

# GEOTECHNIKA

**DLA ZADANIA:**

**„REWITALIZACJI LINII KOLEJOWEJ NR 229 NA ODCINKU  
OD STACJI KOLEJOWEJ KARTUZY DO STACJI LĘBORK”**

***WOJ. POMORSKIE, POWIATY: KARTUSKI, WEJHEROWSKI, LĘBORSKI***

Gdańsk, lipiec 2016 r.

## SPIIS TREŚCI

1	CEL OPRACOWANIA .....	3
2	WYKORZYSTANE MATERIAŁY .....	3
3	CHARAKTERYSTYKA GEOMORFOLOGICZNA .....	3
4	INWENTARYZACJA LINII KOLEJOWEJ NR 229.....	4
4.1	Obiekt w km 42+620÷42+790 (Kartuzy) .....	5
4.2	Obiekt w km 43+424÷43+511 (Grzybno Górne) .....	5
4.3	Obiekt w km 43+741÷43+886 (Grzybno Górne) .....	7
4.4	Obiekt w km 44+316÷44+437 (Prokowskie Chrósty) .....	8
4.5	Obiekt w km 44+544÷45+078 (Prokowskie Chrósty) .....	8
4.6	Obiekt w km 45+634÷46+024 (Prokowo).....	9
4.7	Obiekt w km 46+581÷46+740 (Prokowo).....	10
4.8	Obiekt w km 46+816÷46+926 (Prokowo).....	11
4.9	Obiekt w km 47+023÷47+028 (Prokowo).....	12
4.10	Obiekt w km 47+040÷47+152 (Prokowo) .....	13
4.11	Obiekt w km 47+200÷47+520 (Prokowo) .....	14
4.12	Obiekt w km 50+100÷51+100 (Łapalice/Garcz) .....	16
4.13	Obiekt w km 51+600 (Garcz) .....	17
4.14	Obiekt w km 54+300÷54+700 (Reskowo) .....	17
4.15	Obiekt w km 54+700÷55+400 (Miechucino) .....	18
4.16	Obiekt w km 56+750÷57+000 (Miechucino) .....	19
4.17	Obiekt w km 59+900÷60+200 (Mojusz).....	20
4.18	Obiekt w km 95+800÷96+100 (Nowa Wieś Lęborska) .....	21
4.19	Obiekt w km 96+270÷96+410 (Nowa Wieś Lęborska) .....	22
5	BADANIE ROZPOZNAWCZE .....	23
6	OKREŚLENIE ZAKRESU DOKUMENTACJI I BADAŃ DO WYKONANIA NE ETAPIE PROJEKTÓW BUDOWLANYCH.....	23

## 1 CEL OPRACOWANIA

Celem pracy jest ocena stanu technicznego zamkniętej linii kolejowej nr 229 na odcinku od stacji Kartuzy km 41+365 do stacji Lębork km 101+266. Niniejsze opracowanie stanowi część przygotowawczą dla studium wykonalności odbudowy infrastruktury linii kolejowej nr 229 i określa:

- ogólny stan podłoża pod nawierzchnią kolejową ze wskazaniem miejsc wymagających na etapie projektu budowlanego szczególnego przeanalizowania i przyjęcia sposobu napraw ze względu na występowanie niekorzystnych zjawisk geologicznych i geotechnicznych;
- a także przedstawienie szacunkowych kosztów rozpoznania geotechnicznego na tym etapie oraz prac modernizacji i wzmocnienia podłoża i podbudowy pod nawierzchnią kolejową.

## 2 WYKORZYSTANE MATERIAŁY

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie następujących materiałów:

- [1] Wizja terenowa linii kolejowej nr 229 na odcinku od Kartuz do Lęborka przeprowadzona w listopadzie 2015 r.
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. (Dz. U. z r. 1998 nr 151 poz. 987 z późniejszymi zmianami).
- [3] Warunki techniczne dla kolejowych obiektów inżynierskich Id-2 (D2), PKP PLK S.A. Warszawa 2005.
- [4] Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3, PKP PLK S.A. Warszawa 2009.
- [5] Mapy zasadnicze terenów linii 229 od km 41,4 (stacja Kartuzy) do km 101,3 (stacja Lębork) dostarczone przez Zamawiającego.
- [6] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Dz.U., poz. 463, z dnia 27 kwietnia 2012 r. „w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.”
- [7] Mojski J.: Zarys stratygrafii zlodowacenia północnopolskiego (bałtyckiego). Prace Geogr. PAN, nr 74, 1968.
- [8] Jerzy Kondracki: *Geografia Regionalna Polski*. Warszawa: PWN, 2002, s. 74.
- [9] Mapa Geologiczna Polski i materiały udostępnione przez PIG.
- [10] Atlas Kolejowy Polski ISSN-2391-4793 - dostępny na stronie <http://infra.atlaskolejowy.pl>.
- [11] Portal: Baza Kolejowa <http://www.bazakolejowa.pl/>.

