

STANISŁAW KOCZWAŃSKI, JADWIGA NOWAKOWSKA-MORYL

Przekroje poprzeczne leśnych gruntowych dróg stokowych

Поперечные разрезы лесных грунтовых дорог на склонах

Cross-sections of forest unsurfaced slope roads

I. WSTĘP

Drugi leśne w terenach górskich dzielimy pod względem topograficznym na drogi dolinowe, stokowe i grzbietowe. Te ostatnie mają minimalne znaczenie dla gospodarki leśnej. Drogi dolinowe są najbardziej zbliżone pod względem konstrukcyjnym do dróg publicznych niższych klas. Natomiast drogi stokowe są w zasadzie drogami wewnętrznymi i jako takie są budowane według zasad dostosowanych szczególnie do możliwości i specyfiki gospodarki leśnej.

W lasach górskich ilość dróg stokowych istniejących lub projektowanych jest z reguły znacznie większa od ilości dróg dolinowych. Stosunek ilości dróg stokowych do dolinowych wynosi zwykle 5:1 do 3:1.

Drogi stokowe mają w terenie górskim zasadnicze znaczenie, stąd też wydaje się uzasadniona potrzeba badań i rozwiązań teoretycznych i praktycznych w tym zakresie.

W Polsce nowe drogi stokowe buduje się od 1959 r. wg zasad ustalonych w resorcie leśnictwa odrębną instrukcją (1).

Zasady te można ogólnie scharakteryzować następująco:

— projekty dróg są uproszczone, wymiary i spadki dróg nie są ściśle z góry ustalone i ulegają wahaniom w trakcie budowy,

— drogi mają nawierzchnię gruntową naturalną, stoki skarp wykopów i nasypów na ogół nie są wykańczane dokładnie, jak to się robi przy normalnych drogach,

— jako jezdnię przyjmuje się jedynie pas wykopu w przekroju odcinkowym; jezdnia ma mieć spadek dostokowy 3—5%,

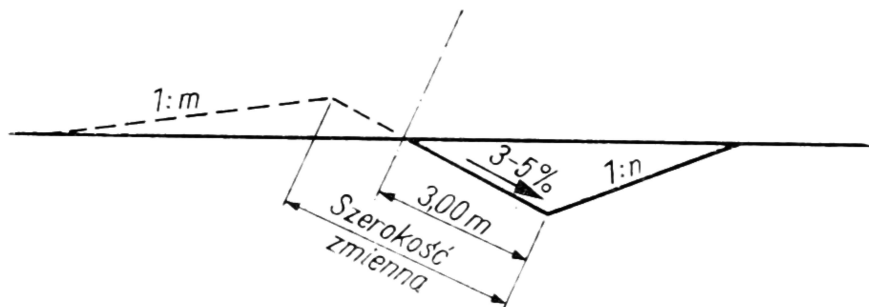
— roboty ziemne wykonywane są w maksymalnym stopniu mechanicznie (spycharkami).

Na temat podany w tytule niniejszego artykułu, autorzy opublikowali pracę (2), podając wyniki badań z 1967 r. W późniejszym okresie dokonano dalszych badań i pomiarów, otrzymując łącznie materiał ze 190 przekrojów dróg stokowych. Na tym materiale oparto analizę zagadnienia podaną poniżej.

II. METODYKA

Prace terenowe wykonano na 12 odcinkach badawczych leśnych gruntowych dróg stokowych na terenie OZLP Kraków, w nadl. Ujsoły, Nawojowa i Muszyna. Drogi te zostały wybudowane w latach 1960—1966.

Na drogach wyznaczono przekroje poprzeczne w odstępach ok. 40-metrowych, na nich pomierzono szerokości dróg w koronie, spadki poprzeczne na koronie drogi oraz skarp wykopów i nasypów (pomiarem schodkowym, kompletem łat). Spadki na koronie podzielono na dostokowe i odstokowe, w wypadku zmiennego przebiegu spadku podano wartość średnią. W 7 wypadkach dla korony drogi oraz w 20 dla jezdni spadek był zerowy (poziom).



