



Krajowa Rada  
**BEZPIECZEŃSTWA  
RUCHU DROGOWEGO**

# **WYTYCZNE ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ NA DROGACH SAMORZĄDOWYCH**

*Praca zbiorowa  
pod redakcją Stanisława Gacy  
Politechnika Krakowska, Politechnika Gdańska,  
Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej*

*Kraków/Gdańsk, październik 2016*

**UMOWA nr SKR/KF/BDG-VIII-320-U-45/15**

**ZESPÓŁ AUTORSKI**

**Prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca – autor kierujący**

**Dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG**

**Dr inż. Marcin Budzyński**

**Dr inż. Mariusz Kieć**

**Dr inż. Lech Michalski**

**Dr inż. Jacek Oskarbski**

**Mgr Maciej Wroński**

**współpraca**

**Mgr inż. Lucyna Gumińska**

**Mgr inż. Tomasz Mackun**

**Mgr Izabela Oskarbska**

**Mgr inż. Sylwia Pogodzińska**

**Mgr inż. Joanna Wachnicka**

## **SPIS TREŚCI – część I**

<b>WPROWADZENIE</b>	1
<b>CZĘŚĆ I - ZARZĄDZANIE PRĘDKOŚCIĄ I JEGO ROLA Z UWAGI NA FUNKCJONOWANIE SIECI DRÓG SAMORZĄDOWYCH</b>	5
<b>1. PRĘDKOŚĆ I JEJ WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO ORAZ SPRAWNOŚĆ RUCHU</b>	6
1.1. Wprowadzenie	6
1.2. Determinanty wyboru prędkości przez kierujących pojazdami	8
1.3. Wpływ prędkości na bezpieczeństwo ruchu	12
1.4. Wpływ prędkości na warunki ruchu i oddziaływania środowiskowe	16
<b>2. WPROWADZENIE DO ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	19
2.1. Istota zarządzania prędkością	19
2.1.1. Definicja i środki zarządzania prędkością	19
2.1.2. Ogólna charakterystyka środków zarządzania prędkością	20
2.1.3. Metodyka wdrażania zarządzania prędkością	23
2.2. Strategia i cele zarządzania prędkością	25
2.3. Ocena możliwości redukcji ryzyka przez wdrożenie zarządzania prędkością	26
2.3.1. Ocena możliwości redukcji ryzyka na podstawie miar bezpośrednich	27
2.3.2. Ocena możliwości redukcji ryzyka na podstawie miar pośrednich	29
2.4. Uwarunkowania prawne zarządzania prędkością	33
2.4.1. Uwagi ogólne	33
2.4.2. Limity prędkości w świetle prawa	34
2.4.3. Najlepsze praktyki	40
<b>3. ŚRODKI ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	43
3.1. Klasyfikacja środków zarządzania prędkością	43
3.2. Środki planistyczne	44
3.2.1. Kategoryzacja sieci drogowej	45
3.2.2. Kształtowanie struktury przestrzennej sieci drogowej	46
3.2.3. Strefowanie funkcjonalne obszarów miast i miejscowości	46
3.3. Środki prawne i organizacji ruchu	47
3.3.1. Ogólne i lokalne ograniczenia prędkości	47
3.3.2. Strefowanie prędkości	49
3.4. Środki fizyczne zarządzania prędkością	51
3.4.1. Podział ze względu na lokalizację	51
3.4.2. Podział ze względu na technikę osiągania redukcji prędkości	53
3.4.3. Zakres stosowania fizycznych środków redukcji prędkości i ich skuteczność	57
3.5. Środki nadzoru	58
3.5.1. Klasyfikacja metod i środków nadzoru	58
3.5.2. Warunki stosowania poszczególnych środków nadzoru	61
3.6. Środki ITS wspomagające zarządzanie prędkością	63
<b>4. IDENTYFIKACJA POTRZEB WDRAŻANIA ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ I UWARUNKOWANIA WYBORU JEGO ŚRODKÓW</b>	67
4.1. Badania i analizy ruchu	67
4.2. Badania i analizy czynników społeczno-ekonomicznych	70
4.2.1. Badania opinii społecznych	70
4.2.2. Uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego	72
4.3. Ocena potrzeby stosowania zarządzania prędkością ze wskazaniem typowych środków tego zarządzania	74
4.3.1. Metoda analizy wielokryterialnej	74
4.3.2. Wykorzystanie elementów analizy wielokryterialnej we wdrażaniu środków zarządzania prędkością	75
4.4. Udział społeczny w zarządzaniu prędkością	76

<b>5. MONITORING WDRAŻANIA ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	80
5.1. Wprowadzenie	80
5.2. Mierniki oceny skuteczności wdrażanych środków	81
5.3. Badania i analizy ruchu drogowego jako elementy monitoringu	84
5.3.1. Badania i analizy miar bezpieczeństwa ruchu drogowego	84
5.3.2. Badania i analizy charakterystyk prędkości	90
<b>Literatura</b>	92

### **SPIS TREŚCI – część II**

<b>1. PROCEDURA DOBORU ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	1
1.1. Ogólny opis procedury	1
1.2. Zasady prowadzenia badań i analiz diagnostycznych	5
<b>2. ZASADY USTALANIA LOKALNYCH OGRANICZEŃ PRĘDKOŚCI</b>	13
2.1. Drogi poza obszarami zabudowanymi	15
2.1.1. Drogi jednojezdniowe	15
2.1.2. Drogi dwujezdniowe	18
2.2. Drogi i ulice na obszarach zabudowanych	21
2.2.1. Drogi i ulice jednojezdniowe	22
2.2.2. Drogi i ulice dwujezdniowe	24
2.3. Ograniczenia prędkości w strefach przejściowych pomiędzy odcinkami dróg o różnych charakterystykach	26
2.4. Zmienne ograniczenia prędkości	27
2.5. Strefy okresowych utrudnień w ruchu	28
<b>3. ZASADY DOBORU OBSZAROWYCH OGRANICZEŃ PRĘDKOŚCI</b>	30
3.1. Strefa zamieszkania	30
3.2. Strefa ograniczenia prędkości do 30 km/h - Tempo 30	34
<b>4. ZASADY DOBORU ŚRODKÓW USPOKOJENIA RUCHU</b>	38
4.1. Zasady i szczegółowe rozwiązania planistycznych środków uspokojenia ruchu	38
4.2. Fizyczne środki uspokojenia ruchu z elementami organizacji ruchu	40
4.2.1. Środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach poza obszarami zabudowanymi	40
4.2.2. Środki redukcji prędkości w strefach przejściowych	42
4.2.3. Środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach na obszarach zabudowanych o różnych funkcjach	44
<b>5. ZASADY DOBORU ŚRODKÓW NADZORU NAD PRĘDKOŚCIĄ</b>	52
5.1. Nadzór tradycyjny	52
5.2. Nadzór automatyczny	54
5.2.1. Lokalny automatyczny nadzór prędkości	54
5.2.2. Odcinkowy nadzór prędkości	55
<b>6. ZASADY DOBORU ŚRODKÓW KOMPLEKSOWYCH I SPECYFICZNYCH</b>	57
6.1. Środki kompleksowe	57
6.2. Szczególne przypadki zarządzania prędkością w miejscach podwyższonego ryzyka	57
6.2.1. Obszary koncentracji ruchu pieszego	57
6.2.2. Strefy szkół	59
6.3. Środki ITS wspomagające zarządzanie prędkością	63
<b>7. ZASADY PROWADZENIA KAMPANII I KONSULTACJI SPOŁECZNYCH</b>	65
7.1. Edukacja i promocja środków zarządzania prędkością	65
7.2. Organizacja konsultacji społecznych	67
<b>8. INNE UWARUNKOWANIA WYBORU ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	70

<b>9. PROWADZENIE MONITORINGU WDRAŻANIA ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ</b>	72
9.1. Schemat i przykłady typowych analiz miar bezpieczeństwa ruchu drogowego	72
9.1.1. Zalecany schemat analiz	72
9.1.2. Przykłady ocen wpływu wdrożonego środka zarządzania prędkością na bezpieczeństwo ruchu	73
9.2. Schemat i przykłady typowych analiz charakterystyk prędkości	77
9.2.1. Zalecany schemat analiz	77
9.2.2. Przykłady ocen wpływu wdrożonego środka zarządzania prędkością na zachowania kierujących pojazdami w zakresie wyboru prędkości	79
Literatura	81

### ***CZĘŚĆ III - KATALOG ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ***

# WPROWADZENIE

## Charakterystyka problemu

Prowadzone od wielu lat diagnozy zagrożeń bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce jednoznacznie wskazują na nadmierną prędkość, niedostosowaną do warunków drogowo-ruchowych, jako główną okoliczność w blisko 30% wypadków drogowych powodowanych z winy kierujących pojazdami. W grupie wypadków z ofiarami śmiertelnymi ten udział przekracza 40%. Uwzględniając fakt, że nadmierna prędkość może być również pośrednią przyczyną innych błędnych zachowań kierujących pojazdami, np. nieprawidłowego wyprzedzania, nieprawidłowego przejeżdżania przejść dla pieszych, niezachowania bezpiecznych odległości itp., można szacować, że jest ona łącznie bezpośrednią i pośrednią okolicznością blisko 55% wypadków. Oczywiście tego typu oszacowania mogą się zmieniać w zależności od kategorii drogi, jej lokalizacji i funkcji, charakteru ruchu itp. Niemniej jednak w każdym przypadku prędkość pojazdów niedostosowana do warunków drogowo-ruchowych pozostanie istotnym zagrożeniem bezpieczeństwa ruchu. Obok niepokojących danych statystycznych o wypadkach i dużej roli prędkości jako ich okoliczności, o potrzebie analiz i podjęcia działań z zakresu kontroli prędkości świadczą także dane z obszernych badań prędkości w Polsce na drogach różnych kategorii. Stwierdzono, że na drogach samorządowych jednojezdniowych poza obszarami zabudowanymi ok. 30% kierujących pojazdami przekracza dopuszczalne prędkości, a na odcinkach przejść drogowych przez małe miejscowości (drogi wojewódzkie i powiatowe) udział ten jest bardzo duży i wynosi ponad 80%.

Podane powyżej fakty przekonują, że konsekwentne i racjonalne zarządzanie prędkością powinno być jednym z podstawowych środków poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce. Chodzi o zarządzanie, które jest rozumiane jako ustanawianie racjonalnych ograniczeń prędkości oraz ich egzekwowanie za pomocą środków prawnych, rozwiązań planistycznych, rozwiązań infrastruktury drogowej i organizacji ruchu, nadzoru, edukacji i zaawansowanych technologii.

Korzystne efekty wdrażania zarządzania prędkością potwierdzają krajowe i zagraniczne doświadczenia, z których wynika, że przyczynia się ono zarówno do redukcji liczby wypadków, jak i do zmniejszenia stopnia ciężkości wypadków. W tym miejscu należy podkreślić, że stopień ciężkości wypadków w Polsce, mierzony liczbą ofiar śmiertelnych na każde 100 wypadków, należy do jednego z największych w Unii Europejskiej i jest blisko 5 razy większy niż w europejskich krajach o wysokim poziomie kultury motoryzacyjnej i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Aby zarządzanie prędkością było skuteczne, m.in. z uwagi na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, konieczne jest lepsze zrozumienie zjawisk decydujących o wyborze prędkości przez kierujących pojazdami w różnych warunkach drogowo-ruchowych. Takie zrozumienie daje dobrą podstawę do odpowiedniego doboru środków zarządzania prędkością z ich dostosowaniem do charakterystyki dróg, lokalnej specyfiki ruchu oraz społecznych oczekiwań. Dzięki temu można uzyskać istotną zmianę dotychczasowej praktyki inżynierskiej w zakresie oddziaływania na prędkości pojazdów, polegającą na odejściu od schematycznie przyjmowanych sposobów tego oddziaływania, głównie za pomocą formalnych ograniczeń prędkości. Nowe podejście polega na indywidualnym wyborze różnych środków oddziaływania na prędkość oraz ich wdrażaniu w sposób łączący działania inżynierskie z nadzorem oraz edukacją. Jest to nowoczesne podejście, szczególnie ważne w odniesieniu do dróg samorządowych, charakteryzujących się dużym stopniem różni-

cowania ich standardu technicznego, funkcji oraz struktury uczestników ruchu. Uwzględnienie tej specyfiki dróg oraz promowanie nowoczesnego podejścia do zarządzania prędkością, stały się inspiracją do opracowania niniejszego podręcznika.

### **Cel i zakres podręcznika**

Niniejszy podręcznik łączy charakter opracowania monograficznego z praktycznymi zaleceniami wdrażania różnych środków zarządzania prędkością. Jego opracowanie zostało poprzedzone pracą studialno-badawczą „Badania skuteczności środków zarządzania prędkością”, której celem było określenie zasad i uwarunkowań stosowania różnych środków zarządzania prędkością wraz z oceną ich potencjalnej skuteczności. Praca ta została zrealizowana na zamówienie Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego - Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa. Jej najważniejsze efekty zostały zawarte w niniejszym podręczniku.

Podstawowym celem podręcznika jest przybliżenie problematyki nowoczesnego zarządzania prędkością wraz z podaniem procedur postępowania przy doborze poszczególnych środków zarządzania prędkością i sposobów ich wdrażania, z uwzględnieniem szerokiego zakresu uwarunkowań organizacyjno-technicznych i społecznych. Wdrażanie zarządzania prędkością jest w podręczniku traktowane jako jeden z elementów działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego podejmowanych przez instytucje zarządzające bezpieczeństwem ruchu drogowego oraz podmioty zarządzające drogami i ruchem drogowym. Zawarte w podręczniku informacje są także przydatne dla projektantów infrastruktury drogowej.

Podręcznik podzielono na trzy części:

- /// część I wprowadzająca do problematyki zarządzania prędkością zatytułowana „Zarządzanie prędkością i jego rola z uwagi na funkcjonowanie sieci dróg samorządowych”,
- /// część II będąca właściwymi wytycznymi pt. „Wytyczne zarządzania prędkością na drogach samorządowych”,
- /// część III będąca katalogiem wybranych środków zarządzania prędkością omawianych w części I i II ze schematycznie przedstawioną charakterystyką poszczególnych środków i ogólnymi zaleceniami ich stosowania.

### **W części I opisano następujące zagadnienia:**

1. Prędkość i jej wpływ na bezpieczeństwo oraz sprawność ruchu  
W rozdziale opisano rolę prędkości w projektowaniu dróg wraz z przesłankami powodującymi konieczność kontroli prędkości z uwagi na wymagania bezpieczeństwa ruchu. Scharakteryzowano najważniejsze determinanty wyboru prędkości przez kierujących pojazdami. Znajomość tych determinant jest niezbędna w celu lepszego zrozumienia sposobów zarządzania prędkością. Opisano szczegółowo wpływ prędkości na bezpieczeństwo ruchu wraz z ilościową oceną tego wpływu. Wskazano także na wpływ prędkości pojazdów na warunki ruchu i jego oddziaływanie na środowisko.
2. Wprowadzenie do zarządzania prędkością  
W rozdziale zdefiniowano pojęcie zarządzania prędkością wraz z ogólnym opisem środków tego zarządzania. Ogólnie scharakteryzowano strategię i cele zarządzania prędkością. Przedstawiono również sposoby oceny możliwości redukcji ryzyka wypadków przez wdrożenie różnych środków zarządzania prędkością. Zestawiono wyniki przedmiotowych ocen z wykorzystaniem bezpośrednich i pośrednich miar

bezpieczeństwa ruchu. Takie oceny są niezbędne w prognozowaniu potencjalnych skutków wdrażania poszczególnych środków zarządzania prędkością. W rozdziale opisano również prawne uwarunkowania wdrażania zarządzania prędkością.

**3. Środki zarządzania prędkością**

W rozdziale podano klasyfikację środków zarządzania prędkością opisując kolejno: środki planistyczne; środki prawne i organizacji ruchu; środki fizyczne uspokojenia ruchu; środki nadzoru oraz środki związane z Inteligentnymi Systemami Transportowymi (ITS). W odniesieniu do każdej z wymienionych grup środków podano ich ogólną charakterystykę i zasady stosowania z uwzględnieniem ogólnych i lokalnych uwarunkowań.

**4. Identyfikacja potrzeb wdrażania zarządzania prędkością i uwarunkowania wyboru jego środków**

W rozdziale przedstawiono niezbędne dane i analizy wymagane przy poprawnym doborze środków zarządzania prędkością. Są to badania ruchu i analizy bezpieczeństwa ruchu oraz badania i analizy czynników społeczno-ekonomicznych, obejmujących m.in. badania opinii społecznych oraz analizy zagospodarowania przestrzennego i funkcji gospodarczych danego obszaru. Zestawiono zbiór niezbędnych danych i sposoby ich pozyskania do w/w analiz. Opisano także ideę wielokryterialnej oceny zasadności stosowania zarządzania prędkością ze wskazaniem typowych środków zarządzania. W zakończeniu rozdziału opisano główne czynniki warunkujące społeczną akceptację ograniczeń wynikających ze stosowanych środków zarządzania prędkością.

**5. Monitoring wdrażania środków zarządzania prędkością**

W rozdziale opisano uwarunkowania i założenia do prowadzenia monitoringu i ocen skuteczności wdrażanych środków. Opisano zasady wyboru mierników oceny, a także rodzaje niezbędnych badań i analiz ruchu drogowego.

**W części II opisano następujące zagadnienia:**

**1. Procedura doboru środków zarządzania prędkością**

W rozdziale podano ogólny opis procedury doboru środków zarządzania prędkością wraz z zasadami prowadzenia badań i analiz diagnostycznych oraz sposobem wnioskowania. Podano także sposób klasyfikacji zagrożeń bezpieczeństwa ruchu wymagających interwencji w postaci środków zarządzania prędkością.

**2. Zasady doboru lokalnych ograniczeń prędkości**

W rozdziale opisano zasady doboru lokalnych ograniczeń prędkości odrębnie dla następujących przypadków: drogi poza obszarami zabudowanymi; drogi i ulice na obszarach zabudowanych; ograniczenia prędkości w strefach przejściowych pomiędzy odcinkami dróg o różnych charakterystykach; zmienne w czasie ograniczenia prędkości; strefy okresowych utrudnień w ruchu. W odniesieniu do każdego z wymienionych przypadków podano listę pytań kontrolnych weryfikujących zasadność wprowadzenia lokalnych ograniczeń prędkości oraz podano zalecenia dotyczące przyjmowanych wartości ograniczeń. Odrębnie opisano zasady stosowania okresowo zmieniających się ograniczeń prędkości.

**3. Zasady doboru obszarowych ograniczeń prędkości**

W rozdziale opisano zasady wyznaczania stref zamieszkania i stref ograniczenia prędkości, w tym stref określanych mianem Tempo 30 wraz z podaniem zalecanego oznakowania oraz zaleceniami stosowania uzupełniających środków uspokojen-



nia ruchu. Opisano także uwarunkowania planistyczne wyznaczania stref zamieszkania i stref ograniczenia prędkości 30 km/h.

**4. Zasady doboru środków uspokojenia ruchu**

W rozdziale przedstawiono szczegółowe zasady stosowania planistycznych oraz fizycznych środków uspokojenia ruchu. W przypadku fizycznych środków uspokojenia ruchu opisano zasady ich stosowania w odniesieniu do: odcinków przejść drogowych przez małe miejscowości; odcinków ulic i stref miejskich; miejsc podwyższonego ryzyka na obszarach poza obszarami zabudowanymi. Podano ogólne zasady stosowania środków uspokojenia ruchu, które są także przedstawione w części III, tj. w katalogu wybranych środków zarządzania prędkością.

**5. Zasady doboru środków nadzoru nad prędkością**

W rozdziale opisano nadzór konwencjonalny prędkości realizowany przez uprawnione służby oraz nadzór automatyczny realizowany w ustalonych przekrojach drogi lub na odcinkach. W odniesieniu do obydwóch rodzajów nadzoru podano zasady wyboru miejsc do nadzoru oraz zalecenia realizacyjne.

**6. Zasady doboru środków kompleksowych i specyficznych**

W rozdziale opisano sposoby łączenia różnych środków nadzoru prędkości zwiększających skuteczność lokalnych lub obszarowych ograniczeń prędkości. Są to głównie środki fizycznego uspokojenia ruchu oraz intensywnego nadzoru. Opisano także szczególne przypadki doboru środków zarządzania prędkością w miejscach podwyższonego ryzyka, tj. w strefach koncentracji ruchu pieszego i w strefach szkół. Do grupy środków specyficznych zaliczono i opisano środki ITS związane z zarządzaniem prędkością na drogach o różnych funkcjach.

**7. Zasady prowadzenia kampanii i konsultacji społecznych**

W pierwszej części rozdziału opisano zasady prowadzenia skutecznej edukacji i promocji środków poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego związanych ze środkami zarządzania prędkością. Opisano sposoby promowania wdrażanych środków oddziaływania na prędkość. W drugiej części rozdziału podano warunki prowadzenia konsultacji społecznych i zapewnienia udziału lokalnych społeczności w procesie planowania i projektowania środków zarządzania prędkością.

**8. Inne uwarunkowania wyboru środków zarządzania prędkością**

W rozdziale podano krótką charakterystykę dodatkowych uwarunkowań doboru środków zarządzania prędkością, wynikających z minimalizacji oddziaływania ruchu na środowisko oraz kosztów ruchu.

**9. Zasady prowadzenia monitoringu wdrażania środków zarządzania prędkością**

W rozdziale opisano procedurę prowadzenia monitoringu i ocen skuteczności wdrażanych środków wraz z przykładowymi analizami.

**Część III** podręcznika zawiera zestawienie środków zarządzania prędkością obejmujących: lokalne ograniczenia prędkości; obszarowe ograniczenia prędkości; środki uspokojenia ruchu; środki nadzoru prędkości. W odniesieniu do każdego ze środków podano techniczną charakterystykę środka, warunki jego stosowania, przykłady zastosowań, pozytywne i negatywne aspekty stosowania oraz koszty oceniane jakościowo (niskie, średnie, wysokie).

## **CZĘŚĆ I**

# **ZARZĄDZANIE PRĘDKOŚCIĄ I JEGO ROLA Z UWAGI NA FUNKCJONOWANIE SIECI DRÓG SAMORZĄDOWYCH**

# 1. PRĘDKOŚĆ I JEJ WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO ORAZ SPRAWNOŚĆ RUCHU

## 1.1. Wprowadzenie

Jedną z najważniejszych cech eksploatacyjnych drogi jest prędkość, z jaką mogą się po niej poruszać pojazdy, przy zachowaniu podstawowych wymagań bezpieczeństwa określonych m.in. przez cechy kierującego, pojazdu i drogi. Z tego powodu prędkości poświęca się szczególną uwagę, zarówno w fazie projektowania infrastruktury drogowej, jak i jej eksploatacji.

W fazie projektowania ustala się parametry techniczne infrastruktury drogowej, tak aby możliwe było poruszanie się pojazdów co najmniej z prędkością formalnie przypisaną do dróg poszczególnych klas technicznych i ich funkcji. Najlepszym rozwiązaniem jest sytuacja, gdy przyjęta w projektowaniu prędkość jest zgodna z prędkością oczekiwaną i akceptowaną przez uczestników ruchu w danych warunkach. Racjonalizacja kosztów budowy dróg a także wymagań bezpieczeństwa ruchu i ochrony środowiska, powodują zróżnicowanie wartości prędkości będących podstawą projektowania dróg w zależności od ich znaczenia w sieci, funkcji oraz terenowych uwarunkowań. Związek pomiędzy klasą techniczną drogi i jej funkcją a prędkością wykorzystywaną w projektowaniu opisują *Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie* (Dz. U. 2016 poz. 124 z dnia 29 stycznia 2016 r.). Występująca w w/w *Warunkach technicznych* tzw. prędkość projektowa zmienia się w bardzo szerokim zakresie, od 30 km/h w przypadku dróg lokalnych do 120 km/h w przypadku dróg ekspresowych i autostrad. Tak wprowadzane zróżnicowanie wymagań technicznych w stosunku do dróg z uwagi na prędkość nie jest powiązane z ogólnie obowiązującymi ograniczeniami prędkości, np. 90 km/h na drogach jednojezdniowych poza obszarami zabudowanymi i niebędących drogami ekspresowymi. Dlatego prędkość projektową dróg należy traktować jedynie jako umowny parametr, określający tylko wybrane wymagania techniczne, ale z pełną świadomością konieczności jej powiązania w możliwie największym stopniu z oczekiwaniami użytkowników dróg. Dlatego w fazie planowania i projektowania bardzo ważną rolę odgrywa poprawny dobór klasy i standardu technicznego dróg w dostosowaniu do rzeczywistych funkcji, jakie te drogi będą pełnić, a także uwzględnienie struktury ich użytkowników oraz różnorodnych lokalnych uwarunkowań, w tym zagospodarowania otoczenia dróg. Niezwykle ważne staje się takie kształtowanie rozwiązań technicznych dróg, aby ich użytkownicy już na podstawie oceny wizualnej mogli łatwo przewidywać z jakimi prędkościami można się po nich bezpiecznie poruszać.

W fazie eksploatacji dróg ujawniają się rzeczywiste oczekiwania i preferencje ich użytkowników, które oznaczają zwykle dążenie do jazdy z jak największą prędkością, minimalizującą czas odbywanej podróży, przy zachowaniu subiektywnie szacowanego poziomu bezpieczeństwa jazdy. W wielu przypadkach rozwiązania infrastruktury drogowej a także rzeczywiście pełnione funkcje przez drogi bądź wymagania ochrony środowiska pozostają w sprzeczności z w/w oczekiwaniami kierujących pojazdami. Z tego powodu konieczne okazało się dodatkowe regulowanie prędkości na drogach poprzez wprowadzanie, obok ogólnych ograniczeń prędkości, także jej lokalnych ograniczeń wraz ze środkami wymuszającymi stosowanie się kierujących pojazdami do tych ograniczeń. Konieczność stosowania lokalnych ograniczeń prędkości pojawia się szczególnie w miejscach, w których poprawna ocena zagrożeń bezpieczeństwa ruchu przez jego uczestników jest z różnych powodów utrudniona lub wręcz niemożliwa (np. nieczytelny przebieg drogi, ograniczenia widoczności, skomplikowane rozwiązania geometryczne lub organizacji ru-

chu wymagające złożonej analizy sytuacji w krótkim czasie itp.). Można uniknąć potrzeby stosowania lokalnych ograniczeń prędkości lub minimalizować liczbę takich przypadków, jeśli w projektowaniu dróg i ich eksploatacji będzie się w większym stopniu uwzględniać podstawowe determinanty wyboru prędkości przez kierujących pojazdami, w tym interakcje zachodzące pomiędzy rozwiązaniami drogowymi i decyzjami uczestników ruchu. Najważniejsze informacje w tym zakresie zamieszczono w rozdz. 1.2.