## 3 CHARAKTERYSTYKA GEOMORFOLOGICZNA

Na odcinku Kartuzy – Lębork linia kolejowa nr 229 położona jest w mezoregionie Pojezierze Kaszubskie leżącym w makroregionie Pojezierza Południowopomorskiego. Obszar objęty inwentaryzacją należy do regionu wysoczyzn młodoglacjalnych i stanowi część prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego - podprowincję Pojezierze Południowobałtyckie [9].

Rzeźba terenu Pojezierza Kaszubskiego oraz jego budowa geologiczna zostały uformowane

głównie w okresie ostatnich zlodowaceń plejstoceńskich, głównie Zlodowacenia Wisły. Duża miąższość utworów czwartorzędowych, dochodząca w obrębie linii nr 229 do blisko 100 m, spowodowana jest głównie historią zlodowaceń obszaru Pojezierza Kaszubskiego - wynika z usytuowania obszaru pomiędzy dwoma lobami lodowcowymi zlodowaceń Północnopolskiego i Wisły. Układ rynien polodowcowych wymusza natomiast spływ wód powierzchniowych, w zasadzie, we wszystkich kierunkach geograficznych. Niejednorodny układ zlewni powoduje powstawanie obszarów bezodpływowych, które na terenie całego Pojezierza obejmują łącznie ponad 400 km<sup>2</sup>, co stanowi ponad 13% jego całkowitej powierzchni [8].

Zgodnie z Mapą Geologiczną Polski obszar, wzdłuż dokumentowanego odcinka linii nr 229 (Kartuzy – Lębork), zbudowany jest z utworów czwartorzędowych, podścielonych utworami neogenu sięgającymi geologicznie okresu miocenu.

Rzeźba terenu Pojezierza Kaszubskiego jest silnie pofałdowana szczególnie w rejonie Kartuz w którym występują miejsca dużych deniwelacji. Przez takie ukształtowanie terenu linia kolejowa nr L229 przebiega do stacji Mojusz. W dalszym odcinku do stacji Rozłazino linia nr L229 przebiega przez polodowcowe koryto sandrowe, następnie przecina fałd morenowy w miejscowości Dąbrówka Wielka, a następnie po krawędzi tego fałdu wchodzi w pradolinę polodowcową w miejscowości Lubowidz

#### **4 INWENTARYZACJA LINII KOLEJOWEJ NR 229**

Na podstawie wizji lokalnych przeprowadzonych w listopadzie 2015, analizy materiałów archiwalnych oraz przeprowadzonych badań geotechnicznych określono ogólny stan techniczny linii kolejowej nr 229 na odcinku Kartuzy – Lębork, lokalizując miejsca wymagające szczegółowych analiz, rozwiązań projektowych i wykonawczych na etapie projektu budowlanego.

Obecne zamknięcie linii kolejowej spowodowało zaprzestanie konserwacji i utrzymania linii kolejowej w należyтым stanie, co pozwoliło na:

- rozwój krzewów, drzew, roślinności hydrofilnej – erozja skarp i korony nasypów linii kolejowej do głębokości min. 1m,
- zanieczyszczenie i zamulenie infrastruktury melioracyjnej, przepustów, drenaży liniowych – nasączenie podstaw nasypów, rozmycia skarp nasypów, zsuwy skarp nasypów.
- dewastację linii kolejowej przez człowieka – kradzież infrastruktury kolejowej, rozkopanie nasypów.

Powyższe procesy występują na całym odcinku linii kolejowej L229 od stacji Kartuzy km 41+365 do stacji Lębork km 101+266.

Analizując całość zagadnień związanych z istniejącym stanem torowiska i podtorza zdecydowano, iż podtorze w zakresie 0.7 – 1.0 m przewidziano do wymiany.

