	8
Rysunek 6 Mapa pogładowa lokalizacji polderu zalewowego Cerekwianki	10
Rysunek 7 PZT - Polder zalewowy na Cerekwiance (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	10
Rysunek 8 Mapa pogładowa lokalizacji wykonanych prac na rz. Mlecznej	11
Rysunek 9 PZT - Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej sekwencji bystrz i plos (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	11
Rysunek 10 PZT - Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej remeandryzacji (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	12
Rysunek 11 Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej meandryzacji wewnątrz korytowej (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)	12
Rysunek 12 Polder zalewowy na Cerekwiance odwzorowany w modelu	13
Rysunek 13 Hydrogram fali p=1% przed i za polderem na Cerekwiance	16
Rysunek 14 Objętość retencjonowanych wód w polderze na Cerekwiance	17
Rysunek 15 Przepływy przepustem 3XDN1500 przed i po zrealizowaniu inwestycji	18
Rysunek 16 Rzędna zwierciadła wody oraz napełnienie polderu na Cerekwiance przy p=1%	19
Rysunek 17 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami p=20% i t=24h	20
Rysunek 18 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami p=10% i t=24h	21
Rysunek 19 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami p=1% i t=24h	22
Rysunek 20 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami p=0.5% i t=24h	23
Rysunek 21 Hydrogramy dopływu wody do zbiornika Borki dla różnych prawdopodobieństw wystąpienia opadów na terenie zlewni	25
Rysunek 22 Prognozowana sytuacja hydrologiczna w rejonie ul. Maratońskiej po wystąpieniu opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia p=1% i t=24h	27

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1 Zalew Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek)	9
Zdjęcie 2 Widok na stawy kolmatacyjne Zalewu Borki	9

SPIS TABEL

Tabela 1 Czas zapelnienia (wypełnienia) pojemności retencyjnej przeciwpowodziowej polderu na Cerekwiance ...	15
Tabela 7 Czas napełniania się polderu po wystąpieniu opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=10\%$ i $p=1\%$	15
Tabela 2 Czas zapelnienia (wypełnienia) pojemności retencyjnej przeciwpowodziowej zbiornika Borki (z uwzględnieniem stawów kolmatacyjnych	25

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

ETAP IV

ZAŁĄCZNIK nr J Model numeryczny

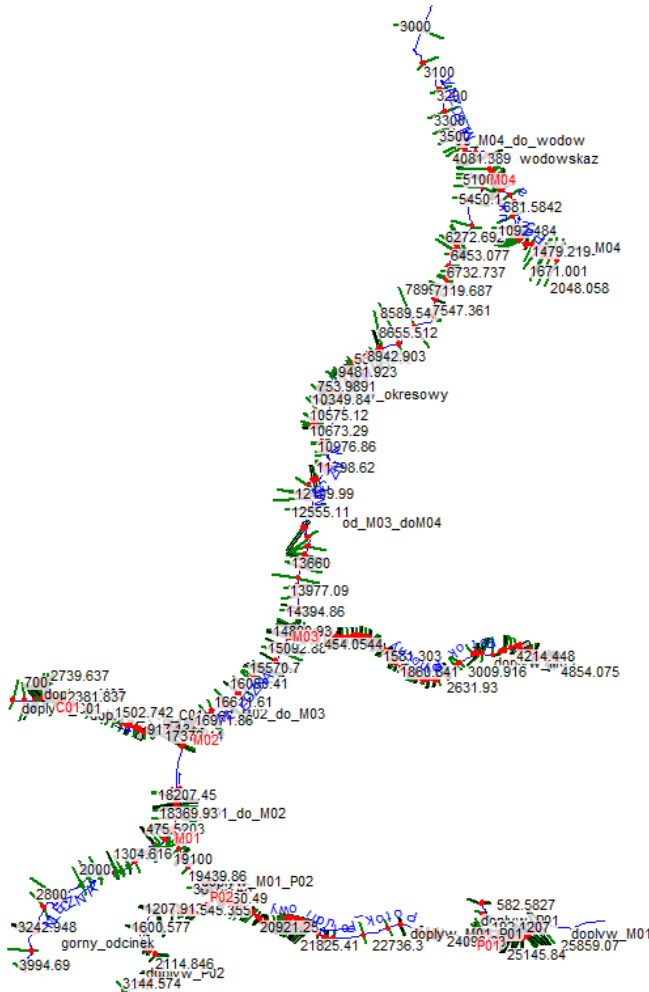
I. WPROWADZENIE

Etap IV zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował wprowadzenie obiektów zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL do modelu numerycznego układu hydrologicznego.

Aktualizacja obejmowała wprowadzenie do istniejącego modelu zmodernizowanego zbiornika/zalewu Borki, polderu zalewowego na Cerekwianie oraz wykonanym kompleksie zatok zastoiskowych i meandrów.

1. Model numeryczny – zlewni radomskiej

Numeryczny model układu hydrologicznego przekazany przez Zamawiającego wykonany był przed budową obiektów zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL. Poniżej przedstawiony został widok geometrii modelu numerycznego w programie HEC-RAS przed aktualizacją (Rysunek 1).



Rysunek 1 Widok geometrii modelu numerycznego układu hydrologicznego – aktualizacja

2. Główne obiekty

2.1. Zbiornik/zlew Borki

Zbiornik Borki powstał w wyniku przegrodzenia rzeki Mlecznej zaporą czołową i spiętrzenia jej wód za pomocą jazu głównego. Zapora posiada konstrukcję ziemną. Czasza zbiornika została ukształtowana w naturalnej dolinie rzecznej. W celu ograniczenia procesów zamulania zbiornika rumowiskiem i materiałem unoszonym w wodzie na dopływie na prawym brzegu zostały wykonane dwa stawy kolmatacyjne. Woda na stawy jest kierowana jazem koźlowym.



Rysunek 2 Zbiornik Borki odwzorowany w modelu

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap IV	BML/21/1191
	Warszawa, Czerwiec 2022 r.

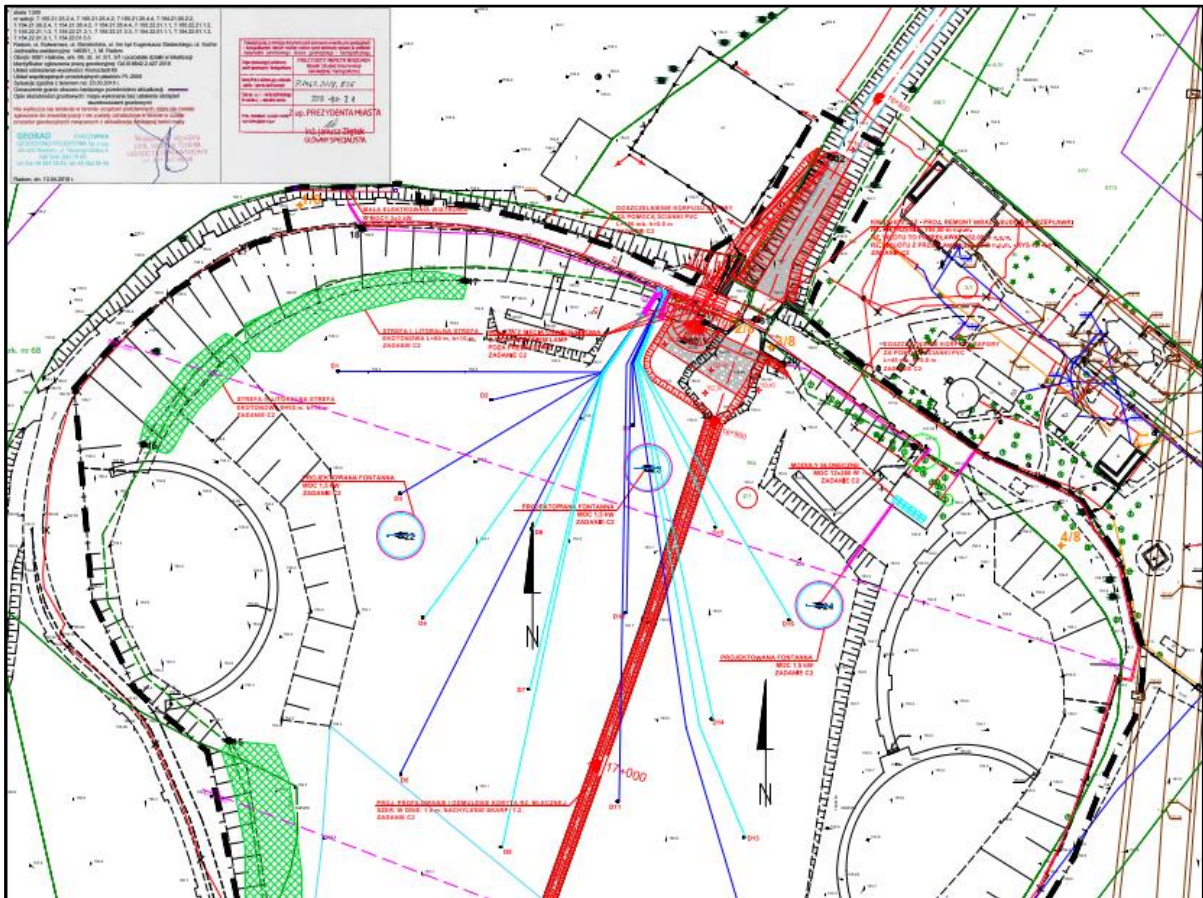
Zbiornik Borki został zbudowany na początku lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku, z przeznaczeniem na cele rekreacyjne mieszkańców miasta Radomia. Obok zbiornika zlokalizowany jest ośrodek rekreacyjny zarządzany przez Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o. o. W wyniku procesów urbanistycznych związanych z rozwojem miasta Radomia w trakcie wykonywania w dolinach rzecznych kolektorów kanalizacji deszczowej i sanitarnej dewastacji uległy cieki zasilające zbiornik „Borki”. Ponadto nieszczelne połączenia rur kanalizacyjnych stały się przyczyną ucieczki wody ze zbiornika i rzeki Mlecznej. Powyższe działania spowodowały, że na okres kilkunastu lat zbiornik utracił swoją funkcję ulegając osuszeniu.

Od 2000 roku zbiornik Borki i jego otoczenie pełni znowu swoją pierwotną funkcję, będąc miejscem czynnego odpoczynku, kąpeli oraz amatorskiego uprawiania sportów wodnych. Było to możliwe po zrealizowaniu szeregu przedsięwzięć technicznych związanych z uszczelnieniem odcinka koryta dopływającej rzeki Mlecznej i Kosówki, remontem jazu głównego, modernizacją czaszy wraz z jej uszczelnieniem, remontem jazu kozłowego, modernizacją stawów kolmatacyjnych, uszczelnieniem biegnącego obok kanału deszczowego, wykonaniem przepompowni wód deszczowych i infiltracyjnych do zasilania tego zbiornika. Przeważająca ilość wykonanych robót została zrealizowana w ramach „Programu małej retencji” prowadzonego przez Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Warszawie, Oddział w Radomiu. Pozostałe prace zostały zrealizowane przez Miejską Spółkę Wodną „Radom” w Radomiu, dofinansowane ze środków WFOSIGW, GFOSIGW.

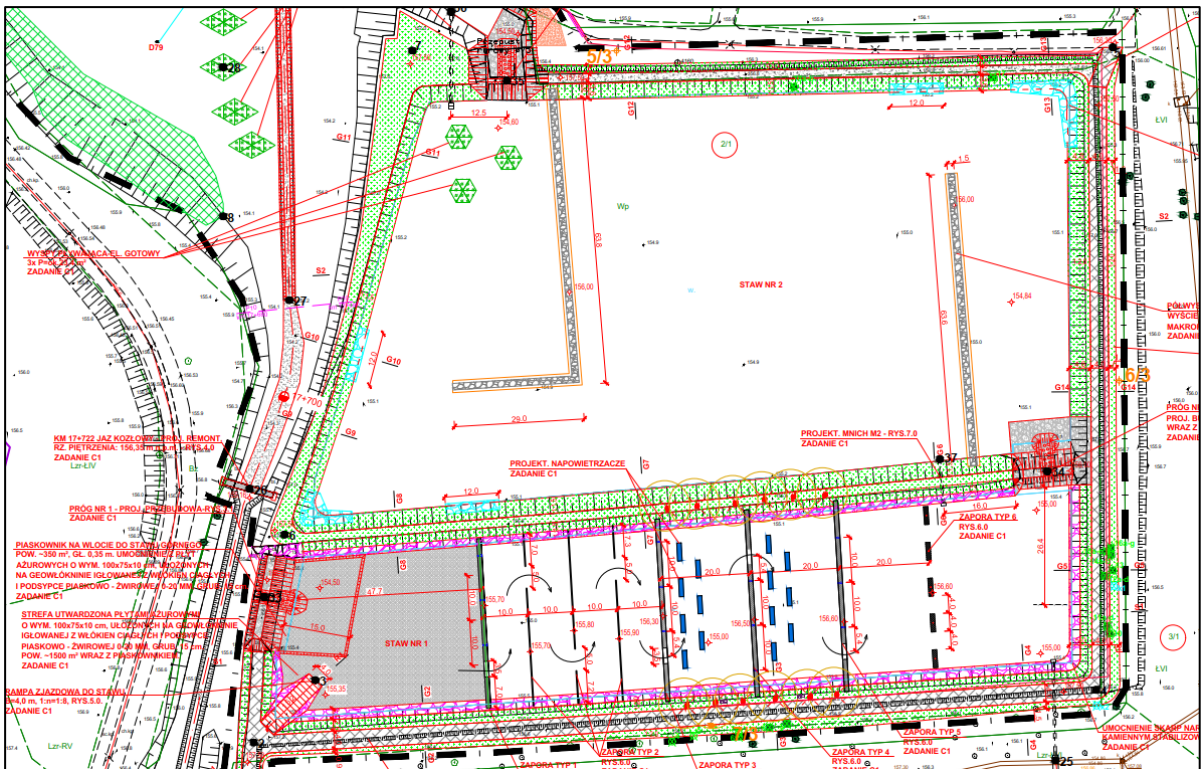
Zbiornik wodny Borki został wykonany głównie do celów rekreacyjnych, stąd od strony wschodniej zostały urządzone kąpieliska i plaże. Ponadto zbiornik służy również celom wędkarskim.



Rysunek 3 Mapa poglądowa lokalizacji zbiornika/zalewu Borki



Rysunek 4 PZT – Czoło zbiornika/zalewu Borki (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)



Rysunek 5 PZT - Zbiornik kolmatacyjny (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)



Zdjęcie 1 Zalew Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek)



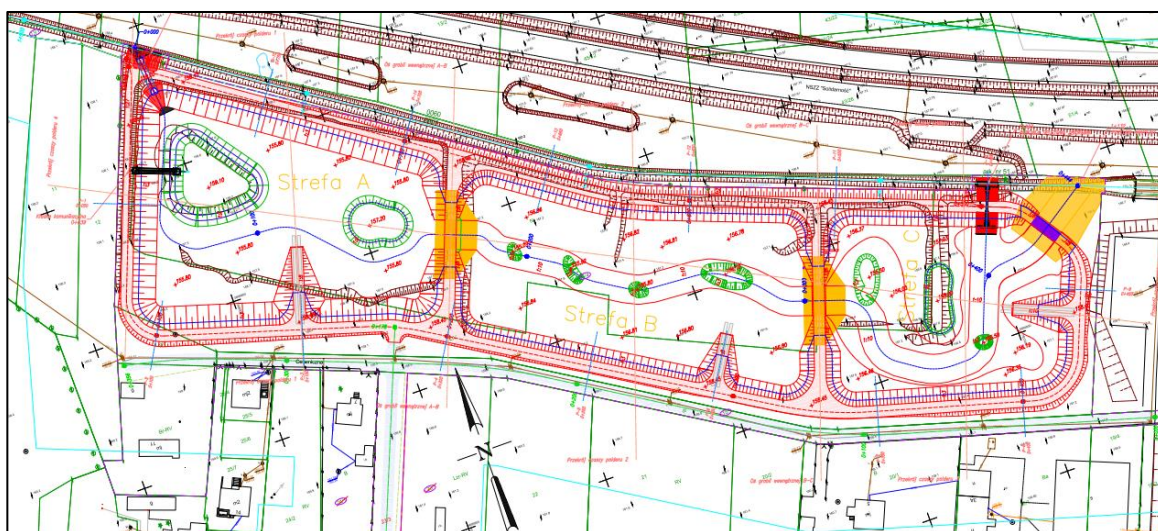
Zdjęcie 2 Widok na stawy kolmatacyjne Zalewu Borki

2.2. Polder zalewowy na Cerekwianie

Polder przeciwpowodziowy na Cerekwianie, ze strefami stale wypełnionymi wodą i strefami okresowo zalewanego wodą rzeki Cerekwianki wraz z budowlami rozrządu wodą i możliwością dojazdu do obiektu został wykonany w ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL*. W miejscu nieużytków projektuje się groble ziemne okalające wykonany polder o nawierzchni trawiastej umożliwiające komunikację eksploatacyjną wokół obiektu ze zjazdami umocnionymi na dno czasy polderu w poszczególnych strefach.



Rysunek 6 Mapa poglądowa lokalizacji polderu zalewowego Cerekwianki



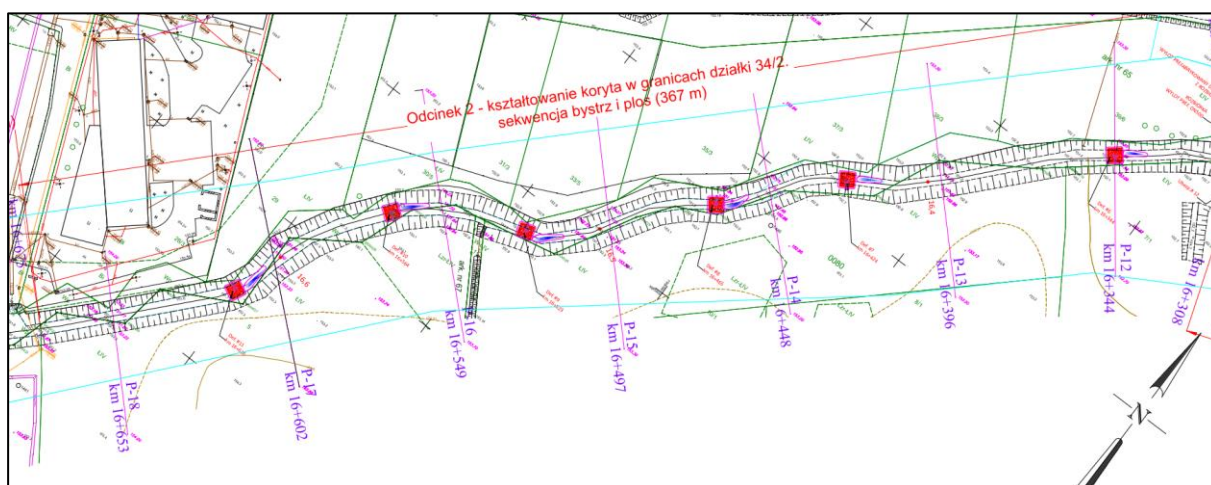
Rysunek 7 PZT - Polder zalewowy na Cerekwianie (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)

2.3. Rz. Mleczna – fragment meandrującej rzeki

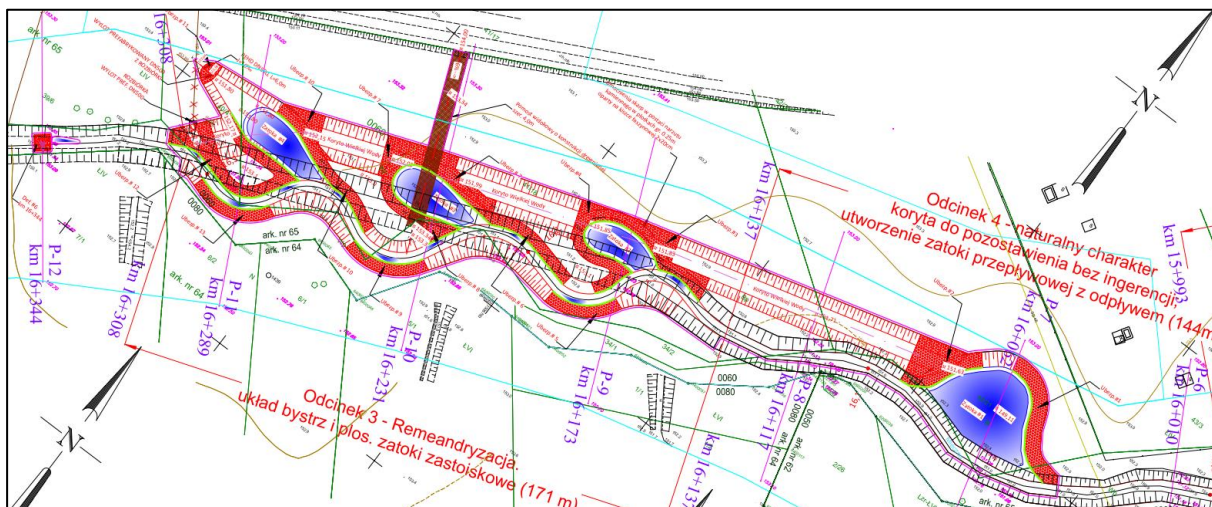
W ramach projektu *LIFERADOMKLIMA-PL* fragment rzeki Mlecznej został przebudowany tak aby uzyskać odcinek rzeki meandrującej ze strefami stale wypełnionymi wodą (zatokami) i strefami okresowo zalewanego wodą. W miejscu nieużytków wykonano zatoki zastoiskowo retencyjne.



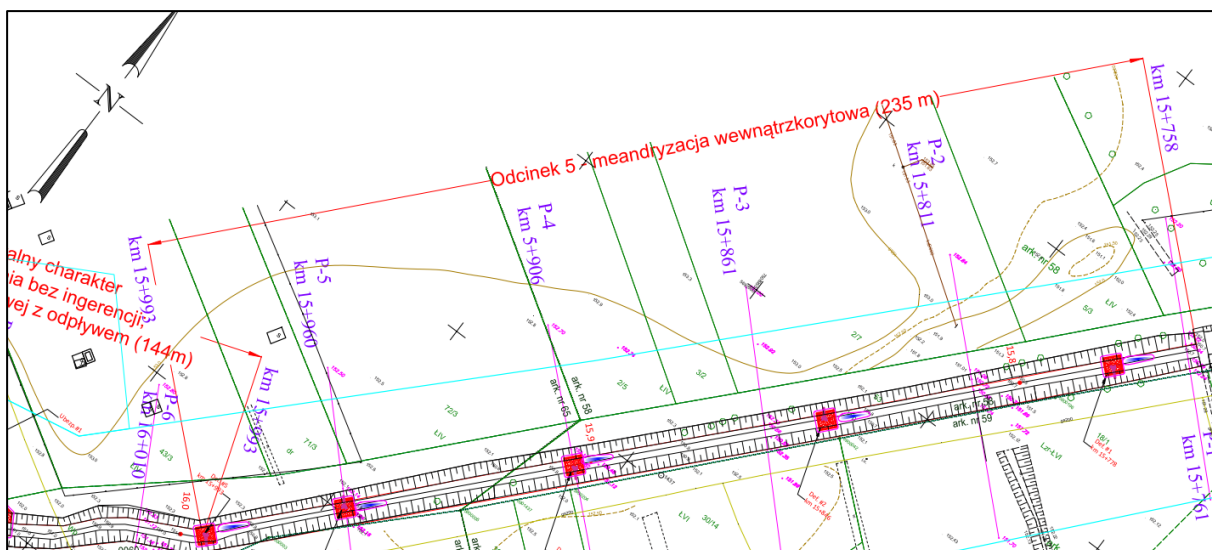
Rysunek 8 Mapa poglądowa lokalizacji wykonanych prac na rz. Mlecznej



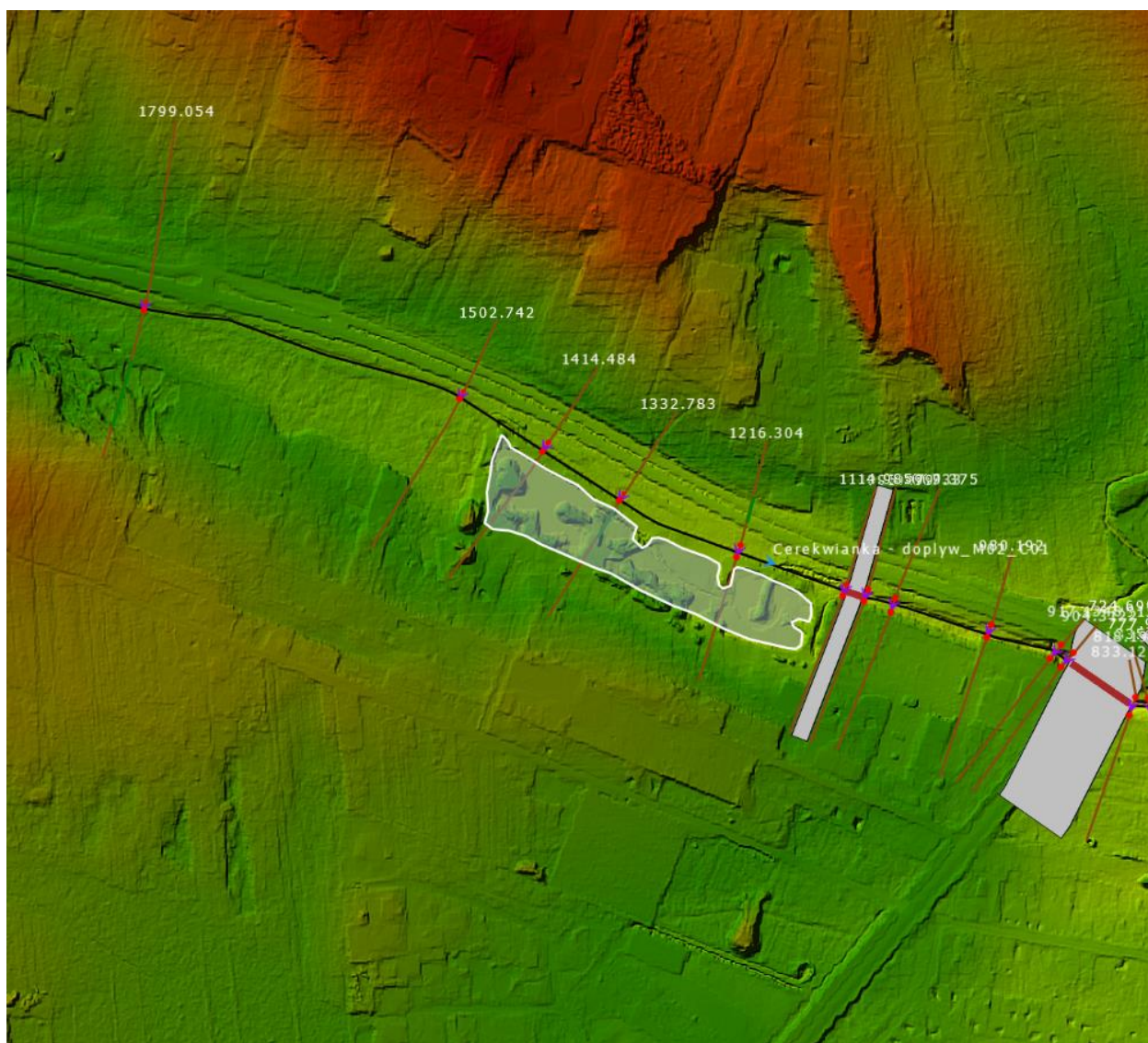
Rysunek 9 PZT - Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej sekwencji bystrz i plos (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)



Rysunek 10 PZT - Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej remeandryzacji (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)



Rysunek 11 Fragment rzeki Mlecznej na odcinku wykonanej meandryzacji wewnątrz korytowej (projekt wykonawczy - przekazane przez Zamawiającego)



Rysunek 12 Polder zalewowy na Cerekwiance odwzorowany w modelu

3. Aktualizacja modelu numerycznego zlewni radomskiej

Do istniejącego modelu numerycznego w programie HEC-RAS zostały wprowadzone następujące obiekty:

- Zmodernizowany zbiornik/zalew Borki z retencją 25 tys. m³;
- Polder zalewowy na Cerekwiance 17.8 tys. m³;
- Fragment meandrującej rzeki – przy pomocy parametrów.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap IV	BML/21/1191
	Warszawa, Czerwiec 2022 r.

4. Wyniki obliczeń symulacyjnych

W celu oceny skuteczności działania nowych, zmodernizowanych lub przebudowanych obiektów hydrotechnicznych na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta Radomia do zmian klimatu, przeprowadzono obliczenia symulacyjne porównawcze. Podstawę do oceny skuteczności działania stanowił hydrogram przepływów oraz poziom wody w korycie rzeki Cerekwianki oraz rzeki Mlecznej: przed i po realizacji danej inwestycji.

Polder zalewowy na Cerekwiance

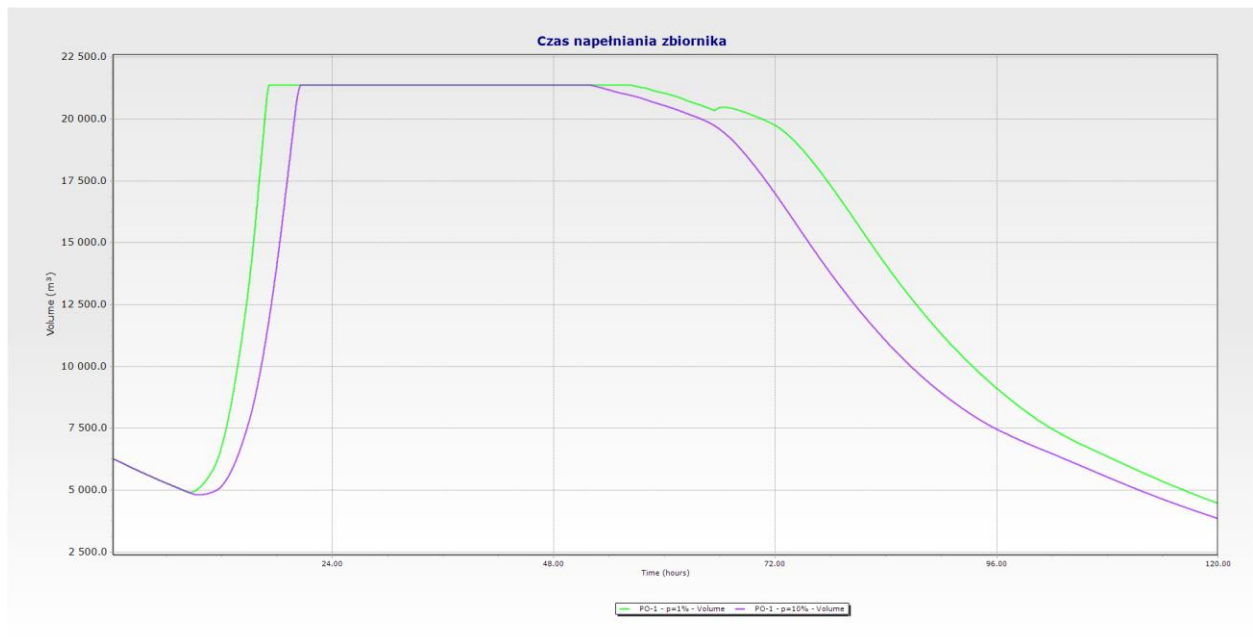
Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość
1	Klasa budowli	-	IV
2	Przepływy : - miarodajny $Q_m = Q_{1\%}$ - kontrolny $Q_k = Q_{0,5\%}$ - biologiczny Q_n (nienaruszalny)	m^3/s m^3/s m^3/s	5,1 6,4 0,029
3	Lokalizacja polderu przeciwpowodziowego w km rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego)	km	1+140 ÷ 1+445
4	Normalny poziom piętrzenia NPP = MaxPP na polderze (przy Q_m)	m npm	157,75
5	Pojemność całkowita polderu w tym : - stała pojemność retencyjna - pojemność martwa (strefa A)	tys. m^3 tys. m^3 tys. m^3	21,5 17,8 3,7
6	Wyniesienie korony grobli - zapór ponad MaxPP = NPP	m	0,7
7	Rzędna korony grobli - zapór polderu	m npm	158,45
8	Powierzchnia zw. wody polderu przeciwpowodziowego (łącznie polderu przy NPP przy Q_m) :	ha	1,78
	- strefa A – mokry osadnik o zw. ok. 156,70 m npm	ha	0,67
	- strefa B – część retencyjna ze strukturami flotacyjnymi	ha	0,64
	- strefa C – część retencyjna	ha	0,47
9	Średnia głębokość wody w polderze przy NPP=MaxPP	m	1,2
10	Projektowane parametry grobli polderu: - nachylenie skarpy odwodnej - nachylenie skarpy odpowietrznej - szerokość korony grobli - rzędna korony - łączna długość grobli (798+63+72m)	1:n 1:n m m npm m	1 : 3 1 : 2 4,0 158,45
11	Kubatura gruntu do wydobycia z dna polderu w tym : - kubatura nasypu grobli - kubatura do wywiezienia	tys. m^3 tys. m^3 tys. m^3	18,5 6,1 12,4
12	Kubatura koszy siatkowo-kamiennych przelewów (struktur flotacyjnych)	m^3	272,0

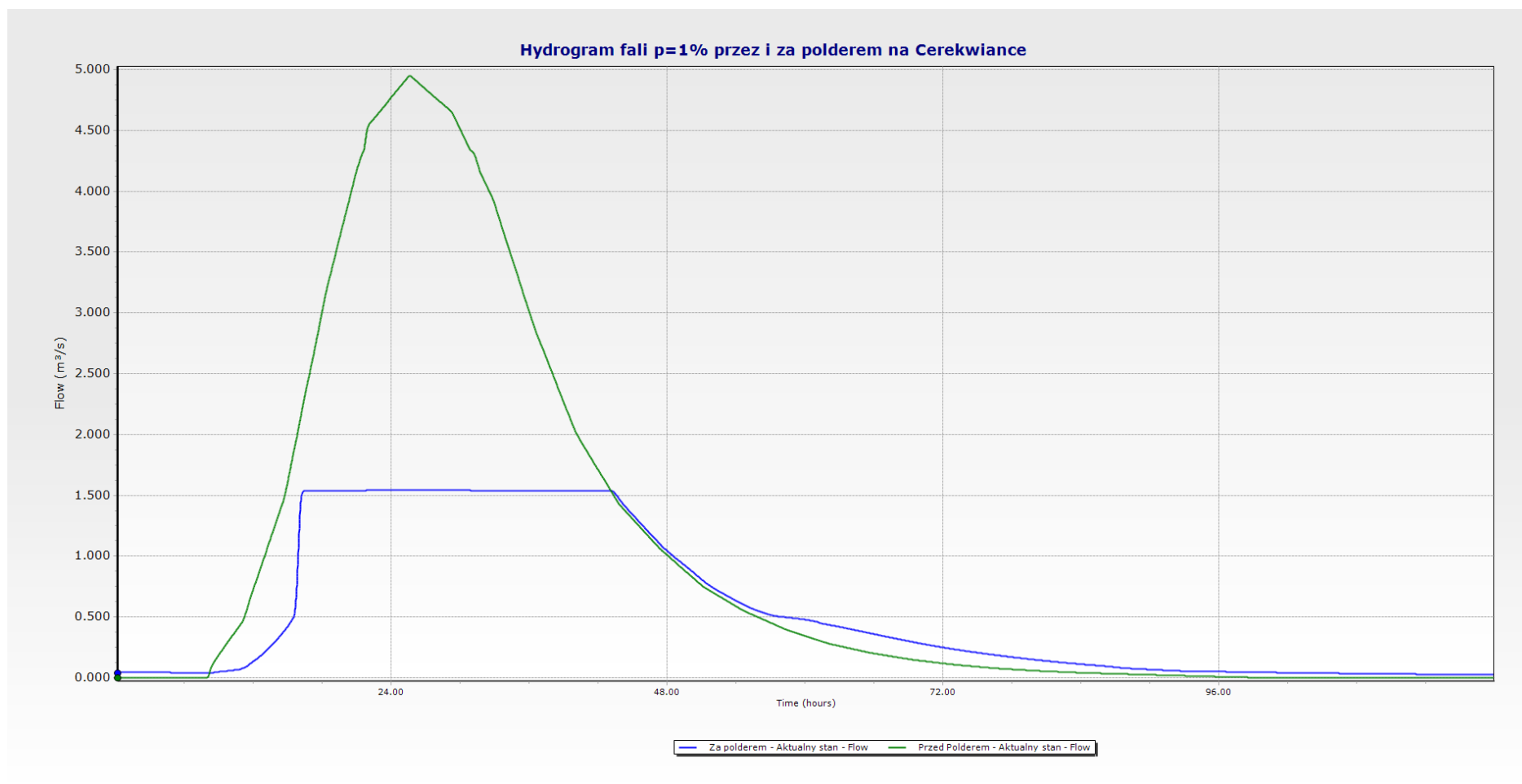
Tabela 1 Czas napełnienia (wypełnienia) pojemności retencyjnej przeciwpowodziowej polderu na Cerekwiance

I.p.	p	Sumaryczna wysokość opadu w mm	Q [m ³ /s] SWMM	Q [m ³ /s] HEC RAS	Qmin [m ³ /s]	Q-Qmin [m ³ /s]	Czas napełnienia [h]
1	50%	41.37	1.2	0.9	0.03	0.87	14.27
2	20%	57.72	2.6	1.2	0.03	1.17	10.61
3	10%	67.51	4.7	2.8	0.03	2.77	4.48
4	5%	76.12	5.8	3.2	0.03	3.17	3.92
5	2%	86.32	8.2	4.1	0.03	4.07	3.05
6	1%	93.38	8.8	5.1	0.03	5.07	2.45
7	0.50%	100.01	10.2	6.2	0.03	6.17	2.01

Uwzględniając wydatek mnicha, pracę przelewu nadmiarowego oraz pojemność początkową polderu, czas napełnienia zbiornika ulega wydłużeniu i wynosi odpowiednio dla p=1% około 5 h godzin, zaś dla p=10% wielkość ta wynosi około 8-9 h

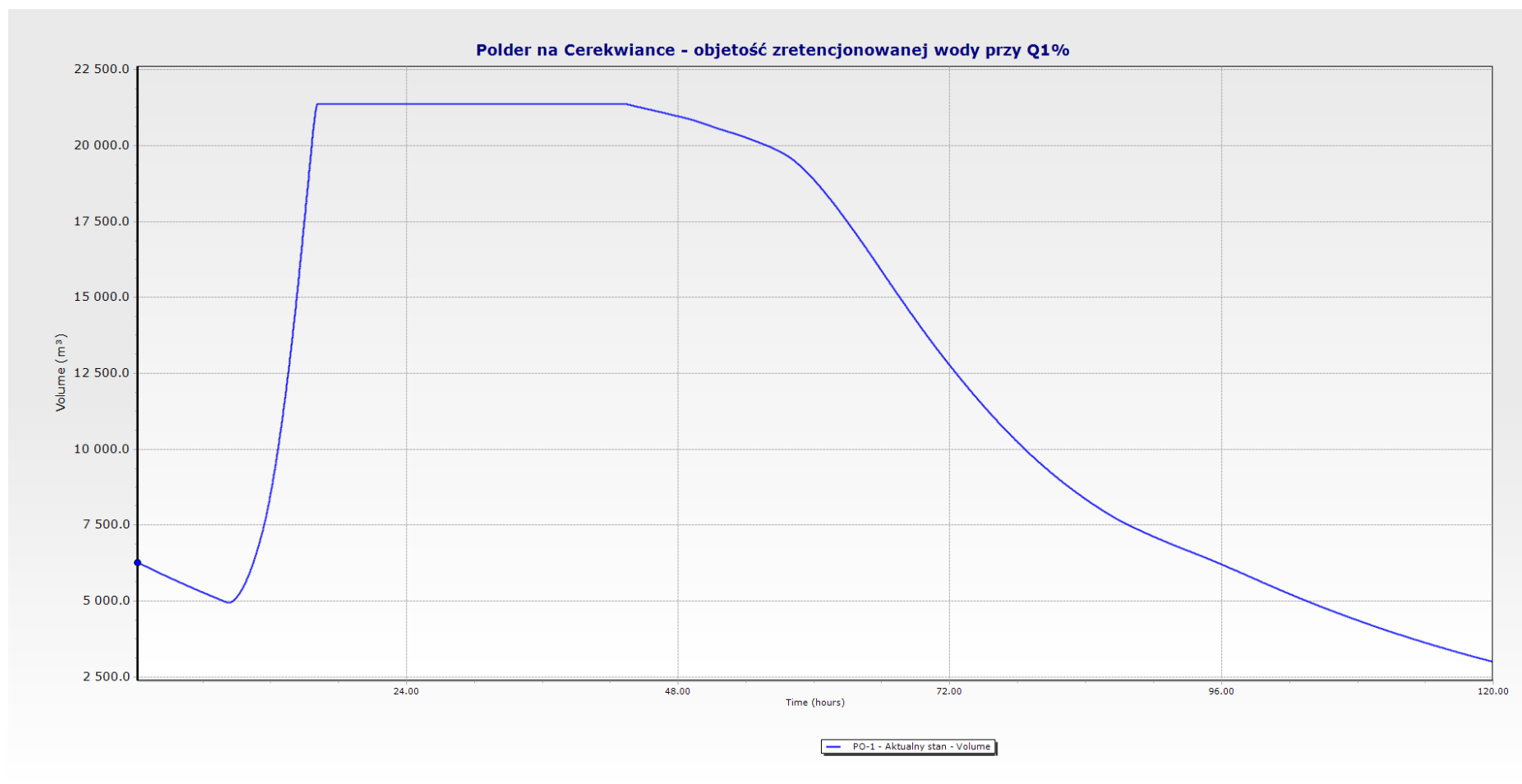
Tabela 2 Czas napełniania się polderu po wystąpieniu opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10% i p=1%





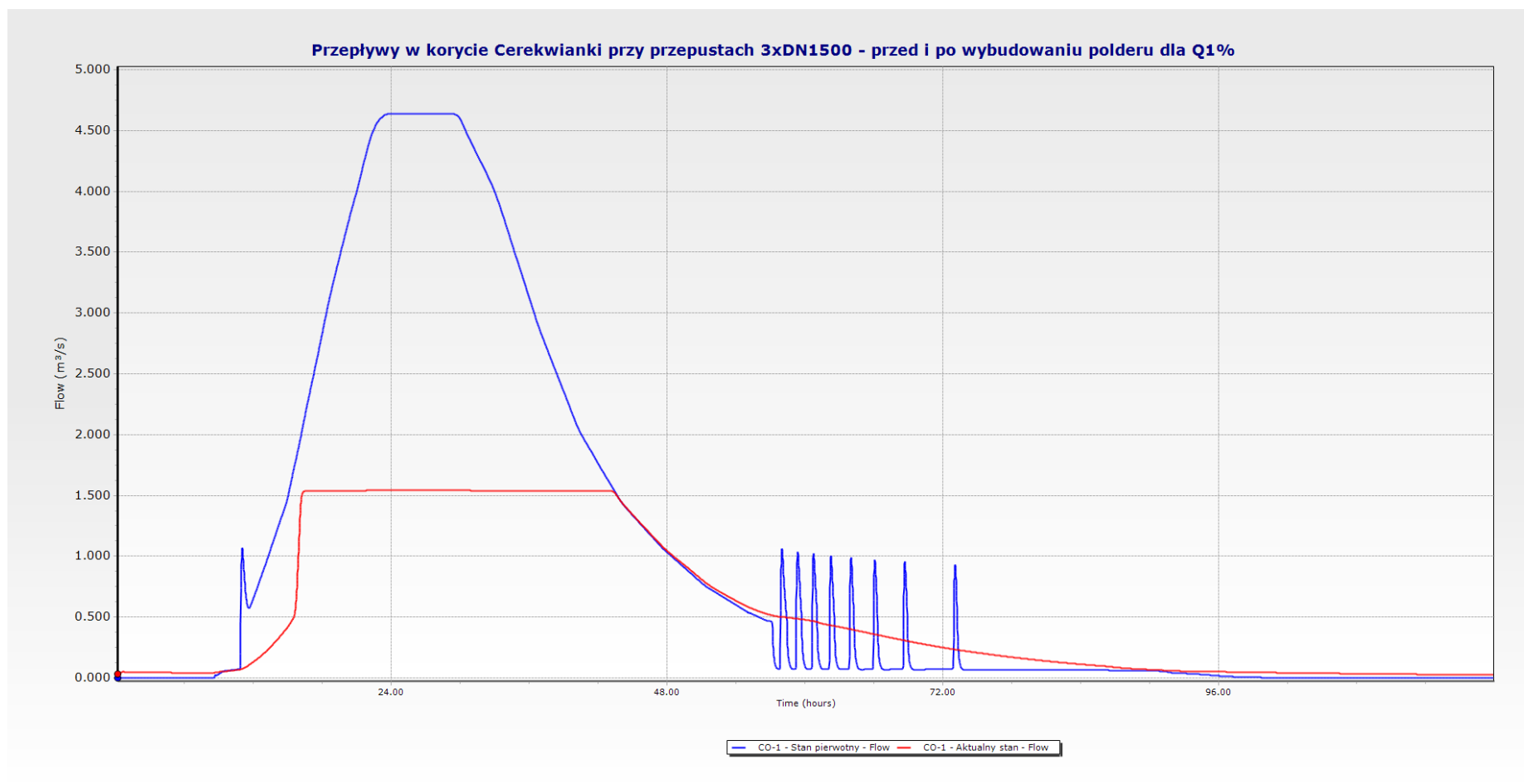
Rysunek 13 Hydrogram fali p=1% przed i za polderem na Cerekwianie

Skuteczność działania w korycie rzeki Cerekwianki – bardzo duża



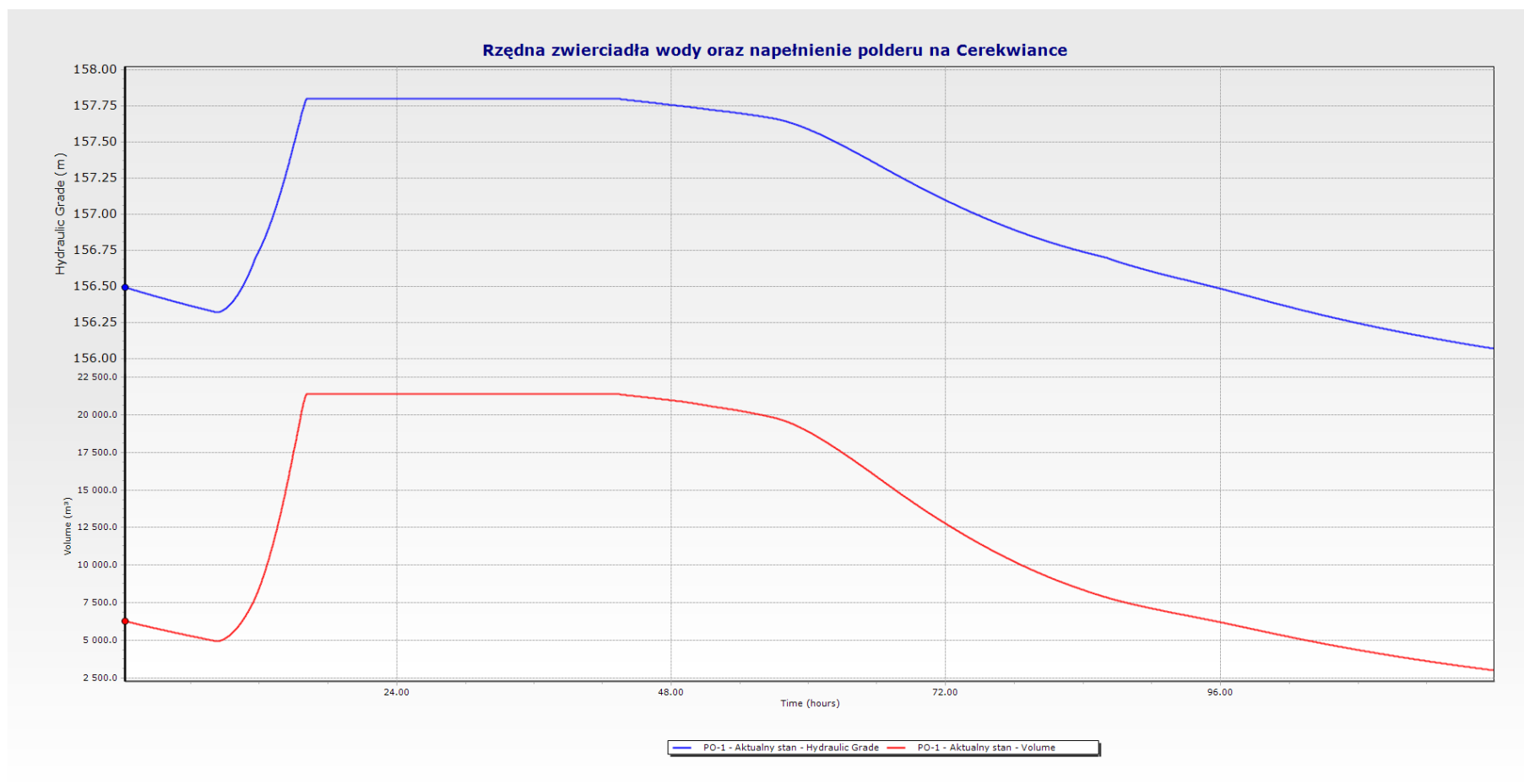
Rysunek 14 Objętość retencjonowanych wód w polderze na Cerekwianie

Przy przepływach w korycie o $p=1\%$, zbiornik/polder wypełnia się całkowicie

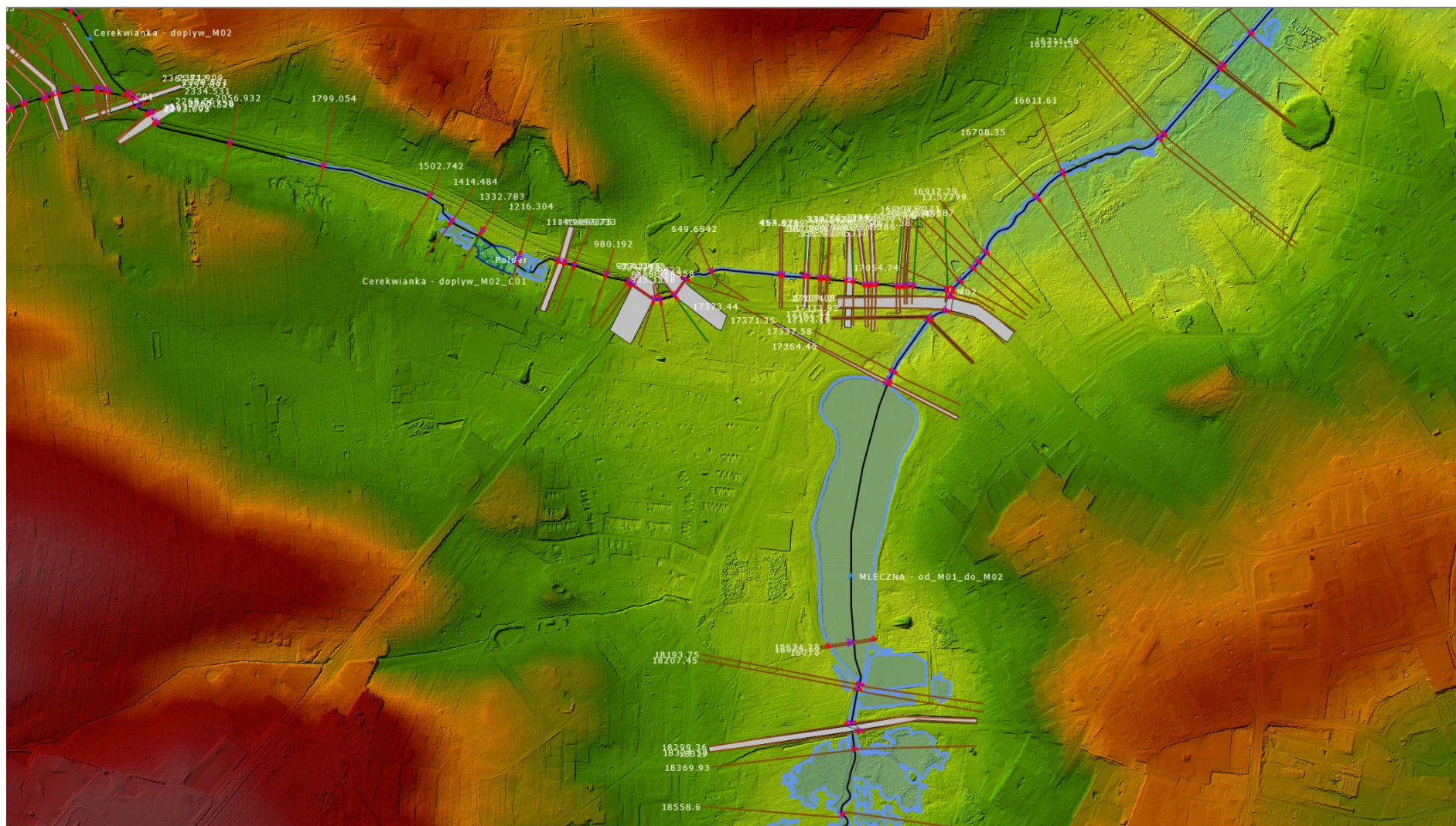


Rysunek 15 Przepływy przepustem 3XDN1500 przed i po zrealizowaniu inwestycji

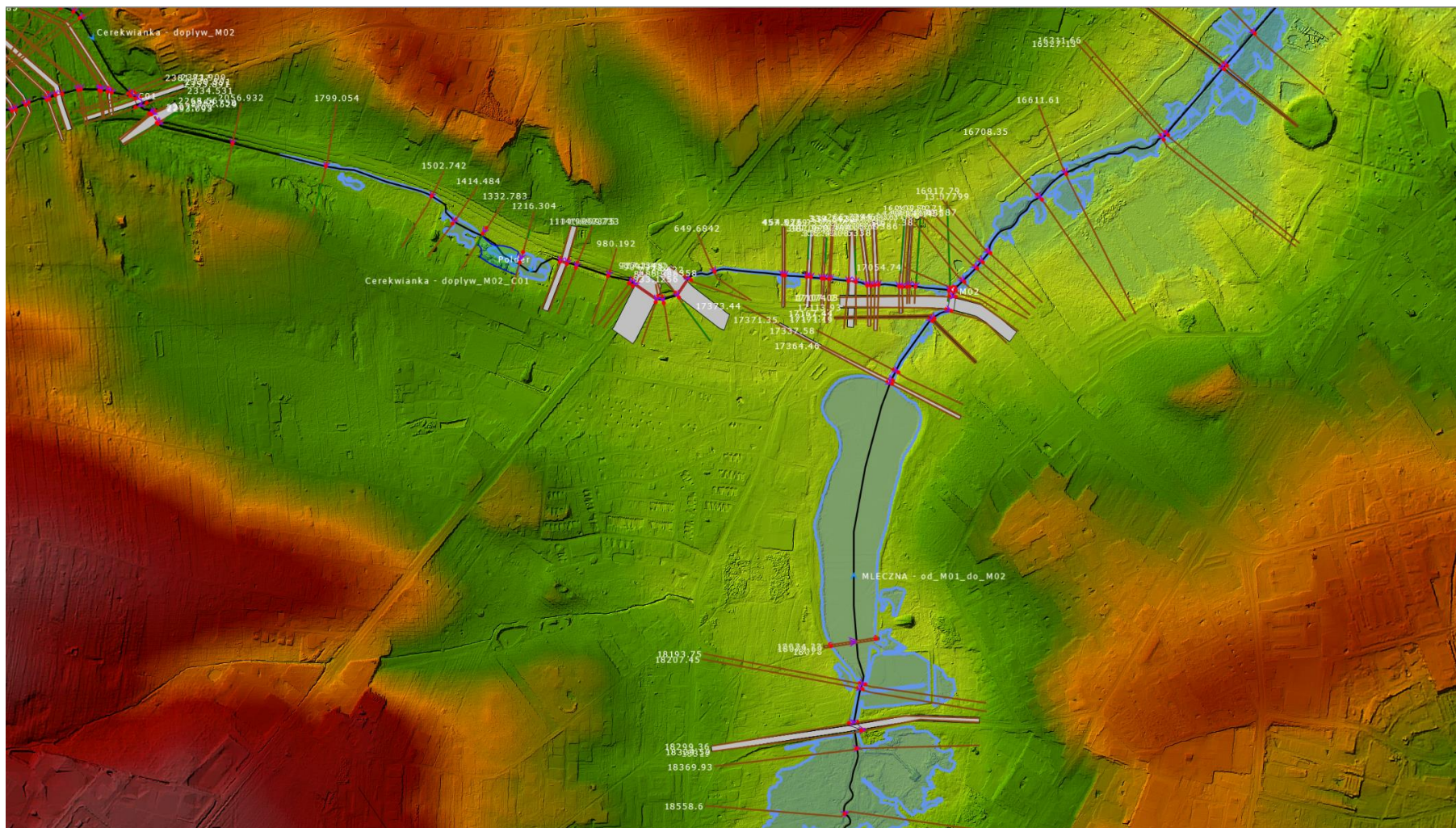
Polder zalewowy na Cerekwiance wpływa istotnie na zmniejszenie przepływów w stanowisku dolnym. Po wykonaniu inwestycji, przepływy w przepustach poniżej polderu nie przekraczają 1,5 m³/s.



