

JERZY SOSNOWSKI

Szlaki zrywkowe w proekologicznym gospodarstwie leśnym

Część II – Projektowanie, wykonawstwo i użytkowanie szlaków zrywkowych

Strip roads and ecological forestry
Part II. Designing, execution and utilisation of strip roads

Abstract. The author provided his own definition of strip road and laid down principles of designing, execution and utilisation of strip roads in the mountain and lowland forests providing interpretations of appropriate mathematical equations. He described conditions determining the establishment of single-track and two-track strip road net.

Key words: strip roads, ecological forestry, designing, execution, utilisation

Pojęcie drogi leśnej i szlaku zrywkowego

Droga leśna [Sosnowski 1996] jest to obszar leśny, ujęty w rejestrze powierzchniowym operatu zarządzania lasu jako teren nie zalesiony, wyłączony z produkcji. Ma ona charakter trwałej budowli inżynierskiej. Umożliwia wykonanie przede wszystkim wywozu drewna oraz innych operacji transportowych takich jak podwóz, dowóz i przewóz.

Szlak zrywkowy [Sosnowski 1996] natomiast jest to pas terenu wliczony w skład powierzchni produkcyjnej drzewostanu, przystosowany do poruszania się po nim ładunków drzewnych przemieszczanych określonymi środkami technicznymi. Przystosowanie to powinno zapewniać więc bezkolizyjny ruch zarówno przemieszczanego drewna, jak i używanym do jego wytransportowania środkiem zrywkowym. Uzyskuje się to przez omińnięcie przeszkód (w wyniku odpowiedniego trasowania szlaku) lub ich usunięcie w terenie i drzewostanie.

Przeszkodami wynikającymi z terenu będzie jego nadmierny spadek, lokalne nierówności, mała spójność powierzchni (zależna od jej składu granulometrycznego, stanu uwilgotnienia oraz porastającej roślinności).

Szlaki zrywkowe do zrywki ciągnikowej (w który to sposób zrywa się obecnie w Polsce ponad połowę pozyskanego drewna), nie powinny być w zasadzie projektowane w terenach o spadku powyżej 40%, z uwagi na bezpieczeństwo późniejszej pracy traktorami na nich, erozją wodną, duże przemieszczenia mas ziemnych (i tym samym ubytek produkcyjnej powierzchni drzewostanu) oraz duże koszty wykonania. Na stokach o spadku poniżej 15% szlaki do zrywki ciągnikami mogą być prowadzone w dowolnym kierunku, przy czym powinna obowiązywać zasada najkrótszej odległości zrywki. W terenach o większych spadkach szlaki te powinny przebiegać z reguły ukośnie do warstwic i to w taki sposób, aby nie został przekroczony ich maksymalny założony spadek podłużny, tj. najczęściej 15%. Spadek podłużny szlaku, przy przewidywanej zrywce ciągnikami rolniczymi, nie powinien być większy niż 18%; na krótkich odcinkach może być większy, ale przy zrywce ciągnikami przegubowymi. Prowadzone ukośnie do warstwic szlaki powinny ponadto mieć (wykonany najczęściej za pomocą spychacza) profil poprzeczny (z reguły odstokowy, do 6%), co polepsza stateczność pojazdów i zmniejsza zsuwanie się końców wleczonych ładunków. W miarę możliwości należy unikać jednak robót ziemnych na szlakach (z uwagi na szkody erozyjne i koszty), a wykonawstwo obiektów inżynierskich sprowadzić do niezbędnych i najtańszych (np. zamiast przepustów budować wodospusty).

Lokalne nierówności terenu to przede wszystkim doły (np. wykroty), koryta cieków i zbiorników wodnych, rowy (np. melioracyjne, okopy), rabatowałki, pniaki po ściętych drzewach, duże kamienie, głazy itp. Czynią one teren praktycznie nieprzejezdny, szczególnie jeżeli zlokalizowane są od siebie w odległości kilku metrów, a ich głębokość (lub wysokość) sięga kilkadziesiąt i więcej centymetrów. Jeżeli przeszkód tych nie da się ominąć to doły należy zasypać, na czynnych rowach i ciekach wodnych wykonać przepusty (lub inne obiekty inżynierskie), kamienie w miarę możliwości zakopać lub odsunąć na boki, zaś pniaki wykarczować (szczególnie wysokie i o niedużej średnicy, ponieważ mogą powodować uszkodzenie opon pojazdów). Prace te można wykonać przy użyciu ciągnika wyposażonego w lemiesz lub spychacz, a najlepiej koparki wyposażonej w lemiesz i żuraw.

