

BIURO STUDIÓW I PROJEKTÓW BUDOWNICTWA WODNEGO



Sp. z o.o.

60-783 Poznań, ul. Grunwaldzka 21

tel/fax (61) 866-58-32, 866-03-39

NR UMOWY

UA/184/WSR/2016

NR ARCHIW.

3198/16

NR EGZ.

1

STADIUM

E

NAZWA
OPRACOWANIA

Kontrola okresowa, polegająca na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania odcinka lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego i prawostronnego Głównego Koryta Prosny w Parku Miejskim w Kaliszu

SKŁADNIK
OPRACOWANIA

Część opisowa i graficzna

Imię i nazwisko

Podpis

Data

OPRACOWAŁ

mgr inż. Jacek Szyszka
upr. bud.: WKP/0062/ZOOK/07
specjalność: konstrukcyjno-budowlana

mgr inż. JACEK SZYSZKA
upr. bud. nr ewid. WKP/0062/ZOOK/07
do projektowania w zakresie ograniczonym
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
bez ograniczeń dla obiektów gospodarki wodnej
i melioracji wodnych (Dz.U. 2005 Nr 53 poz. 578 § 17 ust. 3)
Nr ewid. WOIB - WKP/BO/0058/07

31.10. 2016 r.

SPRAWDZIŁ

mgr inż. Maciej Wojtkowiak
upr. bud.: WKP/0213/ZOOK/06
specjalność: konstrukcyjno-budowlana

mgr inż. MACIEJ WOJTKOWIAK
upr. bud. nr ewid. WKP/0213/ZOOK/06
do projektowania w zakresie ograniczonym
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
bez ograniczeń dla obiektów gospodarki wodnej
i melioracji wodnych (Dz.U. 2006 Nr 82 poz. 578 § 17 ust. 3)
Nr ewid. WOIB - WKP/BO/0149/07

31.10. 2016 r.

PREZES

mgr inż. Damian Franczak

PREZES ZARZĄDU

mgr inż. Damian Franczak

31.10. 2016 r.

BIURO
PROWADZĄCE

Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego
HYDROPROJEKT Sp. z o.o.
ul. Grunwaldzka 21, 60-783 Poznań

INWESTOR

MIASTO KALISZ
ul. Główny Rynek 20
62 - 800 Kalisz

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. CZĘŚĆ OPISOWA	4
1. DANE OGÓLNE.....	4
1.1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA	4
1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
1.3. WYKORZYSTANE MATERIAŁY, PRZEPISY.....	4
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU.....	5
2.1. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA OBWAŁOWANIA	5
2.2. KLASA WAŻNOŚCI BUDOWLI	7
2.3. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE ODCINKÓW WAŁÓW.....	7
2.3.1. Odcinek prawostronnego obwałowania rzeki Prosnym	7
2.3.2. Odcinek lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego	8
2.4. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE BUDOWLI I URZĄDZEŃ WAŁOWYCH.....	8
2.4.1. Wejścia i zjazdy wałowe	8
2.4.2. Infrastruktura podziemna przecinająca obwałowania	8
2.4.3. Infrastruktura podziemna biegnąca wzdłuż obwałowań	8
3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU POD WZGLĘDEM HYDROLOGICZNYM I GEOTECHNICZNYM.....	9
3.1. WARUNKI HYDROLOGICZNE.....	9
3.1.1. Przepływy prawdopodobne	9
3.1.2. Przepływ miarodajny i kontrolny	9
3.1.2. Stany wody miarodajnej i kontrolnej.....	10
3.2. WARUNKI GEOTECHNICZNE	10
4. OCENA STANU TECHNICZNEGO I BEZPIECZEŃSTWA WAŁU ORAZ BUDOWLI Z NIM ZWIĄZANYCH.....	11
4.1. KRYTERIA OCENY STANU TECHNICZNEGO OBWAŁOWANIA	11
4.1.1. Bezpieczne wzniesienie korony wałów	11
4.1.2. Wymagane zagęszczenie gruntu w wale	11
4.1.3. Wymagane parametry obwałowań	11
4.2. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBWAŁOWAŃ PARKU MIEJSKIEGO W KALISZU	12
4.2.1. Bezpieczne wzniesienie korony wałów	12
4.2.2. Wymagane zagęszczenie gruntu w wale	13
4.2.3. Wymagane parametry obwałowań	13
4.2.4. Drzewa w korpusie wału, nory zwierzęce.....	13
4.2.5. Obliczenie filtracji przez wał i podłoże	14
4.2.6. Stateczność obwałowań.....	17
4.2.7. Tabelaryczne zestawienie kategorii stanu bezpieczeństwa w zależności od oceny poszczególnych elementów obwałowań	17
4.3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI WAŁOWYCH.....	19
5. WNIOSKI I ZALECENIA DOTYCZĄCE STANU OBWAŁOWAŃ I BUDOWLI ZWIĄZANYCH.....	19
5.1. ODCINEK WAŁU PRAWOSTRONNEGO RZ. PROSNY	19
5.2. ODCINEK WAŁU LEWOSTRONNEGO KANAŁU BERNARDYŃSKIEGO.....	19

II. CZĘŚĆ FOTOGRAFICZNA

Fot. 1 Km 0+150 Widok wału prawostronnego rz. Prosny

Fot. 2 Km 0+250 Wał prawostronny rz. Prosny, nora zwierzęca i podmyty system korzeniowy na skarpie odwodnej

Fot. 3 Km 0+470 Widok wał prawostronny rz. Prosny

Fot. 4 Km 0+500 Wał prawostronny rz. Prosny, drzewo pochylone w stronę rzeki

Fot. 5 Km 0+550 Wał prawostronny rz. Prosny, widoczna barierka ochronna

Fot. 6 Km 0+595 Rozwidlenie, Kanał Bernardyński na prawo, rz. Prosna po lewej

Fot. 7 Km 0+650 Widok na wał lewostronny Kanału Bernardyńskiego

Fot. 8 Km 0+720 Widok na jaz Bernardyński z wału

Fot. 9 Km 0+800 Widok na wał lewostronny Kanału Bernardyńskiego

Fot. 10 Km 1+100 Skarpa odwodna wału lewostronnego Kanału Bernardyńskiego na wysokości ujścia rz. Swędrni do kanału

Fot. 11 Km 1+310 Schody skarpowe na wale Kanału Bernardyńskiego

Fot. 12 Km 1+420 Widok na wał lewostronny Kanału Bernardyńskiego

III. ZAŁĄCZNIKI

- Uprawnienie budowlane projektantów
- Zaświadczenie projektantów o przynależności do Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
- Raport z badań geotechnicznych

IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA

1. Mapa pogładowa	1:10 000
2. Mapa syt. - wys	1:500
2. Profil podłużny wału	1:100/2000
3. Przekroje poprzeczne wału	1:100/100

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Dane ogólne

1.1. Podstawa formalna opracowania

Podstawą formalną opracowania kontroli okresowej stanu technicznego jest umowa nr UA/184/WSR/2016 zawarta w dniu 08.09.2016 r. pomiędzy Miastem Kalisz, z siedzibą przy ul. Główny Rynek 20, 62-800 Kalisz, a Biurem Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego "Hydroprojekt" Sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Grunwaldzkiej 21, 60-783 Poznań.

1.2. Cel i zakres opracowania

Nazwa zadania:

"Kontrola okresowa, polegająca na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania odcinka lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego i prawostronnego Głównego Koryta Prosny w Parku Miejskim w Kaliszu".

