Analiza pracy głębokiego drenażu we wsi Cieszów położonej w zakolu rzeki Bóbr

dr inż. Paweł Zawadzki, mgr inż. Stanisław Zaborowski, dr inż. Jakub Nieć, dr hab. inż. Tomasz Kałuża, prof. uczelni, mgr Grzegorz Jaszczak, dr hab. inż. Mateusz Hämmerling, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Ryszard Graf, Katedra Budownictwa i Geoinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

1. Wprowadzenie

W latach 1933–1936 wykonano prace hydrotechniczne pozwalające na eksploatację elektrowni wodnej w Dychowie na rzece Bóbr. EW Dychów jest elektrownią derywacyjną, tzn. woda doprowadzona jest kanałem poprowadzonym równoległe do rzeki. Dla poprawnej pracy Dychowa konieczne są następujące budowle hydrotechniczne:

- zbiornik wodny Krzywaniec powstały po spiętrzenia wód rzeki Bóbr,
- stopień wody w Krzywańcu kierujący wodę z rzeki do kanału derywacyjnego,
- kanał derywacyjny i górny zbiornik elektrowni wodnej.

W otoczeniu kanału derywacyjnego i zbiornika Krzywaniec powstał również system drenaży i rowów odwaniających, który pozwala na odprowadzenia wód powierzchniowych i wód gruntowych do rzeki Bóbr

2. Miejsce badań

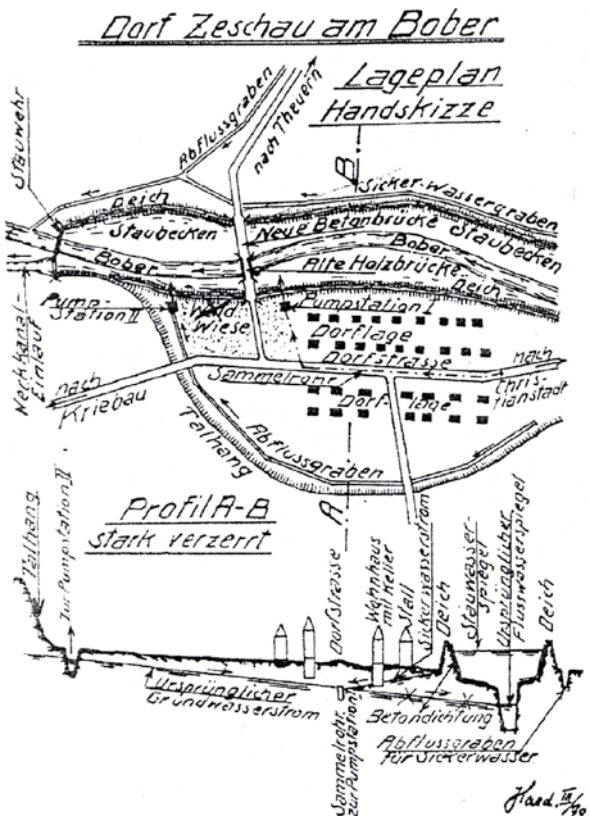
Wieś Cieszów leży ok. 2 km na północ od miejscowości Nowogród Bobrzański, w powiecie zielonogórskim, w woj. lubuskim. Zabudowania oraz grunty rolne należące do mieszkańców tej wsi położone są w dolinie rzeki Bóbr, w zakolu na jej lewym brzegu. Obszar zabudowany wyniesiony jest na poziom 74,50–73,00 m n.p.m., a najniższe partie gruntów rolnych leżą na wysokości 72,00 m n.p.m. Obserwuje się spadek doliny w kierunku północnym, a więc zgodny z biegiem rzeki.

Omawiany teren ograniczony jest od strony zachodniej skarpą doliny o wysokości 6–10 m, od strony wschodniej i północnej zaporą boczną sztucznego zbiornika wodnego. Ok. 5 km poniżej wsi Cieszów, licząc po linii biegu rzeki, usytuowany jest stopień wodny Krzywaniec. Zadaniem stopnia wodnego jest kierowanie wody z rzeki Bóbr do lateralnego kanału derywacyjnego, doprowadzającego wodę do górnego zbiornika elektrowni wodnej szczytowo-pompowej w Dychowie. Budowle hydrotechniczne stopnia wodnego i elektrowni wodnej zostały wykonane w latach 1933–36 [1, 2]. Jaz w Krzywańcu piętrzy wodę do rzędnej 73,30 m n.p.m., tj. na wysokość 5,9 m wyżej od istniejącego w tym czasie dna rzeki i do wysokości najwyższego notowanego poziomu wielkiej wody. Powyżej jazu powstał zbiornik o całkowitej pojemności 2,4 hm^3, przy czym pojemność użyteczną między normalnym poziomem piętrzenia i rzedną 72,00 m n.p.m. określono na 1,14 hm^3 [1].