Ryc. 1. Przekrój normalny leśnej gruntowej drogi stokowej



Ryc. 2. Fragment odcinka badawczego dróg stokowych. Droga w ostrych łukach, skarpy wykopów częściowo plantowane

Jako pas jezdni przyjęto dla połowy przekrojów faktyczny pas wykopu i dla połowy ściśle pas 3-metrowy. Pierwsze przyjęcie jest dostosowane do wymogu instrukcji (1), że jezdnia ma być w wykopie, drugie do wymogu, że jezdnia ma mieć 3,00 m szerokości (w prostych).

Wyniki pomiarów opracowano w formie zestawień tabelarycznych oraz rysunków. W tabelach zestawiono materiał według zasad statystycznych, obliczając wartość średnią (\bar{y}) ze wzoru:

$$\bar{y} = y_{i\text{sr}} + h \frac{n_i z_i}{n}$$

oraz wartość odchylenia standardowego (s_y) ze wzoru:

$$s_y^2 = h^2 \left[\frac{n_i z_i}{n} - \left(\frac{n_i z_i}{n} \right)^2 \right]$$

**Wyniki obliczeń parametrów technicznych leśnych
gruntowych dróg stokowych**

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość średnia \bar{y}	Odchylenie standardo- we S_y^2
1	2	3	4	5
1	Szerokość dróg w koronie	m	5,04	1,00
2	Dostokowy spadek poprzeczny na koronie dróg	%	4,59	3,20
3	Odstokowy spadek poprzeczny na koronie dróg	%	3,76	3,20
4	Dostokowy spadek poprzeczny jezdni dróg	%	5,06	3,10
5	Odstokowy spadek poprzeczny jezdni dróg	%	3,97	2,84
6	Nachylenie skarp dróg w wykopie (1 : n)	n	1,18	0,38
7	Nachylenie skarp dróg w nasypie (1 : n)	n	1,72	0,68
8	Nachylenie stoków w obrębie pasa drogowego	o	20,00	6,29

Na podstawie tabel sporządzono histogramy szeregów rozdzielczych obliczanych wartości. W niniejszym opracowaniu dokonano zestawienia wyników końcowych (określonych ww parametrami) w tab. 1 i na ryc. 3.

III. SZEROKOŚCI DRÓG STOKOWYCH

Według instrukcji (1) określona jest jedynie szerokość jezdni dróg stokowych, a mianowicie 3,00 m, natomiast szerokość w koronie jest zmienna i zależna od nachylenia stoku i staranności wykonania, a w pewnym stopniu również od rodzaju gruntu. Trzymetrowy pas szerokości jezdni powinien być wyłącznie w wykopie, zatem szerokość pasa korony drogi w nasypie (a więc i cała szerokość drogi w koronie) będzie przede wszystkim zależna od nachylenia stoku.

Powinno tak być zarówno w prostych, jak i w łukach, gdzie poszerzenie jezdni powinno nastąpić również w wykopie. Faktyczne szerokości dróg w koronie wahają się od ok. 3 do ok. 9 m, wartość średnia wynosi 5,04 m, odchylenie standardowe 1,00 m. Przyjmując wymaganą szerokość jezdni 3,00 m, szerokość drogi w koronie powinna wynosić w prostej ok. 4—5 m (uwzględniając nasyp z przekroju odcinkowego), zatem wartość 5,04 odpowiada przeciętnym warunkom przewidzianym dla dróg stokowych.

Wartości powyżej 5 m dotyczą odcinków dróg w łukach oraz odcinków nieplanowo szerokich. W tym ostatnim wypadku zwiększenie szerokości drogi w koronie ma pozytywne aspekty (o czym dalej), natomiast wartości poniżej 4 m świadczą o realizacji robót poniżej wymaganego minimum.