Celem niniejszego opracowania jest kontrola/ocena okresowa korpusu i podłoża wału przeciwpowodziowego zlokalizowanego w Parku Miejskim w Kaliszu o długości $L = 1500$ m, od al. Walecznych do ul. Kadeckiej.

Przedmiotowy wał usytuowany jest w woj. wielkopolskim, pow. kaliski, w obrębie m. Kalisz.

Opracowanie związane jest wymogiem zawartym art. 62 ust. 2 Prawa Budowlanego (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409), który to artykuł nakłada na właściciela lub zarządcę obiektu budowlanego obowiązek przeprowadzenia okresowej kontroli, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania budowli.

Zakres opracowania obejmuje:

1. Kontrolę korpusu wału o długości $L = 1520$ m w zakresie:
 - odchylenia wymiarów wału od aktualnych wymagań,
 - występowania obniżzeń, nadmiernego osiadania korpusu wału,
 - zagęszczenia korpusu wału,
 - możliwości przecieków i sufozji,
 - uszkodzeń korpusu wału,
 - roślinności porastającej wał p. powodziowy.
2. Kontrolę podłoża pod wałem i na terenie przyległym do wału w odległości 50 m od stopy wału w zakresie:
 - wystąpienia zjawisk filtracyjnych,
 - roślinności porastającej wał p. powodziowy.

Ponadto w opracowaniu ujęto ocenę stanu technicznego obwałowania oraz wnioski i zalecenia dotyczące stanu obwałowań i budowli towarzyszących do dalszej eksploatacji i ewentualnej konieczności wykonania robót niezbędnych do bezpiecznego funkcjonowania obiektu.

1.3. Wykorzystane materiały, przepisy

- "Opinia geotechniczna dla potrzeb określenia warunków gruntowo - wodnych w podłożu lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego", wykonana przez firmę: Inżynieria Wielkopolska Sp. z o.o. sp. komandytowa, ul. Józefa Hallera 6-8, 60-951 Poznań, październik 2016 r.,
- Geodezyjny pomiar kontrolny obwałowania, przekroje poprzeczne przedmiotowych odcinków wałów przeciwpowodziowych, wykonane w październiku 2016 r. przez firmę: GEOTOR Przedsiębiorstwo Specjalistycznych Pomiarów Inżynierskich, geodeta uprawniony Grzegorz Siciński,

- Mapy zagrożenia powodziowego – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej – Informatyczny system osłony kraju (ISOK), <http://mapy.isok.gov.pl>,
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne – tekst jednolity Dz.U. 2015 poz. 469 z późniejszymi zmianami,
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane – tekst jednolity Dz.U. 2016 poz. 290 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie z dnia 20 kwietnia 2007 r. (Dz. U. z 2007 r. Nr 86 poz. 579),
- Wały przeciwpowodziowe – wytyczne instruktażowe projektowania – Biuletyn Informacyjny, Melioracje Rolne nr 2-3 z 1982 r.
- Polskie Normy w zakresie budownictwa,
- Mapy poglądowe, mapa sytuacyjno - wysokościowa,
- Wizja terenowa - październik 2016 r.

2. Ogólna charakterystyka obiektu

2.1. Lokalizacja i charakterystyka obwałowania

Przedmiotowy wał przeciwpowodziowy położony jest w m. Kalisz na obrzeżach Parku Miejskiego w jego części południowej i zachodniej, pomiędzy ul. Kadecką na wysokości kładki dla pieszych nad rz. Prosną (most Teatralny), a al. Walecznych na wysokości kładki dla pieszych (most Tyniecki) nad Kanałem Bernardyńskim.

W skład obwałowania w Parku Miejskim o długości $L = 1520$ m wchodzi:

- prawostronne obwałowanie rzeki Prosny ok. km 70+400 do km 69+700 rzeki (wg ISOK), o długości ok. 592 m
- lewostronne obwałowanie Kanału Bernardyńskiego (stanowiącego kanał ulgi rz. Prosny) ok. km 7+700 do 6+530 kanału (wg ISOK) o długości ok. 928 m.

Przedmiotowe odcinki wałów stanowią zabezpieczenie przeciwpowodziowe Kalisza przed wielkimi wodami rz. Prosny i jej kanału ulgi - Kanału Bernardyńskiego, głównie zabudowań usytuowanych w starej części miasta (śródmieściu). Wały został wykonany w latach trzydziestych ubiegłego wieku, jak również dosypywany w latach powojennych.

Miasto Kalisz wg wymogów technicznych powinno być zabezpieczone na przepływ miarodajny $O_m = 1\%$ na tzw. wodę stuletnią, a Kaliski Węzeł Wodny, w skład którego wchodzi m.in.: rzeka Proсна i Kanał Bernardyński powinien posiadać wszystkie zabezpieczenia p. powodziowe odpowiadające **II klasie budowli**.

W niniejszej dokumentacji operuje się przyjętym własnym kilometrażem obwałowań Parku Miejskiego, gdzie początek założono przy ul. Kadeckiej, koniec na wysokości al. Walecznych.

Prawostronne obwałowanie rz. Prosny

Przedmiotowy odcinek wału o długości ok. 592 m przylegający do Parku Miejskiego w Kaliszu od strony odwodnej sąsiaduje bezpośrednio z rzeką Prosną. Obwałowanie o konstrukcji ziemnej, usypane głównie z piasków pylistych i piasków pylistych z domieszką piasków drobnych. W podłożu występuje piasek pylasty, pył piaszczysty, pył piaszczysty z domieszkami piasku pylastego, rzadziej żwiru. Obwałowanie nie posiada uszczelnienia, skarpy na większości odcinka nie posiadają umocnień. Korona wału o szerokości w przedziale $3,0 \div 6,5$ m posiada nawierzchnię asfaltową na długości ok. 300 m, na dalszym odcinku żwirową, szutrową lub z domieszką gruzu, ograniczoną krawężnikami betonowymi. Koleiny powstałe od kół samochodowych nie występują. Korona bez widocznego spadku

poprzecznego w kierunku rzeki Prosny. Szerokość korony umożliwia przejazd specjalistycznych maszyn do bieżącej konserwacji wału.

W km 0+038 wał przecina przewód betonowy o przekroju kwadratowym o długości ok. 6,0 m, zasilający Strugę Parkową wodami rz. Prosny, wlot znajduje się pod zwierciadłem rz. Prosny przewód przepustu zamulony, sterowany zasuwą ręczną w studni zlokalizowanej w koronie wału, zły stan techniczny urządzenia.

W km 0+300 obwałowanie przecina przewód Ø 300 mm stanowiący doprowadzenie wody z rz. Prosny do stawu parkowego Kogutek, z wlotem w postaci komory wbudowanym w skarpe odwodną wału.

W km 0+515 do 0+750 od strony odwodnej biegnie stalowa barierka bezpieczeństwa, nie stanowi utrudnienia przejazdu po wale. Wjazd na koronę wału możliwy poprzez poprowadzone z parku alejki parkowe o nawierzchni szutrowej i żwirowej. Od strony odpowietrznej brak drogi serwisowej. Słupki kilometrażowe na przedmiotowym odcinku wału nie występują.

Skarpa odwodna na odcinku graniczącym z głównym korytem rzeki Prosny posiada nachylenie w przedziale $1:2,5 \div 1:3$. Na długości 150 m (km 0+300 ÷ 0+450) wał posiada ławę, pełniącą głównie funkcje ścieżki spacerowej. Skarpa odpowietrzna posiada nachylenie ~ $1:2$. Obydwie skarpy są wykoszone, porośnięte drzewami o poszyciu średnim, przeważające gatunki drzew to dąb szypułkowy, brzoza brodawkowa, kasztan jadalny, klon jawor, jesion. Od strony odwodnej występują podmyte systemy korzeniowe, zauważono dwie nory zwierzęce w korpusie wału.

