

# **Ekspertyza hydrologiczna Rowu Północnego w tym zbiorników wodnych w m. Biedrusko**

**Tomasz Kałuża, Paweł Zawadzki, Mateusz Hämmerling,  
Tomasz Dysarz, Maciej Pawlak**

**Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu**

**Kierownik zespołu: .....**

**Poznań, marzec 2024 r.**

## Spis treści

1. Cel i zakres opracowania.....	3
2. Materiały i Metody.....	3
3. Zlewnia Rowu Północnego.....	4
4. Morfologia i budowa geologiczna mikroregionu.....	6
4.1. Zarys budowy geologicznej.....	6
4.2. Szczegółowa budowa geologiczna.....	7
5. Warunki hydrograficzne.....	9
6. Warunki spływu wód opadowych.....	13
7. Zlewnia opadowa.....	15
8. Analizy obserwacji hydro-meteorologicznych.....	20
9. Inwentaryzacja przebiegu Rowu Północnego na terenie Poligonu Biedrusko.....	25
10. Stawy na Rowie Północnym na terenie Biedruska.....	33
10.1. Opis ogólny.....	33
10.2. Ocena stanu technicznego.....	34
10.3. Pojemność retencyjna Stawu Błękitnego.....	42
11. Podsumowanie.....	43
Streszczenie podsumowania Ekspertyzy w języku niespecjalistycznym.....	44
Literatura.....	45

## Załączniki

Załącznik nr 1. Wybrane profile terenowe Rowu Północnego wyznaczone na podstawie NMT.....	46
Załącznik nr 2. Wyniki pomiarów rzędnych terenu.....	52
Załącznik nr 3. Rozlewiska zlokalizowane w północnej części Rowu Północnego.....	56
Załącznik nr 4. Rozgałęzienie Rowu Północnego.....	57
Załącznik nr 5. Staw na Rowie Północnym z punktem czerpania wody.....	58
Załącznik nr 6. Grobla piętrząca staw 1 na Rowie Północnym (granica poligon/Biedrusko)....	59
Załącznik nr 7. Groble piętrzące na stawie 2, stawie 3 i stawie 4 na Rowie Północnym w Biedrusku.....	60

## **1. Cel i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest sporządzenie ekspertyzy na rzecz Urzędu Gminy Suchy Las w sprawie warunków hydrologicznych zlewni Rowu Północnego zlokalizowanej na terenie poligonu Biedrusko, zawierającej: analizę dostępnych danych i materiałów w przedmiotowym terenie, a także analizę hydrologiczną zlewni Rowu Północnego wraz z oceną stanu zbiorników i budowli zlokalizowanych na cieku, inwentaryzację Rowu Północnego (ok. 11 km), inwentaryzację i ocenę stanu zbiorników wodnych w m. Biedrusko, przeprowadzenie analizy zebranych materiałów i wskazanie działań mających na celu utrzymanie zbiorników w Biedrusku i przywrócenie wyższego stanu wody. Celem opracowania jest wydanie opinii w ww. sprawie na podstawie analizy opracowań kartograficznych, danych hydro-meteorologicznych, wykonanych niezbędnych czynności analitycznych oraz obliczeń warunków spływu powierzchniowego.

## **2. Materiały i Metody**

Podstawą prac są dostępne archiwalne dane hydro-meteorologiczne, hydrogeologiczne i kartograficzne. W pierwszym etapie sprawdzono i wyznaczono granice zlewni hydrologicznej. Do tego celu wykorzystano Numeryczny model terenu (NMT) o rozdzielczości 1 m na 1 m, który jest dostępny w serwisie Geoportal ([geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl)). Układ współrzędnych poziomych tych danych to PUWG-92 (ETRS89 Poland CS92). Na cele prac pozyskano te dane poprzez aplikację internetową SCALGO LIVE ([scalgo.com](http://scalgo.com)). Dzięki temu układ współrzędnych pionowych jest w pełni uaktualniony do aktualnie obowiązującego PL-EVRF2007-NH z poziomem referencyjnym Amsterdam (NAP). Dokładność pionowa pozyskanego NMT wynosi od 5 do 15 cm. Do analiz i wizualizacji wyników wykorzystano także mapę topograficzną udostępnioną w serwisie Geoportal w postaci usługi WMTS. Do analiz porównawczych wykorzystano Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) udostępniane w serwisie Otwarte Dane ([dane.gov.pl](http://dane.gov.pl))

Zlewnię Rowu Północnego wyznaczono przy pomocy narzędzi do analiz hydrologicznych w środowisku GIS (ArcGIS, QGIS, HEC-HMS). Zastosowano następującą procedurę:

1. wygładzanie mało-skalowych fluktuacji powierzchni terenu,
2. wyznaczanie spadków terenu,
3. określanie kierunków spływu,
4. wyznaczanie dróg akumulacji przepływu,
5. zdefiniowanie głównego odpływu zlewni,
6. identyfikacja przebiegu cieków,
7. identyfikacja położenia podstawowych zbiorników.

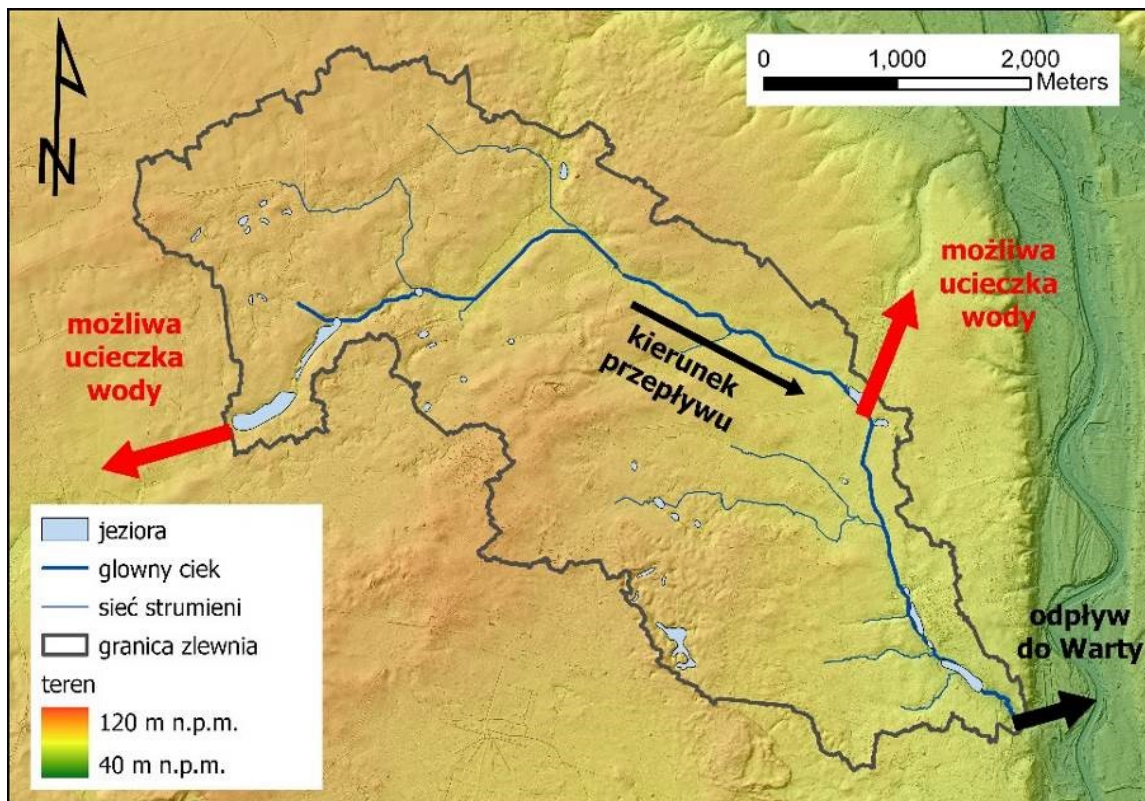
Wyniki porównano z elementami MPHP. Następnie poszukiwano potencjalnych ubytków lub strat wody wynikających ze zmian wprowadzonych w przebiegu cieków i topografii terenu.

### 3. Zlewnia Rowu Północnego

Uzyskane wyniki wyznaczenia zlewni przedstawiono na dwóch mapach (ryc. 1 oraz ryc. 2). Pierwsza z nich (ryc. 1) przedstawia zasięg zlewni Rowu Północnego wraz z najważniejszymi ciekami i zbiornikami. Zlewnia jest przedstawiona na podkładzie NMT z cieniowaniem. Odpływ do rzeki Warty znajduje się w części południowej. Wahania rzędnych terenu na obszarze zlewni wraz z przyległymi terenami osiągają 20 m, ale jest to spowodowane znacznym obniżeniem doliny Warty we wschodniej części.

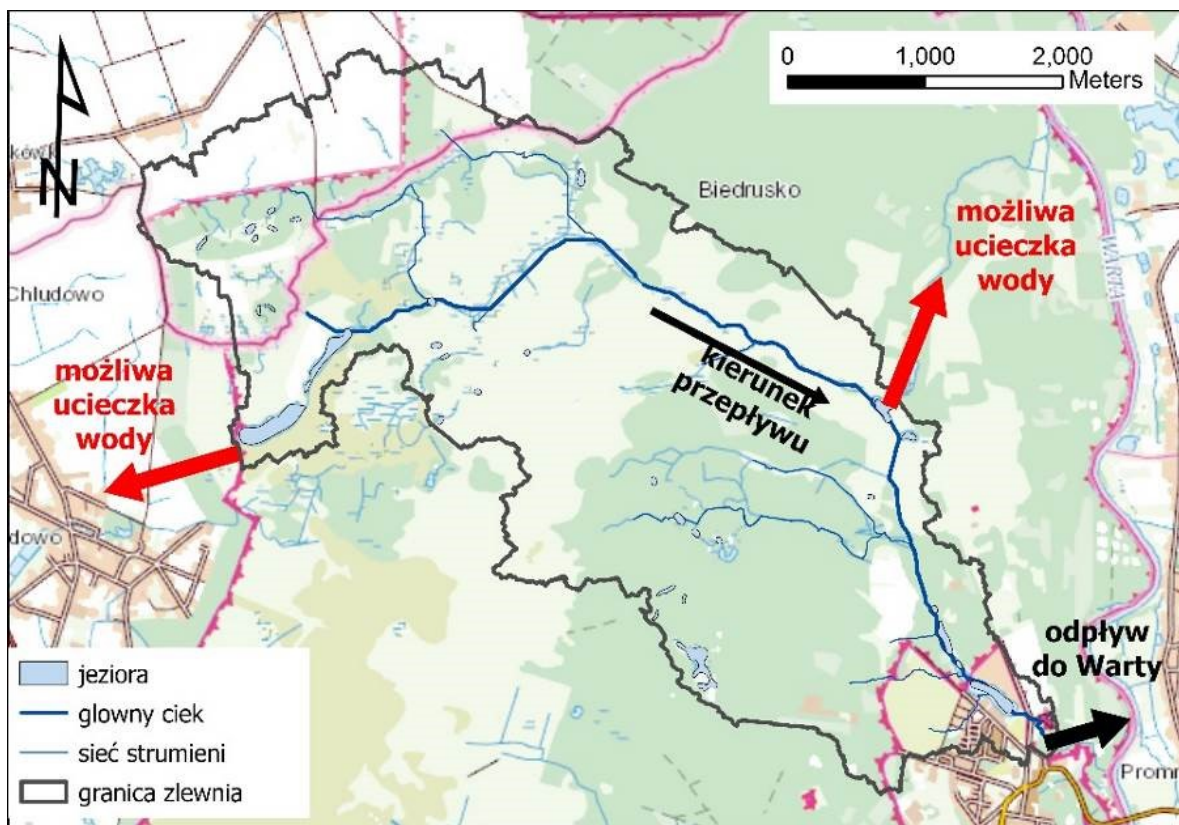
Druga mapa (ryc. 2) również przedstawia zasięg zlewni i główne elementy sieci hydrograficznej. Jednak tym razem jako podkładu użyto mapy topograficznej z elementami infrastruktury takimi jak osiedla i drogi. Wyraźnie widać na niej zagospodarowanie terenu w postaci terenów zielonych oraz obszarów rolniczych.

Analiza obu map wykazała, że istnieją dwa potencjalne miejsca mogące odpowiadać za sztuczne odprowadzenie wód powierzchniowych z obszaru zlewni zanim osiągną one punkt docelowy, tzn. odpływ do rzeki Warty. Pierwsze z tych miejsc mieści się w środkowo – wschodniej części zlewni. Stwierdzono tam nienaturalne modyfikacje topografii oraz dodatkowe połączenie cieków. Drugie miejsce jest zlokalizowane na zachodniej części wododziału. Nie jest do końca jasne w jaki sposób wody jezior znajdujących się w obrębie zlewni łączą się z wodami mokradła i rozlewisk będących już po za jej granicami. Możliwe jest również, że część tych wód odpływa w kierunku miejscowości Chłudowo położonej poniżej granicy zlewni (ryc. 2).



Ryc.1. Zlewnia Rowu Północnego na podkładzie numerycznego modelu terenu

Na rycinie 2 zaznaczono przebieg cieków. Porównując ryc. 1 i 2 można zauważyć rów, który może kierować wody ze zlewni Rowu Północnego do rzeki Warty. W toku badań terenowych postanowiono zweryfikować hipotezę o warunkach topograficznych przebiegu rowu na terenie poligonu Biedrusko i możliwych ucieczkach wody przepustem drogowym i dalej rowem.

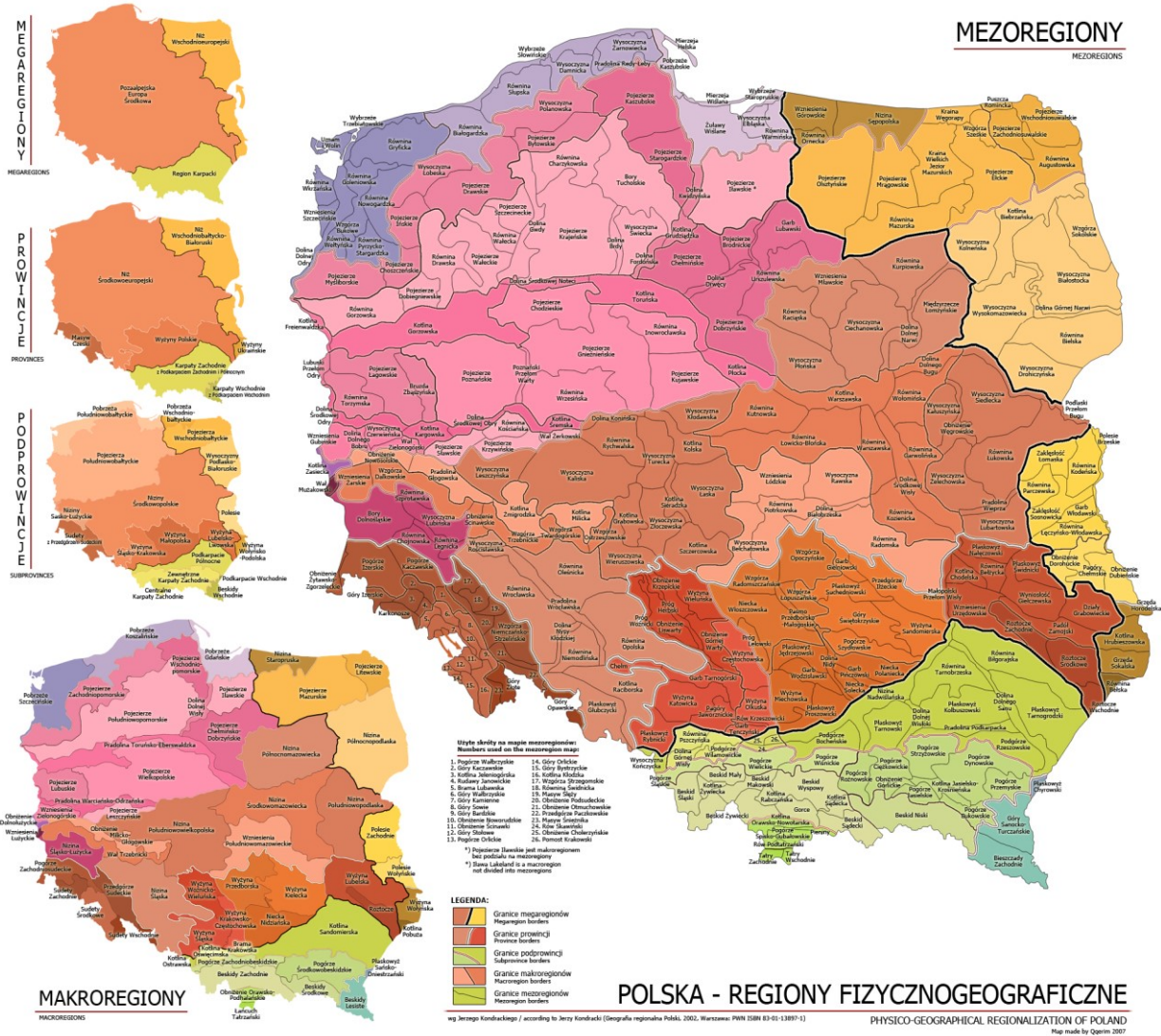


**Ryc. 2.** Zlewnia Rowu Północnego na podkładzie mapy topograficznej z elementami infrastruktury

#### 4. Morfologia i budowa geologiczna mikroregionu

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski (Kondracki, 2001) omawiany rejon położony jest w obrębie prowincji Nizy Środkowoeuropejskiego, podprowincji Pojezierzy Południowobałtyckich. Prawie cały obszar – poza jego północno-zachodnią częścią - należy do makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego (ryc. 3). Dolinę Warty, o przebiegu południowy wschód - północny zachód zajmuje mezoregion Poznański Przełom Warty. Na zachód od doliny rozciąga się mezoregion Pojezierza Poznańskiego, a na wschód i północny wschód od niej - mezoregion Pojezierza Gnieźnieńskiego. Północno-zachodnią część omawianego obszaru zajmuje mezoregion Kotliny Gorzowskiej należący do makroregionu Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Pojezierze Poznańskie jest wysoczyzną, w obrębie której wydzielono 8 wyraźnie wyodrębniających się regionów, z których ważne dla omawianego obszaru są

mikroregiony: Równina Szamotulska i Wzgórza Owińsko-Kierskie. Obecna rzeźba powierzchni terenu zawdzięcza swe ukształtowanie erozyjno-akumulacyjnej działalności lądolodu oraz wód roztopowych. Głównym elementem w morfologii tego obszaru jest dolina Warty.



Ryc. 3. Mapa podziału fizyczno-geograficznego Polski wg. Kondracki (2001)

#### 4.1. Zarys budowy geologicznej

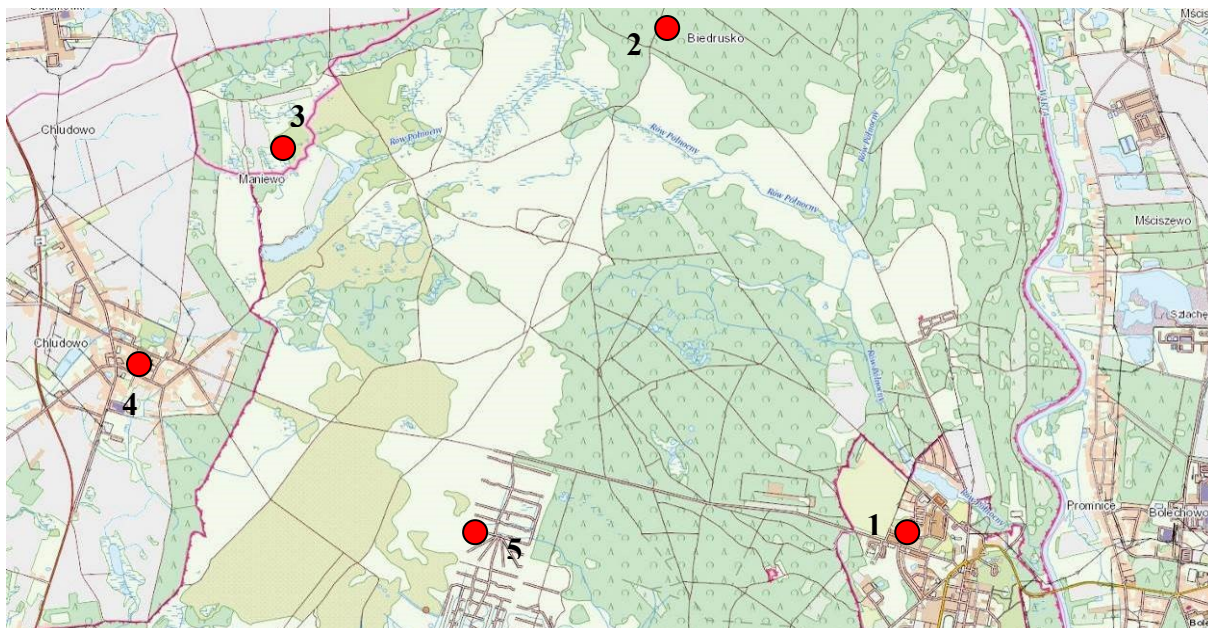
Omawiany obszar leży w obrębie synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, dużej jednostki tektonicznej piętra laramijskiego. Synklinorium stanowi strefę depresyjną, wypełnioną utworami cechsztyńskimi oraz mezozoicznymi – jury i kredy. Osady czwartorzędowe na omawianym obszarze posiadają przeważnie miąższość 30-40 m, jedynie w rynn timer Samicy dochodzą do 162 m. Najstarszymi czwartorzędowymi osadami są piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste ze smugami orsztynowymi oraz wkładkami mułków zaliczone do preglacjału. Nad nimi zalegają utwory zlodowaceń południowopolskich – piaski

różnej granulacji, a miejscami żwiry i żwirki o miąższości około 10 m i glina zwałowa popielata, o miąższości nie przekraczającej 1 m. Na osadach południowopolskich lub bezpośrednio na łożach pliocenu zalegają utwory zlodowceń środkowopolskich, reprezentowane przez piaszczysto-żwirowe osady wodno-lodowcowe oraz gliny zwałowe o łącznej miąższości 30 – 50 m. Omawiane utwory przykrywa ciągła seria osadów powstałych w fazie poznańskiej zlodowceń północnopolskich. Spągową partię tych osadów stanowią piaski i żwiry wodnolodowcowe o niewielkiej, kilkumetrowej miąższości. Na nich zalegają piaski i żwiry moren czołowych, występujące jako moreny akumulacyjne, moreny spiętrzone i moreny martwego lodu, piaski i żwiry ozów, a także mułki i mułki zastoiskowe.

