

Stanisław ZIMNOCH

Jadwiga VALENTA-BAĆKOWICZ

Andrzej ADAMSKI

NIKTÓRE PRZYCZYNY BRAKU STATECZNOŚCI WYSOKICH  
NASYPÓW KOLEJOWYCH MAGISTRALI PÓŁNOCNEJ PMP-PW

Streszczenie. Artykuł dotyczy badań i ich analizy, przeorowadzo-nych przy obserwacji stateczności wysokich nasypów Magistrali Pół-  
nocnej, przez Zespół Budowy Dróg Żelaznych Politechniki Śląskiej. Linia Magistrali Północnej PMP-PW usytuowana jest na czynnych szko-  
dach górniczych - kat. V, a w związku z tym utrzymanie jej w pełnej  
sprawności technicznej przedstawia określone trudności. Miały już  
miejsce osuwiska nasypów i awarie toru, a szybkość pociągów jest na  
stałe ograniczona do 30 km/h.

Z powodu znacznych osiadań terenu a tym samym i budowli ziemnej,  
jakim jest nasyp kolejowy, zachodzi potrzeba stałego śledzenia za-  
chowania się tejże budowli; przewidywania następstw w wyniku od-  
kształceń zarówno terenu jak i nasypu oraz określania środków za-  
radczych.

W artykule podjęto próbę scharakteryzowania przyczyn i skutków  
awarii oraz przedstawiono środki zaradcze dla ich uniknięcia.

## 1. WSTĘP

Problem szkód górniczych w obiektach kolejowych liniowych i stacyjnych  
jest w ostatnich latach poważnym zagadnieniem do opanowania. Trzeba tu od  
razu zaznaczyć, że problem ten od lat przysparza ogromnych wydatków na  
usuwanie deformacji torów i podtorza w wyniku eksploatacji górniczej pod  
liniami kolejowymi lub w ich pobliżu. Linie kolejowe na terenach gorni-  
czych narażone są na uszkodzenia, które wpływają ujemnie nie tylko na wy-  
dajność pracy kolei, ale przede wszystkim na bezpieczeństwo ruchu.

W ostatnich latach z filarów ochronnych wydobywa się, w większości na  
zawał, ponad 40% węgla kamiennego. Pod samymi tylko obiektami kolejowymi  
zalega około 1 mld ton węgla, co stanowi ponad 20% zasobów zalegających  
we wszystkich filarach ochronnych GOP [4].

Potrzeby gospodarki narodowej i rachunek ekonomiczny wskazują, że nie  
można zrezygnować z węgla uwięzionego w filarach ochronnych. Konieczność-  
cią staje się znalezienie sposobów na skuteczne zapobieganie i usuwanie  
skutków eksploatacji górniczej na powierzchni, m.in. w torach i obiektach  
torowych.

## 2. STATECZNOŚĆ WYSOKICH NASYPÓW KOLEJOWYCH

### 2.1. Wpływ eksploatacji górniczej na stateczność wysokich nasypów kolejowych

Nasyp kolejowy jest to odpowiednio uformowana budowla ziemna wzdłuż osi linii kolejowej, przeznaczona do dźwigania konstrukcji toru wraz z pojazdami po nim kursującymi, traktowana jako jego "fundament". Załaniem podtorza nasypów jest więc przejście statycznych i dynamicznych nacisków kół taboru, przenoszonych za pośrednictwem nawierzchni kolejowej.

Pod pojęciem stateczności nasypu rozumiemy stan równowagi granicznej mas ziemnych, przy którym w najniekorzystniejszych warunkach można prowadzić normalny, bez żadnych ograniczeń, ruch pociągów. Stateczność jest zapewniona, gdy siły niszczące ( $\sum P_n$ ) są mniejsze od sił utrzymujących ( $\sum P_u$ ). W przypadku badanego nasypu zachwianie jego równowagi potęgują wskaźniki deformacji terenu.

$$\sum P_n < \sum P_u, \quad (1)$$

gdzie:

$P_n$  - siły powodujące zsuw klina odłamu w bryle nasypu,

$P_u$  - siły utrzymujące, czyli przeciwstawiające się przemieszczeniom mas ziemnych.

Przemieszczenia powierzchni terenu powodują odkształcenia nasypów, aż do utraty stateczności włącznie. Skutki ruchów górotworu i sił działających w podłożu gruntowym, w wyniku eksploatacji górniczej, są następujące:

- powodują osiadanie nasypów, a tym samym deformacje torowiska i zmianę pochyłeń niwelety toru.

W rezultacie mają miejsce:

- poziome przesunięcia osi toru,
- poprzeczne pochylenie torowiska,
- zmiana pochylenia skarp,
- lokalne naruszenie stateczności skarp itp.

Wpływ eksploatacji górniczej na stateczność budowli ziemnych w wielu przypadkach nie może być wyczerpująco określony, gdyż sumuje się on z wpływami budowy geologicznej górotworu, z warunkami hydrologicznymi oraz błędami wykonawstwa - głównie z powodów technologicznych.

Pomimo tych wszystkich czynników nasypy jako element podtorza powinny odpowiadać warunkom stałości kształtu i stateczności, wytrzymywać obciążenia statyczne i dynamiczne od taboru, niezależnie od wpływów atmosferycznych i zjawisk geologicznych, a ponadto spełniać warunki najmniejszego kosztu budowy, utrzymania i eksploatacji.

Dalszy istotny wpływ na stateczność nasypów wywiera obniżenie terenu a w konsekwencji tego obniżenia:

- nachylenie terenu,
- zakręglenie niecki i rozciąganie terenu (rozpełzanie) oraz
- przemieszczenia poziome.

Odkształcenie (deformacja) nasypu (D) jest funkcją nachylenia terenu (T), jego wysokości (H), rodzaju użytych do budowy materiałów (m) oraz zastosowanej technologii wykonania budowli ziemnej - (z)

$$D = F(T, H, m, z). \quad (2)$$

Przy nachyleniu się terenu, a więc i stoków nasypu, przekroczenie kąta stoku naturalnego może spowodować naruszenie równowagi mas (wzór 1) i wówczas rozpocznie się zjawisko poślizgu - ze wzrostem pochylenia stoków wzrasta bowiem ciężar klina gruntu naciskającego na płaszczyznę poślizgu i wywołuje jego przemieszczenie. Kąt pochylenia stoku  $\beta$  (rys. 6) nasypu wykonywanego metodą "budowy od góry" odpowiada najczęściej kątowi tarcia wewnętrzznego  $\varphi$ , który właściwie wytwarza się dopiero po pewnym okresie wskutek działania czynników erozyjnych.

Istotny wpływ na wartość kąta tarcia wewnętrzznego posiada stopień zagęszczenia danego gruntu nasypowego [11]. Utrata stateczności nasypu może wystąpić po wytworzeniu się klina odłamu lub płaszczyzny poślizgu w rejonie zbocza lub jego podstawy w przypadku przekroczenia dopuszczalnych naprężeń dla danego gruntu. Krzywizna niecki dynamicznej przybiera wartości zależnie od przyjętego układu odniesienia, raz dodatnie, a raz ujemne - w każdym punkcie podłoża budowli. Stan ten powoduje zmiany w krzywiznie niwelety podłużnej wg wzoru [1]:

$$\frac{1}{R_w} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R} \longrightarrow K = \frac{d^2 w}{dx^2} = -\frac{\sigma_{\max}^w}{2r} \sin \frac{\sigma x}{r}, \quad (3)$$

gdzie:

$$w = w_{\max} \left( 1 - \frac{x}{2r} + \frac{1}{2g} \sin \frac{\sigma x}{r} \right), \quad (4)$$

gdzie:

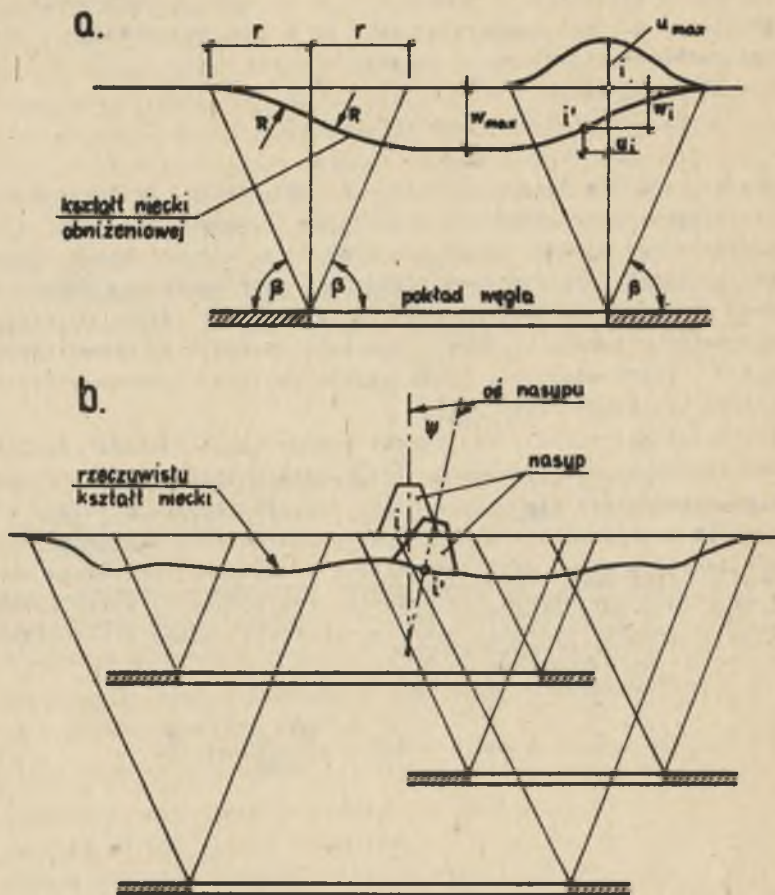
$R_w$  - promień wypadkowy,

$R_g$  - promień krzywizny niecki,

$R$  - promień łuku pionowego niwelety toru.

Wpływ rozpełzania terenu jest szczególnie niebezpieczny dla nasypów kolejowych, gdyż powoduje rozluźnienie gruntu. Kąt tarcia wewnętrzznego dla gruntów piaszczystych maleje wówczas z ok.  $32^\circ$  do ok.  $20^\circ$  [3]. Równocześnie ma miejsce działanie obciążeń własnych nasypu jak i sił wywołanych

przemieszczeniem gruntu pod wpływem eksploatacji górniczej - stwarza to niekorzystny stan naprężeń i odkształceń, mający wpływ na stateczność bryły nasypu. W rezultacie, rozpełzanie terenu, jak i jego nachylenie, dość często doprowadza do zniszczenia budowli ziemnej wskutek przemieszczenia mas ziemnych [3, 7].



Rys. 1. Wskaźniki deformacji terenu

a - teoretyczne wskaźniki deformacji, b - rzeczywisty kształt niecki z naniesioną deformacją pionową osi  $\psi$

Na rys. 1 przedstawiono przykładowo przekrój pionowy w km 24,895 linii Magistrali Północnej z naniesieniem eksploatacyjnych w ostatnich latach pokładów. Według zasady superpozycji ma miejsce nakładanie się deformacji pochodzących od poszczególnych pokładów. Wzór na pełzanie (odkształcenie poziome) przybiera postać:

$$\xi = 0,4 r \kappa = - \frac{0,23 w_{\max}}{r} \cdot \sin \frac{\alpha x}{r}. \quad (5)$$

Wynika z przedstawionej zależności, że przemieszczenie terenu stanowi także poważne niebezpieczeństwo dla ruchu pociągów głównie ze względu na możliwość wybożenia torów, które niejako "wędrują" za przemieszczającym podłożem [7].

Przemieszczenia te opisuje wzór:

$$u = - \frac{u_{\max}}{2} (1 - \cos \frac{\alpha x}{r}), \quad (6)$$

gdzie:

$$u_{\max} = 0,4 w_{\max}.$$

### 3. OCENA STATECZNOŚCI NASYPÓW MAGISTRALI Płn

#### 3.1. Identyfikacja linii kolejowej w terenie - budowa geologiczna

Obszar górniczy KWK Rozbark, na którym znajduje się Magistrala Północna, leży w południowo-wschodniej części niecki bytomskiej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Ogólna długość linii kolejowej objętej wpływami [6], [12] wynosi 4,2 km, z czego większość stanowią wysokie nasypy.

Obszar, na którym znajdują się tory MagISTRALI Płn., ulega ciągłemu obniżeniu z powodu prowadzenia pod nim eksploatacji górniczej - głównie na zawał.

W budowie geologicznej na trasie MagISTRALI Płn. biorą udział utwory; czwartorzędu, trzeciorzęd, jury, triasu i karbonu.

Nieckę Bytomską cechuje niezbyt skomplikowana budowa - ma ona przebieg poszczególnych warstw równoleżnikowy. Oś niecki przebiega bliżej skrzydła północnego i podnosi się stopniowo w kierunku wschodnim. Warstwy triasowe w skrzydle północnym zapadają się ku osi niecki ok. 6°, a warstwy południowe zapadają się o ok. 3°. W środkowej i południowej części obszaru kopalni podkłady mają upad do 30°. Południowa część złoza zaznacza się prawie poziomym załeganiem. Zarówno utwory triasowe, jak i karbońskie pocięte są szeregiem dyslokacji. Na terenie tym występują liczne uskoki. Stanowią one granicę obszaru górniczego kopalni [6].

#### 3.2. Warunki hydrologiczne

W rejonie obszaru górniczego KWK "Rozbark" występuje kilka kompleksów hydrologicznych z następującymi seriami stratygraficznymi [6]:

- piaszczysto-żwirowymi osadami czwartorzędu,

- wapienne-dolomitowo-wąszozystymi osadami triasu,
- piaskowcami karbonu.

Wody, które mogą zagrozić stateczności nasypów związane są z warunkami hydrologicznymi czwartorzędu. Czwartorzędowe strefy nawodnione to przede wszystkim przepuszczalne osady piaszczyste - poziomy o charakterze nieciągłym, rozdzielone lokalnie glinami zwałowymi na 1-3 horyzonty. Zalegają niezbyt głęboko pod powierzchnią i są zlokalizowane w rejonie szybu Barbara i szypow głównych. W rejonach tych występują wody gruntowe, które nie tworzą poziomów ciągłych. Rozpoznano następujące poziomy:

- na głębokości 1-3 m poniżej powierzchni terenu, w postaci słabych sączen w gruntach nasypowych,
- na głębokości 3,3-5,5 m oraz
- na głębokości 9,0-11 m.

Zasobność w wodę poziomów czwartorzędowych jest bardzo zmienna. Zasilane są one wodami z infiltracji wód opadowych i powierzchniowych. Wobec braku w spągu warstwy izolacyjnej ciągłej, wody infiltrują w głąb utworów triasowych i drenowane są przez wyrobiska górnicze. Infiltracja sprawia, że poziomy te mają znaczenie lokalne. Pobrane próbki piasków czwartorzędowych z otworów wiertniczych KWK "Rozbark" wykazały następujące wartości współczynnika filtracji:

$$k_{\max} = 3,72 \cdot 10^{-4} - 1,71 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

przy minimalnym zagęszczeniu danej warstwy.

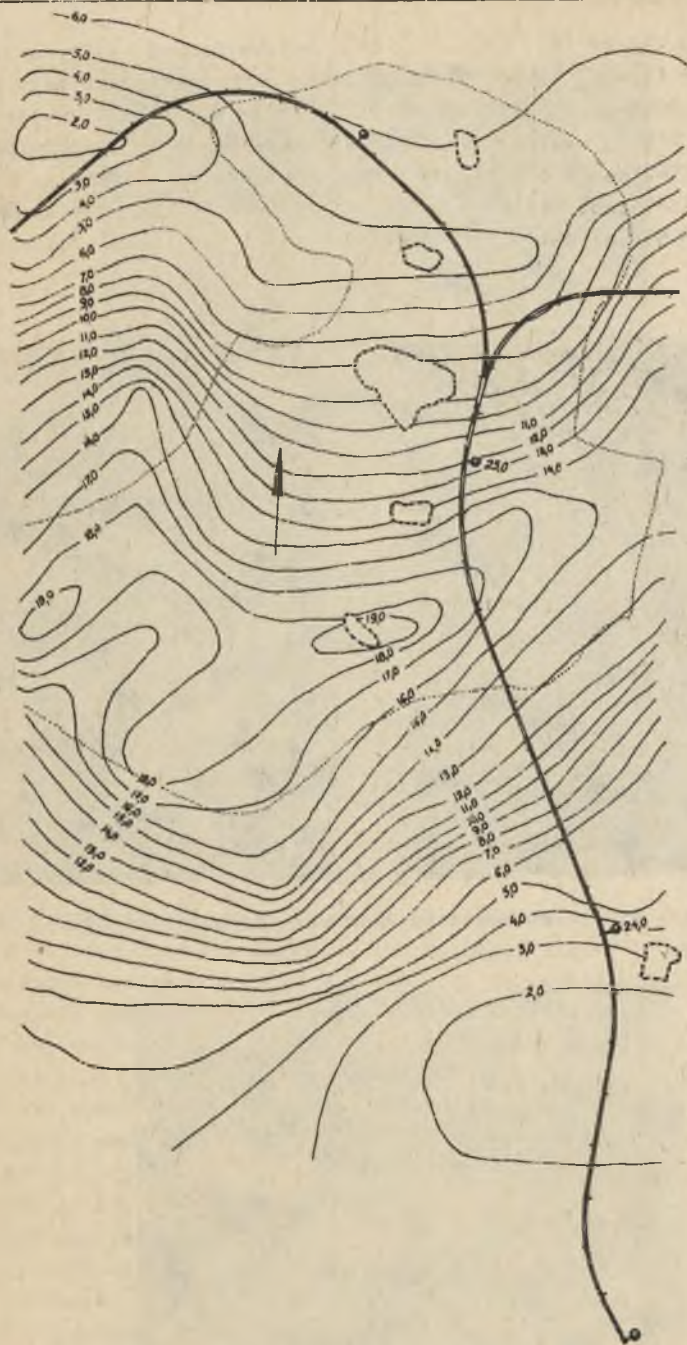
$$k_{\min} = 7,18 \cdot 10^{-5} - 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

przy zagęszczeniu maksymalnym, zaś wartość współczynnika filtracji, obliczona na podstawie wzorów empirycznych [12] dla wspomnianych piasków, wynosi:

$$k = 9,94 \cdot 10^{-5} - 3,34 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Należy zauważyć, że zawałowa eksploatacja w ubiegłych latach i eksploatacja rudna KGH "Orzeł Biały" spowodowały powstanie szeregu zbiorników wodnych w nieckach obniżeniowych. Obecna i projektowana eksploatacja powiększy jeszcze liczbę i zasięg zalewisk.

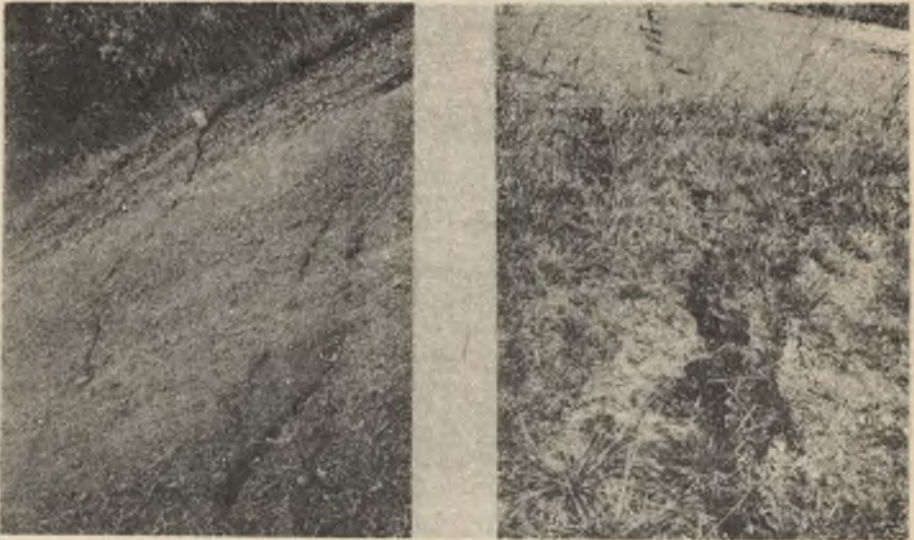
Największe osiadania, obliczone za pomocą wzoru Budryka - Knothego [7] i przedstawione graficznie na rys. 2, znajdują się w km 24,5 - 24,8 i osiągną w r. 2000 wielkość rzędu 20 m. W rejonie tym należy się liczyć z okresowym gromadzeniem się wody i rozmywaniem podstawy nasypu. Zjawisko to, jeśli nie będzie zapobiegane, spowoduje zawilgocenie podłoża gruntowego. Stopniowa infiltracja wody w głąb nasypu może spowodować lokalne



Rys. 2. Mapa obniżenia powierzchni terenu w latach 1975-2000  
10,0 izolinie osiadań○○○○○○ teren zalewiskowy-----zalewiska

awarie bryły nasypu [8], [9], [5], [2], między innymi z tego powodu, że zawilgocenie rdzenia nasypu powoduje podciśnieniem ciężaru masy gruntowej rozpełzanie podstawy bryły. Czynnikiem ułatwiającym ten stan jest osiadanie podłoża wraz z nasypem, przez co ten ostatni ulega rozluźnieniu [1].

Skutki rozpełzania podłoża na krawędzi niecki dynamicznej w obrębie trójkąta bytomskiego Magistrali Płn. oraz utworzony na dnie niecki zbiornik wodny obrazują rys. 3, 4 (zdjęcia).



Rys. 3. Widok krawędzi niecki w obrębie nasypu (zdjęcie)



Rys. 4a. Niecka u podstawy nasypu wypełniona wodą (zdjęcie)





Rys. 4b. Niecka u podstawy nasypu wypełniona wodą (zdjęcie)

### 3.3. Obliczanie stateczności nasypów na przykładzie odcinka linii kolejowej Magistrali Północnej

W celu przeprowadzenia analizy stateczności budowli ziemnych, jakim są nasypy Magistrali Północnej w pierwszym rzędzie dokonano polowych i laboratoryjnych badań rodzaju i stanu gruntu.

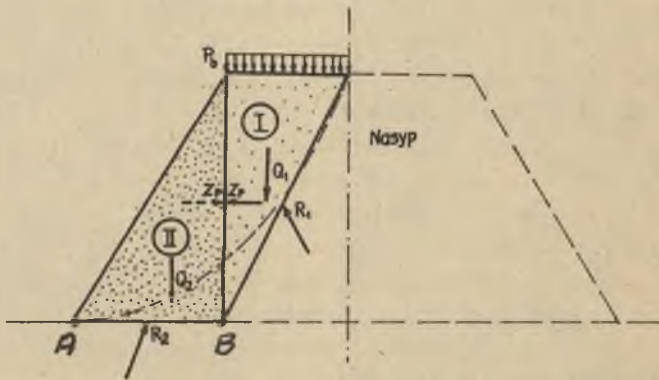
Dokonano sprawdzenia między innymi:

- 1) czy kąt nachylenia skarpy  $\beta$  jest mniejszy od kąta tarcia wewnętrznego  $\varphi$ , czyli:  $\beta \leq \varphi$  oraz warunku,
- 2) czy  $F \geq F'$  polegającego na porównaniu rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa  $F$  z dopuszczalnym  $F'$ .

Wartość dopuszczalnego współczynnika bezpieczeństwa  $F'$  przyjęto równą 1,2 zależną od konkretnych warunków hydrogeologicznych i eksploatacyjnych na podstawie literatury [8] w zależności od ważności budowli.

Na podstawie obliczeń [12] stwierdzono, że przy pochyleniu 1:1,5, które jest pochyleniem średnim badanego nasypu, współczynnik  $F$  zbliżony jest do jedności, co z punktu widzenia warunków projektowania oznacza, że budowla została wykonana bez zapasu (rezerwy). Z pomiarów w przekrojach 1-12 pochylenia wahają się w granicach 1:1,27-1:1,53. Przeliczono, że dla  $F' = 1,2$  pochylenie skarp powinno wynosić 1:1,75. Wówczas przy niewielkim nawet zagęszczeniu zbocze skarpy jest nieosuwiskowe. Z rozważań powyższych nasuwa się pytanie: dlaczego zbocza badanych nasypów nie deformują się, mimo że pochylenie skarp jest mniejsze lub równe 1:1,5. Stan ten tłumaczy się następująco: grunt nasypów cechuje pewna wilgotność naturalna, która przy cząstkach gruntu o średnicach odpowiadających średnicom ziarn piasku drobnego posiada spójność zwaną spójnością pozorną. Spójność pozorną gruntów nie uwzględnia się w [12] ze względu na zmieniające się warunki wilgotnościowe (erozja skarp). Z tego powodu w obliczeniach stateczności pominięto siły spójności pozornej.

Obserwowane skarpy nasypów nie wykazują deformacji, gdyż jest to związane ze zbyt krótkim okresem koniecznym na wytworzenie się powierzchni zsuwu. Sprawdzenie stateczności nasypu wykonano także metodą doboru klina odłamu. Metoda ta polega na porównaniu współczynnika bezpieczeństwa  $F$  z wielkością projektowaną  $F'$  [8], [9]. Nasyp, jako budowla ziemna, jest "fundamentem" wykonanym z gruntu nasypowego, służącym do przenoszenia obciążeń użytkowych pochodzących od ciężaru nawierzchni i taboru kolejowego. Stateczność takiego fundamentu jest zagadnieniem przestrzennym. Dla uproszczenia analizy przyjmuje się wycięty myślowo fragment nasypu o szerokości 1 m [11]. Zaczątkiem zjawiska zsuwu jest wytworzenie się pełnej a zwykle częściowej powierzchni zsuwu. W obliczeniach założono pewną powierzchnię walcową, zamieniając ją na dwa kliny I i II (rys. 5) ze względu na nieusuniecie humusu w podstawie nasypu - odcinek A-B.



Rys. 5. Schemat działania na nasyp sił zewnętrznych i wewnętrznych

Klin I traktowany jest jako klin w fazie poślizgu, wskutek wytworzenia się fragmentu powierzchni zsuwu i działający na klin II utrzymujący nasyp w równowadze. Aby układ sił działających na oba kliny był w równowadze, sprawdzono warunki równowagi dla kolejnych klinów.

Klin I znajduje się pod działaniem następujących sił:

- pionowe obciążenie  $P_b$ ,
- ciężar gruntu  $Q_1$ ,
- reakcja pozostałej masy gruntu  $R_1$ ,
- pozioma siła  $Z_p$  - oddziaływanie klina II.

Ogólne warunki równowagi są spełnione, jeżeli:

$$\sum v = 0,$$

tj.

$$Z_1 \cos(\alpha - \varphi) - Q_1 - P = 0 \quad (7)$$

i

$$\sum H = 0.$$

tj.

$$Z_2 - (P + Q_1) \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) = 0. \quad (8)$$

Składowa siły poziomej wywołana działaniem obciążenia naziomu jest stała na całej głębokości, więc wypadkowa przyłożona jest w połowie wysokości. Druga składowa siły poziomej pochodząca od ciężaru klina jest zmienna po głębokości, a wypadkowa wypada w 1/3 wysokości. Obciążenie przyjęto zgodnie z normą NL przyjmowaną na liniach miejscowego znaczenia.

Natomiast klin II znajduje się pod działaniem:

a) siły  $Z_0$  oddziaływania klina I,

b) ciężaru gruntu  $Q_2 = 1/2 \cdot h^2 \cdot \operatorname{ctg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \operatorname{ctg} \beta \cdot \gamma$ .

Warunek równowagi dla części poziomej  $\sum H = 0$

$$-Z_0 + T = 0,$$

a z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa  $F$ :

$$-F Z_0 + T = 0 \quad (10)$$

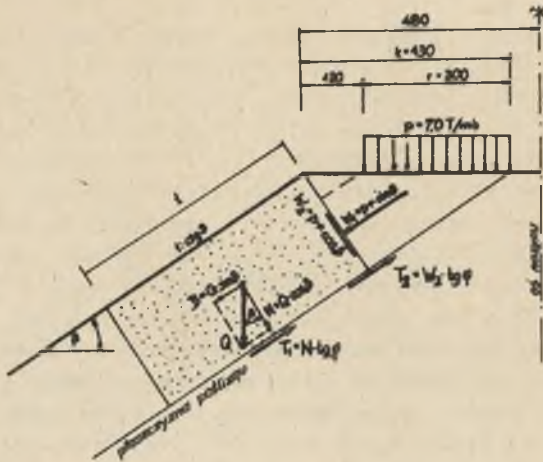
lub

$$r = \frac{T}{Z_0} > F' \quad (11)$$

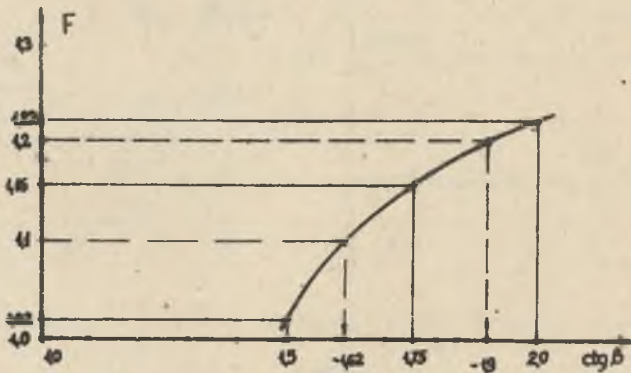
Po przeprowadzeniu obliczeń dla tak przyjętych płaszczyzn klina odłamu stwierdzono, że współczynnik bezpieczeństwa był zachowany [11].

Z technologii wykonania robót podnoszenia nasypu wynika, że po pewnym okresie eksploatacji rozpoczęte jego podnoszenie metodą budowy od góry. Istnieć więc może pewne prawdopodobieństwo wytworzenia się płaskiej powierzchni poślizgu na granicy części "starej" i "nowej" nasypu. Przypuszczenie to potwierdza praca [4].

Dla przyjętej płaskiej płaszczyzny poślizgu (rys. 6) i układu statycznego przeprowadzono analizę wartości współczynnika bezpieczeństwa w zależności od zmieniających się nachyleń skarpi ( $\operatorname{ctg} \beta$ ). Otrzymano wartości niżej (współczynniki bezpieczeństwa) (rys. 7), jak dla schematu poprzedniego.



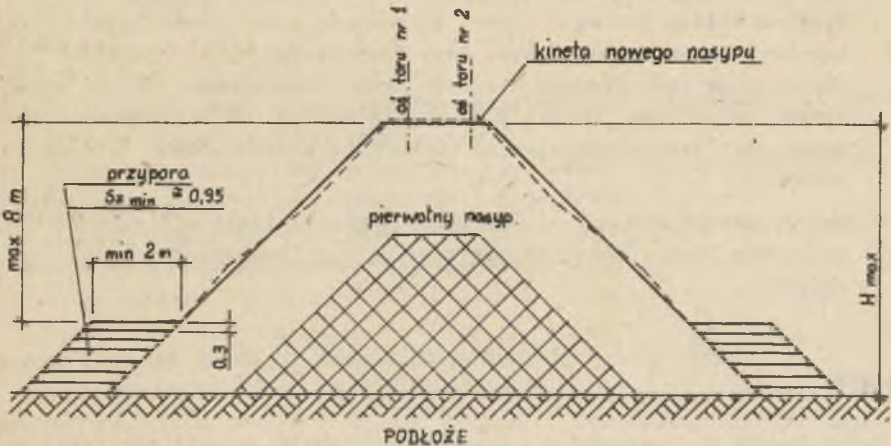
Rys. 6. Schemat obliczeniowy stateczności nasypu przy obciążonym naziemiu - zjawisko zsuwu



Rys. 7. Wykres zależności  $F = f(\text{ctg}\beta)$

W celu poprawienia współczynnika pewności należy zwiększyć kąt  $\varphi$  lub zmniejszyć kąt  $\beta$ . Opierając się na rys. 7, można przyjąć,  $\beta \approx 30^\circ$  i odpowiednie pochylenie 1:1,75 jako wystarczające i w pełni gwarantujące stateczność skarpy, przy założonym współczynniku bezpieczeństwa  $F = 1,2$ .

Na stateczność nasypów decydujący wpływ ma technologia jego wykonania, a zwłaszcza prawidłowo wykonane podnoszenie z zagęszczeniem. Dla omawianego przypadku wykonywano jednakowe pochylenia skarp bez odsadzek i mniejsze od dopuszczalnych, dlatego zalecono wzdłuż całego nasypu wykonać przyporę szerokości min. 2 m i około 8 metrów od górnej krawędzi (rys. 8). Zalecaną technologię podnoszenia wysokich nasypów na terenach szkód górniczych ujmują szczegółowo prace [4] i [12].



Rys. 8. Szkic wykonania przypór

#### 4. REKAPITULACJA I WNIOSKI

Przedstawione rozważania odnośnie stanu istniejącego prowadzą do następujących ustaleń:

- 4.1. Przy osiągniętych wysokościach nasypu przewiduje się zagrożenie jego stateczności wskutek braku rezerwy współczynnika bezpieczeństwa ( $F = 1$ ). W przypadku dalszego podnoszenia oraz przewidywanych deformacji terenu wystąpi zagrożenie równowagi mas ziemnych.
- 4.2. Pochylenie skarp nie uwzględnia wysokości nasypu, jest za małe i nierównomierne.
- 4.3. Poszerzenie nasypu powinno być realizowane w sposób następujący:
 

do $H = 6$ m	pochylenie skarp powinno wynosić:	1:n - 1:1,5
do $H = 6 - 12,0$ m		1:n - 1:1,75
$H > 12,0$ m		1:n - 1:2,0:
- 4.4. Należy zabezpieczyć podstawę nasypu przed wodami zalewowymi, a w związku z obecnością zalewiska w km 24,9 (prawa strona) należy przewidywać potrzebę wybudowania przepustu.
- 4.5. Na podstawie prognoz długoterminowych wykazanych w opinii górniczo-geologicznej i założonych tam kierunkach eksploatacji przewiduje się osiadanie terenu rzędu 14 m do 1980 r. i 20 m do 2000 r. Wystąpią z tego powodu deformacje nasypu poprzeczne i podłużne. Stan ten spowoduje pogorszenie już obecnie niedopuszczalnych podłużnych pochylenia niwelety toru oraz pochylenia skarp  $n < 1,75$ . Należy więc dążyć przy likwidacji skutków eksploatacji górniczej.

aby zwiększyć współczynnik bezpieczeństwa z  $F \approx 1,0$  do  $F = 1,2$ , poprzez dalszą budowę przypór, stosowanie zasad prawidłowego realizowania poszerzenia nasypu przy zachowaniu wyżej podanych pochyleń oraz zabezpieczyć w sposób prawidłowy podstawę nasypu przed wodami zalewowymi. Dalsze podnoszenie nasypu dotychczasowym sposobem jest niedopuszczalne ze względu na przewidywane osiadanie terenu.

- 4.6. Należy liczyć się z możliwością przełożenia linii w przypadku zaistnienia awarii uniemożliwiającej dalsze prowadzenie ruchu pociągów.

#### LITERATURA

- [1] Budzianowski Z., Lesaer S., Szumierz W.: Wpływ niecki górniczej na budowie liniowe. Inżynieria i Budownictwo 1973, nr 3.
- [2] Koczorowski A.: Budowa i utrzymanie podtorza kolejowego. WKiŁ, Warszawa 1968.
- [3] Litwinowicz L., Malcharek K., Rosikoń A.: Wpływ eksploatacji górniczej na stateczność skarp i nasypów grobli ziemnych. OTG, 1975 nr 33.
- [4] Litwinowicz L., Zimnoch S., Malcharek K.: Warunki stosowania kopalnianych odpadów z hałdy do formowania nasypów kolejowych na liniach PMP-PW" - Praca NB-387/RBA-3/75.
- [5] Mazur A.: Budowa kolei. WKiŁ, Warszawa 1964.
- [6] Pająk E.: Wpływ eksploatacji górniczej na stateczność nasypów kolejowych. Praca magisterska Politechniki Śląskiej, Gliwice 1977.
- [7] Szumierz W., Zimnoch S.: Tor bezstykowy na terenach górniczych. Problemy kolejnictwa nr 67, 1974.
- [8] Sozański J.: Stateczność wykopów, hałd i nasypów. Wyd. Śląsk, 1977.
- [9] Szczepański W.: Stany graniczne i kinetyka ośrodków sypkich.
- [10] Szczygłowski W., Guziakiewicz J., Rutecki W.: Metodyka profilaktyki technicznej w zakresie reaktywacji w obiektach i urządzeniach kolei. Opracowanie KOPPSG, Biuletyn nr 4, Warszawa 1969.
- [11] Wiłun Z.: Zarys geotechniki, WKiŁ, Warszawa 1976.
- [12] Zimnoch S. i inni: Określenie stateczności wysokich nasypów w rejonie trójkąta bytomskiego znajdujących się na eksploatowanym obszarze górniczym KWK "Rozbark" - Praca NB-472/RBA-3/76, Politechnika Śląska Gliwice 1977.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОКИХ  
НАСЫПЕЙ СЕВЕРНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПМП-ПВ

## Р е з ю м е

В работе решенный вопрос устойчивости высокого железнодорожного земляного полотна в области влияния горных работ.

Анализ проведенный был на основании измерений железнодорожного перегона северной железной дороги ПМП-ПВ при городе Бытом.

В работе представленный был анализ причин и наследств возникающих аварии, а тоже предипредителные мероприятия.

SOME LACK OF STABILITY CAUSES OF HIGH RAILWAY EMBANKMENTS  
OF THE NORTHERN MOIN LINE PMP-PW

## S u m m a r y

The article deals with the analysis of the investigations concerning the stability of high railway embankments. The Northern Main Line is located on active mining damage of the fifth category, and that is why it is difficult to keep it fully technically efficient. There have already been railway embankment slides and track failures, and the train speed is permanently limited to 30 km/h.

Due to remarkable both loud and railway embankment subsidence, there is a necessity to observe them coustantly and to predict the king of deformations going to occur, so that same countermeasures can be taken.

In the article an attempt has been made to characteriae the causes and results of failures, and some countermeasures to avoid them have been presented.