Na całej długości obwałowań na koronie lub w skarpie po stronie lewej pociągnięty jest kabel energetyczny - zasilanie latarni parkowych.

Teren zawala stanowi Park Miejski, który na bieżąco jest konserwowany i utrzymywany w należytym porządku. Międzywałe stanowi główne koryto rzeki Prosny, od strony przedmiotowego obwałowania w części przybrzeżnej występują miejscowe skupiska porośnięte roślinnością wodną.

Lewostronne obwałowanie rz. Prosny stanowi Wał Staromiejski.

Koniec prawostronnego obwałowania rzeki Prosny stanowi za razem początek lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego.

Lewostronne obwałowanie Kanału Bernardyńskiego

Przedmiotowy odcinek biegnący w Parku Miejskim (do al. Walecznych) o długości ok. 928 m jest równoległy, lewostronnie usytuowany do Kanału Bernardyńskiego, który jest traktowany jako kanał ulgi rzeki Prosny. Odcinek wału przeciwpowodziowego o konstrukcji ziemnej nie posiada uszczelnienia. Korona wału o szerokości 3,5 - 5,0 m o nawierzchni szutrowej i żwirowej, bez widocznych kolein, ograniczona z obu stron krawężnikami betonowymi. Do korony wału dochodzą alejki parkowe o nawierzchni żwirowej, bądź schody betonowe, na końcowym odcinku wykonany jest podjazd z kostki granitowej. U podnóża skarpy odpowietrznej na całej długości znajduje się droga żwirowa o szerokości ok. 5,0 m, stanowiąca alejkę parkową, która służy również jako droga konserwacyjna dla tej części obwałowania.

Skarpa odpowietrzna o nachyleniu ok. $1:2$, skarpa odwodna o łagodnym nachyleniu w granicach $1:2,5 \div 1:3$, miejscami o nachyleniu większym $1:1,5 \div 1:2$ (przy jazie klapowym). Skarpy nie posiadają umocnień. Obydwie skarpy porośnięte drzewami i jak w przypadku prawostronnego wału Prosny, na końcowym odcinku ok. 200 m skarpa odwodna porośnięta gęściej oraz widoczne skarpy po usuniętych drzewach, część drzew pochyła się w stronę Kanału Bernardyńskiego. Zakrzaczenia o stopniu zwarcia średnim występują głównie na skarpie odwodnej. Na całym odcinku przylegającego do Parku Miejskiego obwałowania

zauważono kilka drzew uschniętych, rosnących przy koronie wału, które to stwarzają bezpośrednie zagrożenie dla ludzi przebywających w sąsiedztwie obwałowania.

W km 0+796 wał przecina przewód \varnothing 300 mm stanowiący odprowadzenie wody ze stawu Kogutek do Kanału Bernardyńskiego. Przyczółek wylotowy betonowy dokowy zlokalizowany w skarpie kanału.

W km 1+377 wał przecina przewód \varnothing 300 mm stanowiący odprowadzenie wody ze stawu Kokoszka do Kanału Bernardyńskiego, wylot poza wałem w skarpie Kanału Bernardyńskiego zamulony.

Na odcinku o długości 20 ÷ 25 m od ok. km 1+430 widoczne osiadanie wału, z widocznymi przesiąkami po stronie zawala.

Teren zawala stanowi Park Miejski, w międzywału zlokalizowany jest Kanał Bernardyński (traktowany jako kanał ulgi rzeki Prosną). Koryto kanału w strefie przybrzeżnej porośnięte roślinnością wodną, w środkowej części widoczne miejscowe wypłyenia koryta porośnięte roślinnością wodną, głównie na połączeniu Kanału Bernardyńskiego z rzeką Prosną, za jazem klapowym na kanale, przy ujściu rzeki Swędrni do kanału oraz na końcowym odcinku obwałowania przy kładce dla pieszych zwanej motem Tynieckim.

Istniejące odcinki wałów leżących w Parku Miejskim w Kaliszu konserwowane są na bieżąco, poprzez koszenie skarp oraz doraźne wycinanie drzew od strony odwodnej.

Na całej długości obwałowań na koronie lub w skarpie po stronie lewej przebiega kabel energetyczny - zasilanie latarni parkowych.

Prawostronne obwałowanie Kanału Bernardyńskiego stanowią wał J. Matejki (do ujścia rz. Swędrni) i wał Jagielloński (od ujścia rz. Swędrni).

Teren, na którym usytuowane są przedmiotowe odcinki wałów p. powodziowych nie jest położony na obszarze chronionym, jest objęty ochroną konserwatorską, obiekt administrowany jest przez Urząd Miejski w Kaliszu.

2.2. Klasa ważności budowli

Rozpatrywane odcinki wałów przeciwpowodziowych usytuowanych w Parku Miejskim w Kaliszu zaliczone są **do II klasy ważności budowli**, zgodnie Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie z dnia 20 kwietnia 2007 r. [Dz. U. z 2007 r. Nr 86 poz. 579]. Rzeka Proсна wraz z Kanałem Bernardyńskim wchodzi w skład Kaliskiego Węzła Wodnego.

2.3. Podstawowe dane techniczne odcinków wałów

2.3.1. Odcinek prawostronnego obwałowania rzeki Prosną

– klasa	II
– długość przedmiotowego odcinka	L = 592 m
– szerokość korony wału	3,0 ÷ 6,0 m
– rzędne korony wału	103,9 ÷ 104,1 m npm
– nachylenie skarpy odwodnej	1:2,5 ÷ 1:3
– nachylenie skarpy odpowietrznej	~1:2
– wysokość wału	1,3 ÷ 1,5 m
– korpus wału	ziemny
– umocnienie skarp i korony wału	darnina
– uszczelnienie	brak

2.3.2. Odcinek lewostronnego obwałowania Kanału Bernardyńskiego

– klasa	II
– długość przedmiotowego odcinka	L = 928 m
– szerokość korony wału	3,3 ÷ 5,0 m
– rzędne korony wału	103,9 ÷ 104,4 m npm
– nachylenie skarpy odwodnej	1:2 ÷ 1:2,5
– nachylenie skarpy odpowietrznej	~ 1:2
– wysokość wału	1,2 ÷ 2,0 m
– korpus wału	ziemny
– umocnienie skarp i korony wału	darnina
– uszczelnienie	brak

2.4. Podstawowe dane techniczne budowli i urządzeń wałowych

2.4.1. Wejścia i zjazdy wałowe

- **km 0+076** (wał Prosny) - wejście z alejki parkowej, nawierzchnia asfaltowa,
- **km 0+302** (wał Prosny) - wejście z alejki parkowej, nawierzchnia gruntowa,
- **km 0+366** (wał Prosny) - wejście z alejki parkowej, nawierzchnia gruntowa,
- **km 0+451** (wał Prosny) - wejście z alejki parkowej, nawierzchnia gruntowa,
- **km 0+492** (wał Prosny) - schody skarpowe, betonowe, od str. odwodnej,
- **km 0+527** (wał Prosny) - schody skarpowe, betonowe, od str. odwodnej,
- **km 0+657** (wał K. Bernardyńskiego) - wejście z alejki parkowej, nawierzchnia gruntowa,
- **km 0+743** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 0+820** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 0+832** (wał K. Bernardyńskiego) - zjazd wałowy, nawierzchnia brukowa.
- **km 0+980** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 1+118** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 1+179** (wał K. Bernardyńskiego) - schody na dwóch skarpach, betonowe,
- **km 1+324** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 1+396** (wał K. Bernardyńskiego) - schody skarpowe, betonowe, od str. odpowietrznej,
- **km 1+517** (wał K. Bernardyńskiego) - zjazd wałowy, nawierzchnia gruntowa.