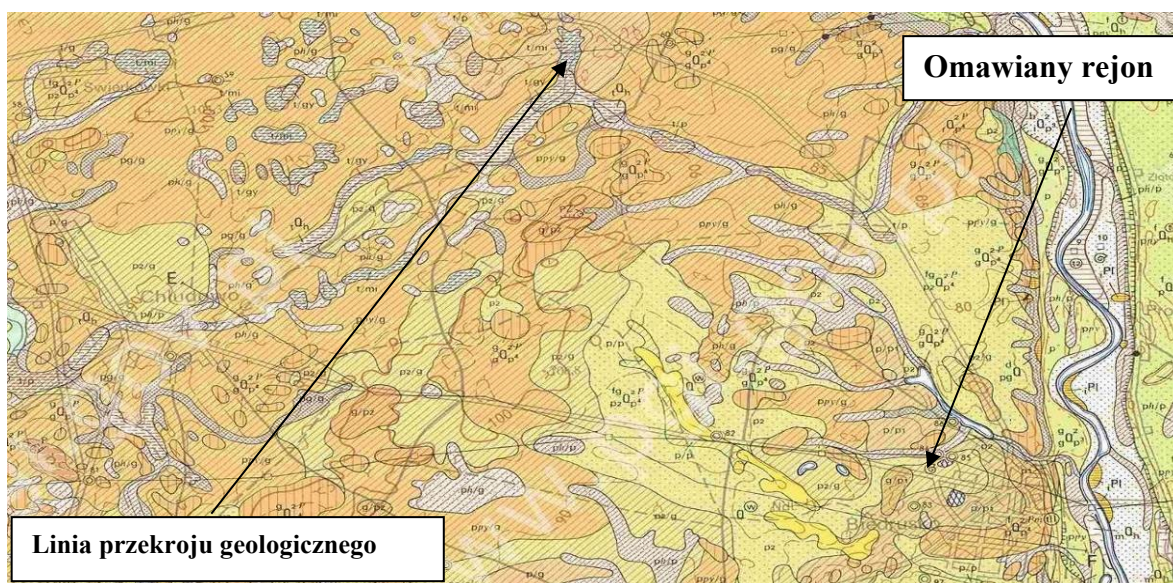
Około 70 % powierzchni omawianego obszaru pokrywa glina zwałowa, o miąższości od około 6 do 12 m. Pagórki czołowo-morenowe zbudowane są głównie z piasków i żwirów. Lokalnie powierzchnię warstwę stanowią piaszczyste osady wodnolodowcowe tworzące cienkie pokrywy na glinach oraz występujące na przedpolu moren czołowych w formie niewielkich sandrów. Miąższość tych osadów jest niewielka, tylko lokalnie przekracza 2 m. Znacznie większe miąższości piasków wodno-lodowcowych występują w rynnach. Wypełniają one rynnę Samicy do głębokości co najmniej 70 m, rynnę raduszyńską, a także rynnę białężyńską (do głębokości 10 m). Tarasy rzeczne budują piaszczysto-żwirowe utwory rzeczno-lodowcowe o różnej miąższości (2-10 m). Osady czwartorzędu nierozdzielonego to piaski eoliczne, eluvia piaszczysto-pyłowate, piaski i mułki jeziorne, piaski i gliny deluwialne oraz piaski den dolinnych i tarasów. Piaski eoliczne występują zarówno na wysoczyźnie jak i na tarasach Warty, z wyjątkiem tarasów zalewowych. Tworzą one wydmy, a także występują w formie pokryw. Najmłodsze, holocenijskie osady reprezentowane są przez kredę jeziorną, gytie i torfy, zalegające w obniżeniach i rynnach polodowcowych oraz piaski, mułki i namuły organiczne w dnach dolin, na niskich tarasach rzecznych i stożkach napytowych.

#### **4.2. Szczegółowa budowa geologiczna**

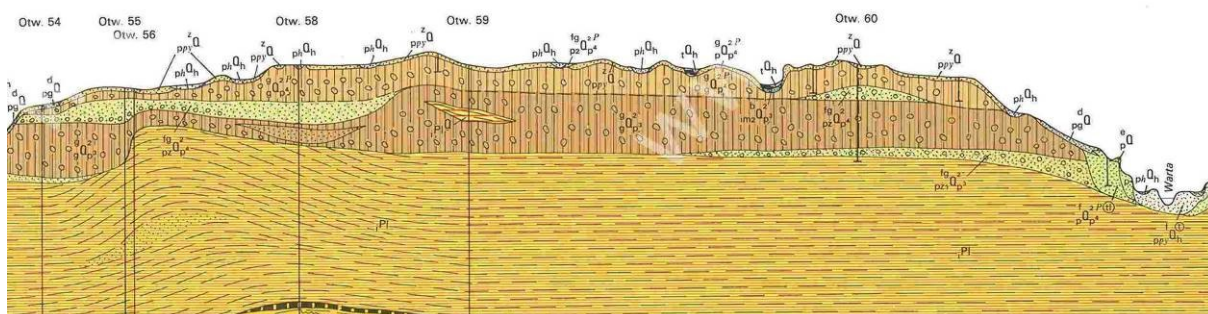
Pod względem szczegółowej budowy geologicznej (ryc. 4) omawiany rejon zlokalizowany jest w obrębie obszaru zbudowanego z piasków i żwirów wodno-lodowcowych (fgp2QP42P) od strony północno-wschodniej i piasków lodowcowych na piaskach wodnolodowcowych (p/p1) od strony południowo-zachodniej. Koryto Rowu Północnego na odcinku od jeziora Chludowskiego do Biedruska wypełnione jest osadami dolinnymi organicznymi (tQh) na piaskach den dolinnych (ryc. 5). Otoczenie doliny Rowu Północnego stanowią eluvia piaszczysto-pyłowe znacznej miąższości na glinach zwałowych w podłożu głębszym (ppy/g). Lokalnie tylko znajdują się wypiętrzone formy glin zwałowych (ggQP42P).



**Ryc. 4.** Fragment mapy topograficznej z lokalizacją otworów archiwalnych w skali 1:10 000



**Ryc. 5.** Fragment mapy geologicznej w skali 1:50 000



**Ryc. 6.** Fragment przekroju geologicznego



Podłoże głębsze na podstawie przekroju geologicznego (ryc. 6) zbudowane jest w górnej części z piasków wodno-lodowcowych zmiennej miąższości (fgp2QP42P) na glinach zwałowych młodszych (ggQP42P) i starszych (ggQP42L). Całość osadzona na łdach trzeciorzędowych z warstwami węgla brunatnego (ipl). Powyższe potwierdzają otwory archiwalne (tab. 1) zlokalizowane na mapie topograficznej - ryc. 4.

**Tabela 1.**

Otwory archiwalne zlokalizowane na mapie topograficznej – ryc. 4.

Otwór nr 1	Otwór nr 2	Otwór nr 3	Otwór nr 4	Otwór nr 5
0,0-0,5 Gb(Pd)+H	0,0-10,0 Pd//Ps	0,0-10,5 Pd//Ps+Ż,K	0,0-2,0 Pd+Ps	0,0-6,5 Gz
0,5-1,5 Pd	10,0-16,0 Gz //Pd	10,5-17,0 Gz	2,0-5,0 Gz//Pd	6,5-12,5 Ps//Pr+Ż
1,5-3,0 Gz górna	16,0-18,0 łł	17,0-20,0 łł	5,0-12,0 Pd//Ps	12,5-34,2 Gz
3,0-9,0 Ps//Pd			12,0-14,0 Gz	34,2-35,0 łł
9,0-16,0 Pył				

Omawiany rejon zasilany jest w zasadniczej części wodami opadowymi i wodami gruntowymi pierwszego poziomu wodonośnego. Główne kierunki spływu widoczne są na załączonym poniżej fragmencie mapy hydrogeologicznej (ryc. 7). Główne źródło użytkowe wód podziemnych stanowi piętro trzeciorzędowe o wysokim stopniu izolacji 1cTrI i niskiej wydajności, gdzie:

1 – nr jednostki hydrogeologicznej

C – stopień izolacji (wysoki)

Tr – trzeciorzędowe piętro wodonośne

I – wydajność – niska

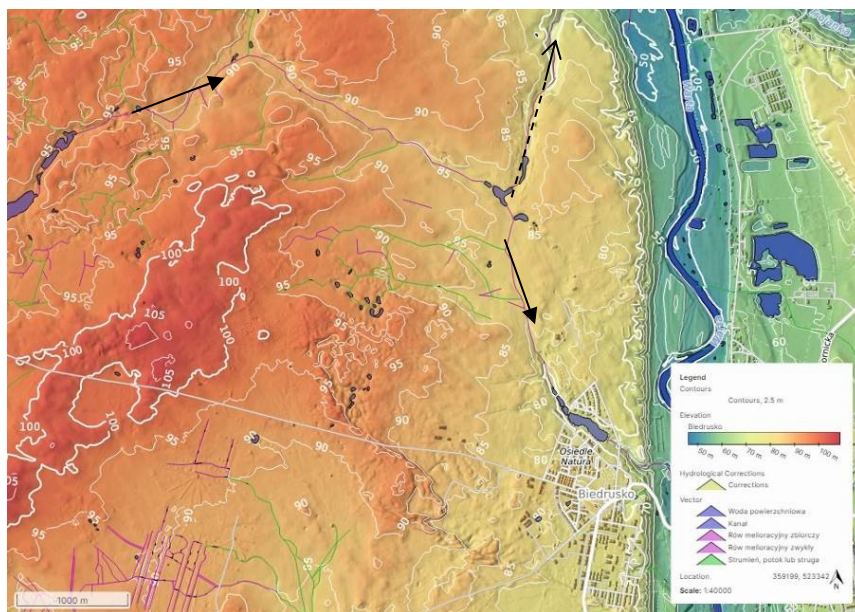


**Ryc. 7.** Fragment mapy hydrogeologicznej w skali 1:50 000

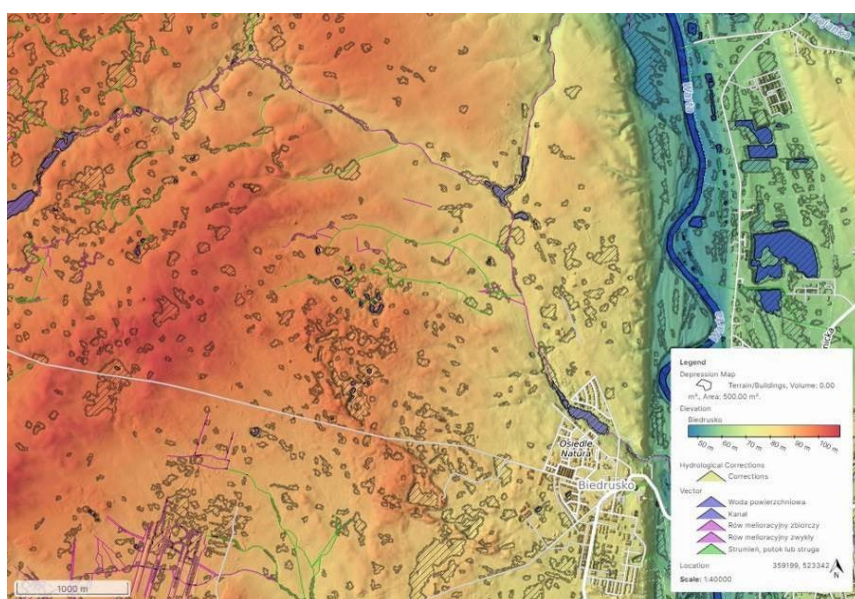
## 5. Warunki hydrograficzne

Analizy hydrograficzne przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania SCALGO LIVE (scalgo.com). Rów Północy prowadzi wody w kierunku wschodnim do rzeki Warty. W

pobliżu rzeki Warty Rów Północny rozdziela się i wody teoretycznie mogą płynąć rowem w kierunku północnym do rzeki Warty lub z głównym biegiem w kierunku południowo-wschodnim poprzez zbiorniki wodne i dalej do zbiornika Błękitny Staw, a następnie dalej do rzeki Warty. Jak wynika z numerycznego modelu terenu (NMT) (ryc. 8) oraz profili poprzecznych Rowu Północnego i rowu kierującego wody w kierunku północnym przedstawionych w załączniku nr 1 row biegnie w naturalnej dolinie. Dolina ta wypłyca się za miejscem rozdzielenia się Rowu Północnego. Dodatkowo w załączniku nr 2 przedstawiono przekrój podłużny powyższego rowu. Rzeźba analizowanego terenu jest bogata w obniżenia terenowe, które przedstawiono na ryc. 9. Na poniższej rycinie zakreślowane pola prezentują obniżenia terenowe o powierzchni większej od 500 m<sup>2</sup>.

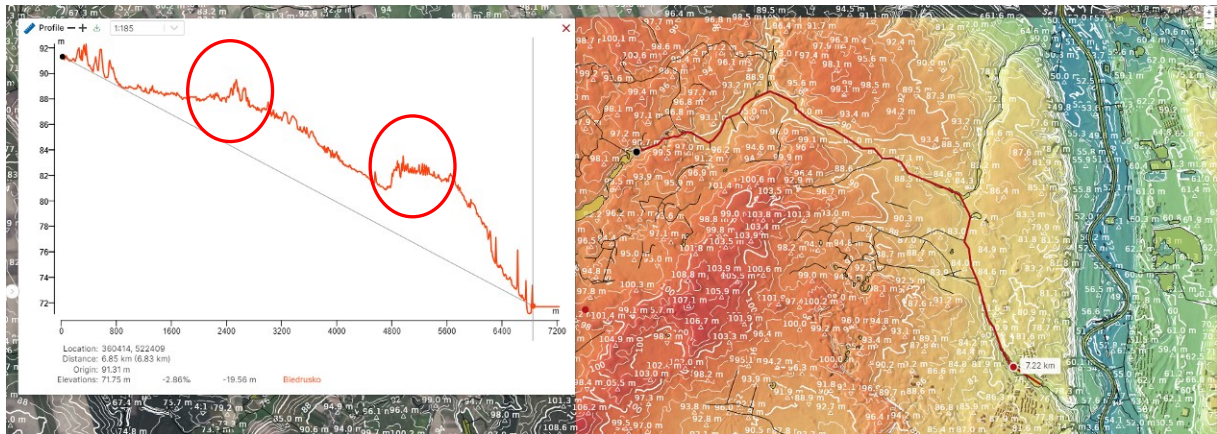


**Ryc. 8.** Numeryczny model terenu wraz z zaznaczeniem wód powierzchniowych



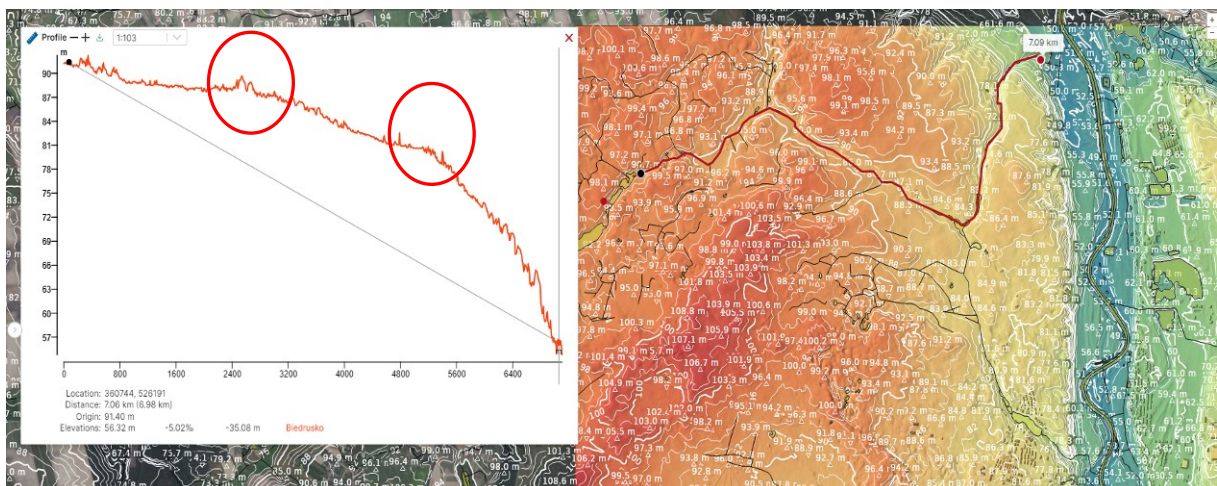
**Ryc. 9.** Pola zakreślowane lokalne depresje o powierzchni większej od 500 m<sup>2</sup>

Na podstawie NMT wygenerowano profil podłużny terenu (zaznaczony na rycinie linią czerwoną) po śladzie Rowu Północnego od Jeziora Chłudowskiego do stawów w Biedrusku, który przedstawiono na rycinie 10. Z analizy profilu wynika, że różnica rzędnych terenu wynosi około 20 m, a średni spadek jest rzędu 3‰ na długości około 6,8 km. Jednak teren ma zróżnicowane spadki na długości, z lokalnym odcinkami o przeciwnospadkach.



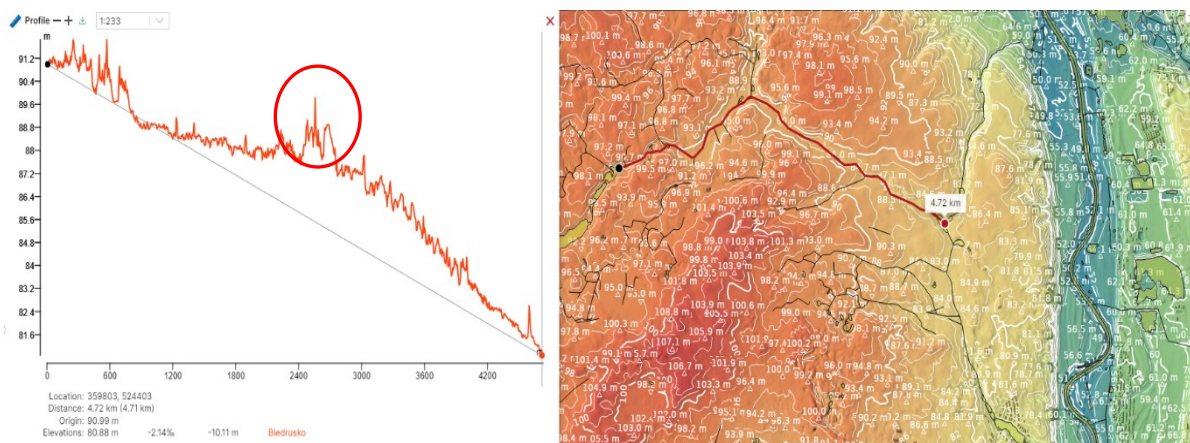
**Ryc. 10.** Profil podłużny Rowu Północnego od Jeziora Chłudowskiego do stawów w Biedrusku

Natomiast na rycinie 11 wygenerowano powtórnie profil podłużny terenu od jeziora Chłudowskiego, jednak od punktu przy przepuście drogowym zmieniono przebieg rowu i odpływ skierowano na północ bezpośrednio do rzeki Warty (linia czerwona na rysunku). W porównaniu do przebiegu przedstawionego na rycinie 10 profil ten na podobnej długości około 7,0 km charakteryzuje się większą różnicą rzędnych sięgającą 35 m. Z uwagi na to średni spadek terenu wynosi około 5‰.

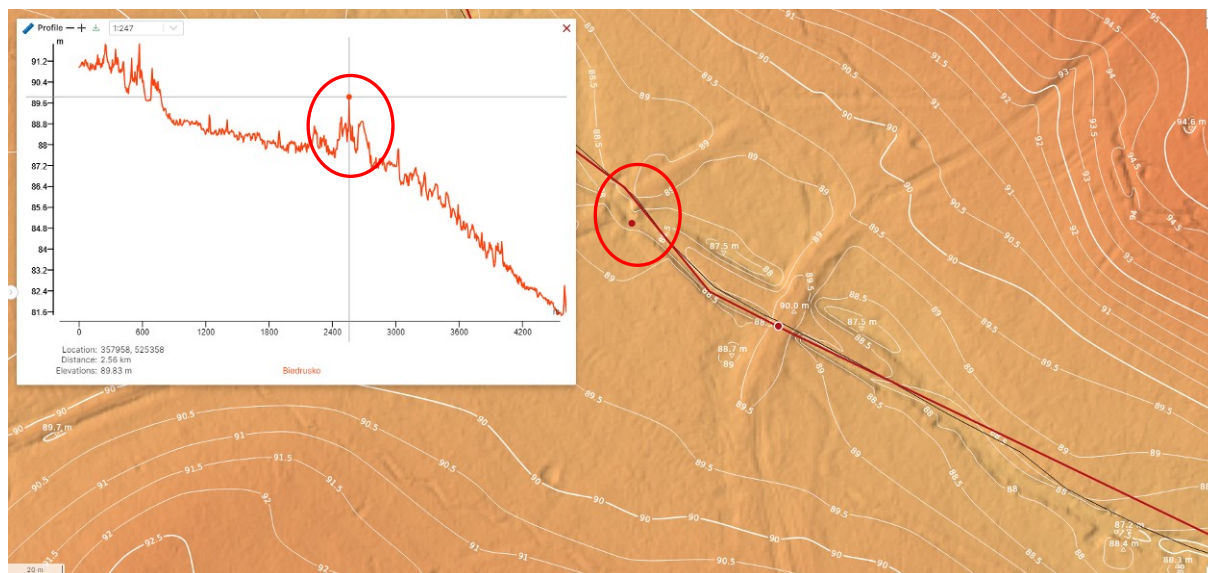


**Ryc. 11.** Profil podłużny Rowu Północnego od Jeziora Chłudowskiego do odpływu skierowanego na północ bezpośrednio do rzeki Warty

Na rycinie 12 przedstawiono wspólny odcinek Rowu Północnego od Jeziora Chłudowskiego do miejsca rozdzielenia się Rowu Północnego. Jak wynika z poniższej ryciny odcinek ten charakteryzuje się średnim spadkiem terenu rzędu 2‰ i spadek ten jest zróżnicowany na analizowanej długości. Jak przedstawiono na rycinie 13 na trasie wygenerowanego profilu terenowego znajdują się potencjalne miejsca z przeszkodami terenowymi utrudniającymi odpływ. Miejsca te zostały również potwierdzone inwentaryzacją przeprowadzoną na terenie poligonu Biedrusko.