Nawierzchnię szlaku zrywkowego w porze zalegania pokrywy śnieżnej stanowi śnieg, który tę powierzchnię skutecznie chroni. W innych okresach natomiast nawierzchnią tą jest najczęściej gleba leśna z porastającą ją niską roślinnością. Dopiero po uszkodzeniu tych warstw (np. przez profilowanie szlaków lub wykonywaną zrywkę), mogą być odsłonięte głębsze poziomy gleby włącznie z jej podłożem, którym najczęściej jest grunt mineralny.

W przeciwieństwie do gruntu mineralnego (który jest warstwą martwą), gleba leśna (będąca tworem płożywionym) zwana jest, z punktu widzenia budownictwa, gruntem organicznym. Substancje organiczne występujące w glebie w postaci związków humusowych, obumarłych resztek organicznych oraz żywych mikroorganizmów, roślin i zwierząt hamują lub czasem uniemożliwiają chemiczne czy też mechaniczne wzmocnianie gruntów [Czeraniak 1993].

Gleba leśna przerośnięta jest korzeniami drzew stojących przy szlaku. Jest ona nie tylko rezerwuarem składników pokarmowych dla tych drzew, ale służy również do ich umocowania. Pojazdy zrywkowe przemieszczające się wielokrotnie po szlaku ścinają glebę i następnie przez ubijanie, niszczą jej strukturę. Z kolei obniża to porowatość i przepuszczalność gleby, co na obszarach nachylonych przy spływie powierzchniowym wody potęguje szkody z powodu erozji. Na terenach płaskich natomiast przy stagnowaniu wody może

powodować rozmakanie nawierzchni gleby. Ponadto ścinaniu ulegają korzenie drzew, których odporność na uszkodzenia jest znacznie mniejsza niż gałęzi o tej samej średnicy. Zadaniem więc leśnika nadzorującego zrywkę drewna jest nie dopuszczenie do przzerwiania naturalnie zespojonej i uformowanej nawierzchni szlaku i do powstania głębokich kolein.

Jednym ze sposobów zapobiegania tym niekorzystnym zjawiskom może być pokrywa roślinna (rośliny zielne, byliny, krzewinki, pnącza). Pokrywa ta - często już w drzewostanie istniejąca - z chwilą doświetlenia dna lasu przez wykonaną przecinkę drzew pod szlak zrywkowy, narasta i zagęszcza się. Oprócz powstałej w naturalny sposób pokrywy, można nawierzchnię szlaku zadarnić, np. przez wysianie trawy. W tym przypadku rośliny rosnące na szlaku, w innym miejscu uważane za chwasty, będą tutaj spełniać rolę ochronną.

Ponadto innym rozwiązaniem zmierzającym do ochrony nawierzchni szlaków zrywkowych, w przypadku stosowania środków zrywkowych naziemnych, będzie zagęszczenie ich sieci, co przy mniejszej liczbie przejazdów zmniejszy ciężkość uszkodzeń i tym samym ograniczy ich skutki.

Dla ochrony nawierzchni szlaków ważny jest odpowiedni harmonogram ich wykonania i użytkowania w nawiązaniu do warunków klimatycznych i pogodowych. W związku z tym nie należy użytkować szlaków w czasie roztopów wiosennych i pór deszczowych. Wskazane jest przy tym użytkowanie szlaków przy cienkiej pokrywie śnieżnej (tj. ok. 30 cm grubości) i mroźnej pogodzie. Pokrywa śnieżna, która w leśnych terenach górskich zalega prawie pół roku, tj. przeważnie o dwa miesiące dłużej niż na obszarach nizinnych, chroni w znakomitym stopniu (i ponadto w sposób naturalny, a więc bez nakładów finansowych) glebę leśną i nalot przed uszkodzeniami z powodu zrywki drewna. Ponadto ujemne wartości temperatury powietrza powodują nie tylko wzrost odporności gleby na odkształcenia, ale również przymarznięcie kory drzew, która wtedy nie jest odrywana płatami przez poruszające się ładunki i pojazdy.