Dodatkowo zlokalizowano kilkanaście istotnych awarii, które szczegółowo zinwentaryzowano,

opisano i przeanalizowano

#### 4.1 Obiekt w km 42+620÷42+790 (Kartuzy)

**Opis awarii:** Linia kolejowa biegnie po nasypie o wysokości dochodzącej do 12 m. W podstawie nasypu po obu stronach widoczne zastoisko wody. Po prawej (południowo-wschodniej) stronie toru rozciąga się mokradło o długości około 170 m. Z powodu braku odwodnienia następuje osuwanie się skarp nasypów, dodatkowo duża ilość drzew porastających skarpy przyspiesza degradację nasypu – utratę stateczności. Na km 42+635 znajduje się kołowy przepust betonowy, który wymaga udrożnienia lub przebudowy celem dostosowania go do odprowadzenia wód opadowych.



Rys. 3. – Prawa podstawa nasypu w zastoisku

#### Sposób naprawy:

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- uregulowanie gospodarki wodnej,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów i przepustów,
- wzmocnienie podłoża (kolumny żwirowe),
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### 4.2 Obiekt w km 43+424÷43+511 (Grzybno Górne)

**Opis awarii:** W km 43+420 nastąpiło osuwisko korpusu nasypu kolejowego o długości 90 m, prawdopodobnie wywołane przez powstanie przegrody (nasyp kolejowy) dla wód spływowych (wzrost gradientu przepływu). Nasyp w rejonie awarii ma wysokość około 7m. Charakterystyczne 2 jęzory osuwiskowe, tworzące koluwium, mają długości odpowiednio 30,5 oraz 20 m.

W roku 2005 próbowano zabezpieczać osuwisko nasypu przez narzut gruzu betonowego jednak

bez większych rezultatów. Nasyp linii kolejowej jest posadowiony w podstawie fałdu morenowego (prawa strona nasypu), przecinając naturalny spływ wód opadowych w kierunku Jeziora Klasztornego (kierunek południowo-zachodni). Wzdłuż nasypu występuje zniszczony drenaż liniowy. Na powierzchni fałdu (pagórka) można zauważyć czynne procesy osuwiskowe spowodowane intensywnym spływem powierzchniowym oraz intensywnym porostem.

Na podstawie badań stwierdzono, że nasyp zbudowany jest z piasków o różnej granulacji (od pylastego do średniego) oraz gliny piaszystej przewarstwionej piaskiem ilastym. W podstawie nasypu występują charakterystyczne dla terenów morenowych gliny piaszczyste oraz lokalnie glina pylasta w stanie plastycznym.



**Rys. 4** - Lewa strona nasypu – osuwisko nasypu

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- umocnienie skarpy od strony wysoczyzny morenowej – proponowany mur oporowy żelbetowy,
- uregulowanie gospodarki wodnej – kontrola spływu wód z wysoczyzny, odnowienie rowów odwadniających,
- rozbiórka nasypu do poziomu terenu i usunięcie koluwium osuwiskowego,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów i przepustów,
- wzmocnienie podłoża (kolumny żwirowe),
- zabezpieczenie skarpy,
- wykonanie nasypu kolejowego,

### 4.3 Obiekt w km 43+741÷43+886 (Grzybno Górne)

**Opis awarii:** Na omawianej długości linii po prawej stronie toru widoczny zsuw pagórka morenowego na nasyp kolejowy i drenaż liniowy. Widoczne wyłomy w warstwie humusu, które spowodowane są przepływem wód gruntowych poprzez dobrze przepuszczalne warstwy podłoża budującego wysoczyznę. Lewa skarpa nasypu, o wysokości około 12m, silnie zerodowana z wieloma mniejszymi zsuwami. Na całej długości odcinka drenaż liniowy zarośnięty lub zasypany. Dodatkowo należy wykonać analizy stateczności fałdu morenowego z prawej strony nasypu i opracować odpowiednie jego zabezpieczenie.

Na podstawie badań stwierdzono, że nasyp zbudowany jest z gliny piaszczystej przewarstwionej piaskami o różnej granulacji. W podstawie nasypu od strony pagórka morenowego (prawa strona nasypu) występują piaski i żwiry polodowcowe o różnej granulacji.