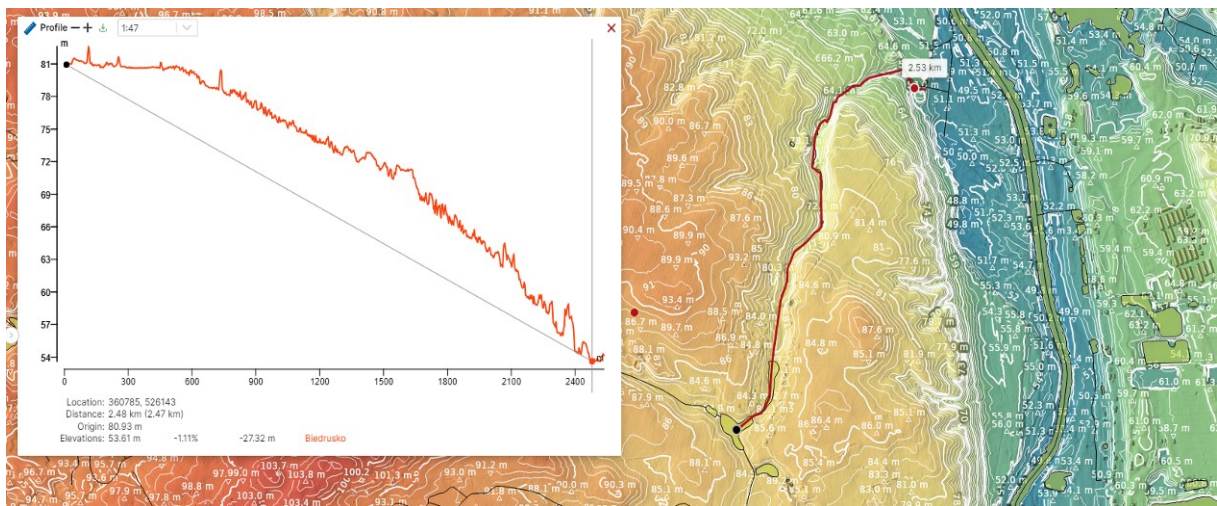
**Ryc. 12.** Profil podłużny Rowu Północnego od Jeziora Chłudowskiego do miejsca rozdzielenia się Rowu Północnego



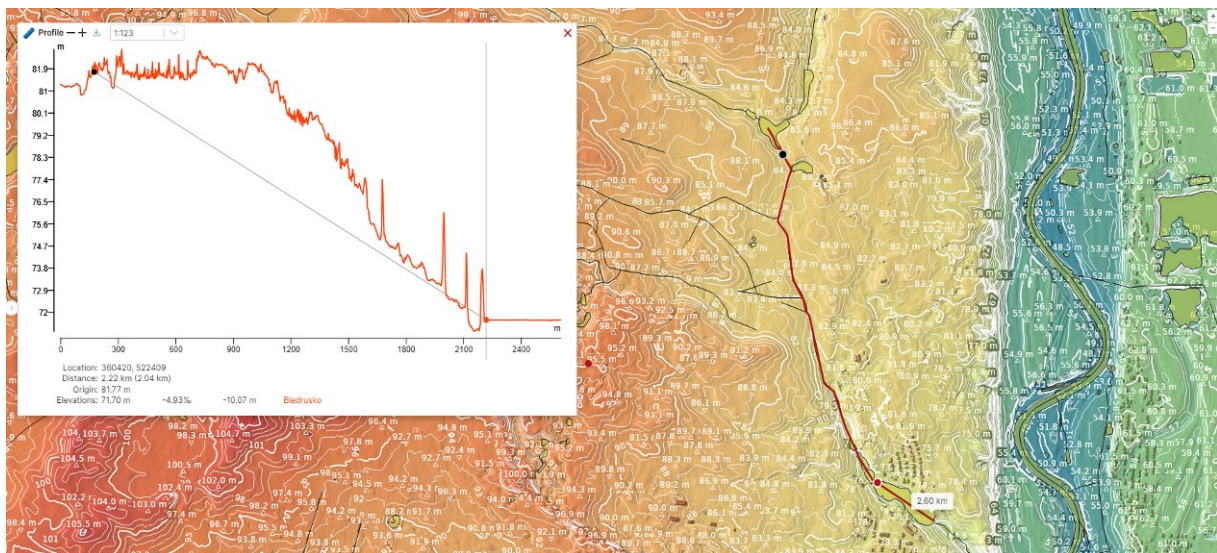
**Ryc. 13.** Wybrany fragment profilu Rowu Północnego z przedstawioną potencjalną przeszkodą terenową

Na rycinie 14 przedstawiono przebieg terenu od miejsca rozdziału Rowu Północnego do odpływu skierowanego na północ bezpośrednio do rzeki Warty, natomiast na rycinie 15 od miejsca rozdziału Rowu Północnego do stawów w Biedrusku. Z porównania średnich spadków

terenu (przebiegu Rowu Północnego) wynika, że fragment rowu prowadzący wodę do stawów w Biedrusku ma średni spadek terenu rzędu 5‰, natomiast odcinek prowadzący wody na północ (do odpływu skierowanego na północ bezpośrednio do rzeki Warty) ma spadek średni dwukrotnie większy wynoszący około 11‰. Dodatkowo odcinek prowadzący do stawów w Biedrusku na długości pierwszych 1000 m przebiega w warunkach niekorzystnie ukształtowanego terenu i dopiero po tej odległości spadek tego profilu jest znaczny (dochodzący do 1‰).



**Ryc. 14.** Profil podłużny od miejsca rozdziału Rowu Północnego do odpływu skierowanego na północ bezpośrednio do rzeki Warty

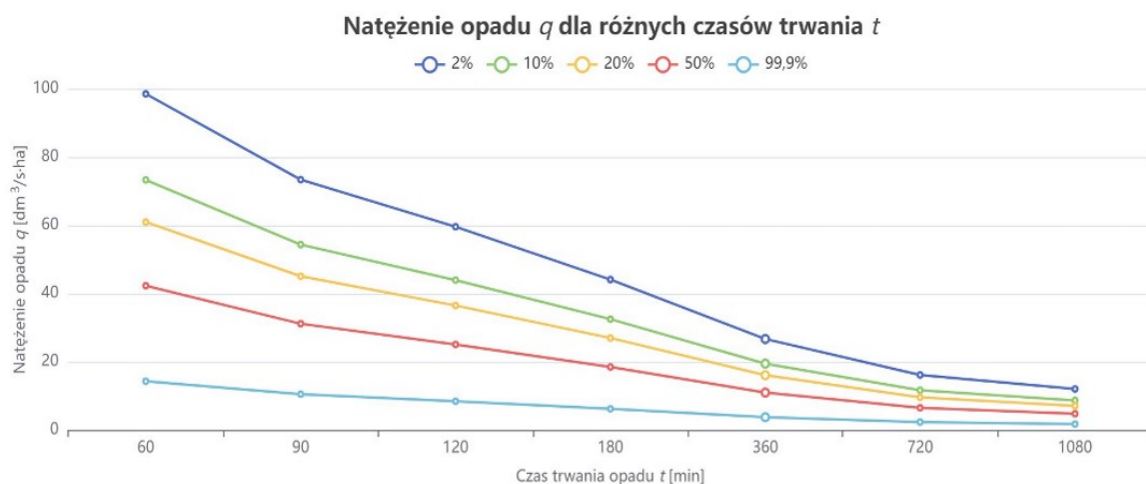


**Rys. 15.** Profil podłużny od miejsca rozdziału Rowu Północnego do stawów w Biedrusku

## 6. Warunki sptywu wód opadowych

W celu wyznaczenia miejsc gromadzenia się wód opadowych na powierzchni terenu należy przyjąć warunki, dla których wykonuje się symulację. Podczas projektowania urządzeń

do zbierania i zagospodarowania wód opadowych przyjmuje się prawdopodobieństwo wystąpienia deszczy oraz czas jego trwania. Wartość prawdopodobieństwa przewyższenia opadu  $p$ , czyli wartość  $C$  (wartość podstawiana do wzorów empirycznych) określającą częstość deszczu obliczeniowego wyznaczono zgodnie z normą PN-EN 752:2017 dla terenów mieszkaniowych. Wartość  $C$  wynosi 1, co oznacza, że raz na rok wystąpi deszcz o natężeniu równym lub większym od przyjętego, (prawdopodobieństwo  $p = 100\%$ ). Innymi słowy, można stwierdzić, że w danym rocznym cyklu zdarzy się przynajmniej raz deszcz o natężeniu równym lub większym od przyjętego. Dla prawdopodobieństwa przewyższenia opadu wynoszącego 100% oraz czasu trwania deszczu 15 minut dla rozpatrywanego terenu przyjęto opad deszczu wynoszący 4 mm zgodnie PMAOTP (ryc. 16).



**Ryc. 16.** Wykres natężenia opadu w zależności od prawdopodobieństwa wystąpienia i czasu trwania na podstawie PMAOTP (IMGW) (<https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/>)

Jednak z uwagi na bardzo małą wartość dla opadu 100% przeprowadzono również symulacje dla opadu o prawdopodobieństwie wystąpienia 50%, 10% (to jest wartości 11 mm i 18 mm). PMAOTP - projekt IMGW dotyczący charakterystyk opadów maksymalnych, wyznaczonych na podstawie danych z lat 1986-2015 ze 100 stacji meteorologicznych (<https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/>). W tabeli 2 przedstawiono zależność wartości natężenia opadu od prawdopodobieństwa wystąpienia i czasu jego trwania na podstawie PMAOTP (IMGW) dla rozpatrywanego terenu.

**Tabela 2.**

Opad maksymalny o danym prawdopodobieństwie wystąpienia i czasie trwania na podstawie PMAOTP (IMGW) (<https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/>) (Ozga-Zieliński B., 2022)

Czas trwania opadu $t$ w minutach	Prawdopodobieństwo przewyższenia $p$							
	0.1%	0.2%	1%	2%	10%	20%	50%	99.9%
5	25,2	23,7	19,8	18,0	13,7	11,6	8,2	2,8
10	31,0	28,5	23,9	21,7	16,5	13,9	9,7	3,3

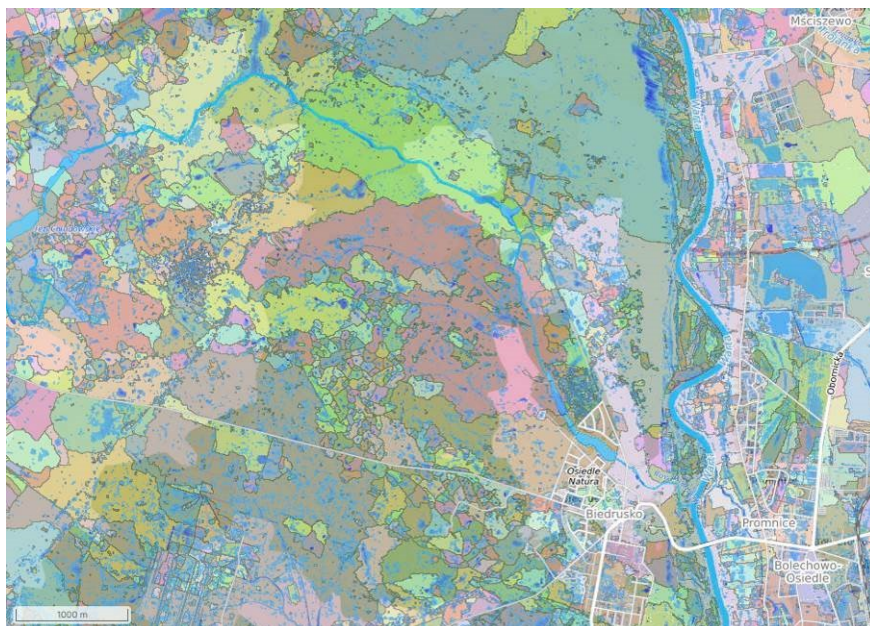
15	34,5	32,5	26,7	24,3	18,3	15,4	10,8	3,7
30	41,7	38,9	32,4	29,5	21,9	18,4	12,8	4,4
45	47,2	44,0	36,3	32,9	24,4	20,4	14,2	4,8
60	51,4	47,8	39,3	35,5	26,4	22,0	15,2	5,2
90	57,9	53,8	44,0	39,6	29,4	24,4	16,8	5,7
120	63,8	58,4	47,6	42,9	31,6	26,3	18,1	6,1
180	71,6	66,1	53,2	47,7	35,1	29,2	20,0	6,7
360	87,7	80,5	64,3	57,7	42,1	34,8	23,8	8,2
720	106,8	98,0	78,1	69,8	50,6	41,6	28,2	10,3
1080	120,2	110,0	87,5	78,2	56,3	46,2	31,2	11,7
1440	130,9	119,6	95,1	84,7	60,8	49,7	33,5	12,7
2160	147,6	135,9	106,6	94,8	67,7	55,2	37,0	14,4
2880	161,0	146,8	115,7	102,7	73,1	59,5	39,7	15,8
4320	172,1	155,9	129,9	115,0	81,4	66,0	43,9	17,9

## 7. Zlewnia opadowa

Na rycinie 17 przedstawiono zlewnie opadowe dla obszaru Rowu Północnego dla opadu 4 mm ( $p=100\%$ ). Jak wynika dla niewielkich opadów Rów Północny obejmuje zasięgiem kilkanaście mniejszych zlewni. Na rycinach 18 i 19 przedstawiono zlewnie opadowe przy opadzie 11 mm ( $p=50\%$ ) i 18 mm ( $p=10\%$ ). Zmniejszona liczba zlewni przy większych wartościach opadu wynika z łączenia się mniejszych zlewni.



**Ryc. 17.** Zlewnie opadowe wynikające z ukształtowania terenu (bez uwzględnienia infiltracji) dla opadu 4 mm



**Ryc. 18.** Zlewnie opadowe wynikające z ukształtowania terenu (bez uwzględnienia infiltracji) dla opadu 11 mm



**Ryc. 19.** Zlewnie opadowe wynikające z ukształtowania terenu (bez uwzględnienia infiltracji) dla opadu 18 mm

W celu symulacji miejsc gromadzenia się wód opadowych na powierzchni terenu oraz dróg spływu wód opadowych do programu ScalgoLive wprowadzono współczynniki spływu, których zakresy przedstawiono w tabeli 3. Na podstawie NMT wyznaczono drogi spływu wód opadowych po powierzchni terenu.

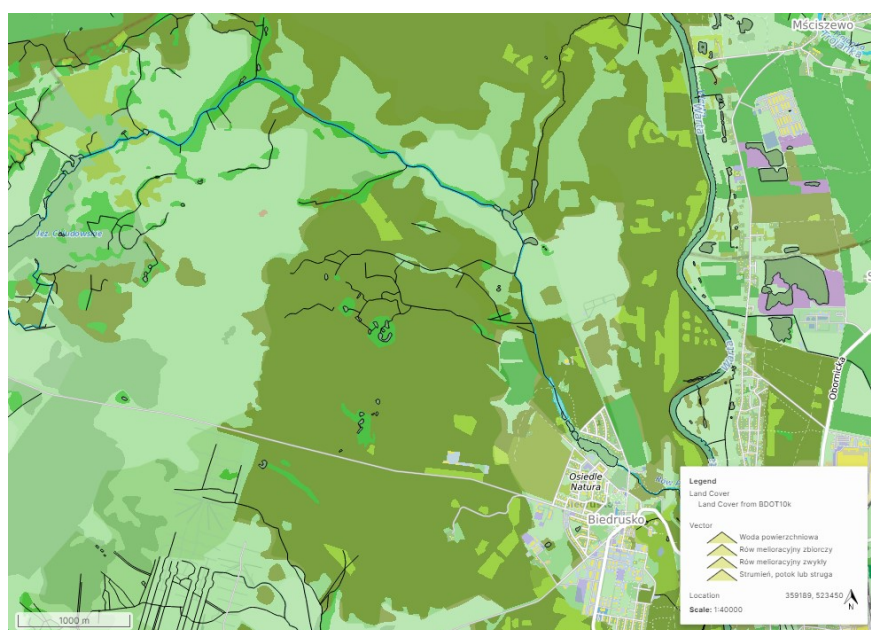


Tabela 3.

Współczynniki spływu (Edel, 2017)

Rodzaj zabudowy lub powierzchni	$\psi$
Rodzaj zabudowy	
Zabudowa bardzo gęsta, nawierzchnia z bruku	0,70 ÷ 0,80
Zabudowa zwarta	0,50 ÷ 0,70
Zabudowa luźna	0,30 ÷ 0,50
Tereny niezabudowane	0,10 ÷ 0,25
Parki i tereny zielone	< 0,15
Rodzaj powierzchni	
Dachy (blacha, papa)	0,90 ÷ 0,95
Nawierzchnie asfaltowe	0,85 ÷ 0,90
Nawierzchnie kamienne, klinkierowe szczelne	0,75 ÷ 0,85
Nawierzchnie jak wyżej, lecz bez zalanych spoin	0,40 ÷ 0,50
Nawierzchnie tłuczniowe	0,25 ÷ 0,60
Nawierzchnie żwirowe	0,15 ÷ 0,30
Powierzchnie nieumocnione	0,10 ÷ 0,20

Przyporządkowanie danego terenu do danej kategorii nawierzchni wykonano według GUGiK BDOT10k. Na rycinie 20 przedstawiono przyporządkowanie terenu zgodnie z powyższymi danymi. Wartości przyjętych współczynników spływu danego rodzaju zagospodarowania terenu przedstawiono w tabeli 4.



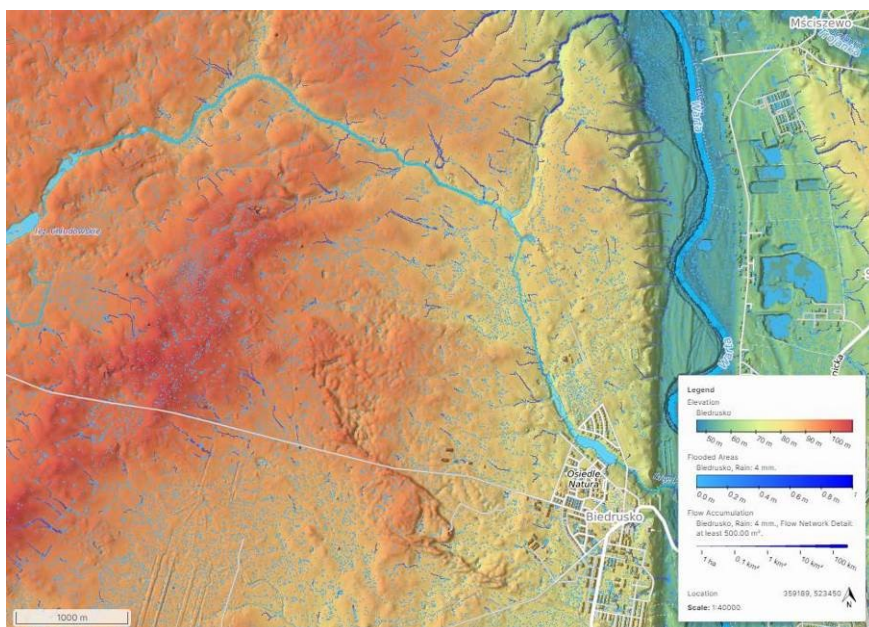
Rys. 20. Zagospodarowanie powierzchni terenu według GUGiK BDOT10k

Tabela 4.

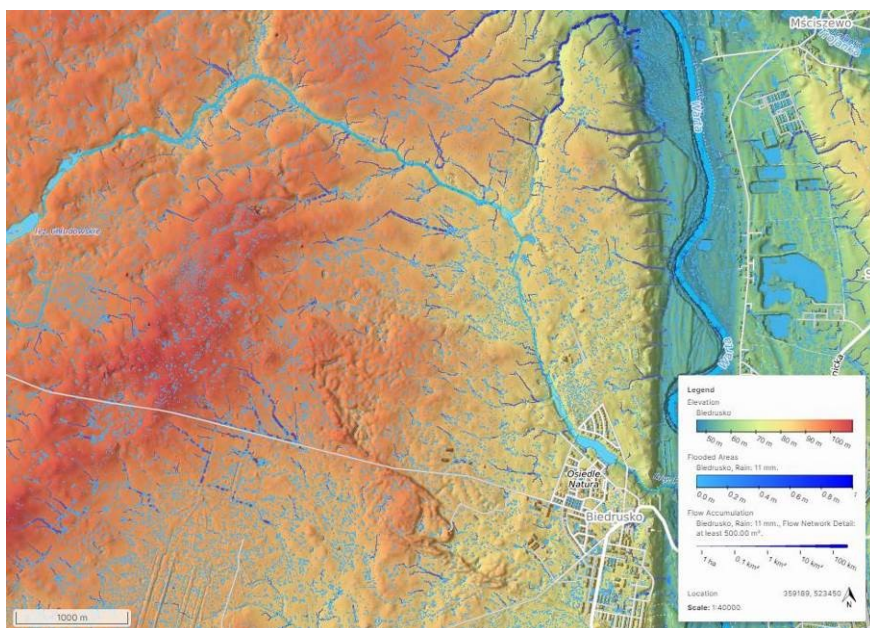
## Przyjęte współczynniki spływu

Rodzaj terenu	Wartość współczynnik spływu $\psi$ [-]
Teren zabudowany	0,95
Budynki	0,95
Tereny leśne i zadrzewione	0,1
Roślinność krzewiasta	0,1
Roślinność trawiasta i uprawy	0,1
Grunty nieużytkowane (teren piaszczysty)	0,1
Drogi utwardzone	0,9
Tereny pod torowiskiem	0,5
Place	0,5
Tereny nieutwardzone	0,1
Mokradła, wyrobiska	0,1

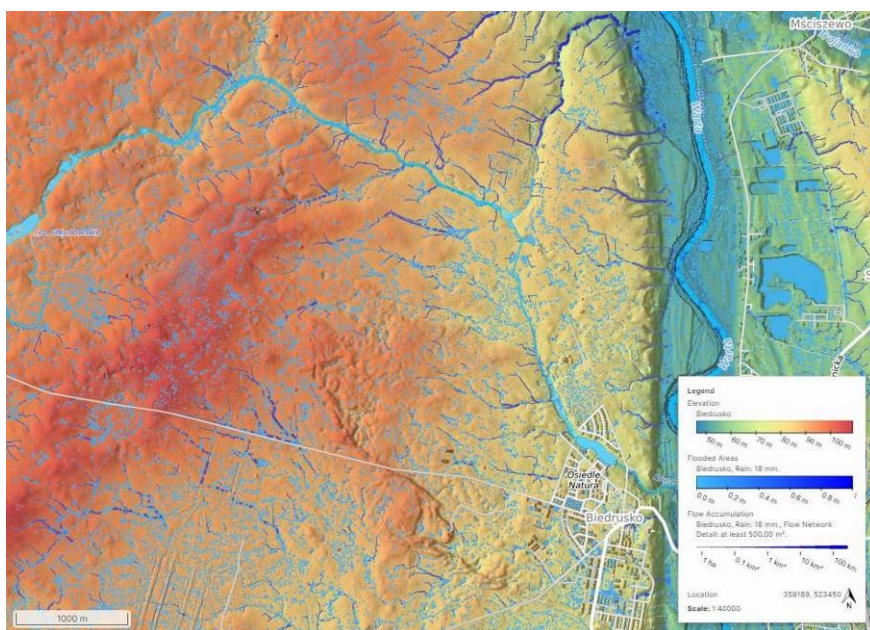
Na rycinach 21 - 23 przedstawiono wyniki symulacji dla opadów deszczu 4 mm ( $p=100\%$ ), 11 mm ( $p=50\%$ ) i 18 mm ( $p=10\%$ ) z uwzględnieniem wartości współczynników spływu zasymulowanych w programie ScalgoLive.



