



AKTUALNE UWARUNKOWANIA KSZTAŁTOWANIA SIECI DRÓG LEŚNYCH W GÓRACH

Janusz Gołąb, Józef Plewniak
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

CURRENT CONDITIONS OF FOREST ROAD NETWORKS DEVELOPMENT IN THE MOUNTAINS

Streszczenie

W pracy analizowana jest aktualność metodyki projektowania sieci dróg leśnych w terenach górskich. Omawiane jest dostosowanie poszczególnych etapów projektowania i szczegółowych procedur do aktualnego systemu funkcjonowania nadleśnictw w Polsce, potrzeb nowoczesnego leśnictwa oraz współczesnych możliwości projektowych i postaci materiałów wyjściowych. Podkreśla się wykorzystywanie w bieżących opracowaniach analiz i obróbki GIS danych zawartych w standardzie LMN. Etap inwentaryzacji i lokalizacji nowych dróg w sieci dobrze wykorzystuje nowe możliwości tych analiz. Wskazuje się na niespójność procedur w etapie określania optymalnej gęstości sieci drogowej z powodu rodzaju i treści niektórych, aktualnie dostępnych, danych wyjściowych. Etap oceny ekonomicznej projektowanego rozwiązania również wymaga aktualizacji z racji zmienionych realiów gospodarczych, przyjmowanych w analizie szacunkowych ustaleń, a także korzystania z nieadekwatnych wielkości ponoszonych kosztów. Metoda w obecnym kształcie nie jest stosowana jako całość, a tylko niektóre procedury włączane są do opracowań tematycznych. Potrzebne są nowe ustalenia kryteriów udostępniania drzewostanów i waloryzacja przynajmniej niektórych funkcji lasu.

Słowa kluczowe: lasy górskie, sieć dróg leśnych, metodyka, projektowanie, aktualizacja.

Summary

At the work a topicality of the methodology of designing forest road networks in mountain areas is being analysed. Adapting individual stages of the design and detailed procedures of the current system of functioning of forest districts in Poland is being discussed, also needs of modern forestry and contemporary design possibilities and the form of initial materials. Using analyses in current studies and processing are being underlined with the GIS processing of data included in the LMN standard. The stage of stocktaking and the location of new roads in net is using well new opportunities of these analyses. The inconsistency of procedures in the stage of determining the optimum density of the road network because of the kind and contents of some-currently available-initial data is being pointed. The stage of the economic appraisal of the planned solution also requires updates because of economic facts change, assumed in analysis of estimated arrangements, as well as using inappropriate sizes incurred costs. The method in its current shape is not used in all, and only some procedures are being involved in thematic studies. New arrangements of criteria of making tree stands available and an indexation of at least some functions of forest are needed.

Key words: *mountain forests, network of forest roads, methodology, design, update.*

WSTĘP

Dotychczasowa metodyka projektowania sieci dróg leśnych na terenach górskich została opracowana i zatwierdzona przez NZLP do stosowania w LP prawie pięćdziesiąt lat temu (Gecow, 1966). Opracowano ją dla ówczesnych realiów gospodarczych i ekonomicznych, w jakich funkcjonowały nadleśnictwa. Na podstawie tej metodyki powstało wiele projektów leśnych sieci drogowych. Upływ czasu, postęp technologiczny, zmiana systemu funkcjonowania nadleśnictw i nowelizacja prawodawstwa leśnego ukazują potrzebę weryfikacji założeń metodycznych projektowania sieci, ponownego określenia kryteriów, jakimi należy się kierować w tym działaniu oraz wprowadzenia do metodyki projektowania sieci czynników (mechanizmów) opisujących również inne niż dotychczas ujmowane funkcje lasu, czy funkcje sieci drogowej. Dają też bogate możliwości skorzystania z nowoczesnych technologii cyfrowych – mowa tu o Leśnej Mapie Numerycznej (LMN), Numerycznym Modelu Terenu (NMT) i oprogramowaniu GIS. Problem aktualizacji metodyki nie jest obecnie rozstrzygnięty i sam w sobie trudny, ponieważ wiele funkcji lasu, opisanych w „Ustawie

