

ANDRZEJ BOHOSIEWICZ

**Pomiary i ustalenie kąta skrzyżowania
szlaków zrywkowych
z drogą wywozową w warunkach górskich**

Измерения и определения угла скрещивания трелевочных волоков
с вывозной дорогой в горных условиях

Measurements and the determination of crossing angle of skidding with
transportation roads under mountain conditions

Wstęp

Postęp techniczny w zakresie jednej z najbardziej pracochłonnych i niebezpiecznych prac w leśnictwie, jaką jest zrywka drewna, sprawia, że przy projektowaniu nowych oraz modernizacji starych szlaków zrywkowych należy uwzględniać kryteria techniczne, podobnie jak przy projektowaniu tras dróg wywozowych.

W wielu publikacjach polskich autorów udostępnienie drzewostanów za pomocą szlaków zrywkowych omawiane jest wraz z problematyką transportu leśnego. Bardziej szczegółowej informacji na ten temat dostarczają publikacje 3, 4, 5 i 6. Opracowanie NZLP w bardzo ograniczonym zakresie uwzględnia specyfikę projektowania szlaków zrywkowych w warunkach górskich, stąd godny odnotowania jest projekt „Wytocznych technicznych projektowania dróg leśnych” (7), w których szlakom zrywkowym poświęcono odrębny rozdział.

Wnioski i postulaty zawarte w tych pracach skłoniły autora do podjęcia próby dalszego uściślenia współzależności występujących między warunkami lasów górskich a niektórymi aspektami inżynierskimi projektowania szlaków zrywkowych. Celem pracy jest próba ustalenia sposobu obliczenia kąta skrzyżowania szlaków zrywkowych z drogą wywozową w górach, gdyż ten element projektowania ma zasadniczy wpływ na kształtowanie się pozostałych parametrów technicznych szlaku. W pracy pominięto problematykę sytuowania szlaków w zależności od stosowanych rębni, uważając, iż wymaga to odrębnych badań.

OGÓLNE ZASADY WYZNACZANIA SZLAKÓW ZRYWKOWYCH W GÓRACH

Szlak zrywkowy jest to pas gruntu o złagodzonych załamaniach trasy, którego szerokość i kierunek zapewniają prawidłowe połączenie miejsc ścianki drzew z drogą boczną lub główną oraz właściwą technologią transportu drewna.

Szlaki zrywkowe w górach powinny być projektowane z uwzględnieniem:

- zasad zagospodarowania drzewostanów i przyjętej rębni,
- podziału lasu na obszary technologiczne w zależności od pochylenia stoków (zboczy),
- kierunków panujących wiatrów oraz ekspozycji w terenach podgórskich i górskich,
- właściwości eksploatacyjnych środków zrywkowych,
- możliwości grawitacyjnego ruchu na stokach,
- podatność gruntów na erozję.

Podziału lasu na obszary technologiczne można dokonać według klasyfikacji zaproponowanej przez K. Kozikowskiego, który wyróżnia cztery typy:

- I — o nachyleniu terenu $0-20^{\circ}$ ($0-36\%$); zrywka ciągnikami rolniczymi i ciężkimi ciągnikami zrywkowymi typu przegubowego z dopuszczalnością zrywki konnej;
- II — o nachyleniu terenu $11-30^{\circ}$ ($19-58\%$); zrywka lekkimi i średnimi przegubowymi ciągnikami zrywkowymi z ewentualnością zrywki konnej w kombinowanych wariantach technologicznych;
- III — o nachyleniu terenu $21-30^{\circ}$ ($39-58\%$); zrywka ciągnikowymi systemami linowymi z możliwością zrywki konnej;
- IV — o nachyleniu terenu powyżej 30° (58%); zrywka lekkimi dźwigami linowymi.

Zgodnie z tą klasyfikacją oraz wytycznymi (7) projektowanie szlaków zrywkowych przewiduje się na stokach (zboczach), których maksymalne pochylenie nie przekracza 40% (22°). Na stokach o większych pochyleniach zrywkę należy projektować przy pomocy innych urządzeń (np. wciągarek, kolejek linowych itp.). S. Antończyk i J. Nowakowska-Moryl (1) zalecają, aby szlaki zrywkowe sytuowane były pod kątem 135° do rzędów drzew i prostopadle do kierunku panujących wiatrów. Dalej autorzy stwierdzają, że ze względów ekologicznych pożądane jest, aby szlaki nie przebiegały w linii prostej, lecz faliście.