**Ryc. 21.** Drogi spływu wód opadowych wraz z miejscami gromadzenia się wód opadowych na powierzchni terenu przy opadzie 4 mm (wartość dla  $p = 100\%$  i  $t = 15$  min. wg PMAxTP IMGW) (z uwzględnieniem infiltracji)



**Ryc. 22.** Drogi spływu wód opadowych wraz z miejscami gromadzenia się wód opadowych na powierzchni terenu przy opadzie 11 mm (wartość dla  $p = 50\%$  i  $t = 15$  min. wg PMAxTP IMGW) (z uwzględnieniem infiltracji)



**Ryc. 23.** Drogi spływu wód opadowych wraz z miejscami gromadzenia się wód opadowych na powierzchni terenu przy opadzie 18 mm (wartość dla  $p = 10\%$  i  $t = 15$  min. wg PMAxTP IMGW) (z uwzględnieniem infiltracji)

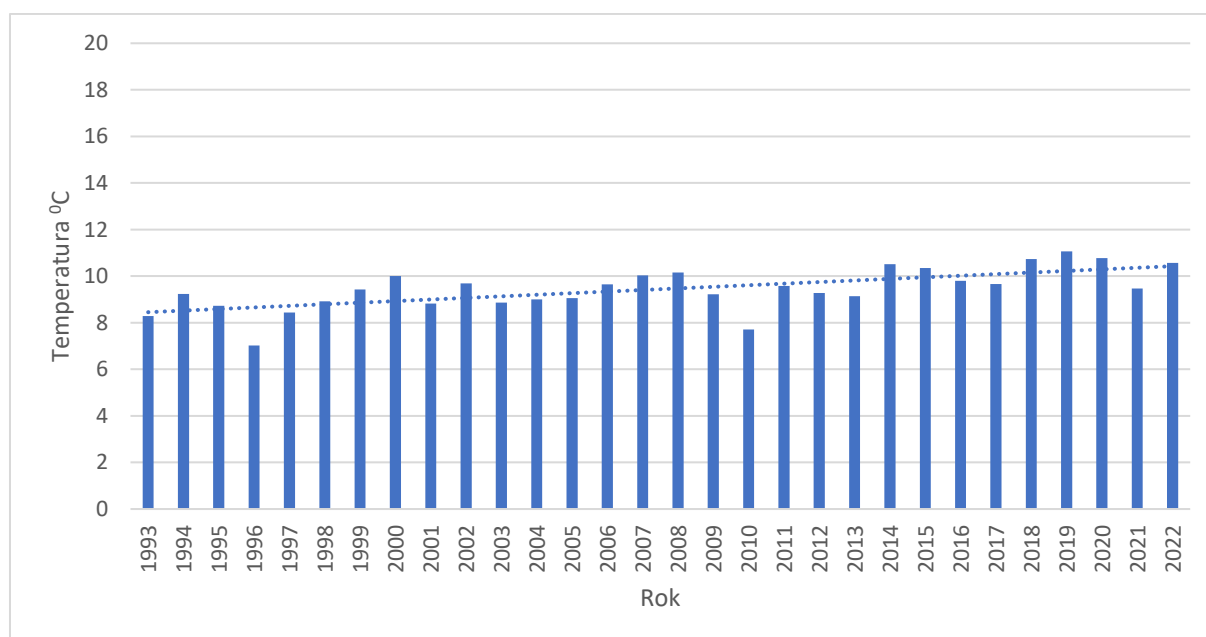
Jak wynika z wyników symulacji przedstawionych na rycinach 21 - 23 z uwzględnieniem infiltracji powierzchniowej dla deszczu występującego raz na rok ( $p=100\%$ ) oraz raz na 2 lata ( $p=50\%$ ) gromadzenie wód opadowych na powierzchni terenu jest niewielkie. Dopiero przy

opadzie 10-letnim ( $p=10\%$ ) wody opadowe gromadzą się w większej ilości. Rozpatrywany teren zlewni z uwagi na bardzo duży udział powierzchni przepuszczalnych nie gromadzi na powierzchni terenu (w zagłębieniach terenowych) wód opadowych. Wody te najprawdopodobniej zasilają głównie wody gruntowe na danym terenie.

## 8. Analizy obserwacji hydro-meteorologicznych

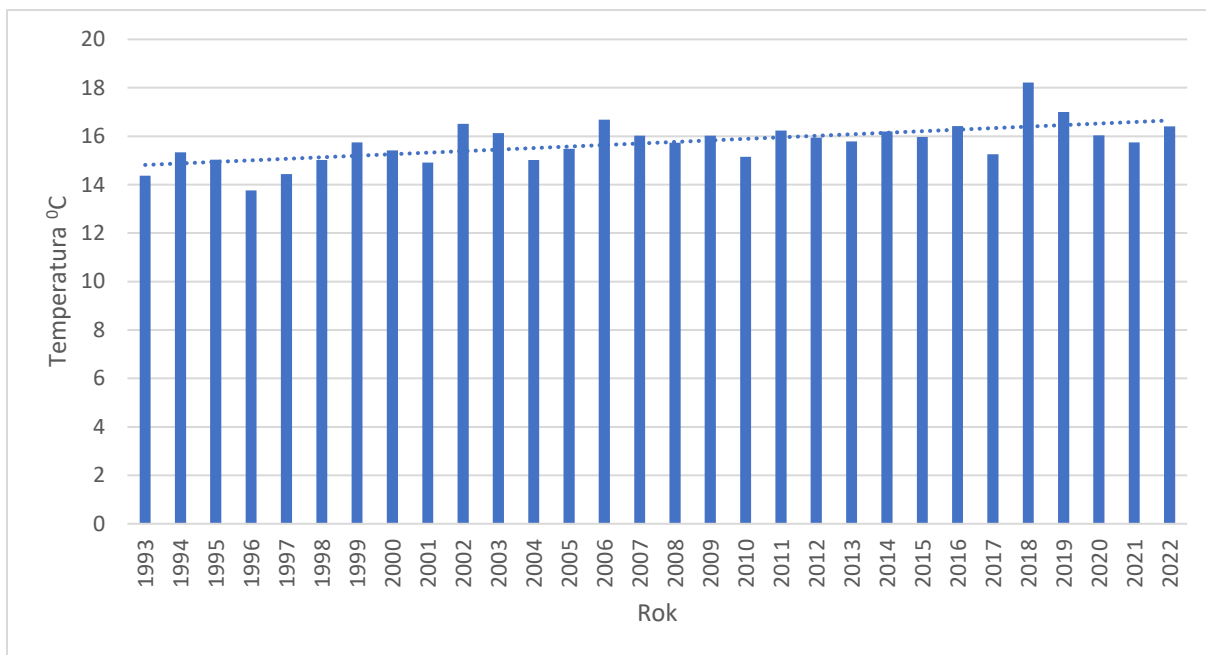
Analizy danych hydro-meteorologicznych oparto na powszechnie dostępnych danych opadowych, temperaturowych oraz hydrologicznych. W badaniach uwzględniono stacje i punkty obserwacyjne położone najbliżej badanego terenu.

W przypadku temperatury przyjęto obserwacje ze stacji Poznań. Na ryc. 24 przedstawiono średnioroczne zmiany temperatury w latach 1993 – 2022 w Poznaniu. W analizowanym okresie najmniejsza średnioroczna temperatura wystąpiła w roku 1996 i wynosiła  $7,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ , największa w roku 2019 i wynosiła  $11,07\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Analiza linii trendu wskazuje na wzrost temperatury w latach 1993 – 2022. Na kolejnej rycinie (ryc. 25) przedstawiono zmiany średniej temperatury w okresie wegetacyjnym w Poznaniu. Dane z okresu wegetacyjnego są szczególnie ważne, gdyż wskazują na tendencje zachodzące w okresie szczególnie intensywnej ewapotranspiracji z powierzchni terenu.



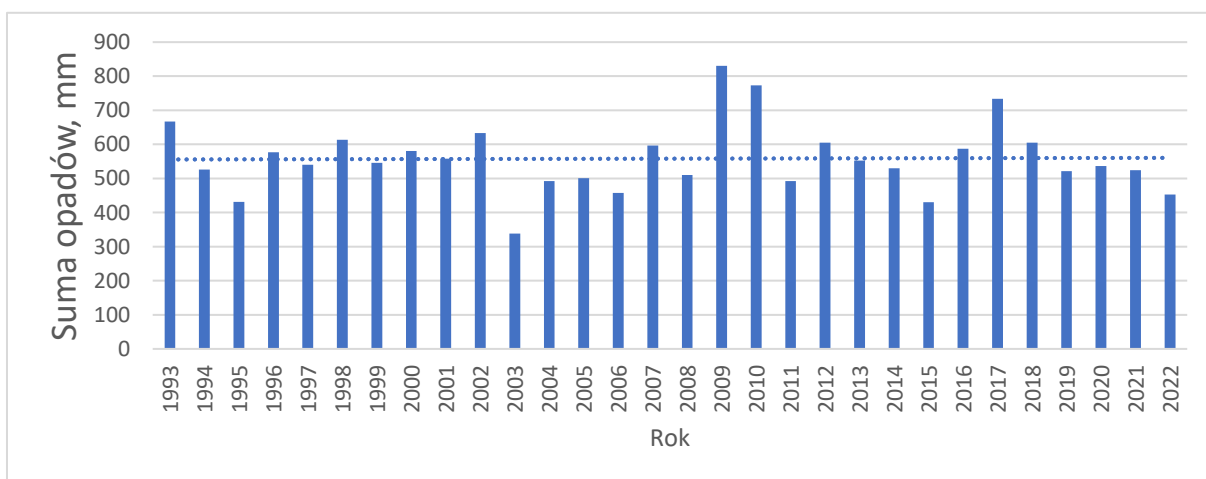
**Ryc. 24.** Zmiany średniorocznej temperatury w Poznaniu zmierzonej w latach 1993 – 2022

W analizowanym okresie najmniejsza średnia temperatura w okresie wegetacyjnym wystąpiła w roku 1996 i wynosiła  $13,77\text{ }^{\circ}\text{C}$ , największa w roku 2018 i wynosiła  $18,22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Analiza linii trendu wskazuje na wzrost temperatury w latach 1993 – 2022.

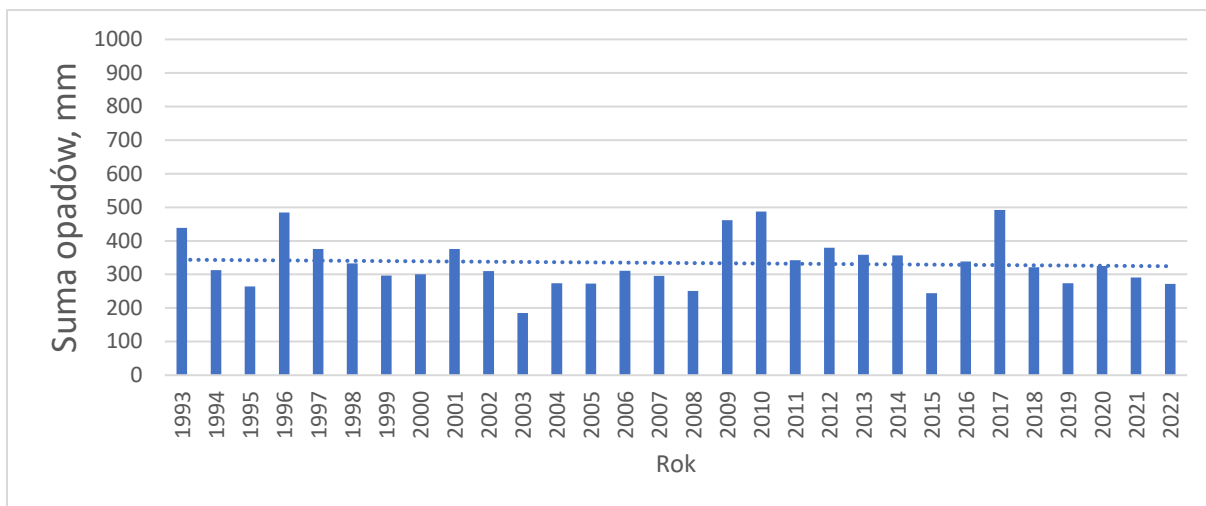


**Ryc. 25.** Zmiany średniej temperatury w okresie wegetacyjnym w Poznaniu zmierzonej w latach 1993 – 2022

Na ryc. 26 przedstawiono sumy opadów dla stacji opadowej Złotniki dla lat 1993 – 2022. Analiza linii trendu zmienności opadów dla okresu rocznego w latach 1993 – 2022 wskazuje na utrzymywanie się opadów na podobnym poziomie. Największe opady wystąpiły w roku 2009 i wynosiły 831 mm, a najmniejsze w roku 2003 i wynosiły 338 mm. Na ryc. 27 przedstawiono sumy opadów dla okresu wegetacyjnego dla stacji opadowej Złotniki dla lat 1993 – 2022.

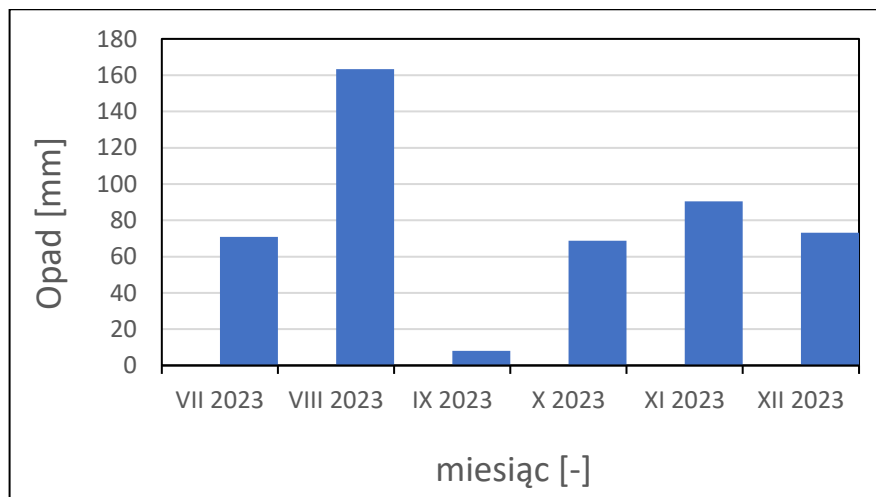


**Ryc. 26.** Zmienność rocznej sumy opadów w latach 1993 – 2022 dla stacji opadowej Złotniki



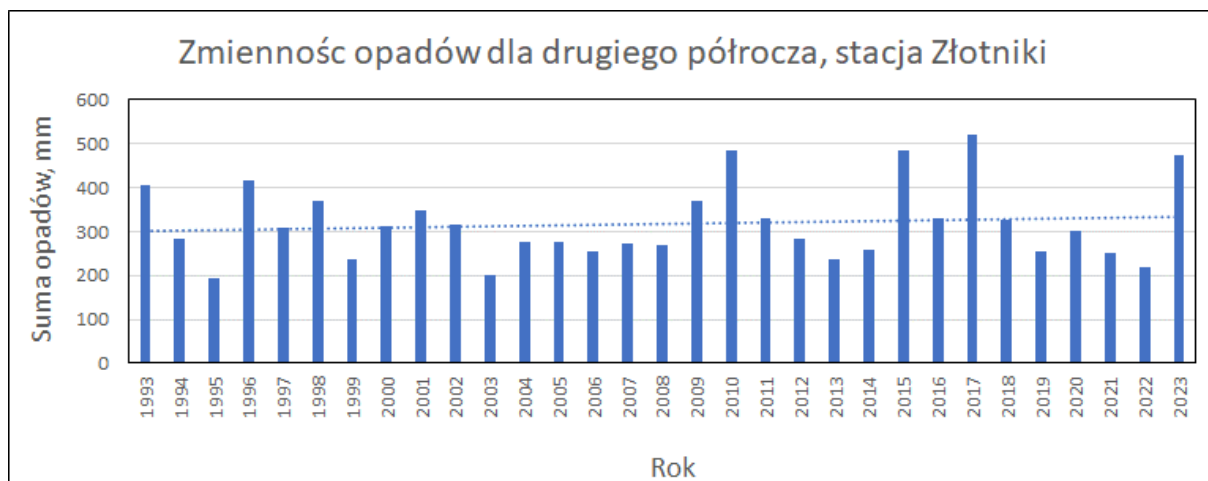
**Ryc. 27.** Zmienność sumy opadów dla okresu wegetacyjnego w latach 1993 – 2022 dla stacji opadowej Złotniki

Analiza linii trendu zmienności opadów dla okresu wegetacyjnego w latach 1993 – 2022 wskazuje na delikatny spadek sumy opadów. Największe opady wystąpiły w okresie wegetacyjnym w roku 2017 i wynosiły 517 mm, a najmniejsze w roku 2003 i wynosiły 185 mm. Na ryc. 28 Przedstawiono miesięczne sumy opadów w drugim półroczu 2023 dla stacji opadowej Złotniki.



**Ryc. 28.** Zmienność miesięcznych sum opadów w drugim półroczu 2023 roku dla posterunku opadowego Złotniki

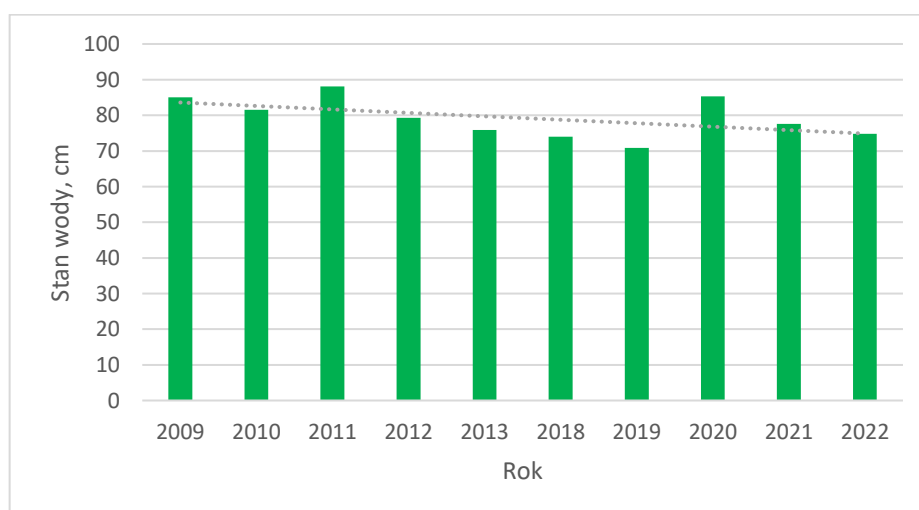
Analiza sum miesięcznych opadów w drugim półroczu 2023 roku dla stacji meteorologicznej w Złotnikach wykazała, że największy sumaryczny opad wystąpił w miesiącu sierpniu i wynosił 163 mm, najmniejszy wystąpił w miesiącu wrześniu i wynosił 8 mm. Suma opadów z drugiego półrocza 2023 wynosi 474 mm. Z kolei na ryc. 29 przedstawiono sumy opadów dla drugiego półrocza w latach 1993 – 2023.



**Ryc. 29.** Zmienność opadów dla drugiego półrocza kalendarzowego dla stacji opadowej Złotniki.

Na podstawie analizy ryciny 29 można stwierdzić, że wartość sumy opadów w roku 2023 mieści się w czterech wartościach najwyższych z analizowanego okresu, a tendencja wartości opadów jest rosnąca. Mimo tak dużej sumy opadów na podstawie wizji terenowej stwierdzono brak wody w Rowie Północnym. Ważna jest tu tendencja utrzymujących się od 2018 roku niewielkich opadów (a co za tym idzie i niżówek), które znacząco mogły wpłynąć na obniżenie się lustra wód gruntowych ograniczając zasilanie Rowu. Mimo że opady sierpniowe w 2023 roku były większe od normy to niestety ewapotranspiracja spowodowała brak zasilania gruntowego, w tym okresie. Niestety kolejne miesiące były dość ubogie w opady (szczególnie wrzesień) co musiało wpłynąć negatywnie na zasilanie Rowu.

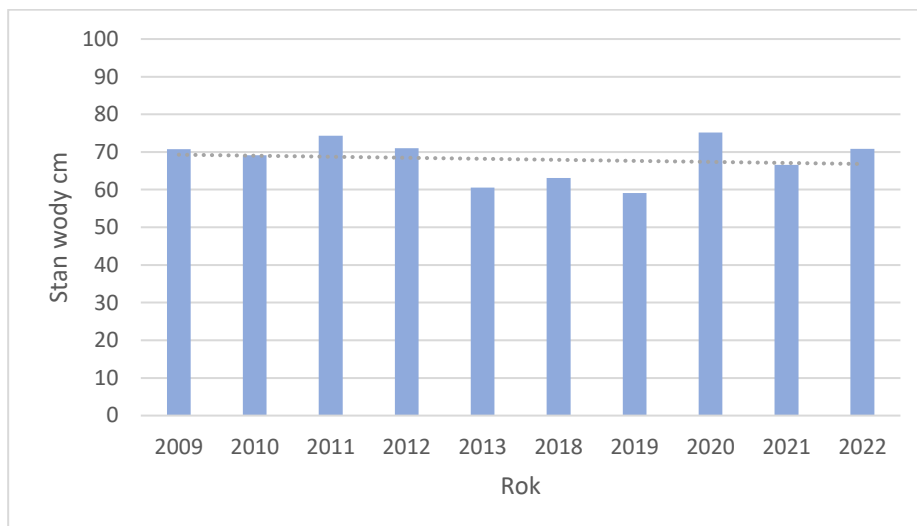
W celu uwzględnienia również tendencji zmian stanów wód powierzchniowych, które zasilane są wodami gruntowymi zestawiono średnioroczne stany wody na Jeziorze Kierskim (ryc. 30).