Mówiąc o prędkości akceptowanej i oczekiwanej przez użytkowników dróg należy zauważyć, że może się ona, nawet w obrębie tej samej klasy drogi, istotnie różnić w zależności od: cech osobowych i doświadczenia kierującego pojazdem; zachowania innych uczestników ruchu; własności dynamicznych pojazdu; warunków atmosferycznych; stanu nawierzchni; natężenia i struktury rodzajowej ruchu; cech geometrycznych drogi oraz różnych czynników losowych. Ze względu na tak złożone uwarunkowania decydujące o prędkości poszczególnych pojazdów, różni się ona zarówno pomiędzy pojazdami w strumieniu pojazdów, jak i wzdłuż drogi, a także w czasie obserwacji w tym samym miejscu. Mając świadomość tej zmienności, do celów praktycznych przyjmuje się uproszczony opis prędkości za pomocą wybranych parametrów. Najczęściej są to:

- średnia prędkość chwilowa i kwantyle rozkładu prędkości chwilowych,
- średnia prędkość jazdy,
- średnia prędkość podróży.

**Prędkość chwilowa**, zwana również punktową, jest prędkością z jaką pojazd w danej chwili mija określony przekrój drogi.

**Prędkość jazdy** (zwana również techniczną) jest to średnia prędkość, z jaką pojazd przejechał dany odcinek drogi z pominięciem czasu zatrzymań. Wartość tej prędkości jest ilorazem długości odcinka i czasu zużytego na przejazd tego odcinka – z odliczeniem czasu zatrzymań.

**Prędkość podróży** (zwana również komunikacyjną) jest to efektywna prędkość pojazdu na danym odcinku drogi. Wartość prędkości jest ilorazem długości odcinka i czasu zużytego na przejazd tego odcinka z wliczeniem czasu zatrzymań.

Średnie wartości w/w parametrów wykorzystywane są m.in. jako miary oceny warunków ruchu a także jako miary w ocenach potrzeby interwencji w postaci wprowadzania ograniczeń prędkości lub jej nadzoru. Średnie wartości i kwantyle rozkładu prędkości są także wykorzystywane w analizach bezpieczeństwa ruchu drogowego i opisie zagrożeń tego bezpieczeństwa, co czyni ten parametr ruchu pojazdów jednym z najważniejszych w projektowaniu i eksploatacji dróg.

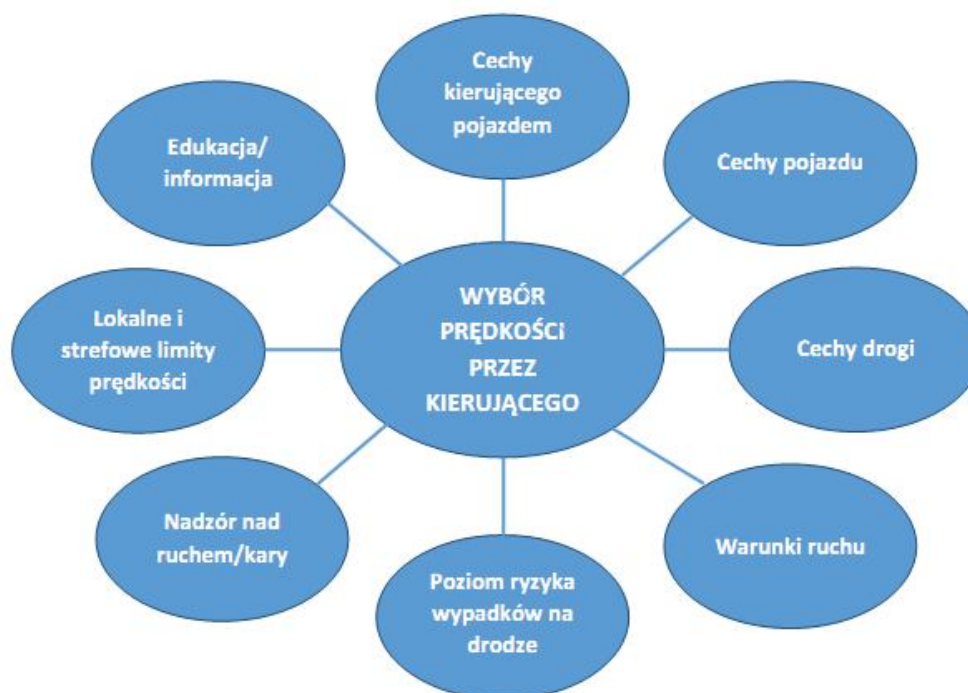
Na podstawie zidentyfikowanych zależności pomiędzy prędkością opisywaną wartościami średnimi lub kwantylami, cechami drogi i miarami bezpieczeństwa ruchu możliwe jest skuteczne oddziaływanie na to bezpieczeństwo poprzez: właściwy dobór rozwiązań drogowych adekwatnych do oczekiwanych prędkości jazdy; poprawny dobór dopuszczalnych prędkości w miejscach zagrożeń bezpieczeństwa; zmiany rzeczywistych prędkości, jeśli nie są one odpowiednie do istniejących rozwiązań infrastrukturalnych, funkcji dróg, organizacji ruchu itp.

Drogi samorządowe charakteryzują się własną specyfiką, która wpływa także na potrzebę nieco odmiennej analizy roli prędkości na tych drogach niż w przypadku dróg krajowych. Specyfiką dróg samorządowych, w porównaniu do dróg krajowych, jest ich zróżnicowanie pod względem funkcji i standardów technicznych. Znajdują się one na obszarach o funkcjach powodujących szczególne problemy bezpieczeństwa ruchu pieszych i rowerzystów,

a także występowanie uciążliwości dla blisko położonej zabudowy mieszkaniowej i terenów przyrodniczo chronionych. Dodatkowym czynnikiem determinującym problemy bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach samorządowych są liczne rozbieżności pomiędzy nominalną kategorią drogi a jej rzeczywistą funkcją, a także nominalną klasą a jej istniejącymi lub możliwymi do uzyskania w przyszłości parametrami technicznymi. W sytuacjach awaryjnych i przeciążenia sieci dróg krajowych, drogi samorządowe (wojewódzkie, powiatowe i gminne) przenoszą ruch tranzytowy, często w warunkach niedostosowania konstrukcji drogi, geometrii i organizacji ruchu do prowadzenia takiego ruchu. W zakresie standardów technicznych, specyfiką dróg samorządowych są niewystarczające parametry przekroju drogi (wąskie pasy i pobocza, brak chodników i dróg rowerowych), mankamenty geometryczne skrzyżowań, braki w oznakowaniu pionowym i poziomym, liczne przypadki występowania niekorzystnych warunków widoczności, niekontrolowana lub niewystarczająca kontrola dostępności do drogi. Oznacza to potrzebę stosowania bardziej rozbudowanych, uwzględniających wiele szczególnych przypadków, zasad i zaleceń w zakresie zarządzania prędkością, rozumianego ogólnie jako ustanawianie racjonalnych limitów prędkości i ich skuteczne egzekwowanie z uwzględnieniem specyfiki sieci drogowej oraz lokalnych uwarunkowań.

## 1.2. Determinanty wyboru prędkości przez kierujących pojazdami

Wybór prędkości przez kierujących pojazdami w określonych warunkach drogowo-ruchowych należy rozważać jako złożony proces decyzyjny, uwzględniający kompleks czynników o charakterze psychologicznym, socjologicznym, organizacyjnym i technicznym (rys. 1.1).



**Rys. 1.1.** Grupy czynników wpływających na wybór prędkości przez kierujących pojazdami.  
Źródło: [26].

W literaturze można spotkać wiele modeli, w których próbuje się przedstawić w sposób uporządkowany mechanizmy decyzji i działań uczestników ruchu, obejmujących także wybór prędkości. Nie rozwijając szczegółowo ich idei można jednak na ich podstawie przyjąć, że każdorazowa decyzja kierującego pojazdem o wyborze prędkości jest wyni-

kiem analizy sytuacji na drodze, w której bardzo dużą rolę odgrywa percepcja przestrzeni drogi oraz zdolność do przetwarzania informacji przez odbierającego zewnętrzne bodźce. Zarówno w tych fazach poprzedzających podjęcie decyzji, jak i w fazie samego podejmowania decyzji istotne są nastawienie kierowcy do ruchu wraz z towarzyszącymi temu emocjami, subiektywne normy zachowania oraz zdolność do własnej kontroli zachowań. W podejmowaniu decyzji o wyborze prędkości ważne jest także doświadczenie kierującego wraz z jego subiektywną oceną poziomu zagrożenia bezpieczeństwa ruchu. Wynikiem tej oceny są reakcje kierujących wpływające na ogólnie rozumiany styl jazdy. Na ten styl wpływają: parametry określone jako „stałe” (grupowe normy zachowań, wiek, płeć, rodzaj prawa jazdy, doświadczenie, zdolności percepcji); parametry związane z odbywaną podróżą (cel podróży, zmęczenie, zawartość alkoholu we krwi itp.); parametry „chwilowe” związane z aktualnym stanem ruchu, w tym np. stres, tolerancja dla innych kierowców itp. Niektórzy badacze przyjmują dodatkowo, że uczestnicy ruchu mają tendencję do optymalizacji swoich zachowań polegającej na akceptacji stałego, indywidualnie przyjmowanego poziomu zagrożenia uczestniczenia w ruchu. Oznacza to, że na drogach, które w ich ocenie są bardziej bezpieczne będą się poruszać z większą prędkością, łącznie z przekraczaniem prędkości dopuszczalnej jeśli zagrożenie jej egzekwowania będzie postrzegane jako niewielkie.

Przytoczony powyżej przykład opisu jednego z modeli zachowania uczestników ruchu pokazuje, jak złożonym jest proces decyzyjny w ruchu drogowym, a w tym wybór prędkości.

Osobną uwagę przy opisie czynników determinujących wybór prędkości należy poświęcić warunkom percepcji przestrzeni drogi i jej zrozumienia. Najczęściej powodem wyboru niewłaściwej prędkości, prowadzącej niekiedy do zdarzenia drogowego, mogą być błędy związane z rozpoznaniem sytuacji na drodze oraz ich zrozumieniem. Można to w uproszczeniu ująć jako „nieadekwatny do rzeczywistości odbiór informacji i jej przetwarzanie”.

Zwrócenie uwagi na znaczenie czynników osobowych przy opisie prędkości znajduje potwierdzenie w licznych badaniach empirycznych. Już w latach 60. zauważono, że młodzi kierowcy i kierowcy nowych modeli pojazdów o dużych mocach silników poruszali się znacznie szybciej od pozostałych. Kolejne badania w latach 90. ubiegłego wieku potwierdziły to zjawisko oraz wniosły nowe spostrzeżenia, wskazując na dodatkowe okoliczności wpływające na przekraczanie dopuszczalnej prędkości, tj. na brak obecności pasażerów w pojeździe i odległość do celu podróży oraz motywacje podróży (prywatna lub służbowa). W powtarzanych cyklicznie badaniach ankietowych SARTRE stwierdzono, że głównymi determinantami szybkiej jazdy były: wiek kierowcy poniżej 40 lat, poszukiwanie „radości z szybkiej jazdy”, brak akceptacji niskich ograniczeń prędkości i akceptacja wykroczeń w ruchu drogowym (akceptacja niewłaściwych zachowań). Zwraca się także uwagę na związek wieku i płci kierowcy ze skłonnością do przekraczania dopuszczalnej prędkości, a za szczególnie ryzykowną grupę uczestników ruchu uznaje się kierowców w wieku 21 ÷ 25 lat. Znaczna część z tych kierujących poszukuje w szybkiej jeździe emocji lub traktuje to jako element zabawy. Z czynnikami osobowymi możemy również wiązać indywidualne oceny „korzyści i strat” związanych z przekraczaniem dopuszczalnych prędkości. Z reguły znacznie łatwiej dostrzega się korzyści w postaci skrócenia czasu podróży a lekceważy ewentualne straty w postaci wypadków lub mandatów. Wynika to z faktu, że niestety większość kierujących pojazdami nie docenia tego typu zagrożeń.

Aby dobrze zrozumieć niektóre zachowania kierujących pojazdami należy jeszcze wspomnieć o problemach z właściwą oceną przez kierujących własnej prędkości oraz prędkości innych pojazdów, z tendencją do niedoszacowania dużych prędkości. Ponieważ ocena

prędkości jest determinowana przez wiele wizualnych informacji, dodatkowo występują trudności w jej poprawnym szacowaniu przy ograniczeniach widoczności.

W nawiązaniu do podanych powyżej osobowych czynników wyboru prędkości, oczywistymi determinantami wyboru prędkości stają się, poza wcześniej wspomnianymi, także wymienione na rys. 1.1. edukacja i promocja bezpiecznych zachowań w ruchu oraz nadzór i system kar. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na dostęp do informacji o poziomie zagrożeń bezpieczeństwa ruchu na poszczególnych elementach sieci drogowej. Może to być np. informacja w mediach lub przekazywana za pomocą dedykowanego oznakowania, w tym oznakowania niestandardowego. Podane spostrzeżenia znajdują potwierdzenie w badaniach empirycznych, szczególnie w odniesieniu do badań skuteczności różnych form nadzoru. Generalny wniosek z tych badań sprowadza się do stwierdzenia, że skuteczność nadzoru rośnie, jeśli w odbiorze uczestników ruchu rośnie prawdopodobieństwo wykrycia wykroczenia i nałożenia kary. W takich przypadkach nadzór staje się bardzo silną determinantą indywidualnego wyboru prędkości.

Ustanawianie ogólnych i lokalnych ograniczeń prędkości jako determinanta indywidualnych wyborów prędkości przez kierujących pojazdami znajduje potwierdzenie w licznych krajowych i zagranicznych badaniach. Należy jednak wspomnieć, że stopień tego wpływu jest bardzo zróżnicowany. Duże znaczenie ma powiązanie tych ograniczeń z rozwiązaniami infrastruktury drogowej oraz z organizacją nadzoru i systemem kar. Na ogół jazda z nadmierną prędkością nie jest uważana za zachowanie niebezpieczne, a przekraczanie dopuszczalnej prędkości jest często świadomą decyzją kierującego. Stosowane ograniczenia prędkości są postrzegane jako prędkości zalecane, będące najniższymi z prędkości akceptowanych. Można jednak przyjąć, że ograniczenia prędkości oddziałują na decyzje kierujących pojazdami zawsze w powiązaniu z innymi czynnikami, a decydującym jest percepcja przestrzeni drogi w aspekcie identyfikacji i zrozumienia powodów zastosowania ograniczeń w powiązaniu z cechami osobowymi kierujących.

Charakterystyki pojazdów obejmujące: cechy dynamiczne; przeznaczenie pojazdu z ewentualnymi ograniczeniami konstrukcyjnymi; wyposażenie w systemy bezpieczeństwa czynnego i biernego; oferowany komfort podróży; wiek i stan techniczny, to kolejne czynniki mogące wpływać na obserwowane prędkości. Należy zauważyć, że większość z zarejestrowanych pojazdów umożliwia jazdę z prędkościami przekraczającymi prędkości dopuszczalne na drogach jednojezdniowych, które dominują w Polsce. Wzrost mocy silników, przy równoczesnym spadku jednostkowego zużycia paliwa, powodował w ostatnich latach w wielu krajach wzrost średniej prędkości o 1 ÷ 2 km/h w ciągu roku. Na podstawie wyrzykowych badań krajowych oszacowano, że w latach 1980 – 2005 wzrost ten wynosił każdego roku ok. 1 km/h. Dodatkowo coraz większy udział pojazdów z elementami wyposażenia w systemy bezpieczeństwa czynnego potencjalnie zwiększa skłonność kierujących tymi pojazdami do jazdy z większymi prędkościami.

Ujęte na rys. 1.1 „warunki ruchu” należy rozumieć jako zbiór różnych, zwykle zmieniających się w czasie, czynników bezpośrednio lub pośrednio wpływających na decyzje kierujących pojazdami lub ograniczających swobodę tych decyzji. Należą do nich:

- warunki atmosferyczne obejmujące: stopień zachmurzenia; położenie słońca i możliwość występowania zjawiska olśnienia kierujących pojazdami; stopień zamglenia powietrza; rodzaj i intensywność opadów deszczu lub śniegu; prędkość wiatru; temperaturę powietrza; ciśnienie atmosferyczne; zmiany pogodowe. Podane czynniki związane z ograniczeniami przejrzystości powietrza w istotnym stopniu wpływają na pogorszenie warunków percepcji przestrzeni drogi, co w konsekwencji może powodować błędne oceny sytuacji, ale z reguły wpływa także na

zmniejszenie prędkości. Opady deszczu pogarszają warunki przyczepności kół pojazdu do nawierzchni, lecz to niekorzystne zjawisko nie przez wszystkich kierujących pojazdami jest w wystarczającym stopniu uwzględniane przy wyborze prędkości. Należy także wskazać na rolę czynników atmosferycznych w oddziaływaniu na samopoczucie uczestników ruchu, ich czas reakcji, zmęczenie, zdolność do koncentracji uwagi, co z kolei ma znaczenie w procesie percepcji i podejmowania decyzji przez kierujących pojazdami;

- /// warunki naturalnego lub sztucznego oświetlenia wpływające na percepcję przestrzeni drogi;
- /// pora doby, która poza warunki oświetlenia wyznacza fazę naturalnego cyklu biologicznej aktywności większości ludzi, co w naturalny sposób staje się jednym z czynników wpływających na podejmowane decyzje. Należy brać pod uwagę także dzień tygodnia oraz porę roku, które w znacznym stopniu wpływają na charakter wykonywanych podróży;
- /// natężenie i struktura rodzajowa ruchu a także możliwości wyprzedzania, które łącznie wyznaczają zakres swobodnego wyboru prędkości. Wraz z rosnącym natężeniem ruchu decyzje kierujących pojazdami stają się w coraz większym stopniu zależne od innych uczestników ruchu. Wpływ ten staje się zauważalny już od natężenia 200 P/h/pas. W ruchu kolumnowym prędkość jazdy wszystkich pojazdów w kolumnie jest zależna głównie od zachowania lidera kolumny. Pojawia się także presja innych uczestników ruchu na jazdę z małymi odstępami pomiędzy pojazdami, co w praktyce eliminuje swobodę wyboru prędkości przez poszczególnych uczestników ruchu.

Cechy drogi i jej otoczenia wpływają na wybór prędkości przez kierujących pojazdami z następujących powodów:

- /// rozwiązania geometryczne dróg wraz z zagospodarowaniem otoczenia wpływają na percepcję przestrzeni drogi oraz przetwarzanie informacji wraz z subiektywną oceną poziomu zagrożenia bezpieczeństwa ruchu przez użytkowników dróg. Wysoki standard techniczny dróg odbierany jest jako „podpowiedź” możliwości jazdy z dużymi prędkościami. Z kolei niekorzystne rozwiązania geometryczne (kręty odcinek drogi, wąskie pasy ruchu, przeszkody boczne przy krawędzi jezdni itp.) będą powodowały odbiór odcinka drogi jako mniej bezpiecznego i w konsekwencji powinno to wpływać na obniżenie prędkości;
- /// na odcinkach krzywoliniowych kierujący pojazdem zmuszony jest do wyboru takich prędkości, przy których zachowana zostanie równowaga sił działających na pojazd i nie wystąpi zjawisko poślizgu bocznego lub wywrócenie się pojazdu;
- /// warunki widoczności, powiązane z rozwiązaniami geometrycznymi drogi i zagospodarowania jej otoczenia, ograniczają kierującym pojazdami możliwości poprawnej oceny przebiegu drogi i szacowania jej parametrów. Z tego powodu powinny m.in. powodować zmniejszenie prędkości;
- /// występowanie na drogach fizycznych ograniczeń np. stromych podjazdów, zwężenia jezdni, uszkodzenia nawierzchni bądź świadome stosowanie fizycznych środków uspokojenia ruchu (załamania toru jazdy, zwężenia pasów ruchu, progi itp.) z reguły będą powodować ograniczenie prędkości do poziomu związanego z cechami dynamicznymi pojazdu (wzniesienia) lub akceptowanego z uwagi na komfort jazdy bądź wynikającego z równowagi sił działających na pojazd (załamania toru jazdy);



- ▮ zastosowana organizacja ruchu może poprawiać płynność ruchu lub ją utrudniać, co w konsekwencji ma też znaczenie przy wyborze prędkości.

Sformułowane powyżej stwierdzenia znajdują w pełni potwierdzenie w badaniach empirycznych. Warto jednak przytoczyć kilka przykładów podkreślających złożoność wpływu cech drogi na wybór prędkości, szczególnie w ruchu swobodnym.

Wpływ czynników związanych z elementami projektowymi drogi na rzeczywiste prędkości pojazdów zależy istotnie od standardu technicznego dróg. W przypadku autostrad i dróg ekspresowych nie stwierdzono żadnych statystycznie istotnych zależności pomiędzy kwantylem 85% rozkładu prędkości – V<sub>85</sub>, a charakterystykami geometrycznymi drogi. Występowanie takich zależności stwierdzono natomiast na drogach jednojezdniowych dwukierunkowych poza obszarami zabudowanymi, na których czynnikami determinującymi prędkość pojazdów w ruchu swobodnym są zmiany krzywizny lub krętość drogi, wielkość promieni łuków poziomych i szerokość jezdni. W niektórych badaniach jako istotny podaje się wpływ na prędkość w obrębie krzywizn poziomych łącznie szerokości jezdni i odległości widoczności. Wpływ promienia łuku poziomego na prędkość jest znaczący w przypadku promieni mniejszych od ok. 300 ÷ 500 m, w zależności od dopuszczalnej prędkości na odcinku drogi. Efekt występowania łuku poziomego jako elementu wpływającego na prędkość zależy dodatkowo od ukształtowania odcinka poprzedzającego łuk. Istotnym czynnikiem wpływającym na prędkość pojazdów jest typ przekroju poprzecznego, tj. liczba pasów ruchu w przekroju, występowanie pasa rozdziału lub jego brak, rodzaj i szerokość pobocza, a także odległość do przeszkód bocznych od krawędzi jezdni.

Na obszarach zabudowanych wybór prędkości może być determinowany poza typem przekroju poprzecznego, także przez: funkcje ulicy; położenie względem centrum miejscowości; ukształtowanie terenu oraz zagospodarowanie otoczenia ulicy i związaną z tym gęstością wjazdów. W przypadku ulic jednojezdniowych wpływ szerokości pasa ruchu na prędkość ujawnia się tylko w przypadku pasów ruchu węższych od 2,75 ÷ 3,0 m. Ze względu na obowiązujące na obszarach zabudowanych ograniczenia prędkości, mniejsze znaczenie z uwagi na wybór prędkości ma krętość ulic i promienie łuków (z wykluczeniem przypadków bardzo małych promieni). Istotny wpływ ma natomiast gęstość skrzyżowań i przyjęty sposób organizacji ruchu na skrzyżowaniach.

W podsumowaniu podanego powyżej zestawienia czynników determinujących wybór prędkości przez kierujących pojazdami należy dodać, że pomiędzy tymi czynnikami mogą występować interakcje. Adaptacja uczestnika ruchu do zmieniających się warunków drogowych i warunków ruchu zależy od umiejętności kierującego, jego indywidualnego oszacowania ryzyka, motywacji związanych z ruchem oraz od oddziaływania innych uczestników ruchu. Skutkiem szacowanego przez kierujących pojazdami poziomu zagrożenia są ich decyzje, które mają bezpośredni wpływ na bezpieczny przebieg ruchu. Wśród tych decyzji mieści się wybór prędkości.

### **1.3. Wpływ prędkości na bezpieczeństwo ruchu**

Na podstawie analizy danych statystycznych o wypadkach drogowych można stwierdzić, że, dominującą okolicznością wypadków drogowych wskazywaną w kartach zdarzeń drogowych jest nadmierna prędkość, tj. prędkość niedostosowana do warunków drogowo-ruchowych (28% okoliczności wypadków spowodowanych z winy kierujących pojazdami w latach 2010 ÷ 2015). Należy dodatkowo zauważyć, że istotna rola prędkości jako okoliczności wypadków dotyczy jej szerokiego zakresu wartości, tj. od stosunkowo małych prędkości na terenach zurbanizowanych do dużych prędkości na drogach ekspresowych

i autostradach. Nadmierna prędkość może być również pośrednią przyczyną innych błędnych zachowań, np. nieprawidłowego wyprzedzania, nieprawidłowego przejeżdżania przejść dla pieszych, niezachowania bezpiecznych odległości. Gdyby uwzględnić dodatkowo te przyczyny wypadków, to wówczas udział nadmiernej prędkości jako bezpośredniej lub pośredniej okoliczności wypadków może być szacowany na poziomie 54%.

Ważną charakterystyką bezpieczeństwa ruchu jest ciężkość wypadków, która w decydującym stopniu zależy od prędkości w chwili zdarzenia drogowego. Według statystyk krajowych, uwzględniających wszystkie drogi, ciężkość wypadków związanych z nadmierną prędkością wynosiła średnio w ostatnich latach 12 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków, a w przypadku dróg wojewódzkich 16 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków oraz w przypadku powiatowych i gminnych (z pominięciem dużych miast) 14 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków.