Stosowane aktualnie ciągniki charakteryzują się właściwościami eksploatacyjnymi pozwalającymi na pokonywanie wzniesień dochodzących do 60% (31°) i czynnik ten praktycznie nie wpływa na wielkość dopuszczalnego maksymalnego pochylenia podłużnego szlaku. Istotne natomiast ograniczenie wynika z przepisów BHP dla pracowników zatrudnionych w drogowym transporcie drewna (8), które dopuszczają do wykonywania zrywki ciągnikami lub końmi na pochyłościach do 18% (10°). Przy większych nachyleniach należy używać zestawów bloków i lin.

Ruch grawitacyjny zrywanego drewna należy projektować w maksymalnym spadku podłużnym (7) — w kierunku transportu — 18% i — przeciw kierunkowi transportu — 15%.

Według S. Zarzyckiego (5) możliwość grawitacyjnego ruchu drewna ogranicza maksymalne nachylenie podłużne szlaku zrywkowego do 20% (11°). Natomiast w celu zapewnienia dobrego odwodnienia należy unikać trasowania szlaków na małych spadkach; nachylenie podłużne szlaku zrywkowego nie powinno być mniejsze od 5%.

Bardzo interesująca jest zaproponowana przez S. Zarzyckiego czterostopniowa klasyfikacja następstw erozji gruntów:

I stopień — powierzchniowe nie głębokie ślady po ściekającej wodzie, opadłe igliwie i liście oraz drobne gałązki unoszone są i odkładane — miejscami na małe odległości; szkody powodowane wodą — nieznaczne; przydatność drogi stała (nie uwzględnia się szkód spowodowanych mechanicznie np. przez zrywkę drewna);

II stopień — powstają małe bruzdy do 5 cm głębokości, przebiegające zygzakowato po powierzchni drogi;

III stopień — tworzy się głębsza, nawet głęboka korytowata bruzda (przy zaniedbaniu konserwacji drogi maks. 30—40 cm głębokości), która zmniejsza używalność drogi;

IV stopień — droga rozryta, miejscami zerwana, nie nadająca się do normalnego użytku.

Zgodnie z badaniami tegoż autora:

1) na obszarach z gruntami gliniastymi, źle przepuszczalnymi, objawiają się uszkodzenia: I stopnia przy spadkach 6—7%, II stopnia 8—9%, III stopnia 10—16% i IV stopnia 18—25%;

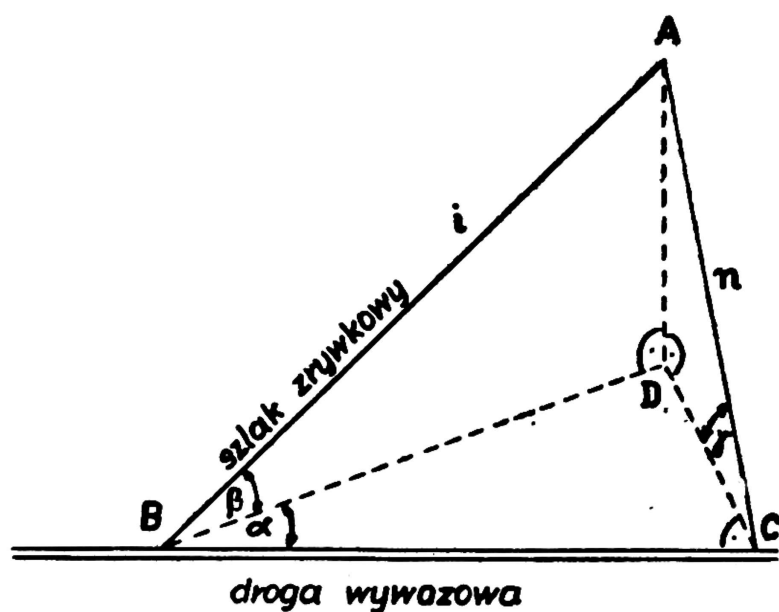
2) na obszarach z gruntami gruboziarnistymi, dobrze przepuszczalnymi, objawiają się uszkodzenia: I stopnia przy spadkach 7—10%, II stopnia 9—12%, III stopnia 15—18%, IV stopnia 20—28%.

Jako optymalne należy zdaniem S. Zarzyckiego przyjmować nachylenia, przy których powstają objawy erozji II stopnia, natomiast jako maksymalne — przy objawach erozji III stopnia.

WYZNACZANIE KĄTA ZRYWKI ORAZ DŁUGOŚCI SZLAKU ZRYWKOWEGO

Trasy szlaków zrywkowych — gdzie to jest możliwe — najlepiej projektować prostopadle do drogi wywozowej. Warunek ten dotyczy terenów o pochyleniu od 0 do 18%. W terenach bardziej stromych szlaki projektuje się pod kątem ostrym w stosunku do drogi wywozowej.