**Rys. 5** - Prawa strona nasypu – osuwisko polany od strony wysoczyzny

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne, szczególnie od strony pagórka morenowego,
- uregulowanie gospodarki wodnej – kontrola spływu wód z pagórka, włączenie wód opadowych do drenażu liniowego lub zaprojektowanie przepustu w kierunku Jeziora Klasztornego,
- rozbiórka nasypu do poziomu nośnych gruntów rodzimych i wykonanie nowego nasypu,
- zdrenowanie podłoża i odtworzenie drenażu liniowego,
- umocnienie lewej podstawy nasypu w formie ściany oporowej z gruntu zbrojonego i koszy gabionowych,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- uregulowanie spływu wód z wykonaniem przepustu, wykonanie drenażu,
- wykonanie nasypu kolejowego,
- wzmocnienie podstaw nasypu (gabiony).



#### 4.4 Obiekt w km 44+316÷44+437 (Prokowskie Chrósty)

**Opis awarii:** Linia kolejowa przecina zastoisko bagienne, po prawej stronie toru widoczne miejscowe oczko wodne. Rowy drenażu liniowego praktycznie nie istnieją, korpus nasypu wyraźnie nasiąknięty, co spowodowało utratę stateczności podstawy nasypu. Po prawej stronie występuje wysoczyzna morenowa, która stopniowo zsuwa się na tor kolejowy na długości około 80 metrów.



Rys.6 - Zastoisko bagienne – oczko wodne po prawej

#### Sposób naprawy:

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo – wodne,
- uregulowanie gospodarki wodnej – osuszenie oczka wodnego lub wykonanie szczelnej przesłony separującej nasyp kolejowy od zbiornika wodnego, wykonanie drenażu liniowego,
- zabezpieczenie przeciwskarpy od strony wysoczyzny – gwoździowanie lub ściana oporowa z gruntu zbrojonego,
- rozbiórka nasypu do poziomu nośnych gruntów rodzimych,
- zdrenowanie podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów i przepustów,
- zabezpieczenie skarpy od strony wysoczyzny (gwoździowanie),
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### 4.5 Obiekt w km 44+544÷45+078 (Prokowskie Chrósty)

**Opis awarii:** Po lewej stronie toru (kierunek południowo-zachodni przechodzący w południowy) znajduje się obszar bagienny rozcięty niecką. Obszar rozciąga się na łącznej długości 500m, przy czym niecka rozdzielająca ma długość ~100 m (od km 44+800 do km 44+900). W km 44+930 występuje przepust kołowy z rury stalowej, obetonowany, drożny. Prawdopodobnie nasyp posadowiony jest na gruntach bagiennych słabonośnych, a jego ciągłe zawilgocenie spowodowało



jego spęcznie i utratę stateczności lewej skarpy.



Rys. 7 - Lewa strona nasypu – osuwisko nasypu

#### Sposób naprawy:

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- udrożnienie niecki i przepustu,
- rozbiórka nasypu do poziomu niecki,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego i umocnienie skarp od strony wysoczyzny np. za pomocą gabionów.

#### Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:

- badania podłoża,
- udrożnienie przepustu i niecki, wykonanie rowów i drenażu,
- rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża (kolumny żwirowe),
- zabezpieczenie skarpy (gabiony),
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### 4.6 Obiekt w km 45+634÷46+024 (Prokowo)

**Opis awarii:** W rejonie awarii występuje masyw leśny rozcięty korytem cieku wodnego, nad którym poprowadzono nasyp kolejowy. Wysokość nasypu w rejonie awarii wynosi około 7 metrów. W podstawie nasypu znajduje się przepust, który jest częściowo drożny. Przed przepustem, od strony południowej, powstało zastoisko. Wydatek przepustu nie jest dostosowany do odprowadzenia tak dużej ilości wód opadowych i roztopowych spływających z wysoczyzny znajdującej się na północny-wschód od obszaru objętego awarią. Skarpy nasypu mające nachylenie 1:1 zostały nasączone wodami gruntowymi i utraciły stateczność (nastąpiło ich osunięcie).



**Rys. 8** - Prawa strona nasypu – osuwisko nasypu

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- udrożnienie przepustu i zapewnienie przepływu wód od strony wysoczyzny,
- rozbiórka nasypu do poziomu koryta cieku,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego i umocnienie skarp od strony wysoczyzny np. za pomocą gabionów.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- wykonanie drenażu, remont rowów i przepustów,
- rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża (kolumny żwirowe),
- wykonanie nasypu kolejowego,
- zabezpieczenie skarpy (gabiony).