Związek pomiędzy prędkością a liczbą i ciężkością wypadków znajduje częściowe wyjaśnienie w prostych modelach fizycznych i opisujących zachowania człowieka, z których wynika, że:

- ze wzrostem prędkości rośnie długość odcinka przejazdu w czasie reakcji kierowcy i długość drogi hamowania, co daje łącznie drogę zatrzymania. Dodatkowo, wraz ze wzrostem prędkości, rośnie wpływ stanu nawierzchni na drogę hamowania. Np. na mokrej nawierzchni z kostki granitowej (maksymalne opóźnienie  $4,5 \text{ m/s}^2$ ), przy prędkości 30 km/h droga zatrzymania wydłuża się tylko o 3,1 m w stosunku do nawierzchni suchej, a przy prędkości 70 km/h jej wydłużenie w takim przypadku wynosi aż 17 m;
- wraz ze wzrostem prędkości rośnie energia zderzenia. Efektem tego wzrostu są nie tylko poważniejsze skutki zderzenia z innym pojazdem lub stałą przeszkodą, ale także wpływ na długości dróg odrzutu pojazdów uczestniczących w wypadku. Przy prędkości 70 km/h drogi te są 4 ÷ 5 razy dłuższe niż przy zderzeniu z prędkością 30 km/h. W praktyce oznacza to możliwość trafienia pojazdu na chodnik lub na przeciwny pas ruchu, uderzenia w fasadę budynku lub w parkujące pojazdy i uwikłanie w wypadek dodatkowych uczestników ruchu;
- wyższej prędkości towarzyszy wzrost prawdopodobieństwa zaistnienia i ciężkości wypadku z udziałem pieszego. Ponad 95% pieszych ma szansę przeżyć przy prędkości uderzenia przez pojazd mniejszej niż 30 km/h, szanse te bardzo spadają, gdy prędkość uderzenia w pieszego jest większa od 50 ÷ 60 km/h;
- przy wyższych prędkościach pogarszają się warunki równowagi pojazdów na krzywiznach drogowych na skutek działania sił odśrodkowych, przy równoczesnym zmniejszaniu się przyczepności opon do nawierzchni;
- wraz z prędkością zmieniają się warunki postrzegania drogi i jej otoczenia przez kierujących pojazdami – przy rosnącej liczbie informacji w jednostce czasu i wzroście prędkości ich selekcja ogranicza się do coraz mniejszego pola. W obszarach z ruchem mieszanym, szczególnie w miastach, występuje w stosunkowo ograniczonej przestrzeni nagromadzenie wielu istotnych dla kierowcy informacji, które wymagają jego odbioru. Przy dużych prędkościach odbiór ważnych informacji jest ograniczony, co zwiększa zagrożenie wystąpienia zdarzeń drogowych;
- wraz ze wzrostem prędkości rosną wymagania w stosunku do widoczności drogi, które w wielu przypadkach mogą być, szczególnie w miastach, trudne do spełnienia.

Interpretując powyższe rozważania, nie można jednak wyciągać wprost wniosku, że im większa prędkość, tym większe będzie zagrożenie bezpieczeństwa ruchu w każdej sytuacji. Dodatkowo należy brać pod uwagę klasę drogi, charakter ruchu i zagospodarowanie otoczenia z intensywnością jego użytkowania. Porównanie wartości różnych miar bezpieczeństwa ruchu (np. liczba wypadków przypadających na każdy milion pojazdokilometrów) na autostradach z wartościami tych miar na jednojezdniowych drogach krajowych poza obszarami zabudowanymi potwierdza, że mimo istotnie większych prędkości, autostrady są przeciętnie cztery razy bezpieczniejsze. Tym samym problem wpływu poziomu prędkości na bezpieczeństwo ruchu musi być rozpatrywany w powiązaniu z klasą i funkcją drogi oraz z występującymi na niej warunkami ruchu.

Poza podanym powyżej ogólnym opisem wpływu prędkości na bezpieczeństwo ruchu, w literaturze fachowej cytowane są liczne przykłady badań i ilościowej oceny wpływu prędkości na bezpieczeństwo ruchu. Jedną z najprostszych metod takiej oceny są porównania typu „przed i po” zmianie dopuszczalnej prędkości lub „przed i po” wdrożeniu innych środków zarządzania prędkością. W ocenach tych rejestruje się zwykle rzeczywiste zmiany prędkości i do nich odnosi się zmiany wartości miar bezpieczeństwa ruchu. W tabelicy 1.1 zestawiono przykładowe wyniki badań wpływu zmniejszenia obowiązującego ograniczenia prędkości na redukcję prędkości średniej pojazdów i w konsekwencji na zmianę liczby wypadków i ich ofiar.

**Tablica 1.1.** Wpływ redukcji limitów prędkości na zmianę prędkości średniej i redukcję liczby wypadków - przykłady wyników badań z różnych krajów.

Kraj	Redukcja limitu prędkości [km/h]	Zmiana prędkości średniej	Redukcja liczby wypadków i ich ofiar	Źródło danych
<b>Dania</b>	z 60km/h do 50km/h (drogi lokalne)	3-4km/h	liczba ofiar śmiertelnych -24%, ciężko rannych -7%, lekko rannych -11%	[2]
<b>Niemcy</b>	z 60km/h na 50km/h	-	liczba wypadków -20%	
<b>Norwegia</b>	z 80km/h do 70km/h	-	liczba wypadków z ofiarami śmiertelnymi -25%, rannymi -15%	[10]
<b>Holandia</b>	z 80km/h do 60km/h (strefy prędkości)	-	liczba ofiar śmiertelnych -67%, rannych -32%	
<b>Australia (Nowa Południowa Walia)</b>	z 60km/h do 50km/h (drogi lokalne)	0,94km/h	liczba wypadków z ofiarami śmiertelnymi -45%, rannymi -22%, całkowita liczba wypadków -23%, wypadki z pieszymi -40%	[2]
<b>Australia (Victoria)</b>	z 60km/h do 50km/h (drogi lokalne)	2-3km/h	liczba wypadków z ofiarami śmiertelnymi -21%, ciężko rannymi -3%, lekko rannymi -16%, z ofiarami -12%, wypadki śmiertelne z pieszymi -25%, wypadki z ciężko rannymi pieszymi -40%	
<b>Australia (Australia Zachodnia)</b>	z 60km/h do 50km/h (drogi lokalne)	1km/h	liczba wypadków z ofiarami -21%, liczba wypadków z pieszymi -51%	
<b>Polska*)</b>	z 90km/h do 70km/h	9km/h	-	Badania własne
<b>Polska*)</b>	z 90km/h do 60km/h	11-12km/h	-	

\*) lokalne zmiany ograniczenia prędkości, badania wykonane w ramach pracy studialno-badawczej „Badania skuteczności środków zarządzania prędkością” na zlecenie Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Zarówno w badaniach krajowych, jak i zagranicznych jednoznacznie potwierdzono wpływ dyspersji prędkości (rozzrutu wartości prędkości w strumieniu pojazdów) na częstość występowania wypadków. Duże zróżnicowanie prędkości pojedynczych pojazdów zwiększa zapotrzebowanie na wyprzedzanie, co pośrednio stwarza dodatkowe zagrożenia w ruchu, rośnie także liczba sytuacji z możliwością najechania na tył poprzedzającego pojazdu. W badaniach angielskich wykazano, że zagrożenie wypadkami z udziałem pojazdów poruszających się z prędkością o 25% i więcej od prędkości średniej rośnie pięciokrotnie.

Oznacza to, że jednym z celów zarządzania prędkością powinno być także ujednoczenie prędkości w strumieniu pojazdów.

Opisując przykłady różnych ocen wpływu zmian prędkości na bezpieczeństwo ruchu należy zauważyć, że wpływ ten jest silnie powiązany z rodzajem uczestników ruchu. Na drogach z dużym udziałem pieszych i rowerzystów zmniejszenie prędkości np. o 5 km/h przyniesie znacznie większe efekty niż na odcinkach bez tych uczestników ruchu.

W celu ilościowego oszacowania wpływu zmiany prędkości pojazdów na zmianę bezpieczeństwa ruchu można wykorzystać szeroko opisywany i rozpowszechniony w wielu krajach tzw. „power model VTI” [5]. Umożliwia on szacowanie oczekiwanej zmiany liczby wypadków i ich ofiar na podstawie znajomości różnicy prędkości średniej „przed” i „po” zastosowaniu danego środka oddziaływania na prędkość. W tym celu wykorzystuje się wzór:

$$W_1 = (V_1/V_0)^{\alpha}W_0 \quad (1.1)$$

gdzie:

$W_0$  – wybrana miara brd (np. liczba wypadków, liczba ofiar wypadków) w przyjętym okresie obserwacji „przed” wprowadzeniem środka,

$W_1$  – wybrana miara brd (np. liczba wypadków, liczba ofiar wypadków) w tym samym okresie obserwacji „po” wprowadzeniu środka,

$V_0$  – średnia prędkość przed wprowadzeniem środka [km/h],

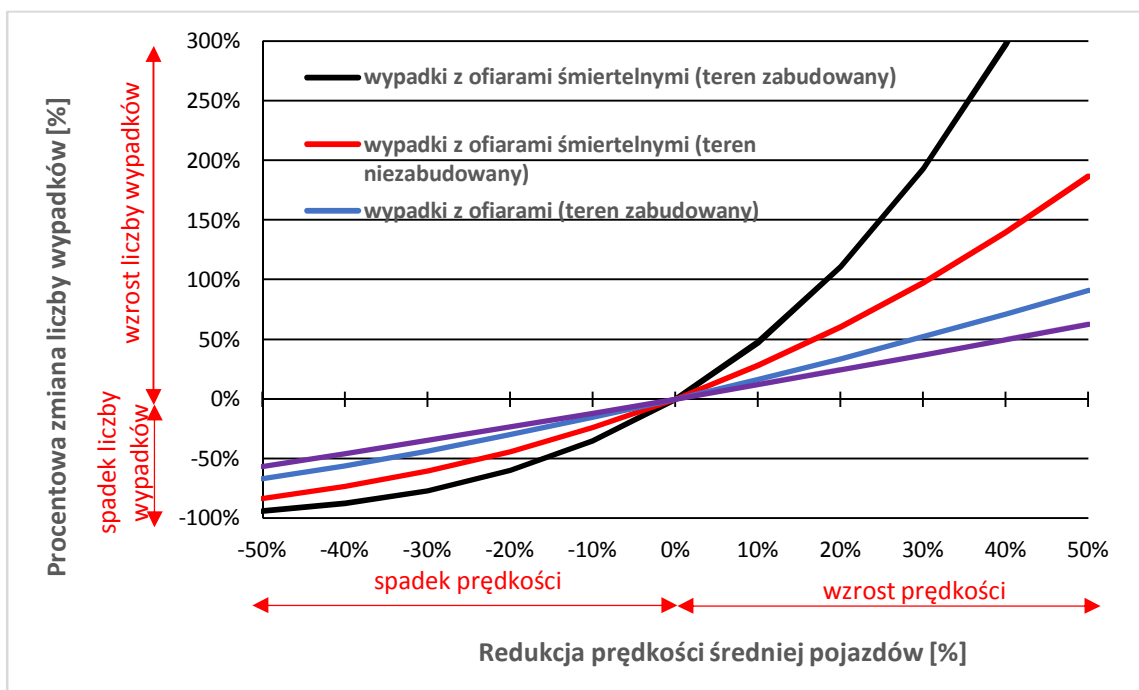
$V_1$  – średnia prędkość po wprowadzeniu środka [km/h],

$\alpha$  – parametr modelu, którego wartość może być przyjęta na podstawie literatury lub ustalona indywidualnie. Zalecane wartości tego parametru podano na str. 29, tablica 2.3.

Istotnym założeniem przy wykorzystaniu zależności (1.1) jest przyjęcie, że w okresie analizy „przed” i „po” nie zmieniają się inne, poza prędkością, determinanty bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Wykorzystując zależność (1.1) i parametry modelu ustalone jako uśrednienie z wielu badań empirycznych (opisane w rozdz. 2.3), zilustrowano na rys. 1.2. ilościowy wpływ zmian prędkości średniej na wyrażone procentowo zmiany liczby wypadków i ich ofiar (wzrost lub spadek w zależności od zmian prędkości średniej).

Na podstawie rys. 1.2 można oceniać, że przy bardzo realnej do uzyskania w praktyce redukcji prędkości o 10 ÷ 20% można uzyskać oczekiwany przeciętny spadek liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi o 35 ÷ 60% w przypadku obszarów zabudowanych i o 24 ÷ 44% w przypadku dróg poza obszarami zabudowanymi. W przypadku wypadków liczonych razem, bez podziału według stopnia ciężkości, redukcja ta wynosiłaby odpowiednio 16 ÷ 30% i 12 ÷ 23%. Należy także zwrócić uwagę na niekorzystne skutki wzrostu prędkości średniej, jeśli wzrost ten następuje bez zmiany standardu technicznego drogi. W takich przypadkach zwiększenie wartości prędkości średniej np. o 20% może skutkować przeciętnym wzrostem liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi na drogach zlokalizowanych w obszarach zabudowanych o 110% i o 60% na drogach poza obszarami zabudowanymi. Podane oszacowania należy traktować jedynie jako średnie wartości oczekiwane, które mogą się różnić od rzeczywistych skutków w zależności od lokalnych uwarunkowań.



**Rys. 1.2.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) wpływu zmian prędkości średniej na zmiany liczby wypadków i ich ofiar.

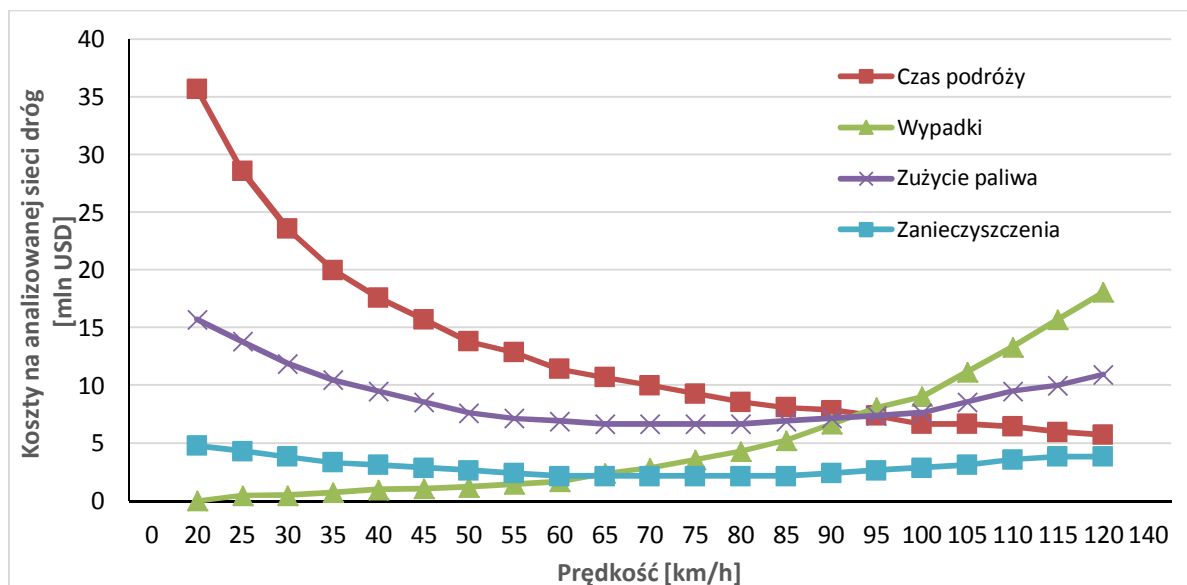
**Źródło:** opracowanie własne.

## 1.4. Wpływ prędkości na warunki ruchu i oddziaływania środowiskowe

Jednym z celów zarządzania prędkością jest utrzymywanie optymalnej prędkości, minimalizującej koszty społeczne transportu samochodowego. Wśród czynników wpływających na koszty transportu można wyróżnić, oprócz wcześniej opisanego bezpieczeństwa ruchu, czynniki związane z: warunkami podróży (czas/prędkość podróży), środowiskiem (emisja zanieczyszczeń, hałas drogowy) i związanym z nim jakością życia w sąsiedztwie drogi oraz zużyciem paliwa.

Optymalne wykorzystanie zdolności przepustowej przekroju drogi ma miejsce w przypadku prędkości pojazdów w zakresie  $70 \div 90$  km/h na drogach dwujezdniowych i  $65 \div 80$  km/h na drogach jednojezdniowych poza obszarami zabudowanymi, a w przypadku ulic jednojezdniowych  $45 \div 60$  km/h i  $60 \div 80$  km/h na ulicach dwujezdniowych. Zapewnienie jednorodnej prędkości w strumieniu pojazdów wpływa korzystnie na warunki ruchu oceniane przez straty czasu i udział pojazdów jadących w ruchu kolumnowym.

Na rys. 1.3. przedstawiony został przykład oszacowania wpływu prędkości pojazdów na trendy zmian różnych składników wchodzących w skład kosztów społecznych transportu, w tym także wpływu prędkości na koszty wypadków [15]. Koszty mogą się różnić w zależności od kraju, ale uwidocznione na rys. 1.3. trendy pozostaną podobne.



Rys. 1.3. Wpływ prędkości na koszty społeczne transportu – przykład z badań zagranicznych.

Źródło: [15].

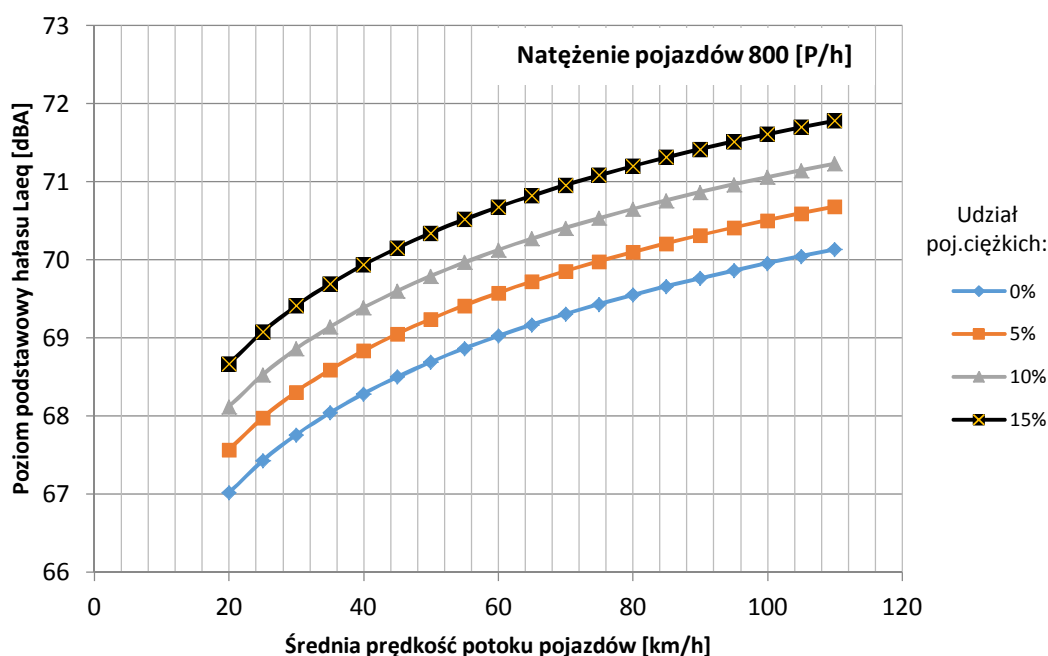
Ogólnie można stwierdzić, że wysoka prędkość i jej dyspersja ma negatywny wpływ na każdy z wyżej wymienionych czynników. Nie dotyczy to jednak odcinków dróg, na których pożądane są wysokie prędkości podróży (drogi ekspresowe, autostrady, drogi, których główną funkcją w układzie drogowym jest zapewnienie szybkich połączeń między regionami). Należy przy tym zaznaczyć, że w przypadku dróg przeznaczonych do szybkiego ruchu musi być zapewniony odpowiedni standard projektowania i wyposażenia drogi, którego najczęściej nie mają drogi samorządowe (o znaczeniu lokalnym i regionalnym). Wpływ prędkości na warunki ruchu jest oczywisty i został opisywany w metodach oceny warunków ruchu [12, 13]. W przypadkach obsługi ruchu lokalnego i regionalnego na krótkich odcinkach duże znaczenie ma jednorodność prędkości, która pozwala na utrzymanie założonych warunków ruchu i redukcję niebezpiecznych manewrów mogących skutkować zdarzeniami drogowymi.

Prędkość ma również istotny wpływ na zużycie paliwa, które zależy od stylu jazdy. Styl jazdy może być regulowany środkami zarządzania prędkością. Najbardziej ekonomiczna jazda, pod względem zużycia paliwa, występuje w przypadku poruszania się pojazdów z jednorodnymi prędkościami bez nagłych zmian przyspieszenia pojazdu. Mniejsze znaczenie ma w tym przypadku wartość prędkości jazdy. Najbardziej ekonomiczna jazda występuje przy większych prędkościach zawierających się w przedziale od 60 km/h do 100 km/h. Wielkość zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy do atmosfery skorelowana jest ze zużyciem paliwa. Zarządzanie prędkością, pozwalające na uzyskanie bardziej jednorodnych prędkości pojazdów, może być efektywną metodą ograniczenia problemu zanieczyszczenia środowiska powodowanego przez emisję szkodliwych związków przez pojazdy (CO, C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i PM<sub>10</sub>).

Wpływ zarządzania prędkością na środowisko jest szeroko opisywany w literaturze zagranicznej [21, 29]. Badania w różnych krajach wskazują, że prowadzenie działań z zakresu zarządzania prędkością skutkuje spadkiem emisji dwutlenku węgla o 2 ÷ 10%. Oszacowano, że obniżenie prędkości dopuszczalnej ze 100 km/h do 80 km/h na drogach we Włoszech przyczyniłoby się do obniżenia zużycia paliwa o 387,9 ton/rok, zmniejszenia emisji CO, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> odpowiednio o 15,3%, 6,4%, 5% i 4,6% [6, 25]. Autorzy badań zagranicznych podkreślają, że szczególną uwagę należy zwrócić na prędkości samochodów ciężarowych. Z badań holenderskich wynika, że ograniczenie prędkości tzw. va-

nów i lekkich samochodów ciężarowych do 110km/h na autostradach i drogach ekspresowych może prowadzić do zmniejszenia zużycia paliwa o 5% [30]. Z kolei redukcja prędkości pojazdów o 2 km/h, 5 km/h i 7 km/h powoduje zmniejszenie zużycia paliwa odpowiednio o 0,5% (7 mln litrów), 2% (27 mln litrów) i 3,5% (48 mln litrów) [3]. W Wielkiej Brytanii również prowadzono badania wpływu kontroli prędkości na zużycie paliwa i emisję spalin. Wykazano, że kontrola prędkości na odcinkach dróg o ograniczeniu do 110 km/h powoduje spadek emisji CO<sub>2</sub> o 528 kg/miesiąc, zaś na odcinkach o ograniczeniu do 80 km/h o 1376 kg/miesiąc [28].

Prędkość pojazdów wpływa również na wartość hałasu powodowanego przez pojazdy, który następnie wpływa na jakość życia mieszkańców wzdłuż drogi. Wraz ze wzrostem prędkości wzrasta wartość poziomu hałasu drogowego, jednakże wpływ ten nie jest tak istotny jak wpływ struktury rodzajowej pojazdów (rys. 1.4). Uciążliwość z uwagi na hałas powodowana przez dużą prędkość pojedynczych pojazdów jest większa niż powodowana przez potok ruchu o jednorodnej prędkości.



**Rys. 1.4.** Wpływ prędkości średniej w potoku pojazdów i jego struktury rodzajowej na emisję hałasu – przykład oszacowania przy natężeniu 800 P/h.

**Źródło:** opracowanie własne.

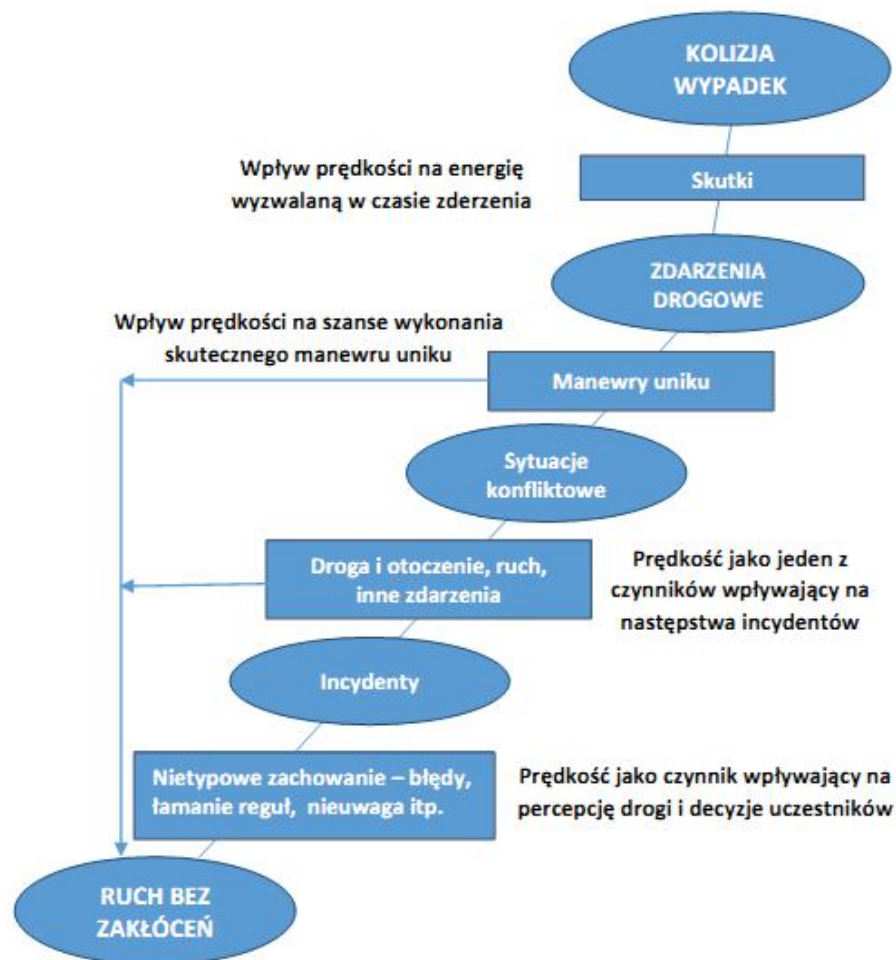
## 2. WPROWADZENIE DO ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ

### 2.1. Istota zarządzania prędkością

#### 2.1.1. Definicja i środki zarządzania prędkością

Ogólnie zarządzanie prędkością można zdefiniować jako **zespół działań zmierzających do uzyskanie takiego stanu ruchu, w którym prędkości pojazdów są dostosowywane do warunków drogowo-ruchowych i można je uznać za potencjalnie bezpieczne, przy równoczesnym spełnieniu warunków ruchu sprawnego i jak najmniej uciążliwego dla otoczenia.**

Rozważając problem zarządzania prędkością w aspekcie bezpieczeństwa ruchu należy uwzględnić rolę prędkości w całym ciągu sytuacji w ruchu drogowym, prowadzących od stanu ruchu bez zakłóceń do wypadków lub kolizji, co zilustrowano schematycznie na rys. 2.1. Na podstawie analizy schematu pokazanego na rys. 2.1 można stwierdzić, że dobór prędkości odpowiedniej do sytuacji na drodze ułatwia percepcję obrazu drogi i tym samym podejmowanie poprawnych decyzji przez kierujących pojazdami, a w sytuacjach konfliktowych zwiększa szanse na możliwości uniknięcia zdarzenia drogowego poprzez tzw. manewry uniku. Jeśli już dojdzie do zdarzenia drogowego, to jego skutki będą związane z prędkością pojazdów uczestniczących w zdarzeniu.



