

Wpływ warunków terenowych na elementy odwodnienia drogi w projektach dróg leśnych z lat 2004–2009

Grzegorz Trzcziński, Piotr Leciejewski

Abstrakt. Podstawową zaletą dobrze zaprojektowanej drogi jest dopasowanie jej elementów do warunków terenowych oraz wzajemne powiązanie ze sobą wielu rozwiązań projektowych. Jednym z najważniejszych elementów wpływających na zapewnienie prawidłowego funkcjonowania drogi leśnej oraz jej oddziaływania na środowisko leśne jest odwodnienie. Na podstawie 426 zebranych dokumentacji drogowych wykonanych dla nadleśnictw przez projektantów zewnętrznych w latach 2004–2009 dokonano analizy stosowanych rozwiązań elementów odwodnienia dróg leśnych w przekroju normalnym, profilu podłużnym, przekrojach poprzecznych oraz planie sytuacyjnym w powiązaniu z warunkami terenowymi.

Słowa kluczowe: projekt drogi, odwodnienie drogi, droga leśna.

Abstract. Influence of terrain conditions on the elements of road drainage projects of forest roads in the years 2004–2009. The main advantage of a well-designed road is to adjust its components to terrain conditions and the inter-linking of the many design solutions. However, one of the most important elements affecting ensure the proper functioning of the forest road and its impact on the forest environment is dehydration. Based on the 426 collected road records carried by external designers for Forest Districts in the years 2004 to 2009, an analysis of applied forest road drainage elements was done in normal section, longitudinal profile, cross-sections and the location plan in conjunction with the terrain conditions

Key words: road design, drainage of the road, forest road.

Wstęp

Podstawową zaletą dobrze zaprojektowanej drogi jest dopasowanie jej elementów do specyfiki, warunków terenowych (fizjograficznych, gruntowo-wodnych, obciążenia ruchem) oraz wzajemne powiązanie ze sobą wielu rozwiązań przedstawianych na załącznikach rysunkowych, w opisie technicznym, przedmiarze drogowym i specyfikacji technicznej robót.

Prawidłowe zaprojektowanie elementów odwodnienia jest szczególnie istotne ze względu na zapewnienie funkcjonowania drogi leśnej w całym okresie jej użytkowania oraz wpływu na środowisko leśne, w którym się znajduje (Edel 2009, Forman i in. 2009). Natomiast brak odpowiednich zabezpieczeń przed negatywnym oddziaływaniem wody na korpus drogowy powoduje:

- uplastycznienie podłoża drogowego, co skutkuje utratą nośności korpusu drogowego,
- podmywanie drogi,

- erozję nawierzchni oraz skarp drogowych,
- powstawanie wysadzin i przelomów jako skutków wpływu warunków gruntowo-wodnych. Drogi leśne przebiegają w terenie przez różnorodne pod względem troficzności jak i wilgotności siedliska, przecinają naturalne ciek wodne oraz przechodzą w pobliżu zbiorników wodnych. Dla środowiska leśnego parametry drogi powinny być więc jak najbardziej neutralne, nieingerujące w stosunki wodne obszaru, na którym się ona znajduje. Jest to możliwe pod warunkiem prawidłowego dobrania elementów jej odwodnienia:
 - wysokości (nasypu) umieszczenia korpusu drogowego,
 - średnicy przepustów drogowych,
 - głębokości rowów przydrożnych.

Cel i zakres odwodnienia drogi leśnej

Celem zabezpieczenia drogi leśnej przed wodą opadową jest szybkie odprowadzenie jej poza korpus drogowy. Dla ochrony przed wodą gruntową zapewnia się natomiast bezpieczną odległość między nawierzchnią a poziomem tej wody. Aby zabezpieczyć drogę przed ciekami wodnymi, należy zapewnić stabilność korpusu drogowego.