W wyniku piętrzenia rzeki Bóbr w Krzywańcu, w przekroju wsi Cieszów zwierciadło wody podniosło się o ok. 3,5 m w stosunku do normalnego poziomu wody w rzece przed budową stopnia. Wieś Cieszów i należące do niej grunty rolne zostały odgrodzone od zbiornika zaporą boczną, biegnącą prawdopodobnie w linii poprzednio istniejących wałów przeciwpowodziowych. Zapora ta chroni omawiany teren przed zalewem i jednocześnie zamyka naturalny odpływ w tej części doliny. Skarpa odwodna zapory ubezpieczona została płytami betonowymi o grubości 15 cm, a u jej podstawy wykonano fartuch z płyt betonowych o szerokości 30 m.

Dla odprowadzenia wód powierzchniowych i wód infiltrujących do obszaru doliny z powstałego zbiornika wodnego, w czasie budowy stopnia, tj. ok. 1936 r. wykonano dwa ciągi drenaży głębokich i rów odwadniający położony u podstawy naturalnej skarpy doliny. Pierwszy drenaż podziemny (ciąg 1) długości ok. 460 m poprowadzono przez wieś wzdłuż drogi asfaltowej, drugi drenaż podziemny (ciąg 2) długości ok. 800 m biegnie wzdłuż drogi gruntowej u podstawy zapory bocznej. Oba drenaże kończą się w zbiorniku wyrównawczym usytuowanym na północnym krańcu zabudowań wiejskich. Woda ze zbiornika odprowadzana jest do zbiornika krzywanieckiego przy wykorzystaniu pomp przepompowni Nr 1 (rys. 1, niem. *Pumpstation I*). Rów odwadniający biegnący wzdłuż zachodniego brzegu doliny do jej najniższego punktu w części północnej, odprowadza wody do zbiornika wyrównawczego skąd woda jest pompowana (przepompownia Nr 2, niem. *Pumpstation II*) do zbiornika krzywanieckiego [1, 3].

Obecnie, mimo opisanych wyżej drenaży i rowu odwadniającego, obserwuje się wysoki poziom wód gruntowych na terenie zabudowanym wsi. Przy takim stanie wód gruntowych piwnice budynków mieszkalnych są stale zalewane



Rys. 1. *Schemat urządzeń odwadniających wieś Cieszów i przekrój przez lewobrzeżną dolinę Bobru [3]. Talhang – zbocze doliny, Ablugflassgraben – rów odwadniający, Sammelriohr – rura zbierająca, drenaż, Deich –wał, zapora*

wodą. Stan taki nie tylko nie pozwala lub znacznie ogranicza gospodarcze wykorzystywanie piwnic. Ślady na ścianach piwnic pokazują, że poziomy wody mogą być w nich wyższe niż obserwowane we wrześniu 2021 roku. Równocześnie przy drodze asfaltowej i drodze gruntowej widoczne są liczne zapadliska powstające w wyniku sufozji i erozji cząsteczek szkieletu gruntowej zachodzącej w sąsiedztwie drenaży [4]. Powstające kawerny zasypywane były doraźnie kamieniem łamanym. O wysokim położeniu wód gruntowych pisał w 1971 r. Lewandowski [5].