Przy założeniu starannego wykonawstwa oraz jednorodności gruntu, szerokość dróg stokowych w koronie powinna być funkcją nachylenia sto-

ków. Im nachylenie stoków większe, tym większy wykop, a więc i nasyp (w przekroju odcinkowym), tym łagodniejsze nachylenie skarp wykopu i nasypu. Ta supozycja teoretyczna nie odpowiada stanowi faktycznemu (ryc. 3). Zależność ta jest ogólnie biorąc odwrotnie proporcjonalna.

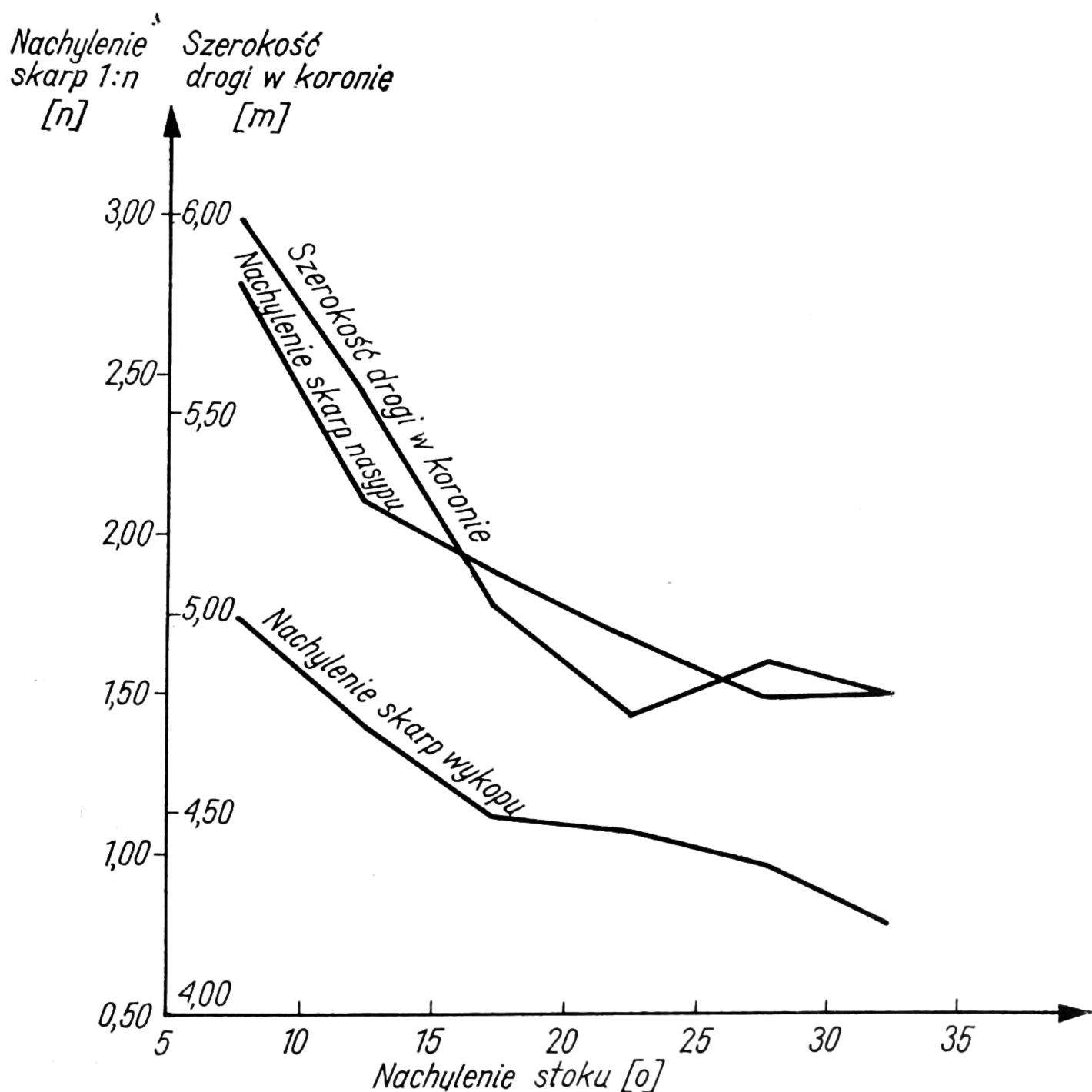
Przyczyn tego stanu rzeczy należy dopatrywać się we względach praktycznych, a to:

— im łagodniejszy stok, tym łatwiej dokonać szerszego wykopu (a więc i nasypu),

— im łagodniejszy stok, tym łatwiej jest wykształcić łagodniejszą skarpe wykopu,

— im bardziej stromy stok, tym bardziej obsuwa się nasyp, zmniejszając szerokość drogi w koronie.

Jak wiadomo, nasypy przy drogach stokowych wykonywanych wg instrukcji (1) nie są podpierane murami oporowymi.



Ryc. 3. Zależność między nachyleniem stoków a nachyleniem skarpy i szerokością w koronie dróg stokowych

IV. SPADKI NA KORONIE DROGI

Według instrukcji (1) jezdnia dróg stokowych powinna mieć spadek dostokowy w wysokości 3—5%. Na badanych odcinkach obliczono spadki poprzeczne wg uwag podanych w p. 2. Wyniki tych obliczeń przedstawiono w tab. 1.

Biorąc za podstawę analizy wymogi instrukcji (1), można zagadnienie faktycznych spadków poprzecznych na drogach stokowych ocenić następująco.

Spadki na koronie — spadek odstokowy ma mniejszą wartość średnią (3,76%) niż dostokowy (4,59%) i występuje znacznie rzadziej (30 na 83 wypadki). Poziom występuje w 7 wypadkach. A więc spadek dostokowy jest dominujący, ale dość liczne jednak występowanie spadków odstokowych jest zjawiskiem niezgodnym z instrukcją. Rozrzut wartości dla obu spadków jest ten sam ($s_v = 3,20$).

Spadki na koronie — spadek odstokowy ma mniejszą wartość średnią retycznych. Prawie równa liczba przekrojów ma spadki dostokowe i odstokowe, w 20 wypadkach jest poziom. Wartość średnia jest większa dla spadku dostokowego (5,06%) niż odstokowego (3,97%), co jest bardziej prawidłowe, natomiast rozrzut spadków jest nieco większy dla spadku dostokowego ($s_v = 3,10$) niż odstokowego ($s_v = 2,84$).

Tak duże zróżnicowanie spadków poprzecznych na koronie dróg stokowych wynika zarówno z niedokładności wykonania, jak (w większym stopniu) z deformacji korony dróg w czasie ich użytkowania.

V NACHYLENIE SKARP I STOKÓW

W praktyce projektowania leśnych dróg stokowych przyjęto dla przekroju normalnego nachylenia skarp wykopów 1:1, nasypów 1:1,5 (ryc. 1). Faktyczne nachylenia skarp na badanych odcinkach dróg są następujące: średnia wartość nachylenia skarp w wykopie wynosi 1:1,18, nasypów — 1:1,72. Rozrzut wartości jest większy przy skarpach nasypów ($s_y = 6,68$ m) niż wykopów ($s_y = 0,38$ m).

Z uwagi na to, iż niektóre skarpy wykopów, a wszystkie nasypów, nie są plantowane i wykształcane ściśle wg zasad geotechniki drogowej, można przypuszczać, iż stwierdzone nachylenia skarp są raczej za duże i wymagałyby niekiedy złagodzenia. Wobec tego przyjęte wstępnie nachylenia skarp 1:1 i 1:1,5 są niewątpliwie zaniżone. Należy tutaj również powtórzyć poprzednią uwagę o tendencji w wykonawstwie zaostrenia skarp wraz ze wzrostem nachylenia stoków. Przy postępowaniu odwrotnym, nachylenia te byłyby jeszcze łagodniejsze.