**Ryc. 30.** Średnioroczne stany wody na Jeziorze Kierskim

Analiza średniorocznych stanów wody na Jeziorze Kierskim wskazuje, że w latach 2009 - 2022 wystąpił niewielki spadek stanów wody. Nie jest on równomierny w poszczególnych

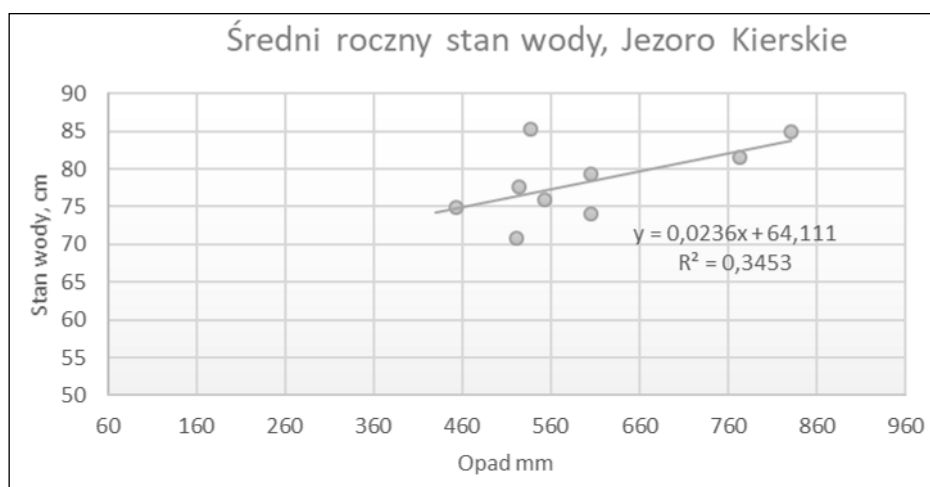
latach, ponieważ jest ściśle związany z opadami. Natomiast wykreślona linia trendu wskazuje na tendencję obniżania się poziomu wody w Jeziorze Kierskim na przestrzeni lat 2009 - 2022. Na ryc. 31 zestawiono średnie stany wody dla tego obiektu w latach 2009 – 2022 z okresu wegetacyjnego.



**Ryc. 31.** Średnie stany wody z okresu wegetacyjnego na Jeziorze Kierskim

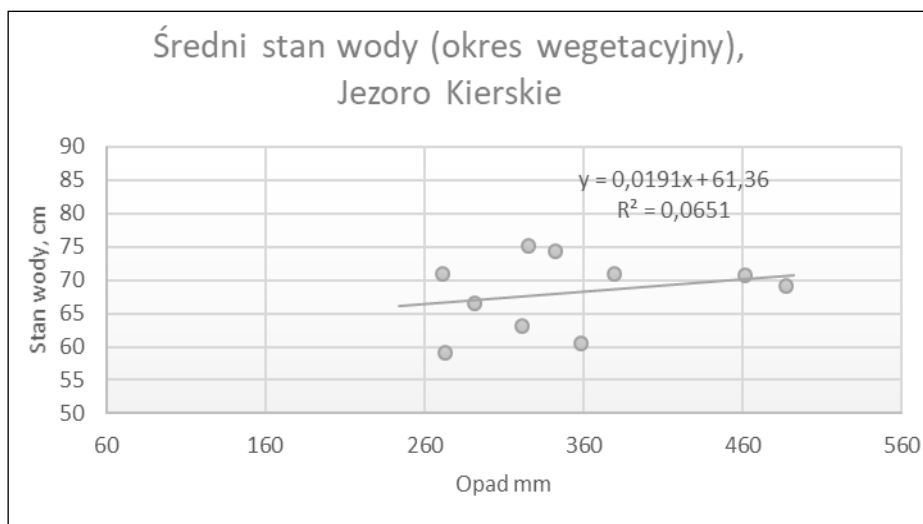
Analiza średniorocznych stanów wody na Jeziorze Kierskim z okresu wegetacyjnego wskazuje, że w latach 2009 - 2022 nastąpiło zmniejszanie się stanów wody. Nie jest ono równomierne w poszczególnych latach, ponieważ jest ściśle związane z opadami i innymi czynnikami wpływającymi na dopływ wody do jeziora. Natomiast linia trendu wskazuje na tendencję do obniżania się poziomu wody w Jeziorze Kierskim w okresie wegetacyjnym na przestrzeni lat 2009 - 2022.

Aby przeanalizować wpływ czynników opadowych i temperaturowych na stany wód w j. Kierskim określono wzajemne zależności między stanami a wartością opadów (ryc. 32, 33).



**Ryc. 32.** Zależność między średniorocznymi opadami, a stanami wody na Jeziorze Kierskim





**Ryc. 33.** Zależność między opadami, a stanami wody w okresie wegetacyjnym na j. Kierskim

W układzie rocznym zaobserwowano oczekiwaną tendencję wzrostu stanów wody w latach o większej sumie opadów (ryc. 30). Natomiast w okresie wegetacyjnym (ryc. 31) tendencja ta prawie nie występuje (wartość  $R^2 = 0,065$ ). Mimo wzrostu sumy opadów w tym okresie stany nie ulegają dużym zmianom. Wskazywać to może na wysoki udział ewapotranspiracji, która odpowiada za zmniejszenie spływów powierzchniowych i gruntowych na rzecz parowania. Na podstawie przeprowadzonej analizy danych można stwierdzić, że ilość wody zmniejsza się, ponieważ zwiększające się temperatury będą powodować zwiększone parowanie wody z powierzchni terenu i zmniejszenie dopływu do zbiorników wodnych w m. Biedrusko.

## 9. Inwentaryzacja przebiegu Rowu Północnego na terenie Poligonu Biedrusko

W dniu 27 grudnia 2023 r. zespół badawczy z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wykonał pomiary terenowe na Rowie Północnym na terenie poligonu Biedrusko. W czasie wizji terenowej sprawdzono ilość wody płynącej w rowie, a także określono przyczyny braku zasilania wodą stawów zlokalizowanych w miejscowości Biedrusko. Podczas przeprowadzonej wizji terenowej dokonano pomiaru aktualnych rzędnych wysokościowych terenu. Do pomiarów rzędnych terenu oraz lokalizacji punktów pomiarowych wykorzystano urządzenie GPS TOPCON FC-6000 z odbiornikiem TOPCON HiPer HR, o dokładności pomiaru Static, Fast-Static (L1/L2) H: 3 mm + 0,1 ppm V: 3,5 mm + 0,4 ppm. Pomiary pozwoliły ustalić stosunkowo dokładnie układ wysokościowy terenu. Pomiary te przedstawiono w załączniku 2, w którym umieszczono wykaz pomierzonych punktów wraz z rzędnymi i opisem. Lokalizację punktów pomiarowych wraz z ich numerem naniesiono na ortofotomapę i przedstawiono na kolejnych załącznikach 3 – 7. Jeżeli było to możliwe dokonano pomiarów prędkości przepływu wody przy wykorzystaniu młynka elektromagnetycznego Valeport 801, na podstawie których oszacowano objętościowe natężenie przepływu wody. Wizję terenową rozpoczęto od analizy rozlewiska zlokalizowanego w środkowej części Rowu Północnego ok. 3 km na północ od Biedruska



**Ryc. 34.** Pomiar przepływu wody na dopływie do rozlewiska (Pomiar 2, pkt GPS 118)  
Pomierzone prędkości na dopływie: 0,008; 0,007; 0,007 m/s

Wykonano pomiary prędkości przepływu wody na dopływie wody do rozlewiska (ryc. 34), które pozwoliły na oszacowanie objętościowego natężenia przepływu na około 1 l/s. Rzędna zwierciadła wody na dopływie wynosiła 82,04 m n.p.m. (Punkt GPS 122). Następnie pomierzono górną (GW = 81,89 m n.p.m.) i dolną wodę (DW = 81,297 m n.p.m.) przy grobli piętrzącej rozlewisko a różnicę poziomów wody oszacowano na około 70 cm (ryc. 35). Stwierdzono, że przewód przepustu poprowadzony przez groblę jest niedrożny, a woda rozlewająca się na łące poniżej pojawiła się w wyniku filtracji przez groblę o długości ok. 30 m.



**Ryc. 35.** Widok na rozlewisko 1

Poniżej grobli znajduje się obniżenie terenu (ryc. 36), w którym gromadzi się woda. Udało się pomierzyć prędkość strugi o szerokości 0,3 m i głębokości 0,04 m (Punkt GPS 114).

Nateżenie przepływu zostało zmierzone z wykorzystaniem młynka elektromagnetycznego Valeport 801 i określono na 0,65 l/s (ryc. 37).



**Ryc. 36.** Widok na obniżenie terenu (widok z grobli na południe)



**Ryc. 37.** Pomiar prędkości przepływu wody na łące pomiary ( $v \approx 0,054$  m/s)

Na rycinie 38 przedstawiono widok na rozlewisko na łące poniżej grobli na stronę północną (w kierunku grobli), natomiast na ryc. 39. przedstawiono widok w stronę południową (w dół Rowu Północnego).



**Ryc. 38.** Rozlewisko poniżej grobli - widok na stronę północną



**Ryc. 39.** Rozlewisko na łące - widok na stronę południową

Analiza pomiarów GPS oraz zdjęć lotniczych przy wysokim stanie wód (ryc. 40) pozwoliła stwierdzić, że z tego zbiornika (w dniu 27 grudnia rozlewisko na łące) może nastąpić odpływ wody nie tylko Rowem Północnym, ale również rowem bezpośrednio prowadzącym do Warty. W dalszej części wizji terenowej przeanalizowano potencjalny odpływ od Rowu Północnego w kierunku Warty (miejsce rozgałęzienia Rowu Północnego).



**Ryc. 40.** Widok na rozgałęzienie rowów

W dniu wizji terenowej stwierdzono, że przepust pod Drogą Maniewską był suchy a przewód przepustu w dużej części przekroju zanieczyszczony gruntem i patykami (ryc. 41, 42). Wlot do przepustu (GW) wyposażony jest w zasuwę płaską (ryc. 43).



**Ryc. 41.** Widok na wylot przepustu od strony DW



**Ryc. 42.** Widok wnętrza przepustu pod drogą od strony DW

Powstały w wyniku piętrzenia zbiornik dzielony jest na dwie części niską groblą ziemną z upustem (ryc. 44). Górna część stawu jest przepływowa, zasilana bezpośrednio wodami Rowu Północnego. Z tej części woda może odpływać bez żadnej regulacji. Odpływ rowem w

kierunku Warty zasilany jest z dolnej części zbiornika i może być regulowany upustem w grobli ziemnej oraz zasuwą w przepuście drogowym.



**Ryc. 43.** Widok z Drogi Maniewskiej w stronę Rowu Północnego



**Ryc. 44.** Widok na zastawkę na grobli

Rów poniżej przepustu pod drogą Maniewską, biegnący w stronę Warty był suchy i wypełniony tylko w zagłębieniach wodą opadową (ryc. 45). W czasie wizji terenowej, powyżej przepustu drogowego zlokalizowane były niewielkie rozlewiska wody (ryc. 46), z których nie zaobserwowano odpływu wody Rowem Północnym, ani rowem w kierunku Warty.



**Ryc. 45.** Odpływ w kierunku Warty suchy (woda tylko w zagłębieniach)



**Ryc. 46.** Rozlewisko na rozgałęzieniu

Pomiar prędkości przepływu wody w rozlewisku wskazał, że prędkość przepływu wahała się w granicach od 0,001 m/s do 0,005 m/s. Co wskazuje na znikome wartości przepływu. Jak wspomniano wyżej, w czasie wizji terenowej nie stwierdzono odpływu wody w kierunku Biedruska, rów był suchy (ryc. 47), a dno Rowu Północnego znacznie wyższe niż poziom wody w rozlewisku (Punkty GPS 154 – 159 – zał.2).



**Ryc. 47.** Widok na odpływ w kierunku Biedruska (a) oraz dalszy bieg Rowu Północnego (b)

Na dalszym odcinku Rów Północny nadal był suchy. Dopiero w zaniżeniu terenowym pojawiło się lustro wody tworząc w tym miejscu płytki staw, pełniący funkcję punktu czerpania wody (PCW – zał. 5). W aktualnych warunkach odnosząc się do pozostałości infrastruktury związanej z PCW można wnioskować o wyraźnie obniżonym poziomie zwierciadła wody w stawie (ryc. 48).



**Ryc. 48.** Staw przy punkcie czerpania wody

Na rycinie 49 wyraźnie widać, że rów na dopływie i odpływie jest suchy. Pomosty znajdują się o wiele wyżej niż zastany poziom zwierciadła wody w stawie przy punkcie czerpania wody. Na ryc. 49c przedstawiono widok stanu zastawki na wypływie ze stawu, a na ryc. 50 rów na odpływie ze stawu. Aktualnie na badanym odcinku Rowu Północnego często obserwowano brak kinety rowu. W wielu miejscach widać było tylko pewne zagłębienie terenowe – płytką muldę, która od dłuższego czasu nie transportowała wody.

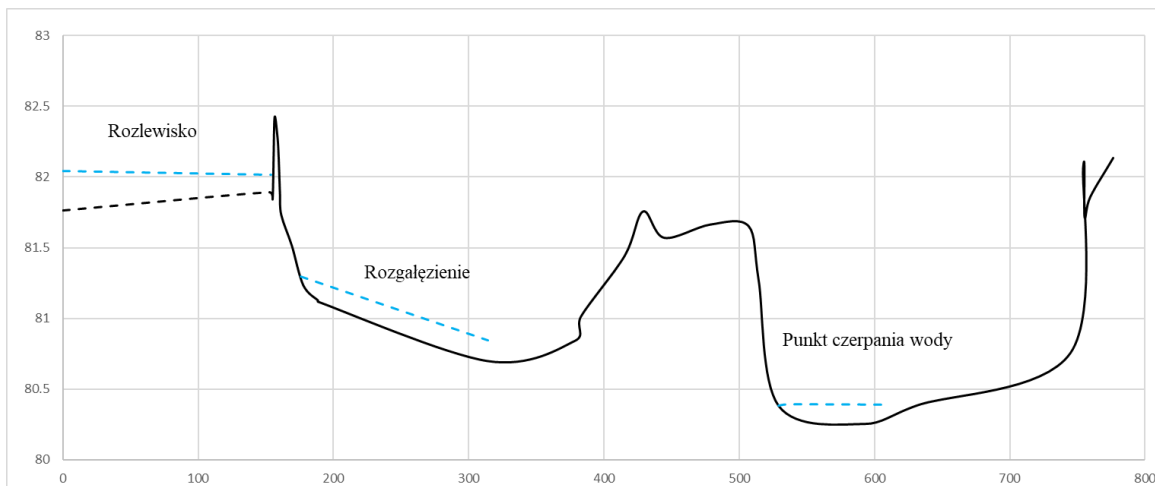


**Ryc. 49.** Widok na dopływ (a) i odpływ (b) – rów suchy. Pozostałości elementów przepustu na wypływie ze stawu przy punkcie czerpania wody (c).



**Ryc. 50.** Widok na Rów Północy poniżej Stawu przy punkcie czerpania wody

Dalsza część Rowu Północnego poniżej przepustu (ryc. 50) jest zarośnięta, zaśmiecona, a przede wszystkim sucha, a stan techniczny Rowu jest fatalny. Trzeba zauważyć, że przepływ wody w Rowie Północnym byłby bardzo utrudniony z uwagi na liczne gałęzie i śmieci zalegające na dnie oraz na silne zarośnięcie roślinnością wysoką (drzewa i krzewy), nie licząc roślin zielnych (ryc. 50). W sytuacjach gdyby miało tam dojść do uruchomienia przepływu (po deszczach nawalnych, jak to się okresowo zdarzało), jego przepustowość jest niewystarczająca i zagraża występującym w terenie elementom infrastruktury drogowej (nasypy drogowe, przepusty). Przeprowadzone pomiary sytuacyjno-wysokościowe pozwoliły na wykreślenie profilu Rowu Północnego przedstawionego na ryc. 51. Analiza poziomego terenu w zagłębieniach i na dnie rowu pozwala stwierdzić, że aby nastąpił przepływ wody napełnienie stawu musiałyby wzrosnąć od 1,5 m do 2,0 m.



**Ryc. 51.** Profil podłużny Rowu Północnego

W czasie wizji terenowej w części środkowej Rowu Północnego zaobserwowane rozlewiska powstały w wyniku spływu wód opadowych i gromadzeniu się jej w zagłębieniach terenu. Natomiast na większości odcinków Rów Północny był suchy. Stawy na południe od granicy poligonu, leżące na terenie Biedruska pozostały również suche (ryc. 52 i 53). Na ich dnie nie zaobserwowano rozlewisk ani przepływu wody. Jedynie w stawie Błękitnym można zaobserwować niewielki wzrost poziomu wody w okresie od września do grudnia 2023 r. Jednak nie stwierdzono żadnego zasilania ciekami powierzchniowymi.



**Ryc. 52.** Czasza zbiornika nr 1 (punktu GPS zał. 6)



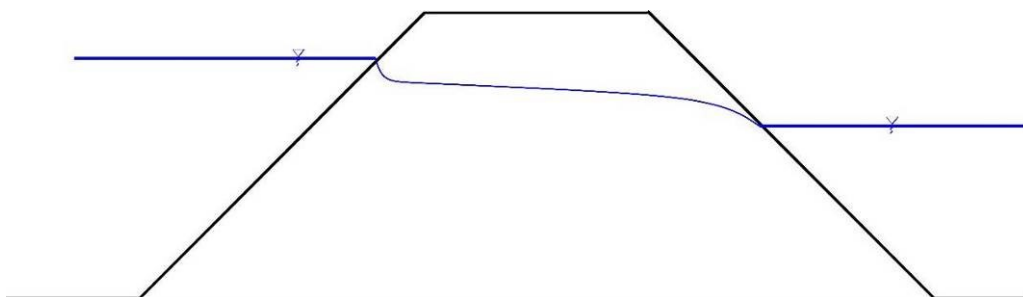


**Ryc. 53.** Czasza zbiornika nr 2 (punkty GPS zał. 6)

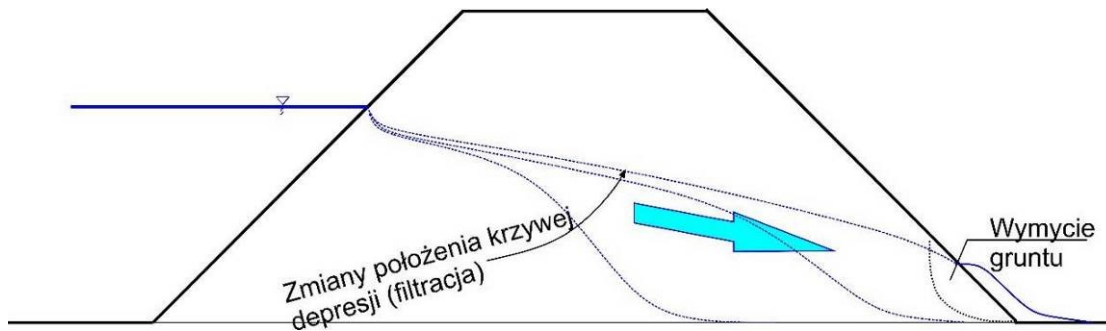
## 10. Stawy na Rowie Północnym na terenie Biedruska

### 10.1. Opis ogólny

Stawy na Rowie Północnym na terenach ogólnodostępnych tworzą układ kaskadowy zbiorników tzn. dolne stanowisko budowli upustowo-przelewowej jest pod wpływem piętrzenia stawu położonego niżej. W warunkach normalnej eksploatacji – stawy napełnione wodą – jest to korzystne z uwagi na mniejszą różnicę poziomów wody po obu stronach grobli/zapory ziemnej a tym samym mniejszą filtrację przez zapórę (ryc. 54). Jednak, kiedy stawy nie są napełnione wodą (obecna sytuacja), stawy będą napełniać się wodą od górnego zbiornika przy pustym zbiorniku dolnym a tym samym powstanie zagrożenie intensywną filtracją przez zapórę (ryc. 55) i niepożądanym zjawiskom jej towarzyszącym: sufozją, erozją i przebiciem hydraulicznym.



**Ryc. 54.** Filtracja przez zapórę między napełnionymi stawami



**Ryc. 55.** Filtracja przez zapórę w czasie napełniania wodą stawu górnego.

Obecny sposób piętrzenia i napełniania kolejnych stawów nie jest korzystny z uwagi na Staw Błękitny, do którego woda dopłyne po napełnieniu wszystkich stawów położonych wyżej. Wydaje się, że konieczna byłaby zmiana przepuszczania wody przez stawy i umożliwianie napełniania w pierwszej kolejności stawu w Biedrusku dopiero po osiągnięciu pożądanego poziomu zwierciadła wody, gromadzenie i napełnianie pozostałych stawów.

## 10.2. Ocena stanu technicznego

W dniu 23 sierpnia 2023 roku dokonano wizji lokalnej stawów na terenie Biedruska, w trakcie której wykonano m.in. dokumentację fotograficzną. Zwraca uwagę, że dostęp do grobli ziemnych oraz budowli upustowo-przelewowych stawów położonych powyżej Stawu Błękitnego jest bardzo utrudniony. Korona grobli ziemnej rozdzielającej stawy jest mocno porośnięta drzewami i krzewami. Gęsta roślinność utrudnia dojście i uniemożliwia dojazd do przelewów. **Konieczne wydaje się udrożnienie i wytyczenie dojazdu do budowli upustowo-przelewowych.**

Budowle upustowo-przelewowe dwóch stawów powyżej Stawu Błękitnego mają podobną konstrukcję:

- korona przelewu na wysokości ok.1,5 m ponad dnem stawu od strony górnej wody GW,
- betonowe przyczółki ograniczające światło przelewu z wnękami na zamknięcie,
- zamknięcie przelewu płytami paździerzowymi zakładanymi ręcznie.