Prawidłowe odwodnienie drogi od wód opadowych osiąga się poprzez stosowanie odpowiednich pochyłeń poprzecznych i podłużnych jezdni oraz pobocza, a także w zależności od potrzeb wykonanie: rowów i ścieków przydrożnych, przepustów drogowych, rowów odprowadzających, a w terenach górskich rowów stokowych, pól odparowujących oraz studni chłonnych.

Wylimowanie złego działania wód gruntowych na korpus drogowy wymaga:

- zaprojektowania niwelety nawierzchni na odpowiednim poziomie w stosunku do zwierciadła wody gruntowej i poziomu przemarzania,
- wbudowania gruntu przepuszczalnego w podłoże drogowe,
- zastosowania warstw zabezpieczających z materiałów naturalnych lub geosyntetyków oraz sączków i drenów przepecznych.

Ograniczenie wpływu wód powierzchniowych wiąże się z trasowaniem drogi niekolidującym z przebiegiem np. cieku. Jeśli nie jest to możliwe, tak jak w przypadku drogi dolinowej w górach, stosuje się umocnienia skarp korpusu drogowego (mur oporowy), przepusty oraz nasypy filtracyjne i brody (Sylwestrzak, Szewczyk 2000).

Aspekty odwodnienia drogi uwzględnia się przy projektowaniu najważniejszych elementów drogi, umieszczając je na podstawowych załącznikach dokumentacji projektowej:

- przekrojach normalnych uwzględniających: pochylenia poprzeczne jezdni i poboczy; ustalenie minimalnej głębokości rowów na prostej, mijance i łuku poziomym, ustalenie warunków gruntowo-wodnych, konstrukcję nawierzchni i jej system wbudowania;
- profilu podłużnym zawierającym: usytuowanie niwelety nawierzchni i robót ziemnych, minimalne pochylenia niwelety, ustalenie wododziałów, projektowane rowy i ich przebieg oraz możliwość odprowadzenia wody na teren, przejścia przez cieki (przepusty, brody);
- przekrojach poprzecznych obejmujących: projektowanie (rzędnych dna) rowów przydrożnych i odprowadzających; projekty poszczególnych przepustów, brodów i nasypów filtracyjnych;
- planie sytuacyjnym zawierającym: przebieg osi trasy drogowej w zależności od terenu, zbiorniki odparowujące, położenie przepustów na skrzyżowaniach i zjazdach oraz wododziałach.

Metodyka

Materiały źródłowe – dokumentacja projektowa

Ocenę uwzględniania wpływu warunków terenowych na elementy odwodnienia dróg leśnych dokonano na podstawie analizy dokumentacji projektowej uzyskanej z nadleśnictw PGL LP. Projekty techniczne dróg leśnych wykonane zostały przez projektantów z zakresu inżynierii lądowej na zlecenie jednostek LP w okresie 2004–2009 roku. Zebrano 426 projektów z 222 nadleśnictw położonych na terenie wszystkich regionalnych dyrekcji LP.

Analiza zebranych danych

Przy analizie projektów technicznych brano pod uwagę: przewidywany zakres robót drogowych, kompletność występujących załączników projektu, ocenę warunków gruntowo-wodnych oraz przedstawienie elementów odwodnienia w danym załączniku projektu, a także poprawność jego wykonania.

Wyniki

Zakres robót drogowych i kompletność dokumentacji

Większość dokumentacji – 88% (376) – dotyczyła przebudowy drogi leśnej, a więc zakresu robót drogowych mających na celu zarówno poprawienie geometrii drogi, jak i parametrów nawierzchni oraz jej odwodnienia (tab. 1). W 23 (5,4%) przypadkach dokumentacja przewidywała budowę nowej drogi, a w 20 (4,7%) projektach założono remont polegający w większości przypadków na odtworzeniu dobrego stanu technicznego drogi leśnej.