**Rys. 2.1.** Schematyczne przedstawienie ciągu sytuacji w ruchu drogowym od stanu ruchu bez zakłóceń do zdarzeń drogowych z zaznaczeniem roli prędkości w tym ciągu.

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie [8].



W zarządzaniu prędkością należy wyróżnić dwie podstawowe grupy działań, tj.:

- ▄ ustanawianie racjonalnych, ogólnych i lokalnych ograniczeń prędkości spełniających, niekiedy konkurencyjne względem siebie, kryteria ekonomiczne, środowiskowe i bezpieczeństwa ruchu;
- ▄ oddziaływanie na zachowania kierujących pojazdami w celu uzyskania pożądanej prędkości, w tym przestrzegania narzuconych ograniczeń. Oddziaływania te mogą być realizowane za pomocą:
  - środków prawnych,
  - rozwiązań planistycznych,
  - rozwiązań infrastruktury drogowej i organizacji ruchu,
  - nadzoru,
  - edukacji,
  - zaawansowanych technologii.

Uwzględniając występujący w praktyce podział zadań i kompetencji poszczególnych jednostek odpowiedzialnych za budowę infrastruktury drogowej, jej eksploatację oraz zarządzanie ruchem, można w odniesieniu do problemu zarządzania prędkością zastosować tzw. zasadę **4E** oznaczającą w j. angielskim **E**ngineering (inżynierię) - **E**nforcement (nadzór) - **E**ducation (edukację) - **E**mergency services (ratownictwo). W ramach tej zasady zarządzanie prędkością powinno obejmować:

#### 1. inżynierię:

- ustanawianie ograniczeń prędkości, które są właściwe na drodze o określonej funkcji i standardzie technicznym z zapewnieniem równowagi wymagań w odniesieniu do bezpieczeństwa, mobilności wszystkich użytkowników dróg (dostępność do dróg, sprawność ruchu) i wymagań ochrony środowiska. Dodatkowo spełnione powinny być wszystkie obowiązujące wymagania prawne,
- projektowanie i eksploatację dróg w dostosowaniu do pożądanej (oczekiwanej przez uczestników ruchu) prędkości,
- stosowanie fizycznych środków skłaniających kierowców do podróżowania z pożądaną prędkością;

**2. nadzór i restrykcje**, którego celem jest, kontrola rzeczywistych prędkości pojazdów w zakresie stosowania się kierujących do obowiązujących przepisów i ograniczeń prędkości;

**3. edukację**, w tym: upowszechnianie informacji o wpływie prędkości na bezpieczeństwo ruchu, zwiększenie świadomości kierujących pojazdami na temat wprowadzanych środków redukcji prędkości. Do edukacji można zaliczyć także bieżące przekazywanie kierującym informacji o prędkości z jaką się poruszają;

**4. służby ratownicze** w zakresie zapewnienia możliwości jak najszybszego dotarcia do miejsca zdarzenia drogowego. Na podstawie analiz stanu dróg i ruchu można opracować wskazania wyboru dróg dojazd do miejsc interwencji przez służby ratownicze, a także przygotować strategie zarządzania i sterowania ruchem ułatwiające te dojazdy.

### 2.1.2. Ogólna charakterystyka środków zarządzania prędkością

W przypadku ustanawiania ograniczeń prędkości należy rozróżnić dwa przypadki, tj.:

- ▄ ustanawianie ogólnych ograniczeń prędkości powiązanych z klasami technicznymi i funkcjami dróg, a także ich lokalizacją;

- ustanawianie lokalnych ograniczeń prędkości na odcinkach dróg, w wybranych miejscach lub w odniesieniu do obszarów, których charakterystyka bądź sposób użytkowania powodują potrzebę wprowadzania ograniczeń innych niż wynikających z ogólnych regulacji prawa.

Optymalnymi **ogólnymi ograniczeniami prędkości** powinny być takie, które w efekcie przyczynić się mogą do minimalizacji całkowitych kosztów społecznych podróży. W kosztach tych uwzględnia się koszty eksploatacji pojazdów, koszty wypadków, koszty oddziaływania na środowisko, koszty czasu pracy kierujących pojazdami, koszty podróży pasażerów i inne. Ta metoda ustanawiania ogólnych ograniczeń prędkości jest jednak rzadko stosowana ze względu na trudności w kwantyfikacji kluczowych zmiennych występujących w modelach szacowania w/w kosztów. Poza trudnościami z kwantyfikacją kosztów oraz wyznaczeniem funkcji celu, metoda optymalizacji ogólnych i lokalnych ograniczeń prędkości ma też istotną wadę. Polega ona na tym, że optymalne z uwagi na przyjęte kryteria kosztów ograniczenia mogą odbiegać od ukształtowania drogi i nie być oczywiste dla kierujących pojazdami. W konsekwencji oznaczałoby to przekraczanie dozwolonych prędkości przez znaczną część kierujących pojazdami.

Innym podejściem do ustanawiania ogólnych i lokalnych ograniczeń prędkości jest minimalizacji skutków wypadków z uwagi na obrażenia potencjalnych uczestników zdarzeń drogowych. Zakłada się, że można minimalizować uszkodzenia ciała ludzkiego jeśli będzie się kontrolować energię uderzenia. Celem jest unikanie sytuacji, w których uczestnik ruchu byłby narażony na działanie sił mogących powodować śmierć lub poważne obrażenia. Z takich założeń wynikają wartości ograniczeń prędkości zestawione w tabeli 2.1. Prędkości pojazdów powinny być mniejsze niż te przedstawione w tabeli 2.1. Opisane podejście do wyznaczania ogólnych ograniczeń prędkości stosowane jest w krajach o wysokiej kulturze zachowań uczestników ruchu drogowego, takich jak np. Holandia, Szwecja, Australia. Ograniczenia prędkości podane w tabeli 2.1 są niższe niż powszechnie stosowane, w tym także w Polsce. Mimo tego są one wartościowym wskazaniem do praktycznych zastosowań na odcinkach dróg z dominacją wybranych zagrożeń bezpieczeństwa ruchu.

**Tablica 2.1.** Rekomendowane ograniczenia prędkości w zależności od funkcji drogi i dostępności do niej, wynikające z minimalizacji skutków wypadków.

**Źródło:** [5].

Typ drogi	Ograniczenie prędkości wynikające z minimalizacji urazów [km/h]
Drogi prowadzące zarówno ruch zmotoryzowany jak również pieszy i rowerowy	30
Drogi bez ograniczonego dostępu, na których mogą występować zderzenia boczne	50
Drogi jednojezdniowe, na których mogą występować zderzenia czołowe	70
Drogi dwujezdniowe o ograniczonej dostępności, z zakazem ruchu niezmotoryzowanego i skrzyżowaniami w różnych poziomach	>100

W praktyce niektórych krajów różnicuje się ogólne ograniczenia prędkości w odniesieniu do niektórych grup dróg w zależności od pory roku lub warunków atmosferycznych (np. na drogach ekspresowych lub autostradach obniżenie prędkości dopuszczalnej w czasie opadów deszczu bądź w okresie zimy).

Ustanawianie **lokalnych ograniczeń prędkości** na odcinkach dróg, w wybranych miejscach lub w odniesieniu do obszarów należy traktować jako element polityki w zakresie oddziaływania na bezpieczeństwo, koszty ruchu i jego skutki środowiskowe, bądź inter-

wencje w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu. Odrębną grupę stanowią ograniczenia prędkości zależne od zmieniających się warunków ruchu (zastosowanie znaków B-33 o zmiennej treści). Szczegółowe zasady w tym zakresie podano w części II niniejszego opracowania w rozdz. 2.

Elementem zarządzania prędkością związanym z inżynierią jest stosowanie fizycznych środków skłaniających kierowców do podróżowania z pożądaną prędkością. Mogą to być np. załamania toru jazdy połączone z wyspami na jezdni, ronda, bramy na wjazdach do miejscowości ze zwężeniami jezdni, progi, różne środki kompleksowo stosowanego uspokojenia ruchu. Do środków inżynierskich o pośrednim oddziaływaniu na wybór prędkości należą: zmiany tekstury nawierzchni, dodatkowe oznakowanie pionowe, specjalne oznakowanie na jezdni, optyczne zwężenia pasa ruchu. Szczegółowo środki te są opisane w rozdz. 3.4.

Środki nadzoru i restrykcji obejmują głównie:

- /// konwencjonalny nadzór przez uprawnione służby. Warunkiem powodzenia tego środka jest prowadzenie kontroli w sposób dynamiczny w miejscach zagrożeń bezpieczeństwa ruchu o istotnej roli prędkości wśród tych zagrożeń;
- /// automatyczny nadzór prędkości sprzężony z rejestracją wykroczeń. Nadzór powinien być prowadzony w sieci przygotowanych stanowisk zlokalizowanych w miejscach zagrożeń bezpieczeństwa ruchu o istotnej roli prędkości wśród tych zagrożeń;
- /// urządzenia rejestrujące prędkość sprzężone z tablicami wyświetlającymi dane o prędkości lub z aktywnymi znakami ograniczeń prędkości. Znaki te mogą być aktywowane po identyfikacji przekroczenia dopuszczalnej prędkości, a w przypadkach ich zignorowania przez kierujących pojazdami może nastąpić rejestracja danych pojazdu i wdrożenie procedury karania za wykroczenie.

Edukacja odgrywa niezwykle ważną rolę w kompleksie działań związanych z zarządzaniem prędkością ponieważ ma bezpośredni wpływ na pozyskiwanie akceptacji wdrażanych ograniczeń swobody wyboru prędkości przez kierujących pojazdami. Od wielu lat znana jest reguła mówiąca o tym, że o poziomie akceptacji tych ograniczeń decyduje stopień poinformowania oraz zrozumienie celu ich stosowania. Edukacja zorientowana na uzyskanie pozytywnych efektów zmiany zachowania kierujących pojazdami w zakresie wyboru prędkości powinna obejmować przekaz informacyjny służący:

- /// zwiększeniu wiedzy o obowiązujących ograniczeniach,
- /// zmniejszeniu subiektywnego przekonania o korzyściach z jazdy z nadmierną prędkością,
- /// lepszemu postrzeganiu zagrożeń w ruchu drogowym oraz zrozumieniu, jak nadmierna prędkość zwiększa ryzyko wypadków,
- /// zwiększeniu stopnia znajomości własnej prędkości jazdy i kontroli tej prędkości.

Rola edukacji rośnie wraz z rozszerzaniem zakresu stosowanych technicznych środków zarządzania prędkością, np. znaków zmiennej treści, uzupełniającego oznakowania informacyjnego, a także przy wprowadzaniu nowych wzorów znaków, czasowych ograniczeń prędkości itp.

Sygnalizując rolę edukacji w ramach zarządzania prędkością należy także wspomnieć o edukacji kadr inżynierskich związanych z projektowaniem i eksploatacją dróg a także z zarządzaniem ruchem drogowym. W tych obszarach pojawiają się nowe rozwiązania i ich wdrażanie może być realizowane jedynie przez odpowiednio wykwalifikowane kadry.

Podobnie służby związane z nadzorem prędkości powinny posiadać ogólną wiedzę o zarządzaniu prędkością i dodatkowo wiedzę m.in. o:

- /// sposobach nadzoru prędkości zapewniających w jak największym stopniu tzw. ekspozycję publiczną tego nadzoru przy wykorzystaniu różnych urządzeń,
- /// identyfikacji miejsc zagrożeń i selekcji tych miejsc do nadzoru prędkości,
- /// skutecznym przekazie ostrzeżeń i porad kierującym pojazdami z nadmierną prędkością (uzyskanie efektu zmiany nastawienia do przekraczania dopuszczalnych prędkości),
- /// ekonomicznych skutkach zdarzeń drogowych i możliwych oszczędnościach osiągniętych dzięki skutecznemu nadzorowi prędkości,
- /// metodach monitorowania skuteczności prowadzonych działań z zakresu nadzoru nad ruchem drogowym,
- /// konieczności wzorowego zachowywania się służb nadzoru w ruchu drogowym z kształtowaniem świadomości, że służby te nie są wyłączone z obowiązku przestrzegania ograniczeń prędkości.

### **2.1.3. Metodyka wdrażania zarządzania prędkością**

Wdrażanie środków zarządzania prędkością w sieci dróg samorządowych powinno obejmować następujące etapy:

- 1.** Analizy rozwiązań planistycznych i hierarchii zarządzanej sieci dróg w aspekcie pełnionych funkcji i przypisanych im ogólnych bądź lokalnych ograniczeń prędkości. W tej analizie niezwykle ważne jest stwierdzenie, w jakim stopniu klasyfikacja dróg i ich parametry techniczne odpowiadają rzeczywiście pełnionym funkcjom i oczekiwaniom ze strony użytkowników tych dróg, szczególnie w zakresie wyboru pożądanej prędkości. Istotną rolę odgrywa podział sieci na elementy z dominującym ruchem tranzytowym, ruchem lokalnym i o funkcji łączącej obsługę ruchu tranzytowego z lokalnym. Dodatkowo ważny jest udział w ruchu pieszych i rowerzystów oraz występowanie lub brak elementów infrastruktury dla tych grup.
- 2.** Weryfikacja celowości stosowanych lokalnych bądź obszarowych ograniczeń prędkości lub ustalenie braków takich ograniczeń. Weryfikacja polega na porównaniu istniejących ograniczeń ze standardem technicznym i funkcją poszczególnych dróg, natężeniem ruchu i strukturą użytkowników dróg, zagospodarowaniem otoczenia dróg a także na podstawie oceny zgodności z przyjętymi zasadami ustanawiania lokalnych i obszarowych ograniczeń prędkości. W opisanej weryfikacji należy wykorzystać wyniki analiz wykonanych zgodnie z pkt. 1.
- 3.** Identyfikacja na podstawie miar bezpośrednich lub pośrednich miejsc o podwyższonym zagrożeniu bezpieczeństwa ruchu związanym z niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu wraz z propozycją środków eliminujących stwierdzone zagrożenia. W identyfikacji miejsc podwyższonego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu można wykorzystać typowe metody identyfikacji takich miejsc na podstawie danych o rejestrowanych na danym odcinku zdarzeniach drogowych i porównania wyznaczonych wartości miar bezpieczeństwa ruchu z przyjętymi wartościami granicznymi. Inną metodą jest identyfikacja miejsc zagrożeń na podstawie obserwacji konfliktów w ruchu lub pomiarów prędkości.
- 4.** Analiza miejsc zgłaszanych przez użytkowników dróg i lokalne społeczności jako miejsca zagrożone z uwagi na nadmierną prędkość. Ze względu na społeczną akceptację różnych działań obejmujących zarządzanie prędkością, należy zwrócić uwagę na należyte przywiązywanie do interwencji lokalnych społeczności lub innych użytkowni-

ków dróg dotyczących m.in. wskazania miejsc uważanych za niebezpieczne na danej drodze. W odniesieniu do takich zgłoszeń konieczne jest wykonanie ocen weryfikacyjnych na podstawie danych o zdarzeniach drogowych oraz pomiarów prędkości w celu ustalenia adekwatności tej prędkości do lokalnych uwarunkowań bądź ustalenia stopnia przekroczeń prędkości dopuszczalnej.

5. Ocena powodów niedostosowywania przez kierujących pojazdami prędkości do warunków ruchu w zidentyfikowanych miejscach podwyższonego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu. Ocena ta sprowadza się głównie do stwierdzenia, czy występują szczególne warunki, które powodują, że zastosowane ograniczenie prędkości nie jest przestrzegane. Powodami takimi mogą być np.: wprowadzenie ograniczenia niezgodnie z obowiązującymi przepisami i w sposób niezrozumiały dla kierujących pojazdami; przebieg i czytelność drogi niewskazujące na potrzebę zastosowanego ograniczenia; ograniczenie prędkości nieadekwatne do poziomu zagrożenia ocenianego subiektywnie przez kierujących pojazdami lub brak dostatecznej informacji o występującym zagrożeniu; stałe ograniczenia wprowadzone np. z uwagi na ochronę pieszych występujących tylko w krótkich przedziałach doby; nieczytelna strefa zmiany przejścia z obszaru niezabudowanego do obszaru z zabudową. Niezależnie od podanych powyżej przykładowych powodów przekraczania dopuszczalnej prędkości pozostają jeszcze czynniki osobowe uczestników ruchu i różne czynniki losowe. Generalnie ocena powodów niedostosowywania przez kierujących pojazdami prędkości do warunków ruchu powinna być ukierunkowana na poszukiwania środków, które mogą wymuszać lub sprzyjać wyborom pożądanej prędkości.
6. Wybór możliwych środków redukcji prędkości, jeśli nie są wystarczające inne środki, w celu eliminacji stwierdzonych zagrożeń. Podstawowym założeniem jest eliminacja przyczyn zagrożeń bezpieczeństwa ruchu środkami innymi niż ograniczenia prędkości. Jeśli nie jest to możliwe lub konieczne jest łączenie kilku środków poprawy bezpieczeństwa ruchu, to wówczas wybór środka redukcji prędkości następuje zgodnie z zasadą wyboru środka o wymaganej skuteczności (ocena koniecznej skali redukcji prędkości na podstawie znanej prędkości „przed” zastosowaniem środka) i racjonalnych kosztach. Preferowane powinny być środki o niskich kosztach wdrożenia pod warunkiem uzyskania z ich pomocą wymaganej redukcji prędkości. Zaleca się łączenie środków inżynierskich zarządzania prędkością z działaniami informacyjnymi i edukacyjnymi, a niekiedy także z nadzorem prędkości.
7. Wdrożenie wybranych inżynierskich i innych środków redukcji prędkości. Faza wdrożenia może mieć charakter prac budowlanych wraz z wymaganymi procedurami formalno-prawnymi, zmian organizacji ruchu. Może być również związana z działaniami organizacyjnymi związanymi z nadzorem prędkości, akcjami informacyjnymi i edukacyjnymi. Szczegółowy zakres zadań wynika z charakteru wdrażanych środków.
8. Edukacja i akcje informujące na temat zagrożeń związanych z nadmierną prędkością i wdrażanych środków zarządzania prędkością. Te działania powinny być ukierunkowane na także na pozyskanie społecznej akceptacji w odniesieniu do przyjętych rozwiązań zarządzania prędkością.
9. Monitoring skutków zastosowanych środków z oceną ich wpływu na liczbę wypadków i liczbę ich ofiar z uwzględnieniem różnych stopni ciężkości. Ten etap stanowi podstawę do oceny zasadności wprowadzenia danego środka. Na tym etapie usta-

la się, czy cel określony w programie zarządzania prędkością został osiągnięty. Ocena wpływu wdrożonego środka na liczbę wypadków powinna być prowadzona zgodnie z zasadami obowiązującymi w klasycznych badaniach „przed i po”, tj. z zachowaniem odpowiedniego okresu zbierania danych „przed” wdrożeniem danego środka oraz „po”, tj. w czasie jego funkcjonowania. Nie powinny to być okresy krótsze niż 1 rok. Należy także wyznaczyć zakres parametrów ruchu niezbędnych do pomiaru w podanych okresach.

- 10.** Ocena ekonomicznej efektywności wdrażanych środków i formułowanie zaleceń do dalszej praktyki zarządzania prędkością. Na podstawie danych o kosztach wdrożenia danego środka, informacji o zmianach parametrów ruchu drogowego, danych o zdarzeniach drogowych możliwe jest oszacowanie ekonomicznych skutków zastosowanego środka z uwzględnieniem nie tylko kosztów zdarzeń drogowych, ale także kosztów ruchu (szacuje się zyski i straty). Można w tym celu zastosować typowy rachunek „kosztów i korzyści” z wykorzystaniem danych o kosztach zamieszczonych w [20].

## 2.2. Strategia i cele zarządzania prędkością

Zarządzanie prędkością jest ujęte w jednym z podstawowych filarów *Narodowego Programu Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2013-2020 (NPBRD 2013-2020)*, tj. filaru „bezpieczna prędkość” i z tego powodu jego strategia w odniesieniu do dróg samorządowych powinna być zgodna ze strategią wyznaczoną we wspomnianym Programie.

Ogólnie strategia zarządzania prędkością zakłada koncentrację działań w celu realizacji zadań wyznaczonych w filarze *NPBRD 2013-2020* „bezpieczna prędkość” w ramach następujących priorytetów:

- /// Priorytet 1 – kształtowanie zachowań kierowców w zakresie jazdy z bezpieczną prędkością,
- /// Priorytet 2 – Usprawnienie systemu zarządzania prędkością.

W w/w priorytetach wyróżniono grupy działań z zakresu:

- /// inżynierii,
- /// edukacji,
- /// nadzoru.

Takie same grupy działań określają także strategię zarządzania prędkością na drogach samorządowych. Istotnym elementem strategii wdrażania zarządzania prędkością są także działania zorientowane na pozyskiwanie społecznej akceptacji tego zarządzania.

Zapisane w działaniach inżynierskich priorytetu 1 *NPBRD 2013-2020*: wdrożenie środków uspokojenia ruchu; strefowanie prędkości w obszarach zabudowanych; przekształcanie sieci drogowej i ulicznej w celu uzyskania jej hierarchicznej struktury są także ujęte w działaniach inżynierskich zarządzania prędkością na drogach samorządowych. Podobnie występujące w priorytecie 1 usprawnienie systemu nadzoru nad zachowaniami uczestników ruchu drogowego pod kątem poczucia powszechności kontroli i nieuchronności kary, znajduje się w działaniach grupy „nadzór” jako elementu zarządzania prędkością na drogach samorządowych. W tych działaniach pojawia się także edukacja, której częścią jest informacja o nadzorze nad prędkością.

Zapisane w działaniach inżynierskich priorytetu 2 *NPBRD 2013-2020*: ujednoczenie zasad stosowania ograniczeń prędkości; wykorzystanie środków ITS w zarządzaniu prędkością, odpowiadają zdefiniowanemu w niniejszym opracowaniu pojęciu zarządzania

prędkością i przyjętym środkiem tego zarządzania. Środki te obejmują także wymienione w NPBRD 2013-2020 rozbudowę i unowocześnianie systemu (w tym automatycznego) nadzoru nad prędkością.

Ogólnie cele wdrażania zarządzania prędkością można zdefiniować następująco:

- /// zapewnienie bezpieczeństwa wszystkim uczestnikom ruchu drogowego poprzez utrzymanie prędkości pojazdów adekwatnej do uwarunkowań drogowo-ruchowych, a także zgodnej z prędkością dopuszczalną, przepisami i znakami drogowymi, w powiązaniu z klasą drogi i jej funkcją;
- /// zmiana dotychczasowej praktyki w podejściu do stosowania ograniczeń prędkości na rzecz kompleksowego rozwiązywania problemów bezpieczeństwa ruchu obejmującego łączenie działań z zakresu inżynierii oraz nadzoru i edukacji;
- /// wspieranie zmian infrastrukturalnych w sieci drogowej zmierzających do jej przekształceń w sieć hierarchiczną z wyraźnie podzielonymi funkcjami i standardami technicznymi;
- /// stworzenie przejrzystych procedur stosowania ograniczeń prędkości oraz ich usuwania tam, gdzie nie znajdują one racjonalnego uzasadnienia;
- /// zwiększenie poziomu akceptacji wdrażanych rozwiązań o charakterze restrykcyjnym;
- /// wspieranie zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego miast i regionów;
- /// zapewnienie sprawności ruchu i racjonalizacja jego kosztów przy zachowaniu równowagi z wymaganiami bezpieczeństwa ruchu;
- /// poprawa warunków mieszkaniowych w otoczeniu dróg wraz ze wzrostem poczucia bezpieczeństwa i komfortu przebywania w przestrzeni publicznej;
- /// ograniczanie niekorzystnych oddziaływań ruchu pojazdów na środowisko, w tym ograniczenia emisji hałasu i spalin.

### **2.3. Ocena możliwości redukcji ryzyka przez wdrożenie zarządzania prędkością**

Wykazany w rozdz. 1.3 korzystny wpływ redukcji prędkości na bezpieczeństwo ruchu powoduje, że poprzez dobór skutecznych środków zarządzania prędkością, zorientowanych na jej redukcję, możliwa jest poprawa bezpieczeństwa ruchu w miejscach zastosowania tych środków. Ze względu na duże zróżnicowanie dostępnych środków oddziaływania na wybór prędkości przez kierujących pojazdami oraz ich bardzo zróżnicowany wpływ na sprawność ruchu a także oddziaływania środowiskowe, wybór najlepszego w określonych uwarunkowaniach środka powinien być wykonywany z zastosowaniem wielokryterialnej oceny. Jednym z kryteriów w tej analizie jest poprawa bezpieczeństwa ruchu, którą ilościowo można wyrazić przez liczbę wypadków i ich ofiar z przeliczeniem na koszty. Innymi kryteriami są koszty wdrożenia danego środka oraz koszty uczestników ruchu, które w niektórych przypadkach mogą wzrastać. W analizie można także uwzględnić efekty środowiskowe w postaci emisji hałasu i spalin, również z ich przeliczeniem na koszty.

Aby móc w praktyce stosować wielokryterialną ocenę przy wyborze środków oddziaływania na prędkość, konieczna jest m.in. prognoza potencjalnych skutków poszczególnych środków z uwagi na redukcję liczby wypadków i ich ofiar. Taka prognoza jest także przydatna w przypadku porównywania możliwych do zastosowania w danym miejscu alternatywnych rozwiązań, przy uproszczonym podejściu z zaniechaniem analizy wielokryterialnej. Takie uproszczone podejście można stosować np. w przypadkach małych natężeń ruchu, wdrażania środków redukcji prędkości w miejscach o szczególnych zagrożeniach

bezpieczeństwa ruchu (np. rejony szkół), stosowania rozwiązań służących wymuszeniu obowiązujących ograniczeń prędkości i o potencjalnie małym wpływie na przepustowość drogi (brak zagrożenia tworzenia się kolejek pojazdów) itp.

### 2.3.1. Ocena możliwości redukcji ryzyka na podstawie miar bezpośrednich

Oszacowanie wpływu dowolnego środka zarządzania prędkością na bezpieczeństwo ruchu może być wykonane przy wykorzystaniu miar bezpieczeństwa bezpośrednich (dane o zdarzeniach drogowych) i pośrednich np. zmiany prędkości pojazdów jaką dany środek wywołuje. Uzasadnieniem dla przyjęcia prędkości jako miary pośredniej do oceny zmian bezpieczeństwa ruchu jest opisany w rozdz. 1.3. związek pomiędzy prędkością i bezpieczeństwem ruchu.