2.4.2. Infrastruktura podziemna przecinająca obwałowania

- **km 0+004** (wał Prosny) - kabel energetyczny,
- **km 0+038** (wał Prosny) - kabel energetyczny,
- **km 0+049** (wał Prosny) - przewód o przekroju kwadratowym 0,5 x 0,5 m, doprowadzenie wody z rzeki Prosny do Strugi Parkowej,
- **km 0+300** (wał Prosny) - rurociąg Ø 300 mm, doprowadzenie wody z rz. Prosny do stawu parkowego Kogutek,
- **km 0+302** (wał Prosny) - wodociąg Ø 60 mm,
- **km 0+796** (wał K. Bernardyńskiego) - rurociąg Ø 300 mm, odprowadzenie wody ze stawu Kogutek do Kanału Bernardyńskiego.
- **km 1+377** (wał K. Bernardyńskiego) - rurociąg Ø 300 mm, odprowadzenie wody ze stawu Kokoszka do Kanału Bernardyńskiego
- **km 1+515** (wał K. Bernardyńskiego) - kanalizacja deszczowa Ø 400 mm,

2.4.3. Infrastruktura podziemna biegnąca wzdłuż obwałowań

- na całej długości obwałowań na koronie lub w skarpie po stronie lewej pociągnięty jest kabel energetyczny - zasilanie latarni parkowych,
- **km 0+000 ÷ 0+072** (wał Prosny) - kabel telekomunikacyjny,

– km 0+625 ÷ 0+710 - kabel energetyczny

3. Charakterystyka obiektu pod względem hydrologicznym i geotechnicznym

3.1. Warunki hydrologiczne

3.1.1. Przepływy prawdopodobne

Aktualne rzędne wód wielkich rzeki Prosną przyjęto z map zagrożenia powodziowego opublikowanych w dniu 15 kwietnia 2015 r. na Hydroportalu <http://mapy.isok.gov.pl/imap/#>. Jednocześnie mapy zostały przekazane przez Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej organom administracji wskazanim w ustawie Prawo wodne (art. 88f ust. 3) i jako oficjalne dokumenty planistyczne stanowią podstawę do podejmowania działań związanych z planowaniem przestrzennym i zarządzaniem kryzysowym. Na podstawie wskreślonych rzędnych przepływów o $p = 0,2\%$, 1% i 10% , z krzywej Pearsona odczytano rzędne dla przepływu $p = 0,3\%$. Rzędne zwierciadła wody przepływów prawdopodobnych podano poniżej:

Rzeka Proсна

Prawdopodobieństwo [%]	Rzędne zw. wody [m nKr.]	
	km 70,5 (wg ISOK) km 0+570 (kilometraż wału)	km 69,9 (wg ISOK) km 0+000 (kilometraż wału)
0,2	103,49	103,45
0,3 - kontrolny	103,40	103,40
1,0 - miarodajny	103,17	103,08
10,0	102,70	102,68

Kanal Bernardyński

Prawdopodobieństwo [%]	Rzędne zw. wody [m nKr.]	
	km 7,8 (wg ISOK) km 0+600 (kilometraż wału)	km 6,8 (wg ISOK) km 1+520 (kilometraż wału)
0,2	103,54	103,40
0,3 - kontrolny	103,46	103,33
1,0 - miarodajny	103,17	103,05
10,0	102,75	102,28

3.1.2. Przepływ miarodajny i kontrolny

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie przedmiotowe odcinki wałów przeciwpowodziowych zaliczono do **II klasy** ważności. Miasto Kalisz powinno posiadać obiekty hydrotechniczne odpowiadające tej klasie.

Według załącznika nr 4 do w/w rozporządzenia dla **II klasy wału** prawdopodobieństwo pojawiania się przepływów miarodajnych i kontrolnych wynosi:

- przepływ miarodajny [Q_m] o prawdopodobieństwie
 $p = 1,0\%$

- przepływ kontrolny $[Q_k]$ o prawdopodobieństwie
 $p = 0,3 \%$

3.1.2. Stany wody miarodajnej i kontrolnej

Zgodnie z załącznikiem nr 6 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie [Dz. U. z 2007 r. Nr 86 poz. 579], bezpieczne wzniesienie korony wału **klasy II** powinno wynosić:

- **1,0 m** ponad poziom zwierciadła wody miarodajnej $[Q_m = Q_{1\%}]$,
- **0,30 m** ponad poziom zwierciadła wody kontrolnej $[Q_k = Q_{0,3\%}]$ tj. poziom wyjątkowej pracy budowli, np podczas przepływu wysokich wód.

Rzędne zwierciadła wody kontrolnej $[Q_k = Q_{0,3\%}]$ oraz wody miarodajnej $[Q_m = Q_{1\%}]$ zostały wyznaczone w oparciu o dane udostępnione przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej – Informatyczny system osłony kraju (ISOK), <http://mapy.isok.gov.pl> w postaci map zagrożenia powodziowego. Na mapach znajdują się rzędne wody o prawdopodobieństwie przekroczenia na poziomie 0,2%, 1% oraz 10%. Z powyższych rzędnych zostały wykreślone krzywe prawdopodobieństwa, a następnie odczytane potrzebne wartości dla wody kontrolnej.

3.2. Warunki geotechniczne

Opinię geotechniczną opracowano na podstawie badań geotechnicznych, których zakres został przedstawiony poniżej:

- tyczenie i niwelacja techniczna punktów badawczych - rzędne wysokościowe poszczególnych punktów badawczych ustalono na etapie opracowywania raportu w oparciu o dostępne dane wysokościowe, odczytane z materiałów udostępnionych przez Zleceniodawcę;
- wiercenia ręczne wykonane w dniu 29 września 2016 roku, wykonano 5 otworów badawczych w obrębie korony wału do głębokości maksymalnej 5,0 m p.p.t. (całkowity metraż wierceń wyniósł 25 mb);
- sondowania dynamiczne sondą lekką DPL wykonane w dniu 29 września 2016 roku, wykonano 5 sondowań do głębokości maksymalnej 5,0 m p.p.t. (całkowity metraż sondowań dla całego obiektu wyniósł 25 mb);
- terenowe badania makroskopowe gruntu.

Na podstawie wykonanych badań terenowych stwierdzono, że badany teren charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi wg Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 roku. Przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną.

Wały przeciwpowodziowe na badanym odcinku charakteryzują się wysokością od 1,0 ÷ 2,7 m od strony międzywału oraz 1,0 ÷ 1,6 m od strony zawala. Znacząca różnica wysokości wału spowodowana jest występowaniem przepustu pomiędzy otworem badawczym 2 oraz 3.

Wierzchnia warstwę wału tworzy gleba zanieczyszczona żużlem lub kawałkami cegieł. Korpus wału tworzą grunty nasypowe, które z uwagi na ich jednolity skład oraz parametry wytrzymałościowe określono mianem nasypów budowlanych.