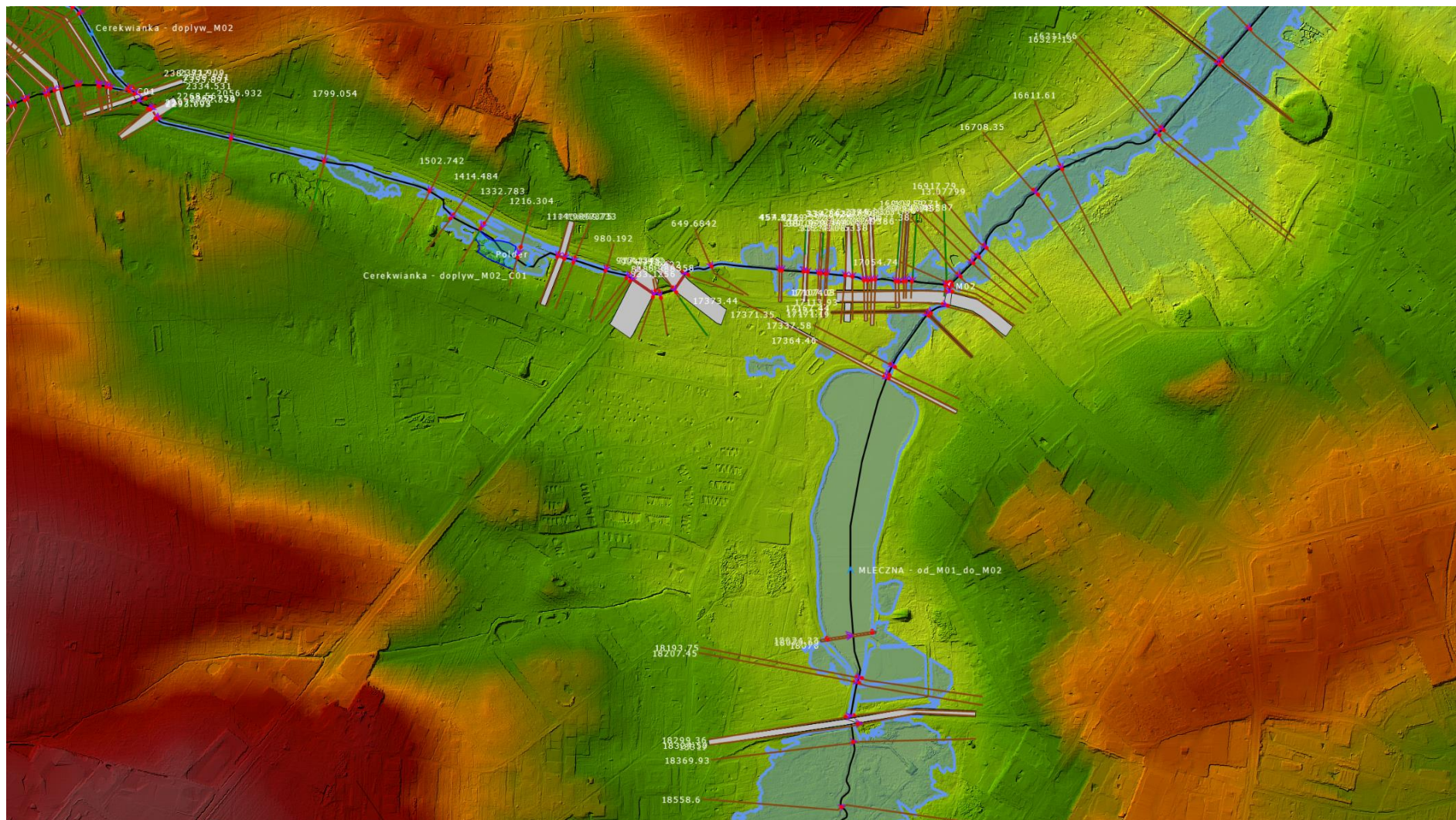
Rysunek 16 Rzędna zwierciadła wody oraz napełnienie polderu na Cerekwianie przy p=1%



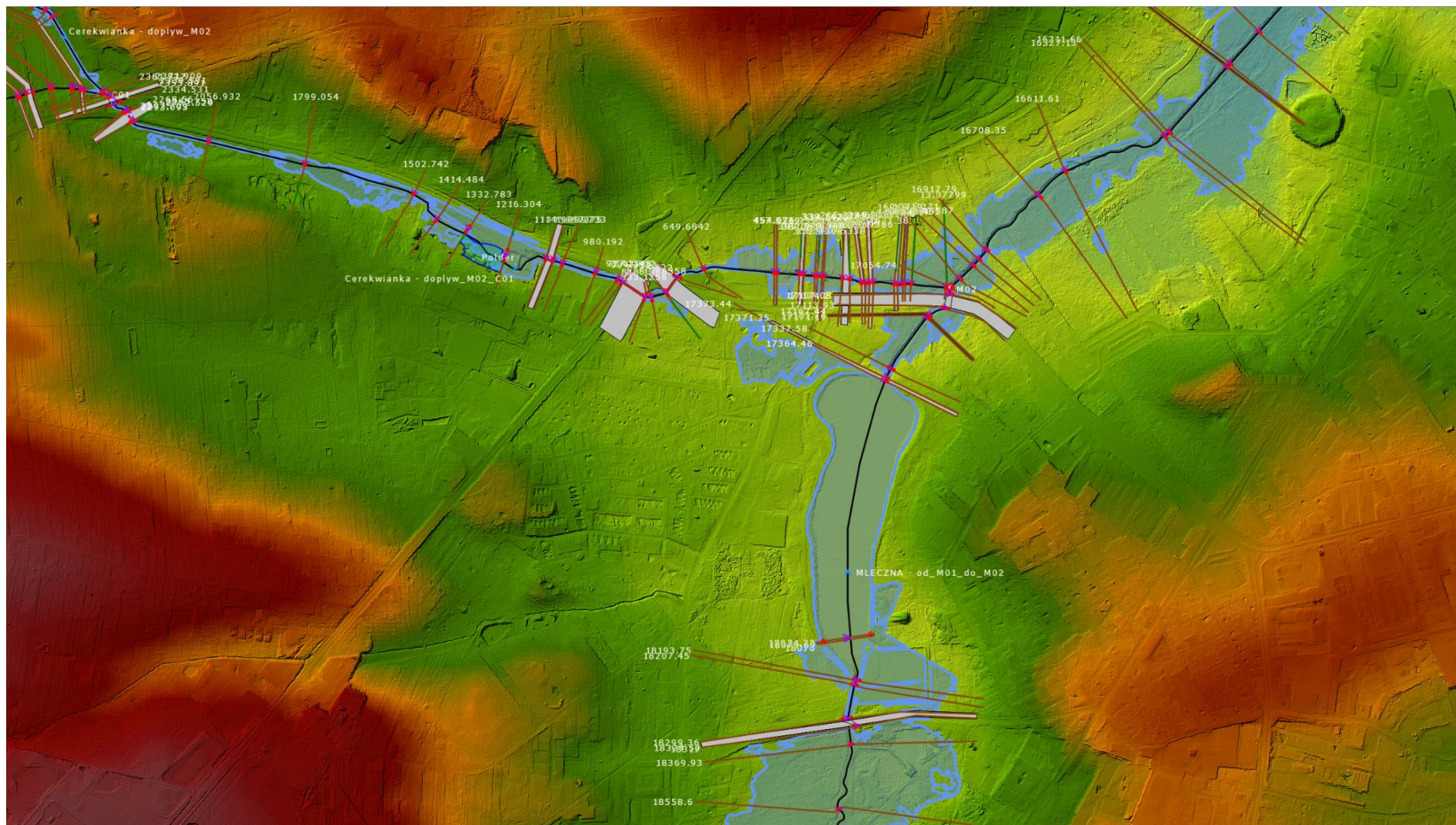
Rysunek 17 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami $p=20\%$ i $t=24h$



Rysunek 18 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami $p=10\%$ i $t=24h$



Rysunek 19 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami $p=1\%$ i $t=24h$



Rysunek 20 Zasięg zalewu wodami wywołany opadami $p=0.5\%$ i $t=24h$

Zalew (zbiornik Borki)

Według przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych, zbiornik Borki wraz ze zmodernizowanymi stawami komutacyjnymi jest w stanie przejąć 1 falę wezbraniową wywołaną opadem o wysokości do około 20 mm na terenie zlewni.

Utworzona pojemność retencyjna zbiornika Borki wynosi około 24,5 tys. m³, zaś zmodernizowanych stawów kolmatacyjnych 20,2 tys. m³, co łącznie tworzy pojemność przeciwpowodziową wynoszącą 44,7 tys. m³.

Podstawowe parametry i dane techniczne dotyczące zbiornika wodnego Borki (po przeprowadzeniu inwestycji):

- Powierzchnia zbiornika 12 000 m² (12 ha);
- Rzędna NPP 155,30 m n.p.m.;
- Rzędna MaxPP 155,50 m n.p.m.;
- Wysokość piętrzenia 3,05 m;
- Pojemność całkowita (stan istniejący) ok. 154 800 m³;
- Pojemność przy NPP=153,30 m n.p.m. ok. 142 614 m³;
- Pojemność przy MaxPP-155,50 m n.p.m. ok. 167 172 m³;
- Długość zbiornika 850,00 m;
- Szerokość maksymalna zbiornika 250,00 m;
- Głębokość maksymalna zbiornika 2,00 m;
- Głębokość średnia zbiornika 1,50 m.

Dla wyznaczonych przepływów charakterystycznych, czas gromadzenia fali wezbraniowej wynosi odpowiednio

<i>Maksymalny przepływ [m³/s]</i>			
<i>Q_{p10%}</i>	<i>Q_{p3%}</i>	<i>Q_{p1%}</i>	<i>Q_{p0.5%}</i>
8.02	11.3	14.4	16.2

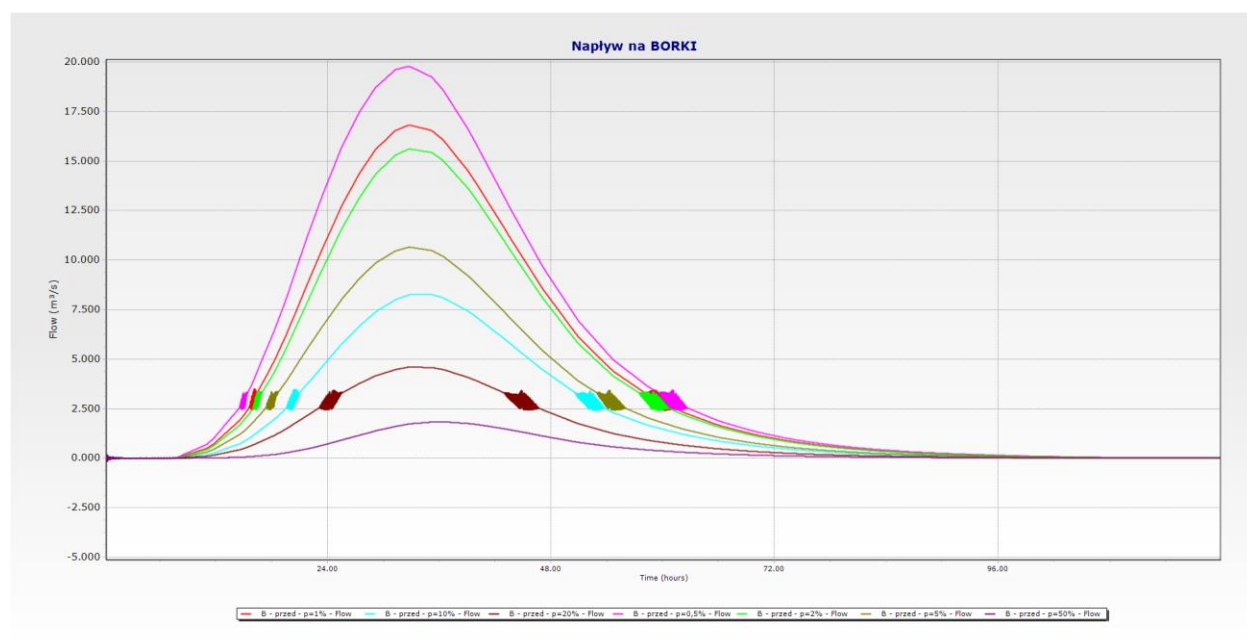
- Dla p=10% czas napełniania pojemności retencyjnej przeciwpowodziowej wynosi około 1,5 h.

Tabela 3 Czas zapełnienia (wypełnienia) pojemności retencyjnej przeciwpowodziowej zbiornika Borki (z uwzględnieniem stawów kolmatacyjnych)

I.p.	p	Sumaryczna wysokość opadu w mm	Q [m ³ /s] SWMM	Q [m ³ /s] HEC RAS	Qmin [m ³ /s]	Q-Qmin [m ³ /s]	Czas napełnienia [h]
1	50%	41.37	1.9	2.1	0.121	1.78	6.98
2	20%	57.72	4.2	5.6	0.121	4.08	3.04
3	10%	67.51	8.1	8.0	0.121	7.98	1.56
4	5%	76.12	10.3	9.6	0.121	10.18	1.22
5	2%	86.32	15.4	12.9	0.121	15.28	0.81
6	1%	93.38	17.2	14.4	0.121	17.08	0.73
7	0.50%	100.01	19.7	16.2	0.121	19.58	0.63

Dla p=1% (zdarzenie wystąpi co najmniej raz na 100 lat), teoretyczny czas zapełnienia pojemności przeciwpowodziowej zbiornika retencyjnego wynosi około 1 godziny.

W rzeczywistości czas napełniania pojemności przeciwpowodziowej zbiornika będzie dłuższy z uwagi na większe przepływy przez jaz oraz hydrogram wezbrania. Z tego też względu podane czasy napełniania w ostatniej kolumnie Tabeli nr 1 należy traktować poglądowo.



Rysunek 21 Hydrogramy dopływu wody do zbiornika Borki dla różnych prawdopodobieństw wystąpienia opadów na terenie zlewni

Według przeprowadzonych obliczeń, zbiornik Borki przy odpowiednim zarządzaniu gospodarką wodną, jest w stanie przejść falę wezbraniową po wystąpieniu opadów o p=50%, p=20%. Przy opadach wyższych, które odpowiadają p=5%, p=2%, p=1%, zbiornik Borki pracuje z maksymalnym dopuszczalnym spiętrzeniem wód. Konieczne jest również zwiększenie zrzutu wód z jazu.

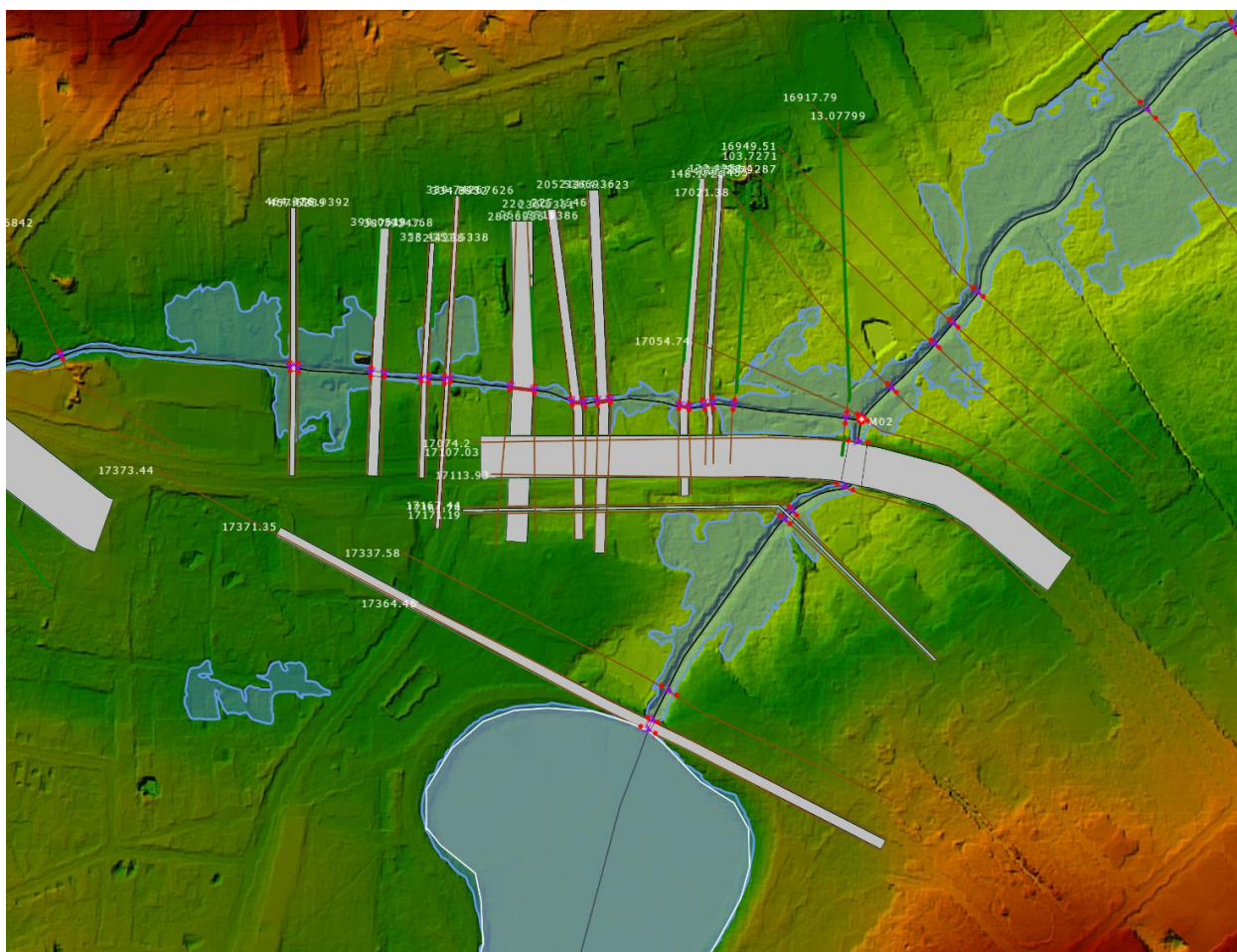
5. Podsumowanie i wnioski

Według przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych w oparciu o dwa modele numeryczne zlewni hydrologicznej rz. Mlecznej w Radomiu, zamkniętej profilem na wysokości ul. Piotrówka, potwierdzono następujące stany funkcjonowania zmodernizowanego i przebudowanego układu hydrologicznego:

- Utworzona pojemność retencyjna przeciwpowodziowa zbiornika Borki jest w stanie przejść pierwszą falę wezbraniową wywołaną opadami o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=50\%$, $p=20\%$. W zależności od sytuacji hydrologicznej, dopływ do zbiornika wywołany opadem $p=10\%$ może doprowadzić do całkowitego wypełnienia się zbiornika;
- Praca zmodernizowanego jazu koźłowego ma wpływ na odcinek rzeki Mlecznej dopływający do zbiornika Broki; zwiększenie piętrzenia na jazu wywołuje cofkę w korycie rz. Mlecznej;
- Wybudowany polder zalewowy na Cerekwiance jest bardzo skuteczny i znacząco obniża ryzyko wystąpienia powodzi i podtopień w zlewni rzeki Cerekwianki;
- Pojemność retencyjna polderu na Cerekwiance jest w stanie skompensować przepływy wywołane opadami deszczu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=50\%$ i znacząco złagodzić falę wezbraniową wywołaną opadem o $p=20\%$ i $p=10\%$.
- Polder na Cerekwiance ma relatywnie małą pojemność przeciwpowodziową, z tego też względu nadmiar wód musi być odprowadzany bezpośrednio korytem Cerekwianki biegnącym wzdłuż polderu;
- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=50\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki i zlewni rz. Mlecznej poniżej zbiornika Borki woda bezpiecznie przepływa korytem. Przed stawami komutacyjnymi może dojść do rozlania wód na użytki zielone.
- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=20\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki i zlewni rz. Mlecznej poniżej zbiornika Borki woda bezpiecznie przepływa korytem. Przed stawami komutacyjnymi może dojść do rozlania wód na użytki zielone.
- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=10\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki woda bezpiecznie przepływa korytem wystąpić mogą niewielkie podtopienia w rejonie polderu. Przed stawami komutacyjnymi dojdzie do rozlania wód na użytki zielone. Podobna sytuacja wystąpi w rejonie bulwarów.
- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=5\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki woda wystąpi z koryta. Wystąpią również podtopienia w rejonie polderu. Przed stawami komutacyjnymi dojdzie do rozlania wód na użytki zielone. Podobna sytuacja wystąpi w rejonie bulwarów.
- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=2\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki woda wystąpi z koryta. Wystąpią również podtopienia

w rejonie polderu. Przed stawami komutacyjnymi dojdzie do rozlania wód na użytki zielone. Podobna sytuacja wystąpi w rejonie bulwarów. Mogą wystąpić podtopienia w rejonie połączenia rz. Cerekwianki z rz. Mleczną (okolice ul. Maratońskiej).

- W warunkach wystąpienia opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ i $t=24h$, w zlewni rzeki Cerekwianki woda wystąpi z koryta. Wystąpią również podtopienia w rejonie polderu. Przed stawami komutacyjnymi dojdzie do rozlania wód na użytki zielone. Podobna sytuacja wystąpi w rejonie bulwarów. Wystąpią lokalne podtopienia w rejonie połączenia rz. Cerekwianki z rz. Mleczną (okolice ul. Maratońskiej).



Rysunek 22 Prognozowana sytuacja hydrologiczna w rejonie ul. Maratońskiej po wystąpieniu opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ i $t=24h$

- Skuteczność działania zmodernizowanych, przebudowanych lub wybudowanych obiektów hydrotechnicznych może zostać zwiększona poprzez systematyczne wykonywanie prac związanych z konserwacją koryt rzecznych.
- Prace wykonane w czasie kampanii pomiarowej potwierdziły bardzo duże ilości osadów rzecznych w korycie rzeki Mlecznej na odcinku przez jazem kozłowym.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap IV	BML/21/1191
	Warszawa, Czerwiec 2022 r.

- Prace wykonane w czasie kampanii pomiarowej potwierdziły zły stan koryta rzeki Mlecznej w rejonie ul. Maratońskiej; w tym zakresie należy przeprowadzić czyszczenie koryta.



Plan kampanii pomiarowej na rzece Mlecznej i Cerekwiance w Radomiu

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodną.

Wykonany w ramach zadania pn.: „Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodną w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

Zamawiający/Inwestor:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



Uniwersytet
ŁÓDZKI

Zleceniobiorca/Wykonawca:

Latoszek Agnieszka

Tel.: 504 274 278
e-mail: aga@epanet.pl

Opracowała:

mgr inż. Agnieszka Latoszek
mgr inż. Bartosz Latoszek

Wersja 1

Warszawa, Kwiecień 2022 r.

Spis treści

1. OGÓLNY OPIS PRAC PRZEWIDZIANYCH DO REALIZACJI	3
2. CEL ZADANIA.....	3
3. PODSTAWA WYKONANIA PRAC.....	3
4. RAMY CZASOWE	3
5. PLAN PRZEPROWADZONEJ KAMPANII POMIAROWEJ	4
6. METODYKA REALIZACJI POMIARÓW	4
7. PUNKTY MONITORINGU HYDROLOGICZNEGO.....	9
8. PROCEDURY ZAPEWNIENIA BHP W CZASIE PROWADZONYCH PRAC	12
9. DOKUMENTACJA POWYKONAWCZA.....	12

Spis tabel:

Tabela 1 Dane wytypowanych lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego	11
--	----

Spis zdjęć:

Nie można odnaleźć pozycji dla spisu ilustracji.

ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego rzeki Mlecznej i Cerekwianki_R01.pdf

ZAŁĄCZNIK nr 2 Metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance_R01.pdf

1. Ogólny opis prac przewidzianych do realizacji

Niniejszy dokument stanowi plan i opis metodyki przeprowadzenia pomiarów przepływów i wód w rzece Mlecznej i jej głównych dopływach (6 stanowisk) na terenie miasta Radomia w okresach bezdeszczowych i deszczowych służących do oceny skuteczności wykonanych w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL inwestycji w celu ograniczenia fali powodziowej.

Niniejsze zadanie obejmuje zatem wykonanie tymczasowego monitoringu przepływu wód w rzece Mlecznej i jej głównych dopływach, obejmującego minimum 6 stanowisk. Plan kampanii pomiarowej uwzględni wdrażany system monitoringu sieci wodociągowej.

2. Cel zadania

Kampania pomiarowa ma na celu ocenę skuteczności działania wykonanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL inwestycji służących ograniczeniu fali powodziowej.

3. Podstawa wykonania prac

Realizacja zadania związanego z wykonaniem pomiarów przepływów wód w rzece Mlecznej i jej głównych dopływach (6 stanowisk) na terenie miasta Radomia w okresach bezdeszczowych i deszczowych służących do oceny skuteczności wykonanych w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL inwestycji w celu ograniczenia fali powodziowej oraz opracowanie raportu z tego zakresu prac.

Zadanie realizowane w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL

Podstawą realizacji prac jest Umowa zlecenie (o świadczenie usług) numer UZ/40/210/03/2022, zawarta dnia 31 marca 2022 r. pomiędzy:

1. **Uniwersytet Łódzki** z siedzibą w Łodzi, ul. G. Narutowicza 68, zwany w treści umowy „Zleceniodawcą”, osobą reprezentującą jest: **dr hab. Tomasz Jurczak, prof. UŁ**

i

2. **Latoszek Agnieszka** (77041200924) w treści umowy zwana „Zleceniobiorcą”.

4. Ramy czasowe

Kampania pomiarowa obejmować będzie 7 stanowisk badawczych, na których zostaną zamontowane urządzenia pomiaru przepływu wody w korycie. Rozpoczęcie pomiarów przewidziane jest na koniec **kwietnia 2022 r.** Zakończenie pomiarów przewidziane jest na koniec **września 2022.**

5. Plan przeprowadzonej kampanii pomiarowej

- I. Przekazanie Zamawiającemu projektu kampanii pomiarowej wraz z metrykami i mapą lokalizacyjną punktów monitoringu hydrologicznego;
- II. Ewentualne wniesienie uwag lub/i poprawek przez Zamawiającego do planu kampanii pomiarowej zaproponowanej przez Wykonawcę;
- III. Akceptacja planu kampanii pomiarowej przez Zamawiającego;
- IV. Zaprogramowanie i zabezpieczenie urządzeń pomiarowych do przeprowadzenia pomiarów w terenie.
- V. Montaż urządzeń pomiarowych;
 - a. Montaż urządzeń pomiarowych odpowiednio zabezpieczonych we wcześniej wyznaczonych i uzgodnionych lokalizacjach;
 - b. Wykonanie zdjęcia urządzenia wraz z jego otoczeniem;
 - c. Zanotowanie daty, czasu rozpoczęcia pomiaru, osoby montującej, ewentualnych uwag itp.;
- VI. Demontaż urządzeń pomiarowych;
 - a. Wykonanie zdjęcia przed demontażem urządzenia wraz z otoczeniem;
 - b. Demontaż urządzenia;
 - c. Zanotowanie daty, czasu zakończenia pomiaru, osoby demontującej, ewentualnych uwag itp.;
- VII. Analiza materiału pomiarowego z przeprowadzonej kampanii pomiarowej;
- VIII. Analiza zarejestrowanych ciągów pomiarowych, w tym zgodności i harmoniczności danych;
- IX. Obróbka statystyczna pozyskanych w wyniku przeprowadzonych kampanii pomiarowych ciągów pomiarowych;
- X. Opracowanie raportu uzyskanych wyników.

6. Metodyka realizacji pomiarów

Kampania pomiarowa przeprowadzona zostanie przy pomocy dedykowanych urządzeń pomiarowych, wyposażonych w rejestratory wewnętrzne z pamięcią nieulotną. Urządzenia nie będą pracowały w trybie on-line z uwagi na bezpieczeństwo i ochronę przed kradzieżą (możliwość lokalizacji przez osoby postronne na podstawie emisji sygnału). Rejestracji podlegają następujące parametry:

- temperatura powietrza
- temperatura wody w przekrojach pomiarowych
- poziom wody
- ciśnienie atmosferyczne
- wysokość opadu i intensywność opadu
- prędkość przepływu wody w wybranych przekrojach pomiarowych.

Wszystkie zaplanowane pomiary zrealizowane zostaną w oparciu o wytyczne branżowe dla realizacji kampanii pomiarowych/pomiarów hydrologicznych. Lokalizacja punktów monitoringu hydrologicznego przewidzianych do opomiarowania przedstawiona została w załącznikach do niniejszego dokumentu:

- ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego rzeki Mlecznej i Cerekwianki_R01.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 2 Metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance_R01.pdf

Przyjęta metodyka wykonywania pomiarów obejmuje instalację urządzeń pozwalających na rejestrowanie przepływu i poziomu wody (rzędnej zwierciadła wody) w korycie w punktach charakterystycznych, wyznaczonych na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej oraz pomiarów inżynierskich. Dodatkowo, do wyboru punktów przeprowadzonej kampanii pomiarowej kierowano się następującymi zasadami:

- 1) Lokalizacja urządzeń pomiarowych na dopływie do obiektów retencyjnych,
- 2) Lokalizacja urządzeń pomiarowych na odpływie z obiektów retencyjnych,
- 3) Lokalizacja urządzeń pomiarowych w profilu zamykającym zlewnię roboczą,
- 4) Lokalizacja urządzeń pomiarowych w kontrolnych punktach pośrednich,
- 5) Stałe warunki pomiarowe z uwagi na zmiany dna koryta,
- 6) O rozmieszczeniu tymczasowych punktów monitoringu decyduje m.in. lokalizacja wykonanych inwestycji w ramach niniejszego projektu,
- 7) W miarę możliwości, przekroje pomiarowe zostały wyznaczone w miejscach o uregulowanym i utwardzonym dnie (światła mostów, wiaduktów drogowych i kolejowych) oraz na przepustach.

Przed rozpoczęciem pomiarów, urządzenia poddane zostaną programowaniu oraz synchronizacji wg jednego wzorca czasowego. Wszystkie pomiary przeprowadzone zostaną w tym samym czasie.

Sposób prowadzenia pomiarów od góry do lustra wody przedstawiono na poniższym rysunku.

Opis zastosowanego urządzenia do prowadzonej kampanii pomiarowej:

Pomiar prędkości i strumienia przepływu:

Do pomiarów strumienia przepływu w wyznaczonych punktach monitoringu hydrologicznego posłużą przenośne przepływomierze typu „Blue Siren”. Montaż urządzenia pomiarowego związany był z umieszczeniem czujnika pomiarowego w wybranym przekroju i połączenia go z urządzeniem rejestrującym.

Tabela 1 Specyfikacja czujnika pomiarowego zastosowanych do pomiarów prędkości przepływu strumienia w ciekach

Bezkontaktowy radarowy czujnik prędkości	
Zakres pomiaru	0,2 do 18 m/s
Dokładność	$\pm 0,03$ m/s
Zasada pomiaru	radar Dopplerowski
Częstotliwość	34,7 GHz \pm 50 Hz
Szerokość wiązki	12° \pm 1°
Temp. pracy	-30 do + 70°C
Temp. przechowywania	-40 do + 85°C
Zasilanie	9-16 V DC; 0,45 A dla 12 VDC
Stopień ochrony	IP68



Zdjęcie 1 Bezkontaktowy radarowy czujnik prędkości

Źródło: katalog producenta

Przykładowy montaż przepływomierza w kanalizacji przedstawiony został na poniższym zdjęciu.

- o zmienna częstość próbkowania,
- o obudowa z otworem do mocowania,
- o kompensacja ciśnienia atmosferycznego,
- o pojemność pamięci (maksymalnie 21700 pomiarów),
- o niewymienialna baterii o żywotności około 5 lat,

Tabela 2 Charakterystyka pomiarowa rejestratora temperatury i poziomu wody HOBO U20L-01

TEMPERATURA	Zakres pomiarowy	-20,0°C do +50,0°C
	Dokładność	±0,44°C @ 0°C do +50°C
	Czas reakcji	10 min (@ woda, 90%)
	Dryft	0,1°C/rok
POZIOM WODY	Zakres pomiarowy	0 m do -4 m (0 kPa do 145 kPa)
	Dokładność	±0,4 cm (max. 0,8 cm)
	Czas reakcji	1 sek (@ woda, 90%)
	Dryft	b.d.
PAMIĘĆ	Wielkość pamięci	64 kB (21700 rekordów)
	Interwał zapisu	1 sek. do 18 godz.
	Komunikacja	IR / USB 2.0 (wymaga BASE-U-4)



Zdjęcie 3 Rejestrator temperatury i poziomu wody HOBO U20L-04 do 4 m (145 kPa) zanurzenia

Młyneczek hydrometryczny:

Do weryfikacji pomiarów przepływu w danym profilu posłuży młyneczek hydrometryczny – urządzenie w formie wiatraczka służące do punktowego pomiaru prędkości wody płynącej. Pomiar polega na zliczeniu obrotów wirnika w określonym czasie. Ważne jest, aby czas pomiaru nie był zbyt krótki, ponieważ wartość prędkości wody ulega niewielkim ale szybkim wahaniom.

7. Punkty monitoringu hydrologicznego

W tabeli poniżej (Tabela 3) zostały przedstawione dane punktów wyznaczonych do kampanii pomiarowej polegającej na pomiarze napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) oraz przepływu w wyznaczonym punkcie referencyjnym na cieku/rzece. Opis zawiera dane lokalizacyjne (współrzędne „x” i „y”, adres, TERYT, numer działki, inne informacje o punktach pomiarowych) oraz wysokościowe. W ramach kampanii pomiarowej wykonawca planuje prowadzić pomiary na 7 stanowiskach badawczych.

W załączniku nr 1 została przedstawiona mapa lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego.

Natomiast w załączniku nr 2 przedstawiono metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance.

1. Punkt monitoringu D_01

Punkt monitoringu D_01 zlokalizowany został w pobliżu mostu na ul. Suchej przed zbiornikiem/zalewem Borki. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na rzece Mlecznej w profilu znajdującym się za kanałem odprowadzającym wody z pompowni stanowiącym jeden z dopływów mlecznej.

2. Punkt monitoringu D_02

Punkt monitoringu D_02 zlokalizowany został w pobliżu jazu odprowadzającego wody ze zbiornika/zalewu Borki do rzeki Mlecznej. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące w zbiorniku/zalewie Borki w profilu znajdującym się przed wyjściem wód z jazu.

3. Punkt monitoringu D_03

Punkt monitoringu D_03 zlokalizowany został w pobliżu mostu na ul. Maratońskiej za zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na rzece Mlecznej w profilu znajdującym się za zbiornikiem/zalewem Borki.

4. Punkt monitoringu D_04

Punkt monitoringu D_04 zlokalizowany został w pobliżu przepustu górnego zasilającego polder zalewowy na Cerekwiance. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na Cerekwiance w profilu znajdującym się przed wykonanym polderem zalewowym.

5. Punkt monitoringu D_05

Punkt monitoringu D_05 zlokalizowany został w pobliżu przepustu dolnego za polderem zalewowym na Cerekwiance. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na Cerekwiance w profilu znajdującym się za wykonanym polderem zalewowym.

Plan kampanii pomiarowej na rzece Mlecznej i Cerekwiance w Radomiu	AL/22/1191
	Warszawa, Kwiecień 2022 r.

6. Punkt monitoringu D_06

Punkt monitoringu D_06 zlokalizowany został w pobliżu mostku/kładki pieszo-rowerowej przy Bulwarze nad Mleczną na Cerekwiance. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na Cerekwiance w profilu znajdującym się przed jej ujściem do rzeki Mlecznej.

7. Punkt monitoringu D_07

Punkt monitoringu D_07 zlokalizowany został w pobliżu mostku za czwartym i ostatnim sztucznym plosem oraz kompleksem zatok zastoiskowych rzeki Mlecznej. Pomiar pozwoli sprawdzić warunki panujące na rzece Mlecznej w profilu znajdującym się za wszystkimi wykonanymi w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL inwestycjami służącymi ograniczeniu fali powodziowej.

P.U.H.T.I KALMET W.K. ul. Przy Bażantarni 2/2 02-793 Warszawa	Plan kampanii pomiarowej przeprowadzonej na sieci wodociągowej w Kościerzynie	BML/21/1199
		Warszawa, kwiecień 2022r.

Tabela 3 Dane wytypowanych lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego

id	Nazwa	Rzeka/ciek	Opis	km ciek	Geo_X	Geo_Y	Najbliższy adres	Teryt	Arkusz	Obręb	Nr działki
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	D_01	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostu na ul. Suchej przed zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej;	18+365	7508006.52	5694561.29	Radom, Sucha nr 18	146301_1.0080.AR_76.1	AR_76	Żakowice	1
2	D_02	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu jazu na zborniku/zalewie Borki, na rzece Mlecznej;	17+320	7508126.84	5695478.41	Radom, hm kpt Eugeniusza Stasińskiego nr 53	146301_1.0061.AR_68.2/5	AR_68	Halinów	2/5
3	D_03	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostu na ul. Maratońskiej za zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej;	17+200	7508295.43	5695684.45	Radom, Podmokła nr 21	146301_1.0060.AR_65.34/5	AR_65	Zamłynie	34/5
4	D_04	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu przepustu górnego zasilającego polder zalewowy na Cerekwianie;	1+470	7506946.38	5695992.05	Radom, Ceramiczna nr 9	146301_1.0061.AR_52.13/8	AR_52	Halinów	13/8
5	D_05	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu przepustu dolnego za polderem zalewowym na Cerekwianie;	1+105	7507253.54	5695833.72	Radom, Rzędowa nr 36	146301_1.0061.AR_52.13/8	AR_52	Halinów	13/8
6	D_06	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) zlokalizowany w pobliżu mostku/kładki pieszorowerowej przy Bulwarze nad Mleczną na Cerekwianie;	0+130	7508179.30	5695740.71	Radom, Podhalańska nr 4	146301_1.0060.AR_65.4/12	AR_65	Zamłynie	4/12
7	D_07	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostku za czwartym i ostatnim sztucznym plosem oraz kompleksem zatok zastoiskowych rzeki Mlecznej;	16+065	7509042.01	5696301.68	Radom, Rawska nr 8	146301_1.0060.AR_58.53	AR_58	Zamłynie	53

P.U.H.T.I KALMET W.K. ul. Przy Bażantarni 2/2 02-793 Warszawa	Plan kampanii pomiarowej przeprowadzonej na sieci wodociągowej w Kościerzynie	BML/21/1199
		Warszawa, kwiecień 2022

8. Procedury zapewnienia BHP w czasie prowadzonych prac

W czasie prowadzenia prac terenowych związanych z instalacją oraz deinstalacją urządzeń pomiarowych w wyznaczonych lokalizacjach, zachowane będą szczególne środki ostrożności, związane ze zdrowiem i higieną pracy pracowników Wykonawcy. Montaż urządzeń pomiarowych będzie wykonywany w dwuosobowych zespołach, wyposażonych w środki ochrony osobistej, w tym kamizelki odblaskowe. Wszyscy pracownicy będą wyposażeni w telefony komórkowe, zawierające numery alarmowe. Ponadto, miejsca montażu urządzeń pomiarowych w pobliżu dróg zabezpieczone zostaną znakami przenośnymi oraz tzw. stożkami ulicznymi, chroniącymi pracowników Wykonawcy przed wypadkiem komunikacyjnym.

Wszyscy pracownicy Wykonawcy posiadają aktualne i ważne certyfikaty szkoleń BHP oraz sprzęty ochrony osobistej. W samochodzie znajduje się dodatkowo apteczka medyczna/BHP, zawierająca ponadstandardowe wyposażenie opatrunkowe oraz zestaw niezbędnych leków i środków pierwszej pomocy.

Montaż i demontaż urządzeń pomiarowych w pasach drogowych zostanie dodatkowo zabezpieczony odpowiednio ustawionym samochodem, każdorazowo chroniącym pracowników Wykonawcy przed wypadkiem komunikacyjnym.

9. Dokumentacja powykonawcza

Dokumentacja powykonawcza w wersji elektronicznej będzie zawierać co najmniej:

- Zdjęcia wykonane w czasie montażu i demontażu urządzeń pomiarowych;
- Wyniki pomiarów w wersji edytowalnej – dane tabelaryczne w pliku *.xlsx oraz *.pdf.
- Plik *.pdf zawierający metryki punktów pomiarowych.

Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. Obiekt: : istniejąca sieć hydrologiczna na terenie tzw. zlewni radomskiej (zlewnia rzeki Mlecznej)

4. Branża: HYDROLOGIA, SANITARNA

5. Etap: ETAP V – Kampania pomiarowa na rzece Mlecznej i Cerekwiance w Radomiu

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki

ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź

Tel.: (042) 635-45-05

Fax: (042) 635-43-26

e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Agnieszka Latoszek

Tel.: 504 274 278,

e-mail: aga@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Agnieszka Latoszek, mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 30.10.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 01

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR 01

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	5
1. Cel zadania	5
2. Podstawa wykonania zadania	6
3. Zakres zleconych prac	6
4. Ramy czasowe zadania	6
II. KAMPANIA POMIAROWA	7
5. Metodyka realizacji pomiaru	7
6. Opis zastosowanego urządzenia do prowadzonej kampanii pomiarowej:	8
6.1. Urządzenie do pomiaru poziom wody (rzędnej zwierciadła wody)	8
6.2. Urządzenie do pomiaru prędkości przepływającej wody	10
7. Lokalizacja punktów pomiarowych	15
7.1. Punkt monitoringu D_01	17
7.2. Punkt monitoringu D_02	23
7.3. Punkt monitoringu D_03	24
7.4. Punkt monitoringu D_04	28
7.5. Punkt monitoringu D_05	31
7.1. Punkt monitoringu D_06	34
7.2. Punkt monitoringu D_07	36
8. Parametry charakterystyczne zbiornika Borki	39
9. Batymetria Zbiornika/Zalewu Borki oraz Polderu na Cerekwiance	43
10. Geometria przekrojów pomiarowych na sieci hydrologicznej	46
11. Analiza pozyskanego materiału pomiarowego z punktów monitoringu sieci hydrologicznej	49
III. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	58
12. Podsumowanie	58
13. Wnioski	58

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1 Rejestrator temperatury i poziomu wody HOBO U20L-04 do 4 m (145 kPa) zanurzenia	9
Zdjęcie 2 Wybrany przekrój pomiarowy na odpływie wody z Zalewu Borki	12
Zdjęcie 3 Miejsce prowadzanego pomiaru D_01 (dopływ)	18
Zdjęcie 4 Miejsce prowadzanego pomiaru D_01 (odpływ)	18
Zdjęcie 5 Stacja pogodowa na terenie pompowni	19
Zdjęcie 6 Wyjście z pompowni do kanału A0	21
Zdjęcie 7 Kanał A0	21
Zdjęcie 8 Kanał A0	22

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

Zdjęcie 9 Wylot z Kanału A0.....	22
Zdjęcie 10 Miejsce montażu urządzenia pomiarowego w rejonie jazu Zalewu Borki	24
Zdjęcie 11 Miejsce prowadzanego pomiaru D_03 (dopływ).....	26
Zdjęcie 12 Miejsce prowadzanego pomiaru D_03 (odpływ).....	26
Zdjęcie 13 Lokalizacja punktu monitoringu D_04.....	29
Zdjęcie 14 Koryto rzeki Cerekwianki na dopływie do polderu	30
Zdjęcie 15 Przepust zasilający polder zalewowy na Cerekwiance w czasie prowadzenia pomiarów	30
Zdjęcie 16 Miejsce prowadzanego pomiaru D_05 (odpływ).....	33
Zdjęcie 17 Miejsce prowadzanego pomiaru D_05 (dopływ).....	33
Zdjęcie 18 Lokalizacja punktu monitoringu D_07 (dopływ).....	38
Zdjęcie 19 Lokalizacja punktu monitoringu D_07 (odpływ).....	38
Zdjęcie 20 Widok przyczółków jazu zbiornika/zalewu Borki w czasie prowadzenia prac budowlanych (źródło GOOGLE EARTH, MAXXON).....	41
Zdjęcie 21 Zalew Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek).....	42
Zdjęcie 22 Widok na stawy kolmatacyjne Zalewu Borki.....	42

SPIS TABEL

Tabela 1 Charakterystyka pomiarowa rejestratora temperatury i poziomu wody HOBO U20L-01.....	9
Tabela 2 Specyfikacja techniczna radarowej sondy poziomu.....	12
Tabela 3 Specyfikacja techniczna radarowej sondy prędkości	12
Tabela 4 Dane punktów monitoringu.....	16

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Opomiarowanie cieków wodnych przy pomocy sondy ultradźwiękowej i radarowego czujnika prędkości	10
Rysunek 2 Wykres temperatury wody i napełnienia koryta w przekroju pomiarowym poniżej Zalewu Borki	13
Rysunek 3 Wykres natężenia przepływu w przekroju pomiarowym poniżej Zalewu Borki.....	14
Rysunek 4 Mapa ogólna lokalizacji punktów pomiarowych zainstalowanych w ramach kampanii pomiarowej	15
Rysunek 5 Lokalizacja kanału A0, stacji pogodowej „Sucha” oraz punktu monitoringu – D_01	17
Rysunek 6 Przekrój wylotu z Kanału A0	19
Rysunek 7 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym nr D_01	20
Rysunek 8 Lokalizacja punktu monitoringu D_02.....	23
Rysunek 9 Lokalizacja punktu monitoringu D_03.....	25
Rysunek 10 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym nr D_03.....	27
Rysunek 11 Lokalizacja punktu monitoringu D_04.....	28
Rysunek 12 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_04	29
Rysunek 13 Lokalizacja punktu monitoringu D_05.....	31
Rysunek 14 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_05	32
Rysunek 15 Lokalizacja punktu monitoringu D_06.....	34
Rysunek 16 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_06	35
Rysunek 17 Lokalizacja punktu monitoringu D_07.....	36
Rysunek 18 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym nr D_07.....	37
Rysunek 19 Wizualizacja 3D Zbiornika/Zalewu Borki.....	43
Rysunek 20 Wizualizacja 3D Polder zalewowy na rz. Cerekwiance	43

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

Rysunek 21 Mapa batymetryczna Zbiornika/Zalewu Borki	44
Rysunek 22 Mapa batymetryczna Polderu Zalewowego na Cerekwiance	45
Rysunek 23 Przekrój przez koryto – D_01	46
Rysunek 24 Przekrój przez koryto – D_02	46
Rysunek 25 Przekrój przez koryto – D_07	47
Rysunek 26 Przekrój przez koryto – D_06	47
Rysunek 27 Przekrój przez koryto – D_05	48
Rysunek 28 Przekrój przez koryto – D_04	48
Rysunek 29 Praca przepustu DN1500 x 3 na odpływie z polderu na Cerekwiance	49
Rysunek 30 Wykres przepływów zarejestrowanych w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka 0+025 – D_06; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel	51
Rysunek 31 Wykres poziomów wody/napełnienia w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Zbiornik Borki - D_02; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka dopływ – D_04; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel	52
Rysunek 32 Wykres temperatury wody i powietrza zarejestrowanych w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Zbiornik Borki - D_02; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka dopływ – D_04; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel	53
Rysunek 33 Reakcja na opad od 29 czerwca do 8 lipca 2022 r. (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka 0+025 – D_04; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel	54
Rysunek 34 Reakcja na opad od 29 lipca do 8 sierpnia 2022 r. (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka 0+025 – D_04; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel	55
Rysunek 35 Opad do poziomu napełnienia zbiorniku Borki	56
Rysunek 36 Poziom napełnienia na zbiorniku Borki w odniesieniu do dopływu i odpływu ze zbiornika	57

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

ETAP V

- ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego rzeki Mlecznej i Cerekwianki_R01.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 2 Metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance_R01.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 3 Mapa batymetryczna Zbiornika/Zalewu Borki.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 4 Mapa.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 5 Karta katalogowa HOBO U20L-01 Data Logger.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 6 Przekroje poprzeczne koryta rz. Mlecznej i Cerekwianki w stanowiskach pomiarowych.pdf

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

I. WPROWADZENIE

Etap V zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował przeprowadzenie kampanii pomiarowej w zlewni hydrologicznej

rzeki Mleczna, w rejonie Zalewu Broki oraz wybudowanego polderu na rzece Cerekwiance (rejon ul. Ceramicznej oraz al. NSZZ Solidarność). Łącznie zainstalowano urządzenia pomiarowe

w sześciu przekrojach oraz dodatkowo monitorowano poziom zwierciadła wody w Zalewnie Borki oraz w polderze na Cerekwiance.

Zrealizowane pomiary posłużyły kolejno do przeprowadzenia procesu kalibracji (tarowania) modelu matematycznego sieci hydrologicznej. W dalszej części zadania, na podstawie skalibrowanego modelu hydrologicznego, wykonane zostaną dedykowane analizy, pozwalające na dokonanie oceny skuteczności wdrożonych inwestycji hydrotechnicznych na łagodzenie skutków związanych z adaptacją przestrzeni miejskiej do prognozowanych zmian klimatu.

Niniejszy raport zawiera opis wykonanych działań, prezentację zastosowanej metodyki metrologicznej do przeprowadzenia pomiarów oraz analizę uzyskanych ciągów pomiarowych w kontekście przydatności do przeprowadzenia kalibracji modelu matematycznego sieci hydrologicznej.

Raport kończy rozdział „Podsumowanie i wnioski”, który zawiera m.in. ocenę jakości uzyskanego materiału pomiarowego pod kątem przydatności do przeprowadzenia kalibracji modelu hydrologicznego. Rozdział ten opisuje również zdiagnozowane zależności hydrologiczne, w tym również wynikające z bilansu wód powierzchniowych.

W ramach Etapu V przeprowadzono tymczasowy monitoring poziomu wody w zbiornikach (Zalew Borki, Polder na Cerekwiance, obiekty na rzece Mlecznej) oraz monitoring strumieni przepływu wody w wybranych, charakterystycznych przekrojach pomiarowych koryta rzeki Mlecznej i jej głównych dopływach. Łącznie prowadzono monitoring przepływu i napełnienia w 7 przekrojach pomiarowych.

1. Cel zadania

Nadrzędnym celem przeprowadzenia kampanii pomiarowej na sieci hydrologicznej Radomia (górną zlewnia rz. Mlecznej) było pozyskanie ciągów/szeregów pomiarowych, zawierających informacje o poziomie wody w głównych zbiornikach oraz przepływach i napełnieniu (poziomach wody) w wybranych, charakterystycznych przekrojach pomiarowych. W celu

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

oszacowania bilansu zlewni, przekroje pomiarowe założono odpowiednio na dopływie i odpływie do głównych zbiorników retencyjnych oraz w przekroju zamykającym zlewnię. Jednocześnie prowadzony był pomiar napełnienia zbiorników.

Zarejestrowany materiał pomiarowy o przepływach i napełnieniu zbiorników wodnych, poddany został następnie analizie w celu określenia podstawowych zależności hydrologicznych na terenie analizowanej zlewni, w szczególności do ustalenia tzw. „reakcji zlewni na opad”, związanej retencyjnością zlewni.

Zarejestrowane i odpowiednio przetworzone (oczyszczone) ciągi pomiarowe posłużą kolejno do przeprowadzenia kalibracji modelu matematycznego, czyli jego wzorcowania względem stanów rzeczywistych.

W oparciu o skalibrowany model matematyczny zlewni hydrologicznej rz. Mlecznej, przeprowadzone zostaną analizy hydrologiczne, na podstawie których oceniona zostanie skuteczność działania wykonanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL inwestycji, służących m.in. ograniczeniu fali wezbraniowej i powodziowej.

2. Podstawa wykonania zadania

Realizacja zadania związanego z przeprowadzeniem kampanii pomiarowej na sieci hydrologicznej w zlewni rz. Mleczna, zamkniętej przekrojem w rejonie ul. Piotrówka, przeprowadzona została na podstawie Umowy zlecenia (o świadczenie usług) numer **UZ/40/210/ 03/2022**, zawartej dnia 31 marca 2022 r. pomiędzy:

Uniwersytetem Łódzkim z siedzibą w Łodzi, ul. G. Narutowicza 68 (Zamawiający)

i

Agnieszka Latoszek, zamieszkałą w Warszawie przy ul. F. M. Lanciego (Wykonawca)

3. Zakres zleconych prac

Zakres zleconych prac obejmował wykonanie pomiarów przepływów wód w rzece Mlecznej i jej głównych dopływach (6 stanowisk) na terenie miasta Radomia w okresach bezdeszczowych i deszczowych, służących do oceny skuteczności wykonanych w projekcie LIFERADOMKLIMA-PL inwestycji w celu ograniczenia fali powodziowej oraz opracowanie raportu z tego zakresu prac.

4. Ramy czasowe zadania

Kampania pomiarowa w zlewni rzeki Mlecznej na terenie Radomia prowadzona była od drugiej połowy maja 2022 r. do końca października 2022 r. W pierwszej fazie projektu trwającej w

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

drugiej połowie maja i pierwszym tygodniu czerwca przygotowano przekroje pomiarowe, zamontowano progi i elementy montażowe oraz oczyszczono koryto rzeki Mlecznej i Cerekwianki z gruzu i elementów metalowych, które mogły uszkodzić sondy pomiarowe w czasie wezbrań.

Zasadnicza kampania pomiarowa rozpoczęta została 12 czerwca i trwała nieprzerwanie do końca października 2022 r. Urządzenia pomiarowe były systematycznie kontrolowana i sprawdzane pod względem poprawności pracy. Łącznie pomiary prowadzono przez okres ponad 130 dni.