Wpływy zmian prędkości w strumieniu pojazdów na zmiany bezpieczeństwa ruchu oszacowane na podstawie badań „przed i po” zastosowaniu danego środka można wyrazić współczynnikami redukcji liczby wypadków oraz liczby ofiar wypadków. W tabeli 2.2 zamieszczono zestawienie wartości takich współczynników oszacowanych na podstawie badań zagranicznych i krajowych. Wrywkowe badania krajowe w odniesieniu do efektów stosowania wybranych środków redukcji prędkości są w dużym stopniu zbieżne z wynikami badań zagranicznych i dlatego można je rekomendować do praktycznych zastosowań w kraju.

**Tablica 2.2.** Zestawienie wartości współczynników redukcji wartości miar bezpieczeństwa ruchu przy zastosowaniu różnych środków oddziaływania na prędkość.

Środek zarządzania prędkością	Lokalizacja	Wsp. redukcji	Rodzaj wypadków	Ciężkość wypadków	Źródło danych/uwagi
<b>Lokalne ograniczenia prędkości</b>					
Zmiana ograniczenia z 90 km/h do 70 km/h	Obszary zabudowane	0,67	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	[7]
		0,95	wszystkie	Z lekko rannymi	
Ograniczenie do 50 km/h	Obszary zabudowane	0,87	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	W porównaniu do ograniczenia 60 km/h [14]
<b>Obszarowe/strefowe ograniczenia prędkości</b>					
Strefy ograniczenia prędkości TEMPO 30, Strefy zamieszkania	Obszary zabudowane	0,40	wszystkie	z ciężko i lekko rannymi	[10]
		0,73		z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	Badania własne <sup>1)</sup>
		0,68	z pieszymi	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	[33]
		0,63	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi	Ze środkami uspokojenia, Badania własne <sup>1)</sup>



Środki nadzoru					
Fotoradary na odcinkach z ograniczeniami prędkości (sytuowane w miejscach zwiększonego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu)	Poza zabudową	0,38	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	Dot. stałych fotoradarów [1]
	Poza zabudową	0,67	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	
	Obszary zabudowane	0,73	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	Dot. zmiany liczby zdarzeń [22]
	Obszary zabudowane	0,53	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	Dot. stałych fotoradarów [1]
Odcinkowy pomiar prędkości	Niezależnie od obszaru	0,49	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi	[31]
		0,73	wszystkie	z rannymi	
		0,81	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	
Fizyczne środki ograniczenia prędkości					
Zamiana skrzyżowania na rondo małe		0,28 ÷ 0,42	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	Przed zmianą - dwa wloty podporządkowane znakiem B-20 [23]
Zamiana skrzyżowania na rondo	-	0,65	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi i rannymi	Przed zmianą - dwa wloty podporządkowane znakiem B-20 [24]
Progi zwalniające	Obszary zabudowane	0,52 ÷ 0,67	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	[16]
Przejścia dla pieszych na wyniesieniach	Obszary zabudowane	0,64	wszystkie	z ciężko i lekko rannymi	[9]
Oznakowanie wibroakustyczne - poprzeczne elementy na jezdni	Poza zabudową	0,91	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	Wlot drogi nadrzędnej na skrzyżowaniu [27]
		0,75	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	
Kompleksowo stosowane uspokojenie ruchu	Obszary zabudowane - ulice lokalne	0,76	wszystkie	z ofiarami śmiertelnymi, ciężko rannymi i lekko rannymi	Badania własne <sup>1)</sup>
	Obszary zabudowane - ulice podstawowego układu	0,92	wszystkie		Badania własne <sup>1)</sup>
	Przejścia drogowe przez miejscowości	Przypadki wzrostu liczby wypadków	wszystkie		Przypadki stosowania łagodnych środków uspokojenia Badania własne <sup>1)</sup>

1) badania wykonane w ramach pracy studialno-badawczej „Badania skuteczności środków zarządzania prędkością” na zlecenie Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Podane powyżej przykłady wyników badań jednoznacznie potwierdzają, że najbardziej skutecznym środkiem zarządzania prędkością, z uwagi na jej redukcję, są fizyczne środki uspokojenia ruchu. Pomimo tego decyzja o ich wprowadzeniu powinna być poprzedzona analizą skuteczności zastosowania innych rozwiązań jak np. aktywnych znaków ograniczenia prędkości, intensywnego nadzoru, dodania lub usunięcia linii oddzielającej pasy

ruchu, dopuszczenia parkowania wzdłuż drogi. Należy również pamiętać, że fizyczne środki uspokojenia ruchu nie mogą być stosowane dowolnie, np. na głównych ciągach dróg, bądź na drogach często wykorzystywanych przez służby ratownicze. Obok fizycznych środków uspokojenia ruchu, skutecznym środkiem zarządzania prędkością okazały się także lokalne ograniczenia prędkości.

### 2.3.2. Ocena możliwości redukcji ryzyka na podstawie miar pośrednich

Ocenę wpływu zmian prędkości wywołanych różnymi środkami jej zarządzania na bezpieczeństwo ruchu, można wykonać korzystając z opisanego w rozdz. 1.3 modelu VTI.

„Power model VTI” umożliwia szacowanie oczekiwanej zmiany liczby wypadków i ich ofiar na podstawie znajomości różnicy prędkości średniej „przed” i „po” zastosowaniu danego środka oddziaływania na prędkość. W tym celu wykorzystuje się podany w rozdz. 1.3 wzór (1.1). Do celów praktycznych rekomenduje się przyjmowanie wartości występującego we wzorze (1.1) parametru  $\alpha$  zgodnie z zestawieniem w tabeli 2.3.

**Tablica 2.3.** Wartości parametru  $\alpha$  w równaniu „power model VTI”  
Źródło: [5].

Rodzaj wypadku	Drogi poza terenami zabudowanymi		Drogi na terenach z zabudową	
	Wartość wsp. $\alpha$	Przedział ufności 95%	Wartość wsp. $\alpha$	Przedział ufności 95%
Z ofiarami śmiertelnymi	4,1	2,9 ÷ 5,3	2,6	0,3 ÷ 4,9
Z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi	2,6	-2,7 ÷ 7,9	1,5	0,9 ÷ 2,1
Z ofiarami ogółem	1,6	0,9 ÷ 2,3	1,2	0,7 ÷ 1,7

Podane w tablicy 2.3 wartości przedziałów ufności oszacowania współczynnika  $\alpha$  wskazują na występowanie bardzo dużego wpływu lokalnych czynników na oczekiwane zmiany wartości miar bezpieczeństwa ruchu i konieczność traktowania wyników obliczeń według wzoru (1.1) jako szacunkowych ocen. Dodatkowo istotnym założeniem przy wykorzystaniu zależności (1.1) jest przyjęcie, że w okresie analizy „przed” i „po” nie zmieniają się inne, poza prędkością, determinanty bezpieczeństwa ruchu drogowego.

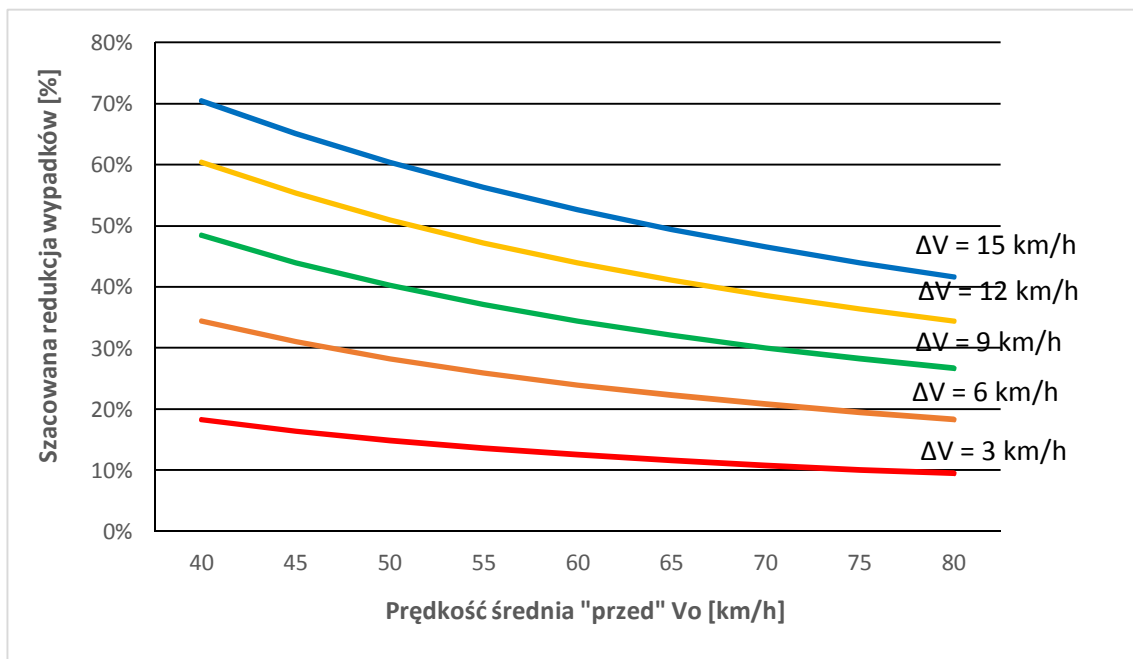
Praktyczne wykorzystanie wzoru (1.1) do szacowania oczekiwanych zmian liczby wypadków o różnym stopniu ciężkości po zastosowaniu danego środka oddziaływania na prędkość wymaga znajomości wartości prędkości średniej „przed” zastosowaniem środka i wartości oczekiwanej redukcji tej prędkości „po” zastosowaniu środka. Te dane mogą pochodzić z wykonanych pomiarów. Innym sposobem jest wykorzystanie uśrednionych danych o zmianach prędkości powodowanych przez różne środki. Jeśli redukcja prędkości jest wyrażona przez współczynnik w procentach (np. zmniejszenie prędkości o 15%), to do wzoru (1.1) w miejsce ilorazu  $V_1/V_0$  należy podstawić wartość będącą dopełnieniem wartości tego współczynnika do 100% (w podanym przykładzie 100% - 15% = 75%) po jej podzieleniu przez 100, gdyż we wzorze (1.1) iloraz  $V_1/V_0$  występuje jako liczba niemianowana. W tabeli 2.4. zestawiono wartości procentowej redukcji prędkości powodowanej przez różne środki oddziaływania na prędkość. Dane te mogą być wykorzystane w szacowaniu wpływu różnych środków zarządzania prędkością na oczekiwane zmiany liczby wypadków przy zastosowaniu wzoru (1.1).

**Tablica 2.4.** Oczekiwane wartości przeciętnej procentowej redukcji prędkości średniej po zastosowaniu wybranych środków zarządzania prędkością.

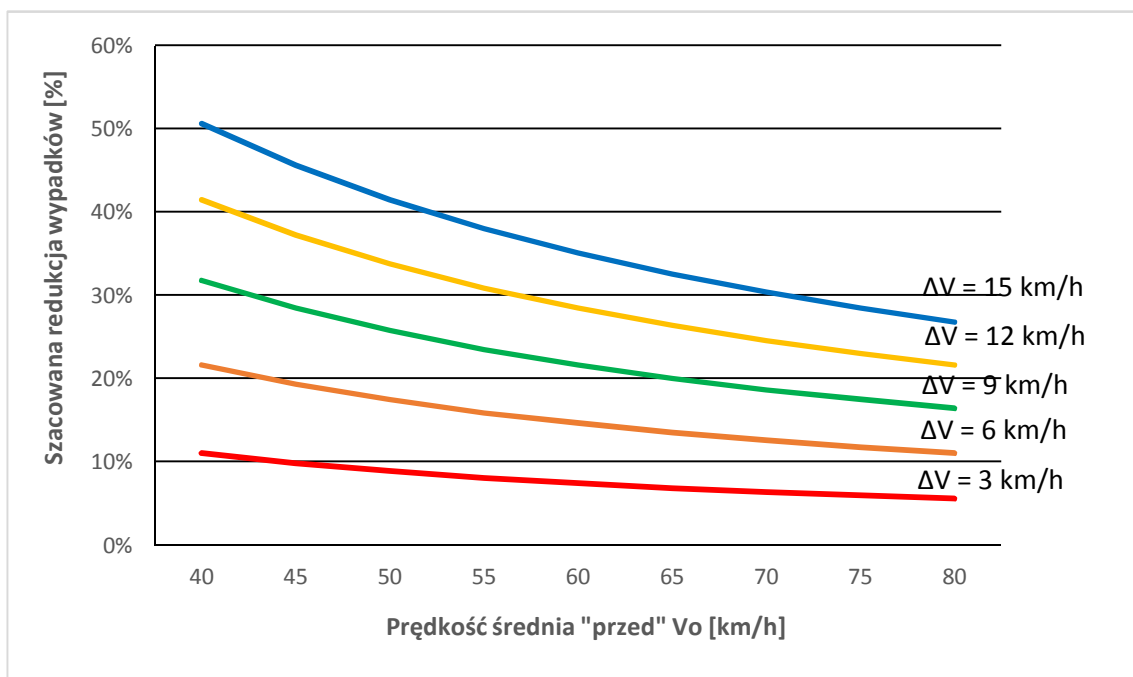
**Źródło:** badania własne wykonane w ramach pracy studialno-badawczej „Badania skuteczności środków zarządzania prędkością” na zlecenie Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Środek zarządzania prędkością	Lokalizacja	Redukcja prędkości średniej [%]	Uwagi
z 90 km/h do 70 km/h	Poza obszarami zabudowanymi	11%	
z 90 km/h do 60 km/h	Poza obszarami zabudowanymi	15%	
do 50 km/h	Obszary zabudowane	13%	
do 40 km/h	Obszary zabudowane	7%	
<b>Strefy TEMPO 30</b>	Obszary zabudowane	16%	W porównaniu do podobnych ulic poza strefą
<b>Strefy zamieszkania</b>	Obszary zabudowane	14%	
<b>Fotoradary na odcinkach z ograniczeniami prędkości</b>	Poza obszarami zabudowanymi	20%	Efekt lokalny na krótkim odcinku
	Obszary zabudowane	16%	
<b>Okresowy nadzór prędkości na oznakowanych odcinkach</b>	Obszary zabudowane	15%	
<b>Progi zwalniające</b>	Obszary zabudowane	5 ÷ 40%	Zależy od konstrukcji i lokalizacji progu
<b>Wyniesione przejścia dla pieszych</b>	Obszary zabudowane	10 ÷ 30%	Zależy od konstrukcji i lokalizacji przejścia
<b>Kompleksowo stosowane uspokojenie ruchu</b>	Obszary zabudowane - przejścia przez małe miejscowości	10%	Pominięto przypadki braku efektów i wzrostu prędkości
	Obszary zabudowane - miasta	10 ÷ 20%	

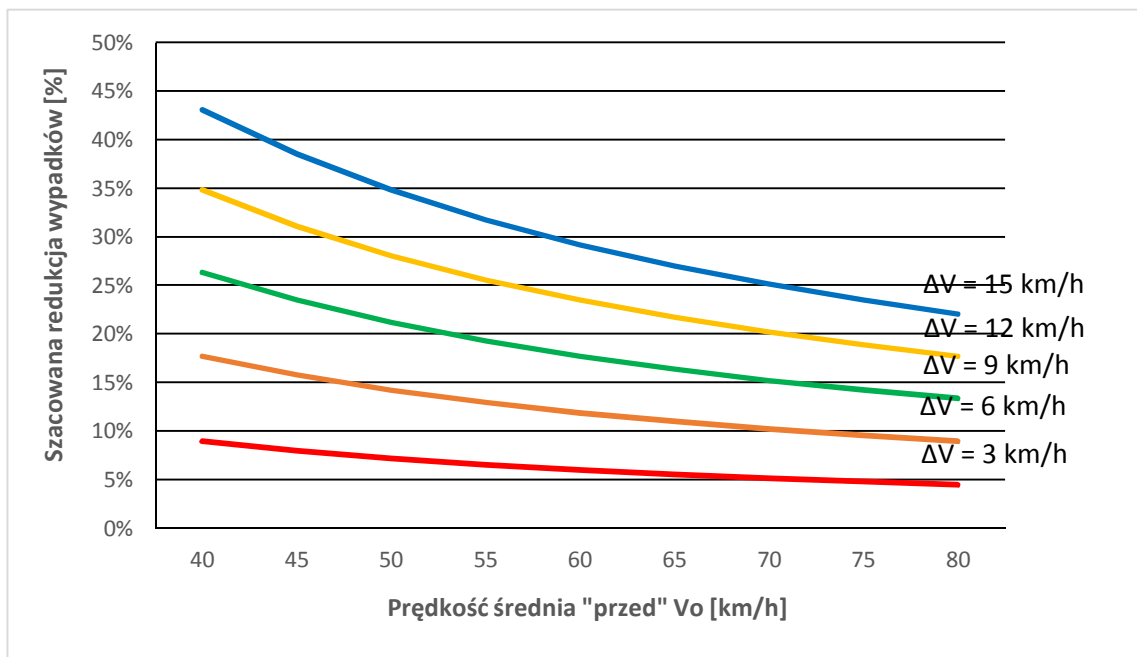
Przykłady wykorzystania „power modelu VTI” do oszacowania wpływu zmiany prędkości średniej na danym odcinku drogi na wyrażoną procentowo redukcję liczby wypadków o różnym stopniu ciężkości pokazano na rys. 2.2 ÷ 2.7. Na rysunkach tych pokazano potencjalne wpływy zmiany prędkości średniej na danym odcinku drogi, odpowiednio o 3 km/h, 6 km/h, 9 km/h, 12 km/h lub 15 km/h na poprawę bezpieczeństwa ruchu w zależności od poziomu prędkości średniej „przed” zmianą.



**Rys. 2.2.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  – drogi na obszarach zabudowanych  
**Źródło:** opracowanie własne.

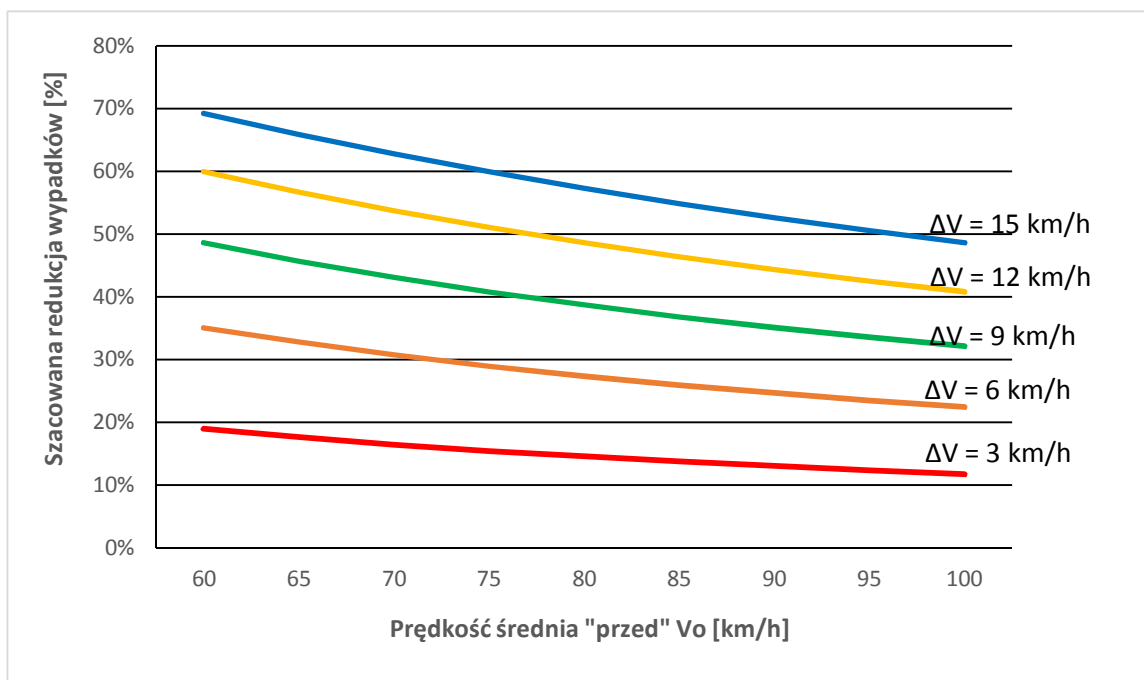


**Rys. 2.3.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  – drogi na obszarach zabudowanych.  
**Źródło:** opracowanie własne.



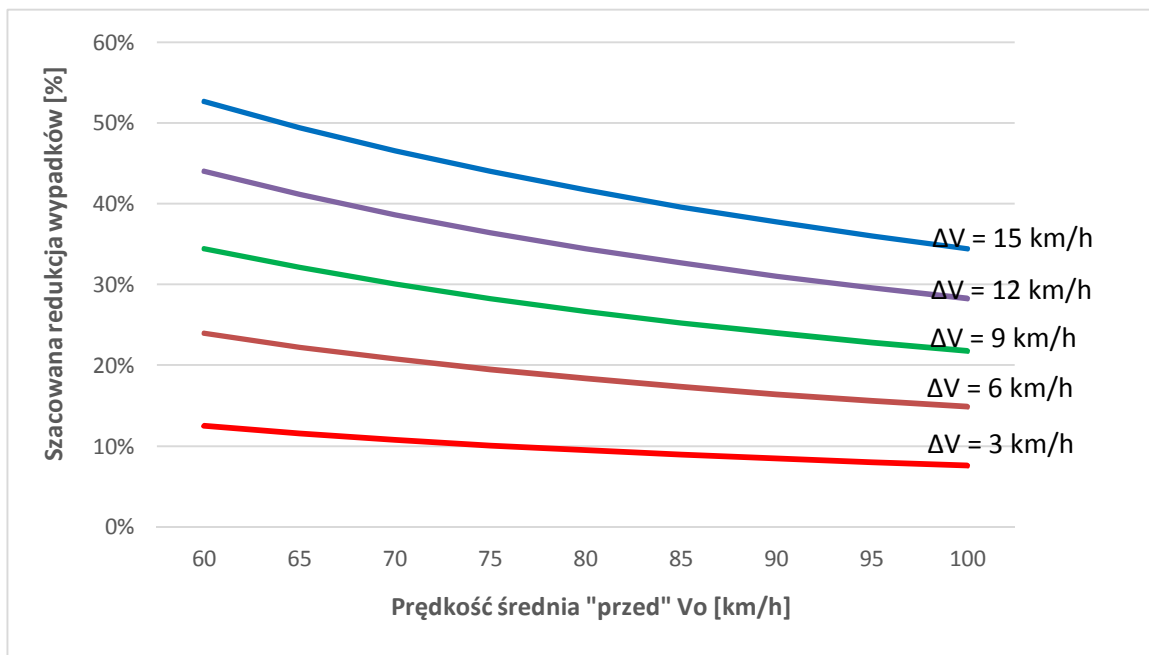
**Rys. 2.4.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  – drogi na obszarach zabudowanych.

**Źródło:** opracowanie własne.



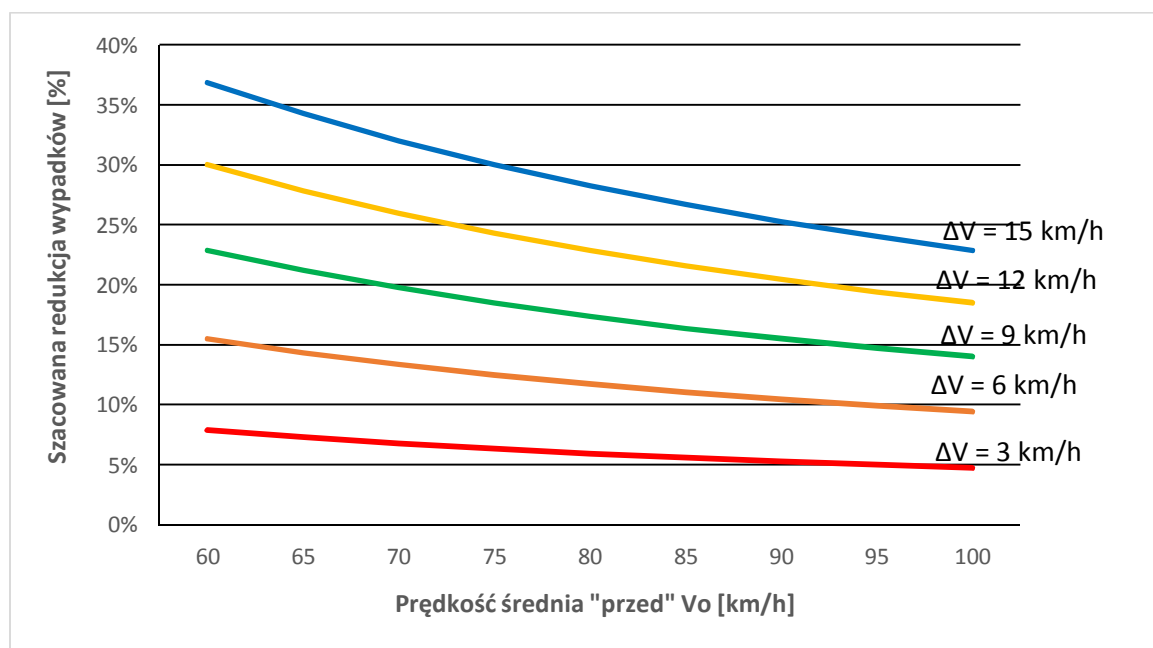
**Rys. 2.5.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  – drogi poza obszarami zabudowanymi

**Źródło:** opracowanie własne.



**Rys. 2.6.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  - drogi poza obszarami zabudowanymi.

**Źródło:** opracowanie własne.



**Rys. 2.7.** Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości  $\Delta V$  - drogi poza obszarami zabudowanymi.

**Źródło:** opracowanie własne.

## 2.4. Uwarunkowania prawne zarządzania prędkością

### 2.4.1. Uwagi ogólne

Zakaz przekraczania określonej dla danej drogi i dla danego pojazdu dopuszczalnej prędkości należy do jednej z głównych zasad ruchu drogowego we wszystkich współczesnych krajowych regulacjach ruchu drogowego. Pojawił się on już w pierwszych nowożytnych

przepisach ruchu drogowego. Dla przykładu można wskazać brytyjski "Red Flag Act" z 1865 r., który wyznaczał następujące limity prędkości dla pojazdów poruszanych za pomocą silnika: 4 mil/h (6,4 km/h) poza miastem i 2 mil/h (3,2 km/h) w mieście. Na marginesie można dodać, iż już w czasach starożytnych dostrzeżono związek pomiędzy ruchem a większym ryzykiem powstania szkody. Stąd w prawie rzymskim określono szczególnie rodzaj odpowiedzialności cywilnej, którego kształt przetrwał do dziś w przepisach europejskiego prawa cywilnego. Jest to odpowiedzialność na zasadzie ryzyka posiadacza pojazdu i związanego z tym domniemania jego winy.