Oдноśnie do nachylenia stoków — średnia wartość nachylenia wyniosła 20°, przy dużym rozrzucie od ok. 5° do 35° ($s_{y_i} = 6,29$).

Dla dróg stokowych w nadl. Muszyna podaje G e c o w (3) odpowiednie wartości od 10°30' (18%) do 33°10' (65%), średnia 19°20'. Zatem wszystkie wartości na badanych odcinkach leżą poniżej granicy, którą uważa się za górną wartość nachylenia realności budowy drogi stokowej w lasach.

H a f n e r (4) przyjmuje za tę wartość nachylenie 37°.

VI. WNIOSKI

Badanie przekrojów poprzecznych leśnych dróg stokowych grutowych wykonanych w latach 1960—1966 w OZLP Kraków nasuwa następujące uwagi i wnioski.

1. Szerokości dróg w koronie są znacznie zróżnicowane, co wynika głównie z poszerzeń w łukach, tolerancji wykonawczej oraz zróżnicowania pochyłeń terenu. Ten ostatni aspekt wpływa jednak odwrotnie na szerokości dróg w koronie, niżby należało się spodziewać z założeń teoretycznych. Szerokości za małe są niewątpliwie wąskim gardłem w przejezdności tych dróg, natomiast szerokości za duże mogą być pozytywnie wykorzystane dla założenia mijanek i składnic.

2. Spadki poprzeczne odbiegają znacznie od wymaganych instrukcją. Zależność między prawidłowym spadkiem poprzecznym na koronie drogi a funkcjonalnością i trwałością drogi jest oczywista. Warte zwrócenia uwagi jest to, że duża część dróg stokowych ma faktycznie spadki odstokowe, co do których zastosowania istnieją obawy i wahania w leśnictwie. Ten fakt nasuwa wniosek, iż należałoby wykonać w formie eksperymentalnej odcinki dróg stokowych ze spadkiem odstokowym, który ma duże zalety w odwodnieniu dróg.

3. Nachylenia skarp są faktycznie większe niż założone w praktyce projektowania dróg stokowych. Skarpy nasypów układają się w zasadzie samorzutnie, natomiast skarpy wykopów są kształtowane przez wykonawcę robót. Jak widać, w wykonawstwie istnieje tendencja pozostawienia bardziej stromych skarp. Jest to niewątpliwie uzasadnione względami oszczędnościowymi w odniesieniu do produkcyjnej (i ochronnej) powierzchni leśnej. Podobny pogląd spotyka się w literaturze leśnej, np. w pracy G e c o w a (3), w której autor sugeruje nawet — w miarę możliwości — pozostawienie skarp pionowych. Zastrzeżenia w odniesieniu do stromych skarp nasuwają się ze względu na stabilność korpusu drogowego. Autorzy napotkali na odcinkach badawczych kilka wypadków obsuwania się skarp wykopów. Są to jednak dość rzadkie wypadki, nie zawsze wynikłe z pochylenia skarp, ale z charakteru usuwiskowego gruntu.

Określenie jednakże w tej pracy ściślejszych związków między nachyleniem skarp, wielkością i kosztem robót ziemnych oraz stabilnością korpusu drogowego nie jest możliwe i wymaga odrębnych badań.

LITERATURA

1. Instrukcja projektowania i mechanicznej budowy leśnych dróg stokowych. NZLP. Warszawa 1962.
2. K o c z w a ń s k i S., M o r y l J. — Badanie przekroju poprzecznego leśnych grutowych dróg stokowych. „Zeszyty Naukowe WSR Kraków”, 1969.
3. G e c o w R. — Leśne drogi stokowe. „Las Polski” nr 24, 1969.
4. H a f n e r F. — Zur forstlichen Wegenetzlegung in steilem Gebirgsgelände. „Allgemeine Forstzeitung” nr 3/4, 1964.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 17 marca 1971 r.