o lasach” (2011), nie łączy się bezpośrednio z produkcją i stąd nie są one łatwe do wyceny (Płotkowski 2008). Generalna Dyrekcja LP nadal zaleca do stosowania przy projektowaniu sieci dróg leśnych metodykę z lat sześćdziesiątych. Przypomnieć należy, że podstawowym wskaźnikiem decydującym o kształcie projektowanej sieci jest w dalszym ciągu wskaźnik optymalnej gęstości sieci dróg leśnych, który ujmuje tylko czynniki natury ekonomicznej, kosztowo wymierne i policzalne, jak: koszty zrywki drewna, koszty budowy dróg, koszty utrzymania i amortyzacji dróg (Płotkowski 2012). Współczesne funkcje lasu wskazują na konieczność uwzględnienia w konstrukcji tego wskaźnika znacznie bardziej zróżnicowanych czynników, często niewymiernych, z czym wiąże się konieczność ustalenia ich wpływu na wartość wskaźnika optymalnej gęstości sieci dróg leśnych, a w konsekwencji na zastosowane rozwiązania projektowe.

Przedmiotem pracy jest leśna sieć drogowa w terenach górskich.

Celem jest analiza przydatności dotychczas stosowanej metody projektowania sieci dróg w lasach górskich oraz wstępne wskazanie kierunków jej modyfikacji.

PRZYDATNOŚĆ DOTYCHCZAS STOSOWANEJ METODYKI PROJEKTOWANIA SIECI DRÓG LEŚNYCH W GÓRACH W OBECNYCH UWARUNKOWANIACH FUNKCJONOWANIA LASÓW PAŃSTWOWYCH

Proces projektowania sieci dróg leśnych według dotychczas stosowanej metodyki podzielić można na pięć etapów:

1. inwentaryzacja: przyrodnicza, gospodarcza, technologiczna i techniczna lasu na powierzchni obszaru transportowego, obejmująca m. in.: charakterystykę drzewostanów w wydzieleniach, zalecenia urzędnicowe co do pielęgnacji i cięć, opis fizjograficznych, hydrologicznych i gruntowych cech terenu, funkcje poszczególnych dróg, kategorie, rodzaje nawierzchni, nośność gruntów, długości i szerokości odcinków dróg, miejsca połączeń z drogami publicznymi, lokalizację składnic, potoki ładunków,
2. przyjęcie projektowanej, nowoczesnej technologii zrywki drewna, uwzględniającej technologiczną typizację drzewostanów oraz aktualne możliwości techniczne i technologiczne w gospodarce leśnej,
3. obliczenie wskaźników optymalnych, charakteryzujących projektowaną sieć drogową w górach, tj. wskaźnik: gęstości sieci drogowej, odstępów między drogami, odległości zrywki, dostosowanych do projektowanej technologii zrywki, możliwości produkcyjnych drzewostanów, kosztów budowy dróg i transportu drewna,

4. wyznaczenie na mapie optymalnych tras projektowanych dróg o określonych kategoriach z uwzględnieniem lokalizacji składnic,
5. ocena efektywności ekonomicznej proponowanego rozwiązania.

Etap pierwszy:

Szczegółowe poznanie pełnej charakterystyki obszaru transportowego jest istotnym etapem w kształtowaniu sieci dróg leśnych, gdyż warunkuje zasadność podejmowanych decyzji projektowych. Głównym źródłem informacji opisujących istniejący stan lasów oraz planowane działania gospodarczo-leśne na najbliższe dziesięciolecie jest Operat UL opracowany dla całego gospodarstwa leśnego, dla którego projektuje się sieć drogową. Standardem stało się opracowywanie większości dokumentów przy użyciu GIS i przedstawienie ich w postaci LMN. Elektroniczne opracowanie danych daje możliwość szybkich, złożonych i wariantowych analiz oraz zestawień poszczególnych cech drzewostanów, terenu, czy elementów infrastruktury. Efekty tych prac można utrwalić w postaci map tematycznych o wygodnych skalach oraz w tabelach.