Na analizowanym terenie stwierdzono występowanie jednego, ciągłego poziomu wodonośnego związanego z osadami holoceniowymi. Woda o zwierciadle swobodnym (lokalnie napiętym w rejonie otworu badawczego nr 3 i 4 – warstwę napinającą tworzą osady spoiste) występowała w obrębie niespoistych osadów holoceniowych serii II. Zwierciadło wody gruntowej stabilizowało się na głębokości od 2,1 ÷ 4,0 m p.p.t. Z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo rzeki Prosnego poziom wody gruntowej na otaczającym terenie związany jest ściśle z

poziomem wody w rzece. Na analizowanym terenie, w normalnych stanach pogodowych (z wyłączeniem stanów powodziowych) należy się liczyć z możliwością wahania poziomu wód gruntowych +0,5 m / -0,5 m od poziomów zaobserwowanych we wrześniu 2016 r.

Maksymalnych stanów należy się spodziewać w czasie wiosennych roztopów (marzec, kwiecień) i długotrwałych, ulewnych deszczy natomiast minimalnych po suchych latach (wrzesień, październik). Stan wód w październiku 2016 r. należy uznać za normalny.

Szczegóły dotyczące budowy i parametrów zagęszczenia wału (stopień zagęszczenia I_D oraz stopień plastyczności I_L) oraz zalegających bezpośrednio poniżej gruntów rodzimych przedstawiono na kartach otworów wiertniczych wraz z wykresami sondowań dynamicznych DPL – w załączniku.

4. Ocena stanu technicznego i bezpieczeństwa wału oraz budowli z nim związanych

4.1. Kryteria oceny stanu technicznego obwałowania

4.1.1. Bezpieczne wzniesienie korony wałów

Zgodnie z załącznikiem nr 6 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie [Dz. U. z 2007 r. Nr 86 poz. 579], bezpieczne wzniesienie korony wału **klasy II** powinno wynosić:

- **1,0 m** ponad poziom zwierciadła wody miarodajnej [$Q_m = Q_{1\%}$]
- **0,30 m** ponad poziom zwierciadła wody kontrolnej [$Q_k = Q_{0,3\%}$] tj. poziom wyjątkowej pracy budowli.

4.1.2. Wymagane zagęszczenie gruntu w wale

Zgodnie z wytycznymi projektowania wałów przeciwpowodziowych – wytyczne instruktażowe projektowania [Biuletyn Informacyjny, Melioracje Rolne nr 2-3 z 1982 r.] oraz Polską Normą PN-B-12095 *Urządzenia wodno-melioracyjne – Nasypy – Wymagania i badania przy odbiorze* wymagane zagęszczenie gruntu w wale **dla II klasy** nowego obwałowania wynosi:

- dla gruntów spoistych,
 - $I_s \geq 0,92$ przy zawartości frakcji 2 mm od 0 do 50 %
 - $I_s \geq 0,90$ przy zawartości frakcji 2 mm > 50 %
- dla gruntów niespoistych:
 - $I_d \geq 0,70$ piaski drobne i średnie,
 - $I_d \geq 0,65$ piaski grube i grunty gruboziarniste.

W przypadku przebudowy i odbudowy obwałowań wymagane parametry zagęszczenia gruntów, ze względu na utrudnienia technologiczne związane z koniecznością dobudowy elementów korpusu do istniejącego, można obniżyć do:

- dla gruntów niespoistych (żwir, pospółka, piaski grube, średnie i drobne)
 - $I_D \geq 0,50$ lub $I_s \geq 0,92$
- dla gruntów małoSpoistych i spoistych - $I_s \geq 0,92$

4.1.3. Wymagane parametry obwałowań

Zgodnie z wytycznymi projektowania wałów przeciwpowodziowych – wytyczne instruktażowe projektowania [Biuletyn Informacyjny, Melioracje Rolne nr 2-3 z 1982 r.], ukształtowanie, wymiary i konstrukcja korpusu wału powinny zabezpieczyć przed skutkami

filtracji i przed utratą stateczności ogólnej i miejscowej oraz umożliwić konserwację, utrzymanie i działania w okresie akcji powodziowej. W związku z powyższym wymagane parametry korpusu wału dla przedmiotowych obwałowań przedstawiają się następująco:

- szerokości korony wału nie może być mniejsza od **B = 3,0 m**, tak aby była zapewniona komunikacja po nasypie wału, nie tylko w okresie wystąpienia wezbrań powodziowych lecz również dla umożliwienia prowadzenia prac konserwacyjnych na obiekcie w sposób mechaniczny,
- niweleta korony wału powinna być dostosowana do minimalnego bezpiecznego wzniesienia ponad przepływy wezbraniowe, zgodnie z pkt. 4.1.1., bez jakichkolwiek miejscowych zaniżeń.
- nachylenie skarp – bezpieczne nachylenie skarp zapewniające stateczność wału powinna wynosić:
 - dla wałów zbudowanych z gruntu niespoistego,
 - skarpa odwodna – **1: 2,5**
 - skarpa odpowietrzna (bez drenażu) - **1: 2,25**
 - skarpa odpowietrzna (z drenażem) – **1: 2**
 - dla wałów zbudowanych z gruntu spoistego
 - skarpa odwodna – **1: 2**
 - skarpa odpowietrzna (bez drenażu) - **1: 2**
 - skarpa odpowietrzna (z drenażem) – **1: 2**

Przy w/w pochyleniu skarp i wysokości wałów do 4,0 m dopuszcza się nieprzeprowadzenie obliczeniowego dowodu stateczności ogólnej wałów posadowionych na podłożu, w którym nie występują grunty organiczne lub grunty spoiste w stanie plastycznym i miękkoplastycznym.

4.2. Ocena stanu technicznego obwałowań Parku Miejskiego w Kaliszu

W październiku 2016 r. zostały przeprowadzone kontrolne pomiary geodezyjne odcinków obwałowań, pomiar wlotów i wylotów przepustów wałowych oraz wykonane przekroje poprzeczne przez uprawnionego geodetę. Również w październiku 2016 r. wykonano badania geotechniczne wraz z sondowaniami, w celu określenia zagęszczenia korpusu wałów i podłoża.

4.2.1. Bezpieczne wzniesienie korony wałów

Z przeprowadzonych kontrolnych pomiarów geodezyjnych stwierdza się, że obwałowania graniczące z Parkiem Miejskim **odcinkowo nie posiadają minimalnego bezpiecznego wzniesienia korony ponad poziom wody miarodajnej**, warunek ten jest spełniony w stosunku do wody kontrolnej wg wymagań zawartych w załączniku nr 6 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Różnice pomiędzy stanem istniejącym, a wymaganym wzniesieniem korony wału nie są duże i wahają się od 5 do 15 cm na odcinkach:

- km 0+130 ÷ 0+240, wał rz. Prosny,
- km 0+500 ÷ 0+590, wał rz. Prosny,
- km 0+610 ÷ 0+700, wał Kanału Bernardyńskiego,
- km 1+280 ÷ 1+520, wał Kanału Bernardyńskiego.

Wymaganą niweletę korony obwałowania wniesiono na profil podłużny wału linia przerywaną koloru czerwonego – rys. nr 3.

