



TADEUSZ SUWARA

Transprojekt-Warszawa Sp. z o.o.
tsuwara@transprojekt.pl

Wybrane pożądane zmiany w przepisach technicznych dotyczących dróg

Podstawowymi dokumentami zawierającymi przepisy techniczne w zakresie dróg są:

1) Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca

1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz. U. z 2016 r. poz. 124).

2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz. U. z 2002 r. nr 12 poz. 116).

3) 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 (Dz. U. z 2000 r. nr 63 poz. 735).

Od 1999 i 2000 roku nie dokonywano zasadniczych zmian w rozporządzeniach, co jest pozytywne w kwestii stabilności prawa, ale z drugiej strony wystąpił znaczący postęp techniczny zarówno w zakresie jakości dróg i mostów, jak i technologii pojazdów samochodowych. Zmieniają się także zachowania kierowców. Po okresie „zachłyśnięcia się” dostępem do nowoczesnej motoryzacji i wolnością obfitującymi w niebezpieczne sytuacje i ogrom wypadków drogowych, następuje stopniowe uspokojenie zachowań i poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W 2009 roku podjęto próbę opracowania nowych rozporządzeń. Dostrzeżono nikły sens funkcjonowania dwóch oddzielnych rozporządzeń dotyczących dróg publicznych i autostrad płatnych, zwłaszcza że większość zapisów dotyczących autostrad jest taka sama, i uznano, że warto je połączyć w jedno rozporządzenie. Niestety rozporządzenie te wydano na podstawie oddzielnych ustaw, co wymagałoby zmian w tych ustawach i pomysł zarzucono. Połączono natomiast zapisy rozporządzeń dotyczący dróg publicznych i obiektów inżynierskich, co budziło wątpliwości. Projekt nowego rozporządzenia przepadł i do tematu nie powrócono.

Pozostawmy obiekty inżynierskie i zajmijmy się drogami publicznymi. Przepisy przygotowano na przełomie lat 1998/1999 na podstawie wcześniej opracowanych wytycznych projektowania dróg a mianowicie:

1) WPD-1, wytyczne projektowania dróg klasy I i II (autostrad i dróg ekspresowych). Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa, 1994 r.

2) WPD-2, wytyczne projektowania dróg klasy III, IV i V. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa, 1995 r.

3) WPD-3, wytyczne projektowania dróg klasy VI i VII. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa, 1995 r. Tak więc rozporządzenie zawiera zapisy opracowane na poziomie wiedzy technicznej sprzed 20 lat.

Niniejszy artykuł będzie dotyczył tylko rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie zwanego Rozporządzeniem.

Prędkość

Podstawowym parametrem decydującym o kształcie i wyposażeniu drogi jest prędkość projektowa. Jest to prędkość teoretyczna, przy której pojazd w ruchu zachowuje stateczność na mokrej nawierzchni drogi. Stateczność zależy od kształtu drogi i współczynnika tarcia mierzonego właśnie na mokrej nawierzchni. W Rozporządzeniu wszystkie geometryczne parametry drogi uzależniono od prędkości projektowej.

Prędkość projektowa zwykle odbiega od prędkości rzeczywistej obserwowanej na mokrej nawierzchni. Aby ją urealnić w Rozporządzeniu wprowadzono nowatorską w tym czasie prędkość miarodajną zależną od krętości drogi do dróg klasy G i dróg wyższych klas. Wszystkie parametry związane z bezpieczeństwem ruchu uzależniono od prędkości miarodajnej. Prędkość miarodajna jest wyższa od prędkości projektowej o 10–20%.

Należy też nadmienić, że prędkość projektowa oraz prędkość miarodajna nie są porównywalne z prędkością dopuszczalną zdefiniowaną w prawie o ruchu drogowym. Jest to maksymalna prędkość, z którą może poruszać się pojazd w sprzyjających warunkach na drodze. Z całą pewnością mokra nawierzchnia nie należy do sprzyjających warunków. Projektowanie dróg na prędkość dopuszczalną doprowadziłoby do absurdów – na przykład drogi gminne musiałyby mieć zapewnione warunki do prędkości 90 km/h (obecnie 30–50 km/h) a autostrady 140 km/h (obecnie 80–120 km/h).