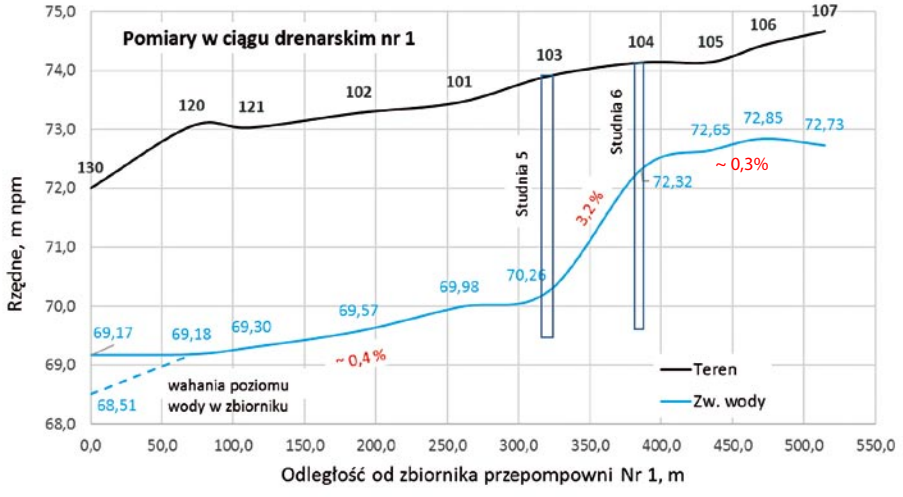
3. Pomiary terenowe

Podczas badań terenowych we wrześniu 2021 r. dokonano pomiarów sytuacyjno-wysokościowych, wykonano inspekcje studzienek na drenażach, pomierzono poziomy: wody, osadów, dna [4]. W czasie wizji lokalnej wykonano również dokumentację fotograficzną prowadzonych prac.
Pomiary wykonano na terenie wsi, przy zbiorniku i przepompowni Nr 1, przy rowie odwadniającym przy podstawie skarpy doliny, na terenie międzywala rzeki Bór oraz na koronie zapory bocznej. W listopadzie 2022 r. wykonano odwierty geotechniczne oraz przygotowano opinię w sprawie warunków gruntowo-wodnych w otoczeniu głębokich drenaży we wsi Cieszów [4].

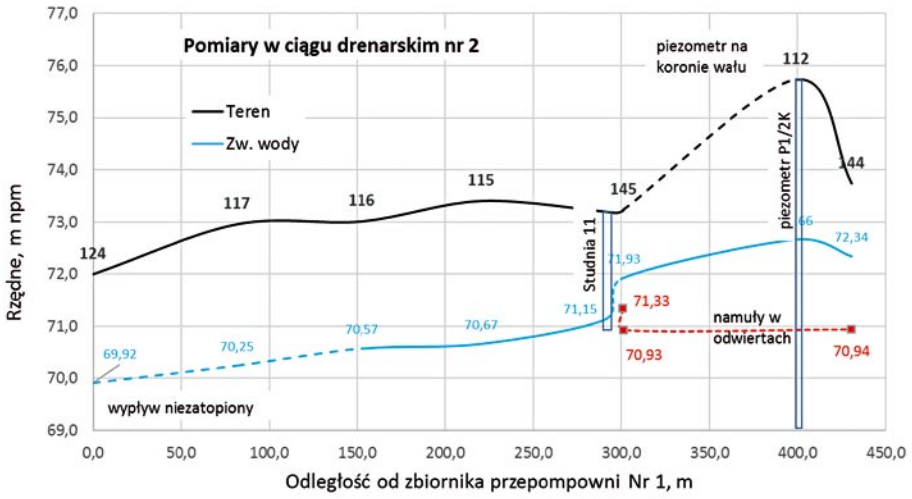
4. Wyniki pomiarów terenowych

4.1. Drenaż 1

Drenaż ten ułożony został na głębokości ok. 4 m poniżej powierzchni terenu, wzdłuż drogi asfaltowej przebiegającej przez wieś Cieszów. Na odcinku ok. 300 m przewody drenarskie są drożne, o czym świadczył swobodny przepływ wody. W studzienkach nie stwierdzono nadmiernej warstwy osadów, które utrudniałyby odpływ wody ze studni. Powyżej tego odcinka drenaż jest niedrożny. Studzienki na drenażu wypełnione są wodą do poziomu ok. 1,0–1,5 m poniżej terenu.
Na rysunku 2 zwraca uwagę duży spadek zwierciadła wód gruntowych między studzienkami S5 i S6 na ciągu drenarskim 1. Woda w drenażu poniżej S5 odpływa swobodnie do zbiornika przepompowni. Zablokowanie przepływu wody w drenażu powyżej S5 powoduje utrzymywanie się ich na wysokim poziomie, z czym związane jest m.in. podtapianie budynków. Jednak sprawny odcinek drenażu oddziałuje na poziom wód gruntowych w pasie o ograniczonym zasięgu.
Już w odległości 15–20 m (po lewej stronie drogi asfaltowej) zmierzony został wysoki poziom wód gruntowych. Duża różnica poziomów wód gruntowych w tej części wsi sprzyja powstawaniu niekorzystnych zjawisk związanych z filtracją wody, a więc erozji i sufozji. Procesy te polegają na wynoszeniu cząstek stałych szkieletu przez przepływającą w gruncie wodę. Osłabia to strukturę gruntu, pojawiają się



Rys. 2. *Układ zwierciadła wody w profilu Drenaż 1*



Rys. 3. *Układ zwierciadła wody w profilu Drenaż 2*

uprzywilejowane drogi filtracji, a na powierzchni obserwuje się zapadliska.

4.2. Drenaż 2

Przewody drenarskiego ciągu 2 ułożone są na głębokości 2,0–2,5 m wzdłuż drogi gruntowej biegnącej u podstawy zapory bocznej. Drenaż ten na odcinku ok. 275 m od wylotu w zbiorniku wyrównawczym przepompowni Nr 1 do studzienki S11 jest drożny i odprowadza wody gruntowe. Według informacji pracownika urzędu gminy w Nowogrodzie Bobrzańskim EW Dychów po 2011 r. wymieniła przewody drenarskie na odcinku ok. 100 m.