## 2.4.2. Limity prędkości w świetle prawa

### Prawo międzynarodowe

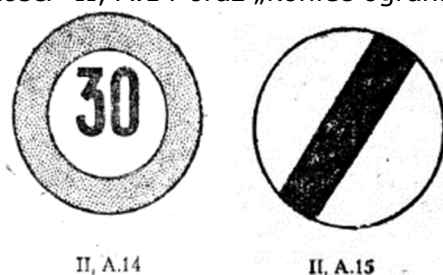
Pomimo powszechnego uznania związku pomiędzy prędkością pojazdu a bezpieczeństwem, do dziś nie doszło do ujednoczenia jej limitów na poziomie prawa międzynarodowego, będącego źródłem prawa krajowego dla państw, które przystąpiły do umów i konwencji regulujących prawa i obowiązki uczestników ruchu drogowego. Wśród najważniejszych obowiązujących międzynarodowych porozumień wymienić należy:

- /// Konwencję o ruchu drogowym i protokół w sprawie znaków i sygnałów drogowych podpisane w Genewie 19 września 1949 r.,
- /// Konwencję o ruchu drogowym sporządzoną w Wiedniu dnia 8 listopada 1968 r.,
- /// Konwencję o znakach i sygnałach drogowych.

W Konwencji o ruchu drogowym podpisanej w Genewie 19 września 1949 r. odniesienie do prędkości zawiera art. 10 stanowiący, iż:

„Każdy kierujący pojazdem powinien stale panować nad szybkością i prowadzić pojazd rozważnie i ostrożnie. W każdym przypadku, gdy wymagają tego okoliczności, a zwłaszcza, gdy widoczność nie jest dobra, powinien on zwolnić lub zatrzymać się.”

Z kolei w przyjętym wraz z Konwencją z 1949 roku Protokole w sprawie znaków i sygnałów drogowych w rozdziale III „Kategoria II. Znaki wyrażające zarządzenia bezwzględne” w art. 32 lit. e i f wskazano dwa znaki drogowy związane z ograniczeniem prędkości (rys. 2.8), tj. „ograniczenie szybkości” II, A.14 oraz „koniec ograniczenia szybkości” II, A.15



**Rys. 2.8.** Znaki związane z ograniczeniem prędkości – Konwencja z 1949 r.

Bardziej rozbudowaną regulację, aczkolwiek także niewskazującą konkretnych limitów prędkości, zawierają przepisy Konwencji o ruchu drogowym sporządzonej w Wiedniu dnia 8 listopada 1968 r. W art. 13 „Szybkość i odległość między pojazdami” Konwencji z 1968 r. zawarte są dyspozycje skierowane do kierującego pojazdem, który powinien:

- /// ustalając szybkość (prędkość) zwracać uwagę na warunki ruchu (art. 13 ust. 1),
- /// nie utrudniać ruchu innym pojazdom (art. 13 ust. 2).

Istotne jest natomiast jasno i jednoznacznie sformułowane upoważnienie dla państw Stron Konwencji, oraz dla ich organów terenowych do (art. 13 ust. 5) do wprowadzania:

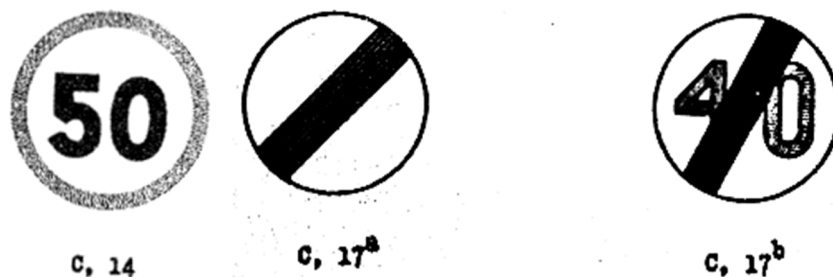
- /// powszechnych lub lokalnych ograniczeń szybkości (prędkości) dla wszystkich lub niektórych kategorii pojazdów,
- /// minimalnej i maksymalnej szybkości albo też tylko minimalnej lub tylko maksymalnej szybkości na niektórych drogach lub na niektórych rodzajach dróg.

W Konwencji o znakach i sygnałach drogowych, sporządzonej w Wiedniu dnia 8 listopada 1968 r. w załączniku 4 „Znaki porządkowe, z wyjątkiem znaków dotyczących pierwszeństwa, zatrzymania i postoju” w Części A. „Znaki zakazu lub ograniczenia” w pkt 2 „Opis znaków” lit. e wskazano znak „Ograniczenie szybkości” C,14 (rys. 2.9), określając bardziej precyzyjnie niż to było wskazane w protokole z 1949 r. jego opis:

*„W celu oznajmienia ograniczenia szybkości należy stosować znak C,14 "Największa szybkość ograniczona do wskazanej liczbą". Liczba umieszczona na znaku wskazuje największą dozwoloną szybkość wyrażoną w jednostce miary najbardziej powszechnie używanej w danym kraju w celu wyznaczenia szybkości pojazdów. Z prawej strony poniżej liczby wskazującej szybkość może być dodane oznaczenie, na przykład "km" (kilometrów) lub "m" (mil).*

*W celu oznajmienia ograniczenia szybkości, odnoszącego się tylko do pojazdów, których dopuszczalna masa całkowita przekracza określoną liczbę, należy umieścić pod znakiem dodatkową tabliczkę zgodnie z artykułem 8 ustęp 4 konwencji.”*

Konwencja z 1968 r. określa także sposób odwołania wprowadzonego znakiem C,14 ograniczenia szybkości (prędkości). W kolejnych jednostkach redakcyjnych lit. i oraz lit. ii wskazano znaki C, 17a "Koniec wszystkich zakazów lokalnych dotyczących pojazdów w ruchu" oraz C, 17b "Koniec ograniczenia szybkości" (rys. 2.9).



**Rys. 2.9.** Znaki związane z ograniczeniem prędkości – Konwencja z 1968 r.

## Prawo unijne

Na poziomie prawa unijnego również brakuje regulacji normatywnych, które ujednoliciłyby tę tak ważną z punktu widzenia bezpieczeństwa kwestię. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na fakt, iż ruch i transport drogowy, umożliwia realizację aż dwóch podstawowych zasad unijnych: swobodę przepływu osób i swobodę przepływu towarów. Warunki w jakich realizowane są te swobody, a w szczególności zapewnienie bezpieczeństwa obywatelom Unii Europejskiej, nie powinno być zagadnieniem marginalnym i stąd zdziwienie może budzić brak unijnej polityki w tym obszarze.

## Polskie prawo krajowe

Normatywne zarządzanie prędkością uregulowane jest w polskim porządku prawnym zasadniczo w ustawie z dnia 20 czerwca 1997 r. „Prawo o ruchu drogowym” oraz aktach wykonawczych wydanych na podstawie tejże ustawy – Tekst ujednolicony Dz.U. 2012 poz. 1137 z 30.07.2012 r. wraz z ustawami o zmianie ustawy.

Prawo o ruchu drogowym:

- /// określa dopuszczalną prędkość dla danej drogi i dla danego pojazdu,



- ustanawia możliwość wprowadzania ograniczeń prędkości lub podwyższenia dopuszczalnej prędkości wskazanej w ustawie za pomocą znaków i sygnałów drogowych,
- wskazuje organy i ich kompetencje w zakresie ograniczania lub podwyższania dopuszczalnej prędkości za pomocą znaków drogowych,
- określa sposób zachowania kierującego pojazdem w przypadku wprowadzenia znakami drogowymi ograniczenia prędkości innego niż wynikającego ze wskazanej w ustawie dopuszczalnej prędkości.

Dopuszczalną prędkość regulują przepisy art. 20 ust. 1-4 ustawy Prawo o ruchu drogowym, tekst ujednolicony Dz.U. 2012 z 30.07.2012. Dopuszczalne prędkości dla danej drogi i dla danego pojazdu określone w art. 20 podano w tabelicy 2.5.

**Tablica 2.5.** Dopuszczalne prędkości w Polsce.

<b>DOPUSZCZALNE PRĘDKOŚCI W POLSCE</b>		
<b>DROGA</b>	<b>POJAZD</b>	
	samochód osobowy, motocykl i samochód ciężarowy o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 t:	Inny pojazd
<b>Obszar zabudowany</b>	50 km/h w godz. 5:00 ÷ 23:00 60 km/h w godz. 23:00 ÷ 5:00	
<b>Strefa zamieszkania</b>	20 km/h	
<b>Autostrada</b>	140 km/h	80 km/h
<b>Droga ekspresowa dwujezdniowa</b>	120 km/h	
<b>Droga ekspresowa jednojezdniowa oraz położona poza obszarem zabudowanym dwujezdniowa droga o co najmniej o dwóch pasach ruchu przeznaczonych dla każdego kierunku</b>	100 km/h	
<b>Pozostałe drogi położone poza obszarem zabudowanym</b>	90 km/h	70 km/h

Od tych ogólnych zasad przepisy ustawy Prawo o ruchu drogowym, tekst ujednolicony Dz.U. 2012 z 30.07.2012 wprowadzają szereg wyjątków ze względu na rodzaj pojazdu. Są one wskazane są w tabelicy 2.6

**Tablica 2.6.** Wyjątki w zakresie dopuszczalnych prędkości.

<b>WYJĄTKI OD OBOWIĄZUJĄCYCH ZASAD W ZAKRESIE DOPUSZCZALNYCH PRĘDKOŚCI</b>		
<b>Pojazd</b>	<b>Droga</b>	<b>Dopuszczalna prędkość</b>
<b>Autobus spełniający dodatkowe wymagania techniczne</b>	Autostrada i droga ekspresowa	100 km/h
<b>Ciągnik rolniczy</b>	Każda, z wyjątkiem drogi położonej w strefie zamieszkania	30 km/h
<b>Pojazd z urządzeniem wystającym do przodu więcej niż 1,5 m od siedzenia dla kierującego, pojazd holujący pojazd silnikowy</b>	Obszar zabudowany, z wyłączeniem strefy zamieszkania	30 km/h
	Poza obszarem zabudowanym	60 km/h
<b>Motocykl (również z przyczepą), czterokołowiec i motorower, którymi przewozi się dziecko w wieku do 7 lat – 40 km/h</b>	Każda, z wyjątkiem drogi położonej w strefie zamieszkania	40 km/h
<b>Samochód ciężarowy przewożący osoby poza kabiną kierowcy</b>	Każda, z wyjątkiem drogi położonej w strefie zamieszkania	50 km/h

Zgodnie z przepisem art. 21 organy zarządzające ruchem posiadają kompetencje w zakresie ograniczenia lub podwyższenia dopuszczalnej prędkości. Organ zarządzający ruchem za pomocą znaków drogowych może:

- na obszarze zabudowanym - zmniejszyć lub zwiększyć prędkość dopuszczalną pojazdów,
- poza obszarem zabudowanym - zmniejszyć prędkość dopuszczalną.

Ustawową przesłanką dla takich działań są:

- w zakresie zmniejszania dopuszczalnej prędkości - przemawiające za tym warunki bezpieczeństwa ruchu na drodze lub jej odcinku (art. 21 ust. 2 pkt 1 i ust. 3),
- w zakresie zwiększenia dopuszczalnej prędkości - warunki ruchu zapewniające zachowanie jego bezpieczeństwa (art. 21 ust. 2 pkt 2).

Dopełnieniem przepisów umożliwiających organom zarządzającym ruchem odmienne od kształtowanie ograniczeń w zakresie dopuszczalnej prędkości są przepisy adresowane do uczestników ruchu drogowego – kierujących pojazdami. Zgodnie z przepisem art. 5 ust. 1 Prawa o ruchu drogowym kierujący pojazdem jest obowiązany stosować się do znaków drogowych, nawet wówczas, gdy z przepisów ustawy wynika inny sposób zachowania niż nakazany przez znaki drogowe.

Wzór znaków drogowych stosowanych przez organy zarządzające ruchem w zakresie zarządzania prędkością, ich znaczenie i zakres obowiązywania określa akt wykonawczy wydany na podstawie ustawy Prawo o ruchu drogowym, tekst ujednolicony Dz.U. 2012 z 30.07.2012 – Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych Dz.U. 2002 nr 170 poz. 1393 z dnia 31 lipca 2002 r. oraz późniejsze rozporządzenia zmieniające rozporządzenie. Zgodnie z tym rozporządzeniem ograniczenie prędkości może być wprowadzone za pomocą znaków (rys. 2.10):

- B-33 „ograniczenie prędkości”
- B-43 "strefa ograniczonej prędkości"

Znak B-33 może być także użyty do podwyższenia prędkości.

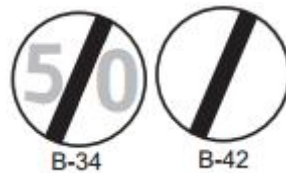


**Rys. 2.10.** Wzory znaków B-33 i B-43.

Zgodnie z § 27 znak B-33 oznacza zakaz przekraczania prędkości określonej na znaku liczbą kilometrów na godzinę. Dopuszczalna prędkość określona na znaku obowiązuje od miejsca ustawienia znaku do:

- najbliższego skrzyżowania, z wyłączeniem skrzyżowania na drodze dwujezdniowej, na którym wlot drogi poprzecznej znajduje się tylko z lewej strony i nie ma połączenia z prawą jezdnią,
- odwołania zakazu znakiem B-34 „koniec ograniczenia prędkości” lub B-42 „koniec zakazów”,
- wprowadzenia innej dopuszczalnej prędkości znakiem B-33 lub B-43,
- umieszczenia znaku D-40 oznaczającego początek strefy zamieszkania,

- umieszczenia znaków oznaczających odpowiednio początek lub koniec obszaru zabudowanego.



**Rys. 2.11.** Wzory znaków B-34 i B-42.

Ponadto, jeżeli znak B-33 został umieszczony pod znakiem E-17a oznacza, że zakaz obowiązuje na obszarze całej miejscowości, z wyjątkiem odcinka drogi, na którym został on zmieniony lub odwołany innym znakiem (§ 15 ust. 3). Podobne zasady dotyczą znaku B-33 umieszczonego pod znakiem D-42 (rys. 2.12). Oznacza to, że zakaz obowiązuje do znaku D-43 lub E-18a, z wyjątkiem odcinka drogi, na którym został on zmieniony lub odwołany innym znakiem (§ 15 ust. 4).



**Rys. 2.12.** Przykład połączenia znaku B-33 ze znakiem D-42.  
**Źródło:** fot. własne.

Zakres stosowania znaku B-33 może być ograniczony przedmiotowo przez zastosowanie tabliczki pod znakiem z symbolem pojazdu. Jeżeli pod znakiem B-33 umieszczono taką tabliczkę oznacza to, że ograniczenie prędkości dotyczy kierującego wskazanym na tabliczce pojazdem (§ 27 ust. 2).

Ograniczenia przedmiotowe wynikają także bezpośrednio z przepisów Rozporządzenia Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych Dz.U. 2002 nr 170 poz. 1393 z dnia 31 lipca 2002 r. oraz późniejsze rozporządzenia zmieniające rozporządzenie. Zgodnie z przepisem § 27 ust. 3 w przypadku podwyższenia dopuszczalnej prędkości powyżej 50 km/h za pomocą znaku B-33 na obszarze zabudowanym, podwyższenie to dotyczy wyłącznie samochodu osobowego, motocykla i samochodu ciężarowego o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 t, z wyłączeniem:

- pojazdu przewożącego towary niebezpieczne,
- pojazdu z urządzeniem wystającym do przodu więcej niż 1,5 m od siedzenia kierującego,
- pojazdu holującego pojazd silnikowy,
- motocykla, którym przewozi się dziecko w wieku do lat 7,
- samochodu ciężarowego przewożącego osoby poza kabiną kierowcy.

Zgodnie z § 31 znak B-43 "strefa ograniczonej prędkości" oznacza wjazd do strefy, w której obowiązuje zakaz przekraczania prędkości określonej na znaku liczbą kilometrów na godzinę. Dodatkowo, jeżeli na znaku określono dopuszczalną prędkość mniejszą lub równą 30 km/h, znak zakazu pełni funkcję informacyjną. Kierujący musi się liczyć z tym,

że umieszczone w strefie urządzenia i rozwiązania wymuszające powolną jazdę mogą nie być oznakowane znakami ostrzegawczymi. Wyjazd ze strefy ograniczonej prędkości oznakowany jest znakiem B-44 "koniec strefy ograniczonej prędkości" (rys. 2.13).



**Rys. 2.13.** Wzór znaku B-44.

Przepisy art. 1 ust. 3 i § 34 umożliwiają stosowanie znaków stosowanych przez organy zarządzające ruchem do zarządzania prędkością w postaci znaków świetlnych, a to umożliwia dynamiczne stosowanie ich zmiennej treści.

Organy zarządzające ruchem mają także możliwość oddziaływania na minimalną prędkość pojazdów. Przepis § 38 ust. 1 określa znak C-14 „prędkość minimalna”, który oznacza że kierujący pojazdem jest obowiązany jechać z prędkością nie mniejszą niż określona na znaku.

Rozwinięciem i jednocześnie dopełnieniem przepisów ustawy Prawo o ruchu drogowym Dz.U. 2012 poz. 1137 z 30.07.2012 r wraz z ustawami o zmianie ustawy oraz Rozporządzenia Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych Dz.U. 2002 nr 170 poz. 1393 z dnia 31 lipca 2002 r. oraz późniejsze rozporządzenia zmieniające rozporządzenie, w zakresie zmniejszania lub podwyższania dopuszczalnej prędkości są przepisy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach Dz.U. 2003 nr 220 poz. 2181 z dnia 3 lipca 2003 r. oraz późniejsze rozporządzenia zmieniające rozporządzenie (w tym aktualne Dz.U. 2016 poz. 647 z dnia 8.04.2016). Doprecyzowują one przesłanki, którymi powinien kierować się organ zarządzający ruchem wprowadzając odmienne od ustawowych limity dopuszczalnej prędkości, a także wskazują szczegółowe zasady ich umieszczania. W pkt. 3.2.34.2. „Zasady ograniczania prędkości” załącznika nr 1 do rozporządzenia „Szczegółowe warunki techniczne dla znaków drogowych pionowych oraz warunki ich umieszczania na drogach” m.in. wskazano, iż:

- stosowanie znaku B-33 powinno mieć miejsce w sytuacji, gdy warunki drogowe, otoczenie drogi lub zastosowane oznakowanie ostrzegawcze mogą w niedostateczny sposób wskazywać kierującemu na konieczność zmniejszenia prędkości,
- znak B-33 umieszcza się, gdy działania techniczne w zakresie poprawy geometrii drogi, stanu nawierzchni, oddzielenia ruchu pieszego od ruchu pojazdów itp. nie wpływają w dostateczny sposób na poprawę bezpieczeństwa,
- prędkość podawana na znaku B-33 nie powinna być mniejsza niż 50 km/h poza obszarem zabudowanym (niższe wartości można stosować wyjątkowo na krótkich odcinkach w sytuacjach wskazanych w załączniku) oraz 30 km/h na obszarze zabudowanym (mniejsze wartości można stosować jedynie, gdy zastosowano progi zwalniające).

Ponadto ww. przepisy załącznika nr 1 do powyższego rozporządzenia doprecyzowały przesłanki do podniesienia dopuszczalnej prędkości na obszarze zabudowanym. Zgodnie z pkt. 3.2.34.3. „Wskazywanie podniesionej prędkości w obszarze zabudowanym” pod-

niesienie prędkości powinno być poprzedzone szczegółową analizą bezpieczeństwa ruchu uwzględniającą w szczególności następujące kryteria:

- /// rodzaj i liczbę zdarzeń drogowych,
- /// zagospodarowanie otoczenia drogi,
- /// odległość między skrzyżowaniami,
- /// natężenie ruchu poprzecznego pojazdów i pieszych,
- /// szerokość jezdni i liczbę pasów ruchu,
- /// natężenie ruchu pojazdów powolnych.

Zgodnie z ww. przepisem dopuszczalną prędkość na obszarze zabudowanym można podnieść do 70 km/h, a w przypadku, gdy na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami występuje separacja ruchu pojazdów samochodowych od ruchu pieszych, rowerów lub wózków rowerowych do 80 km/h.

W przypadku obszarowego ograniczenia prędkości za pomocą znaków B-43 przepisy pkt. 3.2.44 „Strefa ograniczonej prędkości” załącznika nr 1 do powyższego rozporządzenia wskazują, iż wprowadza się takie znaki w celu ograniczenia prędkości w strefach o dużym natężeniu ruchu pojazdów i pieszych oraz dużej liczby skrzyżowań, a także w centralnych częściach miasta w okolicach centrów handlowych. Przepisy zalecają, aby strefa obejmowała ulice o jednorodnym charakterze, na których nie występuje ruch tranzytowy.

Ważnym elementem zarządzania prędkością jest występowanie stref zamieszkania. Strefą zamieszkania w rozumieniu przepisu art. 2 pkt 16 ustawy Prawo o ruchu drogowym Dz.U. 2012 poz. 1137 z 30.07.2012 r wraz z ustawami o zmianie ustawy, jest obszar obejmujący drogi publiczne lub inne drogi (np. wewnętrzne), na którym obowiązują szczególne zasady ruchu drogowego, a wjazdy i wyjazdy oznaczone są odpowiednimi znakami drogowymi D-40 (początek strefy), D-41 (koniec strefy). Szczególne zasady:

- /// pierwszeństwo pieszych przed pojazdami,
- /// ograniczenie prędkości do 20km/h,
- /// parkowanie tylko w miejscach wyznaczonych.



Rys. 2.14. Oznaczenie strefy zamieszkania.

### 2.4.3. Najlepsze praktyki

Jak już wcześniej zostało wskazane, nie istnieją normy prawa międzynarodowego lub unijnego ujednolicające zasady zarządzania prędkością. Zamiast działań o charakterze legislacyjnym, zmierzających do ujednolicenia tych zasad, a także do zwiększenia efektywności działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego, istotną rolę odgrywa wymiana doświadczeń a także propagowanie najlepszych praktyk. Dlatego też w 2010 r. z inicjatywy Komisji Europejskiej wydana została praca pt. „Najlepsze praktyki w zakresie bezpieczeństwa drogowego - Przewodnik po środkach na szczeblu krajowym” (Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2010, ISBN 978-92-79-15265-8).

W odniesieniu do zarządzania prędkością pojazdów ww. publikacja wskazuje na następujące przykłady najlepszych, dobrych i obiecujących praktyk:

- /// „Trwałe bezpieczeństwo w Holandii”
- /// „Hierarchiczna sieć dróg jednofunkcyjnych w Holandii”
- /// „Strefy ograniczenia prędkości w strefach zamieszkania”
- /// „Ronda”
- /// „Poprzeczne pasy spowalniające w Szwecji”
- /// „Tablice informacyjne o zmiennej treści”
- /// „Ograniczenie prędkości w zimie i zimowe utrzymanie dróg w Finlandii”
- /// „Inteligentny ogranicznik prędkości (ISA)”

#### „Trwałe bezpieczeństwo w Holandii”

W Holandii przyjęto założenie, że ruch zmotoryzowany i zagrożeni uczestnicy ruchu drogowego mogą wzajemnie na siebie oddziaływać jedynie, gdy prędkości ruchu pojazdów samochodowych są niewielkie. W tym celu założony został wzrost liczby i wielkości stref ograniczenia prędkości do 30 km/h w obszarze zabudowanym, wprowadzenie stref ograniczenia prędkości do 60 km/h poza obszarem zabudowanym, jak również obowiązek ograniczenia prędkości na skrzyżowaniach.

#### „Hierarchiczna sieć dróg jednofunkcyjnych w Holandii”

W ramach tego działania holenderskie władze drogowe zakwalifikowały drogi do jednej z trzech kategorii, z których każda posiada odrębną i zastrzeżoną funkcję: drogi tranzytowe, drogi dojazdowe zapewniające dostęp do miejsc zamieszkania i osad wiejskich oraz drogi rozprowadzające ruch, łączące oba rodzaje dróg. Ponieważ na drogach dojazdowych nieuniknione jest równoczesne występowanie pojazdów silnikowych, pieszych i rowerzystów, dlatego też prędkość pojazdów musi być niewielka: 30 km/h w obszarze zabudowanym i 60 km/h na drogach poza obszarem zabudowanym z wymienionymi uczestnikami ruchu.

#### „Strefy ograniczenia prędkości”

W wielu państwach wprowadzono strefy ograniczenia prędkości w strefach zamieszkania, w pobliżu szkół oraz w dzielnicach handlowych. Najczęściej są to strefy ograniczenia prędkości do 30 km/h. W strefach zamieszkania dopuszczalna prędkość jest z reguły niższa i wynosi 10 ÷ 15 km/h. W tych strefach wymusza się także ograniczenia prędkości za pomocą środków technicznych: zwężenia drogi, progi, wygięcia toru jazdy itp.

#### „Ronda”

Jedną z funkcji realizowanych przez małe i średnie ronda jest obniżenie prędkości przejazdu przez te skrzyżowania. Kierowca zbliżający się do skrzyżowania zmuszony jest do ograniczenia swojej prędkości wjazdu, co skutkuje zmniejszeniem siły potencjalnego zderzenia.

#### „Poprzeczne pasy spowalniające w Szwecji”

W celu spowolnienia ruchu w Szwecji wykonywane są w formie strukturalnego oznakowania poziomego wyniesione ponad jezdnię poprzeczne pasy spowalniające. Pasy takie mogą być również wykonywane na poboczach. Przejazd pojazdu po poprzecznych pasach powodują wibracje i hałas, co powinno zwrócić uwagę kierowcy na zagrożenie.

#### „Tablice informacyjne o zmiennej treści”

Stałe znaki o ograniczeniu prędkości i znaki ostrzegawcze nie uwzględniają zmieniających się warunków ruchu. Przyjmuje się, że złe warunki atmosferyczne (opady deszczu, mgła,

porywisty wiatr itp.) oraz duże natężenie ruchu wymagają obniżenia dopuszczalnej prędkości, w stosunku do ograniczeń obowiązujących w normalnych warunkach.

Stosowane z powodzeniem w wielu państwach europejskich znaki o zmiennej treści uzupełnione tablicami informacyjnymi pokazały, iż zwykłe tablice ostrzegawcze nie wywierają istotnego wpływu na zachowania związane z prędkością prowadzenia pojazdu, podczas gdy ograniczenia prędkości uzasadnione ostrzeżeniami lub wyjaśnieniami mają znaczące oddziaływanie.