Spoistość nawierzchni szlaku zrywkowego, a więc i jej wytrzymałość na odkształcenia przy temperaturze dodatniej, zależy nie tylko od ilości frakcji szkieletowych i organicznych w składzie granulometrycznym materiału ją budującego (gleba, grunt), ale również od jego wilgotności oraz od stopnia pokrycia tej powierzchni roślinnością lub odpadami zrębowymi. Wysoki stan uwilgocenia nawierzchni gliniastych obniża ich spoistość, zaś odwrotnie dzieje się przy gruntach piaszczystych. Niedogodność tę, przy nawierzchniach trwale mało spoistych (np. bagna, luźne piaski, powierzchnie bez dostatecznej pokrywy roślinnej) można częściowo wyeliminować przez wyłożenie szlaku gałęziami (oraz innymi odpadami zrębowymi). Większe efekty, ale dokonane kosztowniejszym sposobem i stąd rzadko stosowane w praktyce na leśnych szlakach transportowych, można uzyskać przez ułożenie nawierzchni przenośnych (stalowych, żelbetowych, z udziałem geowłóknin itp.), ulepszenie nawierzchni (a więc ich budowę z gruntowych mieszanek o optymalnym składzie) oraz stabilizację gruntów. Stabilizacja ta z kolei może być mechaniczna (przez dodanie frakcji szkieletowych, to jest o grubszym ziarnie), chemiczna (z użyciem cementu, wapna, popiołu, smoły i innych lepiszczowych substancji przemysłowych) lub elektrochemiczna.

Godne zalecenia ze względów ekonomicznych jest wykonanie nawierzchni szlaków i dróg leśnych na podstawie miejscowych materiałów budulcowych. Nawierzchnie te można ułożyć ponadto na geotekstyliach. Zaletą geotekstyliów jest ich wystarczająca wytrzyma-

łość na rozerwanie (nawet dla najcięższych środków pozyskaniowych i transportowych) oraz przepuszczalność dla wody i odporność na jej niszczące działanie. Oprócz tego, budowane z udziałem geotekstyliów nawierzchnie, mogą być układane nad powierzchnią gleby, co chroni ją i korzenie drzew przed uszkodzeniami. Nawierzchnie te mogą być następnie demontowane, a odzyskane geotekstyliia ponownie użyte.

Nadmiar wody na szlaku zrywkowym (wody z opadów, wody gruntowe, tereny źródłiskowe, strumienie) obniża wytrzymałość jego nawierzchni na odkształcenia powodowane naziemną zrywką drewna. Wody te należy odprowadzić z trasy szlaku przez odpowiednie wyprofilowanie (podłużne i poprzeczne) jego spadków, wyniesienie jego nawierzchni ponad teren, wbudowanie warstwy odsączającej i sączków (np. z użyciem geotekstyliów), budowę wodospustów itp. W żadnym wypadku nie można dopuścić do tego, co zdarza się szczególnie przy użytkowaniu szlaków w górach, by ciek wodny od miejsca skrzyżowania się z traktem transportowym, zmieniał koryto i płynął za przemieszczanym ładunkiem lub pojazdem. Stan taki jest przyczyną powstawania wielu różnorodnych uszkodzeń (lasu, pojazdów, ładunków), powoduje straty poza lasem oraz obniża poziom bhp.

Przeszkody do prowadzenia szlaków zrywkowych wynikające z drzewostanu, usuwa się przez ścinę drzew i podrostów na pasie szlaku (z pozostawieniem jak najniższych pniaków) oraz podkrzesanie od strony szlaku drzew sąsiadujących. Wysokość tego podkrzesania powinna być skorelowana z wymiarami pojazdów zrywkowych, pozyskaniowych i in. z uwzględnieniem ich odchylenia w pozycji transportowej i roboczej. Podkrzesać należy tym szerzej im większe są gabaryty pojazdów i większe nierówności szlaku, a jeszcze szerzej i wyżej, gdy na pojazdach roboczych zastosowane będą żurawie ładunkowe.

Wyznaczenie prawidłowego przebiegu szlaków zrywkowych – przy istniejących spadkach i stosowanych rębniach - łatwiejsze jest w nizinnym niż górskim gospodarstwie leśnym. Przy regularnym przebiegu szlaków ich udział procentowy w powierzchni drzewostanu można obliczyć ze wzoru [Čížek 1988]:

$$p = \frac{s}{r} \cdot 100 \quad [\%]$$

gdzie:

- p – udział procentowy powierzchni szlaków zrywkowych w powierzchni drzewostanu [%],
- s – szerokość szlaku [m],
- r – odległość między osiami sąsiednich szlaków [m].