Operat UL zawiera w części inwentaryzacyjnej głównie opisy przyrodnicze lasu, natomiast brakuje tam większości danych dotyczących charakterystyki technicznej terenu. Wykorzystanie opisów przyrodniczych w odniesieniu do decyzji technicznych wymaga ich przetworzenia lub wykonania niezależnych badań terenowych. Za przykład może posłużyć opis gleb. W operacie dostępne są tylko opisy gleboznawcze z dość rzadko rozłożonych odkrywek oraz warianty uwilgotnienia siedlisk. Posługiwanie się tymi danymi w celach inżynierskich (BN-78/9180-11) granice frakcji, na podstawie których klasyfikowano grupy i podgrupy granulometryczne, określone były na podstawie zupełnie innych średnic zastępczych niż w normie gruntoznawczej (PN-86/B-02480 zastąpiona: PN-EN ISO 14688). W roku 1998 wprowadzono nowelizację normy gleboznawczej (PN – R-04033: 1998), która ujedynolica te granice, przesuwając je dla frakcji piaskowej z zakresu $1 \div 0,1\text{mm}$ do $2 \div 0,05\text{mm}$, dla frakcji pyłowej z zakresu $0,1 \div 0,02\text{mm}$ do $0,05 \div 0,002\text{mm}$ i frakcji ilowej z zakresu $<0,02\text{mm}$ do wartości $<0,002\text{mm}$. Aktualna Instrukcja Urządzenia Lasu (2012) zaleca wykonanie badań i opisu gleb według normatywu PTG [2008], który jest częściowo zbieżny ze znowelizowaną normą gleboznawczą.

W dokumentach operatowych gleboznawcze określenia grup granulometrycznych mogą być inne niż wynikałoby to z badań inżynierskich, a i używana nomenklatura jest różna. Ponadto wyniki wcześniejszych analiz nie są aktualizowane do wymogów obecnej normy (PN – R-04033: 1998). Stąd stosowanie wyników badań gleboznawczych zaczerpniętych wprost z Operatu w pracach inżynierskich jest wątpliwe. Badania geotechniczne gruntów, dla potrzeb projektowania sieci drogowej należy wykonać wyłącznie na podstawie metod

i normatywów technicznych. Ma to duże znaczenie w gruntach górskich, gdzie przeważają utwory gliniaste i ilaste, nierzadko występują przewarstwienia (flisz), stoki posiadają duże spadki i notowane są większe opady. Warunki takie sprzyjają powstawaniu osuwisk, zwłaszcza w połączeniu z robotami ziemnymi przy budowie dróg. Inżynierska charakterystyka gruntów w obszarze transportowym jest bardzo pożądana już na etapie opracowywania koncepcji sieci drogowej.

Ogólnie, metodyka wykonania opisu stanu istniejącego obiektu nie wymaga zmiany, również w sytuacji posiadania nowoczesnych źródeł informacji i sposobów ich opracowywania. Stosowane w chwili obecnej materiały źródłowe i urządzenia usprawniają pracę i polepszają jej efektywność.

Etap drugi:

Zrywka drewna jest pierwszym etapem w procesie transportu drewna z powierzchni leśnej. Szlaki zrywkowe są w tym procesie ważnym składnikiem sieci transportowej udostępniającej obszar transportowy. Zrywka ma również zasadniczy wpływ na rozwiązania techniczne w sieci oraz ich ekonomiczną efektywność. Przede wszystkim projektowany proces technologiczny zrywki i wynikające z niego: rozmieszczenie szlaków zrywkowych, ich długość i gęstość, wpływają bezpośrednio na cechy projektowanej sieci drogowej, tj. na odstęp między drogami, ich układ na stokach górskich i gęstość. Stąd w obowiązującej metodyce projektowania sieci dróg leśnych, zrywka drewna jest i nadal będzie podstawowym czynnikiem decydującym o kształcie tej sieci. Ponadto, w procesie transportu drewna z lasu, etap zrywki jest najtrudniejszy, wyrządzający największe szkody w środowisku leśnym i najdroższy. Jej koszty, w stosunku do etapu wywozu drewna, kształtują się w przybliżeniu jak 10:1. Uwzględnienie w projektowanej sieci drogowej zaleceń wynikających z projektowanej technologii zrywki prowadzi wprost do jej skrócenia i do zmniejszenia szkód w środowisku, co jednoznacznie poprawia efektywność inwestycji.

Z przedstawionych uwarunkowań wynika, że opracowanie sieci dróg leśnych, szczególnie w górach, musi być poprzedzone przyjęciem nowoczesnej technologii zrywki drewna. Powinna ona uwzględniać pełną technologiczną typizację drzewostanów oraz aktualne możliwości techniczne i technologiczne w gospodarce leśnej. Szczególną uwagę należy zwrócić na technologiczną typizację drzewostanów, wielokierunkowo opisującą warunki terenowe obszaru transportowego. Jej wyniki są podstawą do przyjęcia środków technicznych i przebiegu procesu technologicznego zrywki. Obecnie w terenach górskich jedynym czynnikiem tej typizacji jest pochylenie stoków górskich.

Według ustaleń Komisji Rolnictwa i Leśnictwa przy FAO, w technologicznej typizacji drzewostanów należy uwzględnić, poza spadkami stoków, Antończyk i Nowakowska-Moryl 1993.

Etap trzeci:

Określenie optymalnej gęstości leśnej sieci drogowej w opisywanej metodyce jest oparte wyłącznie na przesłankach ekonomicznych. Brane są pod uwagę: średnie koszty zrywki 1 m³ drewna oraz średnie koszty budowy, utrzymania i amortyzacji sieci drogowej w odniesieniu do odcinka drogi o długości 100 m i 1 m³ zrywanego drewna. Wylicza się sumę tak przedstawionych kosztów dla różnych, przyjętych długości zrywki i w efekcie końcowym, za gęstość optymalną uznaje się tę, dla której badana suma osiąga wartość minimalną [Drogi leśne. Poradnik Techniczny, 2006].

W czasach tworzenia przedmiotowej metodyki (w innych realiach polityczno-ekonomicznych oraz przy innych zasadach organizacji i funkcjonowania nadleśnictw) istniały ustalane przez NZLP cenniki zrywki, które były uzależnione od technologii zrywki, strefy trudności terenu, rodzaju zrywanych sortymentów oraz długości samej zrywki. Obecnie, w gospodarce rynkowej, te kryteria mają drugorzędne znaczenie. Cena zrywki 1 m³ drewna ustalana jest w drodze przetargu i podawana w postaci jednolitej stawki dla całego obszaru transportowego bez względu na odległości zrywki, jak też rodzaj zrywanych sortymentów, technologię i warunki terenowe. Podobny problem napotykaną jest przy określaniu faktycznych kosztów budowy dróg. Wartości kontraktów uzyskane w przetargach są bardzo często niższe od wartości zawartych w kosztorysach inwestorskich, a różnica między ofertami przetargowymi: minimalną i maksymalną, dla tego samego zadania, sięga nawet 40% oferty maksymalnej [<http://www.przetargi.egospodarka.pl>]. Dodatkową trudnością w tym zakresie jest poznanie faktycznych kosztów budowy dróg w dużo późniejszym czasie, niż określanie wskaźnika gęstości optymalnej, a co za tym idzie, przyjęte do obliczeń koszty (na podstawie zrealizowanych podobnych zadań, w porównywalnych warunkach) mogą się znacznie od nich różnić. Sądzymy, że obecny sposób wyceny kosztów zrywki i budowy dróg ma charakter czasowy, do chwili pełnej stabilizacji i urynkowania naszej gospodarki.