Kampania objęła łącznie 7 stanowisk pomiarowych, w których zamontowane zostały urządzenia pomiaru przepływu wody, mierzące wysokość zwierciadła wody w korycie oraz rejestrujące temperaturę wody.

Pomiary były wykonywane z interwałem wynoszącym 15 min od czerwca do końca października 2022 r. nieprzerwalnie.

II. KAMPANIA POMIAROWA

5. Metodyka realizacji pomiaru

Kampania pomiarowa na sieci hydrologicznej w zlewni rzeki Mlecznej w Radomiu została przeprowadzona przy pomocy dedykowanych urządzeń pomiarowych, wyposażonych w rejestratory wewnętrzne z pamięcią nieulotną. Urządzenia pomiarowe nie pracowały w trybie on-line z uwagi na bezpieczeństwo danych i ochronę przed kradzieżą (możliwość lokalizacji przez osoby postronne na podstawie emisji sygnału). Rejestracji podlegały następujące parametry:

- temperatura powietrza,
- temperatura wody w przekrojach pomiarowych,
- poziom wody,
- ciśnienie atmosferyczne,
- wysokość opadu i intensywność opadu (dane z pobliskiej stacji meteo),
- prędkość przepływu wody w wybranych przekrojach pomiarowych,
- natężenie przepływu wody w wybranych przekrojach pomiarowych.

Temperatura powietrza oraz ciśnienie atmosferyczne zostały zarejestrowane przez urządzenie referencyjne zlokalizowane w rejonie Zbiornika Borki, w bezpośrednim sąsiedztwie jazu. Z kolei temperatura wody została zarejestrowana przez każde zainstalowane urządzenie pomiarowe, mające bezpośredni kontakt z wodą.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

Wszystkie pomiary hydrologiczne zrealizowane zostały w oparciu o wytyczne branżowe dla realizacji kampanii pomiarowych/pomiarów w zbiornikach i ciekach. Lokalizacja punktów monitoringu hydrologicznego przewidzianych do opomiarowania przedstawiona została w załącznikach do niniejszego dokumentu:

- ZAŁĄCZNIK nr 1 Mapa lokalizacji punktów monitoringu hydrologicznego rzeki Mlecznej i Cerekwianki_R01.pdf
- ZAŁĄCZNIK nr 2 Metryki punktów monitoringu hydrologicznego na rzece Mlecznej i Cerekwiance_R01.pdf

Przyjęta metodyka wykonywania pomiarów obejmowała instalację urządzeń pozwalających na rejestrowanie przepływu i poziomu wody (rzędnej zwierciadła wody) w korycie w punktach charakterystycznych, wyznaczonych na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej oraz pomiarów inżynierskich. Dodatkowo, przy wyborze lokalizacji przekrojów pomiarowych w ramach przeprowadzonej kampanii pomiarowej, kierowano się następującymi zasadami:

- 1) Lokalizacja urządzeń pomiarowych na dopływie do obiektów retencyjnych,
- 2) Lokalizacja urządzeń pomiarowych na odpływie z obiektów retencyjnych,
- 3) Lokalizacja urządzeń pomiarowych w profilu zamykającym zlewnię roboczą/obliczeniową,
- 4) Lokalizacja urządzeń pomiarowych w kontrolnych punktach pośrednich,
- 5) Stałe warunki pomiarowe z uwagi na zmiany dna koryta,
- 6) O rozmieszczeniu tymczasowych punktów monitoringu decyduje m.in. lokalizacja wykonanych inwestycji w ramach niniejszego projektu,
- 7) W miarę możliwości, przekroje pomiarowe zostały wyznaczone w miejscach o uregulowanym i utwardzonym dnie (światła mostów, wiaduktów drogowych i kolejowych) oraz na przepustach.

Przed rozpoczęciem pomiarów, wszystkie urządzenia pomiarowe poddane zostały programowaniu oraz synchronizacji wg jednego wzorca czasowego. Wszystkie pomiary przeprowadzone zostały w tym samym czasie z takim samym interwałem wynoszącym 15 min.

Dane dotyczące opadów atmosferycznych na terenie analizowanej zlewni zostały pomierzone w stacji meteorologicznej „Sucha”, która znajduje się w rejonie przekroju pomiarowego D_01.

6. Opis zastosowanego urządzenia do prowadzonej kampanii pomiarowej:

6.1. Urządzenie do pomiaru poziomu wody (rzędnej zwierciadła wody)

Do przeprowadzenia pomiarów zmian rzędnych zwierciadła wody w ramach kampanii pomiarowej wykorzystane zostały rejestratory poziomu i temperatury wody typ HOB0 U20L-

04, z zakresem pomiarowym do 4 m (145 kPa) zanurzenia. Rejestrator posiada wytrzymałą, odporną na trudne warunki obudowę wykonaną z polipropylenu do stosowania zarówno w wodzie słodkiej jak i słonej. Rejestrator nadaje się do zastosowań w studniach, rzekach, jeziorach, bagnach czy morskich obszarach pływowych. Oprogramowanie HOBOWare Pro umożliwia automatyczną kalkulację poziomu wody przy uwzględnieniu jej gęstości i ciśnienia atmosferycznego.

Do obsługi rejestratora zastosowano interfejs BASE-U-4 i oprogramowanie HOBOWare Pro oraz HOBOWare Lite.

Podstawowe informacje o urządzeniu:

- dopuszczalna głębokość zanurzenia: 4 m,
- krytyczna głębokość zanurzenia: 18 m,
- zmienna częstość próbkowania,
- obudowa z otworem do mocowania,
- kompensacja ciśnienia atmosferycznego,
- pojemność pamięci (maksymalnie 21700 pomiarów),
- niewymienialna baterii o żywotności około 5 lat.

Tabela 1 Charakterystyka pomiarowa rejestratora temperatury i poziomu wody HOBO U20L-01

TEMPERATURA	Zakres pomiarowy	-20,0°C do +50,0°C
	Dokładność	±0,44°C @ 0°C do +50°C
	Czas reakcji	10 min (@ woda, 90%)
	Dryft	0,1°C/rok
POZIOM WODY	Zakres pomiarowy	0 m do -4 m (0 kPa do 145 kPa)
	Dokładność	±0,4 cm (max. 0,8 cm)
	Czas reakcji	1 sek (@ woda, 90%)
	Dryft	b.d.
PAMIĘĆ	Wielkość pamięci	64 kB (21700 rekordów)
	Interwał zapisu	1 sek. do 18 godz.
	Komunikacja	IR / USB 2.0 (wymaga BASE-U-4)

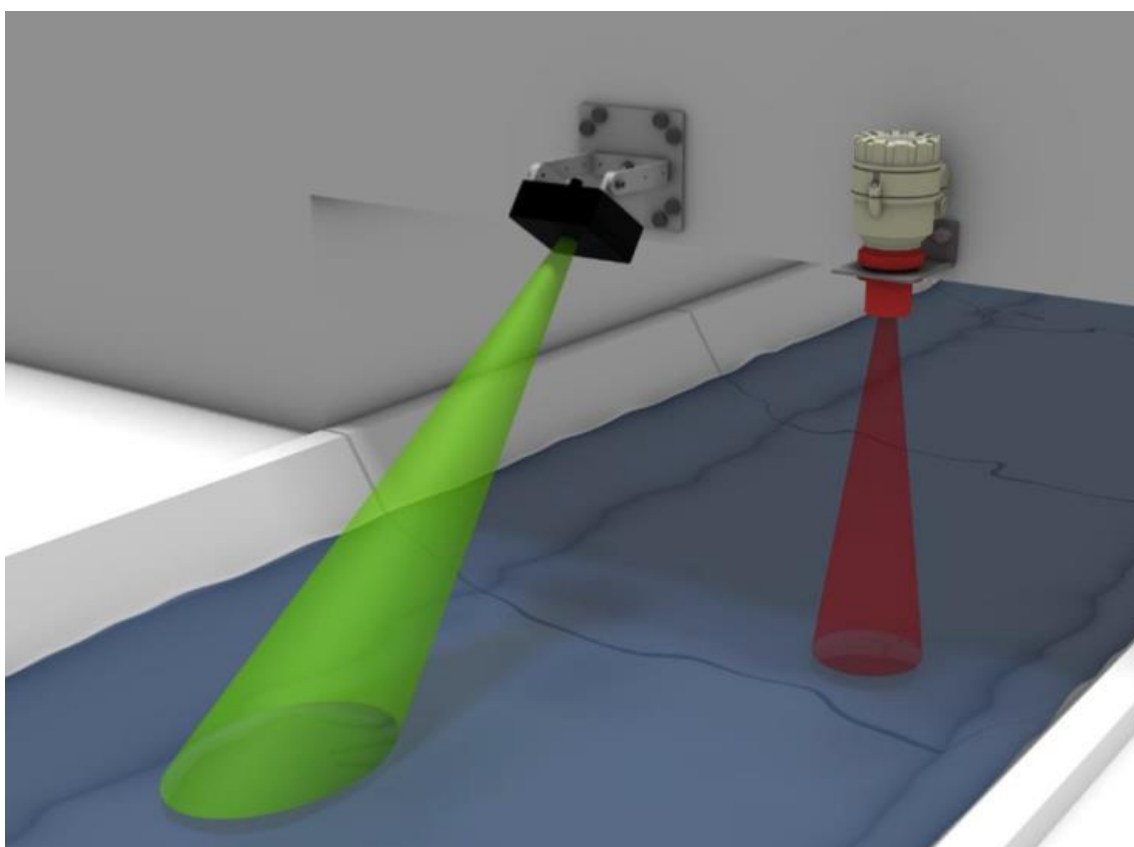


Zdjęcie 1 Rejestrator temperatury i poziomu wody HOBO U20L-04 do 4 m (145 kPa) zanurzenia

Zastosowane urządzenie pomiarowe umożliwia również pomiar i rejestrację temperatury otaczającego medium, na ogół wody i powietrza.

6.2. Urządzenie do pomiaru prędkości przepływającej wody

Pomiary prędkości strumieni wody w wybranych przekrojach pomiarowych oraz powiązane z nimi pomiary natężenia przepływu wód w sieci hydrologicznej zlewni radomskiej przeprowadzono w oparciu o urządzenia radarowe i ultradźwiękowe. Z uwagi na niestabilne warunki do prowadzenia pomiarów w części przekrojów, zdecydowano się na zastosowanie urządzeń pomiarowych mierzących odległość pomiędzy czujnikiem, a lustrem wody. Jedynie w przypadku przepustów, zastosowano urządzenia pomiarowe mierzące poziom i prędkość przepływu wody nad czujnikiem. Sposób prowadzenia pomiarów od góry do lustra wody przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 1 *Opomiarowanie cieków wodnych przy pomocy sondy ultradźwiękowej i radarowego czujnika prędkości*

Główne zalety zastosowanej metody pomiarowej:

- bezkontaktowy pomiar wypełnienia oraz prędkości przepływu,
- wysoka energooszczędność,
- szybka i prosta instalacja,
- bezobsługowa konstrukcja,

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

- możliwość zwiększenia częstotliwości pomiaru i transmisji danych dla stanów alarmowych,

Zastosowana stacja pomiarowa dedykowana jest do pomiaru objętościowego natężenia przepływu ścieku lub wody. Do tego celu wykorzystywane są dwie sondy radarowe. Pierwsza z nich służy do pomiaru poziomu napełnienia koryta, a druga do pomiaru prędkości z jaką porusza się medium. Zmierzone wartości prędkości przepływu oraz poziomu zwierciadła wody, przy uwzględnieniu rzeczywistego kształtu kanału, umożliwiają obliczenie objętościowego natężenia przepływu wody. Pomiar wykonywany jest metodą bezkontaktową, dzięki czemu instalacja przebiega w sposób prosty i nie jest wymagane montowanie jakichkolwiek elementów od strony wody lub ścieków.

Urządzenie zostało zaprojektowane z myślą o dokonywaniu pomiarów w instalacjach kanalizacji sanitarnej, kanałach burzowych, potokach i rzekach. Nadaje się zarówno do pomiaru natężenia przepływu wody czystej, opadowej oraz ścieków.

System pomiarowy wyposażony jest w zewnętrzny rejestrator danych. Dane pomiarowe z czujników podłączonych do rejestratora zapisywane są w pamięci wewnętrznej urządzenia pomiarowego, zaś opcjonalnie mogą być transmitowane w sieci GSM/GPRS. Transmisja danych wykonywana jest z częstotliwością zdefiniowaną przez użytkownika. Dostęp do systemu odbywa się przy pomocy dedykowanego oprogramowania lub przeglądarki internetowej.

Wszystkie pomiary są przedstawiane na wielofunkcyjnych wykresach i diagramach. Ważną cechą urządzenia jest możliwość zdalnego ustawiania interwału pomiaru i nadawania danych. Pozwala to na bardzo efektywne zarządzanie energią oraz umożliwia konfigurację stacji pozwalającą na szybką reakcję w sytuacjach kryzysowych, kiedy aktualne dane pomiarowe są nam szczególnie potrzebne.

Zastosowana technologia zapewnia wysoką precyzję pomiaru, na którą nie mają wpływu czynniki zewnętrzne takie jak temperatura, wilgotność lub gęstość wody.

Z uwagi na niestabilne warunki do prowadzenia pomiarów, w części przekrojów zdecydowano się na zastosowanie również dodatkowych sond hydrostatycznych.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

Tabela 2 *Specyfikacja techniczna radarowej sondy poziomu*

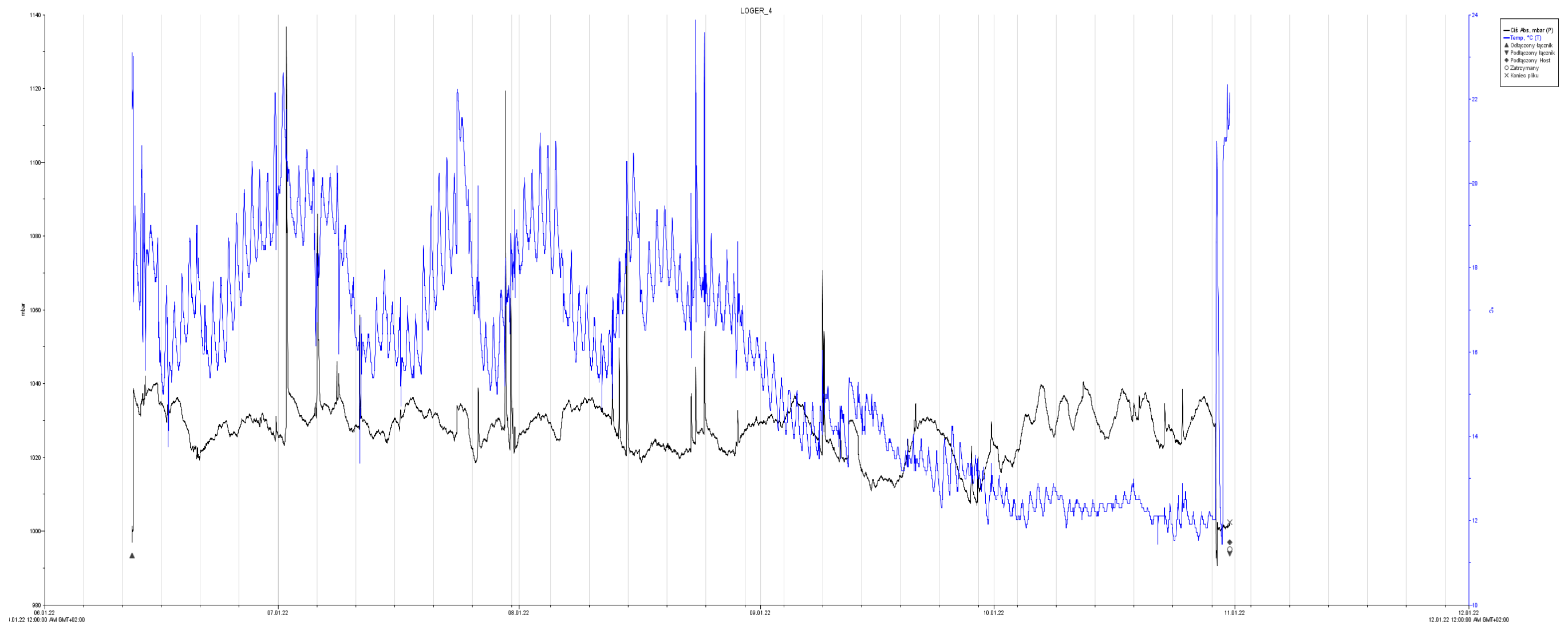
Radarowa sonda poziomu	
Zakres pomiaru poziomu	0 - 10m
Dokładność pomiaru poziomu	± 2mm
Częstotliwość robocza i moc transmisji	pasmo K (26GHz), w odległości 1m: <12 nW/cm ² , w odległości 5m: <0,4 nW/cm ²
Kąt wiązki pomiaru poziomu	12°
Konfiguracja sondy poziomu	poprzez dowolne urządzenie z transmisją Bluetooth z systemem Android lub Mac OS X
Komunikacja	Modbus RS485

Tabela 3 *Specyfikacja techniczna radarowej sondy prędkości*

Radarowa sonda prędkości	
Zakres pomiaru prędkości przepływu	0,05 - 15m/s, pomiar przepływu w dwóch kierunkach oraz detekcja kierunku przepływu
Dokładność pomiaru prędkości przepływu	± 2% wartości mierzonej lub ±0,02 m/s w zależności która wartość jest większa
Zasięg radaru prędkości przepływu	max. 50m
Częstotliwość robocza sondy prędkości przepływu	pasmo K w zakresie 24,125 - 24,200 GHz
Kąt wiązki sondy prędkości przepływu	poziom: 12°, pion: 24°
Wpływ pozycji urządzenia na pomiar	wbudowany wewnętrzny sensor pochylenia, automatyczna rejestracja i kompensacja zmiany kąta, optymalny kąt nachylenia w przedziale 30-60°
Komunikacja	RS232, RS485

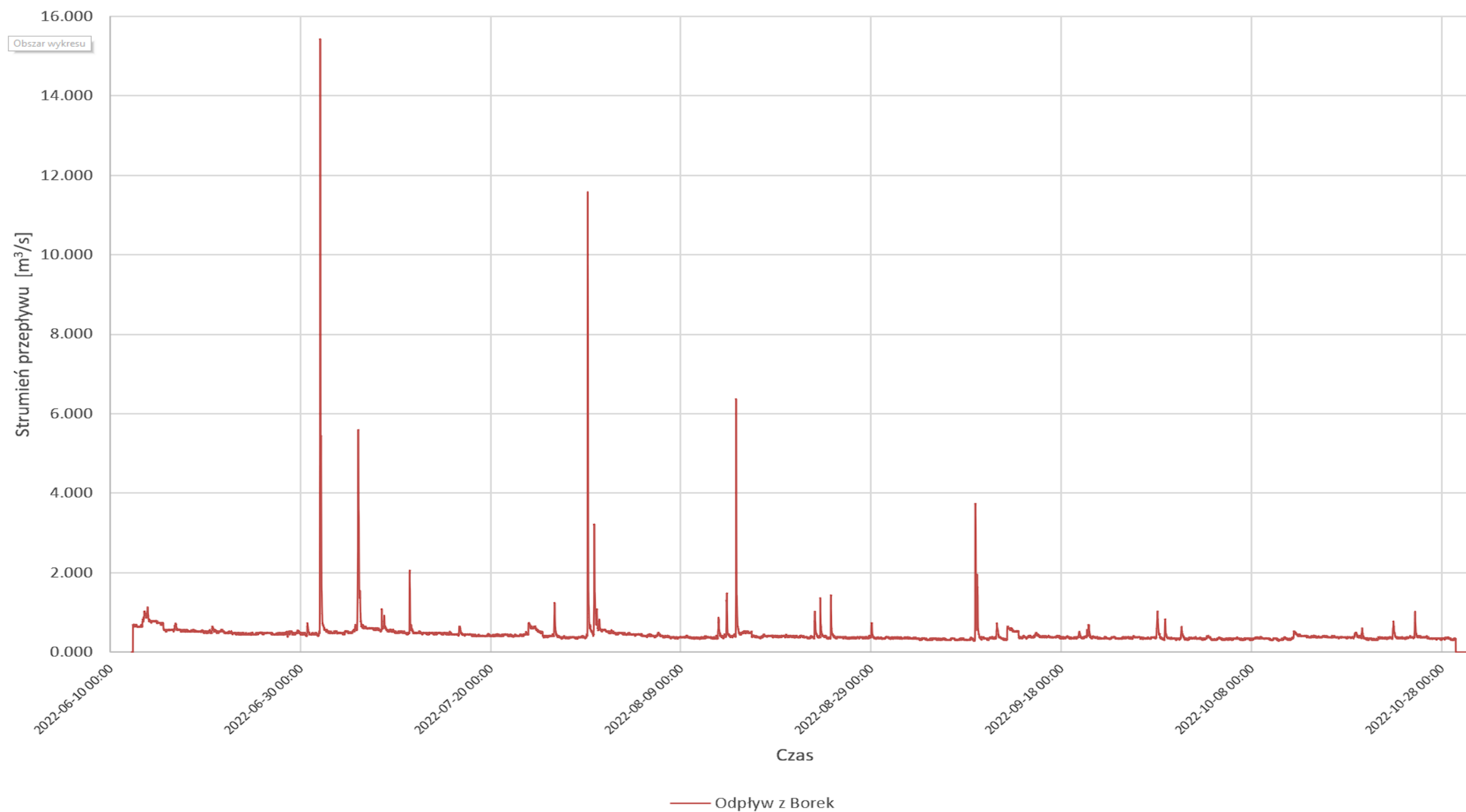


Zdjęcie 2 *Wybrany przekrój pomiarowy na odpływie wody z Zalewu Borki*



Rysunek 2 Wykres temperatury wody i napelnienia koryta w przekroju pomiarowym poniżej Zalewu Borki

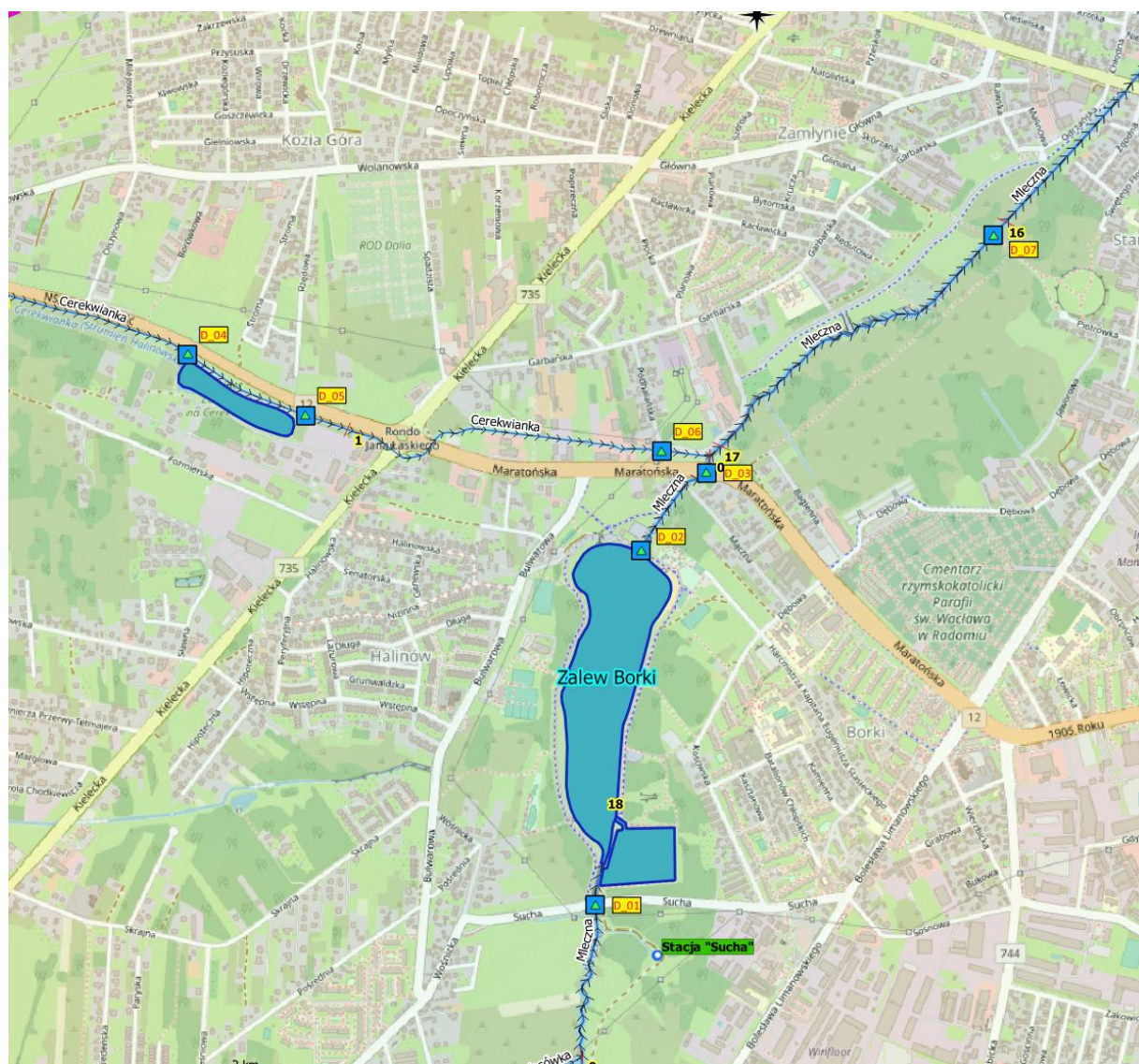
Wykres przepływów



Rysunek 3 Wykres natężenia przepływu w przekroju pomiarowym poniżej Zalewu Borki

7. Lokalizacja punktów pomiarowych

W tabeli poniżej (Tabela 4) przedstawione zostały lokalizacje punktów pomiarowych, wyznaczonych w ramach kampanii pomiarowej przeprowadzonej na sieci hydrologicznej zlewni rzeki Mlecznej w Radomiu. Wszystkie punkty pomiarowe zlokalizowane zostały w rejonie zbiorników i polderów, po stronie zasilania i odpływu. Przeprowadzone pomiary polegały na pomiarze napełnienia (rzędnej zwierciadła wody), prędkości przepływu oraz temperatury wody w wyznaczonych przekrojach charakterystycznych na cieku/rzece. Opis zamieszczony w tabeli oraz załączniki graficzne zawierają dane lokalizacyjne (współrzędne „x” i „y”, adres, TERYT, numer działki, dane wysokościowe oraz inne informacje o punktach pomiarowych. W ramach kampanii pomiarowej Wykonawca przeprowadził pomiary na 7 stanowiskach badawczych.



Rysunek 4 Mapa ogólna lokalizacji punktów pomiarowych zainstalowanych w ramach kampanii pomiarowej

Tabela 4 Dane punktów monitoringu

id	Nazwa	Rzeka/ciek	Opis	Geo_X	Geo_Y	Najbliższy adres	Teryt	Arkusz	Obręb	Nr działki
1	D_01	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostu na ul. Suchej przed zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej;	7508006.52	5694561.29	Radom, Sucha nr 18	146301_1.0080.AR_76.1	AR_76	Żakowice	1
2	D_02	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu jazu na zbiorniku/zalewie Borki, na rzece Mlecznej;	7508125.4	5695482.8	Radom, hm kpt Eugeniusza Stasieckiego nr 53	146301_1.0061.AR_68.2/5	AR_68	Halinów	2/5
3	D_03	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostu na ul. Maratońskiej za zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej;	7508295.43	5695684.45	Radom, Podmokła nr 21	146301_1.0060.AR_65.34/5	AR_65	Zamłynie	34/5
4	D_04	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu przepustu górnego zasilającego polder zalewowy na Cerekwiance;	7506946.38	5695992.05	Radom, Ceramiczna nr 9	146301_1.0061.AR_52.13/8	AR_52	Halinów	13/8
5	D_05	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu przepustu dolnego za polderem zalewowym na Cerekwiance;	7507253.54	5695833.72	Radom, Rzędowa nr 36	146301_1.0061.AR_52.13/8	AR_52	Halinów	13/8
6	D_06	Cerekwianka	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany przy Bulwarze nad Mleczną na Cerekwiance około 25 m od ujścia Cerekwianki do rzeki Mlecznej;	7508276.65	5695730.73	Radom, Podhalańska nr 4	146301_1.0060.AR_65.21/6	AR_65	Zamłynie	21/6
7	D_07	Mleczna	Pomiar napełnienia (rzędnej zwierciadła wody) i przepływu zlokalizowany w pobliżu mostku za czwartym i ostatnim sztucznym plosem oraz kompleksem zatok zastoiskowych rzeki Mlecznej;	7509190.96	5696461.38	Radom, Rawska nr 8	146301_1.0060.AR_58.53	AR_58	Zamłynie	53

Mapa ogólna lokalizacji punktów kampanii pomiarowej znajduje się w ZAŁĄCZNIKU nr 1. Metryki punktu znajdują się w ZAŁĄCZNIKU nr 2.

Podczas trwania kampanii pomiarowej jedno z urządzeń prawdopodobnie zostało skradzione i nieodnalezione (D_05). Z tego też względu, materiał analizy nie zawiera danych z punktu D_05 i ostatecznie do analizy wykorzystano 6 punktów pomiarowych.

7.1. Punkt monitoringu D_01

Punkt monitoringu D_01 zlokalizowany został w przekroju pod mostem ul. Suchej, przed zbiornikiem/zalewem Borki (Rysunek 5, Zdjęcie 3 i Zdjęcie 4). Pomiar pozwolił sprawdzić warunki występujące na rzece Mlecznej w profilu znajdującym się za kanałem odprowadzającym wody z pompowni stanowiącym jeden z dopływów rz. Mlecznej. Przed miejscem lokalizacji pomiaru znajduje się dopływ kanałem A0 z pompowni (Zdjęcie 6, Zdjęcie 7, Zdjęcie 8 i Zdjęcie 9), na której terenie znajduje się stacja pogodowa „Sucha” (Zdjęcie 5).

Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym D_01 (Rysunek 7) oraz przekrój wylotu z Kanału A0 (Rysunek 6) są przedstawione poniżej na rysunkach oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



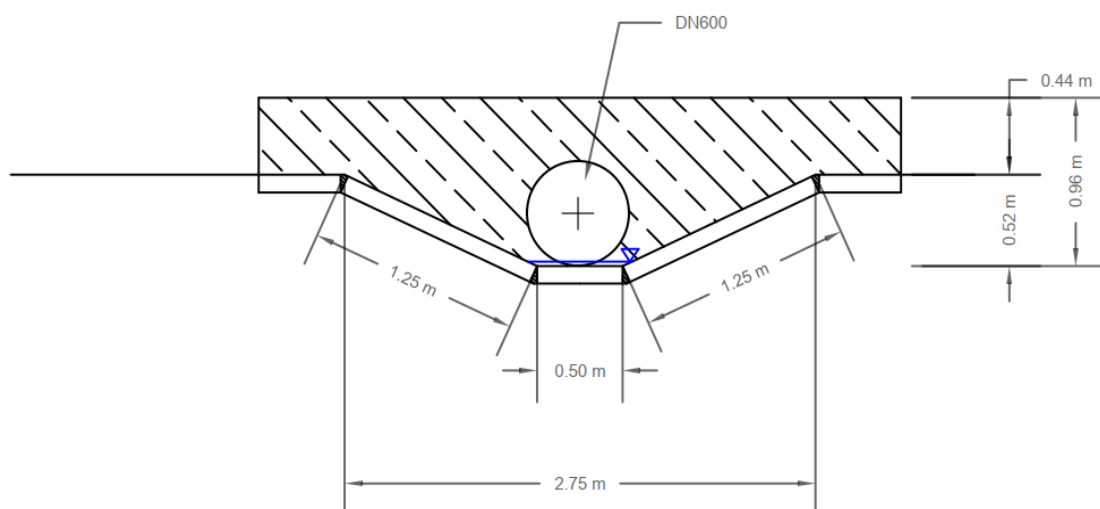
Rysunek 5 Lokalizacja kanału A0, stacji pogodowej „Sucha” oraz punktu monitoringu – D_01



Zdjęcie 3 Miejsce prowadzanego pomiaru D_01 (dopływ)



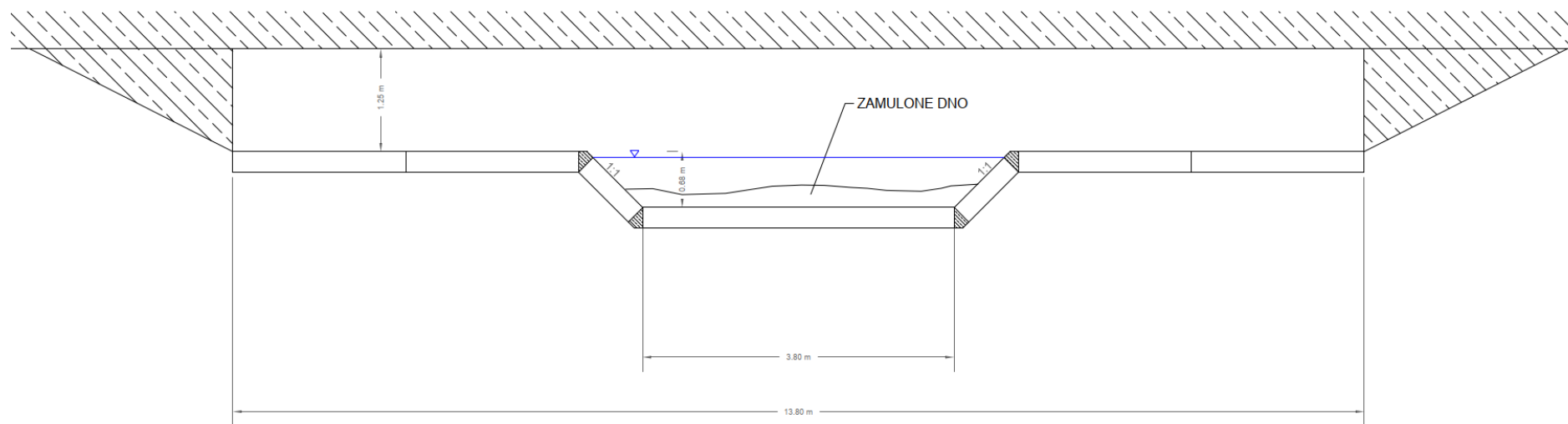
Zdjęcie 4 Miejsce prowadzanego pomiaru D_01 (odpływ)



Rysunek 6 Przekrój wylotu z Kanału A0



Zdjęcie 5 Stacja pogodowa na terenie pompowni



Rysunek 7 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym nr D_01



Zdjęcie 6 Wyjście z pompowni do kanału A0



Zdjęcie 7 Kanał A0



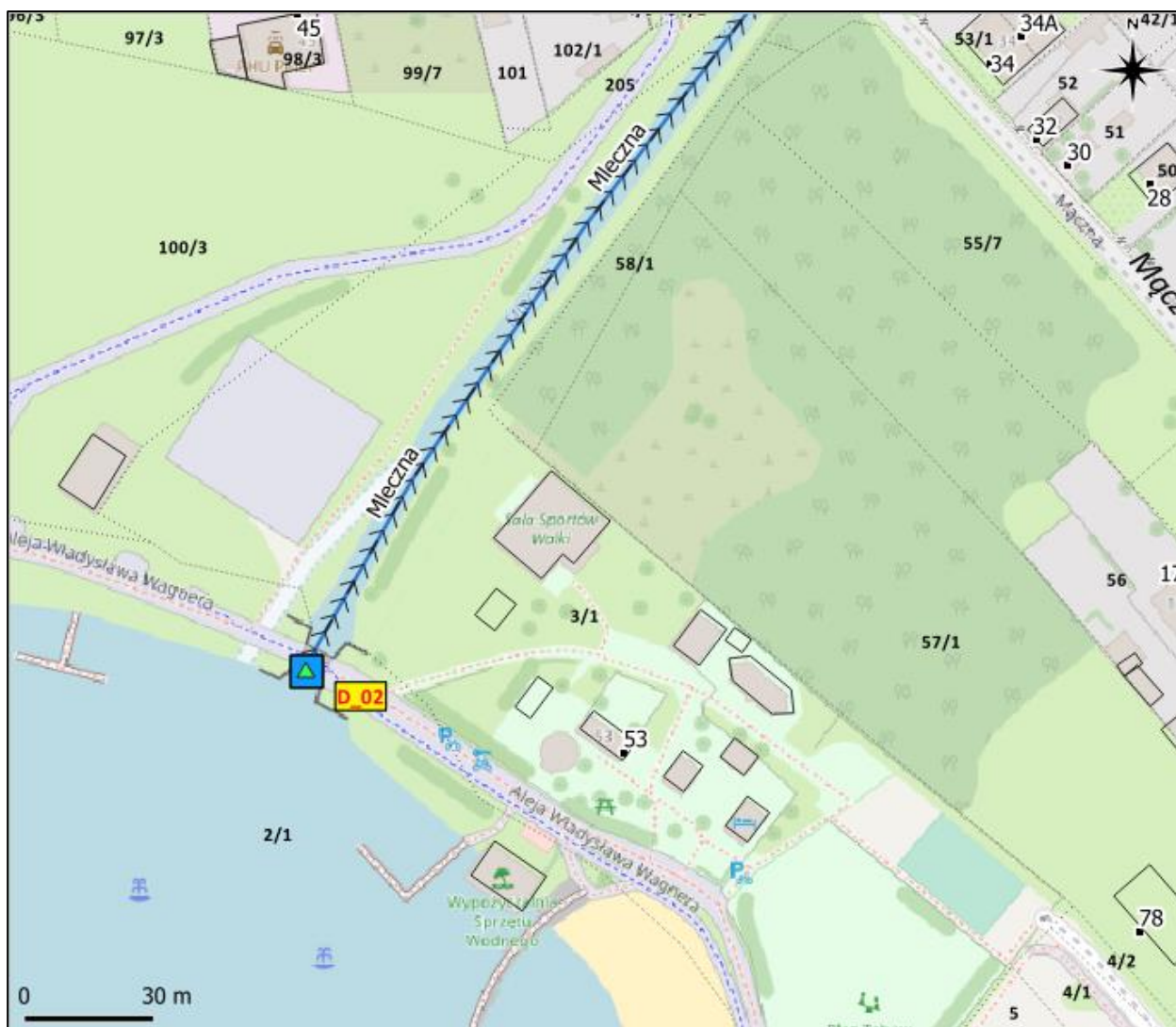
Zdjęcie 8 Kanał A0



Zdjęcie 9 Wylot z Kanału A0

7.2. Punkt monitoringu D_02

Punkt monitoringu D_02 zlokalizowany został w pobliżu jazu odprowadzającego wody ze zbiornika/zalewu Borki do rzeki Mlecznej (*Rysunek 8*). Pomiar pozwolił monitorować rzędną zwierciadła wody w zbiorniku/zalewie Borki, w profilu znajdującym się w pobliżu zapory czołowej zbiornika.



Rysunek 8 Lokalizacja punktu monitoringu D_02



Zdjęcie 10 Miejsce montażu urządzenia pomiarowego w rejonie jazu Zalewu Borki

7.3. Punkt monitoringu D_03

Punkt monitoringu D_03 zlokalizowany został w pobliżu mostu na ul. Maratońskiej, za zbiornikiem/zalewem Borki, na rzece Mlecznej (Rysunek 9). Pomiar pozwolił sprawdzić warunki panujące w korycie rzeki Mlecznej, w profilu znajdującym się za zbiornikiem/zalewem Borki.

Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym D_02 (Rysunek 10) został przedstawiony poniżej na rysunku oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



Rysunek 9 Lokalizacja punktu monitoringu D_03



Zdjęcie 11 Miejsce prowadzane pomiaru D_03 (dopływ)

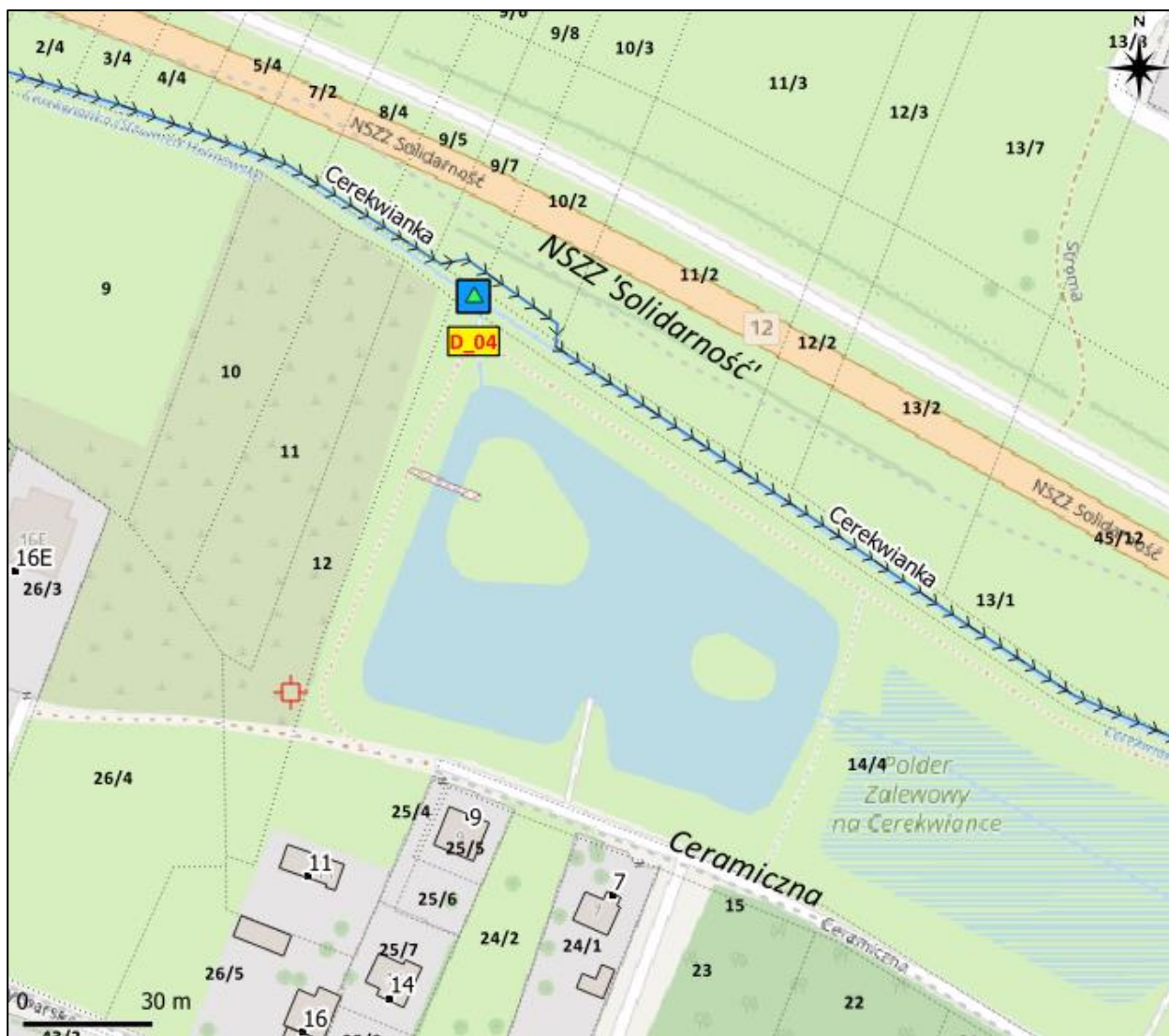


Zdjęcie 12 Miejsce prowadzane pomiaru D_03 (odpływ)

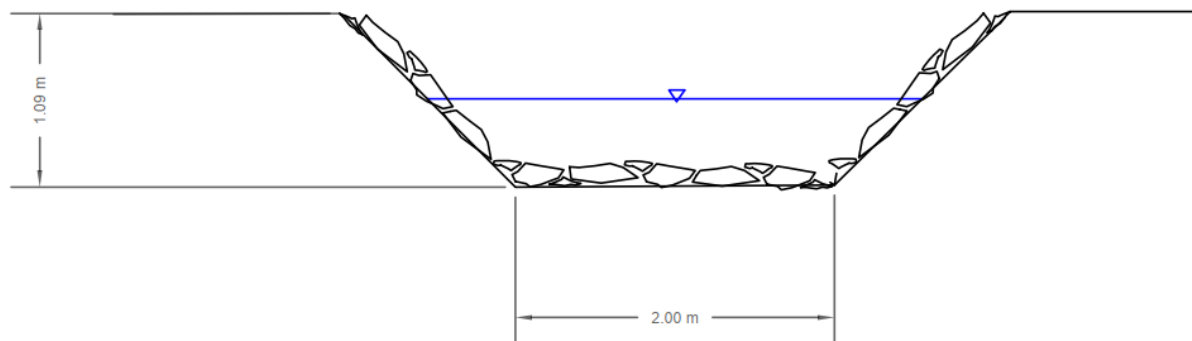
7.4. Punkt monitoringu D_04

Punkt monitoringu D_04 zlokalizowany został w pobliżu przepustu górnego zasilającego polder zalewowy na Cerekwiance (*Rysunek 11*). Pomiar pozwolił sprawdzić warunki panujące na Cerekwiance w profilu znajdującym się przed wykonanym polderem zalewowym.

Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym D_04 (*Rysunek 12*) został przedstawiony poniżej na rysunku oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



Rysunek 11 Lokalizacja punktu monitoringu D_04



Rysunek 12 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_04



Zdjęcie 13 Lokalizacja punktu monitoringu D_04



Zdjęcie 14 Koryto rzeki Cerekwianki na dopływie do polderu



Zdjęcie 15 Przepust zasilający polder zalewowy na Cerekwiance w czasie prowadzenia pomiarów

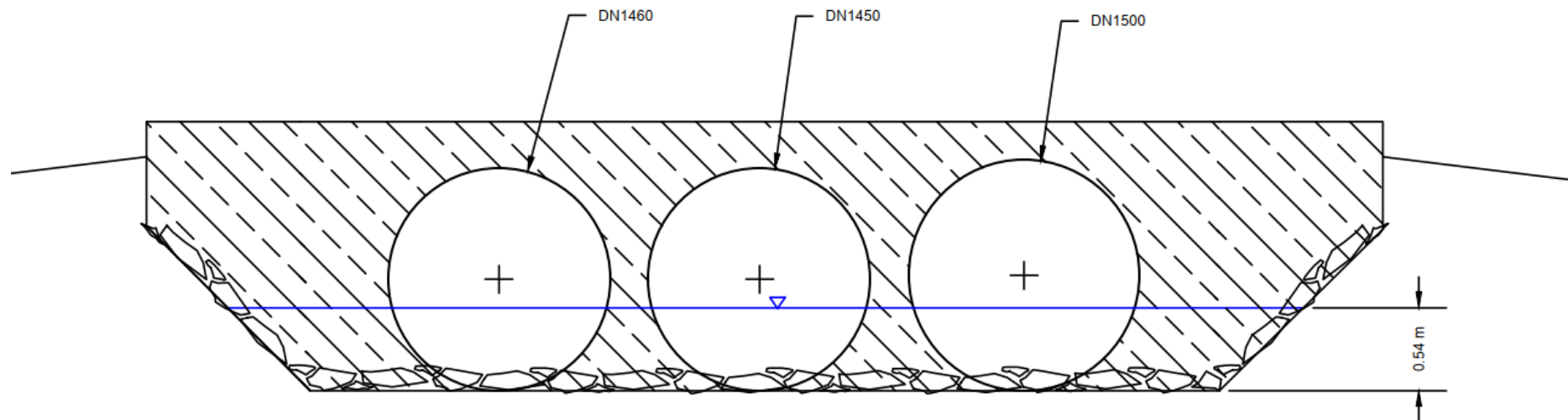
7.5. Punkt monitoringu D_05

Punkt monitoringu D_05 zlokalizowany został w pobliżu przepustu dolnego za polderem zalewowym na Cerekwianie (*Rysunek 13* i *Zdjęcie 16*). Ze względu na kradzież/zaginięcie urządzenia pomiarowego, nie jest możliwe odczytanie zarejestrowanych danych przez urządzenie pomiarowe. Dalsza analiza danych z tego przekroju pomiarowego nie pozwoli na jednoznaczne określenie warunków hydraulicznych panujących w korycie Cerekwianki w profilu znajdującym się za wykonanym polderem zalewowym. Dane pomiarowe były rejestrowane do połowy lipca.

Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym D_05 (*Rysunek 14*) został przedstawiony poniżej na rysunku oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



Rysunek 13 Lokalizacja punktu monitoringu D_05



Rysunek 14 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_05



Zdjęcie 16 Miejsce prowadzanego pomiaru D_05 (odpływ)



Zdjęcie 17 Miejsce prowadzanego pomiaru D_05 (dopływ)

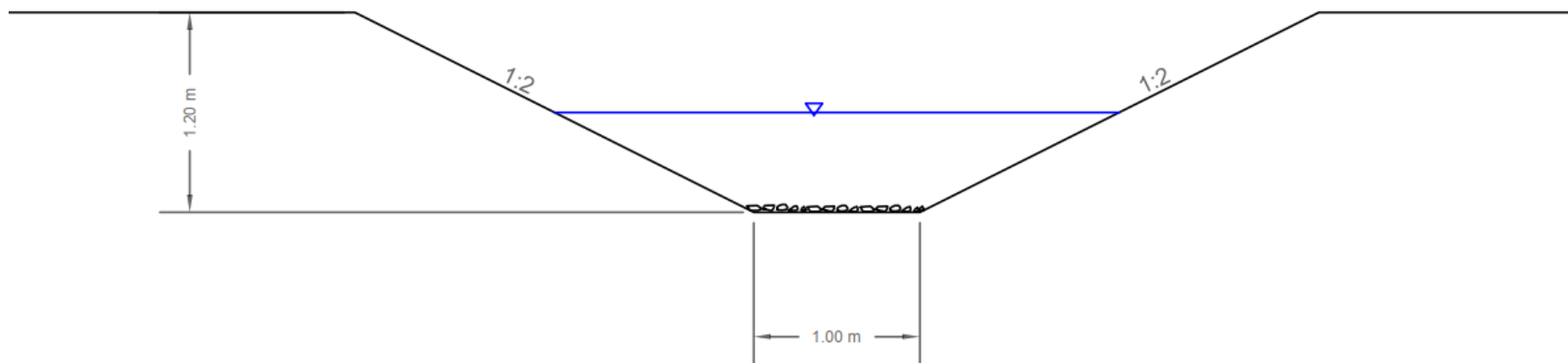
7.1. Punkt monitoringu D_06

Punkt monitoringu D_06 zlokalizowany został przy Bulwarze nad Mleczną, w korycie rzeki Cerekwianki, około 25 m od ujścia do rzeki Mlecznej (*Rysunek 15*). Pomiar pozwolił sprawdzić warunki panujące w Cerekwiance, w profilu znajdującym się przed jej ujściem do rzeki Mlecznej.

Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym D_06 (*Rysunek 16*) został przedstawiony poniżej na rysunku oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



Rysunek 15 Lokalizacja punktu monitoringu D_06



Rysunek 16 Przekrój poprzeczny koryta Cerekwianki w stanowisku pomiarowym nr D_06

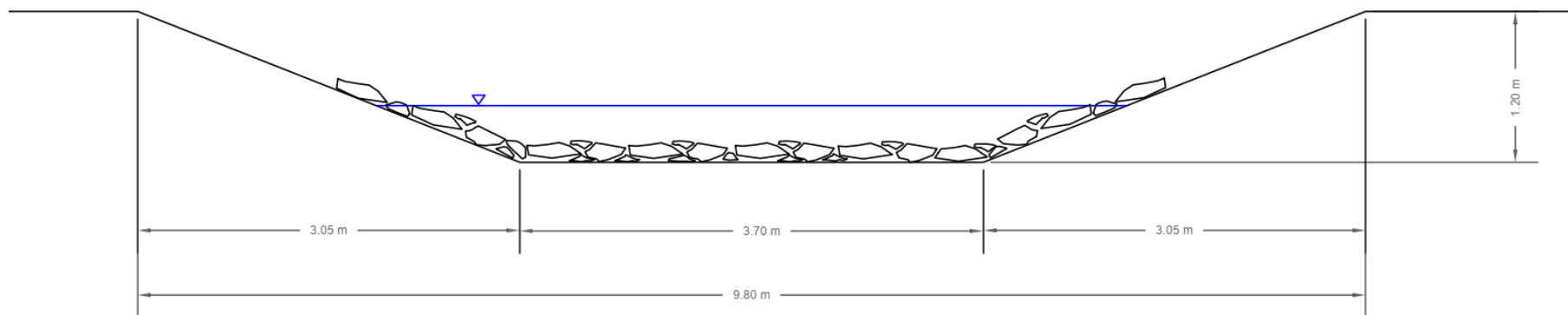
7.2. Punkt monitoringu D_07

Punkt monitoringu D_07 zlokalizowany został w pobliżu mostku za czwartym i ostatnim sztucznym plosem oraz kompleksem zatok zastoiskowych rzeki Mlecznej (Rysunek 17 i *Zdjęcie 18*). Pomiar pozwolił sprawdzić warunki panujące na rzece Mlecznej w profilu znajdującym się za wszystkimi wykonanymi w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL inwestycjami służącymi ograniczeniu fali powodziowej.

Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym D_07 (Rysunek 18) został przedstawiony poniżej na rysunku oraz w skali 1:50 - ZAŁĄCZNIK nr 6.



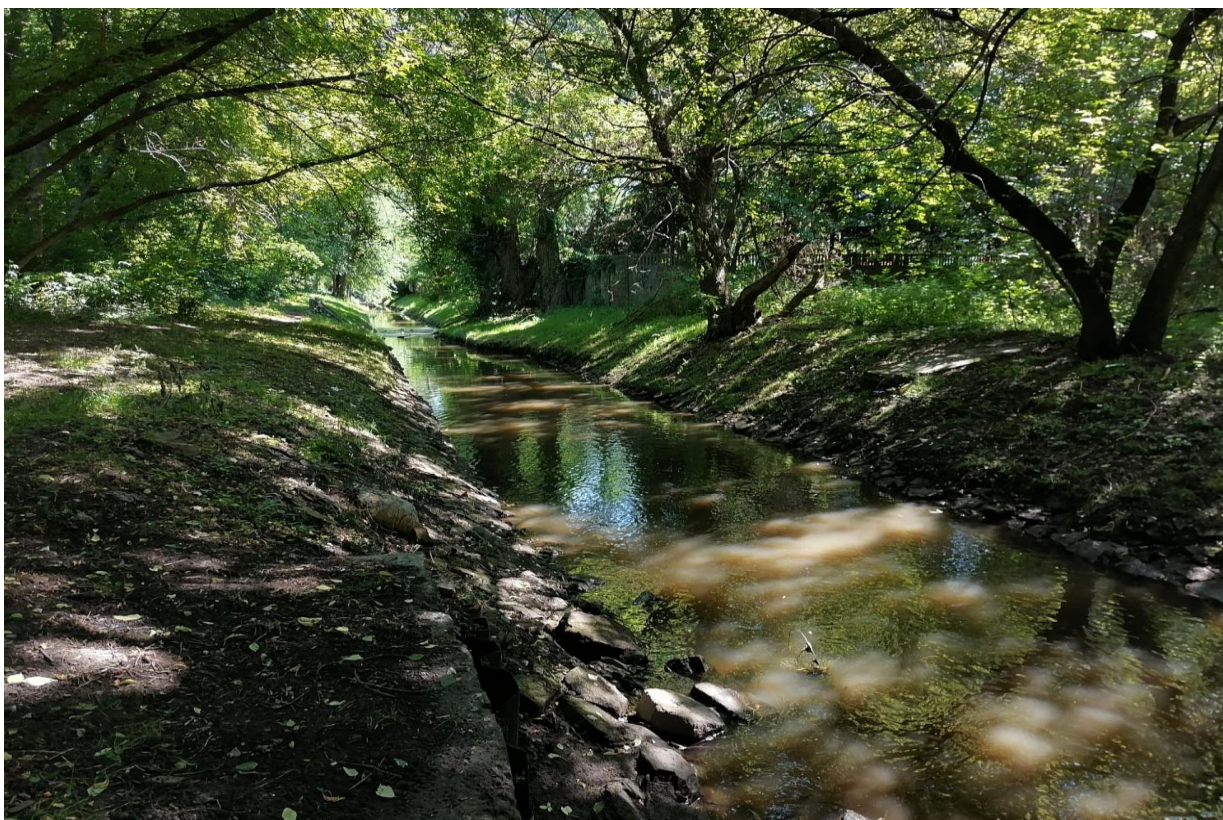
Rysunek 17 Lokalizacja punktu monitoringu D_07



Rysunek 18 Przekrój poprzeczny koryta rz. Mlecznej w stanowisku pomiarowym nr D_07



Zdjęcie 18 Lokalizacja punktu monitoringu D_07 (dopływ)



Zdjęcie 19 Lokalizacja punktu monitoringu D_07 (odpływ)

8. Parametry charakterystyczne zbiornika Borki

Zbiornik Borki powstał w wyniku przegrodzenia rzeki Mleczej zaporą czołową i spiętrzenia jej wód za pomocą jazu głównego. Zapora posiada konstrukcję ziemną. Czasza zbiornika została ukształtowana w naturalnej dolinie rzecznej. W celu ograniczenia procesów zamulania zbiornika rumowiskiem i materiałem unoszonym w wodzie na doływie na prawym brzegu zostały wykonane dwa stawy kolmatacyjne. Woda na stawy jest kierowana jazem kozłowym.