Przyjęcie dwóch prędkości – projektowej i miarodajnej, powoduje nieco zamieszania, ale jeszcze większe zamieszanie stwarza fakt, że parametry geometryczne określone na podstawie prędkości projektowej ogromnie różnią się od parametrów wymaganych z warunków bezpieczeństwa ruchu, *nota bene* określonych przez prędkość miarodajną. Na przykład, minimalny promień łuku poziomego przy prędkości projektowej 120 km/h wynosi 750 m, ale do zapewnienia wymaganej widoczności wynosi znacznie ponad 2000 m. Takie spostrzeżenie sugeruje, że należałoby skorelować wymagane parametry geometryczne a być może wprowadzić jedną, na nowo zdefiniowaną, prędkość projektową.

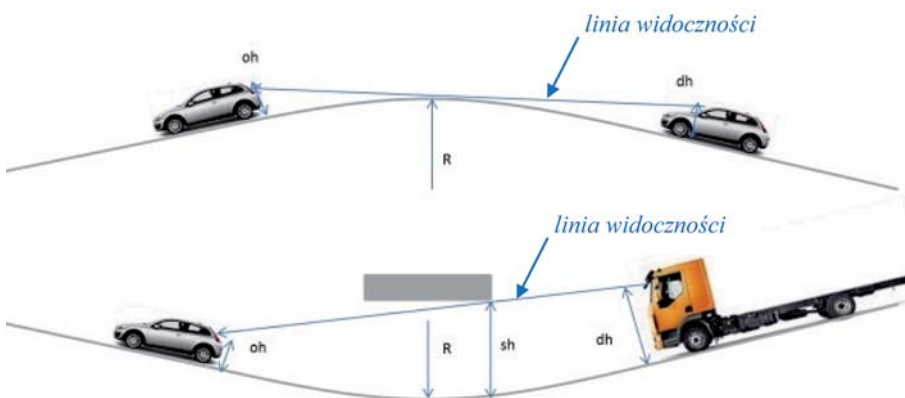
Odległość widoczności

Odległość widoczności na zatrzymanie jest kluczowa do ostatecznego określenia podstawowych parametrów drogi, a tym samym decyduje o rozmiarze i kosztach inwestycji. Odległość widoczności można rozpatrywać w poziomie i w pionie. Na widoczność w poziomie mają wpływ takie parametry jak:

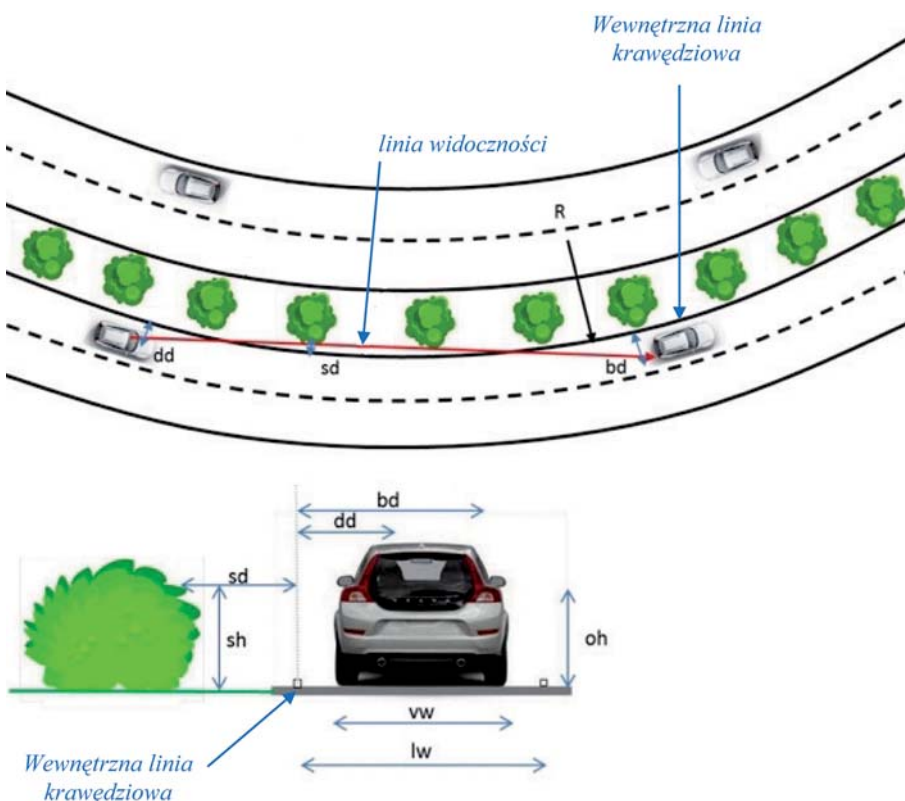
- szerokość jezdni (pasa ruchu),
- szerokość poboczy,
- pochylenie poprzeczne jezdni,
- odległość przeszkód bocznych,

a na widoczność w pionie:

- promienie łuków pionowych,
- wysokość położenia oka kierowcy (wysokość punktu obserwacyjnego),



Rys. 1. Odległość widoczności na łuku pionowym [1]



Rys. 2. Odległość widoczności na łuku poziomym [1]

- przeszkody na jezdni i nad jezdnią,
 - pochylenie podłużne jezdni,
- oraz w obydwu przypadkach:
- współczynnik tarcia,
 - rodzaj opon,
 - system hamowania,
 - czas percepcji i reakcji kierowcy.