#### **4.7 Obiekt w km 46+581÷46+740 (Prokowo)**

**Opis awarii:** Szlak kolejowy przebiega prawą stroną u podstawy wzgórza morenowego, lewa strona nasypu oparta na rozlewiskach. Korpus nasypu zasilany wodą gruntową oraz wodami spływowymi z sąsiedniego wzgórza morenowego. Brak czynnego drenażu spowodował nasączenie nasypu i utratę stateczności i wystąpienie zsuwów lewej skarpy. Cały nasyp przemieścił się w lewą stronę – w kierunku południowym. Lewa szyna na długości około 32m wyrwana z podkładów. W rejonie awarii wykonano 3 odwierty (O5÷O7), na podstawie których stwierdzono, że nasyp zbudowany jest z gliny piaszczystej przewarstwionej piaskiem ilastym oraz różnoziarnistych piasków z kamieniami. W podstawie nasypu występują morenowe gliny pylaste w stanie plastycznym.



**Rys. 9** - Lewa strona nasypu –zsuw skarpy

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu do poziomu rozlewiska,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża – zalecana metoda kolumn żwirowych,
- wykonanie drenażu liniowego,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów i przepustów,
- wzmocnienie podłoża (kolumny żwirowe),
- wykonanie nasypu kolejowego.

**4.8 Obiekt w km 46+816÷46+926 (Prokowo)**

**Opis awarii:** Osuwisko skarpy od strony lasu, po prawej stronie toru. Niweleta torowiska na poziomie około 188 m n.p.m. Wyłom w ścianie skarpy o szerokości około 4 metrów i długości około 5 metrów. Oberwanie szczytowej części skarpy, długość jęzora osuwiskowego około 8 metrów. Torowisko zasypane na długości około 9 metrów, koluwium na całej szerokości torowiska występuje na długości około 2 metrów. Odkryte korzenie drzew i krzewów obrastających skarpe. Koluwium na torowisku, częściowo zniszczone podtorze. Widoczny dalszy wypływ wód opadowych na torowisko, który powodować będzie dalsze niszczenie torowiska. Powyżej zniszczonej skarpy widoczne co najmniej 3 ścieżki erozyjne utworzone wskutek spływu wód gruntowych z wysoczyzny. Spływ wód opadowych rozpoczyna się ze ścieżek leśnych oddalonych od wyłomu na odległość od 11 do 25 metrów w górę stoku. Rowy odwodnieniowe wzdłuż szlaku w złym stanie technicznym.



**Rys. 10** - Wpływ wody opadowej gruntowe ze ściany skarpy

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne, z naciskiem na badania obszaru wysoczyzny,
- projekt stabilizacji skarpy, wraz z projektem odwodnienia, sugerowane wykonanie przepustu dla odprowadzenia wód z wysoczyzny,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu liniowego i wglębnego,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- stabilizacja skarpy (konstrukcja oporowa z gruntu zbrojonego),
- odwodnienie skarpy i wykonanie przepustu,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie nasypu kolejowego z drenażem liniowym.

#### **4.9 Obiekt w km 47+023÷47+028 (Prokowo)**

**Opis awarii:** Erozja tłucznia po lewej stronie toru (wysyp na kierunek południowy). Niweleta osi toru na poziomie 187 m n.p.m. Wymycie korpusu podtorza spod 6 podkładów kolejowych na łącznej długości około 5 m. Po stronie północnej (po prawej od toru) widoczny zsuw przeciwskarpy do prawego rowu odwadniającego. Widoczne odsłonięte korzenie drzew spowodowane erozją wierzchniej warstwy skarpy. Zsuw skarpy morenowej od strony lasu ze względu na brak kontroli nad wodami opadowymi. Brak odwodnienia korpusu torowiska ze względu na zły stan techniczny rowów odwadniających spowodował nawodnienie nasypu i erozję podtorza. W rejonie awarii wykonano odwiert (O8) i stwierdzono, że nasyp zbudowany jest z piasku ilastego i piasku drobnego, a w podstawie nasypu występuje glina piaszczysta.





**Rys. 11** – Erozja tęcznia wskutek braku odwodnienia

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo – wodne,
- uregulowanie gospodarki wodnej – wykonanie drenażu liniowego oraz uregulowanie spływu wód z wysoczyzny (możliwe połączenie zlewni obejmującej obszar awarii opisanej w p. 5.8) poprzez wykonanie przepustu,
- rozbiórka nasypu do poziomu nośnych gruntów rodzimych i wykonanie nowego nasypu,
- zdrenowanie podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów i wykonanie przepustu,
- zabezpieczenie skarpy od strony wysoczyzny,
- wykonanie nasypu kolejowego.