Zbiornik Borki został zbudowany na początku lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku, z przeznaczeniem na cele rekreacyjne mieszkańców miasta Radomia. Obok zbiornika zlokalizowany jest ośrodek rekreacyjny zarządzany przez Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o. W wyniku procesów urbanistycznych związanych z rozwojem miasta Radomia w trakcie wykonywania w dolinach rzecznych kolektorów kanalizacji deszczowej i sanitarnej dewastacji uległy cieki zasilające zbiornik „Borki”. Ponadto nieszczęsne połączenia rur kanalizacyjnych stały się przyczyną ucieczki wody ze zbiornika i rzeki Mleczej. Powyższe działania spowodowały, że na okres kilkunastu lat zbiornik utracił swoją funkcję ulegając osuszeniu.

Od 2000 roku zbiornik Borki i jego otoczenie pełni znowu swoją pierwotną funkcję, będąc miejscem czynnego odpoczynku, kąpeli oraz amatorskiego uprawiania sportów wodnych. Było to możliwe po zrealizowaniu szeregu przedsięwzięć technicznych związanych z uszczelnieniem odcinka koryta doływającej rzeki Mleczej i Kosówki, remontem jazu głównego, modernizacją czaszy wraz z jej uszczelnieniem, remontem jazu kozłowego, modernizacją stawów kolmatacyjnych, uszczelnieniem biegnącego obok kanału deszczowego, wykonaniem przepompowni wód deszczowych i infiltracyjnych do zasilania tego zbiornika. Przeważająca ilość wykonanych robót została zrealizowana w ramach „Programu małej retencji” prowadzonego przez Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Warszawie, Oddział w Radomiu. Pozostałe prace zostały zrealizowane przez Miejską Spółkę Wodną „Radom” w Radomiu, dofinansowane ze środków WFOSIGW, GFOSIGW.

Zbiornik wodny Borki został wykonany głównie do celów rekreacyjnych, stąd od strony wschodniej zostały urządzone kąpieliska i plaże. Ponadto zbiornik służy również celom wędkarskim.

Podstawowe parametry i dane techniczne dotyczące zbiornika wodnego Borki (po przeprowadzeniu inwestycji):

- Powierzchnia zbiornika 120 000 m² (12 ha);
- Rzędna NPP 155,30 m n.p.m.;
- Rzędna MaxPP 155,50 m n.p.m.;
- Wysokość piętrzenia 3,05 m;
- Pojemność całkowita (stan istniejący) ok. 154 800 m³;
- Pojemność przy NPP=155,30 m n.p.m. ok. 142 614 m³;

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

- Pojemność przy MaxPP-155,50 m n.p.m. ok. 167 172 m³;
- Długość zbiornika 850,00 m;
- Szerokość maksymalna zbiornika 250,00 m;
- Głębokość maksymalna zbiornika 2,00 m;
- Głębokość średnia zbiornika 1,50 m.

Zbiornik nie posiada pojemności powodziowej stałej i forsownej. Rezerwa powodziowa wyznaczona jest na podstawie własnych obserwacji poprzez spuszczenie wody przed nadejściem fali powodziowej.

Elementy zbiornika

1. JAZ PIĘTRZĄCY GŁÓWNY W KM 16+870

- Rzędna piętrzenia na jazie 155,40 m n.p.m.;
- Światło budowli 3 x 1,50 = 4,50 m;
- Wysokość piętrzenia na jazie 3,00 m;
- Klasa budowli hydrotechnicznej IV;
- Zamknięcie jazu zasuwowe trójdzielne;
- Napęd zamknięć ręczny;
- Konstrukcja jazu żelbetowa;
- Umocnienie na wlocie płyty betonowe na włókninie i podsypce żwirowej;
- Umocnienie na wylocie płyty betonowe z otworami filtracyjnymi na włókninie i podsypce żwirowej, niżej narzut kamienny w płótkach.

2. JAZ KOZŁOWY W KM 17+700

- Rzędna piętrzenia na jazie 156,35 m n.p.m.;
- Światło budowli (część ruchoma) 5,83 m;
- Światło całkowite 9,53 m;
- Wysokość piętrzenia na jazie 1,25 m.

3. STAW KOLMATACYJNY GÓRNY

- Powierzchnia stawu 8 000 m² (0,80 ha);
- Pojemność całkowita 7 200 m³;
- Rzędna korony grobli 156,75 m n.p.m.;
- Rzędna zwierciadła wody 156,25 m n.p.m.;
- Rzędna korony przezału 156,15 m n.p.m.;
- Długość przezału 10,00 m;
- Mnich spustowy żelbetowy;
- Średnica leżaka 0,50 m.

4. STAW KOLMATACYJNY DOLNY

- Powierzchnia stawu 14 500 m² (1,45 ha);
- Pojemność całkowita 13 000 m³;
- Rzędna korony grobli 156,00 m n.p.m.;
- Rzędna zwierciadła wody 156,50 m n.p.m. ;

- Mnich spustowy żelbetowy;
- Średnica leżaka 0,50 m.

5. ZAPORA CZOŁOWA

- Długość części lewej nasypu 257 m;
- Długość części prawej nasypu 20 m;
- Szerokość korony 5 m;
- Rzędna korony 156,70 m n.p.m.;
- Nachylenie skarpy odwodnej 1:5;
- Nachylenie skarpy odpowietrznej 1:5;
- Wysokość zapory max. 3,70 m.



Zdjęcie 20 Widok przyczółków jazu zbiornika/zalewu Borki w czasie prowadzenia prac budowlanych (źródło GOOGLE EARTH, MAXXON)



Zdjęcie 21 Zalew Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek)

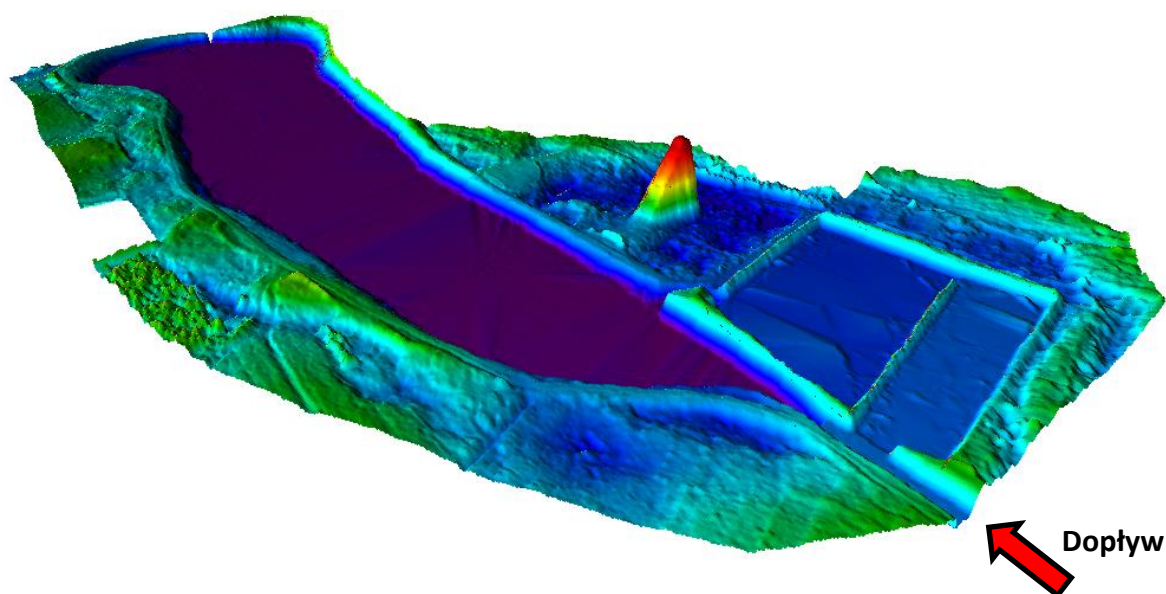


Zdjęcie 22 Widok na stawy kolmatacyjne Zalewu Borki

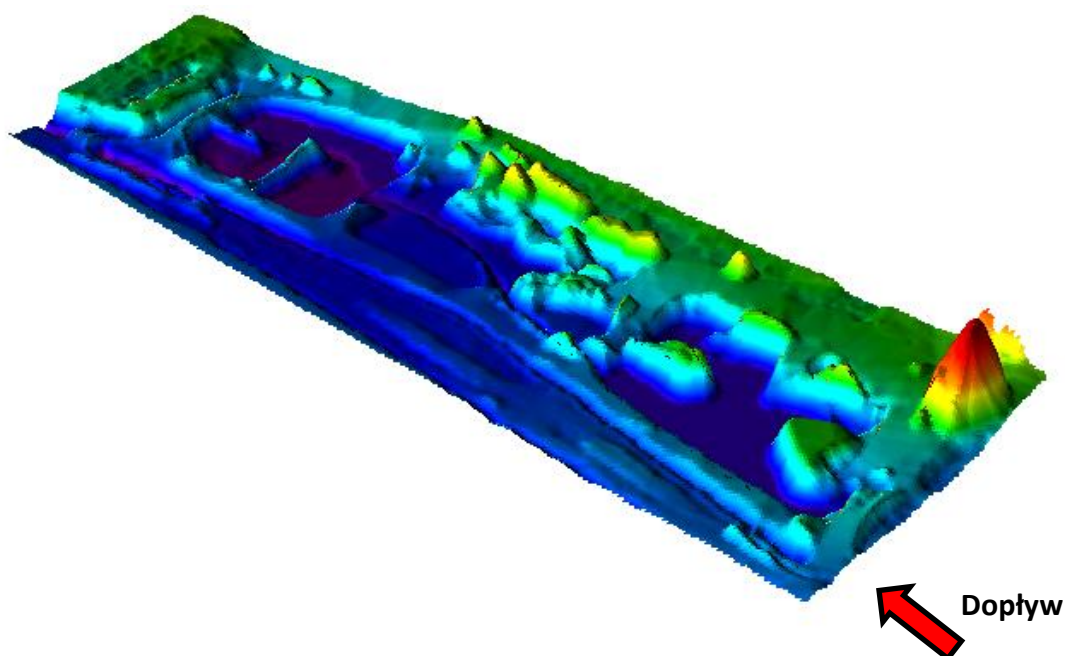
9. Batymetria Zbiornika/Zalewu Borki oraz Polderu na Cerekwiance

Mapa batymetryczna Zbiornika/Zalewu Borki została zaprezentowana poniżej na rysunku (Rysunek 21) oraz znajduje się w skali - ZAŁĄCZNIK nr 3.

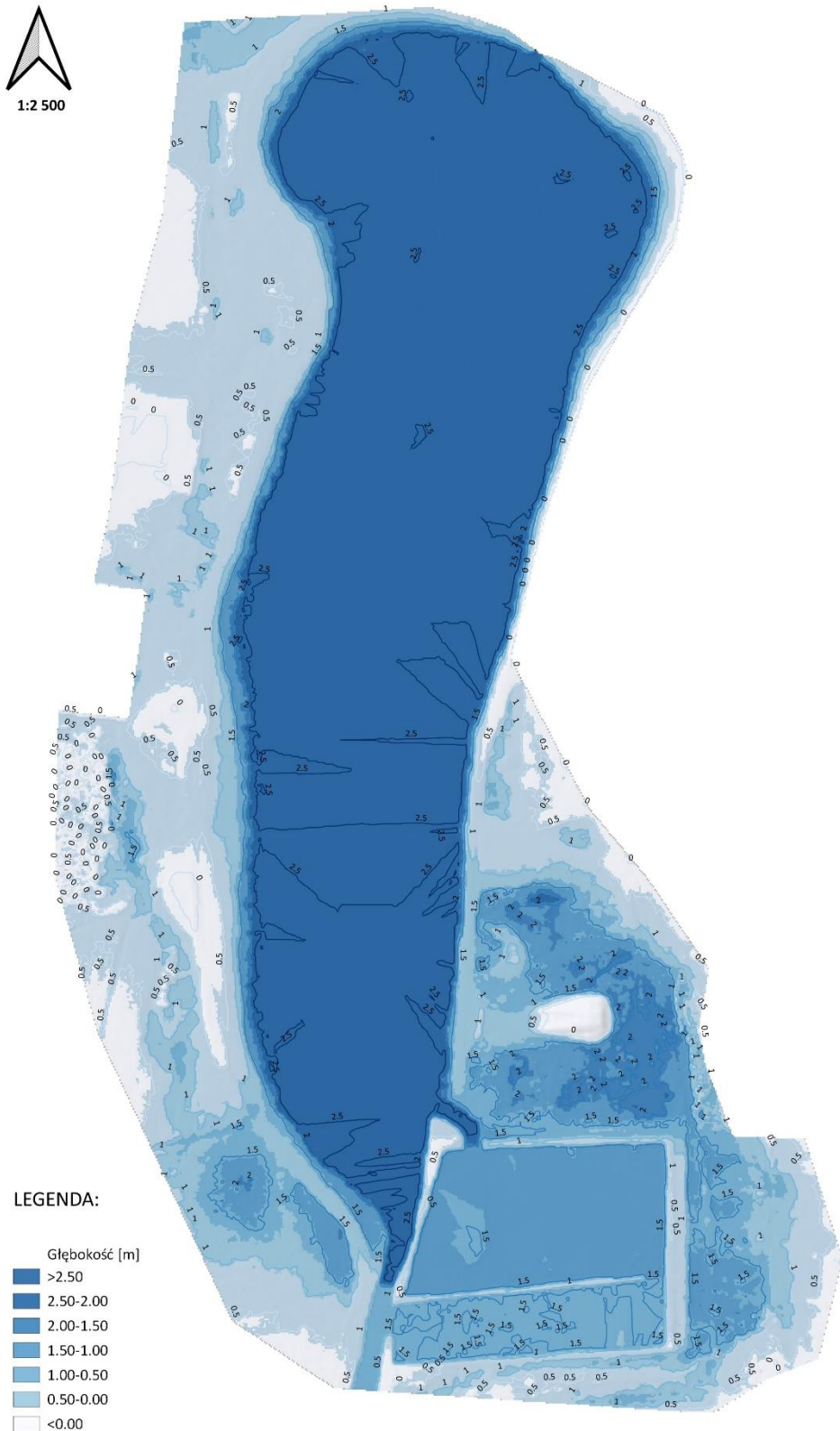
Mapa batymetryczna Polderu Zalewowego na Cerekwiance znajduje się poniżej na rysunku (Rysunek 22) oraz w skali -ZAŁĄCZNIK nr 4.



Rysunek 19 Wizualizacja 3D Zbiornika/Zalewu Borki



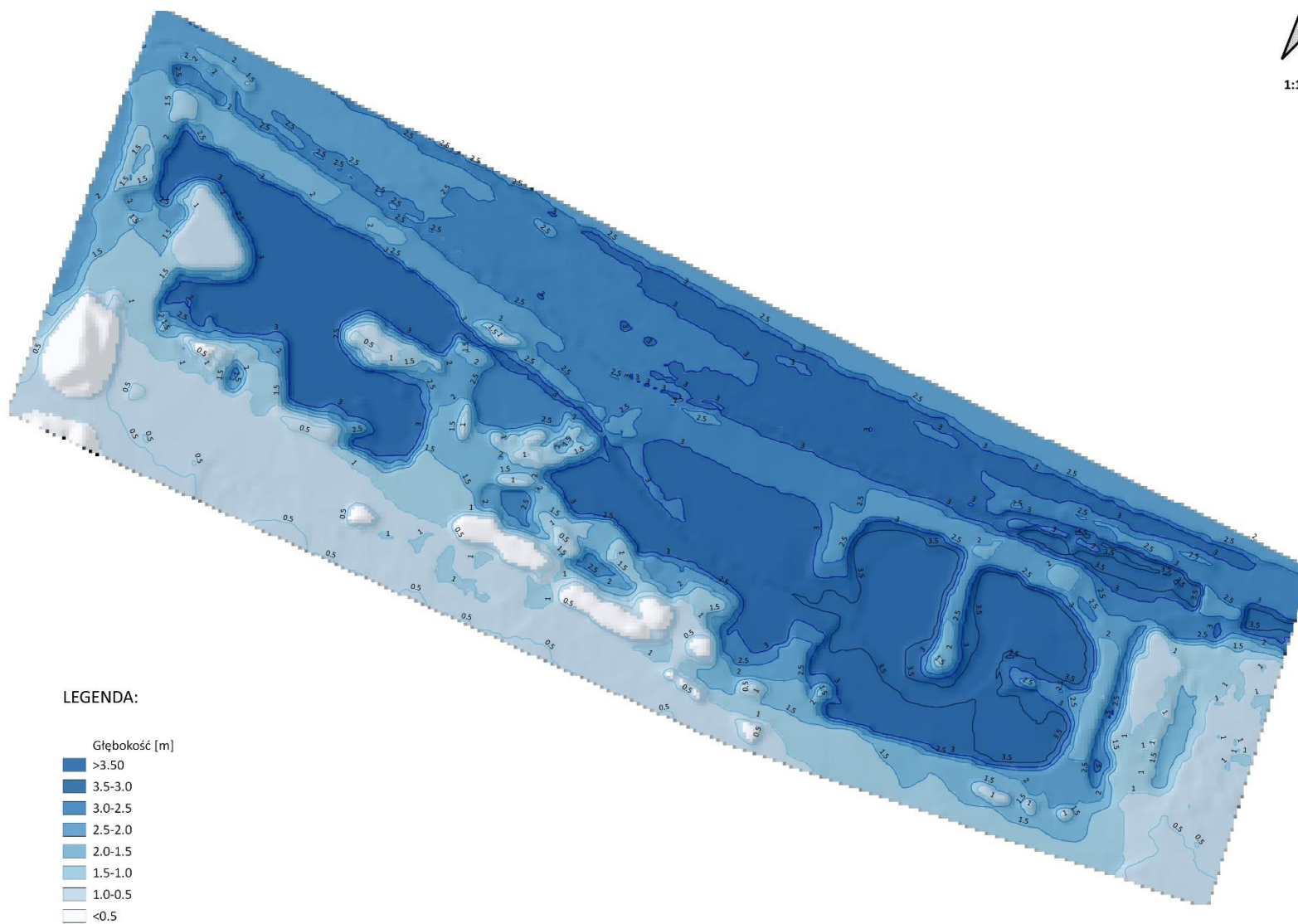
Rysunek 20 Wizualizacja 3D Polder zalewowy na rz. Cerekwiance



Rysunek 21 Mapa batymetryczna Zbiornika/Zalewu Borki



1:1 000



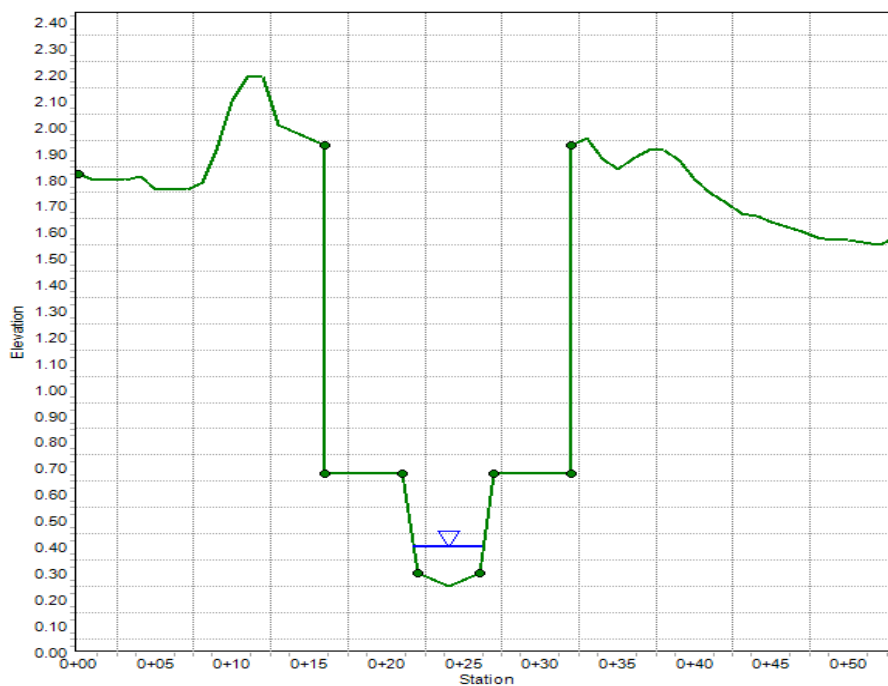
LEGENDA:

- Głębokość [m]
- >3.50
 - 3.5-3.0
 - 3.0-2.5
 - 2.5-2.0
 - 2.0-1.5
 - 1.5-1.0
 - 1.0-0.5
 - <0.5

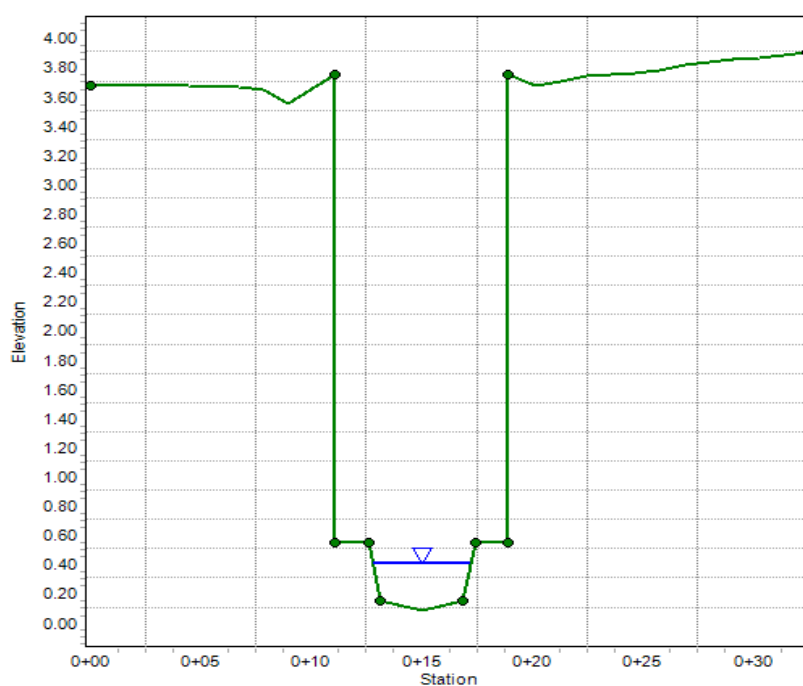
Rysunek 22 Mapa batymetryczna Polderu Zalewowego na Cerekwiance

10. Geometria przekrojów pomiarowych na sieci hydrologicznej

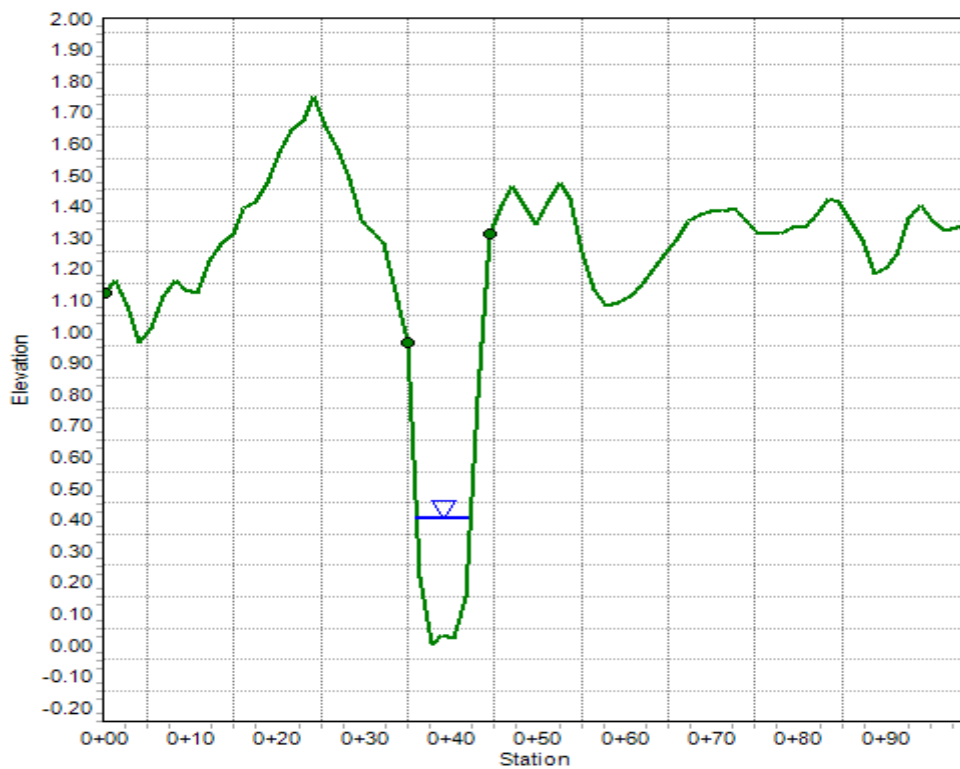
Dla każdego z przekrojów pomiarowych na sieci hydrologicznej wykonano sondowania dna połączone z pomiarami geometrii skarp. Poniżej przedstawiono przykładowe przekroje wykorzystane w obliczeniach przepustowości koryta w danym przekroju pomiarowym.



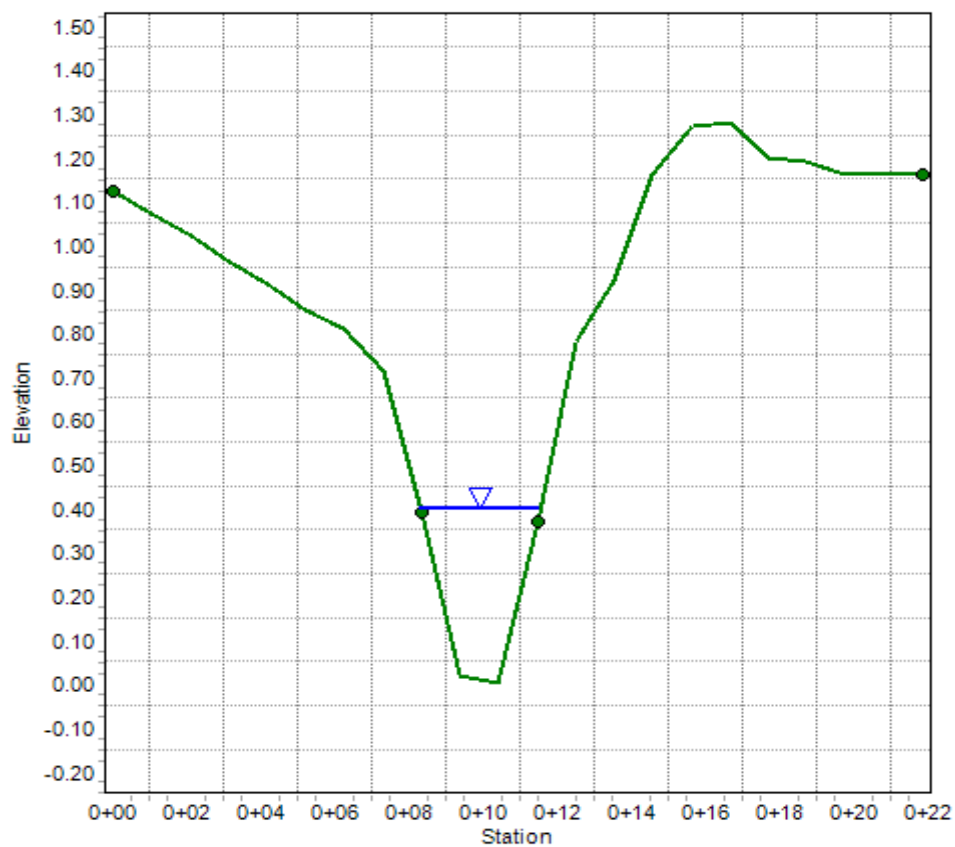
Rysunek 23 Przekrój przez koryto – D_01



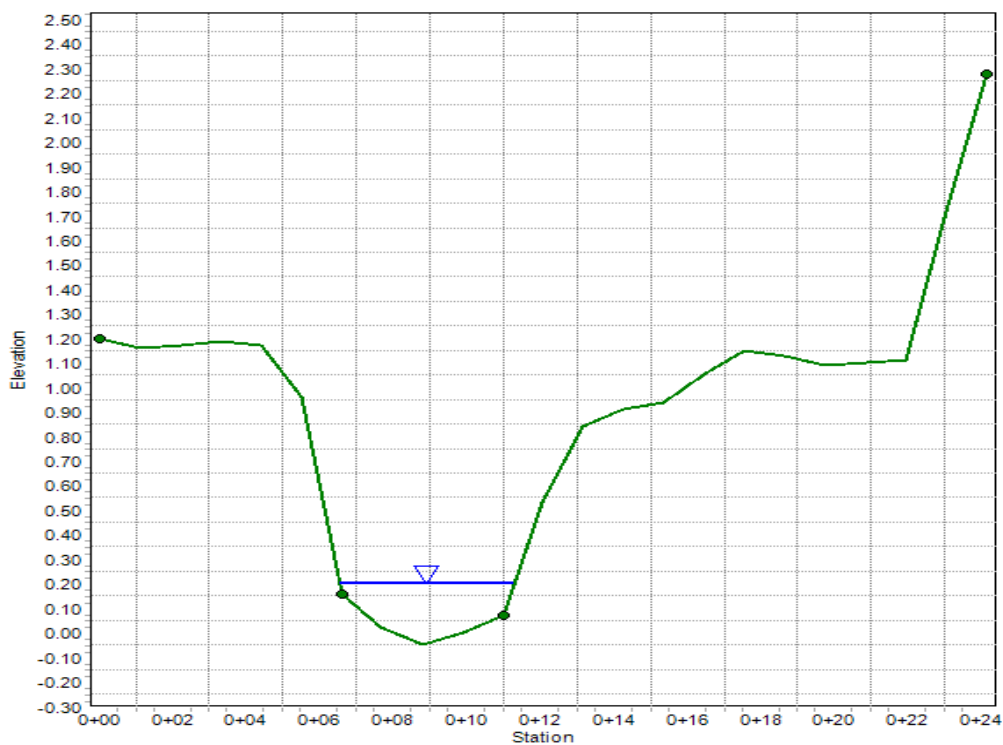
Rysunek 24 Przekrój przez koryto – D_02



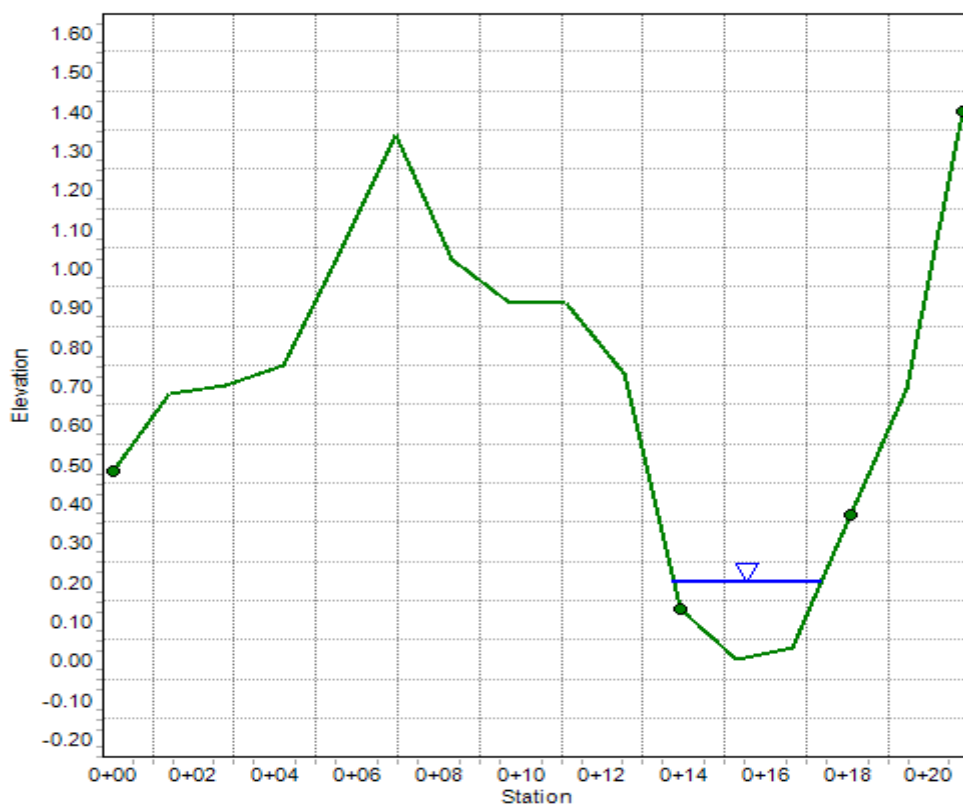
Rysunek 25 Przekrój przez koryto – D_07



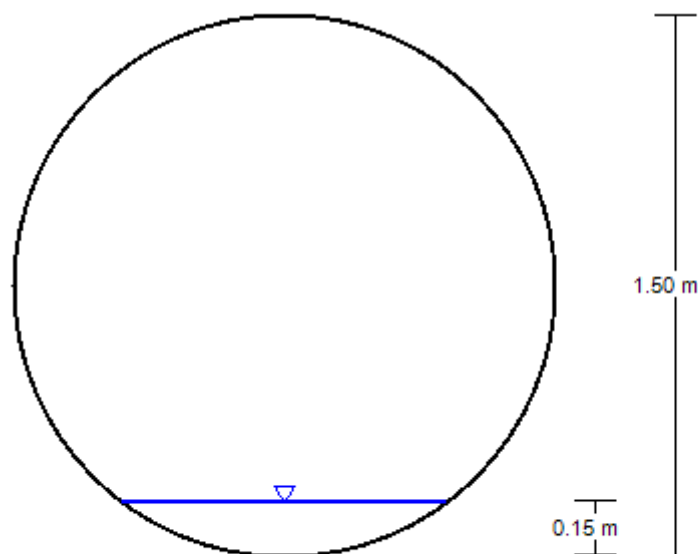
Rysunek 26 Przekrój przez koryto – D_06



Rysunek 27 Przekrój przez koryto – D_05



Rysunek 28 Przekrój przez koryto – D_04



Rysunek 29 Praca przepustu DN1500 x 3 na odpływie z polderu na Cerekwiance

Objaśnienia do rysunków - Rysunek 23, Rysunek 24 i Rysunek 25

- Elevation (rzędna)
- Station (odległość)

11. Analiza pozyskanego materiału pomiarowego z punktów monitoringu sieci hydrologicznej

Pomiary przeprowadzone na sieci hydrologicznej ostatecznie objęły 6 przekrojów koryta oraz 2 pomiary napełnienia: zbiornika/zalewu Borki i polderu na Cerekwiance. Z powodu kradzież jednego urządzenia pomiarowego (zainstalowanego w punkcie D_05), odpływ z polderu na Cerekwiance nie był w pełni monitorowany.

Do analizy zarejestrowanych ciągów pomiarowych, posłużono się również materiałem zarejestrowanym w stacjach meteorologicznych, w szczególności opadami ze stacji ST3 „Sucha” oraz ST1 „Sławno”.

Przy analizie „reakcji zlewni na opad” uwzględniono pomiary zarejestrowane w okresie opadów nawalnych oraz w długotrwałych okresach bezdeszczowych.

Analizowany okres pomiaru obejmował dane zarejestrowane pomiędzy 10 czerwca 2022 r., a 28 października 2022 r. Poniżej na wykresie przedstawione zostały pomiary przepływu

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

(Rysunek 30) oraz napełnienia (Rysunek 31) w poszczególnych stanowiskach badawczych. Na kolejnym rysunku przedstawiona została temperatura wody w odniesieniu do temperatury powietrza (Rysunek 32).

Największy przepływ średni występuje wg pomiarów w profilu zamykającym na rzece Mlecznej (D_07), potem kolejno Cerekwianka 0+025 (D_06), odpływ z Borek (D_03), dopływ do Borek (D_01) i na końcu odpływ z polderu (D_05) (Rysunek 30).

Napełnienie w zbiorniku Borki było zmienne (D_02) i oscylowało w okolicy 85- 70 cm (względem poziomu porównawczego) prawie przez cały okres prowadzenia pomiarów (początek około 80 cm). Zbiornik Borki wykazuje wyraźną reakcję na opad na terenie zlewni, co jest szczególnie widoczne na rysunku -> Rysunek 35.

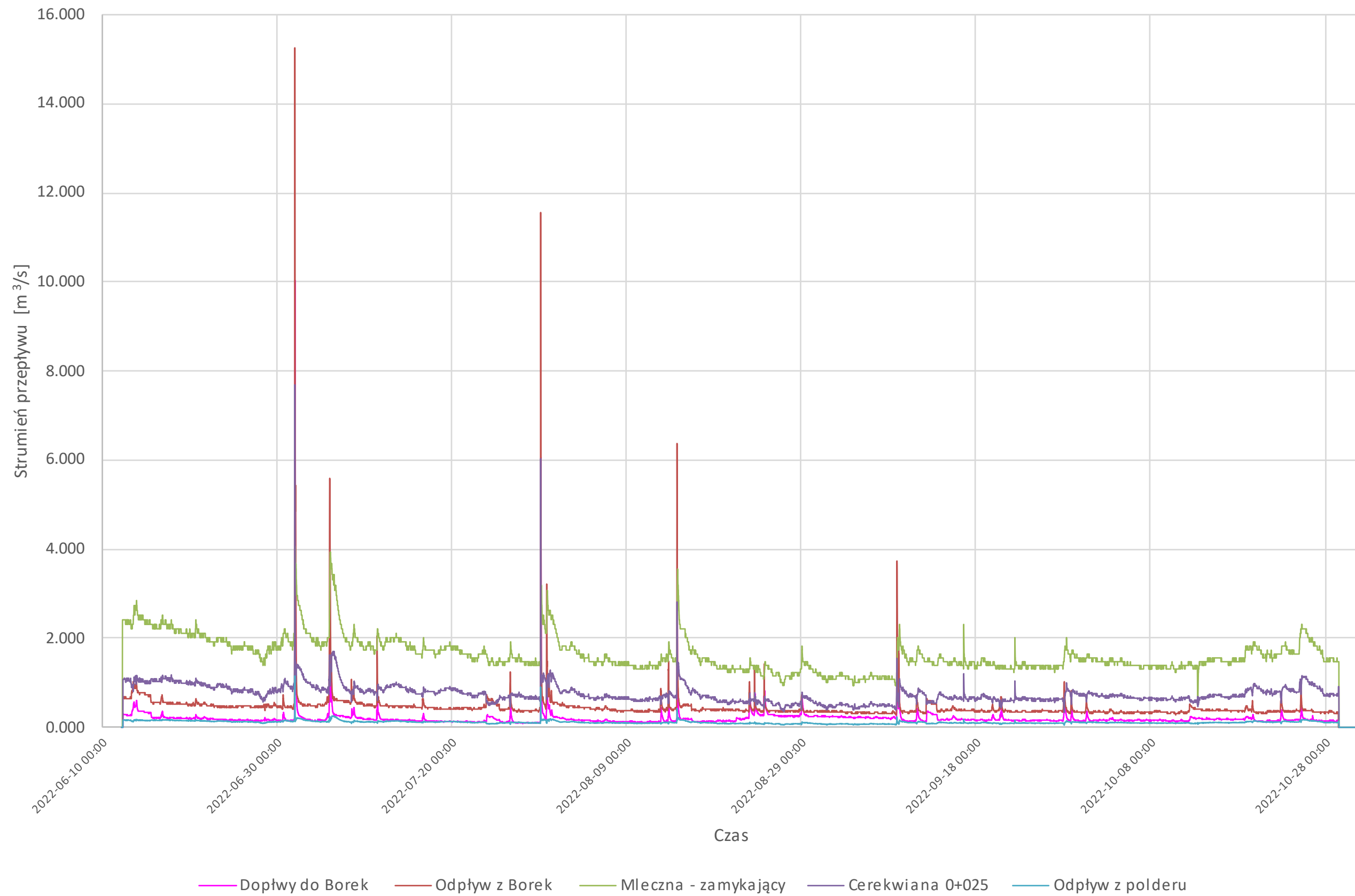
Pod względem wielkości strumienia przepływów (natężenia przepływu) kolejno plasują się: dopływ do Borek (D_01), Mleczna zamykający (D_07), odpływ z Borek (D_03) (Rysunek 31).

Największa amplituda wahań zwierciadła wody (napełnienia zbiornika) wystąpiła w polderze na Cerekwiance (czyli dopływie do polderu - D_04). Na początku kampanii pomiarowej, napełnienie w punkcie D_04 wynosiło powyżej 80 cm. Do 8 lipca, napełnienie zbiornika szybko spadało, aż do wysokości około 20 cm. W praktyce oznacza to, że polder w tym okresie wysychał i doszło do odsłonięcia całego przepustu drogowego VIACON, który pozostawał suchy. Potwierdziła to okresowo prowadzona kontrola pracy urządzeń pomiarowych. Czujnik pomiarowy został przeniesiony poniżej przepustu.

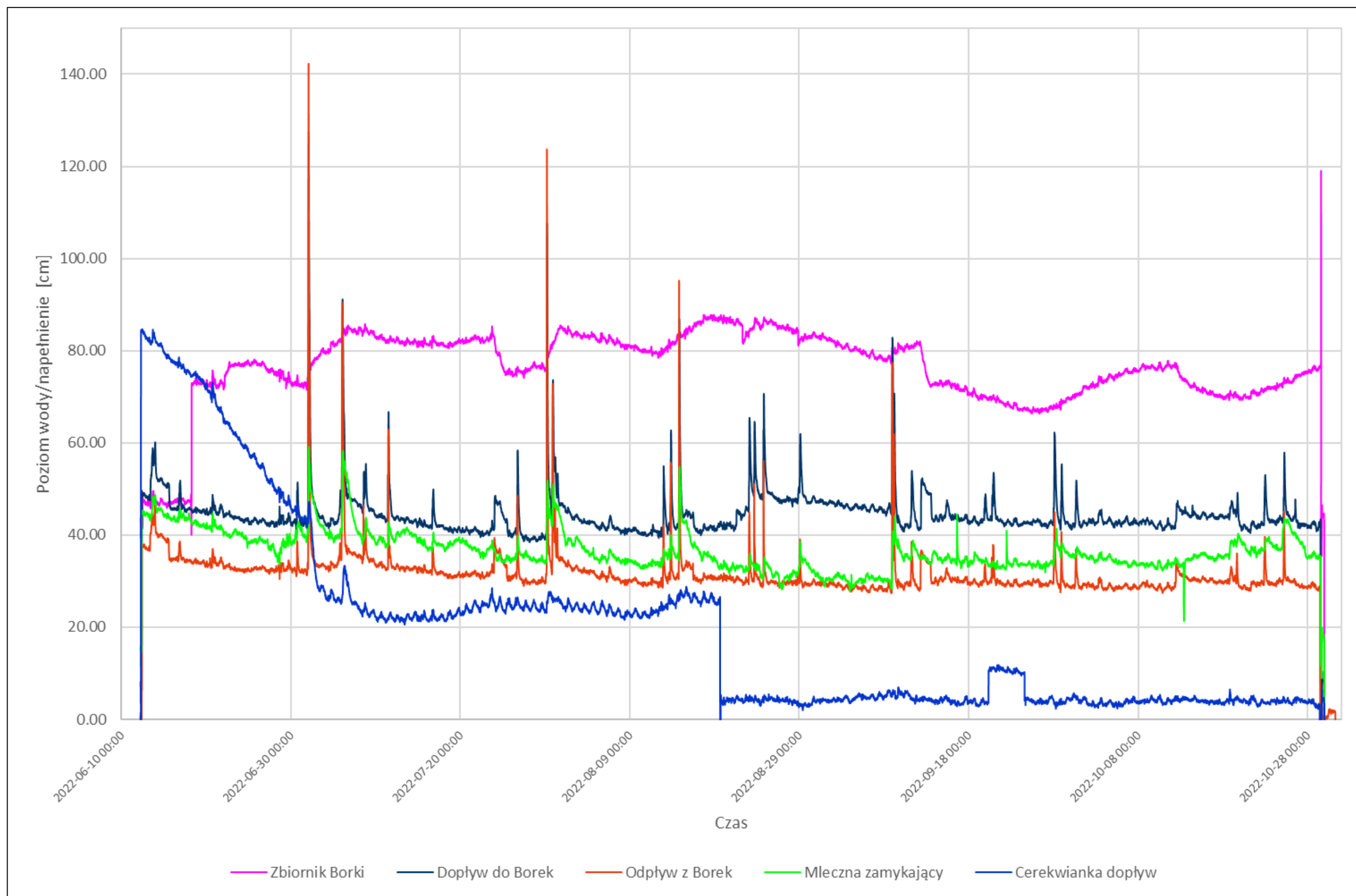
Taki stan napełnienia zbiornika (polderu) utrzymywał się do 19 sierpnia, kiedy to gwałtownie spadł do poziomu około 5 cm i utrzymał się do końca pomiaru (oprócz piku między 20-24 września – napełnienie wzrosło o około 10 cm). Pozostałe pomiary pomiarowe były stabilne i utrzymywały trzymały stały poziom. W szczególnych przypadkach, tj. po wystąpieniu opadów na terenie zlewni, odnotowano wzrost poziomu wody w zbiorniku (Rysunek 31).

Na kolejnych wykresach została pokazana „Reakcja zlewni na opad” w stanowiskach pomiarowych dla dwóch przedziałów czasowych. Pierwszy z wykresów (29.06.2022 r. – 08.07.2022 r.-Rysunek 33) przedstawia wystąpienie 2 opadów w odstępie niecałych 4 dni między sobą. Suma pierwszego opadu, który był gwałtowny wyniosła około 3,5 mm (02.07.2022 r.). Po jego przejściu widać skok prędkości przepływu we wszystkich punktach pomiarowych, największy na dopływie do zbiornika Borki. Suma drugiego opadu wyniosła 33.1 mm trwał prawie całą dobę i padał z różną intensywnością. Po jego przejściu również widać skok zdecydowanie mniejszy niż po przejściu pierwszego opadu. Po przejściu obu opadów w profilu zamykającym rzeki Mlecznej, prędkość przepływu powoli spada, zaś w pozostałych punktach pomiarowych dosyć gwałtownie i wyrównuje się do średniej.

