

Edyta MALINOWSKA, Anna KAIM

Katedra Geoinżynierii SGGW w Warszawie

Department of Geotechnical Engineering, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Projektowanie i budowa drogowych obiektów inżynierskich w aspekcie środowiskowym

Designing and building roads' engineering objects according to the environmental basis

Słowa kluczowe: droga, drogowe obiekty inżynierskie, ochrona środowiska, zanieczyszczenie gruntu

Key words: roads, roads engineering objects, environmental protection, soil pollution

Wprowadzenie

Drogowe budowle inżynierskie mogą stanowić źródło zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego. Dlatego już na etapie projektowania, a następnie budowy powinno się wykonać ekspertyzę wpływu obiektów drogowych na środowisko. Ważnym zagadnieniem jest lokalizacja drogowych obiektów inżynierskich. Lokalizowanie na podłożu, w którym występują warstwy gruntów uznanych za bariery hydrauliczne, przyczynia się do ograniczenia możliwości migracji zanieczyszczeń w środowisku wodno-gruntowym.

Za podstawowe obiekty drogowe uznano obiekt mostowy, tunel, konstrukcje oporową i drogę.

W artykule przedstawiono urządzenia służące do ochrony środowiska w otoczeniu drogi. Na podstawie analizy obowiązujących przepisów prawnych oraz rozporządzeń przedstawiono wymogi ochrony środowiska podczas projektowania oraz podczas budowy obiektów drogowych.

Prześledzono kolejne elementy środowiska oraz rodzaj wpływu, jaki wywiera na nie budowany obiekt drogowy.

W artykule przedstawiono analizę środowiska i ocenę wzajemnych wpływów między drogą (i panującym na niej ruchem) a otaczającym ją środowiskiem. Przedstawiono także sposoby zmniejszenia negatywnych wpływów nowo powstałej drogi na środowisko przyrodnicze.

Obiekty inżynierskie w drogownictwie

Obiektami inżynierskimi zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu

i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie są: obiekty mostowe, tunele, przepusty, konstrukcje oporowe.

Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budowane obiekty inżynierskie przy zachowaniu przepisów Prawa budowlanego i przepisów o drogach publicznych oraz innych ustaw, a także wymagań polskich norm budowlanych, konstrukcyjnych, maszynowych i samochodowych (PN-EN) oraz Eurokodu 1 i Eurokodu 7 powinny zapewniać w szczególności:

- bezpieczeństwo konstrukcji w aspekcie zapewnienia nośności i stateczności,
- bezpieczeństwo obiektów inżynierskich, w szczególności z uwagi na możliwość pożaru, powodzi, pochodu lodów, uderzenia statków i pojazdów, wpływu ruchu zakładu górniczego,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- bezpieczeństwo obsługi i bieżącego utrzymania obiektów inżynierskich,
- trwałość obiektów inżynierskich,
- ochronę środowiska przyrodniczego,
- warunki użytkowe uwzględniające potrzeby osób niepełnosprawnych.

Obiekt mostowy

Obiekt mostowy to budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszorowerowego, szlaku wędrowek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej nad przeszkodą terenową, a w szczególności: most,

wiadukt, estakada, kładka (Rozp. Min. TiGM z dn. 30 maja 2000r.).



RYSUNEK 1. Most podwieszony przez ujście Wisły w Gdańsku (www.gddkia.gov.pl)
FIGURE 1. Under hung Bridge in Gdańsk

Tunel

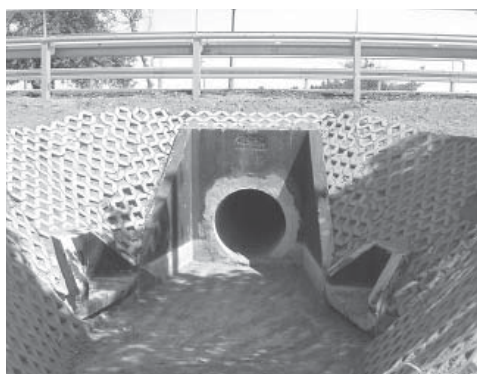
Tunel to rodzaj budowli przeznaczony do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszorowerowego, szlaku wędrowek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej przez lub pod przeszkodą terenową, a w szczególności: tunel, przejście podziemne (Rozp. Min. TiGM z dn. 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie).