#### **4.10 Obiekt w km 47+040÷47+152 (Prokowo)**

**Opis awarii:** Szlak kolejowy przebiega prawą stroną u podstawy wzniesienia morenowego dodatkowo część nasypu posadowiona jest pomiędzy dwoma zbiornikami wodnymi, lewa strona nasypu oparta na rozlewiskach. Korpus nasypu zasilany wodą gruntową oraz wodami spływowymi z sąsiedniego wzniesienia morenowego. Brak czynnego drenażu spowodował nasączenie nasypu i utratę stateczności i wystąpienie zsuwów lewej skarpy. Na powierzchni skarpy wyraźny rozwój roślin hydrofilnych (turzyce). W przeszłości obiekt był poddawany doraźnym naprawom, o czym świadczy duża ilość tęcznia i otoczków na skarpach i w podstawie nasypu. Na podstawie badań stwierdzono, że podłoże pod nasypem zbudowane jest z piasku ilastego i gliny piaszczystej w stanie plastycznym.



**Rys. 12** - Lewa strona nasypu zarośnięta turzycą

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo – wodne,
- uregulowanie gospodarki wodnej – wykonanie drenażu liniowego po obydwu stronach nasypu,
- rozbiórka nasypu do poziomu nośnych gruntów rodzimych i wykonanie nowego nasypu,
- zdrenowanie podłoża,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie drenażu, remont rowów,
- wykonanie nasypu kolejowego

**4.11 Obiekt w km 47+200÷47+520 (Prokowo)**

**Opis awarii:** Szlak kolejowy przebiega przy krawędzi Jeziora Lityniec. Na podstawie wizji można stwierdzić, że nasyp został posadowiony bezpośrednio na podłożu zalegającym przy krawędzi jeziora. Lewa skarpa nasypu utraciła stateczność, czego potwierdzeniem mogą być usypane dodatkowe hałdy gruzu od strony jeziora. Na podstawie badań stwierdzono, że w podstawie nasypu kolejowego oraz na skarpie od strony północno-wschodniej występują naprzemiennie piasek ilasty i glina piaszczysta, lokalnie przewarstwione piaskiem drobnym.



**Rys 13.** - Podstawa nasypu przy krawędzi jeziora

Na odcinku od km 47+428 do 47+520 po prawej stronie toru występuje osuwająca się skarpa drogowa o wysokości około 7m. Osunięcie się skarpy jest spowodowane nieodpowiednim odwodnieniem oraz brakiem drenażu w podstawie skarpy ze względu na zaniedbaną infrastrukturę linii kolejowej. Na podstawie badań stwierdzono, że podstawę nasypu budują gliny piaszczyste i piaski gliniaste, skarpa nasypu zbudowana jest zaś z gliny i piasków gliniastych przewarstwionych różnoziarnistymi piaskami i żwirami.



**Rys 14.** – Skarpa drogowa osuwająca się na nasyp kolejowy

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- wykonanie zabezpieczenia skarpy drogowej poprzez wykonanie ściany oporowej z gabionów,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża,



- wykonanie odwodnienia,
- wykonanie nasypu kolejowego.

#### **4.12 Obiekt w km 50+100÷51+100 (Łapalice/Garcz)**

**Opis awarii:** Na opisywanym odcinku linia kolejowa przebiega pomiędzy nasypem drogi D221 a brzegiem Jeziora Łapalickiego. W km 51+100 znajduje się nieużytkowane przejście dla pieszych, które w obecnej chwili spełnia funkcję przepustu dla wód opadowych odprowadzanych z drogi D221 i części gospodarstw w miejscowości Łapalice. W dalszej części nasyp kolejowy stanowi przegrodę dla wód odprowadzanych z drogi D221 z powodu niedrożności przepustów. W następstwie podstawa nasypu kolejowego jest nawodniona, co spowodowało liczne lokalne utraty stateczności jej podstawy. Dodatkowo na tym odcinku nastąpił duży rozwój drzewostanu na skarpach.