Przykładowo, jeżeli wzięto by do obliczeń $s=4$ m i $r=20$ m, to szlaki zrywkowe stanowiłyby 20% powierzchni drzewostanu. Ubytek masy drzewnej drzewostanu z tytułu zaistnienia takich szlaków, byłby jednak mniejszy niż 20%, ponieważ:

- wraz z upływem wieku drzewostanu, drzewa rosną od siebie coraz dalej, co umożliwia poprowadzenie tras szlaków bez konieczności wycinki niektórych drzew (np. w drzewostanie świerkowym w wieku 60-80 lat, przeciętna odległość między drzewami jest ok. 4 m),

- drzewa stojące przy szlaku mają większe przyrosty masy drzewnej, co jest efektem zwiększania się objętości ich koron, po wycięciu drzew z pasa szlaku.

Przy projektowaniu szlaku zrywkowego w terenie nachylonym, można określić istniejące nachylenie szlaku (α) oraz odpowiadający mu spadek podłużny (i), z następujących zależności:

$$\text{jeżeli } \frac{w}{x} = \operatorname{tg}\alpha$$

$$\text{zaś } i = \frac{w}{x} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{to } i = \operatorname{tg}\alpha \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{oraz } x = \frac{w}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{w}{i} \cdot 100 \quad [\text{m}]$$

gdzie:

- w – różnica poziomów 2 sąsiednich warstw [m],
- x – rozstaw krocza, czyli cyrkla na mapie (odpowiadający w terenie rzutowi prostokątnemu odcinkowi szlaku zrywkowego o spadku między sąsiednimi warstwami na płaszczyznę poziomą) [m],
- i – spadek odcinka szlaku zrywkowego [%].
- α – nachylenie odcinka szlaku zrywkowego [$^{\circ}$].

Wyliczenia podanych wielkości należy przeprowadzać bądź na podstawie danych rzeczywistych z terenu, bądź też osobno przeliczone w skali. Jeżeli będzie to przykładowo teren odwzorowany na mapie w skali 1:5000, to jeżeli w terenie $w=5$ m (co na mapie odpowiada 0,001 m), $x=33,33$ m (w skali 0,0067 m), to $i=15\%$, zaś $\alpha=8^{\circ}32'$.

Szczególnym przypadkiem jest nachylenie terenu $\alpha=45^{\circ}$, któremu odpowiada spadek terenu 100% (zgodnie z wzorem: $i = \operatorname{tg}45^{\circ} \times 100 = 1 \times 100 = 100\%$).

W niektórych publikacjach zakładane są zbyt schematyczne, bez podania niezbędnych uwarunkowań, szerokości szlaków zrywkowych oraz odstępów między nimi. Przy planowaniu szlaków powinna obowiązywać ogólna zasada, że powinny być one prowadzone w drzewostanie w taki sposób, ażeby umożliwiały wytransportowanie całej pozyskanej masy drzewnej, przy branych pod uwagę względach zrywki nie tylko bezpiecznej, ale również ekonomicznej łącznie z poszanowaniem podstawowych zasad ekologii.

Zarzycki (1995) postuluje, aby w dążeniu do dalszej ekologizacji gospodarki leśnej wyeliminować środki techniczne i technologie wymagające mniejszych niż 40 m odstępów i szerszych niż 3 m szlaków zrywkowych. Komentując proponowane wielkości można zauważyć, że o ile przy minimalnym odstępnie szlaków 40 m praktycznie zawsze możliwa jest zrywka drewna (m.in. przez obalanie drzew w kierunku do szlaku, większy udział zrywki ręcznej, końmi, wciągarkami i in.), to przy szerokości ciągników zrywkowych średniej mocy około 2,5 m oraz maszyn pozyskaniowych około 3 m i niezbędnego poszerzenia traktu na bezkolizyjny przejazd, akceptowalne byłyby szlaki głównie o szeroko-

kości minimalnej odpowiednio 3,5 i 4 m. Szerokości te należałoby zwiększyć na łukach poziomych szlaków oraz w przypadku ich przebiegu wśród drzew płytko korzeniących się i na gruntach o słabej nośności.