W przypadku jednej budowli otwór przelewowy jest zamknięty całkowicie do korony grobli (ryc. 56a), w przypadku drugiej pozostał niewielki otwór (ryc. 56b). W obecnej sytuacji przepływ wody przez budowlę nastąpi po spiętrzeniu wody do wysokości korony i przelaniu się przez najniższe położone miejsce na koronie. Może to nastąpić poza przekrojem przelewu, w miejscu rozmycia korony grobli lub w miejscu wywróconego drzewa. **Konieczne jest usunięcie wszystkich zamknięć na przelewach stawów, oczyszczenie górnego i dolnego stanowiska przelewów z nagromadzonych śmieci i gałęzi.**

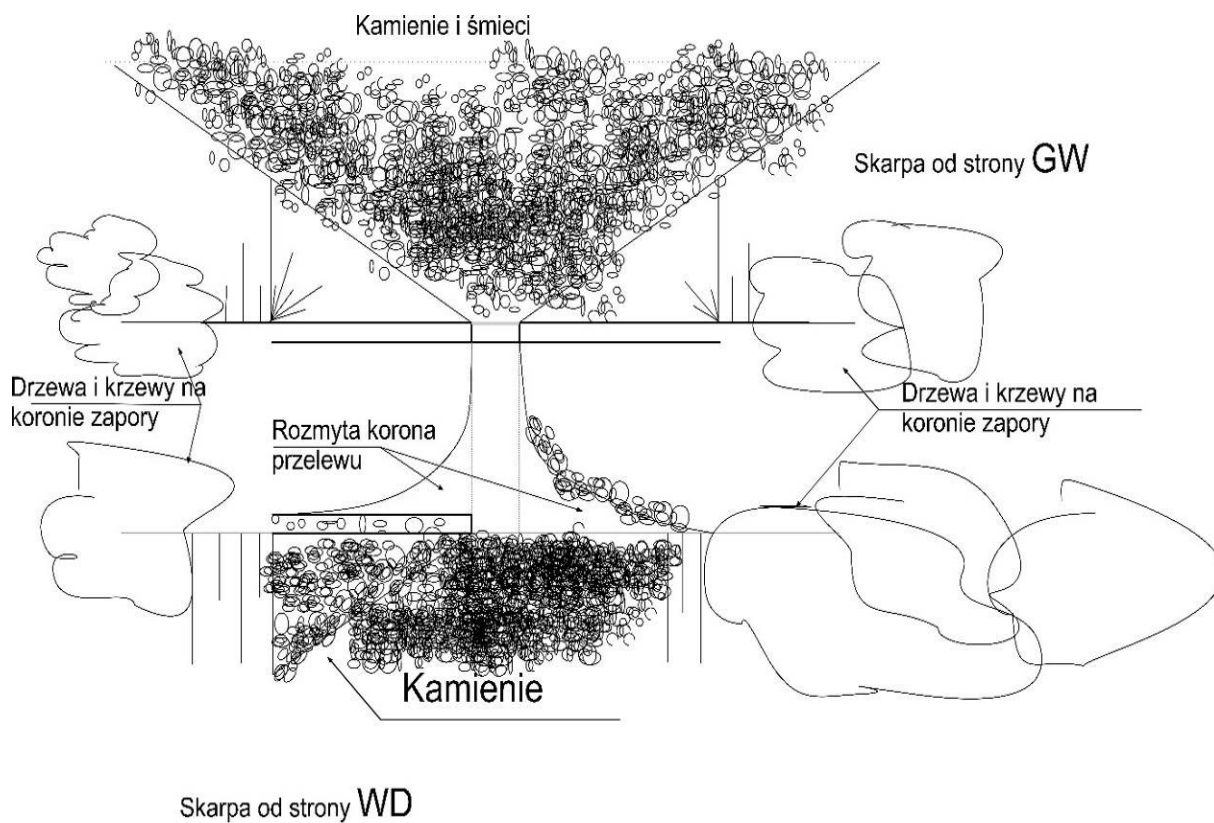


**Ryc. 56.** Zamknięcia przepustów a) całkowicie b) prawie całkowicie zasłaniające otwór przelewowy

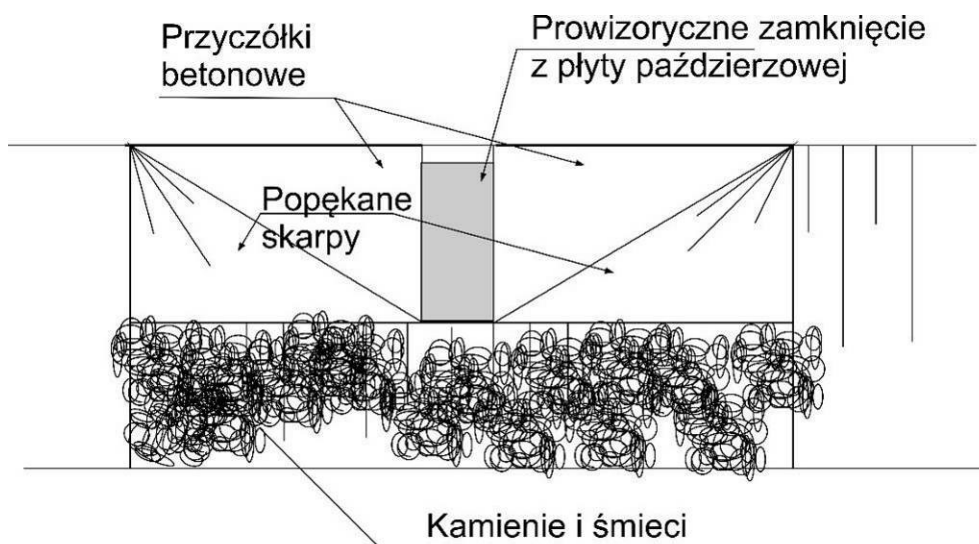
Stan techniczny budowli upustowo-przelewowych można ocenić jako katastrofalny:

- przyczółki betonowe popękane,
- między przyczółkami a materiałem ziemnym występują wolne przestrzenie,
- korony przelewów są tylko częściowo zabezpieczone kamieniami,
- rozmycie stanowiska dolnego przelewu na wskutek przepływu swobodnego strumienia wody z wysokości korony przelewu (ok. 1,5 m),
- brak możliwości szybkiego usunięcia zamknięć przepustu (płyt), które są zaklinowane i uszczelnione,
- zanieczyszczenia zgromadzone przed przelewem grożą zatkaniem otworu przelewowego.

Stan ten pokazano na fotografiach i szkicach (ryc. 57 i 58).



**Ryc. 57.** Budowla przelewowa: u góry schemat przelewu, na fotografiach widok od strony dolnej wody



**Ryc. 58.** Widok budowli przelewowej od strony górnej wody: schemat i fotografie.  
**Zalecane pilne działania:**

- udrożnienie i wytyczenie dojazdu do budowli upustowo-przelewowych,
- usunięcie wszystkich przeszkód – płyt – zastaniających otwory przelewowe stawów powyżej Stawu Błękitnego,
- oczyszczenie górnego i dolnego stanowiska przelewów z nagromadzonych śmieci i gałęzi,
- wykoszenie i oczyszczenie dna stawów.

Dalsze działania:

- wykonanie inwentaryzacji i pomiarów geodezyjnych budowli upustowo-przelewowych, grobli ziemnych, stawów,
- zaprojektowanie i wykonanie nowych budowli upustowo-przelewowych umożliwiających inne sterowanie przepływem – napełnianie stawów do najniższej położonego Stawu Błękitnego,
- uzyskanie pozwoleń wodnoprawnych.

### **Staw Błękitny**

Największy staw na Rowie Północnym – Błękitny (ryc. 59) ma największe znaczenie i jest najlepiej zagospodarowanym zbiornikiem na terenie Biedruska. Otoczony osiedlami mieszkalnym, dostępny ze wszystkich stron jest popularnym miejscem rekreacji i wypoczynku. Dlatego tak istotne dla użytkowników jest stałe utrzymanie wody na odpowiednio wysokim poziomie.



**Ryc. 59.** Brzegi Stawu Błękitnego w Biedrusku

Aby utrzymać odpowiedni poziom wody w stawie konieczne jest spełnienie następujących warunków:

- utrzymanie w dobrym stanie budowli upustowo-przelewowej pozwalającej na piętrzenie, gromadzenie, jak i przepuszczanie wód;
- czyszczenie czaszy i brzegów zbiornika z obumarłej roślinności wodnej, ograniczenie jej rozwoju;

- otworzenie i utrzymanie pojemności retencyjnej zbiornika poprzez usunięcie osadów dopływających ze stawów położonych powyżej, likwidacja osuwisk i rozmyć brzegów;
- zapewnienie stałego zasilania zbiornika wodą z wyżej położonych zbiorników.

### **Budowla upustowo-przelewowa**

Z uwagi na brak dokumentacji trudno opisać szczegółowo budowlę piętrzącą Staw Błękitny (charakterystyczne rzędne, przepustowość poszczególnych elementów) (ryc. 60). Wizja lokalna przeprowadzona w sierpniu 2023 roku pozwala opisać jedynie wygląd i ocenić stan techniczny. Budowlę upustowo-przelewową tworzą elementy wykonane w różnych czasach, różnymi technologiami. Budowla składa się z trzech części: 1) upust denny z przewodem przebiegającym pod zaporą ziemną z zamknięciem od strony GW szandorami, 2) przelew powierzchniowy bez zamknięcia z kołowym otworem, odprowadzającym wodę do DW rurociągiem 3) pozostałości po przelewie powierzchniowym.



**Ryc. 60.** Budowla piętrząca Staw Błękitny elementy; wskazane elementy 1), 2) i 3)

Stan wszystkich elementów można określić jako niezadawalający:

- elementy stałe: powierzchnia mocno popękana, widoczne rysy i ubytki (ryc. 61)
- elementy ruchome: zamknięcie otworu przelewu wykonane jako szandory z płyty paździerzowej bez możliwości szybkiego otworzenia (ryc. 62);
- rozmycia zapory ziemnej w sąsiedztwie przyczółków budowli piętrzącej;
- zasłonięcie wlotu do przelewu 2), które łatwo może uniemożliwić przepływ wody (rys. 63);
- pęknięty przyczółek przelewu 2) – przy napiętrzeniu uprzywilejowana droga filtracji;
- pozostałości po przelewie 3) stan niemożliwy do określenia, osłabienie zapory ziemnej (ryc. 64);
- drzewo w sąsiedztwie budowli upustowo-przelewowej (ryc. 65).



**Ryc. 61.** Pęknięcia i ubytki przyczółków budowli przelewowej



**Ryc. 62.** Zamknięcie otworu przelewowego upustu

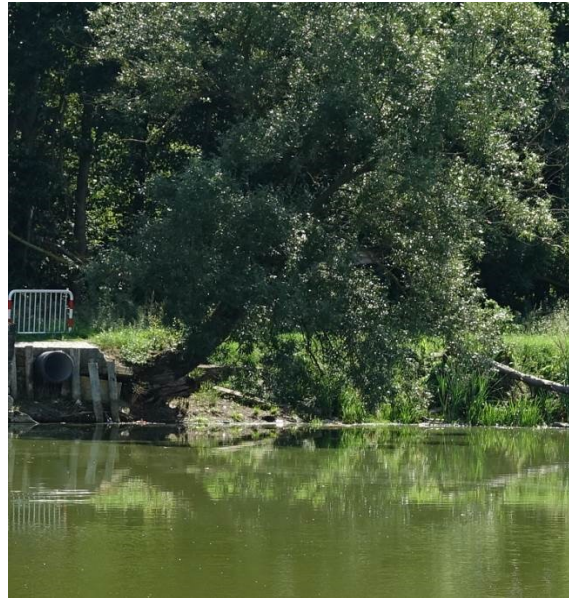




**Rys. 63.** Przelew powierzchniowy: przysłonięty wlot, pęknięty przyczółek.



**Rys. 64.** Pozostałości po przelewie powierzchniowym na prawym brzegu.



**Ryc. 65.** Drzewo w sąsiedztwie budowli upustowo-przelewowej – zagrożenie rozmyciem zapory ziemnej po upadku drzewa lub podmyciu korzeni.

### 10. 3. Pojemność retencyjna Stawu Błękitnego

Aby utrzymać lub zwiększyć objętość zgromadzonej w zbiorniku wody można podjąć wiele różnych działań, jednak najważniejsze będzie usuwanie nagromadzonych osadów lub/i zatrzymanie dopływu nowych osadów. O wyborze metody usuwania osadów z dna zbiornika (Tab. 5.) decyduje szereg czynników: wielkość zbiornika, kształt czaszy, spadki podłużne i poprzeczne dna, dostęp do brzegów zbiornika, sposób zagospodarowania osadów, koszty.

**Tabela 5.**

Działania renowacyjne mające na celu odtworzenie i utrzymanie pojemności zbiornika

USUWANIE OSADÓW Z CAŁEJ POWIERZCHNI ZBIORNIKA		
<b>płukanie osadów</b>	<b>usuwanie z napełnionego zbiornika</b>	<b>usuwanie z osuszonego zbiornika</b>
- przy normalnym piętrzeniu	- zasysanie osadów z użyciem pomp	- użycie ciężkiego sprzętu do prac ziemnych
- przy obniżonym piętrzeniu	- zasysanie osadów bez użycia pomp	- wywóz osadu
- przy braku piętrzenia	- koparki i sprzęt pływający	

W przypadku zbiorników nizinnych z uwagi na małe spadki dna płukanie osadów jest nie efektywne. Pozostaje wybór między tradycyjnym bagrowaniem (refulacją) osadów przy wykorzystaniu sprzętu pływającego a opróżnieniem zbiornika i wykonaniem prac ziemnych na jego dnie. Podjęte działania w tym zakresie spowoduje ograniczenie funkcji zbiornika oraz zagrożenia związane z poruszonym lub wydobytym osadem.

## **Zasilanie Stawu Błękitnego wodą z wyżej położonych zbiorników**

Staw Błękitny powinien być zasilany wodą z Rowu Północnego w pierwszej kolejności tzn. zatrzymywanie wody w stawach powyżej odbywa się od chwili wypełnienia zbiornika i utrzymywaniu poziomu wody w Stawie Błękitnym. Aby to osiągnąć konieczna jest:

- rekultywacja wszystkich stawów: oczyszczenie czaszy zbiornika z roślinności wysokiej i krzewiastej;
- wytyczenie i umocnienie koryta cieku w dnach stawów;
- modernizacja budowli przelewowo-upustowych stawów;
- zapewnienie ciągłej obserwacji i pomiarów zjawisk meteorologicznych (opady), hydrologicznych (stany i przepływy) oraz hydrogeologicznych (poziomy wód gruntowych) w zlewni Rowu Północnego;
- przygotowanie operatu hydrologicznego;
- przygotowanie operatu wodnoprawnego;
- przygotowanie instrukcji gospodarowania wodą na kaskadzie zbiorników;
- uzyskanie pozwoleń wodnoprawnych na eksploatację stawów i budowli hydrotechnicznych.

## **11. Podsumowanie**

- Budowa geologiczna potwierdza obserwacje lokalne odnośnie poziomu wód w zbiorniku wodnym w rejonie Biedruska. Z racji przepuszczalnego podłoża poziom wód zależny jest w zasadniczej części od ogólnej sytuacji hydrologicznej w omawianym rejonie, a to uzależnione jest od warunków opadowych oraz ewapotranspiracji.
- Podstawowym powodem obniżenia stanów wody w stawie Błękitnym w Biedrusku jest brak zasilania. Wynika ono m.in. z obserwowanej aktualnie tendencji wzrostu temperatur, a co za tym idzie wzrostu ewapotranspiracji w okresie wegetacyjnym. W ostatnich latach (począwszy od 2017) roku odnotowano również spadek ilości opadów i wydłużanie się okresów bezopadowych co powoduje zanikanie zasilania korytowego.
- Powodem braku zasilania zbiorników na końcu Rowu Północnego może być również w warunkach dużych przepływów odpływ wód z Rowu Północnego poprzez rowy w miejscu rozwidlenia się tego kanału do rowu w kierunku północnym prowadzącym wodę bezpośrednio do rzeki Warty. Rów ten jak wynika z przeprowadzonych analiz może odprowadzać wody z Rowu Północnego krótszą trasą z pominięciem stawów w Biedrusku. Stanowi on bardziej uprzywilejowaną drogę spływu wód opadowych po powierzchni terenu niż końcowy fragment Rowu Północnego prowadzący wodę w kierunku południowo-wschodnim do Biedruska.
- Analiza wyników badań wizji terenowej na poligonie w Biedrusku wykazała bardzo zły stan techniczny Rowu Północnego i infrastruktury związanej odprowadzaniem wód (stan przepustów, zastawek, punktu ujęcia wody).

- W trakcie przeprowadzonej wizji terenowej w grudniu 2023 roku nie zaobserwowano przepływu wody w Rowie Północnym. Niewielkie rozlewiska w zagłębieniach terenu, na dnie niektórych stawów wynikają z nagromadzenia wód opadowych po deszczach. Natomiast stawy powyżej stawu Błękitnego pozostają suche i nie są zasilane wodami Rowu Północnego.
- W celu zwiększenia zasilania Rowu Północnego i stawu Błękitnego zaleca się:
  - uporządkowanie terenu i przeprowadzenie prac odtworzeniowych Rowu Północnego na odcinku poniżej jego rozwidlenia do stawów w Biedrusku,
  - odprowadzanie wód opadowych z pobliskich powierzchni szczelnych w Biedrusku w tym z terenów zurbanizowanych. Wprowadzenie wód opadowych z powierzchni o intensywnej komunikacji drogowej może wymagać podczyszczenia wody. Należy również rozważyć odmulenie stawu Błękitnego z ew. lokalnym uszczelnieniem dna.
- Należy zmodernizować i przebudować urządzenia piętrzące wodę oraz układ stawów w Biedrusku. Aktualny stan i układ urządzeń przelewowo-upustowych nie pozwala na regulację przepływu i kontrolę poziomu wody zgromadzonej w stawach. W przypadku długotrwałych deszczy nawalnych i potencjalnego przepływu w Rowie Północnym, stan techniczny rowu oraz budowli hydrotechnicznych grozić może ich awarią lub nawet katastrofą.
- W przypadku napływu wody z Rowu Północnego należy zmienić kolejność zalewania stawów (zaczynając od największego stawu Błękitnego, aby wykorzystać zwiększone przepływy w okresie wiosennym do napełnienia stawu). W tym celu należy dysponować możliwością prowadzenia gospodarki wodnej na zbiornikach kaskadowych.

#### **Streszczenie podsumowania Ekspertyzy w języku niespecjalistycznym**

- Podstawowym powodem braku wody w stawie Błękitnym w Biedrusku jest brak dopływu wody. Wynika ono m.in. z obserwowanej aktualnie sytuacji hydro-meteorologicznej, w tym tendencji wzrostu temperatur, a co za tym idzie wzrostu parowania z powierzchni zbiorników wodnych, jak i z powierzchni terenu. W ostatnich latach odnotowano również spadek ilości opadów i wydłużanie się okresów bezopadowych co powoduje zanikanie spływu wody do rowu.
- Podłoże zlewni Rowu Północnego zbudowane jest z przepuszczalnych utworów piaszczystych, które zalegają na utworach gliniastych słabiej przepuszczalnych. Warstwy te mają spadek w kierunku głębokiej doliny Warty, co jest tym bardziej niekorzystne, że Rów Północny na długim odcinku położony jest na wysokim brzegu doliny i przebiega równoległe do Warty. W przypadku wód opadowych trzeba się liczyć, że wraz z ewentualnym napełnianiem się zbiorników wód powierzchniowych (rowy, stawy, obniżenia terenu) następuje intensywne zasilanie i odpływ wód gruntowych.

**W tym zakresie nie można podjąć żadnych działań, ponieważ, jesteśmy uzależnieni od warunków meteorologicznych.**

- Analizując profil podłużny Rowu Północnego można zauważyć, że tworzą go zagłębienia terenu (stawy) w których gromadzi się woda i są one połączone rowem, którego dno jest w wielu miejscach znacznie wyniesione powyżej lustra wody w zbiornikach. Dno rowu jest mocno zarośnięte i zanieczyszczone opadłymi liśćmi, gałęziami i konarami. W opisanej sytuacji trudno o ciągły przepływ wody w Rowie Północnym z górnej i środkowej części zlewni do stawów na terenie Biedruska. Wody opadowe dopływają do najbliższego zagłębienia, gdzie się gromadzą i nie obserwuje się odpływu z tych zbiorników.
- Powodem braku zasilania zbiorników w Biedrusku może być również występowanie w warunkach dużych przepływów, odpływ wód z Rowu Północnego poprzez przepust do rowu w kierunku północnym prowadzącym wodę bezpośrednio do rzeki Warty.

**W tej sytuacji wśród działań koniecznych jest nie tylko oczyszczenia rowu a przede wszystkim jego odtworzenie, pogłębienie poprzez wykonanie prac ziemnych oraz poprawę stanu technicznego rowu i urządzeń wodnych.**

- Niekorzystny jest sposób zasilania i napełniania stawów na terenie Biedruska. Woda dopływa Rowem Północnym do pierwszego, najwyżej położonego stawu i dopiero po jego napełnieniu przelewa się do stawu położonego poniżej. Taki schemat napełniania i przepływu pojawia się w kolejnych zbiornikach, w którym Staw Błękitny w Biedrusku jest ostatnim z napełnianych wodą.