Kąt zrywki α jest to kąt zawarty między kierunkiem drogi wywozowej a kierunkiem zrywki (ryc. 1). Na wielkość kąta zrywki wpływ ma dopuszczalne pochylenie podłużne szlaku zrywkowego i oraz nachylenie zbocza n .



Ryc. 1. Schemat do obliczenia kąta zrywki w zależności od pochylenia podłużnego szlaku zrywkowego i oraz zbocza n

Posługując się oznaczeniami z ryc. 1 można zauważyć, że zachodzą następujące zależności:

$$\text{pochylenie podłużne szlaku zrywkowego: } i = \frac{\overline{AD}}{\overline{DB}} \quad (1)$$

$$\text{nachylenie terenu: } n = \frac{\overline{AD}}{\overline{DC}} \quad (2)$$

$$\text{kąt zrywki: } \sin \alpha = \frac{\overline{DC}}{\overline{DB}} \quad (3)$$

Podstawiając do równania (3) zależności (1) i (2) otrzymamy:

$$\sin \alpha = \frac{i}{n} \quad (4)$$

lub

$$\sin \alpha = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \gamma} \quad (4.a)$$

jeżeli wyrazimy pochylenie podłużne szlaku oraz nachylenie stoku w mierze kątowej.

Schemat przedstawiony na ryc. 1 pozwala również na ustalenie zależności między długością szlaku zrywkowego (l) a odległością od granicy obszaru ciężenia ładunków do drogi wywozowej (d). W tym przypadku:

$$\overline{DC} = d \cos\gamma \quad (5)$$

$$\overline{DB} = l \cos\beta \quad (6)$$

Podstawiając zależności (5) i (6) do wzoru (3) po przekształceniu otrzymamy:

$$l = \frac{d}{\sin\alpha} \times \frac{\cos\gamma}{\cos\beta} \quad (7)$$

W terenie o niezbyt stromych zboczach, kiedy to wartość $\cos\gamma$ (a tym samym i wartość $\cos\beta$) zdąża do 1, wzór (7) przyjmuje znaną z szeregu opracowań postać:

$$l = \frac{d}{\sin\alpha} \quad (7.a)$$

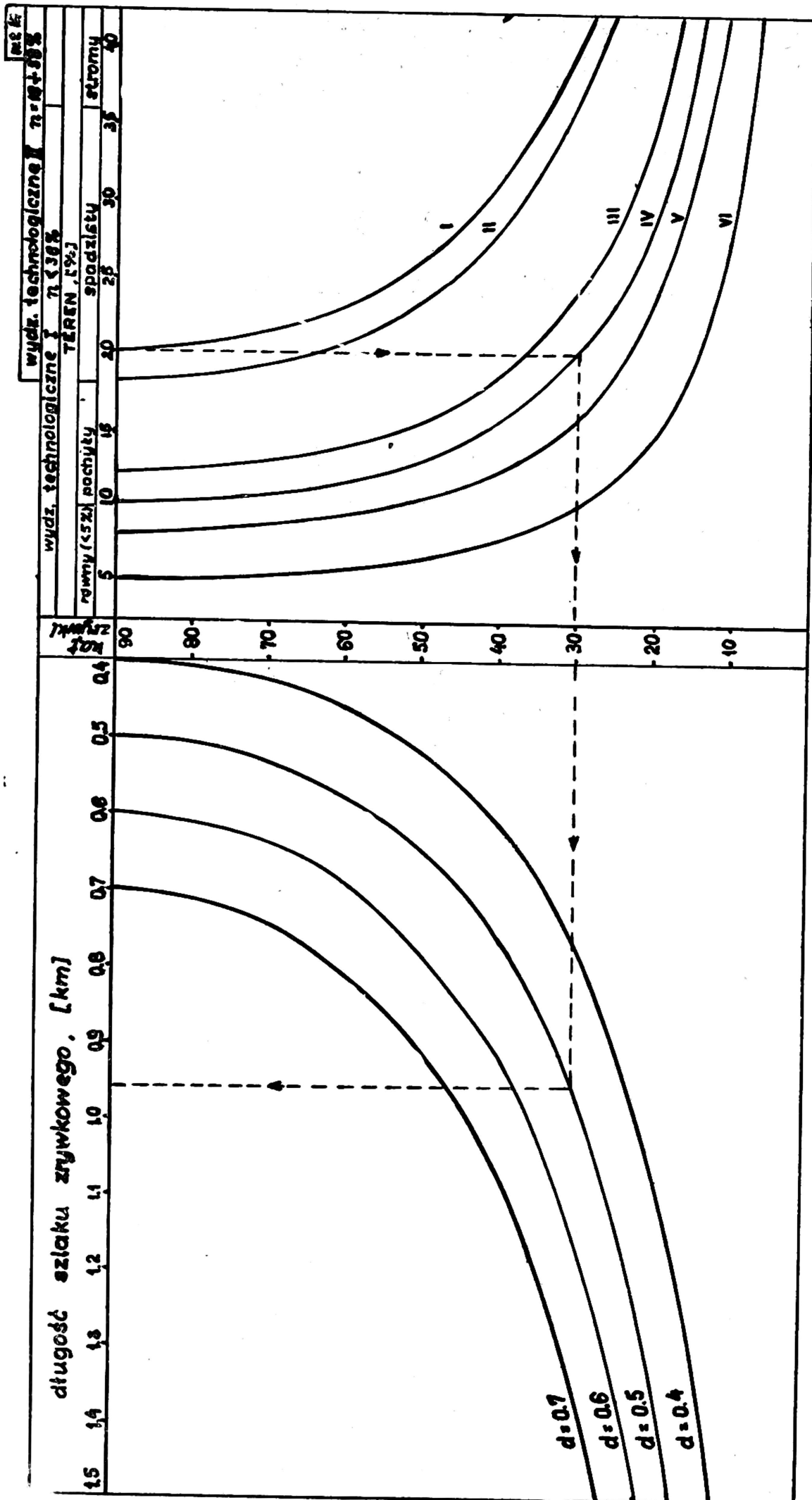
Należy jednak zaznaczyć, że w terenach górskich bardziej celowe jest stosowanie wzoru (7) i przytaczana w szeregu opracowań dla tych warunków zależność (7.a) jest obarczona pewnym błędem. Różnica bierze się stąd, że niektórzy autorzy utożsamiają kąt zrywki, który jest z punktu widzenia inżynierskiego kątem zwrotu (skrętu) z zależnością występującą na płaszczyźnie stoku, co zapewne wynika z faktu, że w rzucie poziomym kąt na płaszczyźnie stoku równy jest kątowi zrywki i w dotychczasowych opracowaniach nie uwzględniano funkcyjnej zależności pomiędzy α , i oraz n .

NOMOGRAMY DO OKREŚLANIA KĄTA ZRYWKI ORAZ DŁUGOŚCI SZLAKÓW ZRYWKOWYCH W WARUNKACH GÓRSKICH

Za podstawę do opracowania nomogramów (ryc. 2) posłużyły wyprowadzone wcześniej zależności (4) i (7). Uwzględniono w nich także wszystkie omówione wcześniej ograniczenia, jakie powinny być brane pod uwagę przy projektowaniu szlaków zrywkowych.

Jako kryterium określenia granicznej wartości kąta zrywki przyjęto wielkość maksymalnego dopuszczalnego w danych warunkach terenowych pochylenia podłużnego szlaku zrywkowego.

W prawej górnej części nomogramu zaznaczono nachylenia terenu oraz wydzielenia technologiczne, dla których można przewidywać zastosowa-



Ryc. 2. Nomogram do określenia kąta zrywki oraz długości szlaków zrywkowych w warunkach górskich

nie zrywki drewna ciągnikami, a na osi rzędnych tej części nomogramu — kąt zrywki w stopniach.

W lewej górnej części nomogramu zaznaczona została długość projektowanych szlaków (bez uwzględnienia współczynnika wydłużenia trasy).

Następnie na podstawie wzoru (4) wykreślono krzywe (I—VI), odpowiadające pochyleniom podłużnym szlaków zrywkowych:

I — dla $i = 20\%$, tzn. dla maksymalnego pochylenia podłużnego szlaku z uwagi na możliwość grawitacyjnego ruchu drewna,

II — dla $i = 18\%$, tzn. dla maksymalnego pochylenia podłużnego określonego normatywem projektowania oraz przepisami BHP w leśnictwie,

III, IV, V — dla $i = 12—8\%$, tzn. dla optymalnych pochyleń podłużnych ze względu na erodowanie gruntów,

VI — dla $i = 5\%$, tzn. dla minimalnego pochylenia podłużnego z uwagi na możliwość zapewnienia odpowiedniego odwodnienia powierzchni jezdnej szlaku zrywkowego.