Odległość między szlakami zależy przede wszystkim od takich uwarunkowań, jak:

- faza rozwojowa drzewostanu (np. w trzebieżach, które są wykonywane w optymalnej fazie rozwojowej drzewostanu, można wykorzystywać co drugi szlak pozostały z czyszczeń wykonywanych wcześniej w fazie inicjalnej),
- spadek terenu (gęstsza sieć szlaków przy bardziej spadzistym terenie) [Antończyk, Dzikowski 1984],
- środek zrywkowy (np. kolejki linowe wymagają sieci szlaków o mniejszej gęstości niż ciągniki, a z tych ostatnich – rzadszej sieci pojazdy wyposażone we wciągarkę niż żuraw).

Przy planowaniu budowy szlaków zrywkowych w przestrzeni (projektując ich wariant jedno- lub dwurzędowy, rozstaw, szerokość, przebieg i kąt nawiązania do dróg i składnic), należy równocześnie podjąć decyzje o terminie ich zakładania i eksploatacji, uwzględniając stadium rozwoju drzewostanu. Pomimo opcji zalecających realizację szlaków zrywkowych jeszcze przed założeniem uprawy (z uwagi na lepszy przegląd terenu), kierując się względami ekonomicznymi wykonuje się je jednak najwcześniej na etapie czyszczeń i to tylko w przypadku, gdy istnieje zbyt na pozyskane drewno i gdy przedsięwzięcie to będzie opłacalne.

Wariant jednorzędowej sieci szlaków zrywkowych (a więc traktów o równorzędnych parametrach technicznych) realizuje się najczęściej dla zrywki na krótkie odległości (tj. do ok. 100 m). Przy zrywce na dalsze odległości natomiast stosuje się często zrywkę dwuetapową (np. konno-ciągnikową), dla której zakłada się dwurzędową sieć szlaków. W skład tej ostatniej sieci wchodzi szlaki główne oraz węższe od nich szlaki boczne. W tym przypadku na szlakach bocznych wyciąganie drewna z drzewostanu prowadzą (celem zapewnienia zrywki proekologicznej) środki dysponujące mniejszą siłą uciągu (są one ponadto lżejsze i o mniejszych gabarytach), aniżeli operujące na szlakach głównych (te przy przemieszczaniu większych ładunków zapewnią zrywkę proekonomiczną).

Odległość między szlakami głównymi rośnie wraz z wiekiem drzewostanu, co jest związane z większą wysokością drzew oraz mniejszym stopniem zadrzewienia. Rozstęp ten dla zrywki końmi, skiderami liniowymi oraz kolejkami linowymi wynosi orientacyjnie: w drzewostanach młodszych klas wieku (młodnikach) około 30-40 m, średnich klas wieku (tj. w drzewostanach trzebieżowych) około 60-80 m, zaś starszych (drzewostany rębne) około 100-120 m. Odległość ta przy zrywce wymienionymi skiderami i kolejkami nie powinna przekraczać dwukrotnego zasięgu liny pociągowej tych urządzeń. Odległość między szlakami bocznymi w zasadzie nie powinna być natomiast większa niż dwukrotna wysokość drzew na działce transportowej. Rozwiązanie takie przy obalaniu drzew pod kątem około 45° wierzchołkami do szlaku i zrywce wciągarką (niezależną, ciągnikową), umożliwi zastosowanie wysoko wydajnej technologii formowania dłuźyc w wiązkę, tj. metody liny zbiorczej.

Z kolei przy używaniu do zrywki ciągników forwarder lub skider z żurawiami ładunkowymi, podane odległości pomiędzy szlakami głównymi powinny być z reguły mniejsze, uwarunkowane wsięgiem żurawia i kierunkiem obalania ścinanych drzew.

*Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków*

Literatura

- Antonczyk S., Dzikowski J.** 1984. Tabele optymalnych wskaźników gęstości dróg na powierzchni leśnej. *Sylvan*, 1: 23-34.
- Czerniak A.** 1993. Badanie zagęszczalności gruntu organicznego. *Sylvan*, 10: 25-30.
- Čížek J.** 1988. Biotechniczne podstawy mechanizacji produkcji leśnej. PWRiL, Warszawa.
- Sosnowski J.** 1996. Ćwiczenia z transportu drewna. AR, Kraków.
- Zarzycki S.** 1995. Projektowanie sieci szlaków zrywkowych i składnic przyzrębowych w terenie nizinym. *Las Polski*, 12: 16-18.