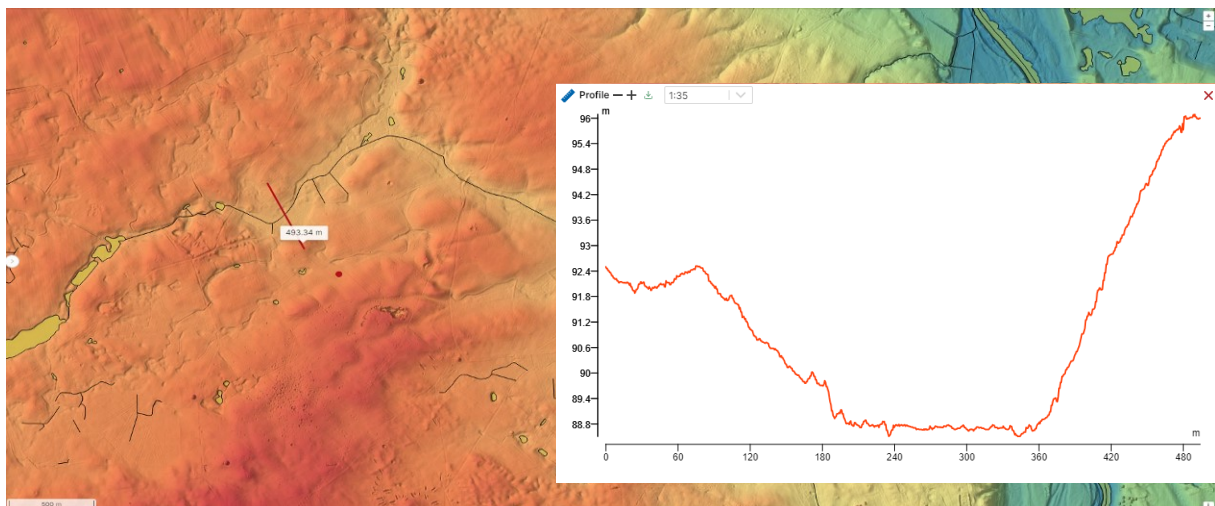
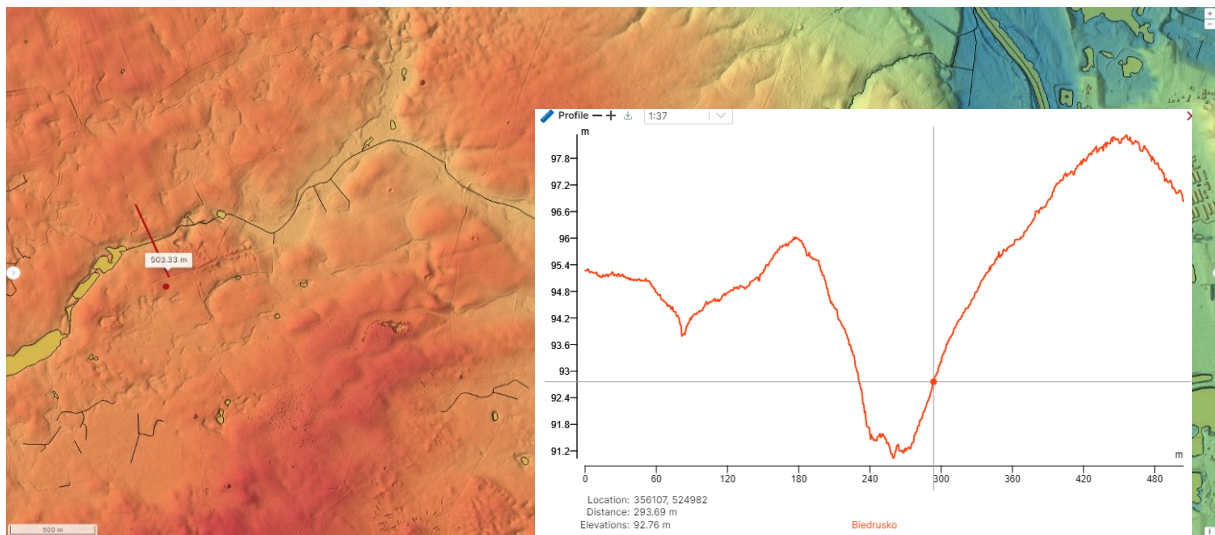
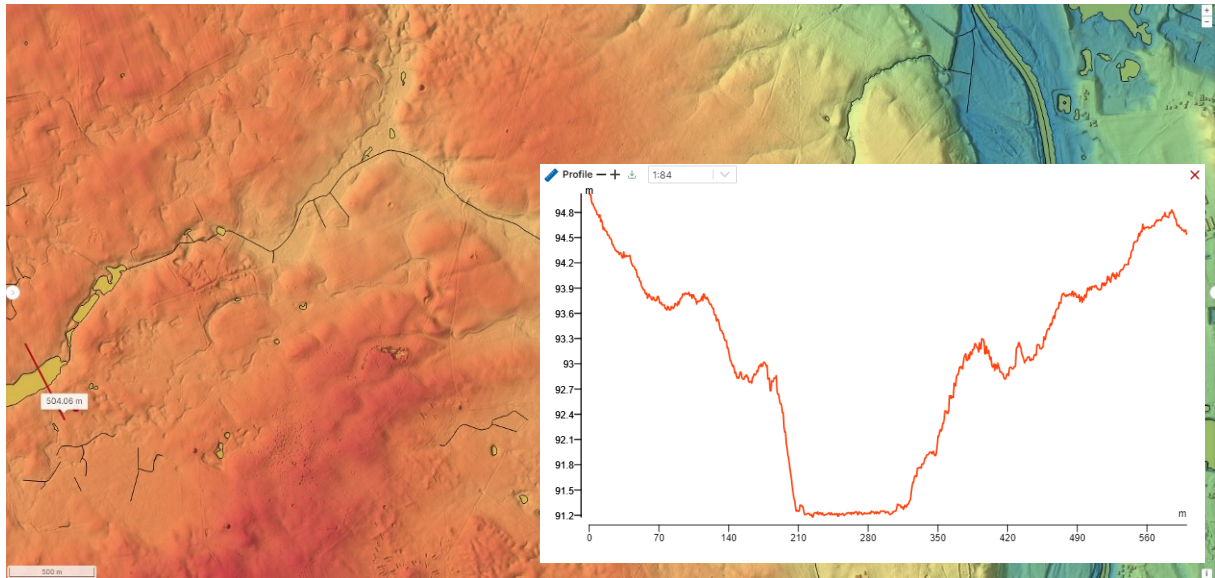
**W tej sytuacji konieczne jest zapewnienie ciągłego, bezpośredniego przepływu wody w Rowie Północnym od granic poligonu i Biedruska do Stawu Błękitnego. Konieczna jest przebudowa wszystkich budowli upustowo-przelewowych powyżej Stawu Błękitnego oraz wykonanie koryta cieku na dnie stawów. W celu zwiększenia zasilania stawu Błękitnego zaleca się m.in. odprowadzanie wód opadowych z bezpośredniej zlewni stawu w tym z pobliskich powierzchni szczelnych w Biedrusku oraz terenów zurbanizowanych. Z tym, że wprowadzenie wód opadowych z powierzchni o intensywnej komunikacji drogowej może wymagać podczyszczenia wody. Należy również rozważyć odmulenie stawu Błękitnego z ew. lokalnym uszczelnieniem dna.**

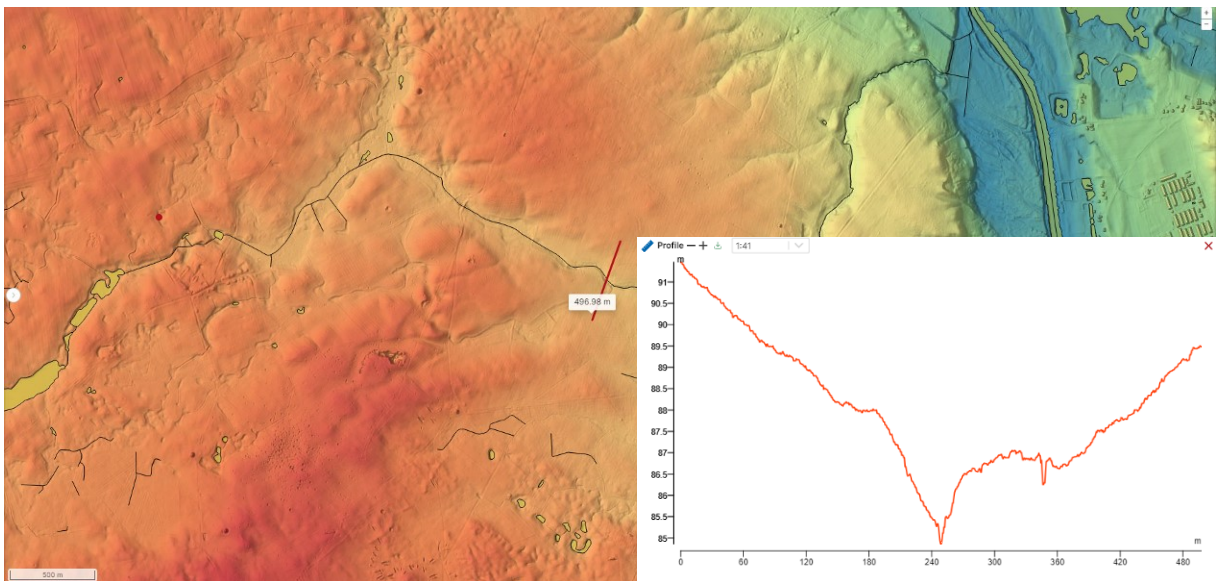
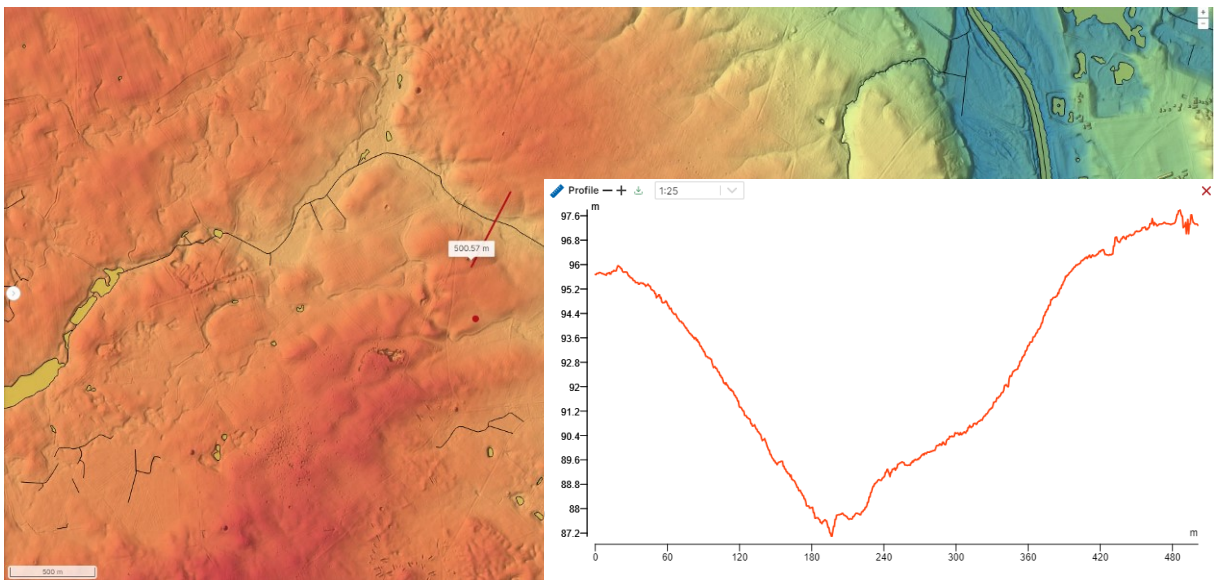
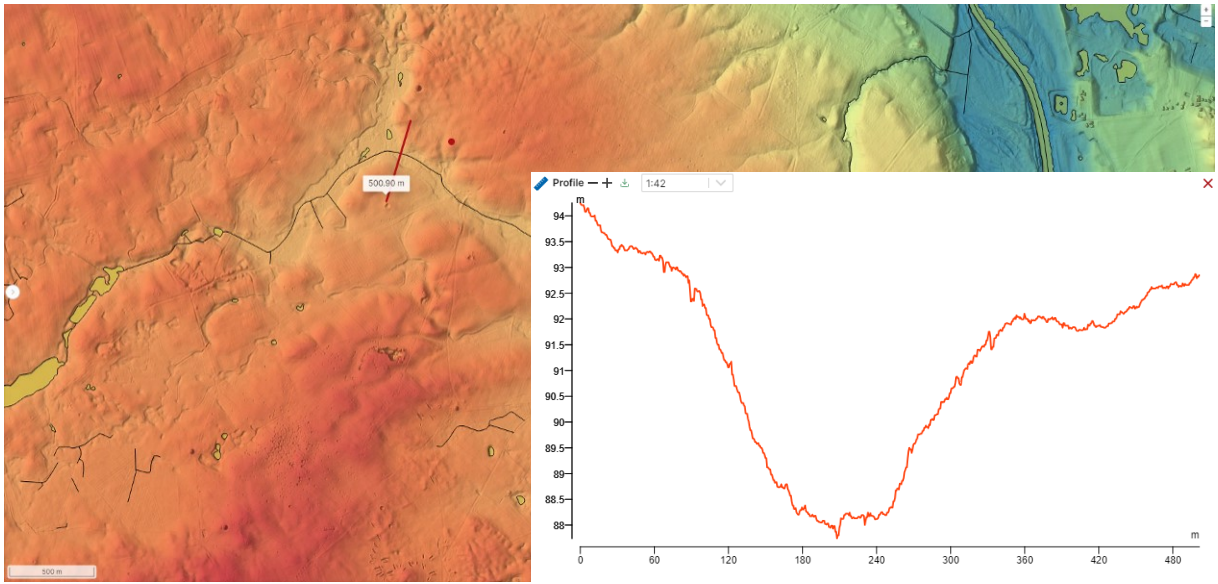
#### **Literatura:**

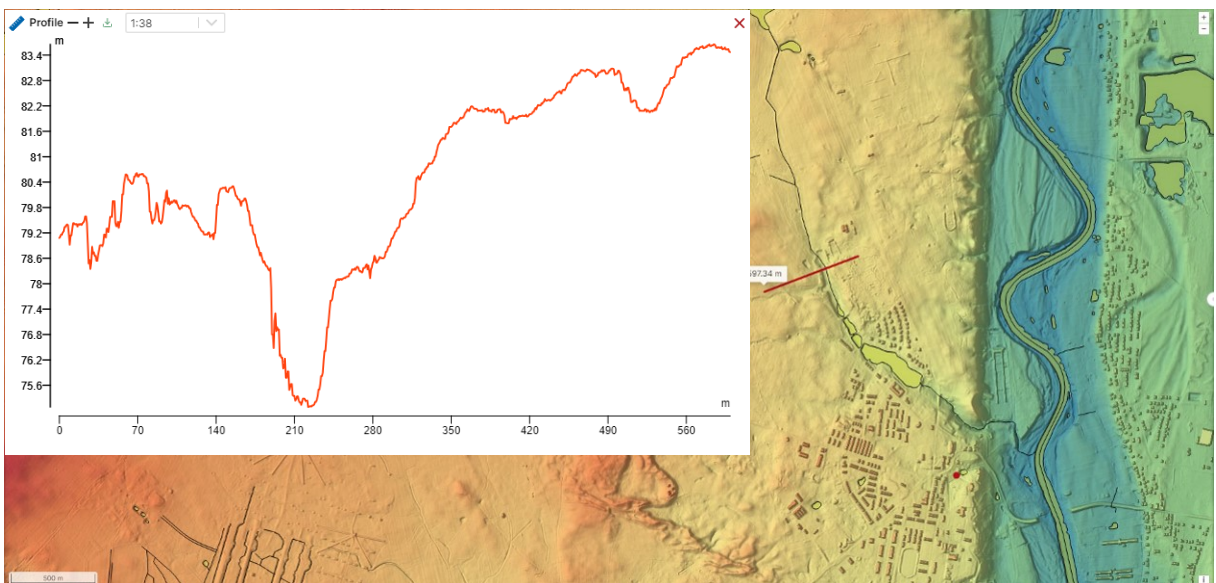
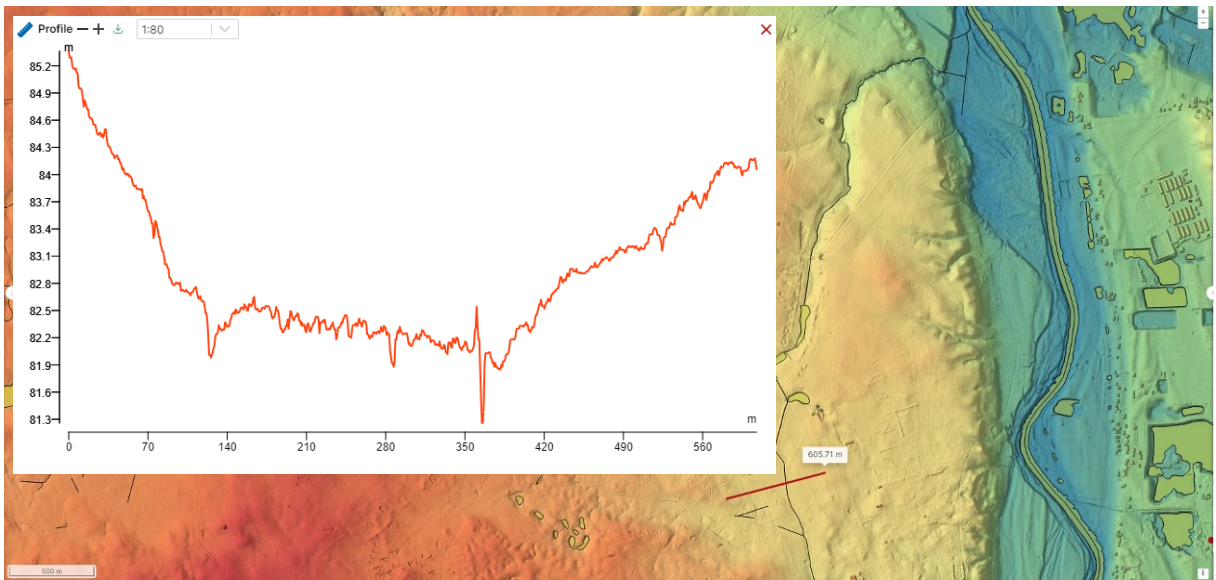
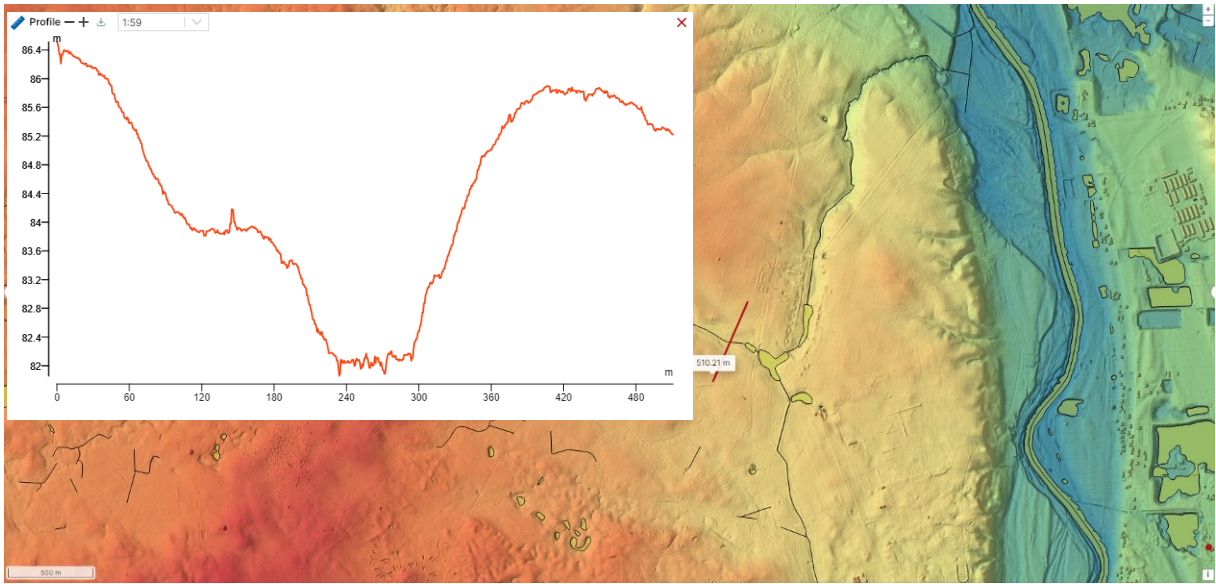
1. Edel R. (2017): Odwodnienie dróg. WKŁ Warszawa.
2. <https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/> data użycie 23.10.2023 r.
3. Ozga-Zieliński B. (pod red) (2022): Modele probabilistyczne opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia – Projekt PMASTP” Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
4. PN-EN 752:2017 Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne -- Zarządzanie systemem kanalizacyjnym.
5. Kondracki J. (2001): Geografia regionalna Polski, wydanie III, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