#### „Ograniczenie prędkości w zimie i zimowe utrzymanie dróg w Finlandii”

W północnych regionach Europy ruch w zimie jest często zakłócony przez śnieg i lód. W warunkach zimowych ryzyko zdarzeń drogowych jest większe. Z tej przyczyny w Finlandii, w miesiącach zimowych, ogólne dopuszczalne prędkości maksymalne na drogach zamiejskich są zmniejszone o 20 km/h. Ciągłe poszukiwany jest najlepszy sposób utrzymania dróg w miesiącach zimowych (sól, piasek, ich wzajemne proporcje).

#### „Inteligentny ogranicznik prędkości (ISA)”

ISA, czyli Intelligent Speed Assistance, jest to system, który identyfikuje ograniczenie prędkości. Podstawą systemu ISA jest algorytm, który w sposób ciągły identyfikuje dopuszczalną prędkość, na podstawie rozpoznawania znaków drogowych lub/i poprzez nawigację. Na ogół systemy ISA określają pozycję pojazdu i porównują bieżącą prędkość pojazdu

z obowiązującym w danym miejscu ograniczeniem prędkości lub zalecaną bezpieczną prędkością. W razie nadmiernej prędkości system ISA przekazuje kierującemu pojazdem informację o tym fakcie i może wymuszać redukcję prędkości w celu jej dostosowania do dopuszczalnej prędkości lub warunków ruchu.

Obecnie możliwe jest jedynie dobrowolne stosowanie systemów ostrzegania o przekroczeniu prędkości.

## 3. ŚRODKI ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ

### 3.1. Klasyfikacja środków zarządzania prędkością

W odniesieniu do środków zarządzania prędkością można przyjąć kilka klasyfikacji w zależności od:

- // dominującego efektu ich oddziaływania na
  - kontrolę prędkości,
  - łącznie kontrolę prędkości i kontrolę natężenia ruchu,
- // etapu określania potrzeby zastosowania
  - środki planistyczne,
  - środki projektowe,
  - środki utrzymania drogi i kontroli ruchu,
- // formy zastosowania
  - środki legislacyjne,
  - środki zagospodarowania przestrzennego,
  - środki organizacji ruchu,
  - środki fizyczne (budowlane),
  - środki prewencji drogowej,
- // w zależności od miejsca i obszaru stosowania
  - punktowe – zastosowane w konkretnej lokalizacji, np. skrzyżowanie, wybrane przejście dla pieszych itp.,
  - liniowe – zastosowane dla odcinka drogowego (odcinek drogi tranzytowej),
  - strefowe – zastosowane na wybranym obszarze miasta lub miejscowości (osiedle mieszkaniowe).

Dodatkowo środki zarządzania prędkością można podzielić na dwie grupy: usprawnienia doraźne oraz usprawnienia docelowe. Podstawowymi celami wdrażanych usprawnień doraźnych na analizowanym obszarze jest:

- // usunięcie rażących mankamentów funkcjonowania dróg zbiorczych oraz dróg lokalnych poprzez uzyskanie zgodności ich rozwiązań z przypisanymi do tych dróg prędkościami dopuszczalnymi,
- // ograniczenie prędkości w celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego, poprzez częściową redukcję wysokiego ryzyka wypadków.

W ramach działań doraźnych, o charakterze niskonakładowych z natychmiastową realizacją, proponuje się:

- // uporządkowanie przekroju poprzecznego z uwagi na dopuszczalne prędkości,
- // wykonanie usprawnień dla ruchu pieszego i rowerowego z uwagi na dopuszczalne prędkości,
- // działania związane z organizacją ruchu (oznakowanie pionowe i poziome).

Druga grupa środków zarządzania prędkością to usprawnienia długoterminowe. Jest to wdrożenie środków, które wymagają uruchomienia procesu inwestycyjnego lub wykonania dodatkowych szczegółowych badań przed ich wdrożeniem. Część z nich wykracza poza bezpośrednie zarządzanie prędkością, ale jest z tym procesem mocno związana – np. sieć dróg pieszych i rowerowych, organizacja transportu zbiorowego i parkowanie. Można do nich zaliczyć:

- // wyznaczenie stref prędkości,



- /// stosowanie dodatkowych środków wymuszających redukcję prędkości w strefach z jej ograniczeniami,
- /// dobór lub przebudowa przekroju poprzecznego,
- /// dobór typów skrzyżowań (w tym przebudowa),
- /// kształtowanie sieci dróg pieszych,
- /// kształtowanie sieci dróg rowerowych,
- /// kształtowanie i organizacja transportu zbiorowego,
- /// organizacja parkowania.

W ramach niniejszego opracowania środki zarządzania prędkością podzielono na następujące grupy oraz opisano ich główne cechy oraz zastosowania:

- /// środki planistyczne – środki wspomagające zarządzanie prędkością na etapie planistycznym, z uwzględnieniem kategoryzacji sieci drogowej, kształtowania jej struktury przestrzennej oraz strefowanie dopuszczalnych prędkości,
- /// środki prawne i organizacji ruchu – obejmujące zakresem: ogólne i lokalne limity prędkości, strefowanie prędkości w sieci dróg/ulic i w wyznaczonych obszarach, zarządzanie prędkością poprzez wybrane środki organizacji ruchu,
- /// środki fizyczne (budowlane) – z podziałem na tereny zabudowane (miasta i miejscowości), niezabudowane oraz strefy przejściowe z wyróżnieniem rodzajów środków takich, jak: zmiany w przekroju poprzecznym, stosowanie mini i małych rond, szykan w postaci zawężeń, progów, wyniesień [przejeżdź dla pieszych lub skrzyżowań itp.],
- /// środki nadzoru – z wyróżnieniem nadzoru prędkości sprzężonego z rejestracją wykroczeń (w tym nadzoru automatycznego) oraz monitorowanie stanu prędkości pojazdów (bez rejestracji wykroczeń).

### 3.2. Środki planistyczne

Bardzo często etap planowania przestrzennego jest pomijany lub traktowany marginalnie w odniesieniu do wymagań bezpieczeństwa ruchu drogowego i z pominięciem możliwości skutecznego zarządzania prędkością. Błędy planistyczne, w odróżnieniu od błędów projektowych i utrzymania dróg, mogą powodować trudne do usunięcia zagrożenia bezpieczeństwa ruchu. Wynika to ze specyfiki kształtowania zagospodarowania przestrzeni, które jest procesem powolnym, ale równocześnie powodującym powstawanie trwałych elementów w otoczeniu dróg. Dlatego łączne planowanie zagospodarowania przestrzennego i systemów transportowych staje się coraz powszechniejszą praktyką. Główne korzyści takiego podejścia z uwagi na bezpieczeństwo ruchu wynikają z:

- /// minimalizacji narażenia na ryzyko wypadków (ekspozycji) m. in. poprzez zapewnienie możliwości odbywania najkrótszych/najszybszych podróży po najbardziej bezpiecznych drogach,
- /// minimalizacji ryzyka m. in. poprzez redukcję użytkownika drogi niezgodnego z jej przeznaczeniem, zapewnienie jednorodności ruchu (prędkość, rodzaj pojazdu, kierunek) i przewidywalności lub rozpoznawalności przeznaczenia drogi przez jej użytkownika (droga „samo-objaśniająca”),
- /// minimalizacji konsekwencji ewentualnych zdarzeń drogowych m. in. poprzez zmniejszenie prędkości i bezpieczne kształtowanie otoczenia drogi (droga „wybaczająca”).

Z punktu widzenia praktycznego zarządzania prędkością na etapie planistycznym powyższe cele mogą być realizowane przez samorzady na poziomie województwa i na poziomie

gminnym poprzez dokumenty planistyczne i koncepcje rozwoju sieci drogowej. Należą do nich:

- /// plan zagospodarowania przestrzennego województwa (PZPW); w planie przyjmują się strukturę funkcjonalno-techniczną sieci dróg krajowych się i ustala się strukturę sieci dróg wojewódzkich,
- /// na poziomie gminy - studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP). W studium w ramach określania kierunków rozwoju systemów transportu przyjmuje się strukturę sieci dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych oraz ustala się strukturę sieci dróg gminnych; w przypadku miast na prawach powiatu ustala się strukturę całej sieci dróg publicznych z wyjątkiem autostrad i dróg ekspresowych,
- /// miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP). W planach zgodnie z zapisami PZPW i SUiKZP i decyzjach o lokalizacji nowych obiektów budowlanych określa się granice terenu dla dróg, zasady ich modernizacji, rozbudowy i budowy,
- /// wczesne stadia projektów drogowych. Projekty służą analizie wariantów przebiegu drogi i podejmowaniu decyzji o usytuowaniu drogi w PZPW, SUiKZP i MPZP,
- /// plany obszarowej organizacji ruchu w miastach. Plany służą do wyznaczania stref o różnych sposobach użytkowania sieci ulicznej i koncepcji systemów sterowania ruchem.

W odniesieniu do warunków polskich za najważniejsze środki planistyczne, które powinny mieć największe oddziaływanie na prędkość, należy uznać:

- /// właściwą kategoryzację sieci drogowej,
- /// kształtowanie/przekształcanie sieci drogowej,
- /// strefowanie funkcjonalne obszarów w miastach.

### 3.2.1. Kategoryzacja sieci drogowej

Kategoryzacja dróg powiązana jest z tworzeniem struktury funkcjonalno-technicznej sieci drogowej poprzez przypisanie połączeniom i węzłom właściwej funkcji (kategorii) i klasy, a przez to standardów technicznych (parametrów geometrycznych, warunków dostępności, zasad oznakowania itp.). Z kategoryzacją dróg wiążą zasady rozwiązywania dostępności do dróg (ogólnodostępne, o ograniczonej dostępności), a także zasady łączenia dróg o różnych funkcjach i standardach technicznych. Kluczem do zapewnienia trwałego, pozytywnego wpływu kategoryzacji na bezpieczeństwo jest spełnienie zasad:

- /// wykorzystywania dróg zgodnie z ich funkcjami i przeznaczeniem,
- /// utrzymania ruchu możliwie jednorodnego o zbliżonej długości podróży (krótka, długodystansowa), celu (lokalny, tranzytowy), prędkości i strukturze ruchu,
- /// zapewnienia czytelnej geometrii i oznakowania dróg (droga „samoobjaśniająca”) oraz możliwości przewidywania zachowania innych użytkowników dróg.

W realizacji tych zasad pomocne jest przypisanie każdej z dróg jednej z trzech następujących funkcji:

- /// funkcja ruchowa: przenoszenie potoków ruchu o dużych natężeniach, głównie długodystansowego (w tym tranzytowego przez miejscowości), z możliwie wysokimi prędkościami podróży,

- ▮ funkcja obsługująca: zapewnienie bezpośredniego dojazdu do źródeł i celów ruchu rozmieszczonych wzdłuż drogi lub ulicy (zabudowa mieszkaniowa, miejsca pracy i nauki, usługi itd.),
- ▮ funkcja zbierająca – rozprawdzająca: zbieranie ruchu z dróg pełniących funkcje dostępności i rozprawdzanie ruchu z tych dróg.

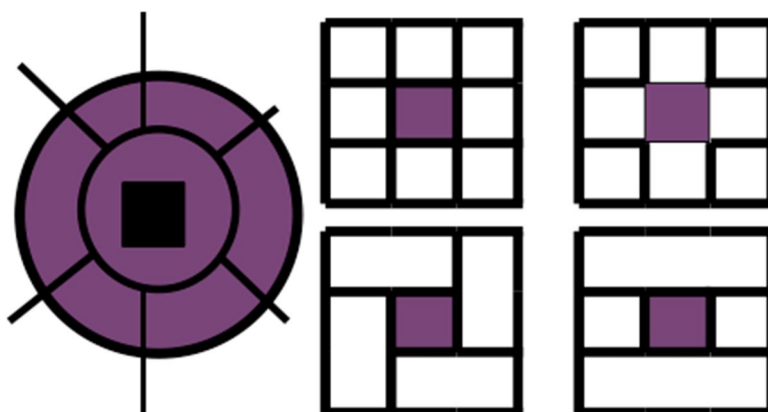
### 3.2.2. Kształtowanie struktury przestrzennej sieci drogowej

Kształt sieci drogowej i jej poszczególnych połączeń ma wpływ na zachowania i wybór prędkości przez zmotoryzowanych uczestników ruchu drogowego. Ten wybór może być uwarunkowany takimi cechami struktury przestrzennej sieci jak:

- ▮ możliwość wyboru dowolnej trasy przejazdu, jazdy „na skróty” przez obszar niedostosowany do obsługi ruchu tranzytowego,
- ▮ długość i krętość drogi (długi i prosty odcinek zachęca do szybszej jazdy).

Stąd tworzenie lub przekształcanie sieci powinno obejmować:

- ▮ tworzenie z jednej strony połączeń obwodnicowych (obwodnic miast, ulicznych obejść obszarów śródmiejskich – rys. 3.1), a z drugiej strony utrudnianie bezpośredniego przejazdu pojazdom samochodowym przez obszary o dużej intensywności ruchu pieszego i rowerowego,
- ▮ dostosowanie długości i przebiegu sytuacyjnego drogi do jej funkcji i rodzaju otoczenia; w tym przypadku drogi/ulice lokalne i dojazdowe powinny być krótkie i prowadzić tylko ruch lokalny związany z obsługą przyległej zabudowy.



**Rys. 3.1.** Przykłady schematów sieci drogowej o układzie promienisto - obwodnicowym i układzie rusztowym spełniających zasady kontroli i prędkości  
**Źródło:** opracowanie własne.

### 3.2.3. Strefowanie funkcjonalne obszarów miast i miejscowości

Strefowanie funkcjonalne polega na podziale obszaru miasta na podobszary różniące się między sobą dostępnością/priorytetami dla różnych pojazdów, opłatami za wjazd lub parkowanie czy limitami prędkości w powiązaniu w właściwie zhierarchizowaną siecią ulic. Podstawowym, współczesnym uwarunkowaniem strefowania funkcjonalnego jest idea podziału obszaru miasta na przestrzeń ruchu samochodowego, ruchu pieszego i ruchu mieszanego. Z punktu widzenia zarządzania prędkością na obszarze miasta można wyróżnić następujące strefy:

- /// obszar zabudowany – część obszaru miejscowości określona granicami wyznaczonymi znakiem D-42 z ograniczeniem prędkości do 50 km/h w dzień i 60 km/h w nocy,
- /// strefa piesza - strefa wyłączona z ruchu pojazdów kołowego lub z wyjątkowym dopuszczeniem ruchu wybranych pojazdów,
- /// strefa zamieszkania - obszar obejmujący drogi publiczne lub inne drogi, na którym obowiązują szczególne zasady ruchu drogowego, a wjazd i wyjazd oznaczone są odpowiednimi znakami drogowymi. W strefie zamieszkania pojazdy nie mogą przekraczać prędkości 20 km/h,
- /// strefa ruchu - obszar obejmujący co najmniej jedną drogę wewnętrzną, na który wjazdy i wyjazdy oznaczone są odpowiednimi znakami drogowymi,
- /// strefa ograniczonej prędkości - w zależności od warunków drogowych, natężenia ruchu pojazdów i pieszych w strefach oznaczonych znakiem B-43 stosuje się ograniczenie prędkości do 30, 40 lub 50 km/h,
- /// strefa współdzielona (share space) – strefa przeznaczona dla wszystkich użytkowników bez wydzielonym chodników i dróg rowerowych,
- /// strefa płatnego parkowania - strefy, w której za postój pobierana jest opłata. W strefie oznakowanej znakiem D-44, konieczne jest stosowanie znaków pionowych D-18 oraz poziomych P-18.

Z wyżej wymienionych stref za środek zarządzania prędkością należy uznać obszar zabudowany, strefę zamieszkania i strefę ograniczonej prędkości. Strefy te można wskazać w SUIKZP i MPZP, a następnie uszczegółwić w projektach organizacji ruchu.

### 3.3. Środki prawne i organizacji ruchu

#### 3.3.1. Ogólne i lokalne ograniczenia prędkości

Ustalanie limitów prędkości, oprócz wymagań formalnych, związanych z obowiązującym prawem musi uwzględniać również funkcję drogi oraz wszystkich jej użytkowników, ze szczególnym uwzględnieniem pieszych, jako grupy najbardziej narażonej na ryzyko ciężkich obrażeń i śmierci w wypadkach drogowych. Wprowadzanie limitów prędkości musi być czytelne i zrozumiałe przez kierowców, dostosowane do wspomnianej funkcji drogi oraz otoczenia. W polskich warunkach bardzo często kierowcom trudno jest rozpoznać charakter drogi, ze względu na brak zróżnicowania parametrów geometrycznych w zależności od obszaru lub funkcji danego odcinka drogi. Przykładem może być przejście drogi tranzytowej przez miejscowość, gdzie brak urządzeń dla pieszych, przekrój drogi nie różni się od tego na terenie niezabudowanym, a jedyną informacją dla kierowcy, że coś się zmieniło są „białe tablice”. Drogi tranzytowe przechodzące przez tereny zabudowane muszą być dostosowane do mieszanego charakteru ruchu – o przeznaczeniu tranzytowym i lokalnym, a środki organizacji ruchu, w tym limity prędkości muszą podkreślać, jaka jest funkcja danego odcinka drogi lub całego obszaru. Na szczycie hierarchii drogowej są te trasy, które zaspokajają potrzebę przemieszczania osób i towarów na duże odległości – drogi ruchu szybkiego o najwyższych dopuszczalnych limitach prędkości. Na drugim końcu są drogi lokalne, które są użytkowane przez różne grupy użytkowników (kierowcy samochodów, rowerzyści, piesi), gdzie limity prędkości będą najniższe z możliwych do zastosowania, tak aby zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa tych użytkowników.

Niezwykle istotną kwestią jest takie wprowadzanie limitów prędkości, żeby nie było nagłych zmian ich wartości. W związku z tym konieczne jest stopniowanie prędkości, a w ślad za tym wspomaganie limitów prędkości innymi środkami. W sytuacji, kiedy obowiązuje limit prędkości na odcinkach w terenie niezabudowanym 90 km/h i następuje

wjazd do terenu zabudowanego z limitem 50 km/h, powinno się wprowadzać strefy pośrednie z limitem 70 km/h. Podobnie wygląda sytuacja przy zjazdach z dróg ruchu szybkiego, gdzie kierujący pojazdami przejeżdżając długie odcinki z prędkościami rzędu 140 ÷ 120 km/h w krótkim czasie wjeżdżają na teren zabudowanym.

Na odcinkach na terenie niezabudowanym prędkości podróży są wyższe, przy jednocześnie większych pokonywanych odległościach. Na tych odcinkach mogą występować skrzyżowania wymagające obniżenia prędkości lub sposób zagospodarowania otoczenia drogi z licznymi zjazdami i konfliktami ruchu tranzytowego z lokalnym wymagają lokalnego obniżenia prędkości.

Arterie miejskie, z ograniczoną dostępnością oraz separacją ruchu pieszego i rowerowego mogą zapewniać poruszanie się z wyższymi prędkościami. Natomiast ograniczenia na lokalnych ulicach miast powinny uwzględniać ich charakter i funkcje. Strefy szkolne, handlowe, tereny o charakterze mieszkaniowym wymagają lokalnych ograniczeń prędkości. Należy jednak pamiętać, że same ograniczenia prędkości nie zapewnią bezpiecznych prędkości, jeżeli nie będzie zastosowany odpowiedni układ sieci dróg oraz parametry geometryczne przystosowane do pożądanych prędkości.

W celu prawidłowego funkcjonowania ograniczeń prędkości bardzo ważne jest powszechne wdrażanie rozwiązań charakterystycznych dla danej prędkości – pozwala to na zrozumienia i akceptowanie przez kierujących pojazdami konieczności ograniczeń prędkości w określonych sytuacjach. Spójne standardy techniczne na odcinkach dróg o podobnych funkcjach i charakterze otoczenia pomagają kierującym pojazdami na nabywanie prawidłowych nawyków jazdy z dostosowaną do tych standardów prędkością. Podstawowe formy wprowadzania limitów prędkości to:

- /// ogólne limity prędkości dla określonych klas dróg lub obszarów, wynikające z aspektów prawnych (prędkości na autostradach, drogach ekspresowych, terenach niezabudowanych, terenach zabudowanych – dodatkowo w Polsce zróżnicowane w porze nocnej i dziennej),
- /// ogólne limity dla określonych grup pojazdów (np. pojazdy ciężkie),
- /// zmienne ograniczenia prędkości, do zastosowania, kiedy wzrasta ryzyko wystąpienia wypadku drogowego – w przypadku robót drogowych, złych warunków atmosferycznych, czasu podróży pieszych dzieci do i ze szkoły,
- /// lokalne ograniczenia prędkości spowodowane punktowym wystąpieniem zwiększonego ryzyka wystąpienia wypadków drogowych, np. łuki poziome o małych promieniach, zawężenie przekroju drogi, przeszkody w otoczeniu drogi, występowanie skrzyżowania o dużym natężeniu ruchu – głównie występujące na terenach niezabudowanych,
- /// strefowe ograniczenia prędkości – występujące na wybranym obszarze, najczęściej centralnym lub w strefach handlowych oraz zamieszkania, gdzie duże zróżnicowanie funkcji wymusza znaczące ograniczenie prędkości.

Ograniczenia prędkości powinny odzwierciedlać właściwą równowagę między bezpieczeństwem i mobilnością. Należy też zauważyć, że w przypadkach, gdy różnica między ograniczeniem prędkości, a średnią prędkością jest duża, to ograniczenia stają się mało wiarygodne i mogą być trudne do wyegzekwowania.

Kierując się zasadą spełniania wymogów bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu drogowego przy wyznaczaniu limitów prędkości należy uwzględniać następujące dodatkowe wybrane czynniki:

- /// rodzaj uczestników ruchu drogowego,

- /// statystyka zdarzeń drogowych,
- /// jakość nawierzchni i standardy techniczne,
- /// występowanie oznakowania poziomego i elementów odblaskowych oraz innych poprawiających percepcję drogi,
- /// szerokość pasa ruchu,
- /// intensywność zagospodarowania terenu w połączeniu z dostępnością,
- /// widoczność na zatrzymanie przed przeszkodą,
- /// występowanie skrzyżowań,
- /// natężenie ruchu drogowego.

### 3.3.2. Strefowanie prędkości

W obszarze zabudowanym możliwe są cztery rozwiązania w odniesieniu do stref ograniczonej prędkości:

- /// 50 km/h – jako usankcjonowanie jednolitej prędkości dopuszczalnej w obszarze zabudowanym przez całą dobę (nie należy traktować jako dodatkowe uspokojenie ruchu kołowego wewnątrz obszaru zabudowanego),
- /// 40 km/h – jest dodatkowym uspokojeniem ruchu w stosunku do obszaru zabudowanego, zdecydowanie mniej skutecznym niż formy podane poniżej,
- /// 30 km/h – właściwa strefa uspokojenia ruchu, stanowiąca odczuwalne ograniczenie w stosunku do obszaru zabudowanego, znak B-43, określający dopuszczalną prędkość mniejszą lub równą 30 km/h, oznacza ponadto, że umieszczone w strefie urządzenia i rozwiązania wymuszające powolną jazdę mogą nie być oznakowane znakami ostrzegawczymi,
- /// strefa zamieszkania (definiowana znakami D-40 i D41) z prędkością dopuszczalną pojazdów 20 km/h, w strefie tej pieszy może korzystać z całej szerokości drogi i ma pierwszeństwo przed pojazdem.

### Strefy obszarowego ograniczenia prędkości w miastach i miejscowościach

W miastach i miejscowościach może występować kilka ośrodków centralnych otoczonych zabudową przemysłową lub osiedlową, w strukturze których występują również obszary handlowo-usługowe. Tam, gdzie na przemian występują po sobie różne funkcje zagospodarowania terenu i kwartały z różnymi rodzajami zabudowy, sieć drogowo-uliczna daje się podzielić na jednorodne strefy prędkości z wyraźnie wyodrębnionymi funkcjami dróg i ulic.

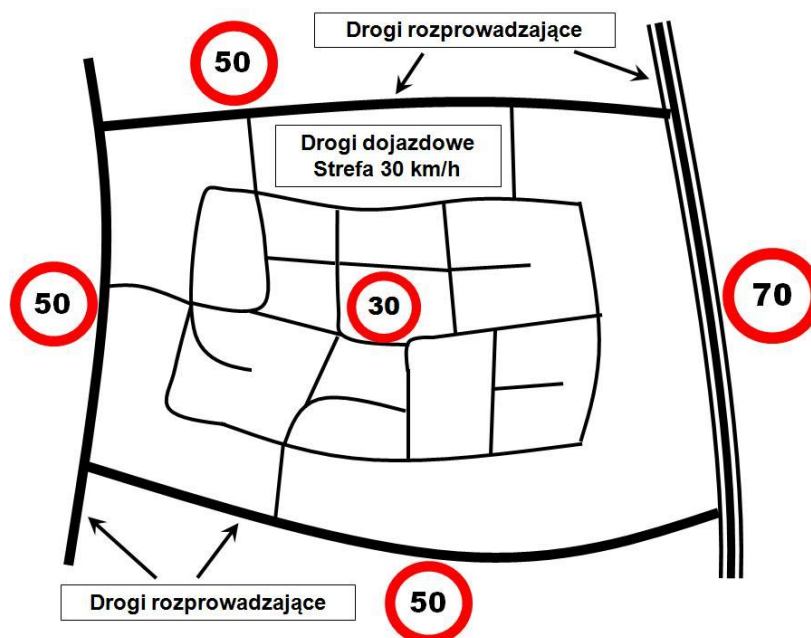
Na drogach zbiorczych obowiązuje zasadniczo ograniczenie prędkości do 50 km/h. Wyjątkiem są centra miejscowości, gdzie ze względu na ruch pieszych i rowerzystów oraz liczne punkty dostępności, można wprowadzać strefę 30 km/h. Na odcinkach peryferyjnych, gdzie zabudowa jest mało intensywna lub oddzielona od jezdni oraz gdzie występuje niewielki ruch niechronionych użytkowników dróg można stosować dopuszczalną prędkość 70 km/h, pod warunkiem fizycznego odseparowania ruchu pieszych i rowerzystów od ruchu pojazdów.

Strefy 30 km/h są powiązane ze strefami zamieszkania i z drogami zbiorczymi, lecz nie mogą bezpośrednio graniczyć ani mieć dostępu do odcinków ulic, na których obowiązuje dopuszczalna prędkość powyżej 50 km/h. Wszystkie wjazdy i wyjazdy ze stref 30 km/h powinny być odpowiednio wyróżnione zmianą przekroju i elementami uspokojenia ruchu oraz oznakowane.