Wszystkie analizowane załączniki projektowe (przekrój normalny, profil podłużny, przekroje poprzeczne i plan sytuacyjny) zawierały tylko 174 projekty techniczne. Wśród nich w 125 przypadkach określono parametry rowów na przekrojach normalnych, w 90 – na przekroju normalnym i profilu podłużnym. Tylko w 76 projektach przedstawiono parametry rowów we wszystkich załącznikach.

W większości dokumentacji 96% (396 projektów) umieszczono przekroje normalne (zwane też przekrojami konstrukcyjnymi). W ponad 50% rozpatrywane dokumentacje drogowe zawierały pozostałe analizowane załączniki projektu technicznego (tab. 1).

Tab. 1. Planowane roboty na drogach leśnych i zakres projektów technicznych
Table 1. Planned work on forest roads and scope of technical projects

Typ prac na drodze leśnej	Liczba dokumentacji	Elementy dokumentacji drogowej				
		Przekroje normalne	Profil podłużny	Przekroje poprzeczne	Plan sytuacyjny	Odwodnienie i szczegóły
Przebudowa	376	355	225	195	237	223
Budowa	23	22	18	18	19	12
Remont	20	15	2	–	7	6
Modernizacja	1	–	–	1	–	–
Nie określono	6	3	1	1	1	2
Ogółem	426	396	246	215	264	243

Warunki gruntowo-wodne

Jedną z podstawowych czynności dla zapewnienia prawidłowego odwodnienia drogi jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych. Nie zostały one określone w 144 projektach dróg leśnych (tab. 2). Wśród 120 przypadków uwzględniających warunki gruntowo-wodne (głównie na gruntach z grupy G2 i G3 – podział zgodnie z WPD-3 oraz Dz.U. z 1999 nr 43 poz. 430 z póź. zmi.) określono je jako złe. W 30 dokumentacjach na gruntach należących do wątpliwych i wysadzinowych (G2 i G3) ustalono natomiast warunki gruntowo-wodne jako dobre, co wydaje się wątpliwe z uwagi na specyfikę tych gruntów.

W 174 projektach technicznych zawierających wszystkie omawiane załączniki rysunkowe aż 37 z nich nie miało określonych warunków gruntowo-wodnych.

Tab. 2. Określenie warunków gruntowo-wodnych w projektach technicznych dróg leśnych
Table 2. Determination of soil-water conditions in the technical projects of forest roads

Grunt podłoża	Warunki gruntowo-wodne				
	Nie określono	Dobre	Średnie	Złe	Suma
Nie określono	76	15		10	101
G1	47	94	3	3	147
G1/G2		16		2	18
G1/G3		3			3
G2	15	25		9	49
G2/G3		5		24	29
G2/G4				1	1
G3	2	1		51	54
G3/G4				11	11
G4	4			9	13
Suma	144	159	3	120	426

Elementy odwodnienia drogi w przekroju normalnym

W tab. 3 przedstawiono zakres występowania załącznika „przekroje normalne” we wszystkich analizowanych projektach w zależności od warunków gruntowo-wodnych (WGW) i rodzaju podłoża drogowego. Z przedstawionego zestawienia wynika, że w 30 spośród 426 projektów nie zamieszczono załącznika „przekroje normalne”.

Na 396 projektów zawierających przekroje normalne w 277 przypadkach konstrukcja nawierzchni jest prawidłowo wbudowana w korpus drogowy, ale tylko w 184 przekrojach określono parametry rowu. Wszystkie załączone do dokumentacji projektowej przekroje normalne pokazywały pochylenia poprzeczne jezdni i poboczy zapewniające spływ wód opadowych z korpusu drogowego.