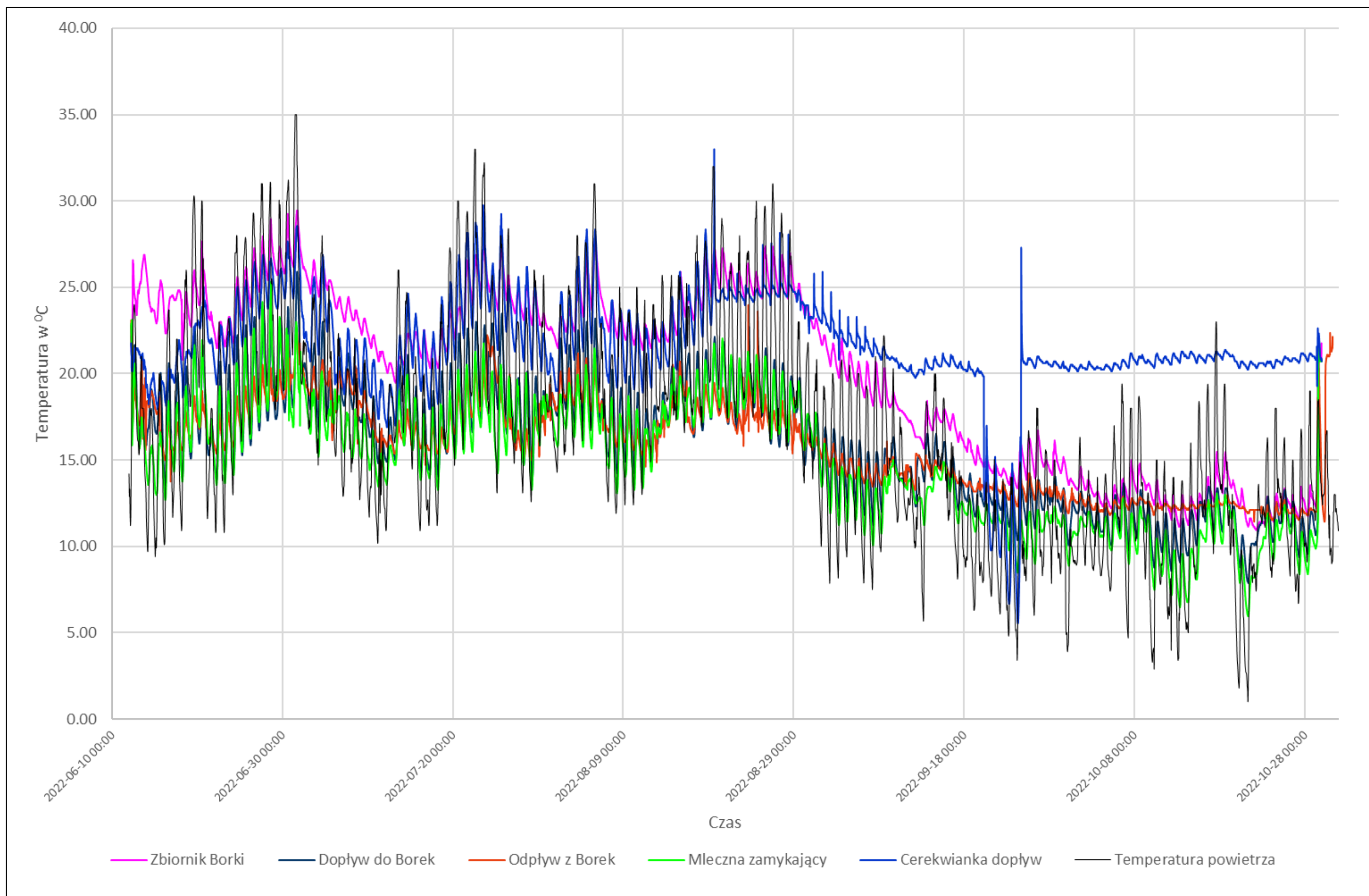
Drugi z wykresów (29.07.2022 r. – 07.08. 2022 r. - Rysunek 34)



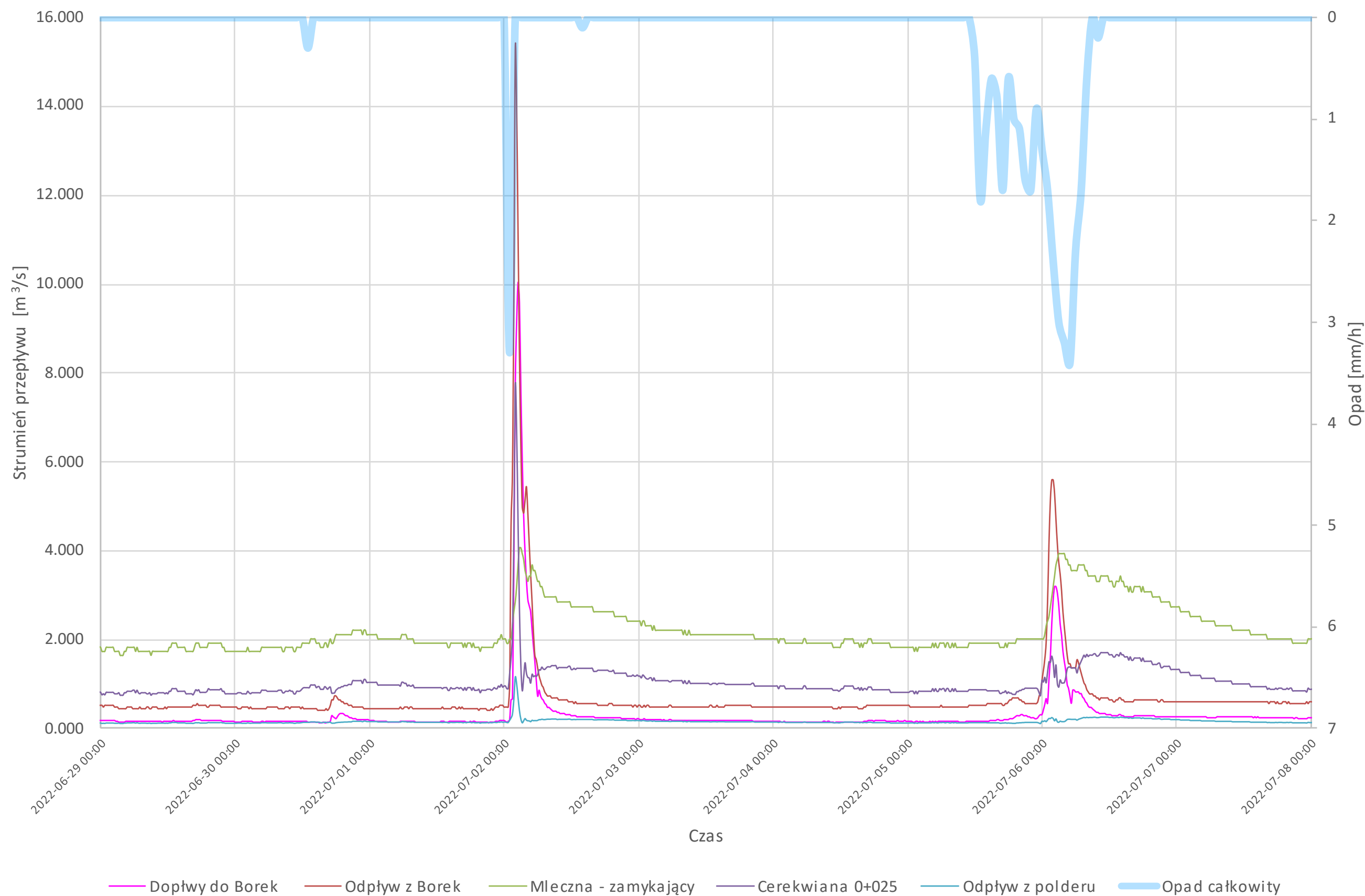
Rysunek 30 Wykres przepływów zarejestrowanych w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka 0+025 – D_06; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel



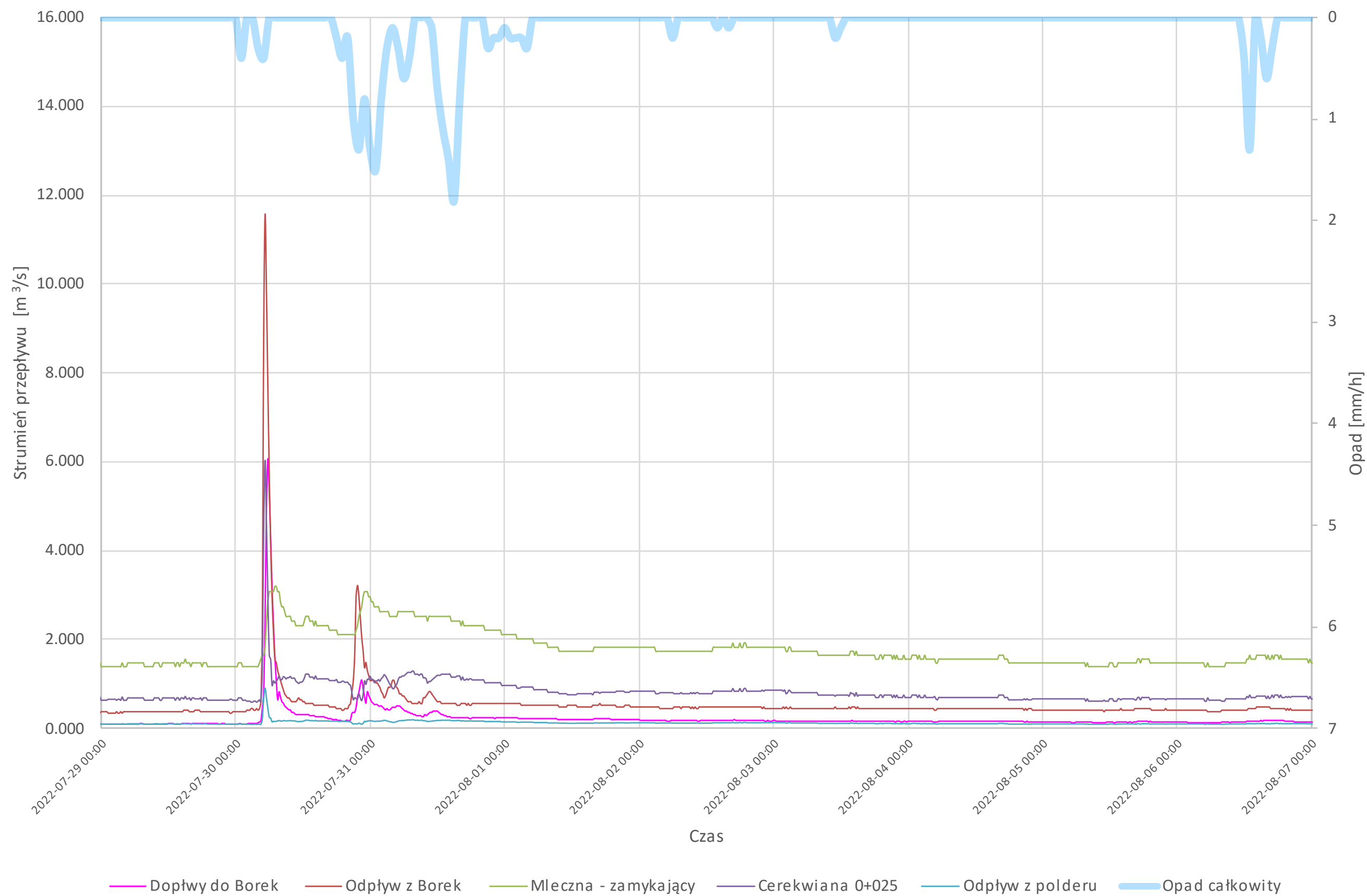
Rysunek 31 Wykres poziomów wody/napętnienia w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Zbiornik Borki - D_02; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka dopływ – D_04; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel



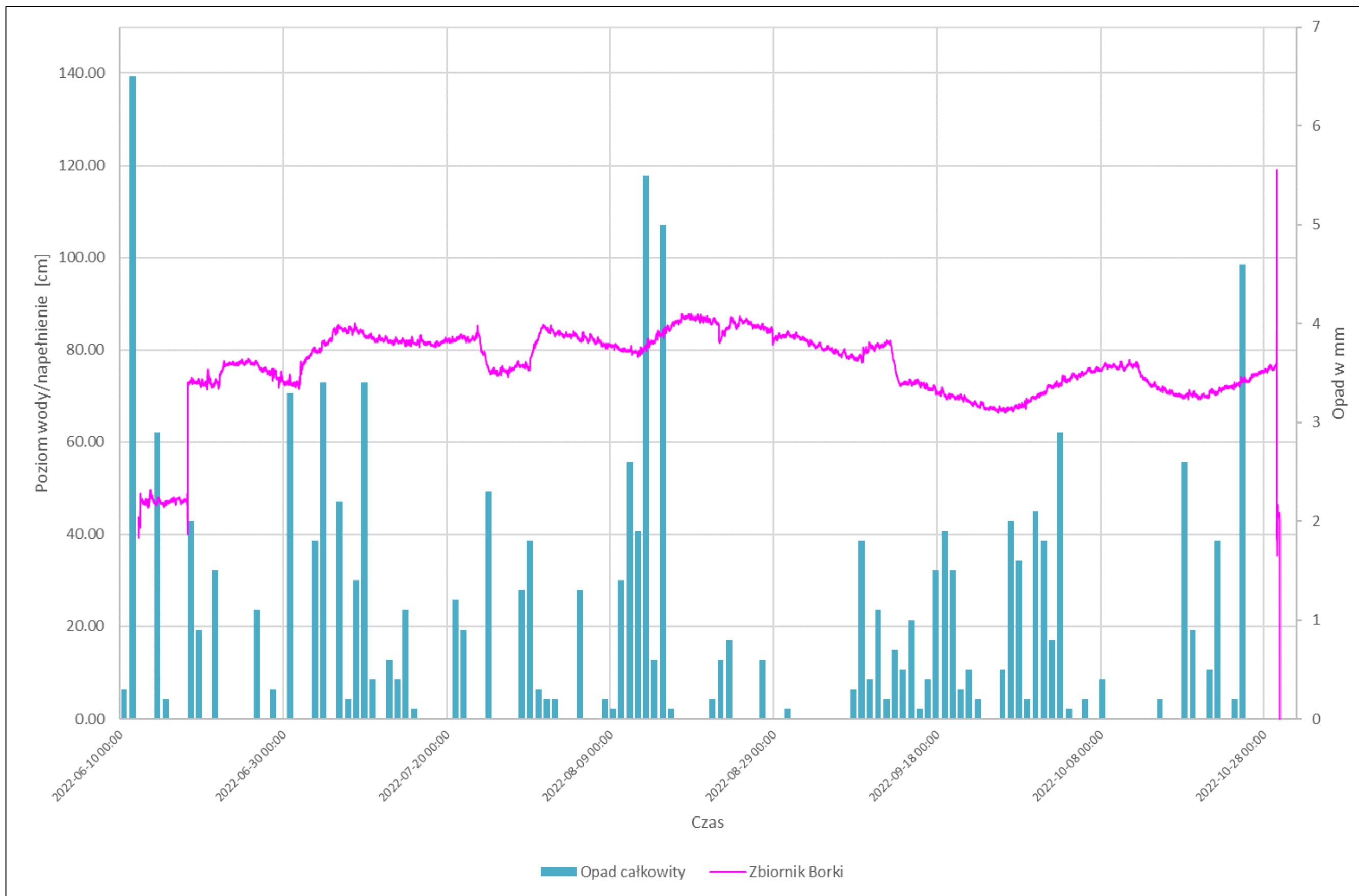
Rysunek 32 Wykres temperatury wody i powietrza zarejestrowanych w poszczególnych stanowiskach pomiarowych (Dopływ do Borek – D_01; Zbiornik Borki - D_02; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka dopływ – D_04; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel



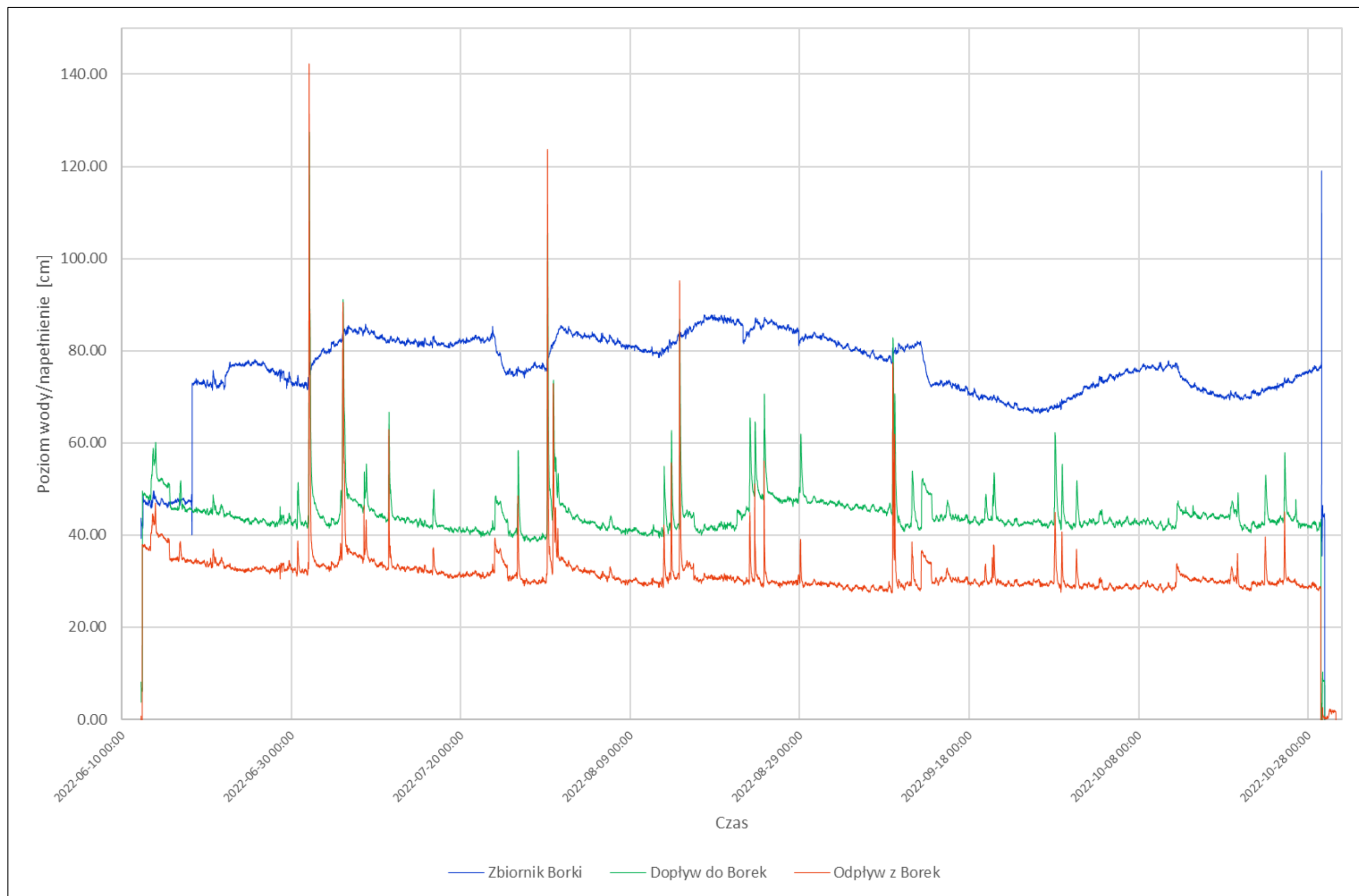
Rysunek 33 Reakcja na opad od 29 czerwca do 8 lipca 2022 r. (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwianka 0+025 – D_04; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel



Rysunek 34 Reakcja na opad od 29 lipca do 8 sierpnia 2022 r. (Dopływ do Borek – D_01; Odpływ z Borek – D_03; Cerekwiana 0+025 – D_04; Odpływ z polderu – D_05; Mleczna – zamykający – D_07) – szczegółowe dane w załączniku Excel



Rysunek 35 Opad do poziomu napętnienia zbiorniku Borki



Rysunek 36 Poziom napętnienia na zbiorniku Borki w odniesieniu do dopływu i odpływu ze zbiornika

III. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

12. Podsumowanie

Etap V zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował przeprowadzenie kampanii pomiarowej na sieci hydrologicznej w zlewni rzeki Mlecznej, zamkniętej przekrojem pomiarowym w rejonie ul. Piotrówka. Przekroje pomiarowe zostały wybrane głównie w miejscach o uregulowanym korycie i niezamulonym dnie (o ile istniała taka możliwość). W celu wyznaczenia rzeczywistego bilansu zbiorników wodnych, monitorowano dopływ i odpływ wód ze zbiorników oraz wahania poziomu wody w zbiornikach.

W czasie prowadzenia pomiarów w ramach kampanii, na terenie zlewni radomskiej nie stwierdzono ulew i opadów o charakterze nawalnym, które spowodowałyby wystąpienie wody z brzegów koryt (przekroczenie przepływów brzegowych). Największe przepływy w rzece Mlecznej zanotowano 2 lipca w przekroju zamykającym. Chwilowe natężenie przepływu wynosiło wówczas ponad $15 \text{ m}^3/\text{s}$ wobec przepływów w okresie bezdeszczowym wynoszącym poniżej $2 \text{ m}^3/\text{s}$ i przepływów średnich $Q_{\text{sr}}=1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pomiary trwały łącznie ponad 130 dni i potwierdziły m.in. szybką reakcję zlewni na opad, w szczególności zlewni Zalewu Borki. Kampania rozpoczęła się w czerwcu 2022 r., a zakończyła się pod koniec października 2022 r. łącznie, pomiary prowadzono w okresie czterech pełnych miesięcy.

Danych o opadach w czasie prowadzenia kampanii pomiarowej dostarczyły lokalne stacje meteorologiczne oraz portale internetowe IMGW.

W czasie prowadzenia prac pomiarowych, sprawdzono jakość i braki w zarejestrowanych ciągach. Do plików wprowadzono odpowiednie modyfikacje mające na celu oczyszczenie danych pomiarowych z wartości błędnych i wadliwych, a następnie sprawdzono, czy poszczególne ciągi pomiarowe korespondują ze sobą. Dla zarejestrowanych wypełnień koryt rzecznych przeprowadzono wstępne obliczenia hydrauliczne, oszacowując każdorazowo przepustowość koryt w okresach bezdeszczowych oraz po wystąpieniu opadów nawalnych i ulewnych.

13. Wnioski

Zaplanowanie i przeprowadzenie kampanii pomiarowej w ramach zadania pn. „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” należy uznać za pomyślne z punktu widzenia celu, jakiemu mają służyć pozyskane dane pomiarowe. Zarejestrowane

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap V (Kampania pomiarowa)	BML/21/1191
	Warszawa, październik 2022 r.

i odpowiednio przetworzone ciągi pomiarowe korespondują ze sobą i umożliwiają przeprowadzenie kalibracji modeli matematycznych z wymaganą dokładnością.

Przeprowadzona analiza ciągów pomiarowych, potwierdziła następujące zależności:

- rzeczywista pojemność retencyjna zbiornika/zalewu Borki jest bardzo mała w porównaniu z jego całkowitą powierzchnią i objętością czynną. Odnotowane wahania zwierciadła wody nie przekraczały 20 cm,
- w normalnych warunkach eksploatacyjnych, zbiornik/zalew Borki posiada ograniczoną zdolność retencyjną na wypadek wystąpienia fali powodziowej,
- zarejestrowana temperatura wody w polderze zalewowym na Cerekwiance potwierdza, że przy niskich stanach wody, mogą wystąpić warunki beztlenowe (temperatura wody przekraczała 30 °C),
- monitorowany poziom wody w polderze zalewowym na Cerekwiance potwierdził, że zbiornik ten bardzo szybko wysycha w okresie bezdeszczowym, przy wysokich temperaturach wody,
- dopływ i odpływ wody do zalewu/zbiornika Borki jest zbliżony i wykazuje podobną reakcję na opad,
- polder zalewowy na Cerekwiance w czasie bezdeszczowym wysychał w tempie około 40 cm przez 20 dni, czyli średnio 2 cm dziennie,
- wielkości chwilowe strumienia (natężenia przepływu) na odpływie ze zbiornika/zalewu Borki przekraczają wielkości dopływu do zalewu.

Przez większość czasu prowadzenia pomiarów, w Radomiu nie odnotowano intensywnych opadów deszczu przekraczających 3 mm/d, skutkiem czego polder na Cerekwiance częściowo wysechł odstaniając sondy pomiarowe.

Zaledwie kilka razy w czasie prowadzenia pomiarów wystąpiły ulewy i burze, które umożliwiły ustalenie podstawowych zależności hydrologicznych, w tym czas reakcji zlewni na opad. Wystąpienie opadu o intensywności około 3,5 mm/h, spowodowało wystąpienie przepływów w profilu zamykającym rzeki Mlecznej o wielkości ponad 15 m³/s.

W ocenie autora niniejszego raportu, przeprowadzona kampania pomiarowa i zarejestrowane w jej wyniku ciągi pomiarowe umożliwiają przeprowadzenie kalibracji i weryfikacji modelu matematycznego analizowanego układu hydrologicznego.



Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. Obiekt: Istniejący system kanalizacji deszczowej na terenie Radomia i okolic oraz sieć hydrologiczna na terenie tzw. zlewni radomskiej (zlewnia rzeki Mlecznej)

4. Branża: HYDROLOGIA, SANITARNA

5. Etap: ETAP VI – Kalibracja modeli hydrologicznych i scenariusze obliczeniowe

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Bartosz Latoszek

Tel.: 603 450 063,
e-mail: bartek@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 04.11.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 02

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR ...

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	5
1. Aktualizacja modelu	6
1.1. Modernizacja zbiornika Borki	6
1.2. Polder zalewowy na rzece Cerekwiance	7
1.3. Renaturyzacja odcinka rzeki Mlecznej	15
2. Analizy	18
3. Weryfikacja poprawności i naprawa geometrii sieci rzecznej w HEC-RAS	19
4. Przeprowadzenie kalibracji modelu numerycznego	24
5. Podsumowanie i wnioski	30

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Schemat opisu sieci rzecznej rz. Mlecznej w modelu hydrologicznym HEC-RAS	20
Rysunek 2 Schemat opisu sieci rzecznej rz. Mlecznej w modelu hydrologicznym HEC-RAS (źródło: oprac. własne)	20
Rysunek 3 Koryto rzeki Mlecznej w rejonie skrzyżowania z ul. Maratońską	21
Rysunek 4 Przepusty drogowe pod ul. Kielecką	22
Rysunek 5 Przepusty drogowe na odpływie z polderu na Cerekwiance	22
Rysunek 6 Koryto rzeki Mlecznej w rejonie skrzyżowania z ul. Suchą	23
Rysunek 7 Przepusty drogowe pod ul. Maratońską, w rejonie skrzyżowania ronda im. Jana Łaskiego	23
Rysunek 8 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> przepływ (Mleczna 1)	28
Rysunek 9 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> napełnienie (Mleczna 1)	28
Rysunek 10 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> przepływ (Mleczna 2)	29
Rysunek 11 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> napełnienie (Mleczna 2)	29

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1 Szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (autor: B.Latoszek)	9
Zdjęcie 2 Budowla wlotowa do polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B.Latoszek)	10
Zdjęcie 3 Jedna z budowli flotacyjno – przelewowych (autor: B. Latoszek)	11
Zdjęcie 4 Żelbetowy mnich spustowy DN 600mm (autor: B. Latoszek)	13
Zdjęcie 5 Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B. Latoszek)	14
Zdjęcie 6 Widok na zatokę zastoiskowo retencyjną nr 1	16
Zdjęcie 7 Koryto wód wielkich wykonane na rzece Mlecznej	17
Zdjęcie 8 Jeden z deflektorów w korycie rzeki Mlecznej	18

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

ETAP VI

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VI	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

ZAŁĄCZNIKI MAPOWE:

I. WPROWADZENIE

Etap VI zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował wykonanie kalibracji uaktualnionego modelu na podstawie wykonanych pomiarów przepływu. Co umożliwiło wykonanie map zalewów.

Do wykonania tego etapu posłużono się wykonanym uaktualnionym modelem w etapie IV oraz pomiarami uzyskanymi z przeprowadzonej kampanii pomiarowej (etap V).

Przeprowadzona kampania pomiarowa umożliwiła pozyskanie podstawowych informacji o wzajemnych zależnościach funkcjonowania systemu hydrologicznego na terenie Radomia oraz sieci cieków powierzchniowych. Wykonane w ramach kampanii pomiary obejmowały:

- prędkości przepływu w wybranych przekrojach,
- wypełnienie koryt w przekrojach charakterystycznych,
- wysokości sumarycznej opadu,
- intensywności opadu,
- temperatury na terenie zlewni.

Pozyskanie w/w informacji okazało się niezbędne z punktu widzenia uwiarygodnienia modeli matematycznych – systemu kanalizacji deszczowej oraz sieci hydrologicznej, obejmujących swym zakresem teren zlewni radomskiej.

W ramach etapu VI projektu wykonano następujące czynności i zadania:

- Przeprowadzenie kalibracji i weryfikacji modelu matematycznego systemu hydrologicznego rz. Mlecznej do profilu zamykającego w rejonie ul. Piotrówka w oparciu o dane z przeprowadzonych kampanii pomiarowych;

Kampanię pomiarową na sieci hydrologicznej zaplanowano i przeprowadzono w porozumieniu z Zamawiającym i Wodociągami Miejskimi w Radomiu Sp. z o.o.

Proces kalibracji modelu matematycznego polega na możliwie dokładnym dopasowaniu wyników obliczeń modelu z danymi rzeczywistymi, np. pozyskanymi w drodze przeprowadzonej kampanii pomiarowej. Kalibracja modelu jest więc w istocie procesem interaktywnym, gdyż zmiana jednego parametru obliczeniowego wpływa pośrednio na wiele wyników.

Kalibracja (zwana również tarowaniem) modelu hydrologicznego jest niezbędnym i regularnie wykonywanym etapem budowania i aktualizacji modelu, mającym na celu określenie rzeczywistej sprawności hydraulicznej systemu. Okresowo wykonywana kalibracja zapewnia aktualność i dokładność modelu hydraulicznego.

Parametry modelu matematycznego wymagają kalibracji przed ich praktycznym wykorzystaniem do symulacji pracy systemu hydrologicznego. Standardy (w tym dokładność) kalibracji zależą od zamierzonego celu stosowania modelu. Cele obejmują m.in.:

- Projektowanie,
- studia planistyczne (np. plany rozbudowy systemu),
- podział na zlewnie i planowanie punktów monitoringu,
- studia dotyczące planowych działań naprawczych i eksploatacyjnych,
- studia optymalizacji zapotrzebowania na energię,
- modelowanie niezawodności funkcjonowania sieci kanalizacyjnej, rozumianej jako system,
- planowanie działań eksploatacyjnych i inwestycyjnych.

Kalibracja modelu numerycznego sprowadza się początkowo do określenia wszystkich istotnych parametrów fizycznych i operacyjnych istniejącego systemu. Następnie określa się parametry (czułość modelu), które po wprowadzeniu do modelu matematycznego dadzą w rezultacie poprawny wynik tj. minimalne różnice pomiędzy wartościami napełnienia, prędkości przepływu i wielkościami strumieni przepływu- pomierzonymi a symulowanymi.

Procedura kalibracji modelu matematycznego (w warunkach stanów ustalonych funkcjonowania systemu) składa się z 7 etapów:

1. Identyfikacja zamierzonego celu stosowania modelu,
2. Określenie wstępnych wartości parametrów modelu,
3. Zbieranie danych kalibracyjnych (kampania pomiarowa),
4. Ocena wyników modelowania,
5. Wstępna kalibracja modelu sieci kanalizacyjnej (na poziomie makro).
6. Analiza czułości modelu.
7. Precyzyjna kalibracja modelu sieci kanalizacyjnej.

1. Aktualizacja modelu

Model matematyczny został zaktualizowany o przeprowadzoną modernizację zbiornika Borki, wykonany polder zalewowy na rzece Cerekwiance (Strumień Halinowski) oraz meandryzację wraz z kompleksem zatok zastoiskowo retencyjnych odcinka rzeki Mlecznej.

1.1. Modernizacja zbiornika Borki

Przeprowadzane prace na zbiorniku wodnym Borki wykonane w ramach zadania „Adaptacja istniejącego zbiornika Borki i stawów kolmatacyjnych do zmian klimatu” (projekt LIFERADOMKLIMA-PL) miały na celu poprawienie stanu technicznego istniejącej infrastruktury technicznej w obrębie zbiornika Borki.

W ramach ww. zadania zostały wykonane następujące prace:

- Przebudowa jazu głównego w km 16+870 rzeki Mlecznej (remont konstrukcji betonowych, wymiana zamknięć na zasuw dwudzielne oraz dostosowanie jazu do zmienionego piętrzenia – NPP i MaxPP);
- Umocnienia na górnym i dolnym stanowisku jazu głównego;
- Budowa przepławki szczelinowej w przekroju piętrzenia jazem głównym;
- Przebudowa zapory czołowej poprzez doszczelnienie korpusu i podłoża zapory za pomocą ścianki szczelnej winylowej. Rz. korony ścianki – 156,00 m n.p.m.;
- Przebudowa stawów kolmatacyjnych w celu maksymalnego ich wykorzystania dla redukcji stężeń zanieczyszczeń zawartych w wodzie rzeki Mlecznej (zapory sedymentacyjne, zapory flotacyjnej, mnichy spustowe umożliwiające spuszczenie wody na górnym i dolnym stawie, przepławki na trzech progach (na wlocie, pomiędzy górnym i dolnym stawem, na wylocie) w formie pochylni dennych i zastawki ograniczającej odpływ wody ze stawu dolnego, zabudowa wyrw w dnie i groblach wraz z podwyższeniem i wyrównaniem korony grobli;
- Odmulenie koryta rzeki Mlecznej, biegnącego po dnie zbiornika Borki oraz odmulenie czaszy zbiornika,
- Remont jazu kozłowego (remont konstrukcji stalowych i betonowych, wymiana zamknięć zastawkowych);
- System podczyszczania wody za pomocą systemu z wykorzystaniem kompresorów i dyfuzorów rozmieszczonych na dnie zbiornika i w obrębie stawów kolmatacyjnych;
- Wyspy pływającej w górnej części zbiornika oraz fontann;
- Zjazd z ulicy Suchej do stawów kolmatacyjnych oraz drogi technologicznej wzdłuż grobli tych stawów.

Jaz główny umożliwił przed modernizacją piętrzenie na stałą wysokość NPP =155,40 m n.p.m. Po przeprowadzonej modernizacji i dostosowaniu jazu głównego do zmiennego piętrzenia, została obniżona wysokość normalnego poziomego piętrzenia o 10 cm (NPP=155,30 m n.p.m.) oraz określona wysokość MaxPP =155,50 m n.p.m. Przeprowadzona zmiana pozwoliła uzyskać bezpośrednią retencję powodziową (między NPP, a MaxPP) wynoszącą około 24 558 m³. Ponadto została zwiększona wysokość piętrzenia z 3,00 m na 3,05 m.

Przeprowadzona modernizacja stawów kolmatacyjnych, w szczególności podniesienie korony grobli w stawie górnym o 75 cm (157,50 m n.p.m.) względem rzędnej przed modernizacją (156,75 m n.p.m.), oraz stawie dolnym o 1,50 m (157,50 m n.p.m.) względem rzędnej przed modernizacją (156,00 m n.p.m.), stworzyło dodatkową retencję.

1.2. Polder zalewowy na rzece Cerekwiance

Polder zalewowy na rzece Cerekwiance (Strumień Halinowski) powstał w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL. Polder ma za zadanie retencjonowanie wód wezbraniowych rzeki

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VI	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Cerekwianki oraz spowolnienie fali, która z rzeki Cerekwianki trafia do rzeki Mlecznej. Adaptacja terenu pod polder zalewowy na rzece Cerekwiance, stworzyła stałą pojemność powodziową umożliwiającą retencję 17,8 tys. m³ wody.

W ramach ww. zadania zostały wykonane następujące obiekty:

Czasza polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Polder wykonany został na terenie przylegającym do rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego), gdzie w przeszłości znajdowały się stawy zasilane wodami rzeki Cerekwianki. Polder składa się z trzech wyodrębnionych stref (A, B i C) odgrodzonych groblami i połączonych przez budowle flotacyjno – przelewowe. Dzięki takiemu rozwiązaniu w każdej ze stref odbywa się niezależnie oczyszczanie wód rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego) co w rezultacie podnosi skuteczność całego procesu. W każdej ze stref znajdują się zagłębienia terenowe, w których gromadzi się woda przepływająca przez polder. Stworzyło to dogodne warunki poprzez utworzenie mozaiki siedlisk ziemno-błotnych zwiększających bioróżnorodność obszaru polderu i wpłynęło na samooczyszczanie się wód.

Zaprojektowane i wybudowane groble bocznych stref A, B i C (budowle ziemne) mają następujące parametry :

- długość grobli zewnętrznej = 798 m,
- długość grobli między strefami A i B = 63 m,
- długość grobli między strefami B i C = 72 m,
- długość grobli ŁĄCZNIE = 933 m,
- rzędna korony 158,45 m n.p.m.,
- szerokość korony 4,0 m,
- średnia/maksymalna wysokość 0,6 / 1,9 m,
- nachylenie skarpy odwodnej 1 : 3 ,
- nachylenie skarpy odpowietrznej 1 : 2 ,
- nachylenie zjazdów na dno polderu 1 : 8.

Ubezpieczenie skarpy grobli stanowi darń powstała po humusowaniu i obsiewie mieszanką traw.

Skarpy odwodne strefy A na poziomie 156,70 m n.p.m., zostały ubezpieczone narzutem kamiennym pasem szerokości 2,0m - kamień wapienny w palisadzie z kotków śr. 10-12 cm o dł. 1,5m.

Budowla wlotowo – kalibrująca polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Budowla wlotowo-kalibrująca kieruje część przepływów z rzeki do polderu zapewniając jednocześnie przepływ nienaruszalny (Qn) w korycie rzeki. Budowla ta zapewnia również ciągłość komunikacyjną wokół polderu w postaci przepustu. Do regulacji przepływu wody przez polder

wykonana została szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (Zdjęcie 1). Konstrukcja budowli oparta jest na dwóch rzędach ścianek szczelnych z winylowych grodzic GW300 wbitych równoległe do nurtu rzeki oraz ściankach do nich prostopadłych tworzących przyczółki na obu brzegach cieku. Przewężenie kalibrujące przepływ ma szerokość 20 cm. Korona przewężenia umocniona/wypełniona została gabionami i posiada rzędną 156,50 m n.p.m. – znajduje się 61 cm ponad dnem cieku. Powyżej rzędnej 156,50 m n.p.m. wody rzeki Cerekwianki przelewają się ponad koroną budowli.



Zdjęcie 1 Szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (autor: B.Latoszek)

Dno na wlocie do polderu znajduje się o 6 cm wyżej niż dno w szczelinie kalibrującej, co zapewnia zachowanie przepływu nienaruszalnego w korycie rzeki. Dopływ do polderu następuje dopiero po przekroczeniu stanu 6 cm w szczelinie kalibrującej co odpowiada przepływowi nienaruszalnemu $Q_n = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$. Przepływ przekraczający przepływ nienaruszalny będzie samoczynnie rozdzielany pomiędzy koryto cieku i polder przeciwpowodziowy.

Budowlę wlotową do polderu wykonano jako typowy przepust drogowy ze stalowej karbowanej blachy o przekroju eliptycznym, o rozpiętości 2,14 m i wysokości 1,64 m oraz długości przewodu

L = 11,0m (np. typu HCPA -17). Wielkość przepustu zapewnia bezpieczne wprowadzenie wód powodziowych na teren polderu (Zdjęcie 2).

Umocnienia dna Cerekwianki i polderu na budowli wlotowo-kalibrującej wykonane są z narzutu kamiennego - luzem z kamienia 50-250 mm warstwą 30 cm. Umocnienia skarp na budowli wykonane zostały z materacy siatkowo-kamiennych gr. 30 cm na geowłókninie igłowanej.



Zdjęcie 2 Budowla wlotowa do polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B.Latoszek)

Podstawowe parametry budowli wlotowo kalibrującej:

- kalibracja przepływu za pomocą szczeliny wykonanej z grodziec winylowych GW300,
- szerokość szczeliny 20 cm,
- korona szczeliny 156,50 m n.p.m.,
- dno 156,89 m n.p.m.,
- wlot na polder - przepust ze stalowej karbowanej blachy o przekroju eliptycznym, o rozpiętości, 2,14m i wysokości 1,64m oraz długości przewodu L = 11,0m (np. typu HCPA - 17),
- rzędna wlotu / wylotu rury przepustu 156,89 / 156,82 m n.p.m.,

- spadek przewodu przepustu 5 ‰ ,
- km rzeki Cerekwianki 1+455,

Budowle flotacyjno – przelewowe polderu zalewowego na rzece Cerekwianie

Przepływ wód między strefami polderu A i B oraz B i C odbywa się przy pomocy budowli flotacyjno - przelewowych. Budowle te pełnią niejako dwie funkcje. W czasie poza wezbraniem gdy dopływ wody na polder jest nieznaczny budowle te służą do oczyszczania płynącej wody z zawieszin niesionych przez wodę. W czasie wezbrania budowle te mają za zadanie bezpieczne przeprowadzenie wód powodziowych pomiędzy strefami polderu. Budowle te zaprojektowano w postaci przelewów o szerokiej koronie (4,0m) z koszy siatkowo kamiennych i palisad z pali drewnianych o długości przelewu 10,0 m i zjazdach umożliwiającymi komunikację po nich o nachyleniu 1 : 8. W centralnej części kosza umieszczono warstwę maty kokosowej o gramaturze minimum 400 g/m², tworzącą pionowy filtr.



Zdjęcie 3 Jedna z budowli flotacyjno – przelewowych (autor: B. Latoszek)

W czasie przepływów niskich i średnich woda kierowana budowlą kalibrującą na teren polderu przepływa przez nieuszczelnione kosze wypełnione kamieniem dolomitowym / wapiennym i

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VI	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

oczyszcza się z niesionych osadów. Aby podnieść skuteczność działania budowli zastosowano warstwę maty kokosowej.

W warunkach powodziowych, znacznie większych od możliwości przepływu przez struktury flotacyjne kosza siatkowo kamiennego, przepływ do następnej strefy odbywa się nad progiem z koszy przez koronę przelewu.

Działanie budowli polega na zatrzymywaniu osadów niesionych przez wodę, które osadzają się na dnie polderu. Po stwierdzeniu zamulenia polderu warstwą około 50 cm, niezbędne jest usunięcie nagromadzonych osadów.

Podstawowe parametry budowli flotacyjnych - przelewowych:

- materiał – kosze siatkowo kamienne, palisada z pali drewnianych,
- długość - przelewu/całkowita – 10 / 30 m,
- szerokość korony przelewu – 4 m
- rzędna korony przelewu - dla strefy AB – 157,00 m n.p.m. - dla strefy BC – 156,70 m n.p.m.
- umocnienia dna na budowli - narzut kamienny luzem z kamienia 50-250mm warstwą 30 cm.

Budowla zrzutowa do rzeki Cerekwianki polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Zadaniem budowli upustowej polderu retencyjnego jest umożliwienie odpływu wody oraz samoczynna regulacja jej poziomu. Została do tego celu wykonana typowa budowla upustowa – żelbetowy mlich spustowy DN 600mm, zamykany dwoma rzędami szandorów ze szczeliną kalibrującą w dennej części, umożliwiającą przepływ średni i najdłużej trwający, bez większych nadpiętrań. Posadowienie budowli i układ dna rzeki umożliwiają opróżnienie polderu do rzędnej 156,13 m n.p.m. (Zdjęcie 4).

W związku z tym, iż polder w części jest zagłębieniem kopanym, o dnie ukształtowanym poniżej niwelety rzeki, całkowite opróżnienie czaszy w wyprofilowanych zagłębieniach możliwe będzie po zastosowaniu mechanicznego odprowadzenia wody (pompowania). Samoczynna regulacja przepływu wody przez polder i poziomu wody odbywa się w zakresie średnich i niskich poziomów wody w Cerekwiance. Po przekroczeniu rzędnej 157,65 m n.p.m. główny dopływ z polderu odbywa się przez budowlę przelewową, a poziom wody w czaszy kształtuje się na poziomie wody w rzece.

Podstawowe parametry budowli zrzutowej:

- rodzaj budowli – mlich spustowy,
- wysokość mnicha 3,7m,
- rzędna dna stojaka 155,93 m n.p.m.,
- rodzaj i średnica leżaka – rurociąg stalowy Dn 610/11 mm, L=11,07m ,

- wylot żelbetowy do rzeki Cerekwianki w km 1+163.



Zdjęcie 4 Żelbetowy mniach spustowy DN 600mm (autor: B. Latoszek)

Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Zadaniem budowli jest umożliwienie odpływu wody z terenu polderu do rzeki Cerekwianki w czasie wezbrań i piętrzenie wody do zakładanego poziomu przy przepływie miarodajnym $Q_m = Q_{1\%} = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ze względu na swoją prostą konstrukcję – przelew powierzchniowy budowla pełni też funkcję przelewu awaryjnego na wypadek awarii mniacha (Zdjęcie 5).

Budowla ma charakter umocnionego obniżenia korony grobli polderu w najniższej położonej strefie C od strony koryta rzeki Cerekwianki. Rzędna progu przelewowego została zaprojektowana na poziomie 157,65 m n.p.m., tak by przy przepływie miarodajnym (Q_m) poziom wody w czaszy polderu wynosił 157,75 m n.p.m. Czasza polderu napełniana od góry przez strefy A i B, po przekroczeniu tej rzędnej zacznie się przelewać przez próg budowli opróżniając czaszę polderu. Długość progu wynosząca 10 m co gwarantuje wykorzystanie pełnej pojemności retencyjnej polderu nawet w trakcie intensywnych wezbrań. Obliczenia wydatku budowli przelewowej wykonano jak dla przelewu o szerokiej koronie .

Polder zalewowy będzie się w ten sposób samoczynnie opróżniał do rzędnej progę przelewowego 157,65 m n.p.m. W trakcie opadania wody w cieku po wezbraniu przepływ przez budowlę wlotową odbywać się będzie w kierunku przeciwnym - z polderu do rzeki.

Podstawowe parametry budowli zrzutowej:

- materiał – kosze i materace siatkowo kamienne, palisada z pali drewnianych, palisada z grodziec winylowych,
- długość - przelewu/całkowita – 10 / 18,9 m,
- szerokość korony przelewu – 4 m,
- rzędna korony przelewu – 157,65 m n.p.m.,
- umocnienia dna na budowli materace siatkowo kamienne,
- km rzeki Cerekwianki 1+132.



Zdjęcie 5 Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B. Latoszek)

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VI	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

1.3. Renaturyzacja odcinka rzeki Mlecznej

Wykonane prace na odcinku rzeki Mlecznej od km 15+758 do km 16+754 o długości 996 m mają za zadanie retencjonowanie wód wezbraniowych rzeki Mlecznej w zatokach zastoiskowo retencyjnych i korycie wielkiej wody. Wykonana remeandryzacja na ww. odcinku oraz deflektory (bystrze w dnie ciek) wraz z sztucznymi płosami pozwolą na spowolnienie przepływu w rzece Mlecznej.

Zatoki zastoiskowo retencyjne

Na lewym brzegu rzeki Mlecznej odcinka od km 16+044 do km 16+274 wykonane zostały 4 zatoki zastoiskowe posiadają łącznie 1,9 tys. m³ stałej pojemności retencyjnej. Zatoki zastoiskowo retencyjne są w kształcie owalnym zbliżonym do krzywizn występujących w ciekach naturalnych. Nachylenia skarp i szerokości dna zatok zastoiskowo retencyjnych jest zmienna. Zatoki połączone są z korytem rzeki Mlecznej od strony wody dolnej, co zapewnia ich stały kontakt hydrologiczny - hydrauliczny i umożliwia stopniowe wypełnianie zastoiska wodą. Parametry poszczególnych zatok zestawiono poniżej :

- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 1 (zatoka #1) w km 16+044 ÷ 16+089,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 2 (zatoka #2) w km 16+159 ÷ 16+616,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 3 (zatoka #3) w km 16+213 ÷ 16+220,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 4 (zatoka #4) w km 16+266 ÷ 16+274 .

Tabela 1 Charakterystyczne parametry zatok zastoiskowo retencyjnych

Zatoka zastoiskowo retencyjna	Powierzchnia zatoki zw. w. przy SSQ [ha]	Maks. głęb przy SSQ [m]	Stała pojemność retencyjna powyżej SSQ [tys. m ³]
1	0,0394	2,30	0,7
2	0,0101	0,60	0,3
3	0,0142	0,70	0,4
4	0,0143	0,90	0,5
Suma			1,9

Przez czasę poszczególnych zatok zastoiskowo retencyjnych przebiega trasa koryta wód wielkich. Na wlocie i wylocie koryta wód wielkich zaprojektowano ubezpieczenie do poziomu SSQ narzutem kamiennym w płótkach podpartym na dole skarpy kiską faszynową 2x20 cm. Część dena zatok i krawędź połączenia z korytem rzeki Mlecznej nie została umocniona.

Zdjęcie jednej z zatok zastoiskowo retencyjnych przedstawiono poniżej (Zdjęcie 6).



Zdjęcie 6 Widok na zatokę zastoiskowo retencyjną nr 1

Koryto wód wielkich pomiędzy zatokami zastoiskowo retencyjnymi

W celu zwiększenia przepustowości koryta przy przepływach powodziowych, zmniejszonego w wyniku projektowanych działań renaturyzacyjnych (meandryzacja koryta), na lewym brzegu, na odcinku km 16+137 – km 16+308, wykonano koryto wód wielkich (Zdjęcie 7). Łączna długość koryta wynosi 205m (łącznie z trasą przez kolejne zatoki). Dodatkowy przekrój czynny koryta wielkiej wody, przy stanach powodziowych zwiększa przepustowość łączną rzeki, znacząco obniżając zwierciadło wody przy tych przepływach. Wykonane koryto wielkiej wody obniży poziom zwierciadła wody na odcinku km 16+137 – km 16+308 koryta rzeki Mlecznej, przy przepływie:

- miarodajnym Q_p 20% o ok. 0,15 m
- kontrolnym Q_p 10% o ok. 0,2m.

Koryto wielkiej wody, suche przy przepływach normalnych (SSQ), posiada znaczną pojemność retencyjną wynoszącą ok 3,6 tys. m³. Wlot do koryta wielkiej wody jest na rzędnej 152,27 m n.p.m. w km 16+308 rzeki Mlecznej (ok 1,0 m nad dnem rz. Mlecznej). Wylot do zatoki zastoiskowo retencyjnej nr 1 na rzędnej 151,63 m n.p.m. Spadek dna koryta wielkiej wody wynosi 3,1‰. Projektowane parametry geometryczne koryta wielkiej wody są zmienne. Szerokość dna

waha się od 4,2 do 4,5m, nachylenie skarp od 1:2,0 do 1:3,0. Umocnienia wykonane zostały narzutem kamiennym w płótkach na krawędziach wlotowych i wylotowych z rzeki i poszczególnych zatok. Powierzchnia skarp i dna koryta wielkiej wody na pozostałych odcinkach, nie umocnionych narzutem kamiennym, umocniona przez humusowanie warstwą 15cm i obsiew mieszaną traw.



Zdjęcie 7 Koryto wód wielkich wykonane na rzece Mlecznej

Meandry koryta rzeki Mlecznej

Na odcinku km 16+137 – 16+308 rzeki Mlecznej, o długości 171m, przywrócono naturalny charakter meandrującej rzeki nizinnej. Zaprojektowano do wykonania 7 meandrów koryta rzeki z zasypaniem prostych odcinków rzeki. Meandrujący odcinek rzeki uformowano w kształty owalne zbliżone do krzywizn występujących w ciekach naturalnych, o zmiennych nachyleniach skarp (od 1:1,5 do 1:3,0) i szerokości dna (od 3,0 do 3,5 m). Na łukach wklęsłych oraz w miejscach „świeżego” nasypu starego koryta wykonane zostały umocnienia w postaci narzutu kamiennego w płótkach, o gr. 0,25 m na geowłókninie igłowanej 300 g/m², podpartego w stopie skarpy kiszka faszynową 2x20 cm z pionowymi palikami o średnicy 10-12 cm.

Bystrza – deflektory w dnie koryta rzeki

Wykonano 11 bystrzy (Zdjęcie 8) w dnie koryta rzeki Mlecznej, powodujących wewnątrz korytowa meandryzację, w postaci narzutu kamiennego luzem i zatopionych w każdym z bystrzy - 25szt.

pojedynczych głazów i karpę drzewa ograniczonych palisadą z kołków śr. 10-12cm, L=1,5m. Wymiary zewnętrzne bystrza 400x400 cm. Narzut kamienny luzem grubości 0,3 m z kamieni o średnicy 10-20 cm na geowłókninie igłowanej min. 300g/m².



Zdjęcie 8 Jeden z deflektorów w korycie rzeki Mlecznej

2. Analizy

Przy pomocy skalibrowanego i uaktualnionego modelu o nowe obiekty i przeprowadzone modernizacje, wykonano analizy pracy zlewni w różnych scenariuszach obliczeniowych.

Modelowanie hydrologiczne z wykorzystaniem modeli jednowymiarowych statycznych typu opad-odpływ jest matematycznym opisem procesów przekształcenia w skali zlewni opadu w odpływ. Modelowanie to odnosi się do każdego przekroju obliczeniowego wyznaczonego na cieku i przyjętego w procesie analitycznym. Wynik modelowania to przede wszystkim informacja o wysokości odpływu (lub natężenia przepływu) z danej zlewni, zamkniętej w danym przekroju obliczeniowym (zamykającym). Odpływ (podawany w mm lub jako natężenie przepływu m³/s) jest efektem końcowym formuł obliczeniowych transformacji zasilania zlewni. Informacją płynącą z modelowania hydrologicznego jest także rzędna (wysokość lustra wody w m n.p.m.) zasięg zalewu wód rzecznych o danym natężeniu przepływu.

Modelowanie hydrologiczne w ramach zadania zrealizowano głównie z wykorzystaniem dwóch modeli:

- należących do jednej rodziny amerykańskich modeli HEC (Hydrologic Engineering Center): modelu opad-odpływ HEC-HMS oraz modelu HEC-RAS.
- SewerGEMS – oprogramowania do prowadzenia obliczeń symulacyjnych złożonych układów hydraulicznych w systemach kanalizacyjnych.

W ramach zadania przedmiotowego celem było przeprowadzenie analiz modelowania przepływu wody w korycie i dolinie rzecznej z uwzględnieniem obiektów inżynierskich (tj.: mosty, przepusty, jazy i inne) z wykorzystaniem modelu HEC-RAS. Analizy jednowymiarowe symulacji wielkości przepływu oraz wyznaczania zasięgu zalewu prowadzono na wynikach sum opadów z symulacji dla prognoz otrzymanych wg opracowanych scenariuszy klimatycznych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL i dostarczonych przez Zamawiającego (Zleceniodawcę). Część wyników modelowania posłużyło do oceny poprawności opracowanego modelu (kalibracji). W kontekście procedury kalibracyjnej, ważnym i popartym w literaturze założeniem kalibracji wyników modeli typu HEC-RAS dla zlewni kontrolowanych, a do takich należy zlewnia rzeki Mlecznej (zamknięta przekrojem przy ul. Piotrówka), jest to, by otrzymane wyniki (przepływ, rzędna zwierciadła wody, objętość fali) porównywać z historycznymi wynikami zaobserwowanymi dawniej w punktach monitoringu rzecznej. Natomiast dla zlewni niekontrolowanych kalibracja i weryfikacja modelu powinna polegać na eksperckiej ocenie wyników obliczeń (Książek i in., 2010)¹.

3. Weryfikacja poprawności i naprawa geometrii sieci rzecznej w HEC-RAS

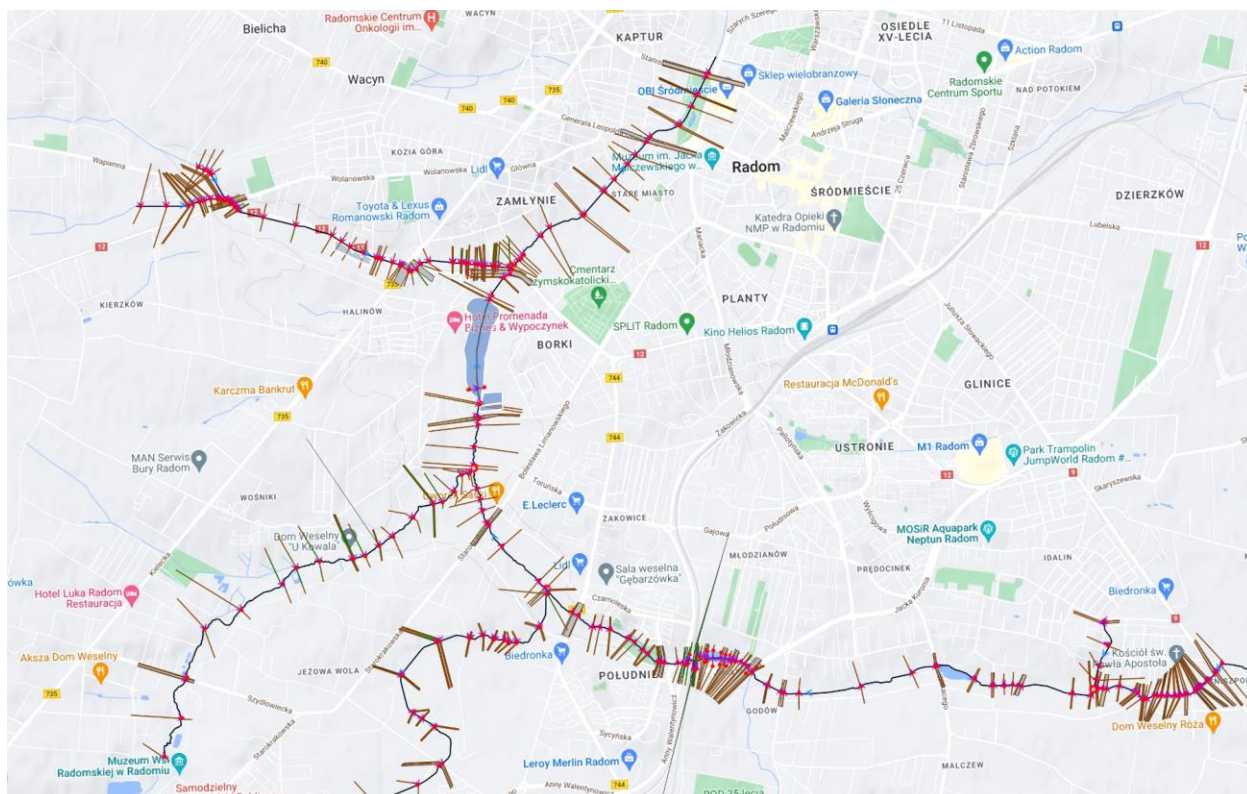
W ramach tworzenia modelu sieci rzecznej rzeki Mlecznej, tj. połączenia dotychczasowych modeli hydrologicznych dla poszczególnych cieków w jeden spójny system hydrologiczny, uporządkowano nazewnictwo cieków. Zgodnie z analizą audytu modeli cieki w granicach miasta Radomia noszą następujące nazwy:

- **rzeka MLECZNA** (ciek główny; źródła poza granicami miasta)
- **rzeka Cerekwianka** (dopływ rzeki Mlecznej; źródła na terenie miasta)
 - *dopływ rzeki Cerekwianki* (dopływ rzeki Cerekwianki; źródła na terenie miasta)
- **Potok Północny** (dopływ rzeki Mlecznej; źródła na terenie miasta)
- **dopływ lewy** rzeki **Mlecznej** (dopływ rzeki Mlecznej; źródła na terenie miasta)

¹ Książek L., Wyrębek M., Strutyński M., Strużyński A., Florek J., Bartnik W., 2010 - ZASTOSOWANIE MODELI JEDNOWYMIAROWYCH (HEC-RAS, MIKE 11) DO WYZNACZANIA STREF ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO NA RZECE LUBCZY W ZLEWNI WISŁOKA., INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH, Nr 8/1/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 29–37, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi.

W zakresie prezentacji przestrzennej danych geometrii sieci rzecznej zweryfikowano poprawność przebiegu osi koryt cieków. Szczególną uwagę poświęcono odcinkowi rzeki Mlecznej poniżej ujścia rzeki Pacynki oraz poniżej przekroju wodowskazowego (posterunek Lesiów). Na wymienionych odcinkach w modelach dotychczasowych występowało najwięcej błędów przebiegu osi koryt.

Na potrzeby analizy modelowej (w modelu hydrologicznym HEC-RAS) sieć rzeczną podzielono na zaprezentowany poniżej zestaw odcinków. Wprowadzono oznaczenia literowo-cyfrowe dla poszczególnych odcinków.



Rysunek 1 Schemat opisu sieci rzecznej rz. Mlecznej w modelu hydrologicznym HEC-RAS

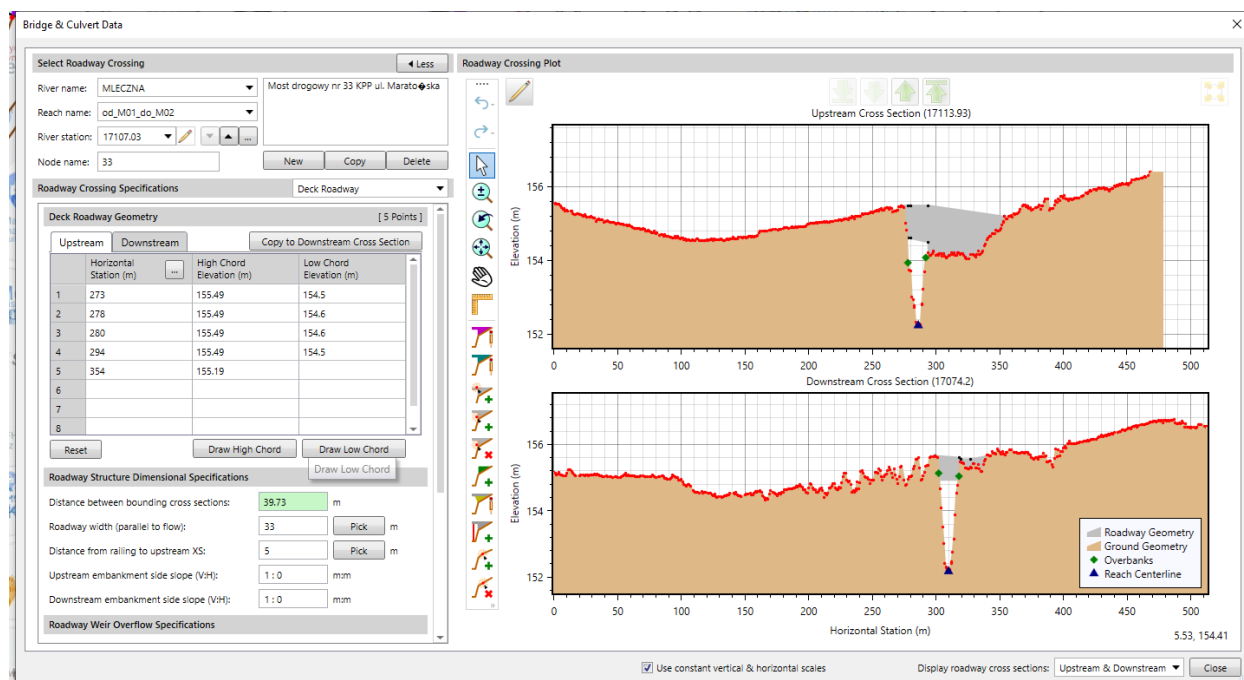
Rysunek 2 Schemat opisu sieci rzecznej rz. Mlecznej w modelu hydrologicznym HEC-RAS (źródło: oprac. własne)

Kolejnym etapem eliminacji błędów geometrii sieci rzecznej była poprawa przekroji poprzecznych. (Przekroje poprzeczne w modelu HEC-RAS użytkownik znajdzie w kilku lokalizacjach i poziomach analizy. Przekroje zatem funkcjonują w modelu jako: *Cross Sections*, *XS Cut Lines* oraz jako *River Stations*. Niemniej jednak nazwy te nie są synonimami, każda z nich dotyczy innego aspektu przekrojów poprzecznych w tym zakresie ich edycji).