Przyjęte w innych krajach metodyki określania gęstości optymalnej dla leśnej sieci drogowej posługują się różnymi kryteriami (Gecow 1966, Gecow 1972, Hruza 2003, Hasmadi i Taylor 2008, Stückelberger i in. 2008, Hayati i in. 2012, Najafi i Richards 2013), chociaż najczęściej właśnie kosztami zrywki i kosztami budowy dróg. Sugeruje to, w kontekście wielu funkcji lasu wskazanych w aktualnym prawie leśnym (Ustawa o lasach, 1991) i wykorzystywania dróg leśnych nie tylko do celów produkcyjnych, że przedmiotowa metodyka powinna ulec aktualizacji. Do najważniejszych kryteriów mogących mieć dodatkowe znaczenie dla współcześnie projektowanych sieci drogowych w lasach górskich (inne niż możliwość wywozu drewna) należy zaliczyć: gęstość sieci wodnej, zagrożenie erozyjne terenu, pracochłonność czynności gospodarczych w zależności od

położenia powierzchni w stosunku do drogi, udostępnienie drzewostanów w celu wykonania zabiegów hodowlanych czy ochronnych, udostępnienie turystyczne lasu, a w lasach niżej położonych również zagrożenie pożarowe. Wybrane czynniki, po rozważnym określeniu ich znaczenia, można by uwzględnić w dotychczasowym, jednak zmodyfikowanym wzorze na gęstość optymalną.

Trudności w uzyskaniu pełnych i obiektywnych danych do obliczenia wskaźnika gęstości optymalnej sieci dróg leśnych nie dezawuuują samej metody. Metoda jest nadal prawidłowa. Należy jednak dążyć do zobiektywizowania i dalszego różnicowania danych.

Etap czwarty:

Realizując tę część metodyki wyznacza się na mapie przybliżone lokalizacje nowych dróg w projektowanej sieci. Wyznaczone linie należy traktować jako pewnego rodzaju korytarze, które w dalszych etapach wykonywania projektów szczegółowych konkretnych odcinków dróg będą sugerować właściwe ułożenie ich tras. Obecnie linie te wyznacza się wykorzystując nowoczesne źródła informacji i metody ich opracowywania (LMN, GIS).

Decyzje lokalizacyjne należy oprzeć na szeregu analizach dotyczących np.: cech drzewostanu, cech fizjograficznych, hydrologicznych i gruntowych obszaru transportowego, aktualnych i przyszłych zadań gospodarczych, potrzeb udostępnienia turystycznego, możliwości połączenia projektowanej sieci dróg z drogami publicznymi, miejsc dogodnych dla budowy składnic drewna, udostępnienia lasu nową siecią dróg, czy zagrożenia pożarowego. Analizy te pokażą przestrzenne rozłożenie w rozpatrywanym obszarze transportowym czynników negatywnych (ograniczających) i pozytywnych (przyciągających), kluczowych w kształtowaniu sieci drogowej.

Ten etap metodyki nie wymaga dużej korekty, ponieważ zastosowanie nowoczesnej technologii już się dokonało i jest standardem, natomiast należy precyzyjnie określić jakie analizy należy wykonać obowiązkowo dla uzyskania optymalnego kształtu i funkcjonowania leśnej sieci drogowej.

Etap piąty:

W omawianej metodyce planowania leśnej sieci drogowej używa się wyłącznie kryteriów finansowych, więc jednym z końcowych efektów projektu jest ekonomiczna analiza proponowanego rozwiązania. Można ją wykonać obliczając wskaźnik efektywności ekonomicznej, czyli określić stosunek sumy uzyskanych rocznych efektów gospodarczych do rocznych nakładów na budowę projektowanej sieci, jej utrzymania i amortyzacji. Wskaźnik efektywności oblicza się dla jednego roku.