RYSUNEK 2. Tunel metra warszawskiego (www.eastnews.com.pl)
FIGURE 2. Warsaw Underground Tunnel

Przepust

Przepust to budowla o przekroju poprzecznym zamkniętym, przeznaczona do przeprowadzenia cieków, szlaków wędrówek zwierząt dziko żyjących lub urządzeń technicznych przez korpus drogi (Rozp. Min. TiGM z dn. 30 maja 2000 r.).



RYSUNEK 3. Przepust pod drogą nr 72 – Uniejów (www.drogmar.com)

FIGURE 3. The dog hole under the road number 72 – Uniejów

Konstrukcja oporowa

Konstrukcja oporowa to taka budowla, która przeznaczona jest do utrzymania w stanie stateczności uskoku naziomu gruntów rodzimych lub nasypowych (Rozp. Min. TiGM z dn. 30 maja 2000 r.).



RYSUNEK 4. Mur oporowy – droga krajowa nr 4, Jarosław (www.zsrw-bosak.pl)

FIGURE 4. Resistance wall – road number 4, Jarosław Town

Droga

Droga jest to wydzielony pas terenu przeznaczony do ruchu lub postoju pojazdów, wraz z leżącymi w jego ciągu obiektami inżynierskimi, placami, zatokami postojowymi oraz znajdującymi się w wydzielonym pasie terenu chodnikami, ścieżkami rowerowymi, drogami zbiorczymi, drzewami i krzewami oraz urządzeniami technicznymi związanymi z prowadzeniem i zabezpieczeniem ruchu (Ustawa o drogach publicznych z dn. 21 marca 1985 r.).

Budowę różnego rodzajów drogowych obiektów inżynierskich należy dostosować do warunków terenowych. Projekt powinien uwzględniać warunki miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu lub decyzji o ustaleniu lokalizacji autostrad płatnych.



RYSUNEK 5. Droga krajowa S-17 (www.gddkia.gov.pl)

FIGURE 5. The highway S-17

Na terenach podlegających wpływom ruchu zakładu górniczego powinno się uwzględnić niekorzystne oddziaływania, które występują bądź mogą wystąpić w kolejnych etapach eksploatacji górniczej (Problemy budownictwa na terenach

ekologicznie cennych, 2007). Obiekt inżynierski powinien być zaprojektowany i wykonany w sposób odpowiadający wymaganiom wynikającym z jego usytuowania i przeznaczenia, tak, aby była zapewniona jego trwałość oraz warunki prawidłowej eksploatacji i utrzymania. Niemniej jednak istotne jest, aby usytuowanie obiektów inżynierskich uwzględniało wymagania ochrony środowiska, a w szczególności zalecenia ocen oddziaływania na środowisko, sporządzonych dla inwestycji lub obiektów określonych w przepisach o ochronie środowiska jako mogących pogorszyć jego stan.

Urządzenia ochrony środowiska w drogownictwie

Infrastruktura liniowa a szczególnie drogi szybkiego ruchu oddziałują na środowisko przyrodnicze wpływając przede wszystkim na obszary o najwyższych walorach. Planowany rozwój sieci drogowych może stanowić zagrożenie dla ochrony bioróżnorodności. Dlatego należy stosować metody łagodzenia konfliktów drogi – przyroda poprzez stosowanie odpowiednich urządzeń ochrony środowiska (Kaim 2008).

Drogowe urządzenia ochrony środowiska można podzielić na dwie grupy. Pod względem urządzeń pełniących funkcje ochronne to: urządzenia przeciwhałasowe (rys. 6), urządzenia ochrony zwierząt (rys. 7), urządzenia ochrony wód (rys. 8) (Sawicka-Siarkiewicz 2003, Zwierzęta... 2004).