W praktyce bierze się pod uwagę następujące parametry wyjściowe do określenia widoczności na zatrzymanie:

- odległość przeszkody bocznej na łuku poziomym lewym (lub prawym przy ruchu prawostronnym),
- wysokość celu obserwacji,
- współczynnik tarcia,
- wysokość punktu obserwacyjnego (wysokość oka kierowcy),

- czas percepcji i reakcji,
- współczynnik opóźnienia ruchu pojazdu.

W Rozporządzeniu określono dwa parametry wyjściowe:

- wysokość punktu obserwacyjnego – 1,0 m,
- wysokość celu obserwacji – 0–0,45 m zależnie od prędkości projektowej, im mniejsza prędkość, tym mniejsza wysokość celu obserwacji.

Badania europejskie

W Rozporządzeniu odległości widoczności na zatrzymanie są większe niż w innych rozwiniętych krajach europejskich. W końcowym raporcie międzynarodowego programu badawczego CEDR pt. Europejskie odległości widoczności w perspektywie [1] przedstawiono wyniki badań wykonanych przez zespół ekspertów z Holandii, Niemiec i Wielkiej Brytanii w zakresie odległości widoczności na zatrzymanie. Przeanalizowano przepisy techniczne w tym zakresie w siedmiu krajach europejskich: Danii, Holandii, Francji, Irlandii, Niemiec, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii.

Na podstawie literatury analizowano różne aspekty, od których zależy odległość widoczności na zatrzymanie pojazdu, tj. aspekt kierowcy, pojazdu, drogi i przeszkód.

Kierowca

Kierowca podczas jazdy skanuje drogę i jej otoczenie. Przyjmuje się, że kierowca w obszarze kąta 10° jest w stanie spostrzec obiekty i zinterpretować ich znaczenie. Czas przeniesienia wzroku z jednego obiektu na drugi wynosi 0,15–0,33 s, a czas skupienia na obiekcie 0,1–0,3 s, co daje łączny czas

około 0,5 sekundy. Pełny cykl skanowania lewej i prawej strony drogi wynosi ok. jednej sekundy. W szczególnych przypadkach adaptacja wzroku wymaga dłuższego czasu, na przykład, przy olśnieniu około trzech sekund, a przy nagłej zmianie warunków z jasnych na ciemne około sześciu sekund. Istotne są również indywidualne cechy wzroku takie jak ostrość widzenia oraz wrażliwość na kontrast i oświetlenie. Cechy te pogarszają się z wiekiem.

Badanie czasu spostrzegania i reakcji kierowcy wykazało, że w 85 procentach przypadków czas ten mieści się w granicach 1,4–1,9 s.

Pojazd

Droga hamowania zależy od rodzaju i wieku pojazdu. Nowe samochody wyposażone w system hamowania ABS wykazują się o wiele lepszymi efektami hamowania. Przepisy europejskie wymagają aby minimalny współczynnik opóźnienia samochodu osobowego wynosił 4,82 m/s². Ten współczynnik starych samochodów bez ABS może być niższy o 1–2, a nawet 3 m/s².

Średni wiek samochodów osobowych w Unii Europejskiej wynosi 9,7 lat, ale jest różny w różnych krajach. Na przykład, udział samochodów starszych niż 10 lat wynosi 15% w Wielkiej Brytanii, 20% w Niemczech i we Francji, 20% w Holandii, 55% w Polsce.

Przepisy europejskie wymagają, aby każdy samochód osobowy wyprodukowany od połowy 2004 roku był wyposażony w ABS.

Istotny wpływ na drogę hamowania ma rodzaj opony i głębokość bieżnika. Przy maksymalnej głębokości bieżnika 6,7 mm droga hamowania może być o około 40% krótsza niż przy minimalnej dopuszczalnej 1,6 mm.