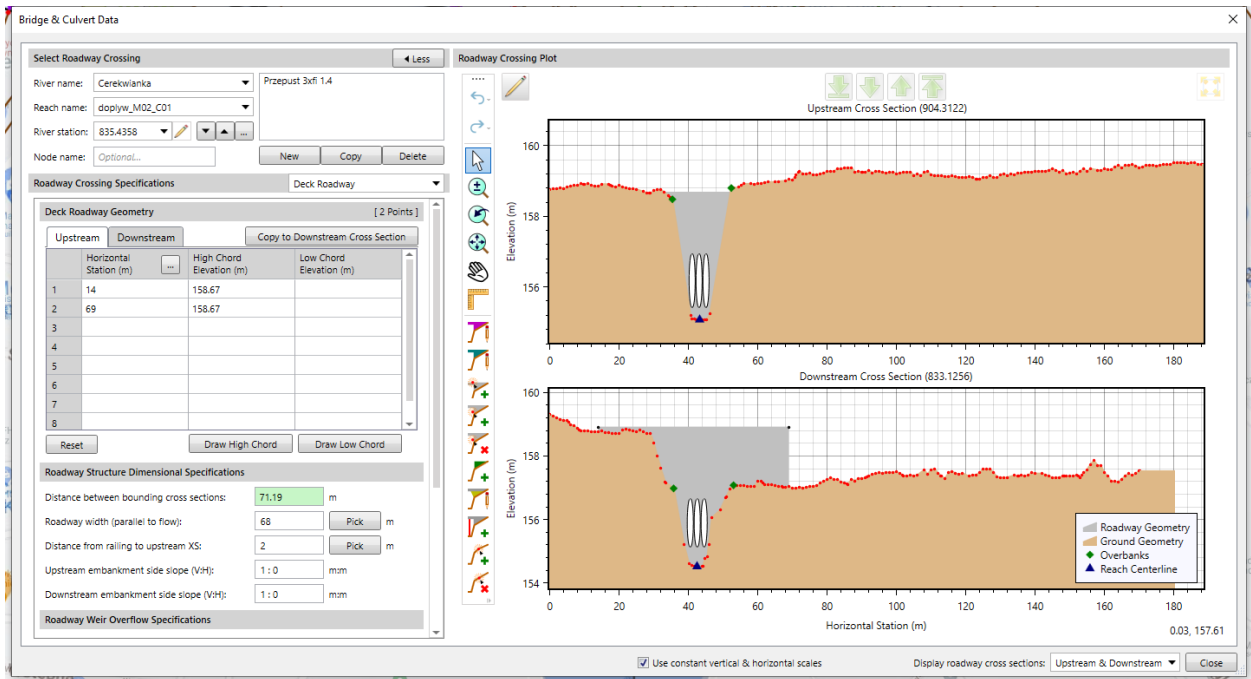
Względem udostępnionego przez Zamawiającego modelu z 2015 r., wprowadzono zmiany przebiegu i wymiarów przekroji poprzecznych. Zmian dokonano na przekrojach zwymiarowanych i posiadających dokumentację pomiarów geodezyjnych (pomiarzy korytowe, wyniki sondowania dna koryt, szkice budowli). Przydatnym narzędziem do weryfikacji kształtu koryt była także

dokumentacja zdjęciowa z wizji terenowych. Przeprowadzono weryfikację i wyznaczono nowe oraz zmodyfikowano istniejące przekroje poprzeczne, w tym przekroje obliczeniowe na wszystkich odcinkach cieków uwzględnionych w hydrologicznym modelu sieci rzecznej. Przy wyznaczaniu przekroi uwzględniono lokalizację:

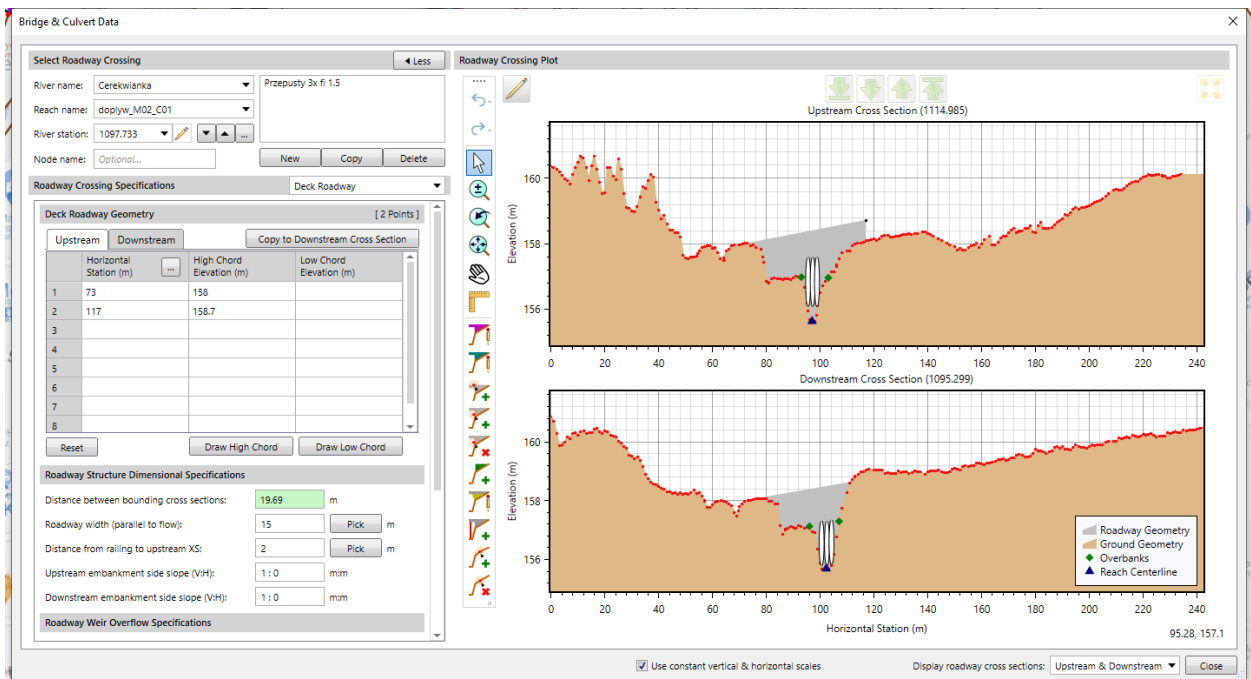
- budowli komunikacyjnych i hydrotechnicznych;
- wylotów kanałów kanalizacji deszczowej (monitorowanych w ramach kampanii pomiarowej oraz uwzględnionych w modelu kanalizacyjnym);
- przekroi pomiarowych kampanii pomiarowej;
- rozmieszczenia (zagęszczenia) przekroi na poszczególnych ciekach – dodano przekroje na odcinkach rzadko opisanych przekrojami.



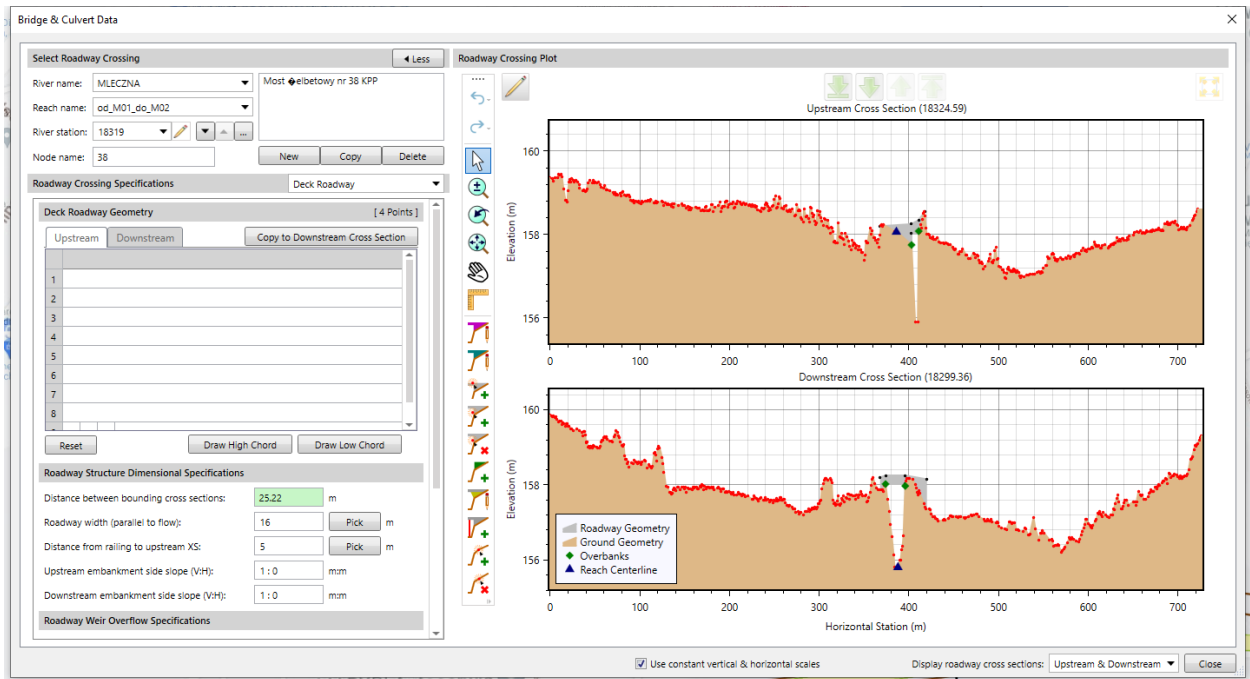
Rysunek 3 Koryto rzeki Mlecznicy w rejonie skrzyżowania z ul. Maratońską



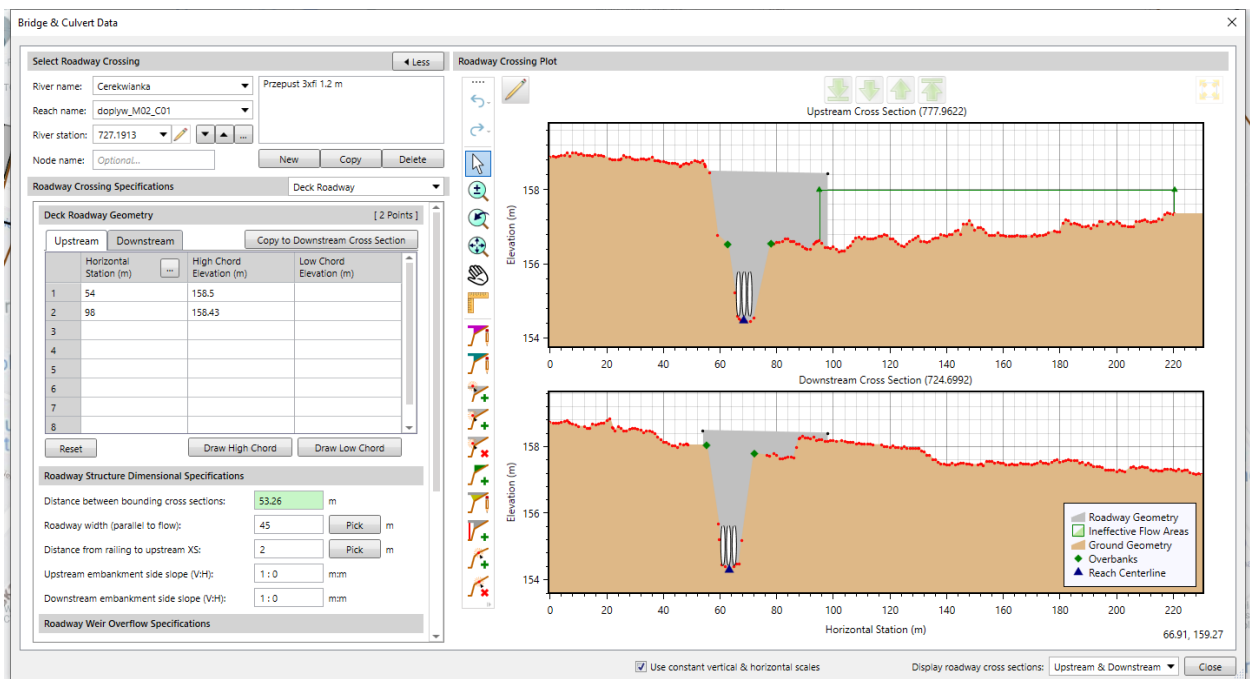
Rysunek 4 Przepusty drogowe pod ul. Kielecką



Rysunek 5 Przepusty drogowe na odpływie z polderu na Cerekwiance



Rysunek 6 Koryto rzeki Mlecznej w rejonie skrzyżowania z ul. Suchą



Rysunek 7 Przepusty drogowe pod ul. Maratońską, w rejonie skrzyżowania ronda im. Jana Łaskiego

Zmiany w przekrojach poprzecznych wprowadzono w oparciu o aktualny, szczegółowy numeryczny model terenu. Dodatkowo, do zwymiarowania istniejących budowli hydrotechnicznych wykorzystano dane zamieszczone w udostępnionej przez Zamawiającego/Zleceniodawcę dokumentacji technicznej i geodezyjnej budowli hydrotechnicznych na ciekach, a także uwzględniono wyniki pomiarów geodezyjnych zrealizowanych w 2022 r., i w ramach kampanii pomiarowej w 2022 r.

Zweryfikowano wartości przyjętych wcześniej współczynników szorstkości Manning'a i poprawiono w około 60% przekrojach. W ramach projektu, uszczegółowiono model z 2017 r., który posiadał przypisane współczynniki „n” wg ogólnego kryterium pokrycia terenu w dolinie.

Pozyskany w wyniku przeprowadzonej kampanii pomiarowej materiał o przepływach w korytach otwartych na terenie zlewni rzeki Mlecznej pozwolił na wprowadzenie istotnych zmian do modelu i w efekcie podniósł jego dokładność i wiarygodność.

4. Przeprowadzenie kalibracji modelu numerycznego

Niezawodność pracy modelu, a zatem wiarygodność jego wyników zależy od tego, jak dobrze zdefiniowano jego strukturę i parametry by uzyskać najwyższy poziom reprezentatywności dla badanej zlewni i wartościowy pod względem ilościowym i jakościowym. Stąd też zakres kalibracji modelu hydrologicznego jednowymiarowego (model HEC-RAS) sprowadza się do przeprowadzenia szeregu prac związanych z poprawą jakości danych wejściowych w zakresie charakterystyk wpływających na wyznaczenie zasięgu zalewu wód wezbraniowych i powodziowych. A następnie dokonania analizy porównawczej uzyskanych wyników z bazą danych archiwalnych oraz eksperckiego zestawu danych odniesienia.

Kalibracja modelu sieci rzecznej dla Radomia polegała na poszukiwaniu zgodności wyników z danymi wyników archiwalnych. Wynik kalibracji informuje o zgodności modelu z próbką. W tym przypadku zastosowano wieloźródłową weryfikację kalibracyjną wyników modelu scalonego, tj., z:

- wynikami monitoringu z przeprowadzonej kampanii pomiarowej na sieci hydrologicznej;
- danymi hydrologicznymi, dostępnymi dla zlewni rz. Mlecznej w domenie publicznej;
- materiałami archiwalnymi, pochodzącymi z projektów wykonanych w latach 2010-2017;

Analiza porównawcza wyników modelowania z danymi służby hydrologicznej, dokumentacją projektową i danymi przekazanymi przez Wodociągi Miejskie w Radomiu dostarczyła poniższych wniosków:

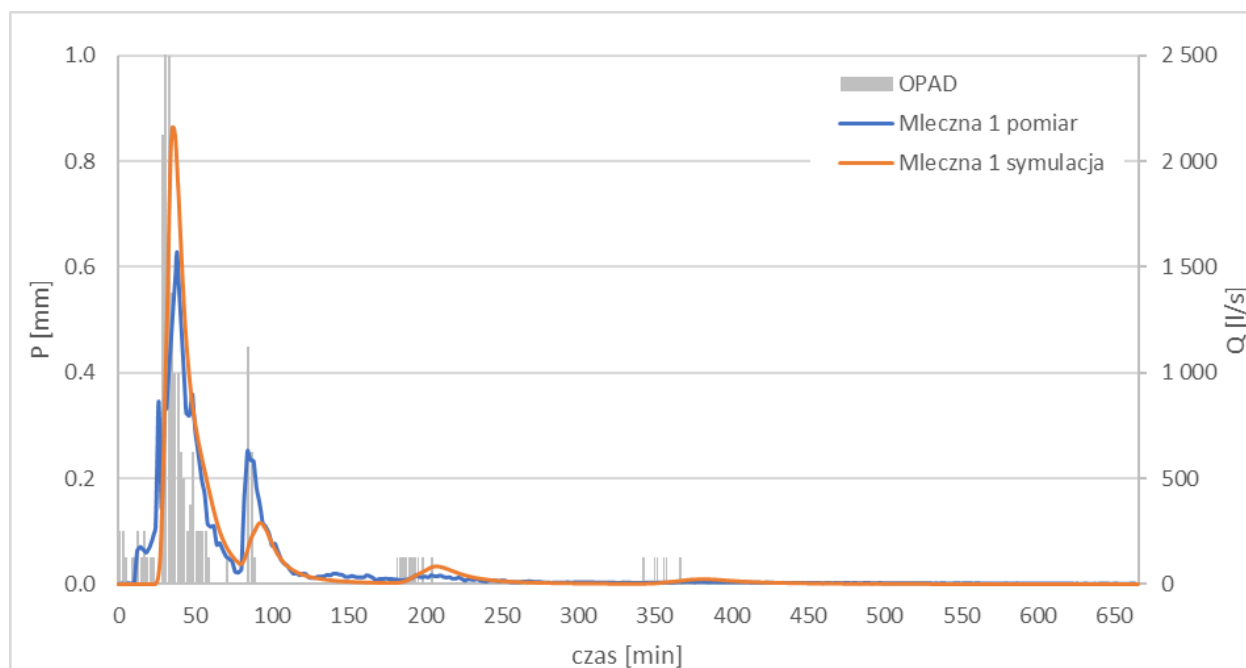
- Model sieci rzecznej pod względem rzędnych zwierciadła wody dla przepływu o $p=10\%$ dostarcza wyników zbliżonych z danymi służby hydrologicznej; różnica w rzędnej wynosi $\sim 0,20$ m.
- Analiza z wykorzystaniem danych opadowych IMGW-PIB, ale dla modelu rzeki Mlecznej (modelu pojedynczego ciek w oderwaniu od sieci rzecznej, czyli na modelu sprzed połączenia i bez usuniętych błędów geometrii oraz zweryfikowanych współczynników szorstkości – wyniki kolumna 4 w powyższej tabeli) dostarczyła wyników porównywalnych do danych z IMGW-PIB. Niemniej jednak z punktu widzenia opisu warunków kształtowania się odpływu ze zlewni model hydrologiczny dla rzeki Mlecznej powinien uwzględniać zmienność przepływu wraz z biegiem rzeki ze szczególnym uwzględnieniem przekroi poniżej ujść dopływów do recypienta. Wówczas mimo fizycznego braku w modelu geometrii sieci rzecznej informacja o zmianie wielkości przepływu w cieku głównym byłaby kompletna. Należy zatem uznać, iż model pojedynczego ciek mimo jego zbliżności z wynikami IMGW-PIB jest modelem o zaniżonej wielkości przepływu, gdyż bazował on jedynie na zmienności przepływu z biegiem ciek bez uwzględnienia objętości wód z dopływów.
- Wyznaczone przepływy charakterystyczne dla zlewni rzeki Mlecznej w zależności od przyjętej metody obliczeniowej są różne, niemniej zachowują korelację

I.p.	p	Sumaryczna wysokość opadu w mm	Q [m ³ /s] SWMM	Q [m ³ /s] HEC RAS
1	50%	41.37	1.9	2.1
2	20%	57.72	4.2	5.6
3	10%	67.51	8.1	8.0
4	5%	76.12	10.3	9.6
5	2%	86.32	15.4	12.9
6	1%	93.38	17.2	14.4
7	0.50%	100.01	19.7	16.2

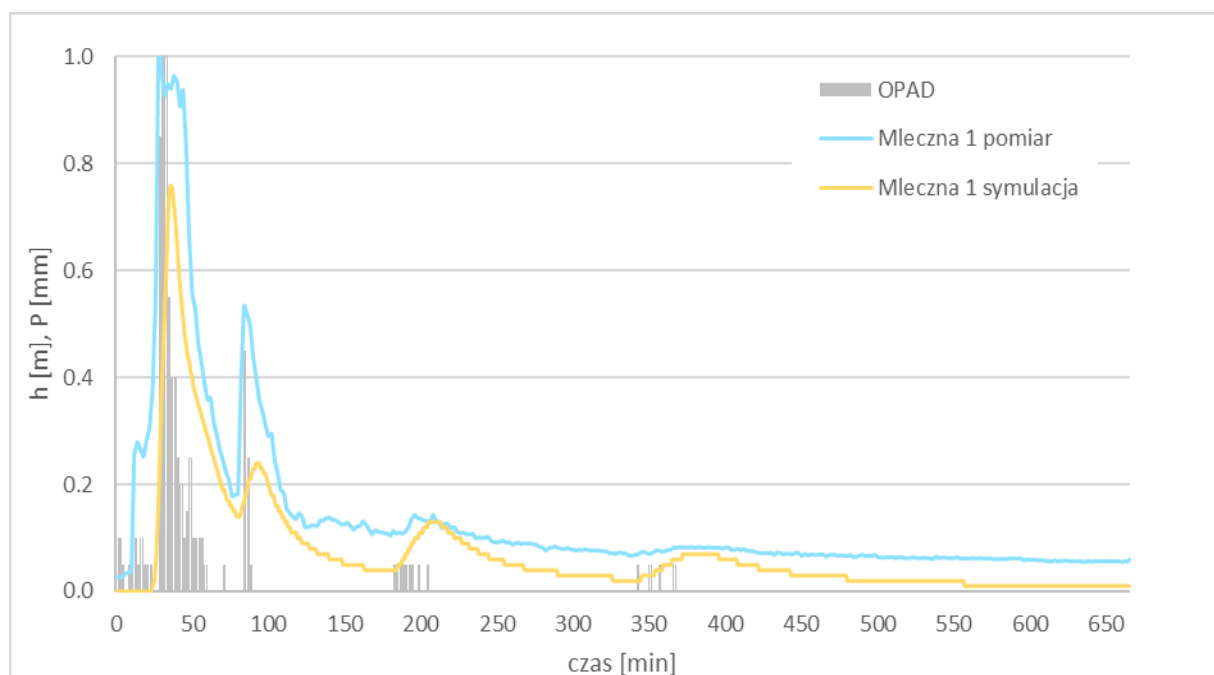
Nazwa scenariusza obliczeniowego	Przepływ/dopływ do cieku [m3/s]	Przepływ cieku – P1 [m3/s]	Przepływ cieku – P1 [m3/s]	Przepływ cieku – P1 [m3/s]
t24h_02p	8.3	8.4	8.9	8.9
t24h_05p	6.2	6.4	6.7	6.8
t24h_1p	4.932	5.096	5.543	5.598
t24h_2p	4.099999	4.2	4.6	4.6
t24h_5p	2.927	3.027	3.276	3.313
t24h_10p	2.039	2.111	2.272	2.3
t24h_20p	1.2	1.2	1.3	1.3
t24h_50p	0.101	0.103	0.112	0.113
t15_02p	0.218	0.218	0.483	0.527
t15_05p	0.199	0.199	0.378	0.405
t15_1p	0.185	0.186	0.315	0.332
t15_2p	0.17	0.17	0.265	0.278
t15_5p	0.149	0.149	0.226	0.236
t15_10p	0.13	0.13	0.198	0.207
t15_20p	0.109	0.109	0.166	0.174
t15_50p	0.075	0.075	0.114	0.119
t30_02p	0.786	0.786	0.852	0.997
t30_05p	0.216	0.216	0.408	0.445
t30_1p	0.272	0.292	0.525	0.587
t30_2p	0.2	0.2	0.4	0.4
t30_5p	0.187	0.187	0.272	0.288
t30_10p	0.164	0.164	0.215	0.225
t30_20p	0.1	0.1	0.2	0.2
t30_50p	0.084	0.085	0.085	0.085
t60_02p	2.475	2.476	2.476	2.476
t60_05p	1.578	1.579	1.579	1.579
t60_1p	1.016	1.016999	1.016999	1.016999
t60_2p	0.575	0.576	0.576	0.637
t60_5p	0.245	0.245	0.343	0.4
t60_10p	0.199	0.199	0.233	0.253
t60_20p	0.168	0.168	0.172	0.181
t60_50p	0.115	0.115	0.118	0.124
t120_02p	5.132	5.136	5.136	5.136
t120_05p	3.628	3.631	3.631	3.631
t120_1p	2.594	2.596	2.596	2.596
t120_2p	1.68	1.682	1.682	1.682
t120_5p	0.727	0.728	0.728	0.728
t120_10p	0.298	0.299	0.299	0.352
t120_20p	0.195	0.195	0.195	0.209
t120_50p	0.134	0.134	0.134	0.134
QzP20_kp	0.109	0.11	0.174	0.182

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VI	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

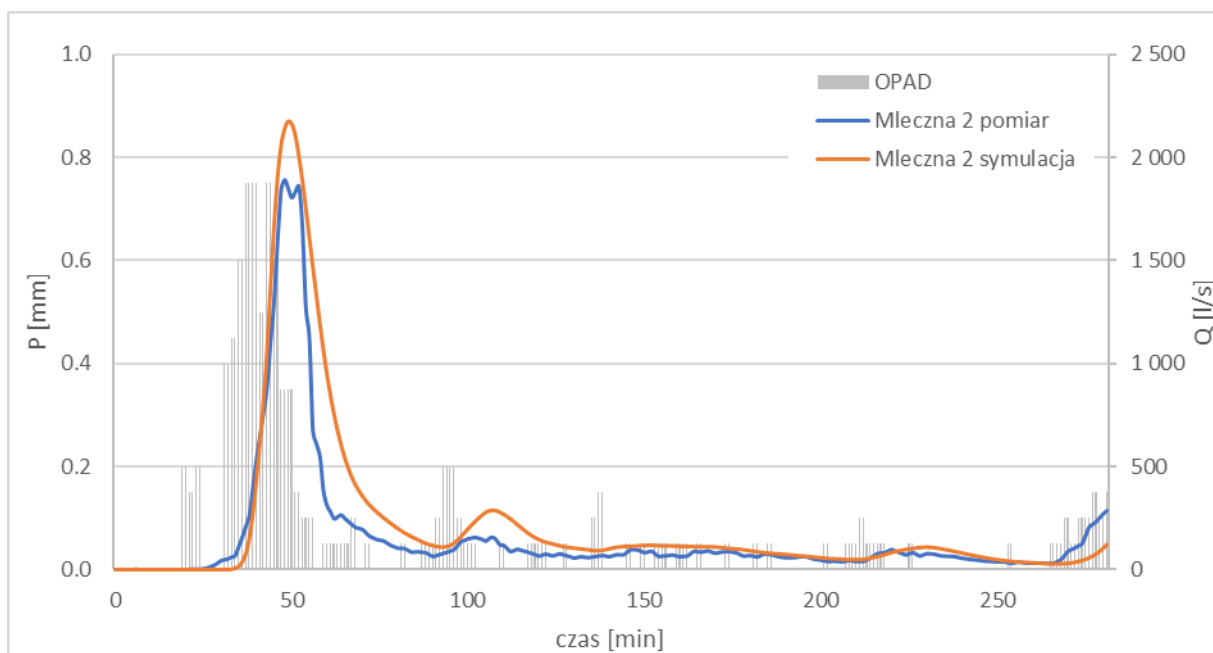
Q_VIII_2016	11.494	11.501	11.501	11.786
Q_X_2016	0.039	0.039	0.042	0.043
prog_t15_p1	2.227	2.228	2.228	2.43
prog_t120_p1	19.338	19.353	19.353	19.353
prog_t24h_p1	23.191	23.682	24.948	25.081
prog_t1440_p50	0.888	0.917	0.966	0.983
prog_t1440_p20	4.002	4.136	4.491	4.538
prog_t1440_p10	7.197	7.361	7.766	7.823
prog_t1440_p5	11.633	11.873	12.504	12.581
prog_t1440_p2	18.049	18.391	19.336	19.439
prog_t1440_p05	28.81	29.396	30.934	31.089
prog_t1440_p02	36.531	37.244	39.15	39.333
prog_t15_p50	0.098	0.098	0.149	0.156
prog_t15_p20	0.162	0.163	0.248	0.259
prog_t15_p10	0.204	0.204	0.404	0.434
prog_t15_p5	0.367	0.381	0.684	0.765
prog_t15_p2	1.17	1.171	1.252	1.445
prog_t15_p05	3.592	3.595	3.595	3.931
prog_t15_p02	5.777	5.782	5.789	6.571
prog_t30_p50	0.124	0.124	0.162	0.17
prog_t30_p20	0.205	0.205	0.353	0.379
prog_t30_p10	0.514	0.515	0.707	0.814
prog_t30_p5	1.582	1.584	1.584	1.584
prog_t30_p2	3.888	3.891	3.891	3.936
prog_t30_p1	6.16	6.165	6.165	6.571
prog_t30_p05	8.802	8.809	8.809	9.724
prog_t30_p02	12.776	12.785	13.149	14.575
prog_t60_p50	0.152	0.152	0.157	0.165
prog_t60_p20	0.42	0.42	0.454	0.549
prog_t60_p10	1.812	1.814	1.814	1.814
prog_t60_p5	4.151	4.154	4.154	4.154
prog_t60_p2	8.282	8.287	8.287	8.287
prog_t60_p1	12.016	12.022	12.022	12.022
prog_t60_p05	16.172	16.181	16.181	16.181
prog_t60_p02	22.202	22.214	22.214	22.214
prog_t120_p50	0.177	0.177	0.177	0.177
prog_t120_p20	1.33	1.331	1.331	1.331
prog_t120_p10	4.096	4.099999	4.099999	4.099999
prog_t120_p5	7.9	7.906	7.906	7.906
prog_t120_p2	14.056	14.068	14.068	14.068
prog_t120_p05	25.1	25.122	25.122	25.122
prog_t120_p02	33.25999	33.28799	33.28799	33.28799



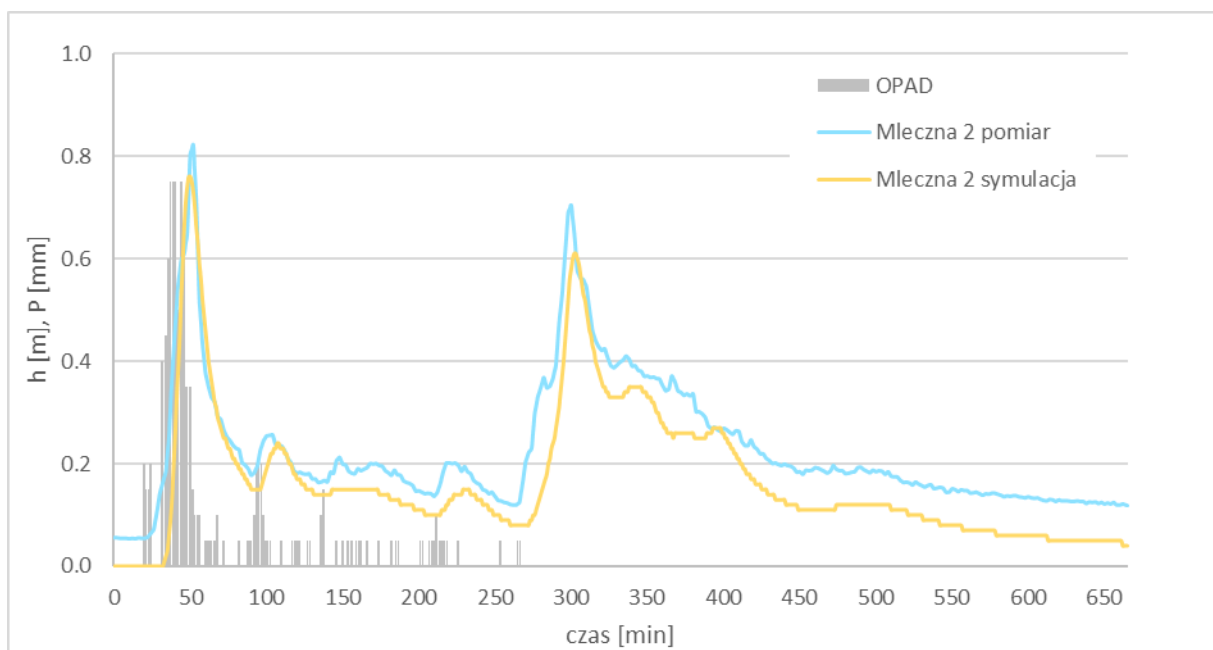
Rysunek 8 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> przepływ (Mleczna 1)



Rysunek 9 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> napięcie (Mleczna 1)



Rysunek 10 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> przepływ (Mleczna 2)



Rysunek 11 Wynik porównania wielkości pomierzonych i symulowanych – zależność opad -> napętnienie (Mleczna 2)

5. Podsumowanie i wnioski

Uzyskane wyniki kalibracji modelu numerycznego systemu hydrologicznego są dostateczne. W czasie długiej kampanii pomiarowej zarejestrowano jedynie kilka zjawisk opadowych o intensywności nadającej się do wykorzystania w walidacji modelu ($I > 4$ mm). W czasie prowadzenia prac nie wystąpiły nawałnice, ani długotrwałe opady nawałne. Dodatkowym problemem napotkanym przy kalibracji modelu okazał się brak pomiarów dopływu wód deszczowych z systemu kanalizacji deszczowej na terenie Radomia. Według przeprowadzonego rozpoznania, dopływ wód deszczowych dużymi kolektorami burzowymi w rejonie ul. Maratońskiej w określonych warunkach funkcjonowania systemu kanalizacji deszczowej, może istotnie wpływać na hydrologię cieku.

Do kalibracji modeli wybrano przede wszystkim opady o największej intensywności, np. opad z 2 lipca 2022 r. oraz opad z 6 lipca. Intensywność obu opadów nie przekroczyła 5 mm/h. Opad z 6 lipca trwał znacznie dłużej, niemniej nie spowodował tak szybkiej reakcji zlewni w postaci zwiększonego przepływu wód w korycie.

Opad wprowadzony do modelu o sumarycznej wysokości ponad 5 mm był wystarczający do przeprowadzenia dostatecznej kalibracji modelu. W efekcie osiągnięto zbieżność parametrów symulowanych przez model (np. wysokość napełnienia kanału) z wielkościami pomierzonymi w czasie kampanii pomiarowej.

Kalibrację modelu przeprowadzono wprowadzając następujące zmiany:

- a) W niektórych przypadkach skorygowano czas koncentracji przypisany zlewniom cząstkowym, na ogół podnosząc jego wielkość,
- b) Wprowadzono zmiany we współczynnikach wzoru Manninga;
- c) Zwiększono lub odpowiednio zmniejszono granice i powierzchnię zlewni cząstkowych;
- d) Wprowadzono zmiany wielkości współczynnika CN SCS dla wybranych zlewni cząstkowych

W każdym przypadku dążono do możliwie wiernego odzwierciedlenia przez model stanów rzeczywistych, niemniej w przypadku dużych zlewni było to niemożliwe. Trudności w osiągnięciu satysfakcjonujących wyników kalibracji przysporzyły zlewnie łączone, na terenie których oprócz kanałów burzowych występują również zbiorniki i rowy otwarte.

Załączniki do niniejszego raportu stanowią skalibrowane modele matematyczne.



Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu

2. Tytuł zadania:

„Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia LIFERADOMKLIMA-PL jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie”

3. **Obiekt:** Istniejąca sieć hydrologiczna na terenie tzw. zlewni radomskiej (zlewnia rzeki Mlecznej), zamknięta przekrojem w rejonie ul. Piotrówka [15+460]

4. **Branża:** HYDROLOGIA, SANITARNA

5. **Etap:** ETAP VII – Dokumentacja w zakresie gospodarowania wodami

6. Zleceniodawca/Zamawiający:

Uniwersytet Łódzki
ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź
Tel.: (042) 635-45-05
Fax: (042) 635-43-26
e-mail: www.biol.uni.lodz.pl



7. Zleceniobiorca/Wykonawca:

Bartosz Latoszek

Tel.: 603 450 063,
e-mail: bartek@epanet.pl

8. Zespół projektowy:

mgr inż. Bartosz Latoszek

9. Data, miejsce oraz oznaczenia dokumentu

- 10.11.2022 r.
- Warszawa
- Wersja 02

Oznaczenie projektu:

BML/21/1191

EGZ. NR 1

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	7
1. Zbiornik Borki	7
1.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie	7
1.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego	9
1.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne	9
1.4. Przeprowadzona modernizacja zbiornika Borki	9
1.5. Informacje dotyczące zbiornika, urządzenia wodnego głównego oraz dodatkowych	10
1.6. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania	19
1.7. Sposób postępowania w okresie powodzi	22
1.8. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych	26
1.9. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód określonego w pozwoleniu wodnoprawnym	27
1.10. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy	29
1.11. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszerniczej	29
1.12. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika	30
1.13. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie	30
1.14. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi	32
1.15. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej	34
1.16. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony; w przypadku braku gminnego centrum zarządzania kryzysowego powiadamia się wójta, burmistrza lub prezydenta miasta	34
2. Polder zalewowy na rzece Cerekwiance	35
2.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie	35
2.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego	37
2.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne	37
2.4. Informacje dotyczące urządzenia wodnego	38
2.5. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania	47
2.6. Określenie sposobu gospodarowania wodą w warunkach użytkowania w okresie powodzi	49
2.7. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych	49
2.8. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód określonego w pozwoleniu wodnoprawnym	50
2.9. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy	50
2.10. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszerniczej	50
2.11. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika	50
2.12. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie	50
2.13. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi	50

- 2.14. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej _____ 51
- 2.15. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony _____ 52

3. Renaturyzacja odcinka rzeki Mlecznej _____ 53

- 3.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie _____ 53
- 3.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego _____ 55
- 3.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne _____ 55
- 3.4. Informacje dotyczące urządzenia wodnego _____ 55
- 3.5. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania _____ 60
- 3.6. Określenie sposobu gospodarowania wodą w warunkach użytkowania w okresie powodzi _____ 60
- 3.7. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych _____ 60
- 3.8. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód _____ 61
- 3.9. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy _____ 61
- 3.10. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszernościowej _____ 61
- 3.11. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika _____ 61
- 3.12. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie _____ 61
- 3.13. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi _____ 61
- 3.14. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej _____ 61
- 3.15. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony _____ 62

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Mapa pogładowa lokalizacji zbiornika Borki.....	8
Rysunek 2 Krzywa konsumcyjna przepustowości stopnia dla zbiornika wodnego Borki (opracowanie własne)	18
Rysunek 3 Krzywa pojemności zbiornika Borki (opracowanie własne).....	18
Rysunek 4 Mapa pogładowa lokalizacji polderu zlewowego na rzece Cerekwiance.....	36
Rysunek 5 Krzywa wydatku urządzeń spustowych dla polderu zlewowego na rzece Cerekwiance (opracowanie własne)	46
Rysunek 6 Mapa pogładowa lokalizacji, na której przeprowadzona została renaturyzacja odcinka rzeki Mlecznej w ramach projektu LIFE14 CCA/PL/000101.....	55

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1 Zbiornik Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek)	7
Zdjęcie 2 Widok na staw kolmatacyjny (autor: B.Latoszek).....	20
Zdjęcie 3 Oznaczenie maksymalnego poziomu piętrzenia na przyczółku jazu zbiornika Borki.....	24
Zdjęcie 4 Posterunek wodowskazowy w korycie rzeki Mlecznej – dopływ do stawów kolmatacyjnych i zbiornika Borki, rejon ul. Suchej.....	25
Zdjęcie 5 Wodowskaz zlokalizowany przy napływie na jaz główny na jednej ze skarp	30

Zdjęcie 6 Polder zalewowy na rzece Cerekwiance (źródło: https://www.cozadzien.pl).....	35
Zdjęcie 7 Szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (autor: B.Latoszek)	40
Zdjęcie 8 Budowla wlotowa do polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B.Latoszek)	41
Zdjęcie 9 Jedna z budowli flotacyjno – przelewowych (autor: B. Latoszek).....	42
Zdjęcie 10 Żelbetowy mnił spustowy DN 600mm (autor: B. Latoszek)	44
Zdjęcie 11 Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B. Latoszek)	45
Zdjęcie 12 Zatoki zastoiskowo retencyjne na rzece Mlecznej (źródło: https://life.radom.pl).....	53
Zdjęcie 13 Widok na zatokę zastoiskowo retencyjną nr 1	57

I. WPROWADZENIE

Etap VII zadania pod nazwą „Ocena wpływu inwestycji zrealizowanych w ramach projektu LIFERADOMKLIMA-PL w Radomiu na łagodzenie skutków związanych z adaptacją miasta do zmian klimatu” obejmował wykonanie dokumentacji w zakresie gospodarowania wodami w zlewni.

Instrukcję wykonano zgodnie z Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 21 sierpnia 2019 r. w sprawie zakresu instrukcji gospodarowania wodą, na powstanie art. 413 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 2018 r. poz. 2268 oraz z 2019 r. poz. 125, 534 i 1495).

1. Zbiornik Borki

1.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie



Zdjęcie 1 Zbiornik Borki z lotu ptaka (autor: S. Szklarek)

Zbiornik Borki jest zlokalizowany w:

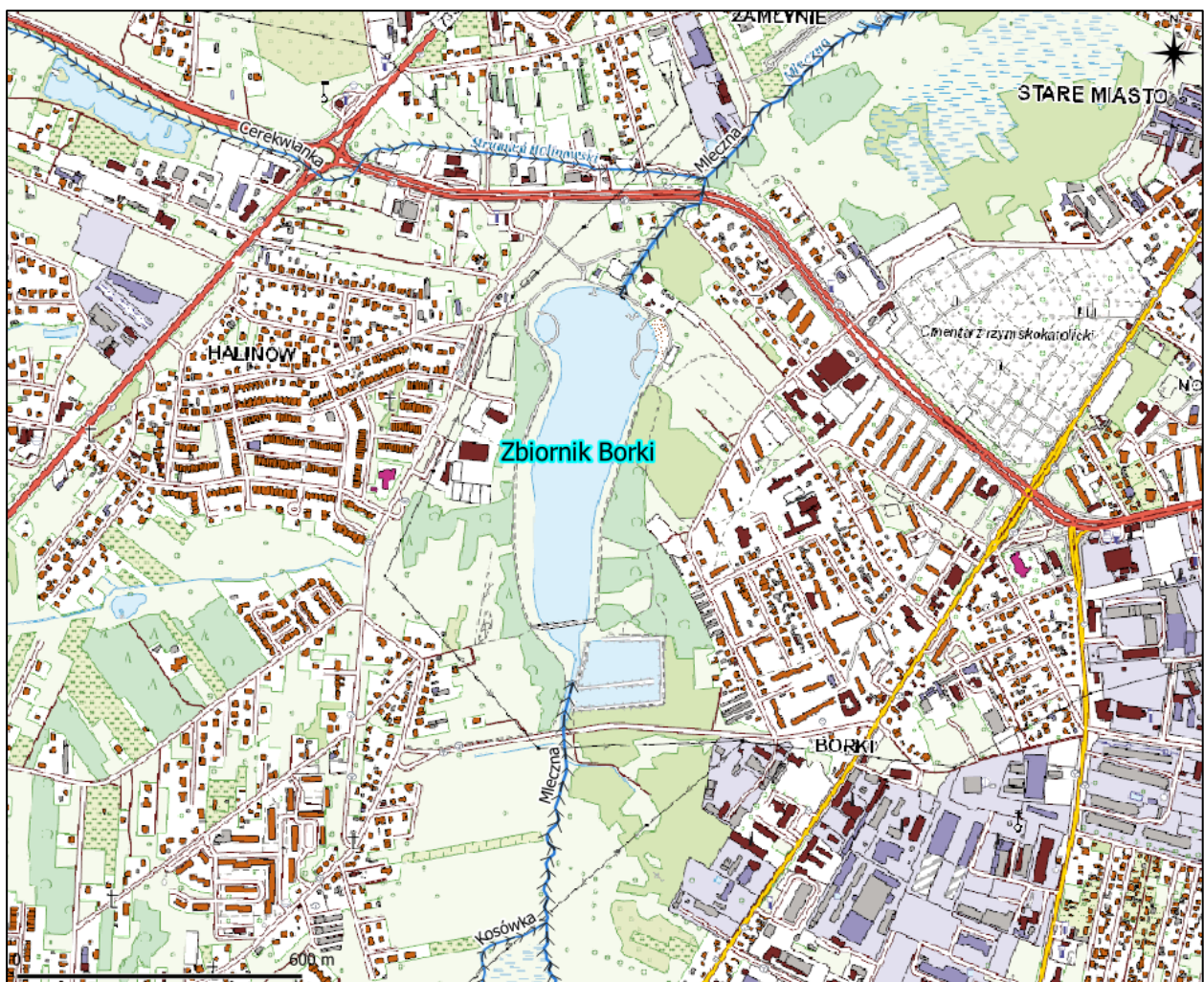
Miejscowość:	Radom	Jednostka	146301_1
Gmina:	Miasto Radom	ewidencyjna:	
Powiat:	Miasto Radom	Obręb:	0061 HALINÓW
Województwo:	mazowieckie	Arkusze mapy:	68
Ciek:	rzeka Mleczna	Numer ewidencyjny	2/1, 3/1, 23/3, 25/1,
Km ciek:	Od Km 17+700 do Km 16+870	działki:	26/1

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Tabela 1 Współrzędne geodezyjne środka urządzeń wodnych (przybliżone)

Punkt	Współrzędna X *	Współrzędna Y*
Jaz główny – oś rzeki	7508126.17	5695483.78
Jaz kozłowy -oś rzeki	7508025.24	5694667.93
Przepławka - wlot od GW	7508107.42	5695479.37
Przepławka – wlot od DW	7508147.65	5695529.52
Początek zapory czołowej do doszczelnienia	7508018.87	5695510.02
Koniec zapory czołowej do doszczelnienia	7508170.60	5695450.28
Staw kolmatacyjny – próg nr 1	7508028.43	5694644.29
Staw kolmatacyjny – próg nr 2	7508203.17	5694672.46
Staw kolmatacyjny – próg nr 3	7508082.55	5694759.56
Wylot z mlich M1	7508207.50	5694642.50
Wylot z mlicha M2	7508179.18	5694675.09
Wylot z mlicha M3	7508070.12	5694774.84
Kanał A0 – wylot do rz. Mlecznej	7508014.18	5694504.56

* Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178)



Rysunek 1 Mapa poglądowa lokalizacji zbiornika Borki

1.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego

Nazwa właściciela:

Gmina Miasto Radom
ul. Jana Kilińskiego 30, 26-610 Radom

Nazwa Inwestora:

Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.
Ul. Filtrowa 4, 26-600 Radom

Nazwa zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego:

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu sp. z o.o.
Ul. Narutowicza 9, 26-600 Radom

1.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne

Głównym przeznaczeniem Zbiornika Borki jest ochrona przeciwpowodziowa miasta Radom. Zbiornik wraz z urządzeniami towarzyszącymi ma za zadanie przejęcie części fali powodziowej jaka może wystąpić na rzece Mlecznej.

Dodatkowo Zbiornik Borki spełnia funkcje rekreacyjne. Od strony wschodniej zbiornika znajduje się plaża z miejscem wyznaczonym do pływania.

1.4. Przeprowadzona modernizacja zbiornika Borki

Przeprowadzane prace na zbiorniku wodnym Borki wykonane w ramach zadania „Adaptacja istniejącego zbiornika Borki i stawów kolmatacyjnych do zmian klimatu” (projekt LIFERADOMKLIMA-PL) miały na celu przebudowę istniejącej infrastruktury technicznej w obrębie zbiornika Borki. W efekcie wykonane prace poprawiły bezpieczeństwo przeciwpowodziowe terenów znajdujących się w zlewni rzeki Mlecznej oraz wpłynęły na zwiększenie jakości zasobów wodnych zbiornika.

W ramach ww. zadania zostały wykonane następujące prace:

- Przebudowa jazu głównego w km 16+870 rzeki Mlecznej (remont konstrukcji betonowych, wymiana zamknięć na zasuwę dwudzielne oraz dostosowanie jazu do zmienionego piętrzenia – NPP i MaxPP);
- Budowa przepławki szczelinowej w przekroju piętrzenia jazem głównym;
- Przebudowa zapory czołowej poprzez doszczelnienie korpusu i podłoża zapory za pomocą ścianki szczelnej winylowej. Rz. korony ścianki – 156,00 m n.p.m.;

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- Przebudowa stawów kolmatacyjnych w celu maksymalnego ich wykorzystania dla redukcji stężeń zanieczyszczeń zawartych w wodzie rzeki Mlecznej (wydzielenie części sedymentacyjnej, flotacyjnej biofiltracyjnej; instalacji dyfuzorów rozmieszczonych na dnie zbiornika do podczyszczania wody; budowa mniczków spustowych ułatwiających eksploatację stawów; konstrukcja przepławek na trzech progach (na wlocie, pomiędzy górnym i dolnym stawem, na wylocie) w formie pochylnej dennej; stworzenie systemu ograniczającego odpływ wody ze stawu dolnego; zabudowa wyrw w dnie i groblach wraz z podwyższeniem i wyrównaniem korony grobli;
- Odmulenie koryta rzeki Mlecznej, biegnącego po dnie zbiornika Borki oraz odmulenie czaszy zbiornika,
- Przebudowy jazu kozłowego w zakresie zamknięć zastawkowych);
- Konstrukcja wysp pływających w górnej części zbiornika oraz fontann służących mieszaniu wody i poprawy jej właściwości fizycznych.
- Dodatkowo (w ramach zadania „Adaptacja kanału wody deszczowej A0 celem poprawy jakości odpływów wodnych do rzeki Mlecznej”) wykonano usprawnienie funkcjonowania kolektora deszczowego A0 i zastosowano sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjnego (SSSB) na odpływie z wód przepompowni.