Pod względem formy architektonicznej do urządzeń ochrony środowiska zaliczamy: ekrany akustyczne (przeciwhałasowe), przykrycia przeciwhałasowe, naziemne urządzenia ochrony wód



RYSUNEK 6. Kilkusetmetrowy ekran (materiały konferencyjne, Krynica 2007)
FIGURE 6. The anti-noise shield



RYSUNEK 7. Przejście nad drogą (materiały konferencyjne, Krynica 2007)
FIGURE 7. Animal walk side under the highway



RYSUNEK 8. Separator (www.oos.pl)
FIGURE 8. The separator

(otwarte budowle ziemne i kubaturowe), podziemne urządzenia ochrony wód (zakryte budowle ziemne i kubaturowe), przejścia dla zwierząt przez drogę (górne i dolne), ogrodzenia dla zwierząt, urządzenia specjalne dla zwierząt (lustra ostrzegawcze, lampy ostrzegawcze itp.), budynki zasłaniające, tunele ochronne, przykrycia ochronne, półprzykrycia ochronne, osłony roślinne (zielen ochronna).

Aspekt środowiskowy w projektowaniu obiektów inżynierskich

Na etapie projektowania należy przeanalizować wszystkie możliwe zagrożenia drogowego obiektu inżynierskiego na środowisko oraz opracować projekt budowlany tak, aby zminimalizować jego ujemne oddziaływanie po oddaniu do eksploatacji.

Na ewentualną uciążliwość dróg decydujący wpływ mają przyjęte rozwiązania projektowe obiektów drogowych. Obiekty drogowe według prawa budowlanego zalicza się do budowli komunikacyjnych. Dlatego powinny spełniać wymogi budownictwa, ale także zapewniać komfort społeczny. Przy projektowaniu obiektów drogowych, tj. obiekty mostowe, tunele, przepust, konstrukcje oporowe czy same drogi należy uwzględnić zachodzenie trwałych i nie odwracalnych zmian w środowisku i to zarówno w fazie budowy, jak i w fazie eksploatacji tych obiektów. Niemniej jednak zarówno sieć drogowa, jak i związana z nią infrastruktura jest bardzo potrzebna w kształtowaniu gospodarki.

Dlatego już w fazie projektowej powinno się uwzględnić ewentualny negatywny wpływ obiektów drogowych na środowisko, a nie zaniechać całkowitych ograniczeń. Gotowy projekt poddawany jest długiemu procesowi formalno-prawnemu, który kończy się w chwili uzyskania pozwolenia na budowę z dołączoną do niego oceną oddziaływania na środowisko. Najskuteczniejszym sposobem ochrony środowiska jest projektowanie z uwzględnieniem walorów i wrażliwości środowiska przyrodniczego i ludzkiego oraz możliwości stwarzanych przez krajobraz, ukształtowanie terenu, budowę geologiczną, a także istniejące zagospodarowanie terenu. Należy także podkreślić, że drogi przyjazne środowisku są także bezpieczne w ruchu drogowym.

Przyjazne środowisku projektowanie inwestycji drogowych powinno uwzględniać bierną i czynną ochronę środowiska oraz kompensację.

W projektowaniu drogi przyjaznej środowisku należy zachować nieodtworzalne zasoby środowiska, zarówno jego elementów biotycznych, jak i abiotycznych, dóbr archeologicznych i dóbr kultury (np. takich jak: starodrzewy, ostoje zwierzyny, unikalne ekosystemy). Droga powinna łączyć, a nie dzielić. Zatem, nie powinna rozcinać ekosystemy i wspólnoty ludzkie oraz powinna w minimalnym stopniu wpływać na formy terenu i wymagać jak najmniejszych robót ziemnych. Należy integrować roboty ziemne i ich skutki z ukształtowaniem terenu z uwzględnieniem struktury gruntów i gleby. Należy zminimalizować wpływ na środowisko miejsc odkładów i ukopów gruntu (przy jego nadmiarze lub deficycie) oraz miejsc pozyskiwania kamienia,

piasku i żwiru na budowę. Należy unikać dysharmonii i dużych zmian krajobrazu. Powinno się unikać ingerencji w system wód powierzchniowych i podziemnych oraz w systemy odwodnienia i melioracji (Materiały GDDKiA 1999, Materiały z II Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej 2005, Materiały z 53 Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN 2007, Towpik i in. 2006).