# Załącznik nr 1

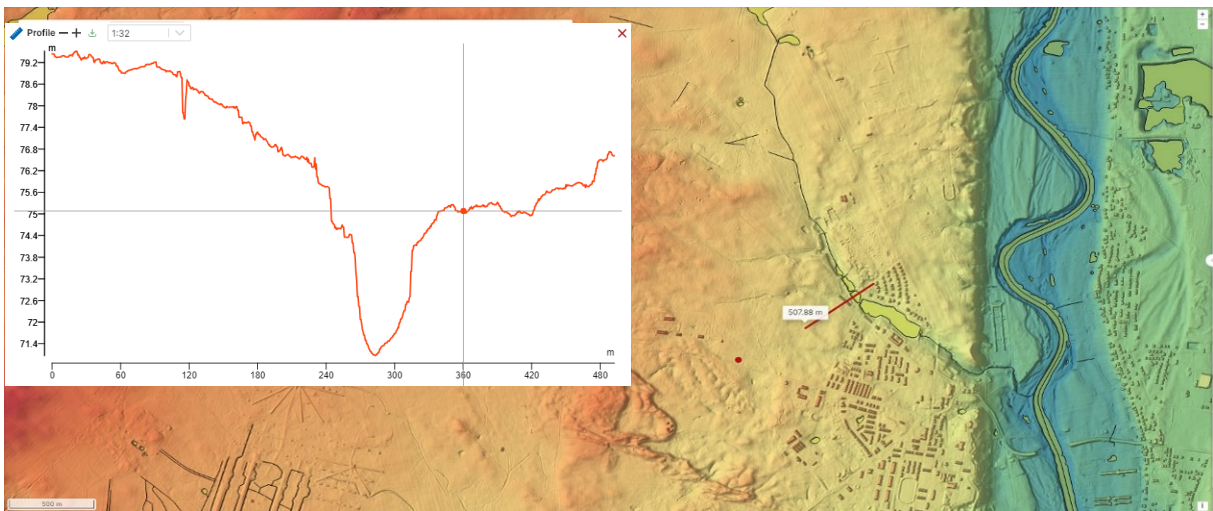
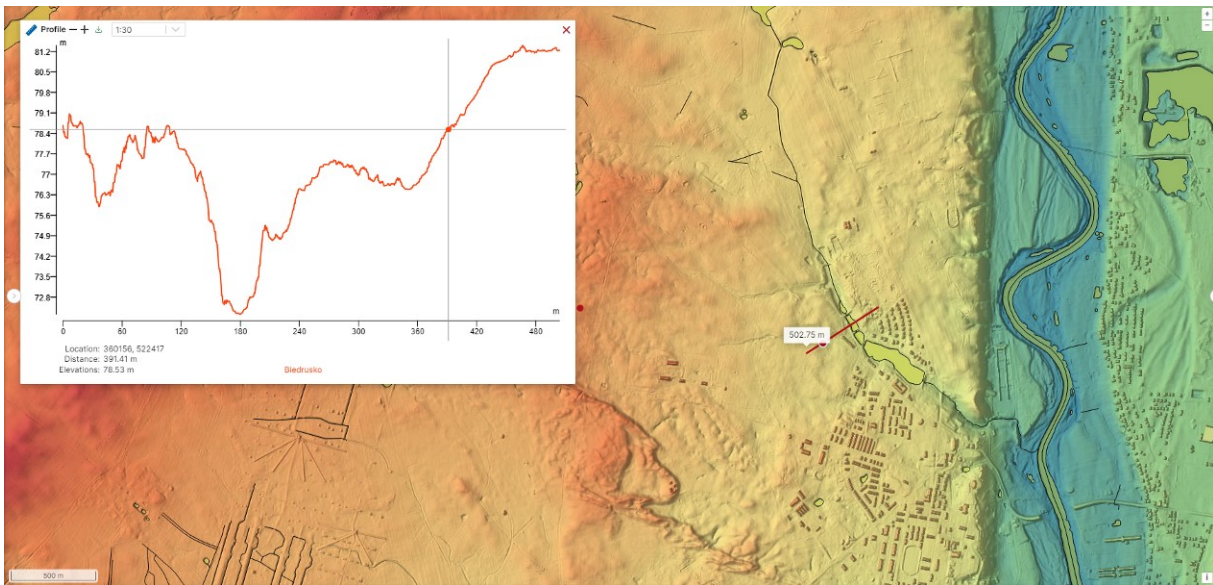
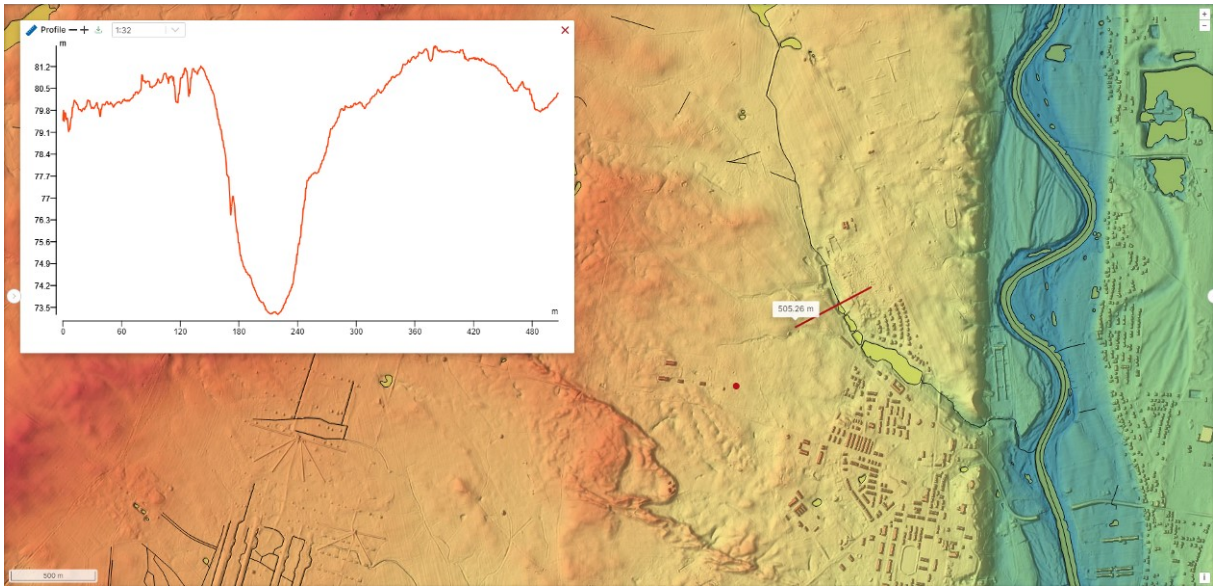
## Wybrane profile terenowe Rowu Północnego wyznaczone na podstawie NMT

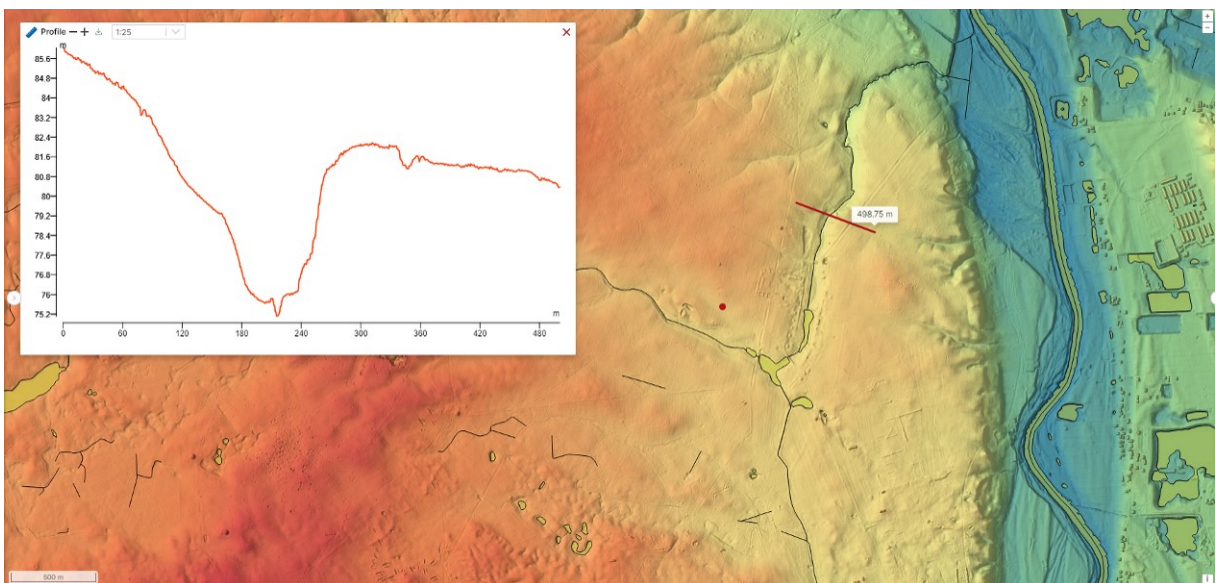
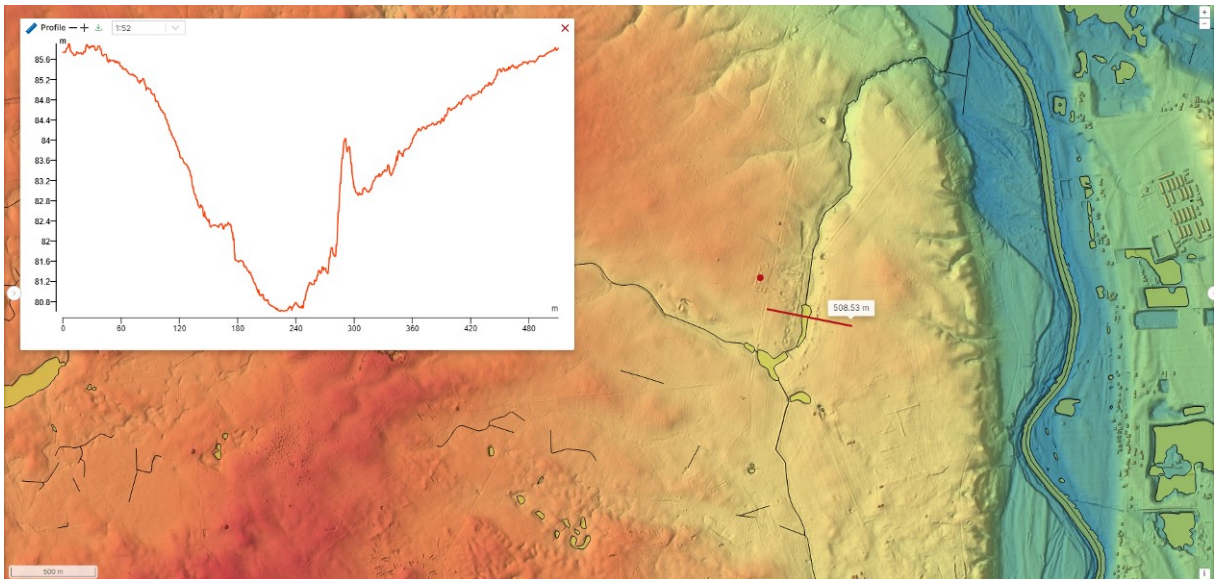
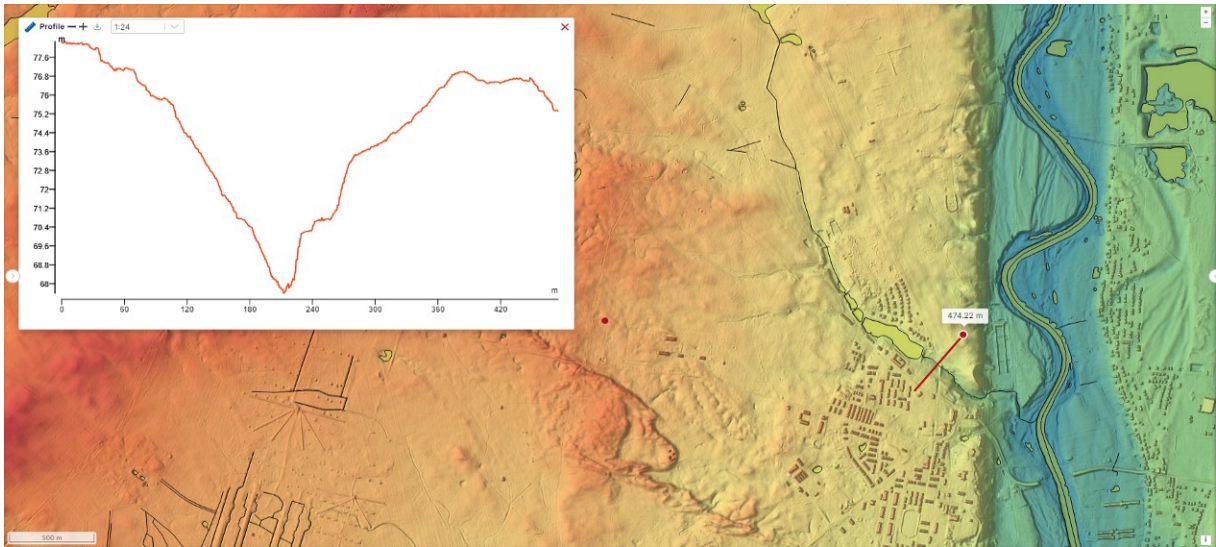


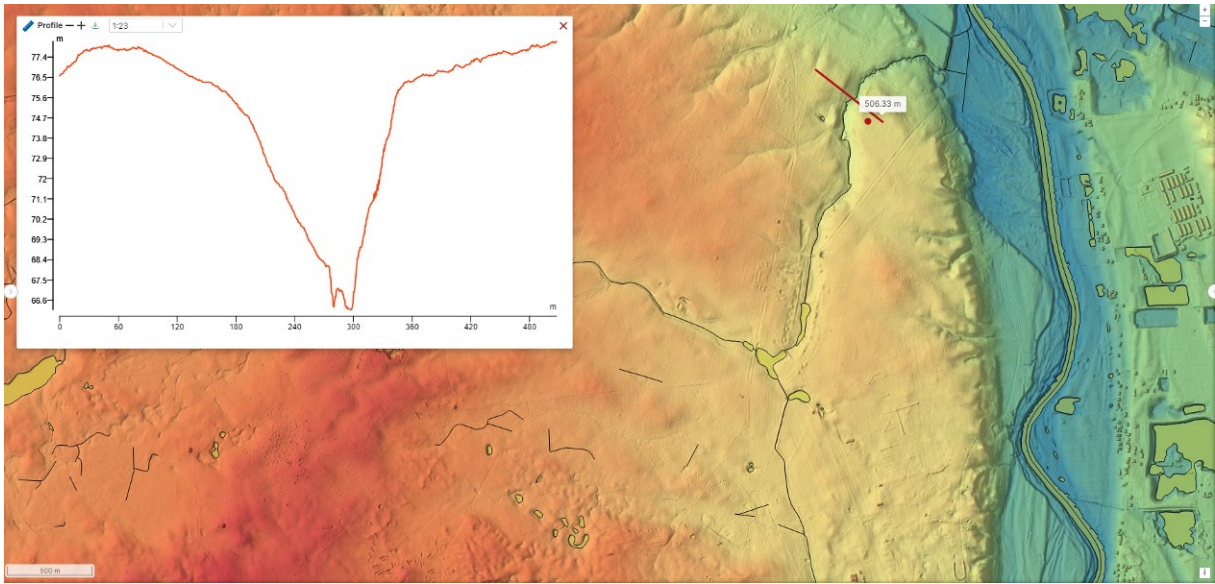












## Załącznik nr 2

### Wyniki pomiarów rzędnych terenu

Numer punktu	Współrzędne X, Y		Rzędna m n.p.m.	Uwagi
1	2	3	4	5
100	6427432	5826745	83.824	
101	6427414	5826696	82.959	
102	6427411	5826640	81.89	Rozlewisko GW
103	6427412	5826640	82.014	
104	6427413	5826641	81.84	
105	6427414	5826640	82.412	
106	6427416	5826640	82.298	
107	6427417	5826640	82.155	
108	6427418	5826640	81.889	
109	6427419	5826640	81.73	
110	6427425	5826635	81.513	
111	6427431	5826629	81.233	
112	6427431	5826629	81.297	Rozlewisko DW
113	6427440	5826623	81.127	
114	6427440	5826623	81.118	Pomiar prędkości 1
115	6427411	5826622	82.733	
116	6427410	5826615	82.289	
117	6427334	5826651	82.487	
118	6427313	5826669	81.943	Pomiar prędkości 2
119	6427311	5826666	82.214	
120	6427289	5826660	82.515	
121	6427273	5826670	81.954	
122	6427264	5826682	82.042	ZW na dopływie do rozlewiska
123	6427264	5826682	81.761	Dno na dopływie do rozlewiska
124	6427417	5826649	82.402	
125	6427411	5826617	82.232	
126	6427639	5826584	83.036	
127	6427621	5826603	82.694	
128	6427621	5826608	82.504	
129	6427620	5826612	81.668	
130	6427615	5826608	82.533	
131	6427605	5826633	81.019	
132	6427602	5826631	81.01	
133	6427602	5826632	81.265	
134	6427603	5826630	81.19	
135	6427602	5826631	81.98	
136	6427602	5826630	82.687	
137	6427599	5826628	82.711	
138	6427597	5826627	82.861	

1	2	3	4	5
139	6427597	5826627	82.133	
140	6427597	5826626	83.012	
141	6427595	5826625	81.185	
142	6427591	5826621	80.994	
143	6427590	5826621	80.782	
144	6427551	5826586	81.599	
145	6427551	5826585	82.135	
146	6427549	5826585	81.448	
147	6427521	5826538	80.814	
148	6427522	5826529	80.844	ZW Pomiar prędkości 3
149	6427522	5826528	80.699	Dno – głębokość wody ok 0.15 m
150	6427540	5826466	80.83	
151	6427552	5826465	81.187	
152	6427548	5826469	80.842	
153	6427552	5826471	81.014	
154	6427568	5826443	81.442	
155	6427572	5826430	81.755	
156	6427579	5826416	81.569	
157	6427597	5826387	81.663	
158	6427612	5826363	81.651	
159	6427618	5826359	81.277	
160	6427632	5826354	80.383	Punkt czerpania wody – ZW
161	6427628	5826349	80.394	Punkt czerpania wody – ZW
162	6427651	5826348	80.508	
163	6427674	5826354	80.393	Punkt czerpania wody – ZW
164	6427674	5826352	80.534	
165	6427695	5826347	80.255	
166	6427696	5826346	80.391	Punkt czerpania wody – ZW
167	6427694	5826342	80.563	
168	6427691	5826339	81.726	
169	6427690	5826335	82.86	
170	6427698	5826329	82.938	
171	6427699	5826330	82.599	
172	6427702	5826333	80.91	
173	6427707	5826338	80.406	
174	6427731	5826337	80.401	
175	6427740	5826333	80.919	
176	6427741	5826327	81.348	
177	6427742	5826321	82.967	
178	6427762	5826317	82.876	
179	6427753	5826334	81.611	
180	6427741	5826337	80.882	

1	2	3	4	5
181	6427734	5826342	80.387	
182	6427621	5826340	80.756	
183	6427618	5826332	81.714	
184	6427618	5826331	82.075	Korona przepustu
185	6427617	5826328	81.857	
186	6427617	5826312	83.624	
187	6427613	5826313	82.054	
188	6427611	5826313	81.732	
189	6427609	5826313	82.133	
190	6427607	5826315	83.541	
191	6427601	5826313	83.472	
192	6427597	5826243	83.327	
193	6427928	5825048	77.965	
194	6427930	5825048	78.205	
195	6427886	5825044	76.471	
196	6427886	5825048	75.554	
197	6427899	5825055	74.991	
198	6427918	5825057	75.599	
199	6427919	5825049	77.735	
200	6427921	5825047	78.076	
201	6427907	5825043	77.395	
202	6427905	5825045	77.447	
203	6427894	5825026	75.393	
204	6427910	5825030	74.752	
205	6427923	5825032	75.184	
206	6428057	5824771	76.988	
207	6428029	5824752	76.712	
208	6428027	5824752	76.18	
209	6428025	5824751	76.723	
210	6428026	5824753	74.646	
211	6428026	5824753	74.334	
212	6428030	5824746	75.274	
213	6428030	5824745	74.294	
214	6428013	5824740	77.011	
215	6428122	5824540	74.477	
216	6428128	5824568	73.977	
217	6428133	5824564	73.765	
218	6428139	5824561	71.254	
219	6428136	5824566	72.658	
220	6428136	5824566	72.317	
221	6428136	5824566	72.191	
222	6428103	5824658	74.508	

1	2	3	4	5
223	6428090	5824650	74.437	
224	6428084	5824654	72.144	
225	6428086	5824651	72.54	
226	6428086	5824648	73.263	
227	6428087	5824648	74.477	
228	6428088	5824646	74.126	
229	6428073	5824636	74.478	
230	6428089	5824645	73.303	
231	6428091	5824642	71.969	
232	6428090	5824644	72.156	
233	6428384	5824507	72.939	
234	6428384	5824506	72.152	

### Załącznik nr 3

#### Rozlewiska zlokalizowane w północnej części Rowu Północnego





## Załącznik nr 4 Rozgałęzienie Rowu Północnego

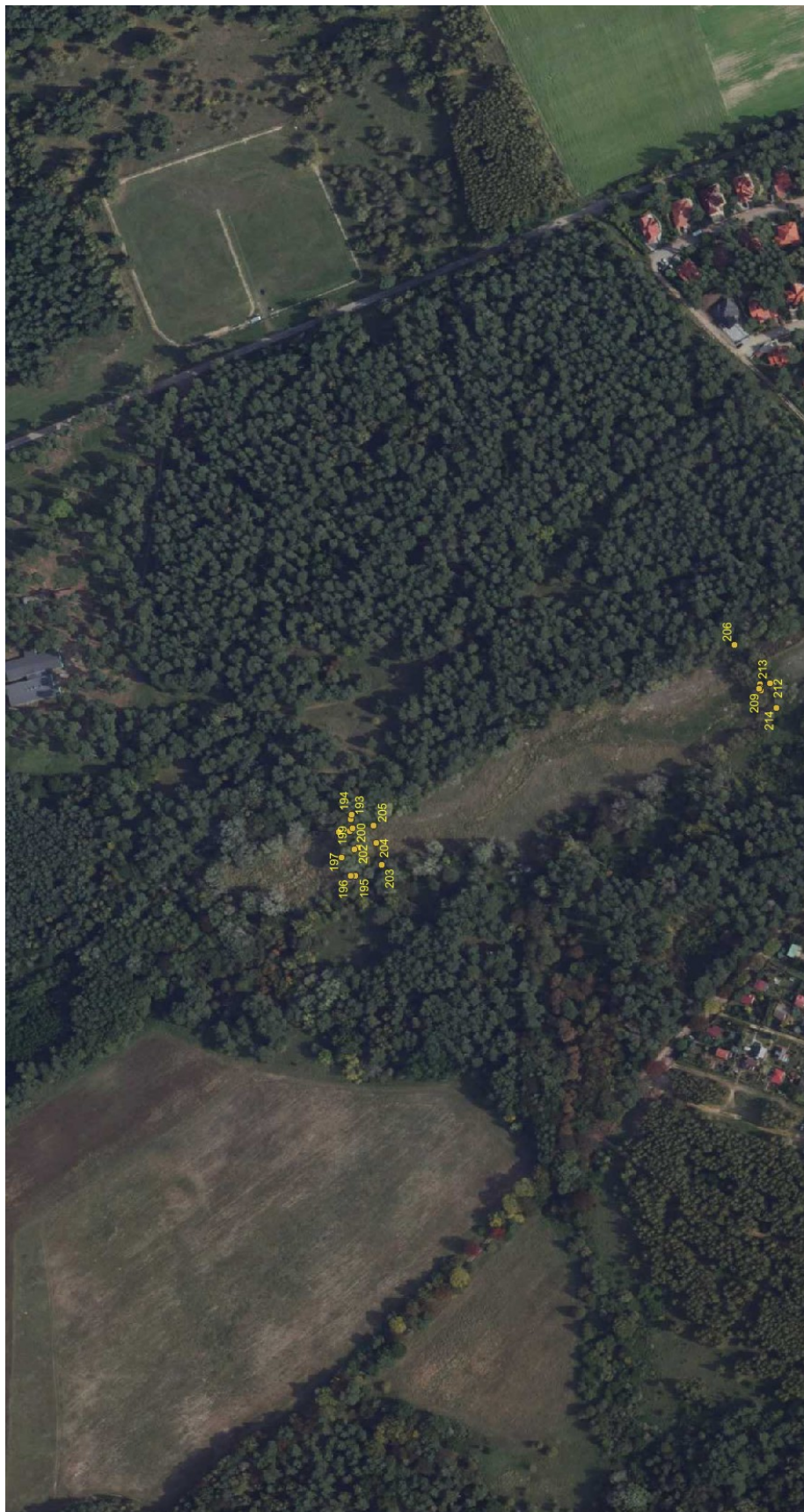


**Załącznik nr 5**  
**Staw na Rowie Północnym z punktem czerpania wody**



## Załącznik nr 6

### Grobla piętrząca staw 1 na Rowie Północnym (granica poligon/Biedrusko)



**Załącznik nr 7**  
**Groble piętrzące na stawie 2, stawie 3 i stawie 4 na Rowie Północnym w Biedrusku**