4.2.2. Wymagane zagęszczenie gruntu w wale

Z przeprowadzonych wierceń ręcznych i sondowań sondowań dynamicznych sondą lekką DPL wykonanych do głębokości 5,0 m ppt wynika, że korpusy odcinków wałów na całej długości nie spełniają wymagań odnośnie minimalnego stopnia zagęszczenia dla klasy II klasy wałów, które powinno wynosić:

- dla gruntów niespoistych:
 - $I_d \geq 0,70$ piaski drobne i średnie,
- dla gruntów spoistych:
 - $I_s \geq 0,90$ przy zawartości frakcji 2 mm > 50 %

Obwałowanie rz. Prosnym

Korpus odcinka wału zbudowany przeważnie z piasku pylastego o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,40 \div 0,50$ w stanie średnio zagęszczonym. Można uznać, że zagęszczenie, jak w przypadku przebudowy i odbudowy obwałowań wynoszące $I_D \geq 0,50$ dla występujących w korpusie piasków pylastych byłoby odpowiednie.

Podłoże wału zbudowane głównie z piasków pylastych o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,40 \div 0,45$ w stanie średnio zagęszczonym.

Obwałowanie Kanału Bernardyńskiego

Korpus odcinka wału zbudowany przeważnie z piasku drobnego o $I_D = 0,35 \div 0,40$ w stanie od luźnego do średniozagęszczonego (otwory geotechniczne nr 1 i 2) oraz z piasku pylastego o $I_D = 0,30$ w stanie luźnym (otwór geotechniczny nr 3).

Odpowiednim zagęszczenie powinno wynosić $I_D \geq 0,50$.

4.2.3. Wymagane parametry obwałowań

Parametry przekroju poprzecznego odcinków obwałowań przy Parku Miejskim w Kaliszu w zasadzie są spełnione. Małe odstępstwa od wymaganych parametrów występują przy skarpie odwodnej obwałowań Kanału Bernardyńskiego, gdzie nachylenie kształtuje się w granicach 1:2. Korony wałów posiadają odpowiednie szerokości, wynoszące pow. 3,0m, pozwala to na zachowanie przejeźdźności przez budowlę w stanach powodziowych i umożliwia konserwację wału w sposób mechaniczny. Korona równa, bez widocznych kolein, spadek w stronę odwodną nie zachowany.

Parametry obwałowań można uznać za zachowane.

4.2.4. Drzewa w korpusie wału, nory zwierzęce

Skarpy przedmiotowych odcinków obwałowań porośnięte są drzewami; skarpa odwodna w szczególności na rz. Prośnie jest systematycznie podmywana i widoczne są gołe systemy korzeniowe, drzewa pochylające się w kierunku rzeki. Zlokalizowano na tej skarpie dwie nory zwierzęce. Ponadto zauważono kilka wysokich obumarłych drzew w części przy Kanale Bernardyńskim, stanowiących zagrożenie dla ludzi i dla korpusu wału.

System korzeniowy drzew i nory zwierzęce powodują rozluźnienie korpusu wału oraz zwiększają filtrację, co może skutkować zniszczeniem lub przerwaniem wałów w czasie przejścia wielkich wód. Zgodnie z Prawem wodnym [Dz.U. 2015 r. nr 0 poz. 469] art. 88n ust. 1 pkt 2, w celu zapewnienia szczelności i stabilności wałów przeciwpowodziowych zabrania się sadzenia drzew lub krzewów na wałach oraz w odległości mniejszej niż 3 m od stopy wału po stronie odpowietrznej. Zważywszy na fakt, że obwałowania zlokalizowane są w Parku Miejskim a drzewa rosnące na skarpach wałów stanowią infrastrukturę parkową, drogą kompromisu **zaleca się wycięcie drzew obumarłych na wale oraz drzew porastających skarpy odwodne z silnie podmytymi systemami korzeniowymi i pochylające się znacznie w kierunku koryt cieków, jak również likwidację nor.**

Zasadnym jest zastosowanie umocnienia biologicznego na skarpie odwodnej rz. Prosnym.

4.2.5. Obliczenie filtracji przez wał i podłoże

Obliczenia filtracji przez korpus wału i podłoże dokonano w przekrojach:

- nr 5 w km 0+522 (wał prawostronny rz. Prośny),
- nr 10 w km 1+440 (wał lewostronny Kanału Bernardyńskiego)

Obliczeń filtracji przez wały dokonano przy pomocy programu komputerowego, przy stanie wody odpowiadającej przepływowi kontrolnemu $Q_k - p = 0,3\%$.

Przekrój nr 5 (wał prawostronny rzeki Prośny)

Dane wyjściowe

$\lambda = 0,400 \text{ m}$
 $l = 0,050 \text{ m}$
 $S_1 = 6,800 \text{ m}$
 $S = 7,200 \text{ m}$
 $k_z = 0,001 \text{ cm/s}$ - dla piasków pylastych
 $q = 0,0005 \text{ dm}^3/\text{s}$
 $L = 100 \text{ m}$

Parametry nasypu

$H = 1,5 \text{ m}$
 $h_1 = 0,9 \text{ m}$
 $b = 3,0 \text{ m}$
 $m_1 = 2$
 $m_2 = 2$

Krzywa depresji

x	0,00	2,00	4,00	6,00	7,20
y	0,00	0,46	0,65	0,80	0,90

Kształt nasypu

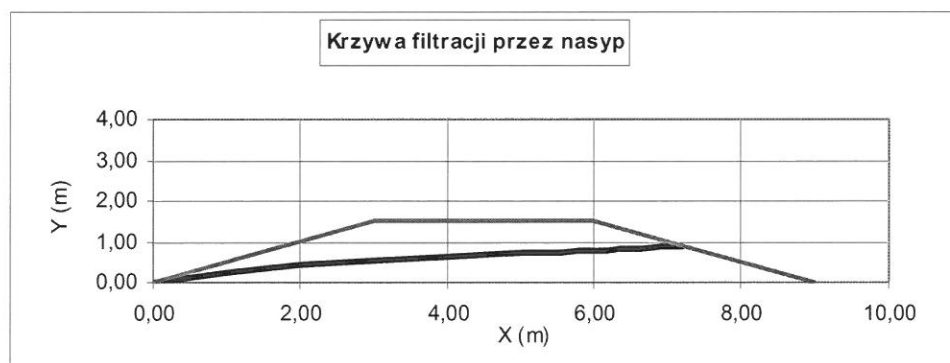
x	0	3,0	6,0	9,0
y	0	1,5	1,5	0

Zagłębienie zwierciadła wody "d" poniżej skarpy odpowietrznej

d	x	y
0,00	0,00	0,00
-0,05	0,10	0,11

Filtracja przez wał:

$Q_n = 0,053 \text{ dm}^3/\text{s}$ na 100 m wału



Z obliczeń i wykresu krzywej filtracji wynika, że krzywa układu się prawidłowo - po stronie odpowietrznej wypada poniżej stopy skarpy.

Filtracja przez podłoże

$h_1 = 0,9$ m - wysokość od Q_k do stopy odwodnej wału (m)

$h_2 = 0,3$ m - wysokość od Q_k do stopy odpowietrznej wału (m)

$k_z = 0,0001$ cm/s $\rightarrow 0,000001$ m/s - współczynnik filtracji dla pyłów piaszczystych

T - głębokość zalegania warstwy nieprzepuszczalnej, przyjęto 10 m

n - wsp. odczytywany tabelarycznie wg Pawłowskiego

$$q_p = (h_1 - h_2) k_z (T / n S_0)$$

$$S_0 = H (m_1 + m_2) + B - l_d = 1,5 (2+2) + 3,0 - 0 = 9,0 \text{ m}$$

$$S_0 / T = 0,9 \rightarrow n = 1,90$$

$$q_p = (0,9 - 0,3) 0,000001 (10 / 1,9 \times 9,0) = 0,00000035 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 0,000035 \text{ dm}^3/\text{s na 100 m wału}$$

Obliczenie gradientów kontrolnych i dopuszczalnych

Gradienty dopuszczalne przyjęto dla gruntów gliniasto - piaszczystych dla wałów klasy II.