Aspekt środowiskowy w budowie obiektów inżynierskich

Nowo budowany lub modernizowany obiekt budowlany nie może być oddany do użytku bez wymaganych przepisami urządzeń chroniących środowisko.

W trakcie realizacji obiektów drogowych dochodzą dodatkowe, nieujęte w projekcie uciążliwości, które powinny mieć charakter okresowy (tzn. po przekazaniu do użytku obiektu drogowego uciążliwości te powinny skończyć się bez pozostawienia po sobie negatywnych skutków dla środowiska).

Podczas budowy należy ograniczyć bieżącą szkodliwość inwestycji budowlanej na środowisko tak, aby zminimalizować ryzyko powstania awarii lub katastrofy budowlanej (Materiały GDDKiA).

Wymagania ochrony środowiska, które powinny zostać spełnione w trakcie wykonywania robót drogowych, obejmują następujące elementy (Ustawa o ochronie przyrody):

1. Ochronę powierzchni ziemi łącznie z glebą i rzeźbą terenu – dla tej części terenu budowy, która zgodnie z projektem technicznym znajdzie się poza obszarem robót ziemnych.

2. Ochronę wód powierzchniowych i podziemnych – dla całego terenu budowy.
3. Ochronę powietrza przed zanieczyszczeniem – dla obszarów zabudowanych.
4. Ochronę świata roślinnego i zwierzęcego oraz zieleni miejskiej, w tym: zachowanie w stanie nienaruszonym zasobów przyrody w obszarze poza robotami ziemnymi, odtworzenie tych zasobów – zgodnie z projektem terenów zieleni – na obszarze robót ziemnych, ale poza jezdniami drogowymi i obiektami kubaturowymi.
5. Ochronę środowiska przed hałasem i wibracjami – dla obszarów zabudowanych.
6. Ochronę środowiska przed odpadami i innymi zanieczyszczeniami – dla całego terenu budowy i obszarów sąsiadujących.

Analiza oddziaływania na środowisko wybranych obiektów drogowych

Za obiekt inżynierski najbardziej wpływający na stan środowiska uznano drogę. Analiza oddziaływania wybranych obiektów drogowych uwzględnia środowisko, czyli wpływ na ludzi, zwierzęta i rośliny, krajobraz, dobra materialne i zabytki oraz oddziaływanie dróg na wody powierzchniowe i podziemne oraz powietrze atmosferyczne.

Wpływ drgań na środowisko przyrodnicze i na człowieka

Drgania od ruchu pojazdów wzbudzone są zarówno w okresie eksploatacji

dróg, przebudowy jak i również w czasie ich budowy. Poddanie podłoża gruntowego drganiom może w pewnym stopniu zmieniać jego właściwości np. uaktywnienie się osuwisk, dlatego właśnie uważa się, że wibracje wpływają szkodliwie na środowisko. Uciążliwość drgań rośnie wraz ze wzrostem wielkości i ciężaru pojazdów, nacisków przypadających na osie, prędkości ruchu, a przede wszystkim ze wzrostem natężenia pojazdów (Materiały z 53 Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN 2007).

Możliwości zmniejszenia wpływu drgań na środowisko:

- równomierność nawierzchni drogi – utrzymanie równej jezdni zwykle eliminuje problem szkodliwości drgań drogowych na otoczenie i budynki,
- konstrukcja drogi – im bardziej wytrzymała jest podbudowa nawierzchni, tym lepsza jest droga z uwagi na wzbudzanie drgań,
- rodzaj pojazdów – ciężar pojazdów ma wpływ na poziom wzbudzanych drgań, eliminacja z ruchu najcięższych pojazdów powoduje obniżenie poziomu drgań,
- prędkości przejazdu pojazdów – poziom drgań zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości przejazdu pojazdów, dlatego ograniczenia prędkości powodują obniżenie drgań,
- ekranowanie – ekran jest przeszkodą na drodze rozchodzenia się hałasu.