Dokładny przebieg ciągu drenarskiego powyżej studzienki S11 nie został rozpoznany. Drenaż powyżej S11 kieruje się na prywatne działki, oddalając się od zapory bocznej zbiornika krzywanieckiego. W jego otoczeniu obserwuje się podwyższony poziom wód gruntowych w stosunku do wcześniejszego okresu eksploatacji o czym świadczyć może warstwa namułów obserwowana w odwiertach geotechnicznych (rys. 3). Warstwa ta powstała prawdopodobnie w okresie prawidłowej pracy ciągu drenarskiego 2 i niskiego poziomu wód gruntowych.

5. Podsumowanie

W naturalnym układzie dolin rzecznych rzeka odwadnia tereny do niej przyległe, odprowadzając wody powierzchniowe i gruntowe. W przypadku wybudowania wałów przeciwpowodziowych wzdłuż rzeki naturalny układ przepływu wód zostaje zakłócony. Budowa zapory bocznej na lewym brzegu zbiornika Krzywaniec i spiętrzenie rzeki Bóbr ten układ odwróciła. W związku z tym, że poziom wody w zbiorniku jest wyższy od poziomu terenu za zaporą (m.in. obszar wsi Cieszów), wody gruntowe są zasilane i bezpośredni odpływ wód powierzchniowych jest niemożliwy.

Wraz z budową stopnia wodnego i zbiornika Krzywaniec wybudowano system urządzeń wodnych, zabezpieczających przed zatopieniem terenów leżących w zakolu rzeki. Na system ten składają się:

- rów odwadniający biegnący u stopy skarpy doliny, którego zadaniem jest odprowadzenie wód infiltrujących z wyżej położonych terenów doliny w kierunku rzeki;
- drenaż biegnący wzdłuż zapory bocznej zbiornika, którego zadaniem jest obniżenie krzywej depresji w korpusie nasypu poprzez odprowadzenie wód filtrujących przez zaporę;
- głęboki drenaż biegnący przez tereny zabudowane wsi Cieszów, którego zadaniem jest obniżenie poziomu wód gruntowych zasilanych poprzez filtrację pod zaporą.

Obniżenie poziomu wód gruntowych wymaga równoczesnego działania i utrzymania w sprawności wszystkich trzech urządzeń wodnych. Oba drenaże i rów muszą funkcjonować na całej swoje długości z pełną sprawnością.

Wizja terenowa i pomiary wykazały, że przyczyną wysokiego stanu wody gruntowej na analizowanym obszarze, a zwłaszcza na terenach południowej części wsi, jest zły stan tych urządzeń wodnych, a w szczególności:

- rów odwaniający jest silnie zarośnięty i zamulony;
- drenaż przy zaporze drożny jest tylko na długości ok. 300 m (od wylotu przy zbiorniku przepompowni do studni S11) a powyżej S11 nie prowadzi wody;
- drenaż głęboki biegnący przez tereny zabudowane drożny jest na długości ok. 320 m (od wylotu przy zbiorniku przepompowni do studni S5).

Jednocześnie należy wskazać, że w związku ze znaczną różnicą poziomów wód gruntowych w sąsiedztwie działających odcinków drenaży może dojść do kolejnych awarii w wyniku przebicia hydraulicznego i erozji.

BIBLIOGRAFIA

[1] Lewandowski J. B., Bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych po wieloletnim okresie eksploatacji na przykładzie stopnia wodnego Dychów, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy naukowe, zeszyt 240, Poznań 1993

[2] Pussel H., Pester K., Das Boberkraftwerk. Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Siemensstdt 1939

[3] Von Haedecke R., Boberkraft erfüllte Jahre hindurch die Landschaft zwischen Christianstadt und Deichow mit Lärm und Leben. Christianstadt – Naumburg, Die Geschichre der Boberstädte von Otto Kluge – 124. Fortsentzung

[4] Kałuża T., Zawadzki P., Nieć J., Hämmerling M., Kozłowski M., Zaborowski S., Ekspertyza dotycząca systemu głębokiego drenażu we wsi Cieszów związanego z piętrzeniem na rzece Bóbr. Raport końcowy do umowy nr GKIII/83/2021. Maszynopis, Katedra Inżynierii Wodnej I Sanitarnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2022

[5] Lewandowski J. B., Ekspertyza techniczna dotycząca podtopienia budynków wsi Czasowice/Cieszów/pow. Lubsko, woj. zielonogórskie. Maszynopis. Opracowanie nr 7, Instytut Budownictwa Wodno-Melioracyjnego, WSR Poznań, 1971