Tab. 3. Zamieszczone przekroje normalne w zależności od warunków gruntowo-wodnych w projektach dróg leśnych

Table 3. Posted normal sections depending on the soil and water in forest road projects

Załącznik przekroje normalne							
WGW	Nie określono		Dobre		Średnie	Złe	
	brak	Jest	brak	Jest		brak	Jest
Podłoże	brak	Jest	brak	Jest	Jest	brak	Jest
Nie określone	11	65		15			10
G1	3	44	4	90	3		3
G1/G2			1	15		2	
G1/G3			2	1			
G2	1	14	1	24			9
G2/G3				5		2	22
G2/G4							1
G3		2		1		1	50
G3/G4						1	10
G4	1	3					9
Suma	16	128	8	151	3	6	114

Elementy odwodnienia drogi w profilu podłużnym

Załącznik „profil podłużny” wystąpił w 246 projektach, w 180 – nie został zamieszczony. Analizę występowania omawianego załącznika w zależności od rodzaju gruntu podłoża drogowego i występujących warunków gruntowych podłoża pokazano w tabeli 4. W 27 przypadkach spośród 246 projektów zawierających ten załącznik nie określono gruntu podłoża drogowego i występujących warunków gruntowo-wodnych, co stawia pod znakiem zapytania poprawność jego wykonania. Dodatkowo w projektach dróg leśnych, dla których określono niekorzystne warunki podłoża drogowego, załącznik ten uwzględniono tylko w 79 przypadkach, w 32 go nie umieszczono.

Tab. 4. Występowanie profilu podłużnego w zależności od gruntu podłoża w projektach technicznych dróg leśnych

Table 4. The presence of longitudinal profile depending on the ground substrate in the technical projects of forest roads

Załącznik profil podłużny							
WGW	Nie określono		Dobre		Średnie	Złe	
	brak	Jest	brak	Jest		brak	Jest
Podłoże	brak	Jest	brak	Jest	Jest	brak	Jest
Nie określone	49	27	5	10		2	8
G1	25	22	43	51	3	2	1
G1/G2			8	8		2	
G1/G3			2	1			
G2	9	6	4	21		4	5
G2/G3				5		8	16
G2/G4							1
G3	1	1		1		12	39
G3/G4						1	10
G4	2	2				1	8
Suma	86	58	62	97	3	32	88

W 127 projektach (z 246, w których umieszczono profil podłużny) ustalono przebieg rowów. Tylko w jednym projekcie, z tych które posiadały rowy, nie uwzględniono konstrukcji nawierzchni przy projektowaniu przebiegu niwelety nawierzchni. Na profilu podłużnym w 119 projektach nie przedstawiono parametrów rowów. W 82 położenie niwelety nawierzchni w stosunku do terenu ze względu na zastosowaną konstrukcję nawierzchni było nieprawidłowe. Tylko 21 projektów z 246 oprócz niwelety nawierzchni zawierało niweletę robót ziemnych. W ośmiu projektach przedstawiono przebieg rowów na profilu podłużnym bez wcześniejszego wykonania przekrojów poprzecznych.

Elementy odwodnienia drogi w przekroju poprzecznym

Występowanie załącznika „przekroje poprzeczne” we wszystkich analizowanych projektach w zależności od warunków gruntowo-wodnych (WGW) i rodzaju podłoża drogowego przedstawiono w tabeli 5. Prawie w 50% (211 dokumentacji) analizowanych projektów nie występował załącznik przekroje poprzeczne. Dodatkowo w 81 przypadkach projekt zawierał załącznik plan sytuacyjny, a nie zawierał przekroi poprzecznych będących podstawą prawidłowo wykonanego planu sytuacyjnego drogi. Większość projektów dla dróg o złych warunkach gruntowo-wodnych (82 dokumentacje) miała zamieszczone przekroje poprzeczne.