**Rys. 15** - Nasyp kolejowy w km 50+600

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- odprowadzenie wód opadowych z rejonu przejścia dla pieszych poprzez wykonanie drenażu liniowego i udrożnienie przepustów,
- wykonanie zabezpieczenia skarpy drogowej poprzez wykonanie ściany oporowej z gabionów,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża i drenażu,
- wykonanie odwodnienia,
- zabezpieczenie skarpy drogowej,
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### 4.13 Obiekt w km 51+600 (Garcz)

**Opis awarii:** W bieżącej lokalizacji szlak kolejowy przecina naturalny ciek wodny z przepływem w kierunku Jeziora Łapalickiego. W podstawie nasypu zlokalizowany jest przepust, który jest nie w pełni drożny. Efektem jest nawodnienie nasypu i przebicie hydrauliczne w podstawie nasypu, co spowodowało utratę stateczności prawej skarpy nasypu kolejowego.



**Rys. 16** - Utrata stateczności prawej skarpy – strona od Jeziora Łapalickiego

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- udrożnienie przepustu lub wykonanie go od podstaw,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża,
- wykonanie odwodnienia,
- zabezpieczenie skarpy drogowej,
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### 4.14 Obiekt w km 54+300÷54+700 (Reskowo)

**Opis awarii:** Szlak kolejowy przebiega przy krawędzi jeziora Reskowo. Na podstawie wizji można stwierdzić, że nasyp został posadowiony bezpośrednio na podłożu zalegającym przy krawędzi jeziora. Na podstawie wizji można stwierdzić, że nasyp został zdegradowany całkowicie.



**Rys. 17** - Nasyp kolejowy w rejonie Reskowa

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- udrożnienie przepustów,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża,
- wykonanie odwodnienia,
- zabezpieczenie skarpy drogowej,
- wykonanie nasypu kolejowego,

**4.15 Obiekt w km 54+700÷55+400 (Miechucino)**

**Opis awarii:** Szlak kolejowy przecina zastoisko. W podstawie nasypu zlokalizowany jest przepust, który nie jest w pełni drożny. W czasie wizji terenowej stwierdzono modyfikacje ukształtowania przyległych terenów, jak i samego nasypu. Brak konserwacji przepustu oraz samowolne modyfikacje, spowodowały nawodnienie nasypu kolejowego, a następnie jego degradację.

Z uwagi na bardzo duże zadrzewienie planuje się wymianę podłoża na głębokości około 1 m pod korpusem podtorza w celu usunięcia roślinności. Planuje się odbudowę rowów po obydwu stronach nasypu.



**Rys. 18** - Nasyp kolejowy w km 55+400

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia i zdrenowania podłoża,
- udrożnienie przepustów,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża,
- wykonanie odwodnienia,
- zabezpieczenie skarpy drogowej,
- wykonanie nasypu kolejowego,

**4.16 Obiekt w km 56+750÷57+000 (Miechucino)**

**Opis awarii:** Stacja kolejowa Miechucino jest położona u podstawy wzgórza morenowego. Na etapie budowania linii kolejowej wykonano w podstawie pagórka wykonano ścianę oporową wysokości ~ 1,5m w celu podtrzymania skarpy o wysokości około 14m. Z powodu braku utrzymania skarpy w należytym stanie (regularne koszenie, usuwanie drzewostanu, bieżące profilowanie) nastąpił powolny zsuw skarpy na torowisko.





**Rys. 19** - Zsuw skarpy na torowisko

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- wykonanie wzmocnienia i drenażu skarpy,
- odtworzenie nasypu kolejowego i wykonanie drenażu liniowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- wykonanie wzmocnienia skarpy i odwodnienia,
- wykonanie nasypu kolejowego z odwodnieniem,

**4.17 Obiekt w km 59+900÷60+200 (Mojusz)**

**Opis awarii:** Szlak kolejowy graniczy z zakładem produkcyjnym (wytwórnia betonu) z którego wody opadowe odprowadzane są bezpośredni na torowisko co spowodowało oberwanie się ściany wykopu oraz permanentne zasypanie torowiska.



**Rys. 20** - Zasypany szlak przez koluwium

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- projekt stabilizacji skarpy, wraz z projektem odwodnienia, sugerowane podjęcie wód na terenie zakładu produkcyjnego przez właściciela terenu,
- karczowanie drzew i rozbiórka nasypu,

- wykonanie drenażu liniowego,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- stabilizacja skarpy (konstrukcja oporowa z gruntu zbrojonego),
- odwodnienie skarpy,
- rozbiórka nasypu,
- wykonanie nasypu kolejowego z drenażem liniowym,

**4.18 Obiekt w km 95+800÷96+100 (Nowa Wieś Lęborska)**

**Opis awarii:** Nasyp linii kolejowej o wysokości ~ 15m jest posadowiony w podstawie czoła wzgórza morenowego. Podstawa nasypu jest oparta na dolinie sandrowej. W ścianie wzgórza występuje wiele sączyń i niekontrolowanych wypływów, które spowodowały erozję moreny, a w końcowym efekcie zniszczenie nasypu kolejowego. Spływ wód opadowych i wód z wysocyzny spowodował powstanie zastoiska po obydwu stronach nasypu kolejowego i osuwanie się go w stronę doliny sandrowej (w kierunku północno-wschodnim). W podstawie nasypu stwierdzono występowanie typowych dla rejonów sandrowych gruntów piaszczystych o różnej granulacji (O19 i O20).