1.5. Informacje dotyczące zbiornika, urządzenia wodnego głównego oraz dodatkowych

Parametr	Przed przeprowadzoną modernizacją	Po przeprowadzonej modernizacji	Uwagi
Zbiornik			
➤ Powierzchnia zbiornika/zalewu	120 000 m ² (12 ha)	120 000 m ² (12 ha)	Bez zmian
➤ Rzędna NPP	155,40 m n.p.m.	155,30 m n.p.m.	Obniżenie NPP o 10 cm
➤ Rzędna Max PP	Nie określono	155,50 m n.p.m.	
➤ Wysokość piętrzenia	3,00 m	3,05 m	Zwiększenie wysokości piętrzenia
➤ Pojemność całkowita	154 800 m ³	154 800 m ³	Bez zmian
➤ Pojemność przy NPP	Nie określono	142 614 m ³	
➤ Pojemność przy Max PP	Nie określono	167 172 m ³	Uzyskanie dodatkowej objętości retencyjnej
➤ Bezpośrednia retencja powodziowa	Brak	~ 24 558 m ³	Stworzenie retencji powodziowej w zbiorniku

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

➤ Rzędna piętrzenia powodziowego	Nie określono	155,50 m n.p.m.	
➤ Pojemność martwa zbiornika V_m	Nie określono	2 488 m ³	
➤ Pojemność użytkowa zbiornika V_u	Nie określono	140 126 m ³	
➤ Pojemności powodziowej stałej zbiornika V_{ps}	Nie posiada*	Nie posiada*	Bez zmian
➤ Pojemności powodziowej forsowanej zbiornika V_{pf}	Nie posiada*	Nie posiada*	Bez zmian
➤ Długość zbiornika	850,00 m;	850,00 m;	Bez zmian
➤ Szerokość maksymalna zbiornika	250,00 m;	250,00 m;	Bez zmian
➤ Głębokość maksymalna zbiornika	2,00 m;	2,00 m;	Bez zmian
➤ Głębokość średnia zbiornika	1,50 m.	1,50 m.	Bez zmian
* Rezerwa powodziowa wyznaczona jest na podstawie własnych obserwacji poprzez spuszczenie wody przed nadejściem fali powodziowej.			
Jaz główny			
➤ Kilometr rzeki Mlecznej	KM 16+870	KM 16+870	Bez zmian
➤ Współrzędna X*	7508126.17	7508126.17	Bez zmian
➤ Współrzędna Y *	5695483.78	5695483.78	Bez zmian
➤ Normalny poziom piętrzenia NPP	155,40 m n.p.m.	155,30 m n.p.m.	Obniżenie NPP o 10 cm
➤ Minimalny poziom piętrzenia Min PP**	Nie określono	152.40 m n.p.m.	
➤ Minimalny poziom energetyczny Min PE	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Bez zmian
➤ Maksymalny poziom piętrzenia Max PP	Nie określono	155,50 m n.p.m.	
➤ Nadzwyczajny poziom piętrzenia Nad PP	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Bez zmian
➤ Maksymalny poziom żeglowny WWŻ***	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Bez zmian
➤ Normalny poziom żeglowny NWŻ****	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Bez zmian
➤ Okres obowiązywania NWŻ****	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Bez zmian
➤ Wysokość piętrzenia wody	3,00 m	3,05 m	Zwiększenie wysokości piętrzenia
➤ Pozostałe dodatkowe informacje:	3 x 1,50 = 4,50 m	3 x 1,50 = 4,50 m	Bez zmian

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Światło budowli			
Klasa budowli hydrotechnicznej	IV	IV	Bez zmian
Zamknięcie jazu	zasuwowe trójdzielne	zasuwowe dwudzielne	
Napęd zamknięć	ręczny	mechanizm wyciągowy	
Konstrukcja jazu	żelbetowa	żelbetowa	Bez zmian
Umocnienie na wlocie	płyty betonowe na włókninie i podsypce żwirowej	na odcinku 2,0 m przed jazem narzutem kamiennym spoinowanym gr. 20 cm na geowłókninie i podbudowie ze żwiru gr. 15 cm. Dalej na dł. od 3,0 - 10,0 m umocnienia narzutem kamiennym luzem gr. 20 cm na geowłókninie i podbudowie ze żwiru gr. 15 cm. Umocnienia zakończone palisadą $\varnothing 10$ cm, L=1,20-1,50 m.	przebudowa
Umocnienie na wylocie	płyty betonowe z otworami filtracyjnymi	na odcinku ok.36,5 m materacami siatkowo-kamiennymi 200x100x30 cm na geowłókninie i podbudowie z podsypki piaskowo-żwirowej gr.15 cm. Dalej na dł. 5,0 m w obrębie wylotu z przepławki dno umocnić narzutem	przebudowa

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

		kamiennym luzem gr. 20 cm na geowłókninie i podbudowie piaskowo- żwirowej. Umocnienia zakończone palisadą $\varnothing 10$ cm, L=1,20-1,50 m.	
<p>*Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178) **Obowiązuje w przypadku konieczności wykonania remontu jazu lub oczyszczenia dna zbiornika bądź wystąpienia długotrwałej suszy (niedobór wody w środowisku) *** budowla nie służy celą energetycznym</p>			
POZOSTAŁE URZĄDZENIA:			
Jaz kozłowy			
➤ Kilometr rzeki Mlecznej	km 17+700	KM 17+700	Bez zmian
➤ Współrzędna X*	7508025.24	7508025.24	Bez zmian
➤ Współrzędna Y *	5694667.93	5694667.93	Bez zmian
➤ Rzędna piętrzenia na jazie	156,35 m n.p.m.	156,35 m n.p.m.	Bez zmian
➤ Światło całkowite	9,53 m	9,53 m	Bez zmian
➤ Wysokość piętrzenia na jazie	1,25 m	1,25 m	Bez zmian
➤ Światło budowli (część ruchoma)	5,83 m	5,83 m	Bez zmian
*Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178)			
Staw kolmatacyjny górny			
➤ Powierzchnia stawu	8 000 m ² (0,80 ha)	8 000 m ² (0,80 ha)	Bez zmian
➤ Pojemność całkowita	7 200 m ³	7 200 m ³	Bez zmian
➤ Rzędna korony grobli	156,75 m n.p.m.	157,50 m n.p.m.	Podwyższenie o 75 cm
➤ Rzędna zwierciadła wody	156,25 m n.p.m.	156,35 m n.p.m.	Podwyższenie o 10 cm
➤ Rzędna korony przewału	156,15 m n.p.m.	156,15 m n.p.m.	Bez zmian
➤ Długość przewału	10,00 m	10,00 m	Bez zmian
➤ Mnich spustowy	żelbetowy	żelbetowy	Bez zmian
➤ średnica leżaka	0,50m	0,50m	Bez zmian
Staw kolmatacyjny dolny			

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

➤ Powierzchnia stawu	14 500 m ² (1,45 ha)	14 500 m ² (1,45 ha)	Bez zmian
➤ Pojemność całkowita	13 000 m ³	13 000 m ³	Bez zmian
➤ Rzędna korony grobli	156,00 m n.p.m.	157,50 m n.p.m.	Podwyższenie o 1,50 m
➤ Rzędna zwierciadła wody	156,50 m n.p.m.	156,50 m n.p.m.	Bez zmian
➤ Mnich spustowy	żelbetowy	żelbetowy	Bez zmian
➤ średnica leżaka	0,50 m	0,50 m	Bez zmian
Zapora czołowa			
➤ Długość części lewej nasypu	257 m	257 m	Bez zmian
➤ Długość części prawej nasypu	20 m	20 m	Bez zmian
➤ Szerokość korony	5 m	5 m	Bez zmian
➤ Rzędna korony	156,70 m n.p.m.	156,70 m n.p.m.	Bez zmian
➤ Nachylenie skarpy odwodnej	1:5	1:5	Bez zmian
➤ Nachylenie skarpy odpowietrznej	1:5	1:5	Bez zmian
➤ Wysokość zapory	max. 3,70 m	max. 3,70 m	Bez zmian
Przepławka dla ryb – nowy obiekt			
➤ Długość	59,90 m		
➤ szerokość w świetle	1,5 m		
➤ długość komór	2,0 m		
➤ rz. wlotu do przepławki od GW	154,35 m n.p.m.		
➤ rz. wlotu do przepławki od DW	152,00 m n.p.m.		
➤ spadek dna	5,5% (3,44% w komorze spoczynkowej)		

PRZEPŁYWY

Wielkość przepływów obliczono wg wzorów Iszkowskiego. Na podstawie dostępnych danych GIS, podziału hydrograficznego Polski oraz mapy topograficznej została określona powierzchnia zlewni na wysokości jazu głównego.

- **Średniego niskiego przepływu z wielolecia** - liczona na podstawie wzoru zgodnie z Rozporządzeniem Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie z dnia 29 maja 2017 r., w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód zlewni rzeki Radomki.

$$SNQ=4,068 * 10^{-4} * A^{1,045} * SSq_p^{0,96} * i_r^{0,11} * (1+Jez)^{0,23}$$

Gdzie:

A- Powierzchnia zlewni [km²] – 77,10 km²

SSq_p=średni z wielolecia odpływ jednostkowy pochodzący z zasilania podziemnego określony z mapy w „Atlasie hydrologicznym Polski” [l/s/km²] -3,5 l/s/km²

I_r- spadek cieku [m/km] 3,0‰=3,0 m/km

Jez -wskaźnik jeziorności [-] -przyjęto 0

$$SNQ=4,068 * 10^{-4} * 77,1^{1,045} * 3,5^{0,96} * 3^{0,11} * (1+0)^{0,23}$$

$$SNQ = 0,121 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Przepływu nienaruszalnego** - Wielkość przepływu nienaruszalnego ustala się jako iloczyn współczynnika „k”, zależnego od typu hydrologicznego cieku oraz powierzchni jego zlewni w przekroju istniejącego lub zamierzonego korzystania z wód i wielkości średniego rocznego niskiego przepływu (SNQ) w tym przekroju.

$$Q_n = k * SNQ$$

$$Q_n = 1 * 0,143$$

$$Q_n = 0,121 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Przepływu gwarantowanego** - rozumie się przez to przepływ wód poniżej budowli piętrzącej, będący sumą przepływu nienaruszalnego oraz przepływu niezbędnego do pokrycia potrzeb wodnych, w szczególności potrzeb wodnych zakładów posiadających pozwolenia wodnoprawne, zlokalizowanych w zasięgu oddziaływania danej budowli.

$$Q_{gw} = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}^1$$

- **Przepływu dozwolonego** - rozumie się przez to przepływ wód, który nie powoduje negatywnych skutków powodzi na terenach położonych poniżej budowli piętrzącej.

$$Q_{doz} = 5,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Przepływu powodziowego** - rozumie się przez to przepływ wód poniżej budowli piętrzącej, ustalany w zależności od prognoz, dostosowany do przepustowości urządzeń upustowych, mogący powodować negatywne skutki powodziowe

$$Q_{pow} = 11,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

¹ Wielkość szacunkowa

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- **Przepływu katastrofalnego** - rozumie się przez to przepływ powodziowy wód poniżej budowli piętrzącej, który jest poza możliwością sterowania urządzeniami upustowymi i powoduje straty w mieniu oraz zagraża życiu lub zdrowiu ludzi.

$$Q_{\text{kat}} = 28 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

- **Przepływu wyprzedzającego** - rozumie się przez to przepływ wód nieprzekraczający przepływu dozwolonego, który w zależności od prognoz i aktualnej pojemności użytkowej zbiornika umożliwia częściowe jego opróżnienie przed spodziewanym wezbraniem powodziowym:

$$Q_{\text{wyp}} \sim 2.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Najniższego przepływu żeglownego: Q_{minz} – nie dotyczy
- Najwyższego przepływu żeglownego: Q_{maxz} – nie dotyczy

DOPUSZCZALNYCH PRĘDKOŚCI OBNIŻANIA I PODWYŻSZANIA POZIOMÓW WODY NA GÓRNYM I DOLNYM STANOWISKU

Poziom zwierciadła wody w zbiorniku uzależniony jest od ilości i napeu napływu wody powodziowej. W przypadku wystąpienia w zlewni stanów powodziowych podwyższenie poziomów wody może wynosić maksymalnie 0,5 m/dobę. Po przejściu fali powodziowej należy dokonać oceny skarp zbiornika, zapory i budowli przelewowo-upustowych. W normalnych warunkach użytkowania zmiany poziomów wody w zbiorniku mogą maksymalnie wynosić – 0,2 - 0,3 m/dobę.

Prace wykonane na zbiorniku Borki, w szczególności przebudowa jazu głównego (remont konstrukcji betonowych, wymiana zamknięć zasuwowych, dostosowanie jazu do zmienionego piętrzenia – NPP i MaxPP), budowa przepławki dla ryb oraz przebudowa stawów kolmatacyjnych, pozwoliły uzyskać rezerwę powodziową.

Na jazu głównym zasuwę są ustawione na MaxPP (155.50 m n.p.m.). Woda ze zbiornika do rzeki Mlecznej przez cały czas kierowana jest przepawką dla ryb. Zwierciadło wody w zbiorniku z rzędnej NPP po wejściu fali opadowej w zależności od jej wielkości, samoczynnie się podnosi. Gdy cała rezerwa powodziowa zbiornika się wypełni i zwierciadło wody osiągnie MaxPP, woda zacznie się przelewać przez jaz główny. Po przejściu fali opadowej, zwierciadło wody w zbiorniku zacznie samoczynnie się obniżać do NPP (155.30 m n.p.m.), a woda będzie kierowana tylko przepawką. Umożliwia to zretencjonowanie wód w zbiorniku wodnym Borki w ilości do 24 558 m³ (różnica między pojemnością przy MaxPP=155,50 m n.p.m. i NPP=155,30 m n.p.m.). Zastosowane

² Wielkość szacunkowa

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

rozwiązanie nie powoduje zwiększonego przepływu poniżej zbiornika do czasu osiągnięcia poziomu MaxPP.

Dodatkowy bufor retencyjny wód powierzchniowych rzeki Mlecznej stanowią stawy kolmatacyjne. Po modernizacji, w groblach zainstalowany został system zastawek szczelinowych, który umożliwia 20 cm spiętrzenie wody w stawach kolmatacyjnych dzięki czemu są w stanie pomieścić większą ilość wód w porównaniu do stanu przed wykonaną modernizacją. Zmodernizowane obiekty stawów kolmatacyjnych wpływają na spowolnienie fali powodziowej.

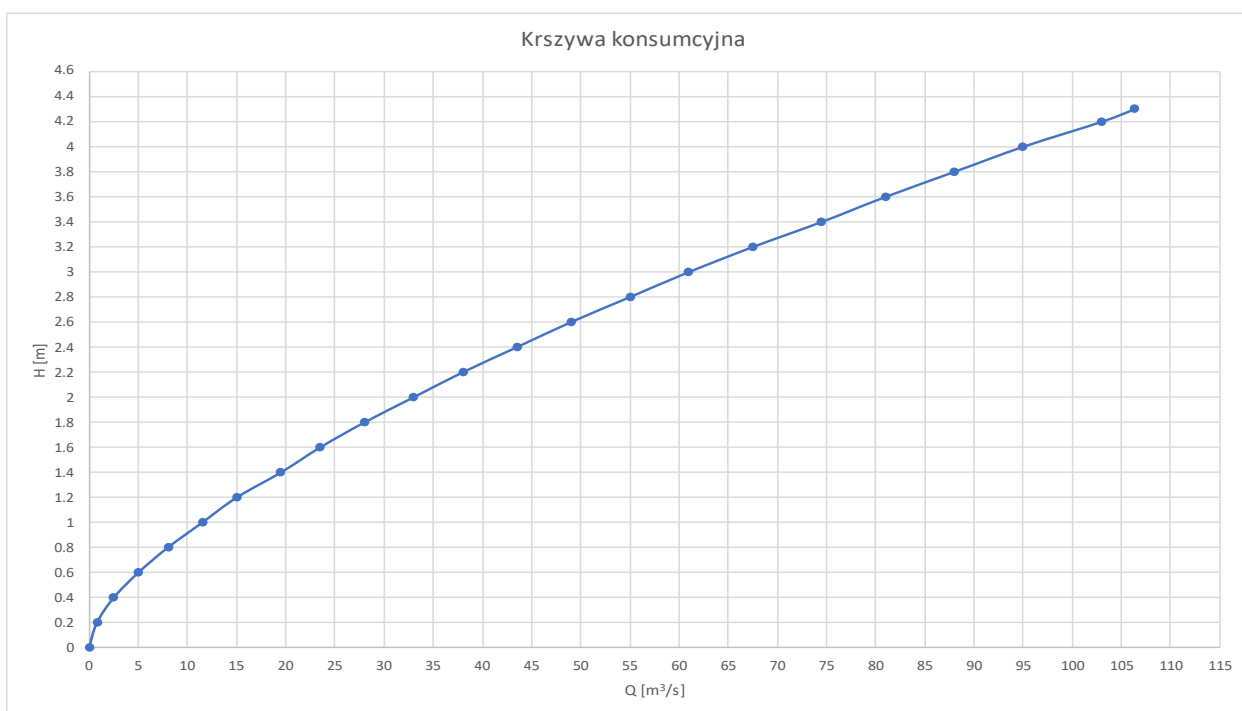
Osuszanie zbiornika wodnego Borki

W przyszłości planowane są prace związane z usuwaniem osadów dennych ze zbiornika wodnego przy zdjętym piętrzeniu wód rzeki Mlecznej oraz spuszczeniu wody z czaszy zbiornika Borki. Na czas wykonywania zadania musi być zapewniony ciągły przepływ wód za pomocą dawnego koryta rzeki Mlecznej, prowadzonego w dnie zbiornika Borki. Po wykonaniu wszystkich prac piętrzenie zostanie przywrócone. Prace związane ze spuszczeniem wody ze zbiornika należy uzgodnić z Polskim Związkiem Wędkarzy oraz prowadzić pod nadzorem ichtiologicznym.

Tempo spuszczenia wód ze zbiornika uzależnione jest od warunków atmosferycznych oraz od postępu prac związanych z formalnie uzgodnionym odłowem ryb, lecz nie może wynosić powyżej 0,5 m/dobę. Odłowione ryby należy przewieźć na inne akwenty, znajdujące się w najbliższym otoczeniu zbiornika Borki np. Jagodno czy Domaniów. Taki sposób usuwania osadów ze zbiornika, przy spuszczonej wodzie z czaszy zbiornika ułatwi prace związane z oczyszczaniem dna zbiornika z obumarłych części roślin, ewentualnych śmieci i innych zanieczyszczeń.

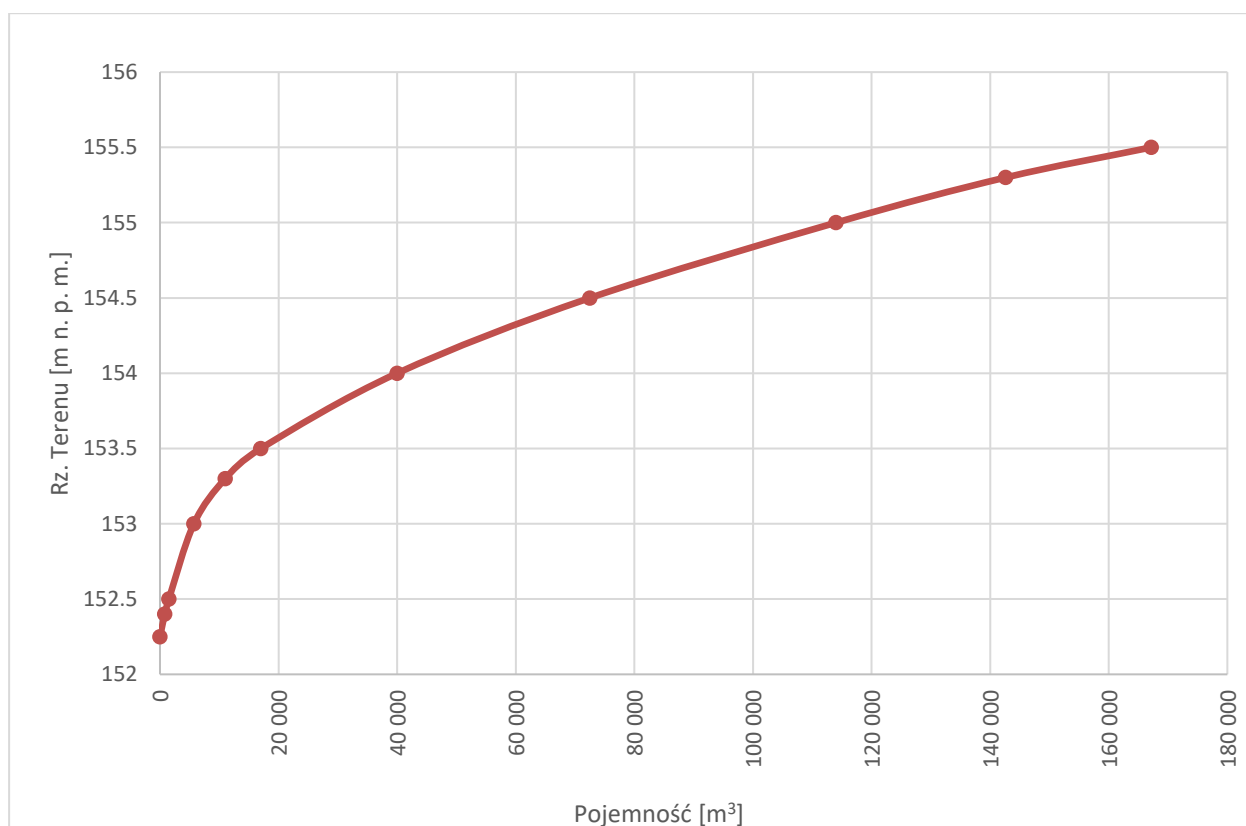
MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI URZĄDZENIA WODNEGO

Zgodnie z Instrukcją Gospodarowania Wodą dla zbiornika wodnego Borki (kwiecień 2015 r.), maksymalna przepustowość stopnia wynosi $Q = 106,36 \text{ m}^3/\text{s}$.



Rysunek 2 Krzywa konsumcyjna przepustowości stopnia dla zbiornika wodnego Borki (opracowanie własne)

KRZYWA POJEMNOŚCI ZBIORNIKA



Rysunek 3 Krzywa pojemności zbiornika Borki (opracowanie własne)

ZAGROŻENIA I UWARUNKOWANIA W GOSPODAROWANIU WODĄ WYSTĘPUJĄCE PRZY OBNIŻENIU POZIOMU PIĘTRZENIA PONIŻEJ MINIMALNEGO POZIOMU PIĘTRZENIA

Zmiana poziomu wody w zbiorniku może wynikać z konieczności przepuszczenia wód powodziowych.

1.6. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania

Normalne warunki użytkowania mają miejsce poza okresem przejścia fali powodziowej, występowania suszy czy też awarii, przy stanach wody mieszczących się w linii brzegowej zbiornika, tj. do rzędnej 155,30 m n.p.m. i w linii brzegowej koryta rzeki Mlecznej tj. do rzędnej piętrzenia 156,35 m n.p.m. na jazie kozłowym.

W warunkach normalnych jaz główny na zbiorniku Borki ma ustawione zasuwę na wysokości MaxPP (155.50 m n.p.m.) woda ze zbiornika do koryta rzeki Mlecznej kierowana jest przepławką dla ryb, co umożliwi utrzymanie stałego poziomu wody w zbiorniku na poziomie 155.30 m n.p.m.). Nadwyżka wody kierowana jest przepławką dla ryb co zapewnia utrzymanie życia biologicznego w dolnej części odcinka rzeki Mlecznej znajdującym się za jazem głównym oraz wędrówkę ryb. Średni przepływ w rzece Mlecznej poniżej jazu jest zapewniony na poziomie $0.35\text{m}^3/\text{s}$. Ponadto należy utrzymać w naturalnym korycie rzeki Mlecznej poniżej wylotu z kolektora A0 (ok. km 16+675), przepływ nienaruszalny w ilości $Q_n=0,121\text{ m}^3/\text{s}$.

Stawy kolmatacyjne (Zdjęcie 2) znajdujące się przed zbiornikiem Borki mają za zadanie zmniejszenie nanoszonych rzeką Mleczną namulów mineralnych oraz biologicznych, które mogą spowodować przeżyźnienie zbiornika, zakwity glonów lub nadmierne zarastanie roślinnością. System zastawek szczelinowych umożliwi zwiększyć piętrzenie do 20 cm, przy zapewnionym niezmiennym odpływie ze stawów kolmatacyjnych.

Rzeka Mleczna dopływa do zbiornika Borki poprzez stawy kolmatacyjne, dostając się najpierw na górny staw kolmatacyjny od kierunku zachodniego, gdzie następuje wstępne odfiltrowanie większości zawieszin w utworzonej strefie sedymentacyjnej. W dalszej kolejności woda przepływa przez system ścianek wydłużających jej drogę przepływu oraz system budowli gabionowych wypełnionych kamieniem dolomitowym zwiększając zdolność do samooczyszczania i redukcji fosforanów. W tej strefie znajduje się system napowietrzający poprawiający właściwości fizyczne wody i zapobiegający tzw. zasilaniu wewnętrznemu w substancje biogeniczne, głównie fosforany, pochodzące z dna zbiornika. Następnie woda dostaje się przepustem we wschodniej części do dolnego stawu kolmatacyjnego pełniącego funkcję biofiltra, gdzie zanieczyszczenia w formie rozpuszczonej w wodzie są wyłapywane przez rośliny. W tym miejscu znajdują się również 3 wyspy pływające, stanowiące naturalny biofiltr dla wody oraz będące miejscami siedliskowymi dla zwierząt.



Zdjęcie 2 Widok na staw kolmatacyjny (autor: B.Latoszek)

Stawy kolmatacyjne (urządzenia podczyszczające) podlegają okresowemu czyszczeniu oraz przeglądom dwa razy do roku (wiosną i latem) oraz w momencie przejścia wielkich wód.

Dodatkowo w przypadku nadmiernego rozrostu roślinności pływającej w postaci glonów takich jak sieć wodna oraz nagromadzenia osadu na stawach, należy je niezwłocznie poddać czyszczeniu, tak aby w pełni mogły spełniać swoją funkcję.

Od czerwca do września (okres wysokich temperatur) zaleca się ciągłą pracę systemu pompującego wody z kanału A0 zlokalizowanego przed zbiornikiem Borki. System ten oczyszcza wodę i jest źródłem zwiększającym dopływ wód do zbiornika.

Prace i czynności obsługowe utrzymania obiektu w okresach zimowych obejmują dodatkowo usuwanie śniegu i lodu z ogólnodostępnych urządzeń komunikacyjnych. Pracownikom zatrudnionym przy obsłudze obiektu w okresach zimowych należy zapewnić odpowiednie warunki pracy w temperaturach ujemnych.

Przy podniesieniu się poziomu wody górnej ponad w/w stan, zagrażający wystąpieniu wody z koryta rzeki, należy obniżyć piętrzenie na jazie kozłowym. W dalszej kolejności – w razie konieczności obniżyć piętrzenie na jazie głównym.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodną – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Podstawowe zasady gospodarowania w normalnych warunkach użytkowania:

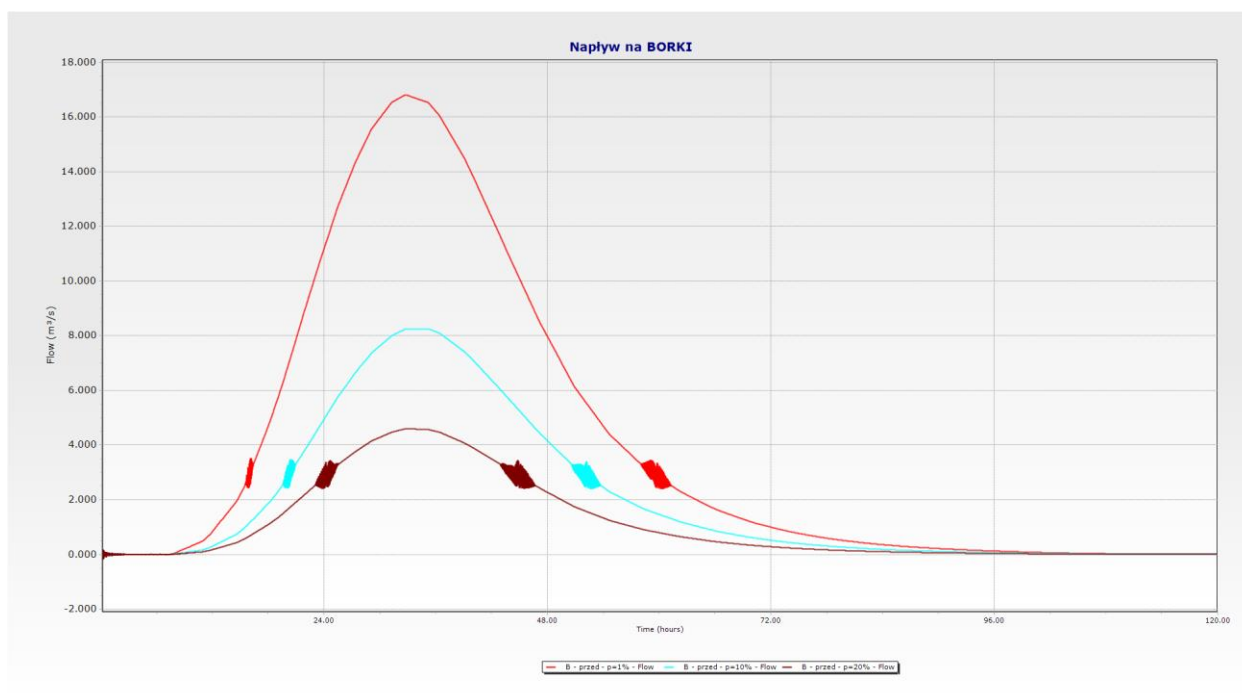
- przeprowadzać coroczne i pięcioletnie oceny stanu technicznego
- przed prognozowanym przyjściem fali powodziowej, każdorazowo dokonać kontroli stanu technicznego zbiornika, zapory oraz urządzeń przelewowo-upustowych
- przeprowadzać minimum 2 razy do roku prace konserwacyjne polegające na wykaszaniu skarp i dna zbiornika oraz przeprowadzaniu prac remontowych umocnień i budowli
- gospodarkę wodną na zbiornikach prowadzi w normalnych warunkach użytkowania Kierownik wyznaczony przez Inwestora
- stałe utrzymywanie poziomu wody w zbiorniku odbywa się całorocznie, a obniżenie poziomu wody przewiduje się jedynie raz na kilka lat w celu wykonania zabiegów pielęgnacyjnych i konserwacyjnych.

Szacunkowy czas napełniania zbiornika do maksymalnego poziomu piętrzenia po wystąpieniu opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia przedstawia się następująco:

Tabela 2 Opady miarodajne i czas napełniania się zbiornika Borki

I.p.	p	Sumaryczna wysokość opadu w mm	Q [m ³ /s] SWMM	Q [m ³ /s] HEC RAS	Qmin [m ³ /s]	Q-Qmin [m ³ /s]	Czas napełniania [h]
1	50%	41.37	1.9	2.1	0.121	1.78	6.98
2	20%	57.72	4.2	5.6	0.121	4.08	3.04
3	10%	67.51	8.1	8.0	0.121	7.98	1.56
4	5%	76.12	10.3	9.6	0.121	10.18	1.22
5	2%	86.32	15.4	12.9	0.121	15.28	0.81
6	1%	93.38	17.2	14.4	0.121	17.08	0.73
7	0.50%	100.01	19.7	16.2	0.121	19.58	0.63

Tabela 3 Hydrogramy dopływu wody do zbiornika Borki po wystąpieniu opadów o określonym prawdopodobieństwie



— B - przed - p=1% - Flow — B - przed - p=10% - Flow — B - przed - p=20% - Flow

1.7. Sposób postępowania w okresie powodzi

Podstawą stosowania powodziowych warunków pracy jest ogłoszenie przez lokalny Komitet Przeciwpowodziowy alarmu przeciwpowodziowego dla rzeki Mlecznej i jej dopływów, w tym rzeki Kosówki.

Utrzymywanie się stanu przeciwpowodziowego wymaga pełnienia całodobowych dyżurów oraz przygotowania niezbędnych materiałów i środków technicznych potrzebnych dla ochrony.

Przed okresem powodziowym, należy przy współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddziałem w Warszawie, ustalić spodziewaną wartość kulminacyjnego przepływu dla przekroju stopnia i czasu trwania wezbrania.

Ponadto zakres czynności obsługowych prowadzonych w warunkach zimowych wynika z prawdopodobieństwa wystąpienia w tym czasie warunków hydrologicznych wymagających przygotowania obiektu do przejścia fali powodziowej.

W przypadku przewidywanego wezbrania na poziomie wielkiej wody należy dążyć do wcześniejszego rozbicia i usunięcia lodu, w części zbiornika przyległego do jazu, następnie wykonać pozostałe czynności przygotowawcze opisane powyżej.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Nie przewiduje się również w okresie obowiązywania przyszłego pozwolenia wodnoprawnego automatyzacji i elektryfikacji zamknięć. Były i będą one w dalszym ciągu uruchamiane i obsługiwane ręcznie przez obsługę obiektu.

WPROWADZENIE STANU OSTRZEGAWCZEGO

Nie określono.

WPROWADZENIE STANU ALARMOWEGO

Nie określono.

PROGNOZOWANE NADEJŚCIA FALI POWODZIOWEJ

Zanim rozpocznie się okres powodziowy, przy współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddziałem w Warszawie, należy ustalić spodziewaną wartość kulminacyjnego przepływu dla przekroju stopnia i czasu trwania wezbrania.

W prognozowaniu nadejścia fali powodziowej dla rzeki Mlecznej i jej dopływów w rejonie zbiornika Borki, należy korzystać również z danych pomiarowych zarejestrowanych w stacjach meteorologicznych na terenie Radomia, w szczególności posterunku opadowego „Sucha”. Reakcja zlewni zamkniętej przekrojem wyznaczonym przez budowlę piętrzącą zbiornika Borki uzależniona jest do szeregu czynników hydrologicznych, w tym np. stopnia uwilgotnienia podłoża, transpiracji, temperatury powietrza. Na kształtowanie się fali wezbraniowej i powodziowej bezpośredni wpływ wywiera przede wszystkim wysokość opadów atmosferycznych na terenie zlewni, dlatego wskazane jest monitorowanie wysokości i intensywności opadów w południowej części Radomia.

Ponieważ pojemność retencyjna przeciwpowodziowa zbiornika Borki wynosi zaledwie 24 558 m³, co stanowi poniżej 15% całej objętości zbiornika przy maksymalnym poziomie piętrzenia, w prognozowanym nadejściu fali powodziowej należy utrzymywać piętrzenie wody w zbiorniku przy poziomie wyznaczonym niebieską linią na przyczółku jazu, co odpowiada rzędnej normalnego poziomu piętrzenia wynoszącej 155,30 m n.p.m. Takie podejście umożliwi zretencjonowanie pierwszej fali powodziowej. W żadnym przypadku, nie należy przekraczać poziomu piętrzenia wyznaczonego czerwoną linią, co odpowiada rzędnej piętrzenia maksymalnego (155,50 m n.p.m.).



Zdjęcie 3 Oznaczenie maksymalnego poziomu piętrzenia na przyczółku jazu zbiornika Borki

W odniesieniu do rozpatrywanego obiektu, normalne warunki eksploatacji występują przy stanach wody mieszczących się w linii brzegowej zbiornika, tj. do rzędnej 155.30 m n.p.m. i w linii brzegowej koryta rzeki Mlecznej tj. do rzędnej 156.35 m n.p.m. na jазie kozłowym.

Po wystąpieniu intensywnych opadów deszczu na terenie zlewni rz. Mlecznej (zlewnia powyżej zbiornika Borki), należy obserwować poziom dopływu wody na wodowskazię zlokalizowanym w rejonie mostu ul. Suchej. Przy podniesieniu się poziomu wody górnej ponad w/w stan, zagrażający wystąpieniu wody z koryta rzeki, należy obniżyć piętrzenie na jазie kozłowym.

Według przeprowadzonych pomiarów terenowych i wykonanych obliczeń modelowych, wzrost dopływu wody do zalewu Borki występuje już po kilku godzinach od wystąpienia opadu o wysokości powyżej 5 mm/d.



Zdjęcie 4 Posterunek wodowskazowy w korycie rzeki Mlecznej – dopływ do stawów kolmatacyjnych i zbiornika Borki, rejon ul. Suchej

Przed wezbraniem należy:

- niezwłocznie wyłączyć system pompujący wody z kanału A0 zlokalizowanego przed zbiornikiem Borki jeżeli jest włączony (okres ciepły: czerwiec - wrzesień), w celu zmniejszenia ilości wody dopływającej do zbiornika;
- niezwłocznie otworzyć przepławkę dla ryb jeżeli była zamknięta;
- utrzymywać stałe piętrzenie na zbiorniku w wysokości NPP =155.30 m n.p.m. (niebieska linia na wodowskazie przy jazie głównym);
- Sprawdzić czy w światłach jazu głównego oraz kozłowego nie ma przeszkód mogących utrudnić ich obsługę, jeżeli takie się znajdują należy je usunąć;
- Sprawdzić działanie środków łączności;
- Przygotować materiały (kamienie, piasek, worki) do zabezpieczenia ewentualnych rozmyć skarp zbiornika lub zapory w rejonie obiektu oraz mostu w ul. Suchej;

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- Przygotować narzędzia (łopaty, siekiery, bosaki, kilofy, itp.) potrzebne do usuwania awarii;
- Zapewnić dostawę środków transportowych i dźwigów potrzebnych do usuwania awarii,
- Sprawdzić środki łączności;
- Zapewnić i przeszkolić brygady robocze;
- Sprawdzić i ewentualnie poprawić drogi dojazdowe;
- Zapewnić środki BHP.

W okresie przepływów wezbraniowych należy:

- Pełnić całodobowy dyżur;
- Niezwłoczne usuwanie zanieczyszczeń pływających mogących wpłynąć negatywnie na pracę urządzeń upustowych;
- Niezwłoczne powiadamianie odpowiednich organów służb technicznych, o zagrożeniach, których usunięcie przekracza możliwości obsługi, z określeniem rodzaju zagrożenia i środków niezbędnych dla jego usunięcia;
- Niezwłoczne powiadamianie o wszelkich zmianach wartości przepływu.

Rozdział ten nie dotyczy części „tworzenie i wykorzystanie pojemności powodziowej w oparciu o informacje napływające z ostony hydrometeorologicznej”. Nie ma możliwości zwiększenia pojemności powodziowej.

1.8. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych

W okresie zimowym, w przypadku wystąpienia grubego lodu, należy próbować go skruszyć na kawałki umożliwiające swobodny przepływ przez jaz. W przypadku wystąpienia oblodzenia zamknięć jazu, uniemożliwiającego pracę jazu (oblodzenie prowadnic lub ławy) należy usunąć oblodzenie wykorzystując sprowadzone dmuchawy i nagrzewnice elektryczne.

Zasilanie instalacji przewidziano z przewoźnego zespołu prądotwórczego, dla podłączenia którego należy wykorzystać istniejące urządzenia elektryczne w ośrodku rekreacyjnym MOSiR Sp. z o.o. lub agregat prądotwórczy.

Agregat prądotwórczy powinien być wyposażony w przewody przyłączone 1-faz, 3 żyłowe zakończone wtyczkami 2-bieg, z bolcem uziemiającym. Uruchamianie, praca lub zatrzymanie zespołu prądotwórczego powinno odbywać się zgodnie z dokumentacją fabryczną.

Obsługę zespołu prądotwórczego powinna prowadzić osoba przeszkolona w zakresie tej obsługi.

1.9. Sposób postępowania w warunkach wystąpienia zjawisk lodowych

- Należy prowadzić zgodnie z warunkami hydrologicznymi występującymi na cieku i zgodnie z zasadami określonymi w zakresie gospodarowania wodą w warunkach normalnych;
- W zakresie przygotowania i eksploatacji obiektów w czasie trwania zjawisk lodowych, należy opierać się na ustaleniach Instrukcji zawartych w rozdziale 1.15 Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi;
- Czas spływu kry lodowej rzeką Mleczną stanowi jednocześnie okres zagrożenia powodziowego dla obszarów wzdłuż niego;
- Gospodarkę wodną w warunkach występowania zjawisk lodowych prowadzi Kierownik stopnia, na podstawie treści niniejszej Instrukcji oraz dyspozycji Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie i w porozumieniu z Wojewódzkim i Powiatowym Zespołem Ochrony Ludności, Zarządzania Kryzysowego i Spraw Obywatelskich;
- W czasie trwania temperatur minusowych (tj. przy temp. -5°C) należy utrzymywać w sprawności do wykonywania operacji wszelkie urządzenia mechaniczne i automatyczne poprzez smarowanie urządzeń wyciągowych oraz systematyczne usuwanie oblodzeń;
- Należy dążyć do utrzymywania pasa wody wolnego od lodu o szerokości 1,0 m przed urządzeniami przelewowo-upustowymi;
- Nie dopuścić do gromadzenia się lodu, kry i zablokowania przelewów;
- W przypadku powstania zatoru na górnym stanowisku należy zawiadomić właściciela obiektu i jego zarządcę, a także przystąpić natychmiast do likwidacji zatoru.

1.10. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód określonego w pozwoleniu wodnoprawnym

Awaria powstaje w przypadku takiego uszkodzenia obiektu, które powoduje zagrożenie życia ludzkiego lub wyklucza prowadzenie normalnej eksploatacji. Po zauważeniu awarii należy ją usunąć w możliwie najkrótszym czasie. W przypadku awarii wymagającej natychmiastowego działania, odpowiednie decyzje dotyczące ograniczenia skutków awarii oraz naprawy lub zabezpieczenia uszkodzenia, podejmuje Prezes Wodociągów Miejskich w Radomiu Sp. z o.o.

Ze względu na swoje przeznaczenie obiekt powinien być zabezpieczony przed możliwymi do przewidzenia awariami. W zakresie przewidywanych warunków hydrologicznych, uwzględnionych przy projektowaniu obiektu.

Jako warunki awaryjne należy traktować:

- awarię wyposażenia obiektu umożliwiającą prawidłowe jego działanie,
- wystąpienie zjawisk hydrologicznych przekraczających założone parametry obliczeniowe jazów głównego i koźłowego,

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- wystąpienie skażenia środowiska środkami chemicznymi, bakteriologicznymi, ropopochodnymi itp. z uzasadnionym podejrzeniem możliwości ich rozprzestrzenienia się,
- powstanie zagrożenia dla zdrowia i życia obsługi i osób postronnych,
- inne okoliczności mogące w ocenie Kierownika obiektu stwarzać zagrożenie dla obsługi, środowiska lub konstrukcji i wyposażenia obiektu.

O wystąpieniu awarii należy powiadomić Zarząd Wodociągów Miejskich w Radomiu Sp. z o.o. i Dyrekcję Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu oraz instytucje współpracujące i w miarę potrzeby odpowiednie służby gminne i wojewódzkie. Administrator obiektu powinien powołać komisję do ustalenia przyczyny i skutków awarii oraz sposobu jej usunięcia. W zależności od rozmiaru i awarii w skład komisji powinni wchodzić przedstawiciele użytkownika, władz, służb wojewódzkich i gminnych oraz w miarę potrzeby specjaliści hydrotechnicy i rzeczoznawcy branżowi.

Ustalenia komisji powinny być przedstawione w protokole zawierającym:

- określenie przyczyn powstawania awarii,
- ocenę skutków awarii,
- ocenę działań podejmowanych w czasie awarii,
- zakres niezbędnych prac remontowych,
- wnioski i zalecenia dla dalszej eksploatacji obiektu.

Sytuacjom takim należy przeciwdziałać przez właściwe utrzymanie obiektu, zgodnie z zasadami podanymi w części dotyczącej utrzymania, niniejszej instrukcji oraz odpowiednie przygotowanie obiektu przed przewidywanymi wezbraniem rzeki Mlecznej.

Bardzo ważną czynnością obsługową w czasie trwania wezbrań jest prowadzenie ciągłej obserwacji poziomów wody i stanu technicznego obiektu ze szczególnym uwzględnieniem miejsc zagrożonych utratą szczelności (połączenie elementów betonowych i ziemnych).

Informacje o zauważonych przeciekach lub innych zjawiskach grożących awarią obiektu powinno się natychmiast przekazywać do kierownika MOSiR Sp. z o.o. oraz do osoby kierującej akcją przeciwpowodziową.

Uszkodzenia obiektu zagrażające jego bezpieczeństwu, powinny być jak najszybciej naprawione przy pomocy materiałów zastępczych (folia, plandeki, worki z piaskiem, itp.). Materiały te powinny być zgromadzone w magazynach w niedużym oddaleniu od obiektu. Należy również zabezpieczyć odpowiednią ilość sprzętu, zapewniającą sprawny dowóz materiałów w miejsce przeznaczenia.

Wszystkie zjawiska zaistniałe w okresie awarii powinny być rozpatrzone przez komisję powołaną przez administratora obiektu zgodnie z p. 5 niniejszej Instrukcji.

1.11. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy

W okresie występowania zjawisk suszy, w szczególności suszy hydrologicznej, zasilanie zbiornika zmniejsza się na tyle istotnie, że poziom wody zgromadzonej w zbiorniku zaczyna obniżać się. Oznacza to, że bilans wodny zbiornika nie jest utrzymany. W takiej sytuacji, ze zbiornika więcej wody ubywa (m.in. odpływ, parowanie, infiltracja), niż do niego przybywa (głównie zasilanie wodami rz. Mlecznej).

W przypadku wystąpienia długich okresów suszy i wysokich temperatur przepławka może zostać zamknięta (pozwolenie to dopuszcza), co pozwoli utrzymywać wyższy stan wód w zbiorniku Borki.

W przypadku występowania zjawiska suszy, należy:

- zamknąć przepławkę dla ryb, aby zapewnić utrzymanie życia biologicznego w zbiorniku;
- niezwłocznie uruchomić system pompujący wody z kanału A0 (od czerwca do września) w celu zwiększenia dopływu wód do zbiornika
- Kontrolować temperaturę wody w strefie przy jazie;
- Kontrolować temperaturę wody w stawach kolmatacyjnych.

Wskazane jest, aby w gospodarowaniu wodą zbiornika Borki wykorzystywać wiarygodne prognozy meteorologiczne oraz serwisy rządowe dotyczące suszy, np. publikowane w ramach programu Stop Suszy.

1.12. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszerniczej

Rzeka Mleczna jest niekontrolowana. Na przedmiotowym odcinku rzeki nie ma i nie było czynnego posterunku wodowskazowego. Po przeprowadzeniu prac remontowych na zbiorniku Borki zostały zamontowane następujące urządzenia obserwacyjno-pomiarowe:

Na jazie głównym w km 16+870 rz. Mlecznej na lewym przyczółku

- bolec/reper na rzędnej 155,30 m n.p.m. – rzędna zwierciadła wody odpowiadająca normalnemu poziomowi piętrzenia,
- bolec/reper na rzędnej 155,50 m n.p.m. – rzędna zwierciadła wody odpowiadająca maksymalnemu poziomowi piętrzenia,
- łatę wodowskazową na górnym i dolnym stanowisku budowli (Zdjęcie 5).

Na jazie kozłowym w km 17+700 rz. Mlecznej na prawym przyczółku

- bolec/reper na rzędnej 156,35 m n.p.m. – rzędna zwierciadła wody odpowiadająca normalnemu poziomowi piętrzenia.



Zdjęcie 5 Wodowskaz zlokalizowany przy napływie na jaz główny na jednej ze skarp

1.13. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika

W rzece Mlecznej ze względu na małą zlewnię oraz niewielkie przepływy nie wyznaczony został stan ostrzegawczy oraz alarmowy dla zbiornika Borki. Zostały zamontowane urządzenia pomiarowo-obszaryjne w górnym i dolnym stanowisku jazu górnego i jazu kozłowego, szczegóły przedstawiono w rozdziale 1.12.

1.14. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie

ZARZĄD ADMINISTRACYJNY

Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.
ul. Filtrowa 4, 26-600 Radom

ZARZĄD BEZPOŚREDNI

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o.
ul. G. Narutowicza 9, 26-600 Radom

Administratorem obiektu są Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o. Prowadzenie i eksploatacja obiektu należy do MOSiR-u w Radomiu. Wykonywanie czynności eksploatacyjnych w zakresie obsługi, konserwacji i remontów powinno być zlecane specjalistycznym firmom usługowym lub wykonywane własnymi siłami.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Do obowiązków administratora obiektu należy:

- zapewnienie środków finansowych i rzeczowych na obsługę i utrzymanie obiektu,
- przestrzeganie terminów przeglądów okresowych i doraźnych (awaryjnych, interwencyjnych),
- sprawdzenie wykonania zaleceń pokontrolnych,
- przestrzeganie wykonywanie terminów remontów kapitalnych i awaryjnych oraz kontrola ich wykonania,
- kontrola właściwego prowadzenia dokumentacji eksploatacyjnej,
- kontrola i nadzór nad przestrzeganiem przepisów BHP i ochrony środowiska.

W warunkach powodziowych obsługa obiektu prowadzona jest pod nadzorem Komitetu Przeciwpowodziowego, w skład którego wchodzi przedstawiciele powołanego przez Prezydenta Miasta Radomia Sztabu Antykryzysowego – m.in. Prezesa Wodociągów Miejskich w Radomiu Sp. z o.o.

Ewidencja czynności obsługowych powinna być prowadzona w następujących dokumentach:

- Książce obsługi bieżącej – prowadzonej przez operatorów zmianowych,
- Książce obiektu budowlanego – prowadzonej przez Kierownika Obiektu.

Ewidencja powinna być prowadzona na dokumentach wg załączonych do instrukcji wzorów, dla zachowania jednoznaczności, obserwacji i możliwości ich obiektywnego porównania na przestrzeni całego okresu eksploatacji obiektu.

Inwestor wyznaczy Kierownika stopnia, który będzie odpowiedzialny za prawidłowe funkcjonowanie obiektów wodnych.

Do podstawowych czynności związanych z gospodarowaniem wodą jest:

- zachowaniem przepływu nienaruszalnego w korycie naturalnym cieką;
- eksploatacja urządzeń wodnych w sposób gwarantujący ich bezpieczeństwo i zachowanie we właściwym stanie technicznym;
- niezwłoczne zgłaszanie zarządcy wód wszelkich stwierdzonych nieprawidłowości w funkcjonowaniu urządzeń oraz podejmowania wszelkich działań mających na celu zabezpieczenie lub zapobieżenie powstaniu uszkodzeń lub zagrożeń dla bezpieczeństwa obiektu oraz ludzi i mienia;
- zapewnienie przepuszczania przez stopień w sposób bezpieczny i kontrolowany wód powodziowych oraz płynącej kry i innych obiektów płynących korytem rzeki;
- wykonywanie czynności ustalone dla warunków normalnych i warunków dla stanów powodziowych;

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- prowadzenie konserwacji zbiornika oraz stawów kolmatacyjnych polegającą na wykaszaniu roślinności, w przypadku zaistnienia takiej potrzeby odmulenia zbiornika, utrzymywania sprawności technicznej urządzeń piętrzących, prowadzenia bieżącej konserwacji urządzeń wodnych towarzyszących zbiornikowi wodnemu.

1.15. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi

SCHEMAT ORGANIZACJI I ZARZĄDZANIA

Wyszczególnienie organów jednostek administracji współdziałających i odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą:

- Prezydent Miasta Radomia oraz osoby upoważnione przez Prezydenta Miasta Radomia
- Prezes Wodociągów Miejskich w Radomiu Sp. z o.o. wraz z osobą odpowiedzialną za utrzymywanie w należytym stanie technicznym zbiornika i koryta rzeki Mlecznej wraz ze wszystkimi urządzeniami towarzyszącymi
- Prezes Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o. oraz osoby upoważnione przez Prezesa MOSiR-u
- Dyrektor Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie oraz osoby upoważnione przez Dyrektora RZGW
- Wydział Bezpieczeństwa, Zarządzania Kryzysowego i Ochrony w Radomiu.

Użytkownicy Obiektu

- Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.,
- Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o.,
- Polski Związek Wędkarski,
- Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, Zarząd Zlewni w Radomiu, Nadzór Wodny w Radomiu.

OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKÓW WÓD

Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.

- nadzór nad działaniem MOSiR-u w zakresie zarządzania obiektem.

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o. (MOSiR) :

- utrzymanie właściwego stanu koryta cieku oraz jej brzegów;

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

- utrzymanie właściwego stanu technicznego zbiornika wraz z obiektami funkcjonalnie z nim związanymi;
- wykonywanie poleceń Zarządu Zlewni w porozumieniu z Centrum Zarządzania Kryzysowego;
- eksploatacja urządzeń w sposób gwarantujący ich bezpieczeństwo i z zachowaniem ich we właściwym stanie technicznym;
- nadzór nad obsługą zbiorników zapewniający przepuszczanie przez urządzenia stopnia w sposób bezpieczny i kontrolowany wód powodziowych oraz płynącej kry i innych obiektów płynących korytem cieku.

Polski Związek Wędkarski:

- prowadzenie gospodarki rybostanu na obiekcie.

DANE KONTAKTOWE

ADRES OBIEKTU:

ul. Janka Krasickiego / ul. Bulwarowa / ul. Sucha
26-600 Radom

Tabela 4 Dane kontaktowe

Nazwa jednostki	Numer telefonu
Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie ul. Zarzecze 13 B, 03-194 Warszawa	22 58 70 440-441
Centrum Operacyjne Ochrony Przeciwpowodziowej RZGW w Warszawie	22 58 70 326
Polskie Wody, Zarząd Zlewni w Radomiu ul. Wernera 4A, 26-600 Radom	48 362 61 38
Polskie Wody, Nadzór Wodny w Radomiu Ul. Wernera 4 A, 26-600 Radom	48 362 61 38
Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa Urząd Miejski w Radomiu Ul. Jana Kilińskiego 30, 26-600 Radom	48 362 32 26
Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o. Ul. Filtrowa 4, 26-600 Radom	48 383 15 00
Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Radomiu Sp. z o.o. Ul. Narutowicza 9, 26-600 Radom	48 385 10 00
Państwowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Radomiu ul. Gen. L. Okulickiego 9D, 26-601 Radom	48 345 15 94
Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Warszawie plac Bankowy 3/5, 00-950 Warszawa	22 595 13 01 987 – całodobowy telefon alarmowy

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego w Radomiu Ul. Tadeusza Mazowieckiego 7, 26-610 Radom	48 365 58 02
Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Radomiu Ul. Romualda Traugutta 57, 26-600 Radom	48 368 89 00
Straż pożarna	998
Policja	997
Komenda Miejska Policji w Radomiu Ul. 11-go Listopada 37/59, 26-600 Radom	48 345 26 30
Wojewódzki Inspektorat Nadzoru Budowlanego w Warszawie Ul. Czereśniowa 98, 02-456 Warszawa	22 863 90 12
Komenda Straży Miejskiej w Radomiu Ul. Stanisława Moniuszki, 26-610 Radom	48 362 04 64
Pogotowie Energetyczne	991
Telefon alarmowy w sieci komórkowej	112
Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Radomiu Ul. Bławatna 6 A, 26-600 Radom	48 363 42 52

1.16. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej

1. W sytuacji wystąpienia stanu ostrzegawczego należy skontaktować się z Zarządem Zlewni RZGW w Radomiu – Nadzór Wodny w Radomiu, Powiatowym Centrum Zarządzania Kryzysowego w Radomiu w Radomiu, który podejmie dalsze stosowne decyzje.
2. przekroczeniu stanu ostrzegawczego należy poinformować:

Centrum Operacyjne RZGW Warszawa

tel. 22 58 70 326, email: oki@wody.gov.pl

1.17. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony

Dla zbiornika określono przepływ dozwolony i wynosi on $Q_{doz} = 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Jest to przepływ odpowiadający przepływowi brzegowemu poniżej jazu głównego. Taki zrzut wody nie spowoduje powstania szkód powodziowych na terenach poniżej budowli. Osoba odpowiedzialna za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego ma obowiązek powiadomić ośrodek koordynacyjno – informacyjny ochrony przeciwpowodziowej RZGW w Warszawie, o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk, w trybie natychmiastowym.

2. Polder zalewowy na rzece Cerekwiance

2.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie



Zdjęcie 6 Polder zalewowy na rzece Cerekwiance (źródło: <https://www.cozadzien.pl>)

Polder zalewowy na rzece Cerekwiance jest zlokalizowany w:

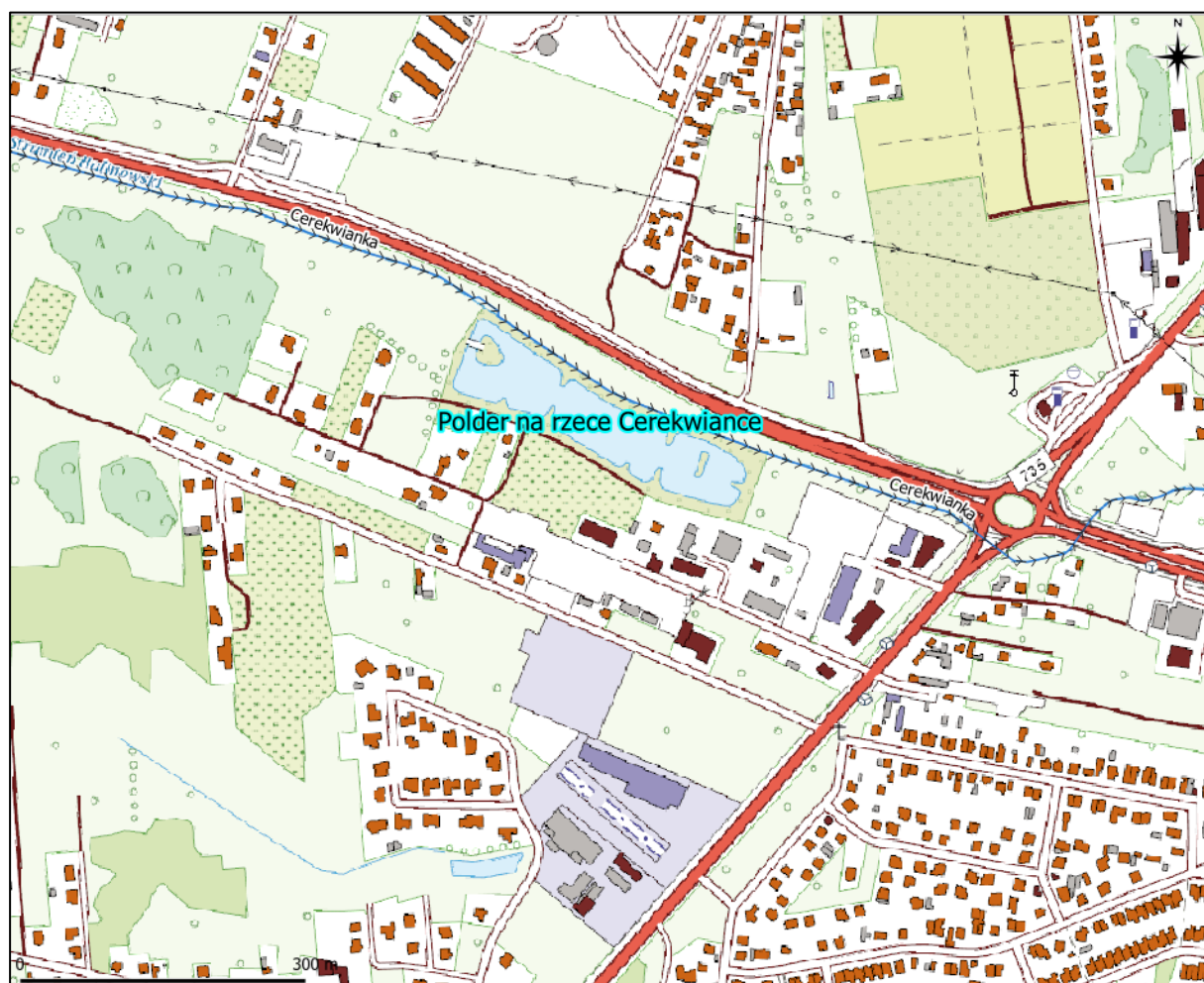
Miejscowość:	Radom	Jednostka	146301_1
Gmina:	Miasto Radom	ewidencyjna:	
Powiat:	Miasto Radom	Obręb:	0061 HALINÓW
Województwo:	mazowieckie	Arkusze mapy:	52
Ciek:	rzeka Cerekwianka (Strumień Halinowski)	Numer	14/15
Km cieku:	Od km 1+140 do km 1+445	ewidencyjny	
		działki:	

Polder zalewowy na rzece Cerekwiance zlokalizowany jest w zachodniej części Radomia - pomiędzy ulicami Kielecką i Wolanowską (granica wschodnia i zachodnia), ulicą NSZZ Solidarność, oraz Ceramiczną (granica od północy i południa). Według aktualnej nomenklatury Map Podziału Hydrograficznego Polski (MHP) IMGW, rzeka Cerekwianka widnieje obecnie pod nazwą „Strumień Halinowski”. Ze względu na używaną do tej pory nazwę dalej będzie stosowana nazwa rzeki - „Cerekwianka”.