Tab. 5. Zestawienie zamieszczenia przekroi poprzecznych w projektach dróg leśnych w zależności od warunków gruntowo-wodnych

Table 5. Summary of placing cross-sections in the projects of forest roads depending on the soil and water parameters

Załącznik przekroje poprzeczne								
WGW	Nie określono		Dobre		Średnie		Złe	
Podłoże	brak	Jest	brak	Jest	brak	Jest	brak	Jest
Nie określone	50	26	3	12			1	9
G1	34	13	50	44	1	2	2	1
G1/G2			9	7			2	
G1/G3			2	1				
G2	10	5	11	14			2	7
G2/G3				5			10	14
G2/G4								1
G3	1	1		1			16	35
G3/G4							2	9
G4	2	2					3	6
Suma	97	47	75	84	1	2	38	82

Elementy odwodnienia drogi w planie sytuacyjnym

W 264 projektach zamieszczono załącznik plan sytuacyjny, z tego 23 wykonano w skali 1:2000 i większej. Występowanie załącznika „plan sytuacyjny” w zależności od warunków gruntowo-wodnych i rodzaju podłoża drogowego przedstawiono w tabeli 6. Z 264 projektów,

zawierających załączniki „plan sytuacyjny”, tylko w 183 projektach występował załącznik „przekroje poprzeczne”, a w 143 projektach na planie sytuacyjnym drogi wysowano przebieg rowów.

Tab. 6. Występowanie w projektach drogowych planu sytuacyjnego według warunków gruntowo-wodnych i podłoża drogowego

Table 6. Occurrence of site plan in road projects according to ground conditions and the road substrate

Załącznik plan sytuacyjny							
WGW	Nie określono		Dobre		Średnie	Złe	
Podłoże	brak	Jest	brak	Jest	Jest	brak	Jest
N	31	45	4	11		2	8
G1	21	26	44	50	3	2	1
G1/G2			9	7		2	
G1/G3			2	1			
G2	6	9	4	21		4	5
G2/G3			4	1		9	15
G2/G4							1
G3	1	1		1		13	38
G3/G4						2	9
G4	2	2					9
Suma	61	83	67	92	3	34	86

Posumowanie

Przebudowa drogi jest dominującym zakresem przewidywanych robót drogowych dla dróg leśnych. W niewielkim stopniu planuje się budowę nowych dróg (co zgodne jest z planami rozwoju sieci komunikacyjnej dla nadleśnictw w PGL LP).

Ponad 50% analizowanych projektów technicznych dróg leśnych nie zawierało wszystkich wymaganych załączników. Konieczne jest więc zwrócenie szczególnej uwagi na kompletność wykonywanych projektów, zwłaszcza gdy dotyczą budowy lub przebudowy, w której przewiduje się zmianę parametrów technicznych istniejącej drogi.

Warunki gruntowo-wodne są często pomijane lub błędnie określone. Nie uwzględnienia się więc ich wpływu na elementy drogi leśnej, czego przykładem może być występujący w prawie 120 przypadkach analizowanych projektów nieprawidłowy system wbudowania nawierzchni w korpus drogowy.

Drogi leśne znajdują się na terenie o zróżnicowanych siedliskach, często o niekorzystnych warunkach gruntowo-wodnych, mających negatywny wpływ na elementy korpusu drogowego. Konieczne jest więc szczegółowe przedstawienie na odpowiednich załącznikach projektu technicznego, wzajemnie powiązanych i spójnych rozwiązań zabezpieczających elementy drogi przed złym oddziaływaniem podłoża drogowego.

Literatura

Forman R.T.T. i in. 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press. Polski przekład. 2009. Ekologia dróg. Związek Stowarzyszeń 'Polska Zielona Sieć'.

Edel R. 2009. Odwodnienie dróg. WKiŁ. Warszawa.

Sylwstrzak J.W., Szewczyk J.A. 1990. Materiały do ćwiczeń z projektowania dróg leśnych. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.

PN-S-02204. 1997. Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg . PKN Warszawa.

Dz. U. z 1999 r. Nr 43, poz. 430 z późn. zm. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

WD-3. 1995. Wytyczne projektowania dróg VI i VII klasy technicznej. Transprojekt. Warszawa.

Grzegorz Trzcński, Piotr Leciejewski

Wydział Leśny

Katedra Użytkowania Lasu

SGGW w Warszawie

grzegorz.trzcinski@wl.sggw.pl,

piotr.leciejewski@wl.sggw.pl