Do sumy uzyskanych efektów gospodarczych zalicza się:

- zmniejszenie kosztów transportu drewna, głównie poprzez skrócenie zrywki i podwozu (obecnie w kosztach transportu nie uwzględnia się kosztu wywozu drewna, gdyż jest ono sprzedawane w systemie *loco las* i tym kosztem obciążony jest kupujący drewno),
- ograniczenie mechanicznych uszkodzeń zrywanego drewna,
- ograniczenie uszkodzeń odziomkowej części drzew pozostających na pniu,
- zmniejszenie szkód w nalotach i podrostach,
- pozyskanie do sprzedaży dodatkowej masy drewna dotychczas pozostającego po cięciach pielęgnacyjnych w lesie i przed rozbudową sieci drogowej nie zrywanej (zbyt długa i kosztowna zrywka tanich sortymentów).

Wielkości tych efektów można łatwo określić, jednak wyliczenia oparte są na pewnych założeniach i wskaźnikach przyjętych szacunkowo w czasach tworzenia samej metody, więc ich wielkości należy uaktualnić.

W nakładach inwestycyjnych służących powstaniu nowych dróg uwzględnia się, obliczając osobno, również w ujęciu rocznym:

- koszty pasa drogowego (koszt straconej produkcji leśnej ze względu na wylesienie terenu w całym okresie rębności),
- koszty robót ziemnych i odwodnienia,
- koszty obiektów inżynierskich,
- koszty nawierzchni (każdy rodzaj osobno),
- koszty utrzymania całej sieci dróg (stan po zaprojektowaniu nowej sieci).

Ponieważ różne elementy budowli drogowej (pas drogowy, korpus, nawierzchnia, obiekty) mają różne okresy trwałości, do wyliczenia rocznych kosztów tych elementów używa się odpowiednie współczynniki amortyzacji kapitału.

Wszystkie te koszty (poza pierwszym) na etapie projektowania sieci dróg muszą być wzięte z innych, podobnych zadań inwestycyjnych już wykonanych. Rzeczywiste koszty budowy planowanej sieci zostaną ostatecznie określone później, po wykonaniu projektów szczegółowych przewidzianych dróg i zakończeniu procedur przetargowych na ich realizację. Podobnie dzieje się z uzyskaniem kosztów utrzymania dróg.

Takie warunki nie pozwalają na wykonanie prawidłowej analizy ekonomicznej na etapie planowania inwestycji – można tu przedstawić jedynie mniej lub bardziej wiarygodne przybliżenie.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Analizując całość metody projektowania sieci dróg leśnych w terenach górskich, jej etapy i szczegółowe procedury, należy stwierdzić, że w wyniku przemian, jakie dokonały się w systemie organizacji pracy w nadleśnictwach, technologiach pozyskiwania drewna, społecznych oczekiwaniach co do funkcji lasu oraz w technice opracowywania danych, wymaga ona znacznego przekonstruowania. Stosowanie tej metody we współcześnie powstających tego typu opracowaniach, (zwanach: „Ekspertyzami optymalizacji i rozwoju infrastruktury drogowej”) jest ograniczone do elementów, które zachowały swoją aktualność w dzisiejszych realiach. Wykonywana jest w nich głównie inwentaryzacja obecnego stanu lasu ze wszystkimi jego składnikami, tj.: drzewostanem, fizjografią i hydrologią terenu, istniejącą leśną i publiczną siecią komunikacyjną, bieżącymi i przyszłymi zadaniami gospodarczymi, stosowanymi technologiami w pracach leśnych oraz zabezpieczeniem przeciwpożarowym lasu [Grajewski i in., 2010; Ekspertyza optymalizacji i rozwoju infrastruktury drogowej nadleśnictwa Brynek, 2012]. W tym celu wykorzystuje się obowiązujący Operat UL i przeprowadza wnikliwe wizje lokalne. Na tej podstawie, oraz dotychczasowych tabelach gęstości optymalnej [Antończyk i Nowakowska-Moryl, 1993; Drogi leśne. Poradnik Techniczny, 2006], a także w oparciu o istniejące jeszcze w nadleśnictwach „Plany budownictwa drogowego” i bieżące zalecenia Straży Pożarnej co do maksymalnej odległości dowolnego miejsca w lesie od drogi pożarowej, wykonuje się projekt nowej sieci. W projekcie wyznacza się korytarze nowych dróg, ustala funkcje, obciążenia, rodzaje nawierzchni i potoki ładunków wszystkich dróg w nowej sieci. Praktyka wykonawcza tych działań stosuje nowoczesne standardy mapowe oraz metody pozyskiwania, obróbki i prezentacji danych. Natomiast nie oblicza się wskaźnika gęstości optymalnej sieci dróg dla konkretnego obszaru transportowego. W analizach porównawczych wykorzystuje się istniejące od wielu już lat dane tabelaryczne, które dotyczą dużo większych terenów, i które zawsze miały charakter orientacyjny.