W lewej części nomogramu wykreślono, na podstawie zależności wynikających ze wzoru (7), krzywe odpowiadające zróżnicowanym od 0,4 do 0,7 km szerokościom pasa powierzchni leśnej, na której rozmieszczone są ładunki ciężące do danej drogi wywozowej.

Z nomogramów korzystamy w następujący sposób:

— w zależności od właściwości eksploatacyjnych środków zrywkowych, projektowanej technologii zrywki oraz lokalnych warunków klimatycznych i gruntowych ustalamy, która z krzywych I—VI, a więc przy $i = 5—20\%$ zapewnia zdaniem projektanta najwłaściwsze w danych warunkach pochylenie podłużne szlaku zrywkowego;

— następnie, po określeniu stromizny zboczy analizowanego terenu opuszczamy w kierunku wybranej krzywej prostą prostopadłą;

— punkt przecięcia się tej prostej z krzywą odnosimy na oś rzędnych i odczytujemy wartość kąta zrywki.

W celu obliczenia długości szlaku zrywkowego (l) odnosimy odczytaną wartość kąta zrywki do jednej z krzywych, odpowiadającej projektowanej w danym terenie szerokości (d) obszaru ciężącego do drogi wywozowej; punkt przecięcia się z krzywą odnosimy z kolei na oś odciętych i odczytujemy spodziewaną w tych warunkach długość szlaku zrywkowego.

Korzystanie z nomogramu rozpatrzymy na poniższym przykładzie.

W terenie o nachyleniu zboczy $n = 20\%$ warunki klimatyczne, gruntowe oraz proponowana technologia zrywki sugerują, że ze względów technicznych i ekonomicznych najbardziej celowe będzie projektowanie szlaków zrywkowych o pochyleniu podłużnym $i = 10\%$ (krzywa IV). Z nomogramu odczytujemy, że przy $n = 20\%$; $i = 10\%$ kąt zrywki wyniesie $\alpha = 30^\circ$. Jeżeli interesuje nas, jak długi będzie szlak zrywkowy

dla $d = 0,5$ km, to przy określonym już kącie zrywki odczytujemy szukaną wartość, która w tym przypadku wyniesie $l = 0,96$ km. Przykład ten zaznaczono na ryc. 2 linią przerywaną.

Przytoczona w pracy zasada postępowania przy określaniu kąta zrywki może być zastosowana w praktyce do wyznaczania trasy szlaków zrywkowych. Uściślenie wartości kąta zrywki ma również znaczenie dla doboru promieni łuków poziomych szlaków zrywkowych w warunkach górskich.

Z Instytutu Użytkowania Lasu
i Inżynierii Leśnej
Akademii Rolniczej w Krakowie

LITERATURA

1. Antończyk S., Nowakowska-Moryl J. — Podstawowe problemy planowania sieci dróg leśnych. Skrypt AR Kraków, 1976.
2. Antończyk S. — Proces technologiczny zrywki i wywozu drewna a sieć dróg leśnych w górach. „Las Polski” nr 15—16, 1969.
3. Bohosiewicz A. — Uczeń wlijanja reliefa miestnosti pri razmieszczeniu sieti trelewocznych wołokow i lesowoznych putiej. Izwiestia wysszych uczebnych zawiadienij. „Lesnoj żurnal” nr 3, Archangielsk 1974.
4. Gecow R. — Udostępnienie drzewostanów za pomocą szlaków zrywkowych. „Postępy techniki w leśn. za granicą” cz. 10, 1965.
5. Zarzycki S. — Podstawy projektowania szlaków zrywkowych w warunkach górskich. PTL, Warszawa 1971.
6. NZLP. Zasady projektowania i wykonywania szlaków zrywkowych. PWRiL, Warszawa 1969.
7. Wytyczne techniczne projektowania dróg leśnych (WTP—DL). BSiPLP, Łódź 1976.
8. Bezpieczeństwo pracy w leśnictwie. PWRiL, Warszawa 1961.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 7 sierpnia 1979 r.

Краткое содержание

В работе представлена функциональная зависимость между углом трелевки в горах и продольным отклонением трелевочных волоков, а также уклоном территории, рассматривая эту проблему в инженерно-техническом аспекте. В целях практического использования результатов была составлена номограмма позволяющая определить длину трелевочного волока.

Summary

The paper presents the functional dependence between the angle of skidding in mountains on the one hand and longitudinal inclination of skidding roads and terrain gradient on the other, while discussing the problem in engineering technical aspect. For the sake of practical application of results nomogram was compiled, which enables also the determination of the length of a skidding road.