Droga

Oprócz parametrów geometrycznych wymienionych na wstępie, na odległość widoczności na zatrzymanie, a w szczególności na drogę hamowania ma wpływ współczynnik tarcia mierzony na mokrej nawierzchni. Współczynnik tarcia zależy od rodzaju nawierzchni, jej tekstury i od grubości warstwy wody na nawierzchni. Z wiekiem nawierzchni współczynnik tarcia maleje.

Porównanie współczynników tarcia wymaganych w poszczególnych krajach jest dość trudne, gdyż pomiary wykonywane są różnymi urządzeniami przy różnych prędkościach, różnymi oponami, co ma istotny wpływ na uzyskiwane wyniki.

Rekomendowane wymagania

W rezultacie analiz zarekomendowano zunifikowane parametry i odległości widoczności. Rekomendowane parametry przedstawione są w tabeli 1, a rekomendowane odległości widoczności na wyprzedzanie w tabeli 2 (bez uwzględnienia pochylenia podłużnego).

Porównajmy dwa parametry wyjściowe. Jak napisano powyżej, wysokość celu obserwacji w Rozporządzeniu jest bardziej restrykcyjna i uzależniona od prędkości miarodaj-

nej. Można założyć, że wysokość 0,45 m przy prędkości powyżej 100 km/h wynika z wysokości świateł stopu oraz, że wysokość 0,00 przy prędkości mniejszej lub równej 60 km/h oznacza potrzebę zobaczenia wyboju w jezdni. Trudno zgadnąć, co oznaczają wysokości pośrednie. Założenie wysokości mniejszych niż światła stopu mogą odnosić się tylko do pory dziennej, natomiast w nocy możemy zobaczyć tylko światła stopu, a noce zimą są u nas długie. Ponadto, niższa jest wysokość punktu obserwacyjnego.

Tabela 1. Rekomendowane przez CEDR parametry wyjściowe do obliczania odległości widoczności na zatrzymanie

Lp.	Parametr	Wartość rekomendowana przez CEDR
1	Odległość przeszkody bocznej od krawędzi jezdni na lewym łuku [m]	1,3
2	Wysokość celu obserwacji [m]	0,5
3	Współczynnik tarcia	0,377
4	Wysokość punktu obserwacyjnego (oka kierowcy) [m]	1,1 (2,5 sam. ciężarowego)
5	Czas percepcji i reakcji [s]	2,0
6	Współczynnik opóźnienia [m/s ²]	4,0

Z porównania nasuwa się wniosek, aby przyjąć wysokość celu obserwacji 0,50 m oraz wysokość punktu obserwacyjnego 1,0 a także uwzględnić pozostałe parametry rekomendowane przez CEDR.

Tabela 2. Rekomendowane przez CEDR odległości widoczności w porównaniu z naszymi przedstawionymi w Rozporządzeniu

Prędkość [km/h]	Odległość widoczności rekomendowana przez CEDR [m]	Odległość widoczności według Rozporządzenia (przy zerowym pochyleniu podłużnym) [m]	Odległość widoczności według Rozporządzenia (przy pochyleniu podłużnym minus 6,0%) [m]
50	55	50	55
60	70	70	80
70	90	90	100
80	110	120	140
90	135	150	170
100	160	180	220
110	185	230	280
120	215	270	340
130	250	310	390

Z tabeli 2 wynika, że przy niższych prędkościach odległości widoczności rekomendowane przez CEDR są zbliżone do zawartych w Rozporządzeniu, natomiast przy wyższych prędkościach wartości rekomendowane przez CEDR są znacznie niższe.

Przyjęcie w Rozporządzeniu odległości widoczności rekomendowanych przez CEDR wydaje się bardzo rozsądne. Korzyści z tego płynące będą dwojakie. Po pierwsze oszczędności w kosztach budowy inwestycji, zwłaszcza na drogach ekspresowych, będą znaczące, po drugie znaki ograniczenia prędkości ustawione na niektórych odcinkach wybudowanych już dróg ekspresowych będą mogły być usunięte.

Minimalne promienie łuków

Jak wspomniano, minimalne promienie łuków poziomych określone w Rozporządzeniu nie uwzględniają wymagań wynikających z odległości widoczności. W raporcie CEDR wyliczono minimalne promienie łuków poziomych i pionowych korespondujących z odległością widoczności. W tabeli 3 zamieszczono minimalne promienie łuków poziomych i pionowych według raportu CEDR.