Tabela 5 Współrzędne geodezyjne środka urządzeń wodnych (przybliżone) na polderze zalewowym na rzece Cerekwiance

Punkt	Współrzędna X *	Współrzędna Y*
Polder – punkt obrysu A	7506944,57	5695994,50
Polder – punkt obrysu B	7507086,40	5695897,13
Polder – punkt obrysu C	7507245,87	5695839,74
Polder – punkt obrysu D	7507218,93	5695782,78
Polder – punkt obrysu E	5695782,78	5695771,65
Polder – punkt obrysu F	7507126,68	5695795,21
Polder – punkt obrysu G	7506999,20	5695873,31
Polder – punkt obrysu H	7506920,61	5695894,04
Polder – punkt obrysu I	7506911,85	5695911,33
Budowla wlotowo - kalibrująca	7506947,50	5695986,46
Budowla flotacyjna – przelewowa A-B	7507027,68	5695896,73
Budowla flotacyjna – przelewowa B-C	7507139,17	5695833,31
Budowla zrzutowa	7507204,20	5695844,40
Przelew zrzutowy	7507220,84	5695830,63
Kładka	7506940,95	5695950,53

* Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178)



Rysunek 4 Mapa poglądowa lokalizacji polderu zlewowego na rzece Cerekwiance

2.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego

Właścicielem bezpośrednio odpowiadającym za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego polderu zalewowego na rzece Cerekwiance jest:

Gmina Miasta Radom
ul. Jana Kilińskiego 30
26-600 Radom

2.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne

Polder zalewowy wybudowany na rzece Cerekwiance ma za zadanie retencjonowanie wód wezbraniowych rzeki Cerekwianki oraz spowolnienie fali, która z rzeki Cerekwianki trafia do rzeki Mlecznej.

Piętrzenie i retencjonowanie wody występować będzie jednocześnie i okresowo zależnie od stanu wody w rzece Cerekwiance. Będzie to proces naturalny, związany z występowaniem w rzece przepływów wielkich. Nie da się jednoznacznie określić częstotliwości i czasu trwania tego piętrzenia, tak jak nie da się przewidzieć częstotliwości wystąpienia wysokich stanów wody w rzece. Przewiduje się, że dla nizinnej cieku wielkości Cerekwianki czas trwania wezbrania będzie wynosić poniżej dwóch dób.

Polder zalewowy pozwoli na:

- adaptację terenu zalewowego jako systemu zatrzymującego i podczyszczającego wezbrania opadowo-roztopowe w rzece Cerekwiance oraz zwiększenie różnorodności biologicznej obszaru polderu poprzez utworzenie mozaiki siedlisk ziemno-błotnych,
- zapewnienie odpowiedniego dopływu i odpływu - retencja i kontrolowane, bezpieczne rozlewanie się wezbrań na terenie polderu,
- zachowanie istniejącej roślinności terenu polderu bez wprowadzania nowych gatunków (naturalna sukcesja),
- utrzymanie ciągłości morfologicznej oraz drożność niezbędną dla zapewnienia dobrego stanu i potencjału ekologicznego rzeki Cerekwianki stanowiącego korytarz migracyjny oraz miejsca tarlisk i dorastania form młodocianych ichtiofauny (proponowane rozwiązania techniczne, ze względu na brak piętrzenia budowli kalibrującej przepływ kształtującej przepływ nienaruszalny rzeki).

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

2.4. Informacje dotyczące urządzenia wodnego

Polder zalewowy na rzece Cerekwiance	
➤ Kilometr rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego)	km 1+140 ÷ km 1+445
➤ Współrzędna X*	7507077.50
➤ Współrzędna Y *	5695866.88
➤ Klasa budowli	IV
➤ Normalny poziom piętrzenia NPP = MaxPP na polderze (przy Qm)	157,75 m n.p.m.
➤ Pojemność użytkowa całkowita polderu przy MaxPP Vu	21,5 tys. m ³
➤ Pojemność powodziowa stała polderu Vps (do krawędzi przelewu zrzutowego (157,65 m n.p.n.)	17,8 tys. m ³
➤ Pojemność martwa polderu (strefa A) Vm	3,7 tys. m ³
➤ Rzędna korony grobli (zapór polderu)	158,45 m n.p.m.
➤ Wyniesienie korony grobli - zapór ponad MaxPP = NPP	0,7 m
➤ Średnia głębokość wody w polderze przy NPP=MaxPP	1,2 m
➤ Przepływ miarodajny Qm =Q_{1%}	5,1 m ³ /s
➤ Przepływ kontrolny Qk=Q_{0,5%}	6,4 m ³ /s
➤ Przepływ nienaruszalny Qn	0,029 m ³ /s
➤ nachylenie skarpy odwodnej	1:3
➤ nachylenie skarpy odpowietrznej	1:2
➤ szerokość korony grobli	4,0 m

* Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178)

Powierzchnia zw. wody polderu przeciwpowodziowego (łączna polderu przy NPP przy Qm) = 1,78 ha.

- strefa A – mokry osadnik o zw. ok. 156,70 m n.p.m. = 0,67 ha;
- strefa B – część retencyjna ze strukturami flotacyjnymi = 0,64 ha;
- strefa C – część retencyjna = 0,47 ha;

Czasza polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Polder wykonany został na terenie przylegającym do rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego), gdzie w przeszłości znajdowały się stawy zasilane wodami rzeki Cerekwianki. Polder składa się z trzech wyodrębnionych stref (A, B i C) odgradzonych groblami i połączonych przez budowle flotacyjno – przelewowe. Dzięki takiemu rozwiązaniu w każdej ze stref odbywa się niezależnie oczyszczanie wód rzeki Cerekwianki (Strumienia Halinowskiego), co w rezultacie podnosi skuteczność całego procesu. W każdej ze stref znajdują się zagłębienia terenowe, w których gromadzi się woda przepływająca przez polder. Stworzyło to dogodne warunki poprzez utworzenie mozaiki siedlisk ziemno-błotnych zwiększających różnorodność biologiczną obszaru polderu i wpłynęło na samooczyszczanie się wód.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Zaprojektowane i wybudowane groble bocznych stref A, B i C (budowle ziemne) mają następujące parametry:

- długość grobli zewnętrznej = 798 m,
- długość grobli między strefami A i B = 63 m,
- długość grobli między strefami B i C = 72 m,
- długość grobli ŁĄCZNIE = 933 m,
- rzędna korony 158,45 m n.p.m.,
- szerokość korony 4,0 m,
- średnia/maksymalna wysokość 0,6 / 1,9 m,
- nachylenie skarpy odwodnej 1 : 3 ,
- nachylenie skarpy odpowietrznej 1 : 2 ,
- nachylenie zjazdów na dno polderu 1 : 8.

Ubezpieczenie skarpy grobli stanowi darń powstała po humusowaniu i obsiewie mieszanką traw.

Skarpy odwodne strefy A na poziomie 156,70 m n.p.m., zostały ubezpieczone narzutem kamiennym pasem szerokości 2,0m - kamień wapienny w palisadzie z kołków śr. 10-12 cm o dł. 1,5m.

Budowla wlotowo – kalibrująca polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Budowla wlotowo-kalibrująca kieruje część przepływów z rzeki do polderu zapewniając jednocześnie przepływ nienaruszalny (Q_n) w korycie rzeki. Budowla ta zapewnia również ciągłość komunikacyjną wokół polderu w postaci przepustu. Do regulacji przepływu wody przez polder wykonana została szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (Zdjęcie 7). Konstrukcja budowli oparta jest na dwóch rzędach ścianek szczelnych z winylowych grodzic GW300 wbitych równolegle do nurtu rzeki oraz ściankach do nich prostopadłych tworzących przyczółki na obu brzegach cieku. Przewężenie kalibrujące przepływ ma szerokość 20 cm. Korona przewężenia umocniona/wypełniona została gabionami i posiada rzędna 156,50 m n.p.m. – znajduje się 61 cm ponad dnem cieku. Powyżej rzędnej 156,50 m n.p.m. wody rzeki Cerekwianki przelewają się ponad koroną budowli.



Zdjęcie 7 Szczelina kalibrująca przepływ w korycie rzeki Cerekwianki (autor: B.Latoszek)

Dno na wlocie do polderu znajduje się o 6 cm wyżej niż dno w szczelinie kalibrującej, co zapewnia zachowanie przepływu nienaruszalnego w korycie rzeki. Dopływ do polderu następuje dopiero po przekroczeniu stanu 6 cm w szczelinie kalibrującej co odpowiada przepływowi nienaruszalnemu $Q_n = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$. Przepływ przekraczający przepływ nienaruszalny będzie samoczynnie rozdzielany pomiędzy koryto cieku i polder przeciwpowodziowy.

Budowlę wlotową do polderu wykonano jako typowy przepust drogowy ze stalowej karbowanej blachy o przekroju eliptycznym, o rozpiętości 2,14 m i wysokości 1,64 m oraz długości przewodu $L = 11,0\text{m}$ (np. typu HCPA -17). Wielkość przepustu zapewnia bezpieczne wprowadzenie wód powodziowych na teren polderu (Zdjęcie 8).

Umocnienia dna Cerekwianki i polderu na budowli wlotowo-kalibrującej wykonane są z narzutu kamiennego - luzem z kamienia 50-250 mm warstwą 30 cm. Umocnienia skarp na budowli wykonane zostały z materacy siatkowo-kamiennych gr. 30 cm na geowłókninie igłowanej.



Zdjęcie 8 Budowla wlotowa do polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B.Latoszek)

Podstawowe parametry budowli wlotowo kalibrującej:

- kalibracja przepływu za pomocą szczeliny wykonanej z grodziec winylowych GW300,
- szerokość szczeliny 20 cm,
- korona szczeliny 156,50 m n.p.m.,
- dno 156,89 m n.p.m.,
- wlot na polder - przepust ze stalowej karbowanej blachy o przekroju eliptycznym, o rozpiętości, 2,14m i wysokości 1,64m oraz długości przewodu $L = 11,0\text{m}$ (np. typu HCPA - 17),
- rzędna wlotu / wylotu rury przepustu 156,89 / 156,82 m n.p.m.,
- spadek przewodu przepustu 5 ‰,
- km rzeki Cerekwianki 1+455,

Budowle flotacyjno – przelewowe polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Przepływ wód między strefami polderu A i B oraz B i C odbywa się przy pomocy budowli flotacyjno-przelewowych. Budowle te pełnią niejako dwie funkcje. W czasie poza wezbraniem, gdy dopływ wody na polder jest nieznaczny budowle te służą do oczyszczania płynącej wody z

zawiesin niesionych przez wodę. W czasie wezbrania budowle te mają za zadanie bezpieczne przeprowadzenie wód powodziowych pomiędzy strefami polderu, a wykorzystany w nich dolomit adsorbuje na swojej powierzchni związki biogeniczne głównie fosforany. Budowle te zaprojektowano w postaci przelewów o szerokiej koronie (4,0m) z koszy siatkowo kamiennych i palisad z pali drewnianych o długości przelewu 10,0 m i zjazdach umożliwiającymi komunikację po nich o nachyleniu 1:8. W centralnej części kosza umieszczono warstwę maty kokosowej o gramaturze minimum 400 g/m², tworzącą pionowy filtr.



Zdjęcie 9 Jedna z budowli flotacyjno – przelewowych (autor: B. Latoszek)

W czasie przepływów niskich i średnich woda kierowana budowlą kalibrującą na teren polderu przepływa przez nieuszczelnione kosze wypełnione kamieniem dolomitowym / wapiennym i oczyszcza się z niesionych osadów. Aby podnieść skuteczność działania budowli zastosowano warstwę maty kokosowej.

W warunkach powodziowych, znacznie większych od możliwości przepływu przez struktury flotacyjne kosza siatkowo kamiennego, przepływ do następnej strefy odbywa się nad progiem z koszy przez koronę przelewu.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Działanie budowli polega na zatrzymywaniu osadów niesionych przez wodę głównie w pierwszej części polderu (strefa A) pełniącej funkcję sedymentacyjną, które osadzają się na dnie polderu. Po stwierdzeniu zamulenia polderu warstwą około 50 cm, niezbędne jest usunięcie nagromadzonych osadów.

Podstawowe parametry budowli flotacyjnych - przelewowych:

- materiał – kosze siatkowo kamienne, palisada z pali drewnianych,
- długość - przelewu/całkowita – 10 / 30 m,
- szerokość korony przelewu – 4 m
- rzędna korony przelewu - dla strefy AB – 157,00 m n.p.m. - dla strefy BC – 156,70 m n.p.m.
- umocnienia dna na budowli - narzut kamienny luzem z kamienia 50-250mm warstwą 30 cm.

Budowla zrzutowa do rzeki Cerekwianki polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Zadaniem budowli upustowej polderu retencyjnego jest umożliwienie odpływu wody oraz samoczynna regulacja jej poziomu. Została do tego celu wykonana typowa budowla upustowa – żelbetowy mnich spustowy DN 600mm, zamykany dwoma rzędami szandorów ze szczeliną kalibrującą w dennej części, umożliwiającą przepływ średni i najdłużej trwający, bez większych nadpiętrań. Posadowienie budowli i układ dna rzeki umożliwiają opróżnienie polderu do rzędnej 156,13 m n.p.m. (Zdjęcie 10).

W związku z tym, iż polder w części jest zagłębieniem kopanym, o dnie ukształtowanym poniżej niwelety rzeki, całkowite opróżnienie czaszy w wyprofilowanych zagłębieniach możliwe będzie po zastosowaniu mechanicznego odprowadzenia wody (pompowania). Samoczynna regulacja przepływu wody przez polder i poziomu wody odbywa się w zakresie średnich i niskich poziomów wody w Cerekwiance. Po przekroczeniu rzędnej 157,65 m n.p.m. główny dopływ z polderu odbywa się przez budowlę przelewową, a poziom wody w czaszy kształtuje się na poziomie wody w rzece.

Podstawowe parametry budowli zrzutowej:

- rodzaj budowli – mnich spustowy,
- wysokość mnicha 3,7m,
- rzędna dna stojaka 155,93 m n.p.m.,
- rodzaj i średnica leżaka – rurociąg stalowy Dn 610/11 mm, L=11,07 m,
- wylot żelbetowy do rzeki Cerekwianki w km 1+163.



Zdjęcie 10 Żelbetowy mnich spustowy DN 600mm (autor: B. Latoszek)

Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance

Zadaniem budowli jest umożliwienie odpływu wody z terenu polderu do rzeki Cerekwianki w czasie wezbrań i piętrzenie wody do zakładanego poziomu przy przepływie miarodajnym $Q_m = Q_{1\%} = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ze względu na swoją prostą konstrukcję – przelewu powierzchniowego budowla pełni też funkcję przelewu awaryjnego na wypadek awarii mnicha (Zdjęcie 11).

Budowla ma charakter umocnionego obniżenia korony grobli polderu w najniższej położonej strefie C od strony koryta rzeki Cerekwianki. Rzędna progu przelewowego została zaprojektowana na poziomie 157,65 m n.p.m., tak by przy przepływie miarodajnym (Q_m) poziom wody w czaszy polderu wynosił 157,75 m n.p.m. Czasza polderu napelniana od góry przez strefy A i B, po przekroczeniu tej rzędnej zacznie się przelewać przez próg budowli opróżniając czaszę polderu. Długość progu wynosząca 10 m co gwarantuje wykorzystanie pełnej pojemności retencyjnej polderu nawet w trakcie intensywnych wezbrań. Obliczenia wydatku budowli przelewowej wykonano jak dla przelewu o szerokiej koronie.

Polder zalewowy będzie się w ten sposób samoczynnie opróżniał do rzędnej progę przelewowego 157,65 m n.p.m. W trakcie opadania wody w cieku po wezbraniu przepływ przez budowlę wlotową odbywać się będzie w kierunku przeciwnym – z polderu do rzeki.

Podstawowe parametry budowli zrzutowej:

- materiał – kosze i materace siatkowo kamienne, palisada z pali drewnianych, palisada z grodziec winylowych,
- długość - przelewu/całkowita – 10 / 18,9 m,
- szerokość korony przelewu – 4 m,
- rzędna korony przelewu – 157,65 m n.p.m.,
- umocnienia dna na budowli materace siatkowo kamienne,
- km rzeki Cerekwianki 1+132.



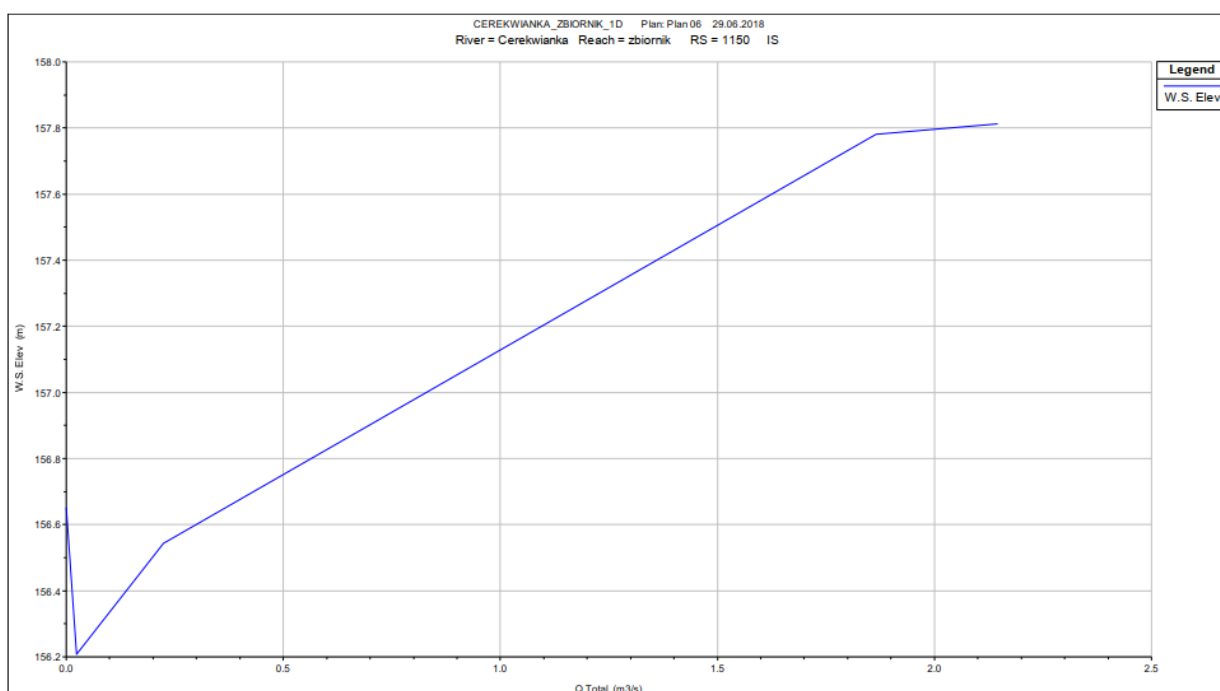
Zdjęcie 11 Przelew zrzutowy polderu zalewowego na rzece Cerekwiance (autor: B. Latoszek)

DOPUSZCZALNYCH PRĘDKOŚCI OBNIŻANIA I PODWYŻSZANIA POZIOMÓW WODY NA GÓRNYM I DOLNYM STANOWISKU

Nie określono.

MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI URZĄDZENIA WODNEGO

Zgodnie z Instrukcją Gospodarowania Wodą dla polderu zalewowego na rzece Cerekwiance z 2019 r.



Rysunek 5 Krzywa wydatku urządzeń spustowych dla polderu zlewowego na rzece Cerekwiance (opracowanie własne)

KRZYWA POJEMNOŚCI ZBIORNIKA

Nie określono.

ZAGROŻENIA I UWARUNKOWANIA W GOSPODAROWANIU WODĄ WYSTĘPUJĄCE PRZY OBNIŻENIU POZIOMU PIĘTRZENIA PONIŻEJ MINIMALNEGO POZIOMU PIĘTRZENIA

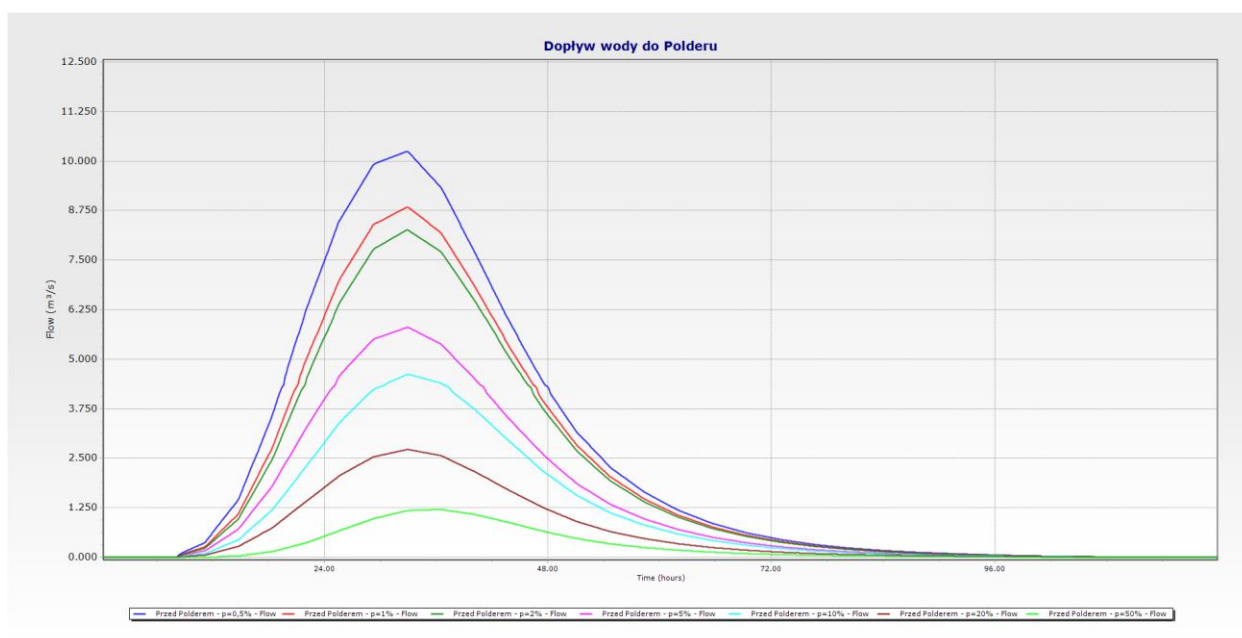
Zmiana poziomu wody w zbiorniku może wynikać z konieczności przepuszczenia wód powodziowych.

2.5. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania

W warunkach normalnych eksploatacja projektowanych urządzeń nie wymaga żadnych specjalnych działań, ograniczona będzie do okresowych kontroli, konserwacji polderu oraz związanych z nim urządzeń.

Szczelina kalibrująca w pierwszym rzędzie szandorów pozwoli na przepływ wód średnich i niskich. Wszystkie większe przepływy powodowały będą napiętrzenie wody na terenie polderu. Samoczynna regulacja przepływu wody przez polder i poziomu wody odbywać się będzie w zakresie średnich i niskich poziomów wody na młachu zrzutowym, w zakresie wód wielkich na przelewie zrzutowym do koryta rzeki Cerekwianki.

W przypadku prac konserwacyjnych w czasie polderu możliwe jest obniżenie poziomu wody w strefie C do dna młacha zrzutowego tj. do rzędnej 156,13 m n.p.m.



Rysunek 6 Dopływ wody do polderu na Cerekwiance po wystąpieniu opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia

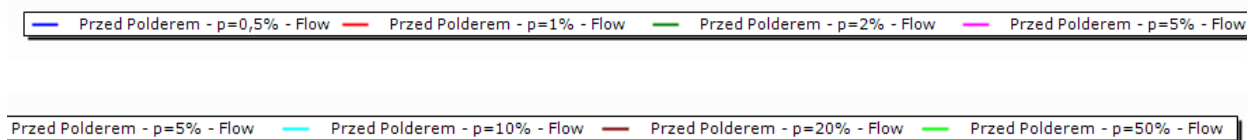
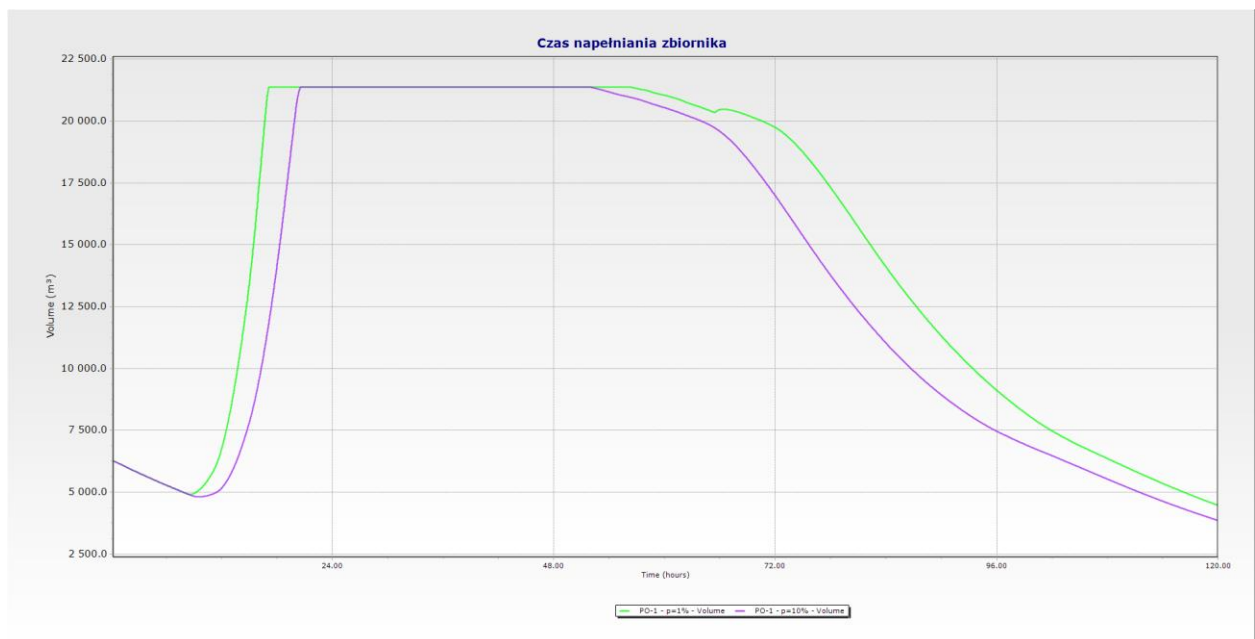


Tabela 6 Czas napełniania polderu na Cerekwianie wodą po wystąpieniu opadów deszczu o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia

I.p.	p	Sumaryczna wysokość opadu w mm	Q [m ³ /s] SWMM	Q [m ³ /s] HEC RAS	Qmin [m ³ /s]	Q-Qmin [m ³ /s]	Czas napełniania [h]
1	50%	41.37	1.2	0.9	0.03	0.87	14.27
2	20%	57.72	2.6	1.2	0.03	1.17	10.61
3	10%	67.51	4.7	2.8	0.03	2.77	4.48
4	5%	76.12	5.8	3.2	0.03	3.17	3.92
5	2%	86.32	8.2	4.1	0.03	4.07	3.05
6	1%	93.38	8.8	5.1	0.03	5.07	2.45
7	0.50%	100.01	10.2	6.2	0.03	6.17	2.01

Uwzględniając wydatek mnicha, pracę przelewu nadmiarowego oraz pojemność początkową polderu, czas napełniania zbiornika ulega wydłużeniu i wynosi odpowiednio dla p=1% około 5 h godzin, zaś dla p=10% wielkość ta wynosi około 8-9 h

Tabela 7 Czas napełniania się polderu po wystąpieniu opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10% i p=1%



Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

2.6. Określenie sposobu gospodarowania wodą w warunkach użytkowania w okresie powodzi

W okresie powodzi działanie polderu nastąpi samoczynnie. Nie ma możliwości prowadzenia sterowanego gospodarowania wodą - odpływem wody z polderu. Podczas występowania dopływów do zbiornika większych od przepustowości budowli upustowej nastąpi jego napełnianie i spiętrzania, aż do momentu uruchomienia przelewu zrzutowego.

Przy przepływie miarodajnym $Q_m (Q_{1\%}) = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$, który odpowiada rzędnej 157,75 m n.p.m. (NPP=MaxPP), pojemność użytkowa polderu wynosi $V_u = 21,5 \text{ tys. m}^3$. Pojemność powodziowa stała do krawędzi przelewu zrzutowego (157,75m n.p.m.) wynosi 17,8 tys. m^3 , co odpowiada warstwie opadu powyżej 25 mm/d (przy powierzchni zlewni 23,5 km^2).

W takiej sytuacji nastąpi zwiększenie się przepływu rzeki Cerekwianki poniżej polderu o wielkość wynikającą z nadpiętrzenia nad progiem przelewu zrzutowego. W przypadku wystąpienia na zbiorniku stanu ostrzegawczego - odczyt na łacie górnego stanowiska budowli upustowej „400” (213,50 m n.p.m.) należy niezwłocznie poinformować:

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Urzędzie Wojewódzkim,
- Starostwo Powiatowe - Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego,
- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI).

WPROWADZENIE STANU OSTRZEGAWCZEGO

Stan ostrzegawczy - 156,90 m n.p.m. (rozpoczęcie napełniania się czaszy polderu).

WPROWADZENIE STANU ALARMOWEGO

Stan alarmowy – 157,65 m n.p.m. (rozpoczęcie pracy przelewu zrzutowego)

PROGNOZOWANE NADEJŚCIA FALI POWODZIOWEJ

Nie określono.

2.7. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych

Budowla upustowa polderu jest stale otwarta. Przepływ wody powinien odbywać się również w warunkach zimowych oraz w okresie występowania zjawisk lodowych.

W wypadku pojawienia się grubego lodu i kry lodowej znacznie tamującej przepływ i powodującej nadpiętrzenie w korycie rzeki Cerekwianki należy rozkruszyć lód lub wezwać w tym celu jednostkę specjalistyczną.

W takich przypadkach kora lodowa powinna być również usuwana z kanału odpływowego. Śnieg i lód należy również usuwać z uczęszczanych w zimie urządzeń komunikacyjnych.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

2.8. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód określonego w pozwoleniu wodnoprawnym

Nie określono.

2.9. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy

Nie określono.

2.10. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszerniczej

Polder przeciwpowodziowy na rzece Cerekwiance jest urządzeniem wodnym przewidzianym do pracy samoczynnej. Dla właściwego gospodarowania wodą nie jest konieczna instalacja sieci obserwacyjno-pomiarowej. Ze względów bezpieczeństwa budowli piętrzącej i odczytywania aktualnych parametrów pracy polderu zostały zainstalowane łaty wodowskazowe umożliwiające odczytywanie poziomu wody w polderze.

2.11. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika

Na polderze znajdują się 4 łaty wodowskazowe, które pozwalają na pełną kontrolę poziomu wody w poszczególnych strefach polderu. Łaty zainstalowane są:

- budowli wlotowej,
- budowli zrzutowej
- budowli flotacyjnej - przelewowej między strefami A i B,
- budowli flotacyjnej - przelewowej między strefami B i C.

2.12. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie

Osoba wyznaczona i zatrudniona przez jednostkę zarządzającą obiektem (Gmina Miasta Radomia) odpowiada za następujące czynności:

- kontrola poziomu wody w zbiorniku i rzece poniżej,
- kontrola stanu technicznego zapory czołowej,
- kontrola stanu technicznego urządzeń upustowych zbiornika.

2.13. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi

Nie dotyczy.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191 Warszawa, Listopad 2022 r.
---	---

2.14. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej

W przypadku wystąpienia niebezpiecznych zjawisk podczas napełniania się zbiornika należy powiadomić właściwe organy i instytucje drogą telefoniczną z jednoczesnym powtórzeniem (potwierdzeniem) powiadomienia przy pomocy faxu lub poczty elektronicznej. W przypadku zmian w adresach lub numerach telefonów należy je uaktualnić.

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Mazowieckim Urzędzie Wojewódzkim,
Telefon Alarmowy: 987
Telefon: 22 595 13 05, 22 595 13 00
Fax: 22 620 19 40, 22 695 63 53
e-mail: kryzys@mazowieckie.pl

- Starostwo Powiatowe w Radomiu - Wydział Zarządzania Kryzysowego
ul. Domagalskiego 7, 26 – 600 Radom
I piętro, pokoje nr: 125, 126, 127, 128.
Telefon: 48–36–55–801 (wew. 190 - Naczelnik, 191, 192, 193), 048–36–55–026-Naczelnik,
Fax. 48–36–55–802,
e-mail: kryzys@spradom.eu

- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI). Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, Centrum Operacyjne Ochrony Przeciwpowodziowej
ul. Zarzeczce 13B, 03-194 Warszawa
Telefon: 22 5870326, 22 5870337
Fax: 22 5870205
e-mail: oki@wody.gov.pl

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

2.15. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony

W przypadku wystąpienia zrzutu wody ze zbiornika przepływ przelewem zrzutowym, należy niezwłocznie powiadomić następujące instytucje drogą telefoniczną z jednoczesnym powtórzeniem (potwierdzeniem) powiadomienia przy pomocy faxu lub poczty elektronicznej:

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Mazowieckim Urzędzie Wojewódzkim,
- Starostwo Powiatowe w Radomiu - Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego,
- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI).

3. Renaturyzacja odcinka rzeki Mleczej

3.1. Położenie i ogólne informacje o obiekcie



Zdjęcie 12 Zatoki zastoiskowo retencyjne na rzece Mleczej (źródło: <https://life.radom.pl>)

Lokalizacja wykonanych prac na rzece Mleczej:

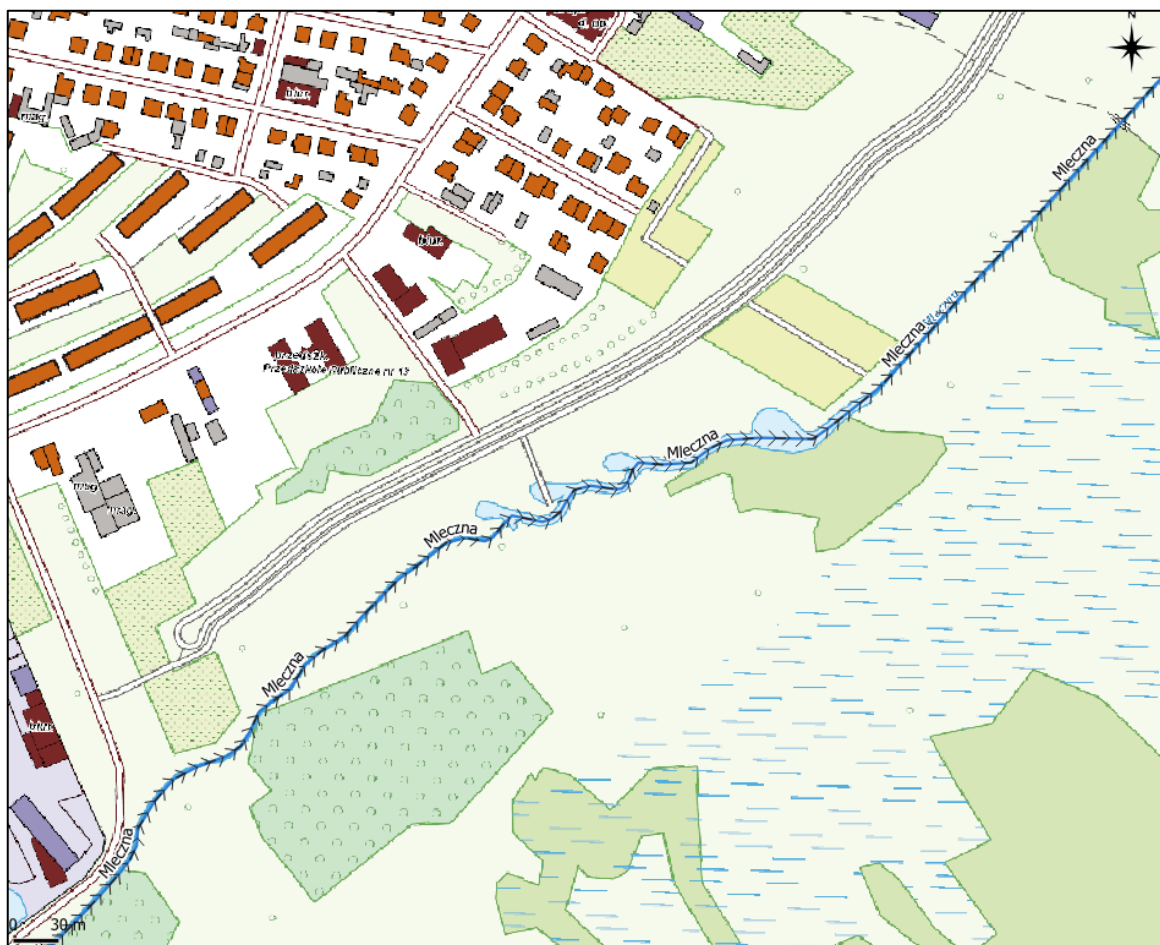
Miejscowość:	Radom	Jednostka	146301 _1
Gmina:	Miasto Radom	ewidencyjna:	
Powiat:	Miasto Radom	Obręb:	0060 ZAMŁYNIĘ
Województwo:	mazowieckie	Arkusze mapy:	65
Ciek:	rzeka Mleczna	Numer ewidencyjny	34/11, 34/17, 53, 9,
Km ciek:	km 15+758 ÷ km16+754	działki:	41/18, 42/21

Teren objęty renaturyzacją rzeki Mleczej zlokalizowany jest w zachodniej części Radomia. Obejmuje odcinek rzeki Mleczej od istniejącej kładki dla pieszych na przedłużeniu ulicy Piotrówka w górę rzeki do ujścia rzeki Cerekwianki w rejonie ulicy Maratońskiej. Jest to odcinek wg kilometrażu rzeki Mleczej od km 15+758 do km 16+754 o długości 996 m.

Tabela 8 Współrzędne geodezyjne środka obiektów wodnych (przybliżone) wykonanych na rzece Mlecznej

Punkt	Km rzeki	Współrzędna X *	Współrzędna Y*
Deflektor oraz ploso - nr 1	Km 15+778	7509033.98	5696292.48
Deflektor oraz ploso - nr 2	Km 15+846	7509008.97	5696265.09
Deflektor oraz ploso - nr 3	Km 15+906	7508972.46	5696221.83
Deflektor oraz ploso - nr 4	Km 15+960	7508936.35	5696184.13
Deflektor oraz ploso - nr 5	Km 15+993	7508893.09	5696136.90
Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 1	Km 16+062	7508819.66	5696105.15
Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 2	Km 16+173	7508718.06	5696083.32
Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 3	Km 16+231	7508674.01	5696062.69
Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 4	Km 16+289	7508632.74	5696049.99
Deflektor oraz ploso - nr 6	Km 16+344	7508581.94	5696011.49
Deflektor oraz ploso - nr 7	Km 16+424	7508525.98	5695958.31
Deflektor oraz ploso - nr 8	Km 16+465	7508495.02	5695925.76
Deflektor oraz ploso - nr 9	Km 16+523	7508455.33	5695886.87
Deflektor oraz ploso - nr 10	Km 16+564	7508417.63	5695862.66
Deflektor oraz ploso - nr 11	Km 16+616	7508395.41	5695817.42

* Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000 strefa/wstęga 7 (2178)



Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Rysunek 7 Mapa poglądowa lokalizacji, na której przeprowadzona została renaturyzacja odcinka rzeki Mlecznej w ramach projektu LIFE14 CCA/PL/000101

3.2. Nazwa właściciela, zarządcy lub użytkownika bezpośrednio odpowiedzialnego za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzenia wodnego

Właścicielem bezpośrednio odpowiadającym za gospodarowanie wodą i utrzymanie urządzeń wodnych na rzece Mlecznej jest:

Gmina Miasta Radom
ul. Jana Kilińskiego 30
26-600 Radom

3.3. Wyszczególnienie funkcji, które ma spełniać urządzenie wodne

Wykonane prace na odcinku rzeki Mlecznej od km 15+758 do km 16+754 o długości 996 m mają za zadanie retencjonowanie wód wezbraniowych rzeki Mlecznej w zatokach zastoiskowo retencyjnych i korycie wielkiej wody oraz spowolnić przepływ wód i zwiększyć zdolność retencyjną w zlewni bezpośredniej. Wykonana remeandryzacja na ww. odcinku oraz deflektory (bystrze w dnie cieku) wraz ze sztucznymi plosami pozwolą na spowolnienie przepływu w rzece Mlecznej.

Retencjonowanie wody występować będzie zależnie od stanu wody w rzece Mlecznej. Będzie to proces naturalny, a wielkość będzie zależna od przepływów w rzece Mlecznej.

Wykonane prace na odcinku rzeki Mlecznej od km 15+758 do km 16+754 pozwolą na:

- adaptację terenu zalewowego jako systemu zatrzymującego i podczyszczającego wezbrania opadowo-roztopowe w rzece Mlecznej oraz zwiększenie różnorodności biologicznej obszaru polderu poprzez utworzenie mozaiki siedlisk,
- zapewnienie retencji i bezpieczne rozlewanie się wezbrań na terenie polderu z zatokami zastoiskowo retencyjnymi,
- zachowanie istniejącej roślinności terenu bez wprowadzania nowych gatunków (naturalna sukcesja),
- utrzymanie ciągłości morfologicznej oraz drożność niezbędną dla zapewnienia dobrego stanu i potencjału ekologicznego rzeki Mlecznej stanowiącego korytarz migracyjny oraz miejsca tarlisk i dorastania form młodocianych ichtiofauny.

3.4. Informacje dotyczące urządzenia wodnego

Prace wykonane na rzece Mlecznej od km 15+758 do km 16+754	
➤ Kilometr rzeki Mlecznej	15+758 ÷ 16+754
➤ Długość odcinka	0,996 km
➤ Przepływ miarodajny $Q_m = Q_{20\%}$	8,2 m ³ /s
➤ Przepływ kontrolny $Q_k = Q_{10\%}$	9,7 m ³ /s

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

➤ Przepływ nienaruszalny Qn	0,1 m ³ /s
➤ Szerokość dna koryta (zmienna)	2,0 ÷ 3,0 m
➤ Nachylenie skarp koryta (zmiennie)	1:1,5 ÷ 1:3,0
➤ Spadki dna koryta (zmiennie)	0,4 ÷ 4,4 ‰
➤ Stała pojemność retencyjna 4 zatok zastoiskowo retencyjnych (pow. Zw. SSQ)	1,9 tys. m ³
➤ Stała pojemność retencyjna koryta wielkiej wody (suchego przy SSQ)	3,6 tys. m ³

Zatoki zastoiskowo retencyjne

Na lewym brzegu rzeki Mlecznej odcinku od km 16+044 do km 16+274 wykonane zostały 4 zatoki zastoiskowe posiadają łącznie 1,9 tys. m³ stałej pojemności retencyjnej. Zatoki zastoiskowo retencyjne są w kształcie owalnym zbliżonym do krzywizn występujących w ciekach naturalnych. Nachylenia skarp i szerokości dna zatok zastoiskowo retencyjnych jest zmienna. Zatoki połączone są z korytem rzeki Mlecznej od strony wody dolnej, co zapewnia ich stały kontakt hydrologiczny - hydrauliczny i umożliwia stopniowe wypełnianie zastoiska wodą. Parametry poszczególnych zatok zestawiono poniżej:

- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 1 (zatoka #1) w km 16+044 ÷ 16+089,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 2 (zatoka #2) w km 16+159 ÷ 16+616,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 3 (zatoka #3) w km 16+213 ÷ 16+220,
- Zatoka zastoiskowo retencyjna nr 4 (zatoka #4) w km 16+266 ÷ 16+274.

Tabela 9 Charakterystyczne parametry zatok zastoiskowo retencyjnych

Zatoka zastoiskowo retencyjna	Powierzchnia zatoki zw. w. przy SSQ [ha]	Maks. głęb przy SSQ [m]	Stała pojemność retencyjna powyżej SSQ [tys. m ³]
1	0,0394	2,30	0,7
2	0,0101	0,60	0,3
3	0,0142	0,70	0,4
4	0,0143	0,90	0,5
Suma			1,9

Przez czasę poszczególnych zatok zastoiskowo retencyjnych przebiega trasa koryta wód wielkich. Na wlocie i wylocie koryta wód wielkich zaprojektowano ubezpieczenie do poziomu SSQ narzutem kamiennym w płótkach podpartym na dole skarpy kieszką faszynową 2x20 cm. Część dena zatok i krawędź połączenia z korytem rzeki Mlecznej nie została umocniona.

Zdjęcie jednej z zatok zastoiskowo retencyjnych przedstawiono poniżej (Zdjęcie 13).



Zdjęcie 13 Widok na zatokę zastoiskowo retencyjną nr 1

Koryto wód wielkich pomiędzy zatokami zastoiskowo retencyjnymi

W celu zwiększenia przepustowości koryta przy przepływach powodziowych, zmniejszonego w wyniku projektowanych działań renaturyzacyjnych (meandryzacja koryta), na lewym brzegu, na odcinku km 16+137 – km 16+308, wykonano koryto wód wielkich (Zdjęcie 14). Łączna długość koryta wynosi 205m (łącznie z trasą przez kolejne zatoki). Dodatkowy przekrój czynny koryta wielkiej wody, przy stanach powodziowych zwiększa przepustowość łączną rzeki, znacząco obniżając zwierciadło wody przy tych przepływach. Wykonane koryto wielkiej wody przez możliwość retencji i przeprowadzenia wielkich wód pozwoliło na obniżenie poziomu zwierciadła wody na odcinku km 16+137 – km 16+308 koryta rzeki Mlecznej, w porównaniu do poprzedniego stanu przy przepływie:

- miarodajnym Q_p 20% o ok. 0,15 m
- kontrolnym Q_p 10% o ok. 0,2m.

Koryto wielkiej wody, suche przy przepływach normalnych (SSQ), posiada znaczną pojemność retencyjną wynoszącą ok 3,6 tys. m³. Wlot do koryta wielkiej wody jest na rzędnej 152,27 m n.p.m. w km 16+308 rzeki Mlecznej (ok 1,0 m nad dnem rz. Mlecznej). Wylot do zatoki zastoiskowo retencyjnej nr 1 na rzędnej 151,63 m n.p.m. Spadek dna koryta wielkiej wody wynosi

3,1‰. Projektowane parametry geometryczne koryta wielkiej wody są zmienne. Szerokość dna waha się od 4,2 do 4,5m, nachylenie skarp od 1:2,0 do 1:3,0. Umocnienia wykonane zostały narzutem kamiennym w płótkach na krawędziach wlotowych i wylotowych z rzeki i poszczególnych zatok. Powierzchnia skarp i dna koryta wielkiej wody na pozostałych odcinkach, nie umocnionych narzutem kamiennym, umocniona przez humusowanie warstwą 15cm i obsiew mieszkanką traw.



Zdjęcie 14 Koryta wód wielkich wykonane na rzece Mlecznej

Meandry koryta rzeki Mlecznej

Na odcinku km 16+137 – 16+308 rzeki Mlecznej, o długości 171m, przywrócono naturalny charakter meandrującej rzeki nizinnej. Zaprojektowano do wykonania 7 meandrów koryta rzeki z zasypaniem prostych odcinków rzeki. Meandrujący odcinek rzeki uformowano w kształty owalne zbliżone do krzywizn występujących w ciekach naturalnych, o zmiennych nachyleniach skarp (od 1:1,5 do 1:3,0) i szerokości dna (od 3,0 do 3,5 m). Na łukach wklęsłych oraz w miejscach „świeżego” nasypu starego koryta wykonane zostały umocnienia w postaci narzutu kamiennego w płótkach, o gr. 0,25 m na geowłókninie igłowanej 300 g/m², podpartego w stopie skarpy kiszka faszynową 2x20 cm z pionowymi palikami o średnicy 10-12 cm.

Bystrza – deflektory w dnie koryta rzeki

Wykonano 11 bystrzy (Zdjęcie 15) w dnie koryta rzeki Mlecznej, powodujących wewnątrz korytowa meandryzację, w postaci narzutu kamiennego luzem i zatopionych w każdym z bystrzy - 25szt. pojedynczych głazów i karpki drzewa ograniczonych palisadą z kołków śr. 10-12cm, L=1,5m. Wymiary zewnętrzne bystrza 400x400 cm. Narzut kamienny luzem grubości 0,3 m z kamieni o średnicy 10-20 cm na geowłókninie igłowanej min. 300g/m².



Zdjęcie 15 Jeden z deflektorów w korycie rzeki Mlecznej

DOPUSZCZALNYCH PRĘDKOŚCI OBNIŻANIA I PODWYŻSZANIA POZIOMÓW WODY NA GÓRNYM I DOLNYM STANOWISKU

Nie określono.

MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI URZĄDZENIA WODNEGO

Brak.

KRZYWA POJEMNOŚCI ZBIORNIKA

Nie dotyczy.

ZAGROŻENIA I UWARUNKOWANIA W GOSPODAROWANIU WODĄ WYSTĘPUJĄCE PRZY OBNIŻENIU POZIOMU PIĘTRZENIA PONIŻEJ MINIMALNEGO POZIOMU PIĘTRZENIA

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

Brak.

3.5. Sposób gospodarowania wodą w normalnych warunkach użytkowania

W warunkach normalnych eksploatacja projektowanych urządzeń nie wymaga żadnych specjalnych działań, ograniczona będzie do okresowych kontroli, konserwacji zatok zastoiskowo retencyjnych, oraz związanych z innymi obiektami.

3.6. Określenie sposobu gospodarowania wodą w warunkach użytkowania w okresie powodzi

W okresie powodzi działanie kompleksu zatok zastoiskowo retencyjnych oraz koryta wód wielkich nastąpi samoczynnie. Nie ma możliwości prowadzenia sterowanego gospodarowania wodą - odpływem wody obiektu.

W przypadku wystąpienia na kompleksie wysokich stanów wód należy niezwłocznie poinformować:

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Urzędzie Wojewódzkim,
- Starostwo Powiatowe - Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego,
- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI).

WPROWADZENIE STANU OSTRZEGAWCZEGO

Nie określono.

WPROWADZENIE STANU ALARMOWEGO

Nie określono.

PROGNOZOWANE NADEJŚCIA FALI POWODZIOWEJ

Nie określono.

3.7. Sposób postępowania w okresie występowania zjawisk lodowych

Przepływ wody powinien odbywać się również w warunkach zimowych oraz w okresie występowania zjawisk lodowych.

W wypadku pojawienia się grubego lodu i kry lodowej znacznie tamującej przepływ i powodującej nadpiętrzenie w korycie rzeki Mlecznej należy rozkruszyć lód lub wezwać w tym celu jednostkę specjalistyczną.

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

3.8. Sposób postępowania w przypadku wystąpienia awarii lub zaprzestania korzystania z wód

Nie określono.

3.9. Sposób postępowania w okresie występowania zjawiska suszy

Nie określono.

3.10. Wykaz urządzeń pomiarowych oraz opis sieci pomiarowo-obszerniczej

Brak.

3.11. Podstawowe dane dotyczące stanu ostrzegawczego i alarmowego zbiornika

Brak.

3.12. Podstawowe czynności związane z gospodarowaniem wodą oraz wskazanie osób odpowiedzialnych za ich wykonywanie

Osoba wyznaczona i zatrudniona przez jednostkę zarządzającą obiektem (Gmina Miasta Radomia) odpowiada za następujące czynności:

- kontrola poziomu wody w zatokach zastoiskowo retencyjnych i korycie wód wielkich oraz koryta rzeki Mlecznej,

3.13. Wykaz współdziałających zakładów i stanowisk osób odpowiedzialnych za gospodarowanie wodą wraz z ich danymi kontaktowymi

Nie dotyczy.

3.14. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wystąpieniu na urządzeniu wodnym niebezpiecznych zjawisk będących skutkiem sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej

W przypadku wystąpienia niebezpiecznych zjawisk podczas napełniania się zatok zastoiskowo retencyjnych oraz koryta wód wielkich, należy powiadomić właściwe organy i instytucje drogą telefoniczną z jednoczesnym powtórzeniem (potwierdzeniem) powiadomienia przy pomocy faxu lub poczty elektronicznej. W przypadku zmian w adresach lub numerach telefonów należy je uaktualnić.

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Mazowieckim Urzędzie Wojewódzkim,
Telefon Alarmowy: 987
tel. 22 595 13 05, 22 595 13 00

Ocena skuteczności wdrożonych w mieście Radom inwestycji na gospodarkę wodą – Etap VII	BML/21/1191
	Warszawa, Listopad 2022 r.

fax. 22 620 19 40, 22 695 63 53

e-mail: kryzys@mazowieckie.pl

- Starostwo Powiatowe w Radomiu - Wydział Zarządzania Kryzysowego
ul. Domagalskiego 7, 26 – 600 Radom
I piętro, pokoje nr: 125, 126, 127, 128.
Telefon: 48–36–55–801 (wew. 190 - Naczelnik, 191, 192, 193), 048–36–55–026 Naczelnik,
Fax. 48–36–55–802,
e-mail: kryzys@spradom.eu

- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI). Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, Centrum Operacyjne Ochrony Przeciwpowodziowej
ul. Zarzeczcie 13B, 03-194 Warszawa
Telefon: 22 5870326, 22 5870337
Fax : 22 5870205
e-mail: oki@wody.gov.pl

3.15. Określenie sposobu powiadamiania centrum operacyjnego ochrony przeciwpowodziowej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, gminnego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu zarządzania kryzysowego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego o zrzutach wody ponad przepływ dozwolony

W przypadku wystąpienia wody z obiektu, należy niezwłocznie powiadomić następujące instytucje drogą telefoniczną z jednoczesnym powtórzeniem (potwierdzeniem) powiadomienia przy pomocy faxu lub poczty elektronicznej:

- Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Mazowieckim Urzędzie Wojewódzkim,
- Starostwo Powiatowe w Radomiu - Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego,
- Ośrodek Koordynacyjno-Informacyjny Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI).