

BADANIA STATECZNOŚCI ZWAŁÓW ODKRYWEK WĘGLA BRUNATNEGO W REJONIE KONINA

W ZWIĄZKU z wzrastającym stale zapotrzebowaniem na surowce energetyczne, eksploatacja odkrywkowa złóż węgla brunatnego w Polsce przybiera w okresie powojennym coraz większe rozmiary. Rozwojowi kopalnictwa węgla brunatnego sprzyja zarówno bogata baza surowcowa w kraju, jak i daleko posunięta mechanizacja robót górniczych. Stosowanie maszyn do urabiania nadkładu o bardzo dużych wydajnościach stwarza możliwości szybkiego zwałowania olbrzymich ilości mas ziemnych, które przy zwałowaniu zewnętrznym, tj. poza zasięgiem wyrobisk odkrywkowych, obejmują znaczne obszary upraw rolnych, łąk i lasów.

Wzrastające ilości zwałowanego nadkładu i wyłączone przez to z gospodarki narodowej coraz to nowe obszary objęte uprzednio kulturą rolną stwarzają pilną potrzebę rekultywacji i zagospodarowania powstałych w ten sposób nieużytków.

Dla ograniczenia powierzchni zwałowisk istnieją tendencje możliwie wysokiego sypania zwału. Pozostaje to w kolizji ze statecznością ich zboczy, która

z kolei jest jednym z głównych czynników warunkujących możliwość zagospodarowania.

W artykule niniejszym przedstawiono wyniki wstępnych obserwacji geologicznych przeprowadzonych na zwałach zewnętrznych, dwóch odkrywkowych kopalń węgla brunatnego „Gosławice” (tzw. zwał zachodni) i „Pątnów”. Obserwacje przeprowadzono latem 1961 oraz 1962 r. i objęto nimi wymienione zwały zarówno ze względu na zróżnicowanie litologiczne mas zwałowych, jak i ze względu na odmienne zachowanie skarp.

W kopalni „Gosławice” do 1961 r. nadkład zwałowano poza zasięgiem odkrywki, zajmując łącznie ok. 200 ha powierzchni. W chwili obecnej stosuje się zwałowanie wewnętrzne w południowo-wschodniej części odkrywki.

Obserwacjami objęto zwał usytuowany w miejscowości Posada, po wschodniej stronie szosy Konin — Kazimierz Biskupi. Zwałowisko obejmuje powierzchnię ok. 76 ha, zaś jego kubatura wynosi 14 mln m³ mas ziemnych. Jest ono najmłodsze ze zwałowisk zewnętrznych odkrywki „Gosławice”.

Drugi z rozpatrywanych zwałów jest zwałem zewnętrzny odkrywki „Pątnów”. Jego znaczenie określa przewidziana do zasypiania powierzchnia obejmująca 190 ha gruntów ornych, łąk i lasów. Planowana pojemność zwału wynosi 57 mln m³. Zwałowanie nadkładu zapoczątkowano wiosną 1958 r.

Nadkład złoża odkrywki „Gosławice” stanowią utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe. Średnia miąższość nadkładu, określona na podstawie wierceń geologicznych wynosi ok. 20 — 25 m. Na podstawie profili i przekrojów geologicznych złoża, rozpatrując od dołu, wydzielić można następujący profil litologiczno-stratygraficzny.

Trzeciorzęd. W stropie węgla brunatnego występują ility poznańskie tłuste i bezwapienne, o zabarwieniu niebieskim lub zielonawym, z przerostami ilów pstrych i soczewkami piasków drobnociarnistych. Pod względem litologicznym są to przeważnie ility pylaste lub ility, gliny pylaste ciężkie, niekiedy również gliny pylaste i pyły. ility poznańskie wykazują dość częste ślady zaburzeń glicitektonicznych oraz zlustrowania. Miąższość ich jest zmienna od zera do kilku metrów. Występują przeważnie w stanie półzwałym, rzadziej twardoplastycznym lub plastycznym.

Plejstocen. Na ilach poznańskich leżą w sposób ciągły gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego. Ich miąższość jest znaczna i wynosi przeciętnie ok. 15 m. Są to gliny szare, silnie piaszczyste, przechodzące miejscami w piaski gliniaste z dość częstymi i nieregularnie rozmieszczonymi soczewkami zawodnionych piasków. Stan konsystencji tych glin jest przeważnie półzwały, rzadziej twardoplastyczny.

Na opisanych glinach leżą międzymorenowe piaski o zabarwieniu żółtym, z domieszką żwirów. Grubość tej serii jest niewielka i rzadko sięga 2 m.

Wyżej regularnie występuje żółtobrunatna glina zwałowa zlodowacenia bałtyckiego o średniej miąższości 3 — 5 m, reprezentowana przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste w stanie półzwałym lub twardoplastycznym. Nadkład odkrywki „Pątnów” nie wykazuje głównych różnic stratygraficznych w stosunku do opisanego nadkładu odkrywki „Gosławice”. Istniejące różnice sprowadzają się głównie do zmian stosunków miąższości poszczególnych kompleksów stratygraficzno-litologicznych. Profil odkrywki w Pątnowie cechuje zwiększony udział piasków międzymorenowych, które zwłaszcza w południowej części złoża dominują nad pozostałymi utworami spoiistymi.

Opisany nadkład zdejmowany jest systemem ścianowym za pomocą dużych koparek mechanicznych, po czym wagonami trakcji elektrycznej odstawiany jest na zwałowisko.

Skrawanie skarpy w odkrywce, dokonywane za pośrednictwem czerpaków kubelkowych powoduje rozdrobnienie i wymieszanie utworów wchodzących w skład urabianego profilu nadkładu. Dalszy cykl roboczy, związany z wielokrotnym przeładunkiem urobku podczas transportu sprawia, że zwałowany materiał jest ostatecznie w ogólnej masie dobrze przemieszany i jego odpowiednio duża próbka reprezentuje, pod względem litologicznym w przybliżeniu, przeciętny skład urabianego aktualnie profilu skarpy. Jednakże materiał zwałowany jest zespołem różnej wielkości brył (fragmentów) utworów spoiстых przesypanych utworami sypkimi. Ponadto w związku z usypywaniem materiału pasami wzdłuż skarpy zaznaczać się może w zwałie strefowość utworów o różnych własnościach fizycznych i mechanicznych, odpowiadających pewnym partiom nadkładu zbieranym w danym czasie. Granice między powstającymi w ten sposób strefami mogą być ostre, a ich nachylenie do poziomu odpowiada kątowi naturalnego zsypania. Strefowość ta może mieć niekiedy duże znaczenie dla stateczności skarpy.

Teren wokół zwałowiska odkrywki „Gosławice” jest prawie płaski. W podłożu zwału, pod glebą piaszczystą o miąższości 0,3 — 0,6 m, występuje cienka warstwa piasków drobnociarnistych lub pylastych o miąższości 0,2 — 1,0 m. Piaski te przechodzą w spo-

śób ciągły w piaski gliniaste, odpowiadające poziomowi glin zlodowacenia bałtyckiego.

Podłoże zwału odkrywki „Pątnów” jest również piaszczyste, ale różnice wysokości waha się tu w granicach 3 m. Bezpośrednie podłoże zwału zbudowane jest tu z piasków różnociarnistych, miejscami pylastych lub zaglinionych, o miąższości od jednego do kilku metrów. Pod piaskami występują gliny zwałowe zlodowacenia bałtyckiego. W północnej części zwałowiska najpiętszą strefę podłoża stanowią torfy o miąższości 1 — 2 m, których zasięg powierzchniowy obejmuje kilka hektarów. Powierzchnia ta jest już częściowo przykryta zwałem.

Dla określenia nachylenia zboczy zwałów wykonano łącznie 81 profiliów skarp, z czego w Gosławicach 39, w Pątnowie zaś 42. Profile te rozmieszczono w sposób na ogół regularny na obwodzie zwałów. Pomiar nachylenia wykonywano za pomocą łaty i kompasu. Podczas profilowania zboczy określano również charakter litologiczno-stratygraficzny powierzchniowych mas ziemnych.

Dla zbadania fizycznych i mechanicznych własności materiału w zwałach, profile te opróbowywano wkopując się każdorazowo na głębokość 0,3 — 0,5 m od powierzchni skarpy. Miejscami wykonywano sondy do głębokości 3,2 — 5,0 m. Ponadto w przekroju poprzecznym do osi zwału gosławickiego wykonano z jego powierzchni 5, a w Pątnowie 3 otwory wiertnicze, którymi przewiercono pełną miąższość zwału, osiągając głębokość 0,5 — 1,0 m poniżej jego podstawy. W Gosławicach z uwagi na zaciskanie wykonywano otwory stosując pełne rurowanie. Próbkę pobierano z otworów wykazywały przeważnie stan twardoplastyczny i plastyczny, niekiedy również półzwały i miękoplastyczny. Natomiast w Pątnowie materiał był tak zwarty, że nie trzeba było stosować rurowania otworów. Pobrane tu próbki wykazywały stan przeważnie twardoplastyczny, czasem nawet półzwały, a rzadko plastyczny. W żadnym otworze nie stwierdzono wycieków wodnych. Lokalizacja otworów wiertniczych warunkowana była nie tylko względami natury geologicznej, ale m.in. również możliwościami transportu sprzętu do miejsca wierceń, wobec tego można mieć wątpliwości, czy wyniki przeprowadzonych obserwacji i badań laboratoryjnych w pełni reprezentują właściwości utworów o wyraźnych skłonnościach do tworzenia osuwisk.

Próbki z wkopów i otworów w ilości 143 z Gosławic i 101 z Pątnowa zbadano, bezpośrednio po ich pobraniu, posługując się aparaturą i sprzętem Katedry Geologii Kopalnianej AGH.

Metodyka badań laboratoryjnych próbek nastęrcza wiele trudności zarówno podczas wykonawstwa, jak i przy interpretacji wyników. Ma to miejsce głównie z tego powodu, że jak już wspomniano, próbki są niejednorodną mieszaniną różnych skał nadkładu. W związku z tym wyniki oznaczeń są niepowtarzalne, a odchyłki analiz kontrolnych są niekiedy dość znaczne i wynoszą średnio 5 — 7%. Szczególne wątpliwości nasuwają się przy interpretacji wyników ścinania, które wykonywano w aparacie do ścinania prostego. Zachodzi to głównie dlatego, że:

— gliny zwałowe mają bardzo liczne północne gładziki, których obecność w płaszczyźnie ścinania wpływa na dokładność pomiaru;

— zarówno okruszy gliny zwałowej, jak i ilów poznańskich dość często wykazują strukturę „zlepnięcową”. Półzwarte lub twardoplastyczne bryły tych utworów, przy współudziale wilgoci „lasują się” źle i to tylko w zasięgu zewnętrznej łupiny, w wyniku czego w plastycznej lub miękoplastycznej osłonie tkwią „twarde” jądra. Wyniki ścinania tak wykształconych próbek nie są odpowiednikiem własności i zjawisk zachodzących na zwałach.

Zwałowanie nadkładu na zwałach odkrywki „Gosławice” rozpoczęto w 1956 r., zakończono zaś w lipcu 1961 r. Prowadzono je za pomocą zwałowarki, którą wprowadzono na przygotowany wcześniej poziom roboczy (ryc. 1 i 2). Poziom ten usypywany został w formie równi pochyłej wznoszącej się w kierunku pół-

nocnym do 20 m nad teren. Zwałowarka usypywała materiał nadsiępnie po stronie zachodniej i północnej na wysokość 16 — 20 m oraz podsiępnie po stronie wschodniej toru, przesuwając jednocześnie ruchem wachlarzowym własne stanowisko robocze w kierunku wschodnim. W wyniku takiego sposobu zwałowania przeciętna wysokość zwał wynosi 30 — 35 m.

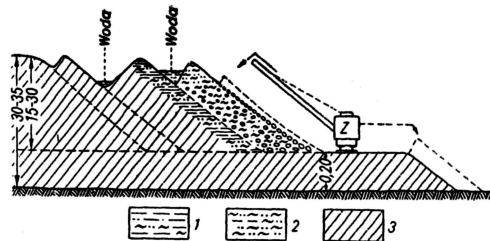
Badany zwał jest niestateczny. Na pełnym jego obwodzie stwierdzono kilkanaście osuwisk o dość zmiennych formach i rozmiarach. Ogólnie można wydzielić na podstawie form morfologicznych dwa główne typy ruchów mas ziemnych: pełzanie i osuwiska typowe. Pierwsze z wymienionych obejmują masy ziemne, które dowiezione na zwałowisko już w stanie zwiększonego nawilgocenia obsuwają się po bardziej statecznym materiale. Zjawisko to zachodzi już podczas zwałowania. Analogiczne zjawisko, lecz w mniejszej skali, ma miejsce wówczas, gdy zboczowe masy zwał ulegną nawilgoceniu od wód opadowych.

Drugim typem są osuwiska obejmujące duże lub bardzo duże masy ziemne, które po odkłuciu się od korpusu zwał obsuwają się w dół zbocza. W obrębie tak wykształconych osuwisk można wydzielić następujące obszary (ryc. 3):

- obszar oderwania, zwany niszą osuwiskową,
- rynnę z materiałem złożonym na drodze,
- jezor, obejmujący materiał wypchnięty poza stópę zbocza.

Ściana poślizgowa w obszarze oderwania jest gładka i nachylona do poziomu pod kątem stałym, którego wielkość waha się w granicach 61 — 65°. Próbkę pobrane w tej części profilu wykazują małą wilgotność, która zazwyczaj odpowiada stanowi półzawartemu lub twardestycznemu, dzięki czemu materiał zwałowy cechują stosunkowo wysokie wartości kohezji i kąta tarcia wewnętrznego.

Powierzchnia materiału złożonego w rynnie ma ogólne nachylenie niewielkie, od kilku do kilkunastu stopni. W niektórych osuwiskach można spostrzec w tej części dość wyraźnie zaznaczające się drugorzędne nisze osuwiskowe rozbijające rynnę na po-



Ryc. 2. Schemat zwałowania w Gostawicach.

1 — strefa z przewagą iltów poznańskich, 2 — strefa z przewagą piasków gliniastych, 3 — zwał o nieokreślonym składzie materiału, Z — zwałowarka.

Fig. 2. Scheme of heaping at Gostawice

1 — zone of predominance of the Poznań clays, 2 — zone of predominance of clayey sands, 3 — heap indefinite composition of material, Z — heapstead.

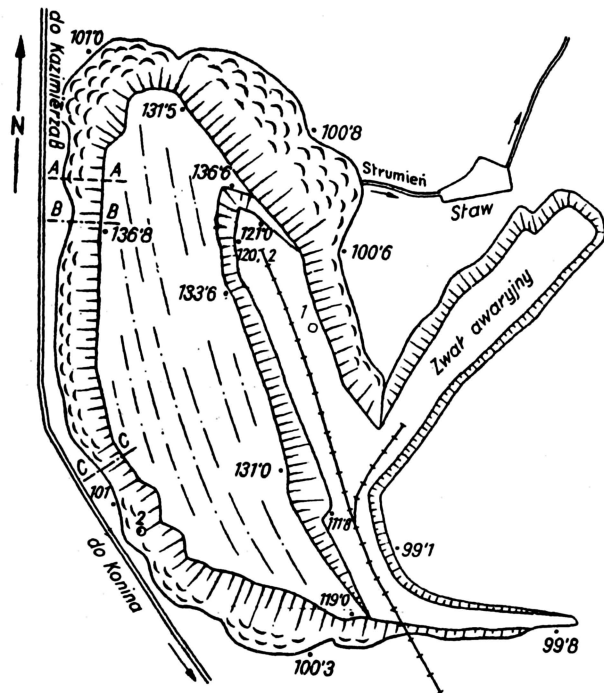
szczególne progi (ryc. 4, profil A-A). Jest to wynik niewątpliwie odnawiających się wtórnie ruchów mas ziemnych w zasięgu pierwotnie wykształconego zsuwu. W dolnych częściach nisz osuwiskowych i innych wklęsłościach powierzchniowych występują dość często małe zbiorniki wód opadowych. Próbkę pobrane z niewielkich głębokości w tej części profilu wykazują wilgotność bardzo różną, a stany konsystencji od miękkoplastycznych do półzwarłych.

Wreszcie najniższą część osuwiska stanowi jezor, który ma zazwyczaj łagodne i regularne nachylenie w granicach 2 — 17°. Górna powierzchnia jezora jest spękana i „zbrylona”, co jest wynikiem kruszenia się podczas pełzania zestalonych uprzednio mas ziemnych o nieznacznej wilgotności.

Profile skarp świeżych o wysokości $H = 20$ m, których wiek nie przekracza kilku miesięcy, mają nachylenie 34 — 39°. Skarpy wysokie ($H = 26 — 35$ m) w zachodniej części zwał, które usypane zostały przed 4 — 5 laty na ogół są niestateczne (ryc. 1). Nieliczne zaledwie w tej części odcinki skarp o wysokości ok. 26 m mają nachylenie 34 — 36° (ryc. 2, profile B-B, C-C). Jak wykazują obserwacje powierzchniowe takie stateczne skarpy zbudowane są wyłącznie z glin zwałowych i piasków, bez domieszek iltów poznańskich.

Powierzchnie zboczowe zwał mają w linii największego spadku dość gęstą sieć rowów i wyżłobień erozyjnych od wód opadowych. Głębokość tych rowów waha się od kilku centymetrów do 1 m i więcej. U podnóża skarp zbudowanych z glin zwałowych tworzą się płaskie piaszczysto-pylaste stożki napływowe, o nachyleniu 2 — 8°, których zasięg zazwyczaj nie przekracza kilku metrów od stopy zwał. Przed czołem omawianych stożków osadzają się wymyte przez wodę cząstki pylasto-ilaste. Zasięg powierzchniowy tych osadów, mierzony od czoła skarpy, osiąga niekiedy kilkadziesiąt metrów.

Główny wpływ na stateczność skarp ma woda. Pierwszy etap nawilgacenia mas zwałowych może mieć miejsce niekiedy już w odkrywcę. Utrzymująca się okresowo u podnóża skarpy roboczej woda opadowa może być czerpana przez koparkę i dowożona wraz z urobkiem na zwał (ryc. 5). Dalsze nawilgacenie masy zwałowej zachodzić może w rowie przeladowniczym, do którego wysypywany jest urobek. Obecność wody opadowej w rowie sprzyja dalszemu nawilgacaniu mas zwałowanych. Wszelkie nierów-

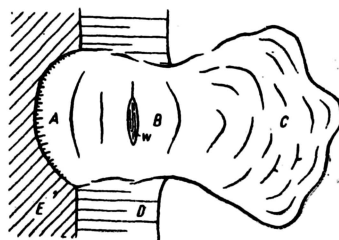


Ryc. 1. Plan sytuacyjny zwał w Gostawicach.

— — — system bruzd i grzęd, A—A linia profili, o¹ — otwory wiertnicze.

Fig. 1. Situation sketch of a heap at Gostawice

— — — system of furrows and ramparts, A—A line of profiles, o¹ — bore-holes.



Ryc. 3. Schemat osuwiska.

A — obszar oderwania (nisza), B — rynna, w — lokalne zbiorniki wody, C — jezor, D — skarpy, E — korona zwał.

Fig. 3. Scheme of the earth slide

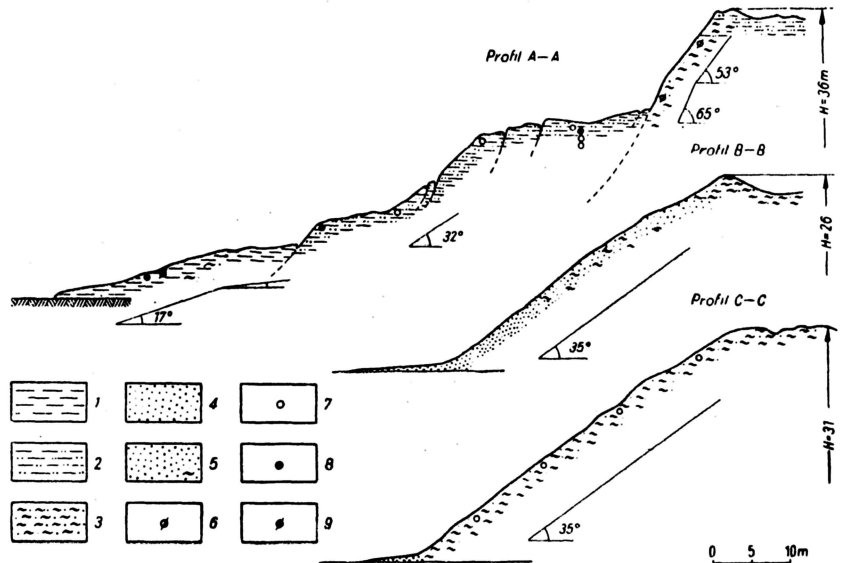
A — area of tearing off (niche), B — furrow, w — local water basin, C — tongue, D — scarp, E — crown of the heap.

Ryc. 4. Profile skarp zwału w Gosławicach.

1 — il poznański, 2 — pył piaszczysty (poz. ilów poznańskich), 3 — glina piaszczysta, 4 — piasek, 5 — piasek gliniasty. Stwierdzone stany konsystencji: 6 — półzwały, 7 — twaroplastyczny, 8 — plastyczny, 9 — miękkoplastyczny.

Fig. 4. Profiles of heap scarps at Gosławice

1 — Poznań clay, 2 — sandy dust (horizon of the Poznań clays), 3 — sandy clay, 4 — sand, 5 — clayey sand. Provided states of consistency: 6 — half-compact, 7 — hard-plastic, 8 — plastic, 9 — soft-plastic.



ności powierzchniowe w koronie zwału sprzyjają utrzymywaniu przez dłuższy okres zbiorników wodnych, a tym samym wzmózonej infiltracji w niektórych partiach zwału, również w okresie bezdeszczowym. Sprzyja temu zwłaszcza utrzymywanie w koronie zwału systemu grzęd o kierunkach równoległych do frontu zwału (ryc. 6). Utrzymujące się między nimi lokalne zbiorniki wodne, zwłaszcza w przypadkach wyraźnie zaznaczających się stref o różnej przepuszczalności, powodować mogą w zwale nawilgacanie strefowe wzdłuż płaszczyzny kontaktu dwóch cykli roboczych zwałowarki (ryc. 2).

Na podstawie badań laboratoryjnych stwierdzono, że porowatość w masie zwałowej wzrasta od góry ku stopie zwału. Różnice te są rzędu $\frac{1}{3}$ wartości. Jest to niewątpliwie wynik grawitacyjnej selekcji materiału na zboczu skarpy roboczej według wielkości fragmentów skalnych (ryc. 2). W związku z tym obecność głębokich bruzd sprzyja niewątpliwie wzmózonej infiltracji wód opadowych w korpus zwału.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych w masie zwałowej z Gosławic, wydzielono 7 grup utworów skalnych, których uśrednione własności fizyczno-mechaniczne zestawiono w tabeli I. W poniższej tabeli użyto następujących oznaczeń: C — czwartorzęd, T — trzeciorzęd, Gz — glina zwałowa, I — il poznański, P — piasek, Gp — glina piaszczysta, Pg — piasek gliniasty, πp — pył piaszczysty, $P\pi$ — piasek pyłasty, π — pył, $G\pi c$ — glina pylasta ciężka, Gc — glina ciężka, $G\pi$ — glina pylasta, G — glina.

Z powyższego zestawienia wynika:

— największą ilość próbek o zbliżonym składzie ziarnowym i podobnych własnościach geotechnicznych reprezentują gliny piaszczyste i piaski gliniaste, co jest odpowiednikiem ich procentowego udziału w masie zwałowej,

— pozostałe odmiany litologiczno-stratygraficzne reprezentowane są znacznie rzadziej. Pyły piaszczyste reprezentowane w badaniach laboratoryjnych przez stosunkowo dużą ilość próbek (18%) uczestniczą w budowie zwału w znacznie mniejszym zakresie, lecz ze względu na skłonność do tworzenia przez nie osuwisk opróbowano ten typ utworów bardziej szczegółowo.

Zwał w Pątnowie wykonują dwie zwałowarki (ryc. 7). Pierwsza zwałuje podsieypnie z poziomu +115 m, utrzymując 20 m wysokość skarpy, druga z poziomu +122 m podsieypnie, utrzymując 7 m skarpe i nadsieypnie na wysokość 18 m (ryc. 8 i 9). Łączna wysokość zwału wynosi 45 m. Projektowane nachylenie skarpy czołowej $\beta = 33^{\circ}40'$, zaś generalny kąt nachylenia z uwzględnieniem poziomów roboczych zwałowarek $\beta' = 8 - 13^{\circ}$.

W czasie prowadzonych w 1961 r. obserwacji zwał pątnowski osiągnął zaledwie wysokość 27 m i tylko na małej powierzchni jego wysokość przekraczała 30 m. Główny wpływ na zachowanie się ówczesnego zwału miało to, że materiał zwałowany stanowił produkt wymieszania tylko glin zwałowych z piaskami, gdyż wkopem otwierającym w odkrywcę nie osiągnięto jeszcze ilów poznańskich. Był on wówczas stateczny (ryc. 10), a jedyny wyjątek stanowiła północno-zachodnia część zwałowiska, wkraczająca na występujące w podłożu torfy. Obciążenie torfów masą zwałową o wysokości 19 m spowodowało ich wyparcie i spiętrzenie przed czołem skarpy na wysokość do 5 m. Zasięg wyciskania torfów mierzony od stopy skarpy wynosił przeciętnie 35 m. Wyparcie torfów z podłoża spowodowało naruszenie równowagi 60-metrowego odcinka zwału, co przejawiało się spełnieniem materiału na odległość do 10 m od pierwotnej podstawy skarpy.

Tabela I

Oznaczenie wg PN-54/B/02 480	Poziom stratygraficzny	Wiek	Ilość zbadań próbek	Ciężar objętościowy G/cm ³	Kohezja kG/cm ²	Kąt wewnętrznej tarcia φ°	Włgotność Wn %	Granica płynności L _y %	Granica plastyczności L _p %	Wskaźnik plastycz. W _p %	Stopień plastycz. Sp
Gp, Pg	Gz/P	C	86	2,01	0,22	22°30'	11,6	21,7	12,9	8,8	0,01
πp	Gz/I	C/T	26	1,85	0,18	17°	17,5	34,8	17,4	17,4	0,23
$P\pi$		C	8	1,80	0,14	24°30'	12,0	—	—	—	—
π	I	T	7	1,74	0,21	4°30'	27,5	50,2	21,7	28,5	0,20
Gc, G π , G πc	I	T	7	2,01	0,47	14°	20,3	49,5	17,7	31,8	0,12
G	Gz/I	C/T	6	2,04	0,32	10°30'	18,6	32,8	16,0	16,7	0,23
P		C	3	1,65	0,02	28°30'	8,5	—	—	—	—

Tabela II

	Pg	Gp	G	πp	$P\pi$	Gc	Gpc	Razem
Ilość badań	54	16	13	12	2	2	2	101
Udział w %	53,4	15,8	12,9	11,9	2	2	2	100

Oznaczenia jak w tab. I.

Charakter 101 próbek pobranych w Pątnowie z wkopów i otworów na podstawie wykonanych analiz granulometrycznych przedstawiono w tabeli II.

Z zestawienia powyższego wynika, że w masie zwałowej zdecydowaną przewagę (ok. 70%) stanowią piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Żadna z pobranych próbek nie reprezentuje czystych piasków, co świadczy z kolei o stosunkowo dobrym przemieszaniu utworów nadkładowych przed ich złożeniem na zwał. Obserwacje powyższe pozwalają stwierdzić, że gliny zwałowe w odróżnieniu od ilów poznańskich mieszają się dobrze.

Uśrednione wyniki badań laboratoryjnych wszystkich przebadanych próbek z Pątnowa zestawiono w tabeli III.

Porównując powyższe wielkości z uśrednionymi własnościami skał tworzących nadkład można stwierdzić, że własności mechaniczne masy zwałowej są znacznie niższe od nich. Przejawia się to w przeprowadzeniu utworów spoistych ze stanu półzwartego w twaroplastyczny, co jest połączone z obniżeniem kohezji o 75%, zaś kąta wewnętrznego tarcia o 34%. Zmiany powyższe są wynikiem rozluźnienia i przemieszczenia utworów spoistych z piaskami oraz nawilgocenia mas zwałowych.

Dodatkowe badania i obserwacje zwału pątnowskiego przeprowadzono latem 1962 r., kiedy w zwałowanej masie oprócz wymienionych wyżej składników brały już udział również ilły poznańskie, a zwał osiągnął wówczas wysokość 45 m. W tych warunkach na zwale zaczęły się pojawiać osuwiska o charakterze spełzań. Kąt nachylenia masy zwałowej w zasięgu strefy osuwiskowej wynosił przeciętnie 23° (ryc. 11). Formy te jednak nie są ostateczne ponieważ ruch mas osuwiskowych w okresie obserwacji nie został zakończony.

Z obserwacji powyższych wynika głównie stwierdzenie, potwierdzające zresztą uprzednie przewidywania, że udział ilów poznańskich w masie zwałowej przy współdziałaniu wilgoci wpływa bardzo niekorzystnie na stateczność skarp. Nieznaczne nawet zawilgocenie powierzchni fragmentów ilów poznańskich sprzyja skłonnościom osuwiskowym, zwłaszcza jeśli znalazły się one w większej ilości w piaszczystym możliwym odspojeniu. W związku z tym, jak najbardziej aktualna staje się troska o zastosowanie środków zabezpieczających masę zwałową przed nadmiernym nawilgacaniem. Pozostawienie w koronie zwału nierówności i wklęsłość jest również w przypadku zwału pątnowskiego przyczyną wzmoczonej



Ryc. 5. Fragment odkrywki w Pątnowie z utrzymującym się zbiornikiem wodnym u stopy skarpy.
Fig. 5. Fragment of outcrop at Pątnów showing permanent water basin at the foot of scarp

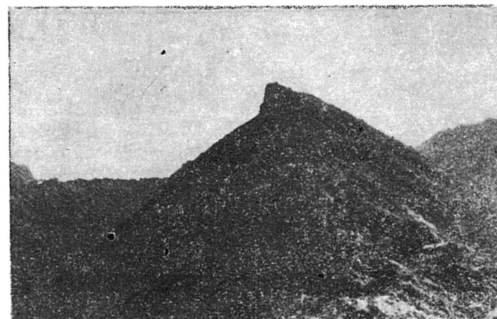
Tabela III

Wskaźnik	Ilość przebadanych próbek	Wartość				
		maks.	min.	średnia arytmetyczna	średnia gwarantowana wg. Fligunowej	Odkrywka, gliny zwałowe, średnia arytmetyczna z 46 próbek
Wilgotność naturalna %	108	17,0	5,0	11,0		10,2
Wskaźnik plastyczności %	85	19,0	1,0	10,2		12,0
Stopień plastyczności	85	0,5	0,9	0,02		0,37
Ciężar objętościowy G/cm ³	107	2,35	1,55	2,12	2,19	2,20
Kąt tarcia wewnętrznego	108	34°	10°	22°	20°40	30°
Kohezja kG/cm ²	108	0,55	0,05	0,24	0,23	0,91

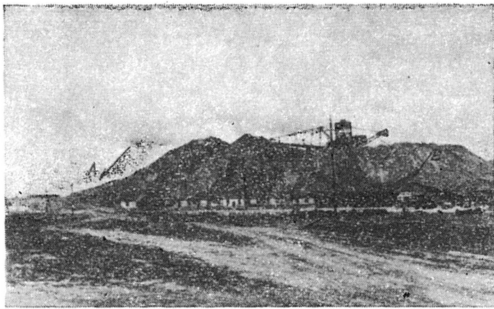
infiltracji strefowej wód opadowych. Świadczy o tym fakt powstawania w koronie zwału licznych zapadłisk o kształcie kominowym, których głębokość nie przekracza 0,7 m, a średnica 1 m (ryc. 12). Powstają one w miejscach lokalnych zbiorników wód opadowych na poziomach roboczych. Próbkę pobrane w tej strefie z otworów sondażowych wykazują wilgotność większą od normalnej.

Jakkolwiek przeprowadzone obserwacje stanowią zaledwie wstępny etap badań, pozwalają jednak na wyprowadzenie pewnych wniosków na temat przyczyn powodujących zjawiska osuwiskowe na zwalach. Należy stwierdzić, że w wyniku rozdrabniania i wielokrotnego przemieszczenia różnych pod względem litologicznym utworów, na zwale znajdują się masy ziemne, których przewagę stanowią piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Rozluźnienie utworów powoduje obniżenie ich własności fizyczno-mechanicznych w stosunku do utworów urabianych w odkrywce. Udział domieszek ilów poznańskich w masie zwałowej jest szczególnie niekorzystny.

Przyjmując za podstawę uśrednione wyniki badań laboratoryjnych próbek pobranych ze zwału gościańskiego dokonano przybliżonych obliczeń stateczności skarp na podstawie metody Taylora. W obliczeniach przyjęto wysokość zwału $H = 34$ m. Kohezję, kąt wewnętrznego tarcia i ciężar objętościowy obliczono jako średnie ważone z wielkości przedstawio-

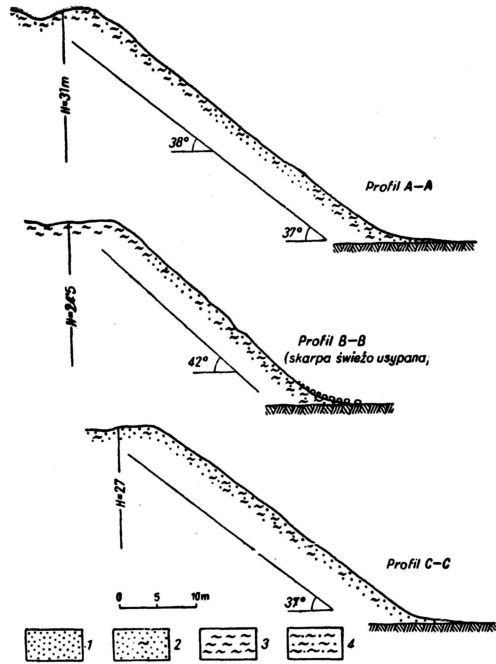


Ryc. 6. System grzęd w strefie świeżo formowanego zwału w Pątnowie.
Fig. 6. System of ramparts in the zone of new formed heap at Pątnów



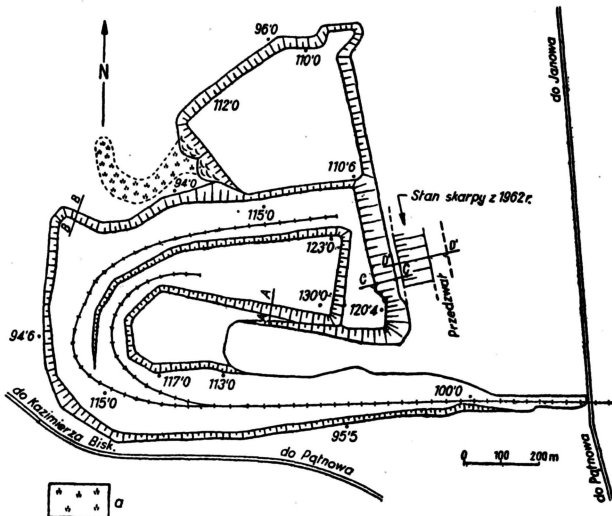
Ryc. 7. Widok zwalù pątnowskiego (A i B — spęznienia).

Fig. 7. View of the Patnów heap (A and B — creeps)



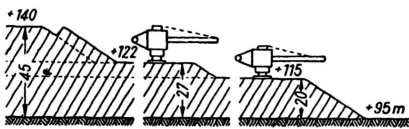
Ryc. 10. Profile skarpy zwalù w Pątnowie (1961 r.). 1 — piasek, 2 — piasek gliniasty, 3 — glina, 4 — glina piaszczysta.

Fig. 10. Profiles of heap scarps at Patnów, in 1961 1 — sand, 2 — clayey sand, 3 — boulder clay, 4 — sandy clay.



Ryc. 8. Plan sytuacyjny zwalù w Pątnowie (1961 r.). A—A linie profilów, a — zasięg występowania torfów w podłożu.

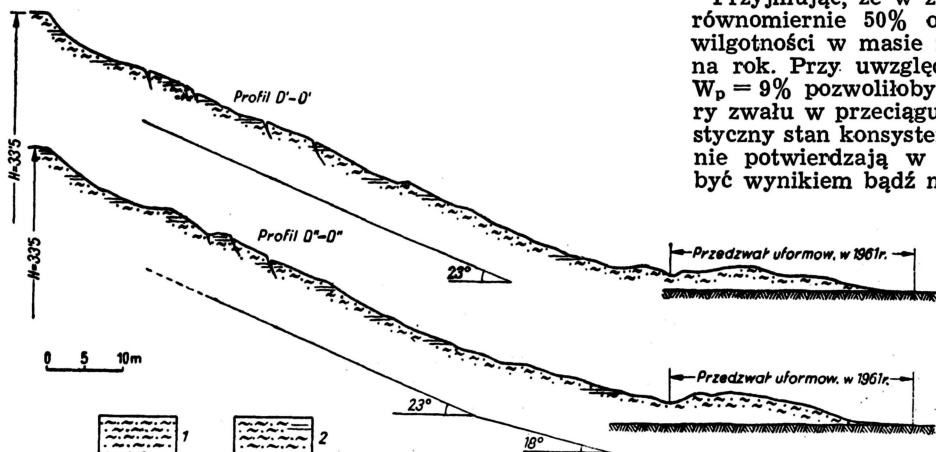
Fig. 8. Situation sketch of a heap at Patnów, in 1961 A—A — lines of profiles, a — extent of peat occurrences in the substratum.



Ryc. 9. Schemat zwałowania w Pątnowie. Fig. 9. Scheme of heaping at Patnów

nych w tabeli I. Wagę stanowią ilości przebadanych próbek, przy czym dla pyłów piaszczystych przyjęto wagę $w = 10$. Starsza część zwalù nie ma wprawdzie zboczny statecznych, ale przez analogię do świeżo formowanego zwalù można przyjąć, że pierwotny kąt nachylenia skarpy, odpowiadający kątowi zsypania naturalnego wynosił 37° . Dla rozpatrywanych warunków stopień pewności skarpy $n = 0,71$, co jest wyraźnym potwierdzeniem niestateczności skarpy. Dla stopnia pewności $n = 1,1$, nachylenie skarpy nie powinno przekraczać kąta 30° . Podobne obliczenia wykonano dla zwalù pątnowskiego, zakładając wysokość skarpy $H = 27$ m i kąt nachylenia 37° . Przyjmując do obliczeń uśrednione wyniki badań laboratoryjnych uzyskano stopień skarpy $n = 1,16$, co znajdowało potwierdzenie w praktyce do 1961 r. Wysokość krytyczna dla tego materiału (gdy $n = 1$) jest $H = 31,6$ m.

Przyjmując, że w zwalù o wysokości 20 m infiltruje równomiernie 50% opadów atmosferycznych wzrost wilgotności w masie zwałowej wynosiłby średnio 1% na rok. Przy uwzględnieniu wskaźnika plastyczności $W_p = 9\%$ pozwoliłoby to przeprowadzić spoiste utwory zwalù w przeciągu ok. 5 lat z półzwartego w plastyczny stan konsystencji. Przeprowadzone obserwacje nie potwierdzają w pełni tych rozważań, co może być wynikiem bądź małej przepuszczalności, bądź też



Ryc. 11. Profil skarpy niestatecznej w Pątnowie D' — D' stan z dnia 23 IX 1962 r. D'' — D'' stan z dnia 23 IX 1962 r.

1 — glina zwałowa, 2 — glina zwałowa z łem poznańskim.

Fig. 11. Profile of an unstatic scarp at Patnów. D' — D' — state from Sept. 23, 1962., D'' — D'' — state from Sept. 23, 1962

1 — boulder clay, 2 — boulder clay with the Poznań clay.



Ryc. 12. Zapadliska powierzchniowe na poziomie roboczym zwałowiska pątnowskiego.

Fig. 12. Surface sinks on the production level of the Pątnów heap

odbieraniem wody infiltrującej w zwał przez przepuszczalne podłoże. Żaden z otworów wiertniczych nie napotkał wprawdzie ani stałego poziomu wody w zwałach, ani wyraźnej zależności wilgotności od głębokości, można jednak było stwierdzić obecność w masie zwałowej dość licznych stref o wysokim stopniu plastyczności. Przykładem tego są profile otworów Nr 1 i 2 w Gosławicach. Obecność w profilu stref o wilgotności odpowiadającej stanowi plastycznemu, a nawet miękkoplastycznemu może być wynikiem bądź złożenia na zwałach materiału już nawilżonego, bądź też strefowej infiltracji wód opadowych. Oba przypadki mogą mieć główne znaczenie dla rozwoju osuwisk.

Z przeprowadzonych obserwacji wynika dalsze stwierdzenie, że duży wpływ na stateczność skarp ma charakter podłoża lub najniższej części masy zwałowej. Obecność torfów w podłożu zwałowiska spowodowała ruch zbocza, które w przypadku podłoża piaszczystego gwarantowało pełną jego stateczność. Również wycieki wodne spod stopy zwałowiska w Gosławicach, spowodowane przysypaniem małego cieku powierzchniowego, były przyczyną powstania największego osuwiska w obrębie opisywanego zwałowiska (ryc. 1).

Obecność nawet bardzo cienkiej warstwy słabej w strefie kontaktu zwałowiska z podłożem, spowodować może naruszenie stateczności zbocza. Raz odkłute od korpusu zwałowiska zboczowe masy ziemne w wyniku poślizgu, wypierania lub nierównomiernego osiadania zapoczątkują ruch, którego zasięg będzie tym większy, im większe jest nawilżanie mas zboczowych.

Z przytoczonych rozważań wynika, że należy likwidować grzędy zwałowiska i starannie wyrównywać powierzchnię jego korony. Górna powierzchnia zwałowiska powinna być objęta siecią płytkich otwartych rowów przy zastosowaniu niezbędnych dla odpływu wody spadków. Dla uniknięcia zamulania rowów oraz w celu dodatkowego ograniczenia infiltracji wód opa-

dowych wskazane jest pokrycie zwałowiska roślinnością. Vegetacja roślinna zależy w znacznej mierze od rodzaju utworów złożonych na powierzchni zwałowiska. Obecność ilów poznańskich w warstwie glebowej nie sprzyja wegetacji roślinnej ze względu na zawartość w nich siarczków żelaza, które wietrzejąc dają reakcje kwaśne. Wskazane byłoby składowanie w koronie zwałowiska przede wszystkim glin zwałowych, sprzyjających wegetacji roślin tak ze względu na składniki (wapno, potas), jak i ze względu na strukturę.

SUMMARY

The paper deals with the results of preliminary engineering-geological studies concerning heaps of the Gosławice and the Pątnów open-cut mines. Analysing the field observations, laboratory investigations and computations, the authors have stated that main influence on the stability of a heap is due to the water, the presence of Poznań clay admixtures in the heap mass and the character of the substratum or of the lowermost bed of heap.

To obtain the greater stability of the heaps, it is recommended to make even their top surfaces and to put on a net of shallow open ditches draining off the atmospheric waters. To avoid the filling by mud and the additional decreasing of infiltration of atmospheric waters, it is suitable to cover the surface of heap by vegetation. Due to the admixtures of iron sulphides, the presence of the Poznań clays in the soil zone is not favourable for vegetation. Therefore, it is necessary to form here the soil zone of boulder clays characteristic of their favourable soil-forming properties.

РЕЗЮМЕ

В статье содержатся результаты вступительных инженерно-геологических исследований отвалов в карьерах Гославице и Понтнув. Изучение полевых наблюдений, лабораторных исследований и проведенных расчетов доказывает, что решающее влияние на устойчивость отвалов производят: вода, примеси познанских глин в массе отвалов, характер основания отвала или его подошвенного слоя.

Повышение устойчивости отвала может быть достигнуто путем старательного выравнивания их поверхности и сооружения на ней системы неглубоких открытых канав для отвода атмосферных вод. С целью избежания заиления и дополнительного уменьшения инфильтрации атмосферных вод целесообразно развивать на поверхности отвалов растительный покров. Присутствие познанских глин в почвенном слое, ввиду содержащихся в них сульфидов железа, не благоприятствует развитию растительности. В связи с этим рекомендуется формировать почвенный слой из валунных глин, проявляющих положительные почвообразовательные свойства.