Wpływ dróg na otaczające je powietrze atmosferyczne

Zarówno budowa nowej drogi, jak i jej modernizacja może mieć wpływ na wartości stężeń zanieczyszczeń, do

których objętych monitoringiem, najbardziej niebezpieczne dla powietrza atmosferycznego należą: tlenki węgla, tlenki azotu, tlenki ołowiu oraz dwutlenek siarki (Materiały GDDKiA).

Bardzo trudno jest chronić środowisko przed rozpraszaniem się i zanieczyszczeniami lotnymi. Podstawowymi metodami to czynna ochrona poprzez stosowanie ekranów, które powodują zatrzymanie części zanieczyszczeń oraz utrudnienie rozpraszania zanieczyszczeń w obrębie drogi. Innym sposobem, szczególnie wykorzystywanym w okresie wiosna-jesień jest realizacja barier zieleni średniej i wysokiej, która powoduje nie tylko zatrzymanie zanieczyszczeń, ale także ich pochłonięcie i osadzenie.

Wpływ dróg na powierzchnie ziemi i uprawy oraz faunę i florę

Niekorzystny wpływ dróg i ruchu drogowego na gleby i uprawy rolnicze oraz na florę i faunę to między innymi emisja spalin i pyłów, hałas oraz w okresie zimowym środki utrzymania dróg. Nowo powstały obiekt drogowy może powodować również rozdzielanie ekosystemów oraz zmiany stosunków wodnych.

Budowa, modernizacja oraz eksploatacja dróg i urządzeń drogowych może powodować szkodliwe działania na powierzchni ziemi, z których najistotniejsze to erozja, utrata stabilności zboczy, osuwiska oraz zmiana rzeźby terenu.

Nadmierne rozprzestrzenianie się spalin samochodowych oraz zmiana warunków glebowo-rolniczych, poprzez odwadnianie dróg, może powodować negatywny wpływ na glebę i uprawy.

Najbardziej niebezpieczne zanieczyszczenia gleb, które pozostają w glebie przez wiele lat, to zanieczyszczenia ołowiem, cynkiem, kadmem i chromem.

Wpływ na roślinność ze strony inwestycji drogowej polega głównie na zajmowaniu terenów leśnych i upraw rolnych pod drogi. Budowa nowej drogi powoduje przekształcenie terenów przyrodniczych, przez które przechodzi dana inwestycja. Najbardziej wrażliwe na przekształcenia są tereny i siedliska podmokłe, które są niszczone poprzez podtapianie bądź osuszanie. Niekorzystne zmiany w środowisku powodują drogi przecinające kompleksy suchych borów wydmych, na których oprócz roślinności ulegają degradacji trudne do utrwalenia po rozkopaniu formy wydmy (Kaim 2007).

Najbogatsze układy pod względem różnorodności biologicznej występują na styku naturalnych ekosystemów typu las – woda – tereny bagienne. Sposoby ochrony środowiska to przede wszystkim projektowanie drogi, jeśli jest to możliwe, w taki sposób, aby nie dzieliła ekosystemów lub dzieliła je w stopniu niewielkim. Droga rozdzielająca populacje zwierząt i roślin powoduje, że populacje o małej liczebności często zanikają a inne zmniejszają się. Aby temu zapobiec lub ograniczyć do minimum stosuje się różnego rodzaju przejścia dla zwierząt, przepusty czy zielone mosty (rys. 7).

Wpływ dróg na element środowiska, jakim jest krajobraz

Krajobraz jest to wizualny aspekt środowiska, będący syntezą wszystkich elementów przyrodniczych i wynikających z działalności człowieka, który daje

świadectwo stanu gospodarki człowieka na danym terenie. Ochrona walorów krajobrazowych środowiska polega na ich zachowaniu, kształtowaniu lub odtwarzaniu.

Oddziaływanie dróg na wody powierzchniowe

Wody powierzchniowe i podziemne zostały podzielone na pięć klas jakości wód. Sposobem klasyfikacji jest zakres określonych wskaźników fizykochemicznych i biologicznych (Sawicka-Siarkiewicz, 2003).

Głównymi źródłami zanieczyszczeń wód powierzchniowych stojących, tj. jezior, stawów i innych zbiorników, oraz wód płynących, czyli rzek, potoków górskich, strumieni, kanałów i innych cieków o przepływach ciągłych i okresowych, są:

- spływy deszczowe i roztopowe z nawierzchni dróg i uszczelnionych powierzchni obiektów związanych z drogami,
- ścieki bytowo-gospodarcze i technologiczne pochodzące z obwodów utrzymania dróg,
- wypadki drogowe z udziałem pojazdów transportujących niebezpieczne substancje oraz inne sytuacje awaryjne na drogach.

Oddziaływanie dróg na wody podziemne

Jakość wód podziemnych może ulec pogorszeniu, gdy infiltrują do niej zanieczyszczenia fizyczne, biologiczne czy chemiczne pochodzące z dróg. Szkodliwe zanieczyszczenia mogą dostawać

się do wód podziemnych, wykorzystywanych w celach spożywczych. Zatem najistotniejszym zadaniem inżynierów i placówek ochrony środowiska powinno być przeciwdziałanie temu mechanizmowi już na etapie projektowania drogi.

Oprócz zmiany jakości wód, inwestycje drogowe mogą spowodować także zmiany w ilości wód podziemnych.

Obiekty drogowe liniowe przyczyniają się do zmiany warunków hydrogeologicznych i gruntowo-wodnych. Budowa wykopów i nasypów w miejscu przecięcia naturalnych dróg spływów wód może powodować zmianę w infiltracji wód.

Wody podziemne przykryte warstwą gruntów słabo przepuszczalnych są bardziej chronione w sposób naturalny przed negatywnym wpływem dróg, gdyż grunt ten stanowi filtr przechwytyjący zawiesiny i inne zanieczyszczenia związane z nimi, a wśród nich metale ciężkie. Jednak warstwa gruntu nie zabezpiecza wód podziemnych przed zanieczyszczeniami chlorkami i węglowodorami oraz innymi substancjami toksycznymi, rozlanymi wskutek różnego rodzaju katastrof drogowych (Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r.).

Podsumowanie i wnioski

Budowa lub rozbudowa drogi może mieć wpływ na środowisko zarówno pozytywny jak i negatywny.

Ocena oddziaływania drogi na środowisko powinna zawierać analizę podstawowych elementów infrastruktury drogowej mogących negatywnie, globalnie, nieodwracalnie, bezpośrednio i na stałe

wpływać na poszczególne elementy środowiska (rys. 9).

Na podstawie analizy środowiska za elementy najbardziej narażone na zanieczyszczenie uznano wody oraz powietrze.

Zanieczyszczenie gruntu jest również istotnym zagrożeniem. Niemniej jednak struktura gruntu i stosowanie różnego rodzaju zabezpieczeń powoduje ograniczenia, a nawet w niektórych przypadkach całkowite zatrzymanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w gruncie. W wodzie czy w powietrzu jest bardzo trudno zatrzymać migracje zanieczyszczeń.

Odpowiednio zaprojektowana droga i w odpowiedni sposób użytkowana pozytywnie wpływa na środowisko.

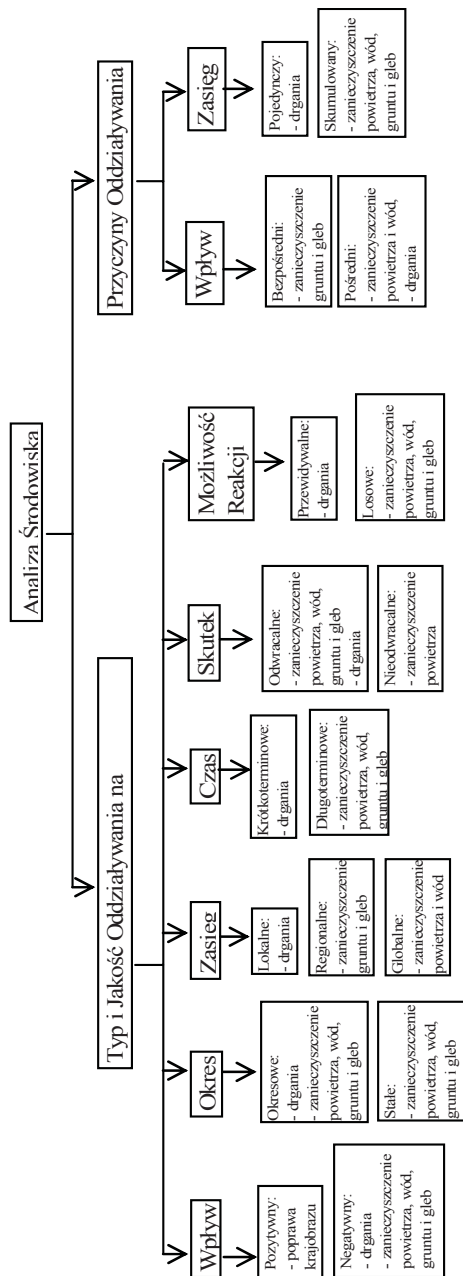
Przejmuje ona ruch z tzw. stref wrażliwych. Dzięki temu nowo powstała droga wpływa na lepsze funkcjonowanie wielu miejscowości poprzez poprawę warunków bezpieczeństwa oraz poprzez zmniejszenie natężenia ruchu drogowego.

Ważnym elementem oceny oddziaływania drogi i drogowych urządzeń inżynierskich na środowisko jest uwzględnienie granic obszarów NATURA 2000.

Dalszą analizę środowiskowych uwarunkowań projektowania i budowy obiektów drogowych należałoby rozwinąć o szczegółową ocenę wpływu na środowisko drogowych obiektów inżynierskich, takich jak most, tunel czy przepust.

Literatura

Materiały GDDKiA (Główna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad w Warszawie): Zasady ochrony środowiska w drogownictwie (załącznik do zarządzenia Nr 42 Generalnego



RYSUNEK 9. Algorytm do analizy środowiskowej wpływu projektowanej i budowanej drogi
 FIGURE 9. The algorithm for the environmental analysis of roads designing and building

Dyrektora Dróg Publicznych, z dn. 24 maja 1999 roku).

Materiały z II Krajowej Konferencji Naukowo-technicznej, Nałęczów, 16–17 czerwca 2005: Estetyka i ochrona środowiska w drogownictwie.

Materiały z 53 Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Krynica 2007: Problemy budownictwa na terenach ekologicznie cennych.

PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

PN-B-02480:1974 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia.

PN-S-02204:1997 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg.

PN-EN ISO 140-14:2006 Akustyka. Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach oraz izolacyjności elementów budowlanych. Część 14: Wytyczne dla specyficznych sytuacji w warunkach terenowych.

PN-S-10040:1999 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.

PN-M-47251:1986 Maszyny i urządzenia budowlane. Dopuszczalny poziom dźwięku i metody badań.

PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1–1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1–3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.

PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/AC:2008 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/AC:2008 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.

Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu in-

terpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

SAWICKA-SIARKIEWICZ H. 2003: Ograniczenie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.

TOWPIK K. GOŁASZEWSKI A. KUKULSKI J. 2006: Infrastruktura transportu samochodowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Ustawa z dn. 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (DzU z 2004 r. nr 92, poz. 880).

Ustawa o drogach publicznych z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (DzU z 1985 r. nr 14, poz. 60).

Zwierzęta i drogi, ochrona zwierząt przy drogach szybkiego ruchu w Polsce. Skrypt wydany przez Pracownię na rzecz Wszystkich Istot.

Summary

Designing and building roads' engineering objects according to the environmental basis.

In this review paper the environmental aspect which surrounds the road engineering objects is presented. The main road engineering objects are: roads, bridges, tunnels and the resistance constructions. This paper presents also law requirements for design and building roads' engineering objects. Every stage of environmental element has been followed. The influence between road and the surrounding is analyzed. The algorithm for the environmental analysis of roads designing and building is also presented.

Author's address:

Edyta Malinowska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Geoinżynierii
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
Poland
e-mail: edyta_malinowska@sggw.pl