Zgodnie z zalecaną przez GDLP metodą projektowania sieci dróg leśnych, należy wrócić do obliczania wskaźnika optymalnej gęstości dróg w tej sieci. Według wcześniejszych sugestii, należy przy tym uwzględnić dodatkowe kryteria i obiektywne czynniki wynikające z aktualnego stanu organizacyjnego i gospodarczego LP.

Lokalizacja nowych dróg i określenie parametrów ruchu w nowej sieci musi być oparta na wielu analizach mapowych, wskazujących obszary o znaczeniu „negatywnym” i „pozytywnym” dla budowy dróg w konkretnym miejscu. Do „negatywnych” obszarów (odsuwających od nich drogi) można zaliczyć między innymi: obszary bardzo strome, silnie uwodnione, o niewłaściwych

gruntach w podłożu, obszary narażone na powstawanie osuwisk, obiekty ochrony przyrody, enklawy obce, natomiast do „pozytywnych”: drzewostany bliskorębne, drzewostany przebudowywane, miejsca dogodne do lokalizacji skrzyżowań, składnic, punktów czerpania wody do celów ppoż., punktów dających możliwość połączenia z drogami publicznymi, obiekty o przeznaczeniu turystycznym. Możliwość swobodnego korzystania z LMN i narzędzi GIS w znacznym stopniu ułatwia analizę tak zróżnicowanych warunków i wybór optymalnych rozwiązań.

Przeprowadzenie analizy ekonomicznej projektowanej sieci dróg leśnych, jest dla nadleśnictwa ważne i wartościowe, jednakże obecna wartość tej analizy, przeprowadzanej według proponowanej metodyki, jest dyskusyjna. Jest to spowodowane głównie przez zastosowanie do obliczeń danych szacunkowych, nie dostosowanych do obecnych uwarunkowań. W szczególności dotyczy to kosztów całkowitych budowy jednego kilometra drogi danej kategorii, a także kosztów jednostkowych elementów składowych tych dróg. Ich aktualizacja, w oparciu o faktycznie poniesione nakłady, niezależnione od okoliczności przetargowych, w pełni uwiarygodni otrzymane wskaźniki ekonomiczne.

Biorąc pod uwagę aktualne potrzeby i funkcje lasu oraz aktualny system funkcjonowania i organizacji nadleśnictw:

- widoczne jest częściowe niedostosowanie metodyki projektowania leśnych sieci drogowych w terenach górskich do dzisiejszych warunków,
- aktualizacji wymagają przede wszystkim: wybór kryteriów i sposób określania gęstości optymalnej oraz ocena efektywności ekonomicznej proponowanych rozwiązań, czego wyrazem jest również pomijanie tych etapów projektowania sieci w obecnie powstających opracowaniach,
- należy dążyć do wyselekcjonowania i opisanie uaktualnionych kryteriów określania optymalnej gęstości sieci dróg leśnych,

Stwierdza się również, że

- wielopłaszczyznowa analiza informacji zawartych w LMN dostarcza mocnych argumentów do optymalnego rozmieszczenia poszczególnych odcinków dróg w projektowanej sieci w lasach górskich,
- narzędzie GIS jest bardzo pomocne w analizie stanu istniejącego lasu i planowaniu leśnych sieci drogowych,
- niedostateczna informacja w LMN na temat przydatności budowlanej gruntów utrudnia podejmowanie właściwych decyzji o lokalizacji dróg, jednak autorzy zauważają możliwość przetworzenia wybranych opisów gleboznawczych zawartych w Operacie UL i uzyskanie z tego źródła wartościowych danych o charakterze inżynierskim.