**Rys 21.** - Nasyp kolejowy w km 96+000

**Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- projekt odwodnienia, sugerowane wykonanie przepustu pod nasypem kolejowym,
- karczowanie drzew i rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża np. za pomocą kolumn żwirowych,
- wykonanie drenażu liniowego,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

**Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- odwodnienie i wykonanie przepustu,

- rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża,
- wykonanie nasypu kolejowego,

#### **4.19 Obiekt w km 96+270÷96+410 (Nowa Wieś Lęborska)**

**Opis awarii:** Nasyp linii kolejowej o wysokości ~ 12m jest posadowiony u podnóża wzgórza morenowego. Podstawa nasypu jest oparta na dolinie sandrowej. Spływ wód opadowych i wód z wysoczyzny spowodował powstanie zastoiska po obydwu stronach nasypu kolejowego i osuwanie się go w stronę doliny sandrowej (w kierunku północno-wschodnim). W podstawie nasypu po obydwu jego stronach stwierdzono występowanie typowych dla rejonów sandrowych gruntów piaszczystych o różnej granulacji (O14,O15,O17,O18). Dodatkowo w rejonie km 96+302 na długości około 15m, od strony doliny sandrowej, występuje torfowisko, które powiększa się ze względu na występowanie zastoiska.



**Rys 22.** - Nasyp kolejowy w km 96+320

#### **Sposób naprawy:**

- wykonanie szczegółowych badań ustalających warunki gruntowo - wodne,
- projekt odwodnienia, sugerowane wykonanie nowego przepustu lub udrożnienie istniejącego,
- karczowanie drzew i rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża np. za pomocą kolumn żwirowych,
- wykonanie drenażu liniowego,
- odtworzenie nasypu kolejowego.

#### **Szacowany zakres prac składający się na koszt robót geotechnicznych:**

- badania podłoża,
- odwodnienie i wykonanie przepustu,
- rozbiórka nasypu,
- wzmocnienie podłoża,
- wykonanie nasypu kolejowego z drenażem liniowym,



## **5 BADANIE ROZPOZNAWCZE**

Przeprowadzone wstępne rozpoznanie geotechniczne pozwala na stwierdzenie, że generalnie nasypy linii kolejowej nr 229 zbudowane są z gruntów mineralnych, pierwotnie zdeponowanych na przyległych do linii wzniesieniach moreny dennej, przemieszczonych i uformowanych. Granulometrycznie dominują różnoziarniste piaski (od grubych po ilaste), lokalnie przechodzące w grunty żwirowe lub gliny piaszczyste. Lokalnie występują gliny pylaste.

Grunty występujące w nasypach, po ujednorodnieniu (wymieszaniu) i doprowadzeniu do wilgotności zbliżonej do wilgotności optymalnej, nadają się do formowania nasypów kolejowych.

Powyższe wymaga potwierdzenia szczegółowymi badaniami na etapie projektu budowlanego.

## **6 OKREŚLENIE ZAKRESU DOKUMENTACJI I BADAŃ DO WYKONANIA NA ETAPIE PROJEKTÓW BUDOWLANYCH**

Na potrzeby związane z opracowaniem projektu budowlanego rewitalizowanej linii kolejowej należy przygotować stosowne dokumentacje geotechniczne i geologiczno-inżynierskie, poprzedzone szczegółowymi badaniami terenowymi i laboratoryjnymi. Na ich podstawie, zgodnie z obowiązującymi normami i wytycznymi, należy określić parametry geotechniczne podłoża gruntowego i sposób posadowienia ziemnych konstrukcji inżynierskich.

### **Wymagane dokumentacje:**

1. Opinia geotechniczna
2. Dokumentacja badań podłoża gruntowego
3. Projekt geotechniczny
4. Dokumentacja geologiczno – inżynierska
5. Dokumentacja hydrogeologiczna