Nasyp wału

$$I_K = \frac{h_1}{L_0 + 0,4 \cdot h_1}$$

$$I_K = \frac{0,9}{6,6 + 0,4 \cdot 0,9} = 0,12 < I_{dop} = 1,15$$

Podłoże

$$I_K = \frac{h_1}{L + 0,88 \cdot T}$$

gdy $T \geq 0,5L$, przyjmować $T = 0,5L$

$$I_K = \frac{2,00}{4,5 + 0,88 \cdot 10,0} = 0,15 < I_{dop} = 0,50$$

L - szerokość wału przy stopie (m) = 9,0 m

L_0 - odległość pozioma od punktu styku Q_k ze skarpą odwodną do stopy odpowietrznej wału (m)

h_1 - wysokość od Q_k do stopy odwodnej wału (m)

$0,4h_1$ - odległość pozioma styku krzywej filtracji na skarpie odwodnej od stopy wału od str. odwodnej

T - głębokość zalegania warstwy nieprzepuszczalnej, przyjęto 10m

Przekrój nr 10 (wał lewostronny Kanału Bernardyńskiego)

Filtracja przez wał:

Dane wyjściowe

$$\lambda = 0,400 \text{ m}$$

$$l = 0,105 \text{ m}$$

$$S_1 = 8,800 \text{ m}$$

$$S = 9,665 \text{ m}$$

$$k_z = 0,01 \text{ cm/s dla piasków drobnych}$$

$$q = 0,019 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

Parametry nasypu

$$H = 2,4 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,9 \text{ m}$$

$$b = 3,0 \text{ m}$$

$$m_1 = 2,5$$

$$m_2 = 2$$

Krzywa depresji

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	8,80
y	0,00	0,61	0,86	1,06	1,22	1,37	1,50	1,62	1,73	1,90

Kształt nasypu

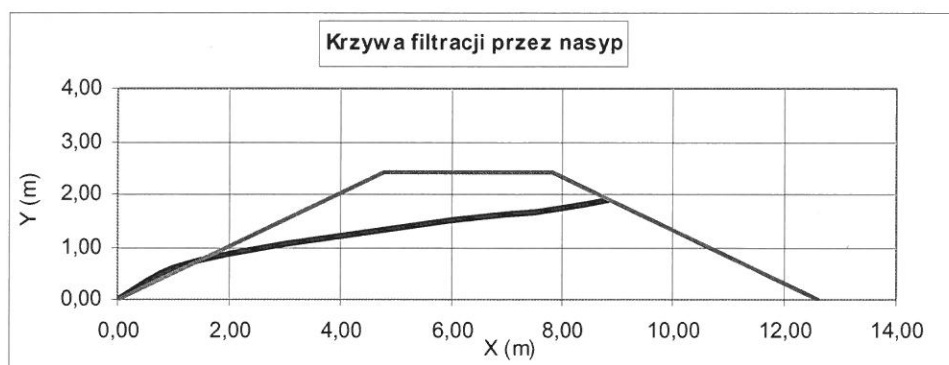
x	0	4,8	7,8	12,6
y	0	2,4	2,4	0

Zagłębienie zwierciadła wody "d" poniżej skarpy odpowietrznej

d	x	y
0,00	0,00	0,00
-0,17	0,40	0,39

Filtracja przez wał:

$$Q_n = \underline{1,868 \text{ dm}^3/\text{s}} \text{ na } 100 \text{ m wału}$$



Z obliczeń i wykresu krzywej filtracji wynika, że może dojść w tym miejscu do przebicia hydraulicznego.

Filtracja przez podłoże

$h_1 = 1,9 \text{ m}$ - wysokość od Q_k do stopy odwodnej wału (m)

$h_2 = 1,2 \text{ m}$ - wysokość od Q_k do stopy odpowietrznej wału (m)

$k_z = 0,01 \text{ cm/s} \rightarrow 0,0001 \text{ m/s}$ - współczynnik filtracji dla piasków drobnych

T - głębokość zalegania warstwy nieprzepuszczalnej, przyjęto 10 m

n - wsp. odczytywany tabelarycznie wg Pawłowskiego

$$q_p = (h_1 - h_2) k_z (T / nS_0)$$

$$S_0 = H (m_1 + m_2) + B - l_d = 2,4 (2+2) + 3,0 - 0 = 12,6 \text{ m}$$

$$S_0/T = 1,26 \rightarrow n = 1,76$$

$$q_p = (1,9 - 1,2) 0,0001 (10 / 1,79 \times 12,6) = 0,000031 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 0,0031 \underline{\text{dm}^3/\text{s}} \text{ na } 100 \text{ m wału}$$

Obliczenie gradientów kontrolnych i dopuszczalnych

Gradienty dopuszczalne przyjęto dla gruntów piaszczystych dla wałów klasy II.

Nasyp wału

$$I_K = \frac{h_1}{L_0 + 0,4 \cdot h_1}$$

$$I_K = \frac{0,9}{6,6 + 0,4 \cdot 0,9} = 0,12 < I_{dop} = 0,55$$

Podłoże

$$I_K = \frac{h_1}{L + 0,88 \cdot T}$$

gdy $T \geq 0,5L$, przyjmować $T = 0,5L$

$$I_K = \frac{2,00}{4,5 + 0,88 \cdot 10,0} = 0,15 < I_{dop} = 0,25$$

L - szerokość wału przy stopie (m) = 9,0 m

L_0 - odległość pozioma od punktu styku Q_k ze skarpy odwodną do stopy odpowietrznej wału (m)

h_1 - wysokość od Q_k do stopy odwodnej wału (m)

$0,4h_1$ - odległość pozioma styku krzywej filtracji na skarpie odwodnej od stopy wału od str. odwodnej

T - głębokość zalegania warstwy nieprzepuszczalnej, przyjęto 10m

4.2.6. Stateczność obwałowań

Obliczenia stateczności obwałowań dokonano przy pomocy programu komputerowego metodą Bishopa i Felleniusa. Założono zsuw po powierzchni cylindrycznej, porównując momenty utrzymujące i wywracające względem środka krzywej tej powierzchni. Sprawdzenia stateczności dokonano poprzez obliczanie współczynników bezpieczeństwa dla różnych położenia środka obrotu i różnych promieni, przy czym jako miarodajną przyjęto najmniejszą wartość współczynnika bezpieczeństwa. Obliczony minimalny współczynnik bezpieczeństwa wynosi **1,74**.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 86/2007 poz. 579), współczynnik konsekwencji zniszczenia budowli hydrotechnicznej dla **II klasy przy obciążeniach podstawowych wynosi 1,15**. Jak wynika z obliczeń, stateczność skarpy jest zapewniona.