LITERATURA

- Antończyk Sz., Nowakowska-Moryl J. 1993. Kształtowanie sieci dróg leśnych. Wyd. Universitas, ss: 146.
- Branżowa Norma BN-78/9180-11. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne.
- Drogi leśne. Poradnik techniczny. 2006. Wyd. Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy LP w Bedoniu, ss: 136.
- Ekspertyza optymalizacji i rozwoju infrastruktury drogowej nadleśnictwa Brynek. Stan na 1 stycznia 2012. BULiGL w Krakowie. Wydruk komputerowy.
- Gecow R. 1966. Obliczanie optymalnej gęstości dróg leśnych. IBL Warszawa, Zakład Transportu Drewna, maszynopis, ss: 109.
- Gecow R. 1972. Czynniki wpływające na planowanie sieci dróg leśnych. Sylwan. R. 116 nr 3, s. 7-16.
- Grajewski S., Kamiński B., Walczak K. 2010. Stan techniczny leśnych dróg pożarowych na przykładzie Nadleśnictwa Kłobuck. Infr. I Ekol. Ter. Wiejskich. Nr 2010/02, s. 169-183.
- Hasmadi M., Taylor J.C. 2008. Sensitivity Analysis of an Optimal Access Road Location in HillyForest Area: A GIS Approach. American Journal of Applied Sciences 5(12): 1686-1692.
- Hayati E., Majnounian B., Abdi E. 2012. Qualitative evaluation and optimization of forest road network to minimize total costs and environmental impacts. iForest 5: 121-125.
- Hruza P. 2003. Optimisation of forest road network under principles of functionally integrated forest management. Journal of Forest Science, 49(9): 439-443.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 2012. Wyd. OR-W LP w Bedoniu.
- Klasyfikacja PTG 2008 Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych.
- Najafi A., Richards E.W. 2013. Designing a forest Road network using mixed integer programming. Croat. J. For. Eng. 34(2013)1, s. 17-30.
- Płotkowski L 2008. Ekonomiczne aspekty oceny funkcji lasu, czyli gospodarka leśna w koncepcji zrównoważonego rozwoju. Studia i Materiały Centrum Eduk. Przyn.-Les., R. 10, Z. 3(19), s. 252-272.
- Płotkowski L 2012. Optymalizacja alokacji nakładów inwestycyjnych na budownictwo drogowe w Lasach Państwowych. Sprawozdanie końcowe z realizacji usługi badawczej – zlecenie DGLP 2010. SGGW Warszawa.
- Polska Norma PN-R-04033: 1998. Gleby i utwory mineralne – Podział na frakcje i grupy granulometryczne.
- Polska Norma PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- Polska Norma PN-B-02481:1998. Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

Stückelberger J., Chung W., Aruga K., Cundy T.W. 2008. Forest road network design using a trade-off analysis between skidding and road construction costs. *Canadian Journal of Forest Research*, Vol 38, Nr 3, s. 439-448.

Ustawa o lasach z dnia 28IX 1991r., tekst ujednolicony, Dz.U. z 2011 nr 12 poz. 59.
<http://www.przetargi.egospodarka.pl/>; online: VI 2013.

dr inż. Janusz Gołąb
dr inż. Józef Plewniak
Katedra Inżynierii Leśnej
Uniwersytet Rolniczy im.H.Kołłątaja
Al. 29-listopada 46,
31-425 Kraków
e-mail: rlgolab@cyf-kr.edu.pl