Tabela 3. Minimalne promienie łuków poziomych i pionowych według CEDR

Prędkość [km/h]	Minimalny promień łuku poziomego [m]	Minimalny promień łuku pionowego wypukłego [m]
50	98	491
60	158	795
70	261	1314
80	390	1962
90	588	2955
100	825	4151
110	1104	5550
120	1490	7496
130	2015	10135

Tabela 4. Minimalne promienie łuków poziomych i pionowych według Rozporządzenia

Prędkość projektowa [km/h]	Minimalny promień łuku poziomego [m]	Minimalny promień łuku pionowego wypukłego [m]
30	30	300
40	50	600
50	80	1500
60	125	2500, 2000*
70	200	3000, 2500*
80	300	4500, 3500*
100	700	8000, 7000*
120	750	12000*

* droga dwujezdniowa

W tabeli 4 zamieszczono minimalne promienie łuków poziomych i pionowych odniesione do prędkości projektowej.

Precyzyjne porównanie danych z tabeli 3 i tabeli 4 jest niemożliwe ze względu na różne rodzaje i zakresy prędkości, ale mimo to, należy wskazać na duże rozbieżności. Nasuwa się oczywisty wniosek, że należy to uporządkować w Rozporządzeniu.

Wymagania amerykańskie

W podręczniku drogowym wydanym przez Departament Transportu Stanu Washington USA [3] zawarta jest ogromna wiedza dotycząca wymagań technicznych. Mimo że warunki amerykańskie i europejskie są odmienne, warto przytoczyć niektóre z nich.

Odległość widoczności na zatrzymanie określono z uwzględnieniem pochyłeń podłużnych jezdni oraz przyjęto bardziej rygorystyczne niż w Europie wymagania dotyczące czasu percepcji i reakcji (2,5 s) i współczynnika opóźnienia (3,4 m/s²), z czego można wysnuć wniosek, że Amerykanie reagują i hamują wolniej niż Europejczycy. Odległość widoczności uzależniona jest od prędkości projektowej i oblicza się ją według wzoru (1):

$$S = 1,47V + \frac{V^2}{30 \times \left[0,347826 \pm \left(\frac{G}{100} \right) \right]} \quad (1)$$

w którym:

S – odległość widoczności na zatrzymanie w stopach

V – prędkość projektowa w milach na godzinę

G – pochylenie podłużne drogi w procentach

Aby porównać wartości amerykańskie z polskimi, przeliczono system amerykański na metryczny oraz przeliczono wynikające z Rozporządzenia prędkości projektowe na prędkości miarodajne ostrożnie przyjmując, że prędkość miarodajna jest o 10 km/h wyższa od projektowej. Wyniki odnoszące się do zerowego pochylenia podłużnego zamieszczono w tabeli 5.

Tabela 5. Porównanie odległości widoczności na zatrzymanie według wymagań amerykańskich, CEDR i ujętych w Rozporządzeniu przy zerowym pochyleniu niwelety

Prędkość (prędkość projektowa + 10 km/h) [km/h]	Odległość widoczności wg. Departamentu Transportu Stanu Waszyngton USA (przy zerowym pochyleniu podłużnym) [m]	Odległość widoczności rekomendowana przez CEDR [m]	Odległość widoczności według Rozporządzenia (przy zerowym pochyleniu podłużnym) [m]
50	46	55	50
60	63	70	70
70	83	90	90
80	105	110	120
90	128	135	150
100	156	160	180
110	184	185	230
120	206	215	270
130	248	250	310

Z tabeli 5 wynika, że odległości widoczności według Departamentu Transportu USA i według CEDR są porównywalne, ale znacznie różnią się od zawartych w Rozporządzeniu, zwłaszcza przy wyższych prędkościach.

Podsumowanie

Przepisy techniczne dotyczące dróg opracowane na podstawie doświadczeń sprzed 20 lat wymagają zrewidowania i dostosowania do aktualnych i przewidywanych w przyszłości standardów technologicznych dróg i pojazdów poruszających się po drogach, a także do zmieniających się zachowań kierowców. Zbyt rygorystyczne wymagania w niektórych aspektach, na przykład dotyczących odległości widoczności na zatrzymanie, wpływają znacząco na koszty budowy dróg, zwłaszcza na terenach podgórskich i górskich. Skorzystanie z doświadczeń innych krajów pomogłoby wypracować satysfakcjonujące nas rozwiązania.

Bibliografia

- [1] European sight distances in perspective. CEDR Transnational Road Research Program. Final Report 2016.
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz. U. z 2016 r. poz. 124).
- [3] WS DOT Design Manual. Washington 2013