4.2.7. Tabelaryczne zestawienie kategorii stanu bezpieczeństwa w zależności od oceny poszczególnych elementów obwałowań

Odcinek prawostronnego wału p. pow. rz. Prosny o długości $L = 592$ m, km 70+400 do km 69+700 rzeki (wg ISOK)

L.p.	Elementy wału	Parametr	Stan wału przeciwpowodziowego w zależności od poszczególnych jego elementów		
			stan zagrażający bezpieczeństwu	stan mogący zagrażać bezpieczeństwu	stan techniczny dobry niezagrażający bezpieczeństwu
1.	Korpus wału	Wymiary		- odcinkowo zaniżona korona od $5 \div 15$ cm, w stos. do bezpiecznego wyniesienia ponad Q_m	- geometria korpusu zachowana
		Zagęszcz. gruntu		- mniejsze od dopuszczalnego $Id < 0,30 \div 0,50$,	
		Zjawiska filtracyjne w trakcie piętrzenia wody			- nie stwierdzono
		Uszkodzenia korpusu		- w skarpie nory, kretowiny, podmycia lokalne skarpy odwodnej, - skarpy porośnięte drzewami	
		Stateczność			- stateczny, współczynnik pewności większy od wymaganego
2.	Podłoże wału	Zagęszczenie gruntu		- mniejsze od dopuszczalnego $Id < 0,35 \div 0,45$ - skarpy porośnięte drzewami	
		Zjawiska filtracyjne			- nie stwierdzono

3.	Budowle towarzyszące				- droga p.pow. na koronie wału, zapewniony dobry dojazd z alejek parkowych.
4	Międzywale, zawale i obszar chroniony	-		- pochylające się drzewa na skarpie w kierunku rzeki Proсны mogą utrudniać przepływ	

Odcinek lewostronnego wału p. pow. Kanału Bernardyńskiego o długości L = 928 m, km 7+700 do km 6+530 kanału (wg ISOK)

L.p.	Elementy wału	Parametr	Stan wału przeciwpowodziowego w zależności od poszczególnych jego elementów		
			stan zagrażający bezpieczeństwu	stan mogący zagrażać bezpieczeństwu	stan techniczny dobry niezagrażający bezpieczeństwu
1.	Korpus wału	Wymiary		- odcinkowo zaniżona korona do 15 cm, w stos. do bezpiecznego wyniesienia ponad Q_m	- parametry korpusu zachowane
		Zagęszcz. gruntu		- mniejsze od dopuszczalnego $Id < 0,35 \pm 0,50$,	
		Zjawiska filtracyjne w trakcie piętrzenia wody		- stwierdzone przecieki na odc. ok. 25m ok. km 1+400	
		Uszkodzenia korpusu		- w skarпах kretowiny, - skarpy porośnięte drzewami	
		Stateczność			- stateczny, współczynnik pewności większy od wymaganego
2.	Podłoże wału	Zagęszczenie gruntu		- mniejsze od dopuszczalnego $Id < 0,30 \pm 0,45$ - skarpy porośnięte drzewami	
		Zjawiska filtracyjne		- stwierdzone przecieki na odc. ok. 25m ok. km 1+400	
3.	Budowle towarzyszące	-		- zamulone przepusty, brak klap zwrotnych bądź zasuw.	- droga. na koronie wału i alejka spacerowa przy stopie odpow. mogą służyć jako drogi p.pow.
4	Międzywale, zawale i obszar chroniony	-		- drzewa i krzewy w międzywale	

4.3. Ocena stanu technicznego budowli wałowych

Wejścia na wał, schody skarpowe

Wejścia na wał stanowiące alejki parkowe i schody w stanie dobrym. Przy schodach od strony parku, w miejscu powstałych wyłobień gruntu na skutek spływu wody i wjazdu rowerami na koronę wału zaleca się podrównania skarpy gruntem mineralnym z zagęszczeniem.

5. Wnioski i zalecenia dotyczące stanu obwałowań i budowli związanych

5.1. Odcinek wału prawostronnego rz. Prosnym

Wnioski:

1. Stan techniczny wału przeciwpowodziowego rzeki Prosnym ocenia się jako **stan mogący zagrażać bezpieczeństwu**.
2. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prosnym pod względem wymaganego przewyższenia korony powyżej wód miarodajnych nie jest spełniony. Zaniżenia korony rzędu 5 ÷ 15 cm. Pod względem wód kontrolnych wał spełnia wymagania.
3. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prosnym pod względem parametrów geotechnicznych (wymagany stopień zagęszczenia) nie jest spełniony i nie odpowiada aktualnie obowiązującym przepisom.
4. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prosnym pod względem parametrów geometrycznych (odpowiedni przekrój poprzeczny) jest dobry i spełnia aktualnie obowiązujące przepisy. Odcinek wału jest stateczny.

Zalecenia:

1. Lokalne zaniżenia korony wału należy naprawić (podwyższyć) gruntem mineralnym i zagęścić.
2. Należy wał dogęścić do stopnia zagęszczenia $I_D \geq 0,50$, jak dla odbudowywanych wałów.
3. Zaleca się wycięcie drzew obumarłych na wale oraz drzew porastających skarpy odwodne z silnie podmytymi systemami korzeniowymi i pochylające się znacznie w kierunku koryta rz. Prosnym oraz karp z dosypaniem i zagęszczeniem gruntu. Zasadnym jest zastosowanie umocnienia biologicznego na skarpie odwodnej.
4. Należy prowadzić regularną konserwację (wykaszenie) korpusu wału z traw i porostów.
5. Zaleca się likwidację kretowisk w korpusie wału oraz podjęcie działań w celu usunięcia małych nor mogących naruszyć korpus obwałowania.
6. Administrator obiektu powinien regularnie czyścić wloty i wyloty budowli związanych ze stawami parkowymi, odmulać przewody, sprawdzać szczelność szandorów i zasuw zamykających dopływ wody z rzeki, utrzymywać urządzenia w dobrym stanie technicznym.

5.2. Odcinek wału lewostronnego Kanału Bernardyńskiego

Wnioski:

1. Stan techniczny wału przeciwpowodziowego Kanału Bernardyńskiego ocenia się jako **stan mogący zagrażać bezpieczeństwu**.
2. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prosnym pod względem wymaganego przewyższenia korony powyżej wód miarodajnych nie jest spełniony.

Zaniżenia korony rzędu $5 \div 15$ cm. Pod względem wód kontrolnych wał spełnia wymagania.

3. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prozny pod względem parametrów geotechnicznych (wymagany stopień zagęszczenia) nie jest spełniony i nie odpowiada aktualnie obowiązującym przepisom.
4. Stan techniczny odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Prozny pod względem parametrów geometrycznych (odpowiedni przekrój poprzeczny) jest dobry i spełnia aktualnie obowiązujące przepisy. Odcinek wału jest stateczny.

Zalecenia:

1. Lokalne zaniżenia korony wału należy naprawić (podwyższyć) gruntem mineralnym i zagęścić.
2. Należy wał dogęścić do stopnia zagęszczenia $I_D \geq 0,50$, jak dla odbudowywanych wałów.
3. W km 1+430, gdzie występują przesiąki należy przewidzieć uszczelnienie wału na odcinku 50 m za pomocą ścianki szczelnej bądź przesłony bentonitowej na głębokość $4 \div 5$ m
4. Zaleca się wycięcie drzew obumarłych na wale oraz drzew porastających skarpe odwodną pochylających się znacznie w kierunku koryta rz. Prozny oraz karp z dosypaniem i zagęszczeniem gruntu.
5. Należy prowadzić regularną konserwację (wykaszenie) korpusu wału z traw i porostów.
6. Zaleca się likwidację kretowisk w korpusie wału oraz podjęcie działań w celu usunięcia małych nor mogących naruszyć korpus obwałowania.
7. Administrator obiektu powinien regularnie czyścić wloty i wyloty budowli związanych ze stawami parkowymi, odmulać przewody, sprawdzać szczelność szandorów zamykających dopływ wody z kanału, utrzymywać urządzenia w dobrym stanie technicznym.