W strefach zamieszkania maksymalna dopuszczalna prędkość ruchu pojazdów powinna być w przybliżeniu zrównana z prędkością ruchu pieszego. Maksymalna prędkość w tych

strefach wynosi 20 km/h. Znakiem sankcjonującym to ograniczenie powinien być znak „strefa zamieszkania” D-40. W obszarze strefy zamieszkania nie powinno się umieszczać dodatkowych znaków drogowych, poza wskazującymi miejsca postoju pojazdów.

Wstępnym etapem kompleksowych działań zmierzających do obszarowego ograniczenia prędkości jest zhierarchizowanie sieci dróg (rys. 3.2).



**Rys. 3.2.** Zhierarchizowana sieć w otoczeniu strefy obszarowego ograniczenia prędkości.  
**Źródło:** [4].

### Strefowanie prędkości na odcinkach dróg tranzytowych w miejscowościach

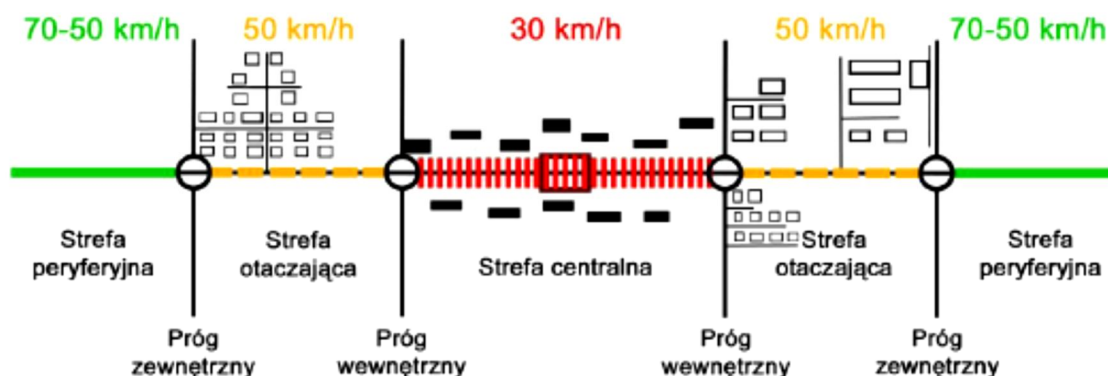
Dobór właściwych środków uspokajania ruchu uwarunkowany jest zarówno funkcją drogi w sieci drogowej, jak i charakterem otoczenia drogi. W otoczeniu drogi może występować zagospodarowanie przestrzenne o różnej bliskości, intensywności i funkcji, co wymaga zróżnicowania wartości pożądanej prędkości ruchu, a tym samym stosowanych środków. W klasycznych ujęciu wyróżnić można następujące strefy zagospodarowania wzdłuż drogi:

- strefa centralna – strefa koncentracji życia społecznego i celów wielu podróży mieszkańców. Ta część miejscowości charakteryzuje się zwartą zabudową, nasileniem poprzecznego ruchu pieszego i rowerowego, znaczną liczbą przecięć poprzecznych, z dużą liczbą obiektów publicznych i komercyjnych: szkoła, sklep, kościół, poczta, remiza itp. Zalecana prędkość projektowa dla środków uspokojenia ruchu wynosi 30-40 km/h;
- strefa pośrednia – część miejscowości o zabudowie zwartej, bezpośrednio przylegająca do strefy centralnej. Ta część miejscowości charakteryzuje się znacznym ruchem pieszych wzdłuż drogi prowadzącej do strefy centralnej (odległość do strefy centralnej jest na tyle mała, że pokonuje się ją na ogół pieszo) i zmniejszonym zapotrzebowaniem na miejsca postojowe (dużo miejsc jest usytuowanych bezpośrednio przy posesjach). Zalecana prędkość projektowa dla środków uspokojenia ruchu wynosi 50 km/h;
- strefa peryferyjna – część miejscowości o rozproszonym charakterze zabudowy, charakteryzująca się małym ruchem pieszym (odległość do strefy centralnej jest

na tyle duża, że rzadko pokonuje się ją pieszo) i znikomym zapotrzebowaniem na miejsca postojowe (każda posesja posiada na ogół własne miejsce postojowe). Zalecana prędkość projektowa dla środków uspokojenia ruchu równa się limitowi prędkości w terenie zabudowy - 60 km/h;

- strefa pozamiejska – część osady o sporadycznej zabudowie z dala od drogi – prędkość dopuszczalna 90 km/h.

Występowanie pełnego układu stref daje możliwość stopniowej redukcji prędkości, tak aby w strefie centralnej uzyskać zalecaną prędkość 30 ÷ 40 km/h. Zasady takiego stopniowania przedstawiono na rys. 3.3. W wielu sytuacjach, zwłaszcza na przejściach dróg przez małe miejscowości, brak będzie którejs z wymienionych stref. Jeśli nie ma możliwości wyodrębnienia strefy pośredniej, proponuje się uzupełniające zastosowanie przed strefą centralną znaku ograniczenia prędkości do 30 lub 40 km/h.



**Rys. 3.3.** Strefowanie prędkości w małej miejscowości.  
Źródło: [18].

Jeżeli w strefie otaczającej lub peryferyjnej występują obszary osiedlowe, to w zależności od rozmiarów osiedli powinny one być obsługiwane siecią dróg dojazdowych z ograniczeniem prędkości do 30 km/h sankcjonowanym odpowiednimi środkami uspokojenia ruchu. Można w nich wyznaczyć strefy zamieszkania i strefy ruchu pieszego. Należy również dążyć do zapewnienia obsługi posesji znajdujących się przy drogach głównych drogami serwisowymi celem minimalizacji liczby punktów kolizyjnych i uniknięcia przecinania się torów ruchu pojazdów o różnych prędkościach.

### 3.4. Środki fizyczne zarządzania prędkością

#### 3.4.1. Podział ze względu na lokalizację

Środki fizyczne zarządzania prędkością można podzielić wg lokalizacji wdrażania:

- środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach poza obszarami zabudowanymi,
- środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach w strefach przejściowych pomiędzy strefami o różnych ograniczeniach prędkości (poza obszarami zabudowanymi – obszary zabudowane),
- środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach w obszarach zabudowanych o różnych funkcjach.

Środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach poza obszarami zabudowanymi



Na terenach niezabudowanych w przypadku stosowania fizycznych środków redukcji prędkości konieczne jest wprowadzenie ograniczeń prędkości z uwagi na wymagania bezpieczeństwa ruchu, jeśli przed wprowadzeniem tych środków duża część kierujących pojazdami przekraczała prędkość dopuszczalną. Do takich środków można zaliczyć:

- /// środki stosowane punktowo:
  - skrzyżowanie typu rondo,
  - zwężenie pasów ruchu,
  - wygięcie toru jazdy;
- /// środki stosowane na odcinkach – w przypadku obszarów niezabudowanych stosowane sporadycznie (np. rozdzielanie przeciwnych kierunków ruchu wyspą).

#### Środki redukcji prędkości na odcinkach pomiędzy strefami o różnych ograniczeniach prędkości

W przypadku przejść drogowych przez miejscowości z dominującym ruchem tranzytowym środki zarządzania mają wymusić na kierujących pojazdami zmniejszenie prędkości. Do środków stosowanych w strefach przejściowych od ograniczenia 90 km/h do 50 km/h należą:

- /// środki stosowane punktowo:
  - bramy wjazdowe,
  - azyle dla pieszych,
  - wyspy dzielące bez przejść dla pieszych,
  - ronda i minironda,
  - lokalne przewężenie jezdni;
- /// środki stosowane na odcinkach - zawężenia przekroju poprzecznego jezdni, jedno lub dwustronne, separacje kierunków ruchu.

#### Środki redukcji prędkości na odcinkach dróg i skrzyżowaniach w obszarach zabudowanych o różnych funkcjach

W przypadku obszarów miast i miejscowości, gdzie obowiązuje wynikające z przepisów ogólnych ograniczenie prędkości do 50 km/h środki zarządzania prędkością mają na celu albo wyegzekwować na kierujących pojazdami to ograniczenie lub po wprowadzeniu lokalnych ograniczeń prędkości dodatkowo wymusić ich respektowanie. Kierujący pojazdem na obszarze zabudowanym musi mieć świadomość, że ryzyko najechania na pieszego jest bardzo duże. Obszary centralne, tereny typowo mieszkaniowe, rejony obiektów specjalnych typu szkoły, szpitale, obiekty handlowe charakteryzują się bowiem tym, że przeważa w nich ruch pieszy i piesi powinni być szczególnie chronieni. Środki stosowane na obszarze zabudowanym mogą w znaczący sposób ograniczać swobodę i wygodę poruszania się pojazdów, ale może to być konieczne z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa pieszym. Stosowane środki zarządzania prędkością można je podzielić na dwie grupy:

- /// środki stosowane punktowo:
  - skrzyżowania typu ronda i minironda,
  - wyniesione tarcze skrzyżowań i wyniesione przejścia dla pieszych,
  - zamknięcie ulicy na wybranym odcinku,
  - zakrzywienie toru jazdy na dojeździe do skrzyżowania,
  - lokalne przewężenie jezdni,
  - progi wyspowe, płytowe, listwowe,
  - wjazdy boczne – wjazdy wyniesione;
- /// środki stosowane na odcinkach - pas dzielący wielofunkcyjny.

### 3.4.2. Podział ze względu na technikę osiągnięcia redukcji prędkości

Fizyczne (budowlane) środki uspokojenia ruchu mogą być klasyfikowane w zależności od techniki osiągnięcia redukcji prędkości na:

- // deformacje toru jazdy w poziomie jezdni:
  - wygięcia toru jazdy ze zwężeniem jezdni w planie sytuacyjnym,
  - zamknięcia relacji na wprost na skrzyżowaniach lub przejazdach (rys. 3.4 i 3.5),
- // deformacje pionowe:
  - progi zwalniające (wjazd do miejscowości – rys. 3.6, listwowe, płytowe, wyspowe- rys. 3.7),
  - skrzyżowania i zjazdy wyniesione (rys. 3.8),
  - wyniesione przejścia dla pieszych (rys. 3.9),
- // zawężenia przestrzeni drogi:
  - optyczne - bramy wjazdowe (rys. 3.10),
  - fizyczne - zawężenia jezdni (rys. 3.11),
  - fizyczne - zawężenie wlotów skrzyżowania (rys. 3.12),
- // wyspy środkowe:
  - wyspy separacyjne (rys. 3.13),
  - wyspy dla pieszych (rys. 3.13),
  - wyspy wjazdowe (rys. 3.13),
  - ronda – małe i mini (rys. 3.14).

Wpływ wymienionych środków na prędkość może być wzmocniony poprzez szeroki zestaw środków dodatkowych, w tym roślinność, specjalne nawierzchnie drogi, urządzenia uliczne lub jednocześnie stosowanie różnych środków. Największy efekt daje kompleksowe wyposażenie drogi w środki uspokojenia ruchu na dłuższym odcinku (rys. 3.16).



**Rys. 3.4.** Zamknięcia przejazdu w obszarach dzielnic mieszkaniowych.  
**Źródło:** fot. własne.



**Rys. 3.5.** Zamknięcia wlotów skrzyżowania w obszarach dzielnic mieszkaniowych.  
**źródło:** [www.cycleto.ca](http://www.cycleto.ca).



**Rys. 3.6.** Progi wyspowe na wlotach do małych miejscowości.  
**Źródło:** fot. własna.



**Rys. 3.7.** Progi listwowe, płytowe, wyspowe.  
**Źródło:** fot. własne.



**Rys. 3.8.** Skrzyżowania i zjazdy wyniesione.  
**Źródło:** fot. własne.



**Rys. 3.9.** Wyniesione przejścia dla pieszych.  
**Źródło:** fot. własne.



**Rys. 3.10.** Brama wjazdowa.  
**Źródło:** [4]



**Rys. 3.11.** Zawężenia jezdni.  
**Źródło:** fot. własna.



**Rys. 3.12.** Wygięcia wlotów na skrzyżowaniach.  
**Źródło:** fot. własna.



**Rys. 3.13.** Wyspy separacyjne.  
**Źródło:** fot. własna.



a.



b.

**Rys. 3.14.** Ronda: a) mini rondo i b) małe rondo.

**Źródło:** fot. własne.



**Rys. 3.15.** Przykład kompleksowego połączenia środków uspokojenia wzdłuż drogi krajowej nr 20 w Kościerzynie.

**Źródło:** fot. własne.

### 3.4.3. Zakres stosowania fizycznych środków redukcji prędkości i ich skuteczność

W ciągach wyznaczonych do uspokojenia ruchu wybór właściwego środka jest zależny od zaleceń i ograniczeń formalnych oraz pożądanej prędkości. Według wytycznych duńskich [19] (tablica 3.1) zaleca się stosować:

- /// przy prędkości 60 km/h – urządzenia ostrzegawcze tylko na jezdni, bramy i wygięcia toru jazdy pojazdów,
- /// przy prędkości 50 km/h – poza w/w także inne środki, w tym zawężenia szerokości pasa ruchu i wyniesienia,
- /// przy prędkości 40 km/h i mniejszej – poza w/w także inne środki z zawężeniem jezdni do jednego pasa ruchu.

**Tablica 3.1.** Zasady stosowania środków uspokojania ruchu według zaleceń duńskich  
**Źródło:** [19].

Środek uspokojenia ruchu	Klasa drogi		Prędkość pożądana [km/h]			ŚRD [poj./dobę]	
	Główne i zbiorcze	Lokalne i dojazdy	>60	50	>40	Powyżej 3000	Poniżej 3000
Ostrzegawcze urządzenie na jezdni	X	X	X	X	X	X	X
Bramy	X	X	X	X	X	X	X
Wygięcia	X	X	X	X	X	X	X
Wyniesienie	X	X		X	X	X	X
Progi	X	X		X	X	X	X
Wygięcia z wyniesieniem	X	X		X	X	X	X
2-pasowe zawężenia od środka	X	X		X	X	X	X
2-pasowe zawężenia boczne	X	X		X	X	X	X
1-pasowe zawężenia	(X)	X			X		X
1-pasowe zawężenia z wyniesieniem	(X)	X			X		X
1-pasowe zawężenia z progiem	(X)	X			X		X
Wygięcie z zawężeniem do 1 pasa	(X)	X			X		X
Wygięcie z zawężeniem do 1 pasa i wyniesieniem	(X)	X			X		X
Wygięcie z zawężeniem do 1 pasa z progiem	(X)	X			X		X

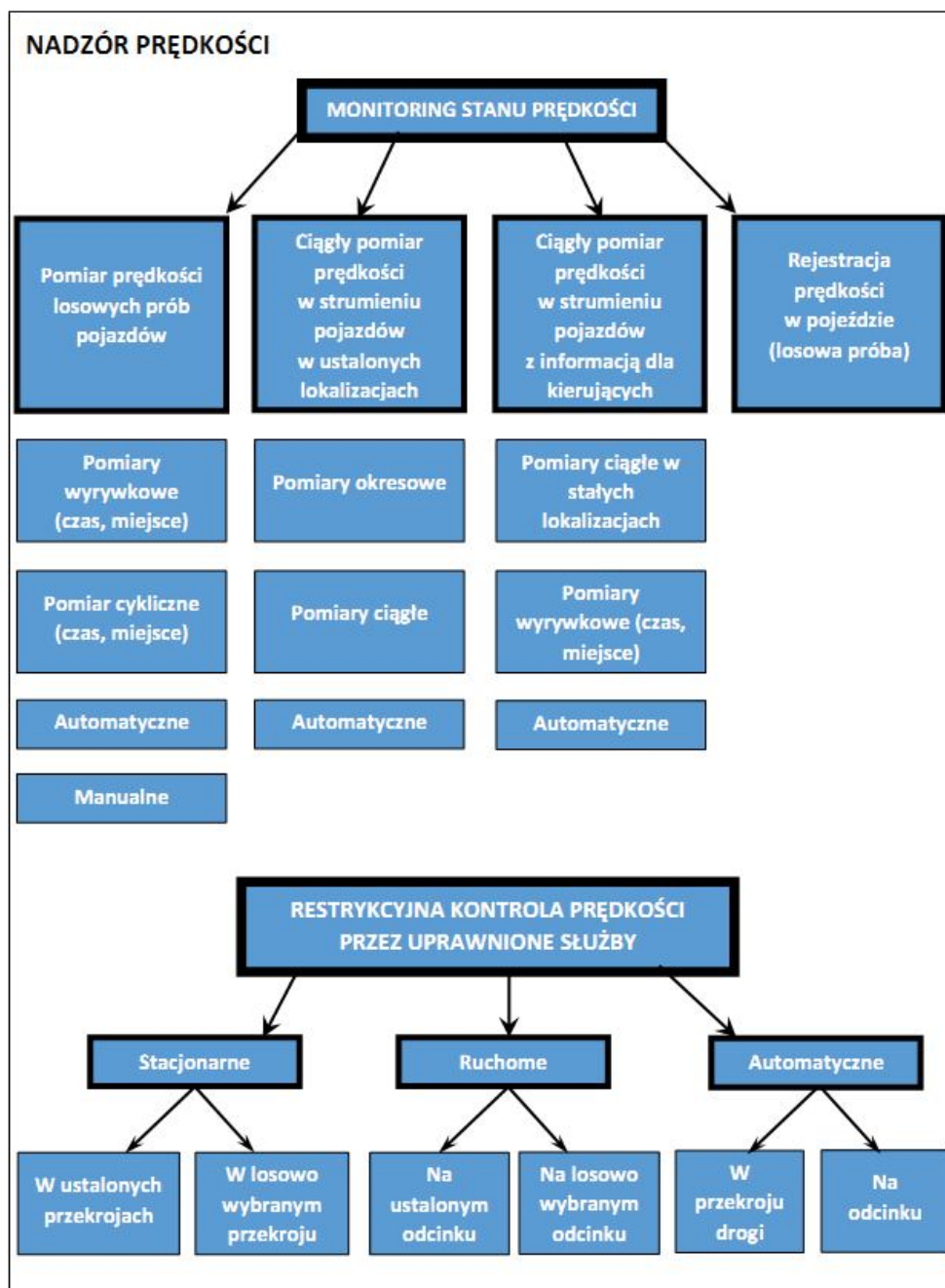
(X) – zastosowanie tylko w szczególnych przypadkach

Wymienione w tabeli 3.1 środki uspokojenia ruchu mają różną skuteczność, w zależności m.in. od lokalnych uwarunkowań, dlatego ich wdrażanie musi uwzględniać specyfikę danej lokalizacji. Wpływ ich zastosowania (w odniesieniu do wybranych środków) na redukcję liczby wypadków opisano w rozdz. 2.3.1 (tablica 2.2).

### 3.5. Środki nadzoru

#### 3.5.1. Klasyfikacja metod i środków nadzoru

Z uwagi na ogólny cel zarządzania prędkością, tj. uzyskanie takiego stanu ruchu, w którym prędkości pojazdów są dostosowywane do warunków drogowo-ruchowych, pojęcie nadzoru prędkości należy rozszerzyć w stosunku do tradycyjnego ujęcia. W ujęciu tradycyjnym jest to głównie kontrola prędkości pojazdów, przy wykorzystaniu różnych technik pomiarowych, zorientowana na pojazdy poruszające się z nadmierną prędkością. Jednak skuteczna realizacja ogólnego celu zarządzania prędkością powinna obejmować co najmniej dwa działania, mieszczące się w poszerzonym pojęciu nadzoru (rys. 3.16).



**Rys. 3.16.** Schematyczne przedstawienie metod i środków nadzoru prędkości.

**Źródło:** opracowanie własne.

Pokazaną na rys. 3.16 schematycznie klasyfikację metod i środków nadzoru nad prędkością można scharakteryzować następująco:

**1. monitorowanie stanu prędkości pojazdów** jest formą nadzoru bez restrykcji w stosunku do kierujących pojazdami. W odniesieniu do tej formy nadzoru można wyróżnić następujące przypadki:

- // pomiary prędkości reprezentatywnych prób strumienia pojazdów realizowane w celu opisu zachowania kierujących pojazdami w pełnym zakresie prędkości, tj. od wolno jadących do poruszających się z dużymi prędkościami, w tym przekraczającymi prędkości dopuszczalne. Takie badania mogą być realizowane cyklicznie w sposób manualny lub automatyczny na drogach o różnych charakterystykach techniczno-funkcyjnych. Umożliwiają one ocenę skuteczności wdrażanych środ-



ków zarządzania prędkością. Klasyczną metodą takiej oceny jest porównanie miar prędkości „przed” i „po” zastosowaniu danego środka. W dłuższym czasie można analizować trendy zmian zachowania się kierujących pojazdami, będących m.in. skutkiem wdrażania działań innych niż inżynierskie, np. z zakresu edukacji. Dane z cyklicznie prowadzonych badań mogą być wykorzystywane do analizy wpływu różnych rozwiązań drogowych i organizacji ruchu na wybór prędkości przez kierujących pojazdami. Efektem takich analiz są zwykle zalecenia doboru najlepszych, przy danych uwarunkowaniach, inżynierskich środków zarządzania prędkością;

- /// pomiary prędkości obejmujące całe strumienie pojazdów realizowane automatycznie w sposób ciągły lub okresowy w wyznaczonych miejscach. Mogą to być pomiary np. w ramach systemu gromadzenia danych do sterowania ruchem drogowym. Podobnie jak w przypadku opisanym powyżej dane te są archiwizowane i przetwarzane według ustalonych schematów. Zakres wykorzystania przetworzonych danych jest również podobny;
- /// pomiary prędkości obejmujące całe strumienie pojazdów realizowane automatycznie z równoczesnym przekazywaniem za pomocą znaków zmiennej treści informacji o zarejestrowanej prędkości każdego z pojazdów ich kierującym. Dodatkowo z taką informacją mogą być wyświetlane komunikaty tekstowe lub w innej formie. Wymienione pomiary mogą być realizowane w przy wykorzystaniu urządzeń stacjonarnych lub mobilnych. Rejestrowane dane mogą być archiwizowane i przetwarzane w celach opisanych powyżej, ale głównym celem opisywanego pomiaru prędkości jest przekazanie informacji kierującym pojazdami wraz z ostrzeżeniami o przypadkach przekroczeń prędkości dopuszczalnej;
- /// rejestracja prędkości przez systemy pomiarowe stanowiące wyposażenie pojazdu z indywidualnym zapisem danych i możliwością ich udostępniania. Do tej grupy sposobów zbierania danych o prędkości należą, poza tachografami, także systemy przetwarzania danych z indywidualnych urządzeń nawigacji samochodowej. Na podstawie tych danych można na bieżąco szacować średnie prędkości strumieni pojazdów na poszczególnych odcinkach sieci drogowej. Takie dane mogą m.in. wskazywać na odcinki dróg o zauważalnych tendencjach do przekroczeń prędkości dopuszczalnych;

**2. restrykcyjne kontrole prędkości pojazdów** zorientowane są głównie na wykrywanie pojazdów przekraczających prędkość dopuszczalną wraz z nakładaniem sankcji w przypadku takich przekroczeń. Kontrole te obejmują:

- /// nadzór policji i innych uprawnionych służb, który może być realizowany jako:
  - stacjonarne losowe kontrole prędkości chwilowej w przekrojach drogi wybieranych według określonych procedur;
  - stacjonarne, nietypowe kontrole prędkości chwilowej, różniące się od powszechnie stosowanych stacjonarnych losowych kontroli sposobem wyboru przekroju drogi do pomiaru prędkości (np. seria przekrojów następujących kolejno po sobie lub przekroje w sąsiedztwie urządzeń pomiaru automatycznego);
  - ruchome kontrole prędkości chwilowej lub średniej wykonywane w czasie jazdy w strumieniu pojazdów oznakowanego lub nieoznakowanego pojazdu z rejestratorem prędkości;
- /// automatyczny nadzór prędkości sprzężony z rejestracją wykroczeń. Nadzór ten może być prowadzony w następujący sposób:

- ciągły pomiar prędkości chwilowej w ustalonych przekrojach drogi z rejestracją przekroczeń ustalonego progu prędkości i zapisem danych identyfikujących pojazd;
- ciągły pomiar prędkości na krótkim odcinku drogi sprzężony z tablicami wyświetlającymi dane o rejestrowanej prędkości lub z aktywnymi znakami ograniczeń prędkości. W przypadku braku reakcji kierującego na informację o przekroczeniu prędkości dopuszczalnej (powtórzenie pomiaru prędkości w niewielkiej odległości od pierwszego przekroju drogi) następuje rejestracja danych o pojeździe i wdrożenie procedury karania za wykroczenie;
- ciągły pomiar prędkości średniej pomiędzy ustalonymi przekrojami drogi (tzw. odcinkowy pomiar prędkości jazdy pomiędzy wyznaczonymi przekrojami drogi) z rejestracją przekroczeń ustalonego progu prędkości i zapisem danych identyfikujących pojazd.

### 3.5.2. Warunki stosowania poszczególnych środków nadzoru

Wprowadzając nadzór prędkości, w tym automatyczny, musimy mieć świadomość ogólnych uwarunkowań jego skuteczności. Głównymi czynnikami wpływającymi na przestrzeganie ograniczeń prędkości są:

- ▮ subiektywne prawdopodobieństwo wykrycia wykroczenia, które jest bliskie 100% w przypadku stałych punktów pomiarowych o znanej lokalizacji. Należy jednak podkreślić, że często efekt redukcji prędkości występuje tylko w rejonie lokalizacji stałych urządzeń pomiarowych;
- ▮ społeczne przyzwolenie lub jego brak w stosunku do przekraczania dopuszczalnej prędkości. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że przeważa tendencja społecznej akceptacji braku przestrzegania ograniczeń prędkości;
- ▮ dostrzegane pozytywne skutki przestrzegania ograniczeń. Niezwykle ważną rolę odgrywają w tym przypadku media, w których powinny być prezentowane cele i pozytywne skutki nadzoru prędkości, szczególnie w odniesieniu do poprawy bezpieczeństwa ruchu;
- ▮ informacja o ograniczeniach, szczególnie w przypadkach stosowania rozwiązań nietypowych, np. ograniczeń sezonowych itp.;
- ▮ warunki miejscowe wpływające na percepcję przestrzeni drogi i zrozumienie przyczyn wprowadzania ograniczeń;
- ▮ występujące w niektórych grupach społecznych skłonności do odstępstw w stosowaniu się do obowiązujących norm i reguł;
- ▮ dostrzegane w odczuciu części kierujących pojazdami „negatywne” skutki przestrzegania ograniczeń prędkości w postaci wydłużenia czasu podróży. Skutki te są oceniane w powiązaniu z wieloma czynnikami, w tym np. z motywacją podróży, długością podróży, kategorią drogi;
- ▮ przyzwyczajenia (automatyzm postępowania);
- ▮ znajomość miejsc kontroli prędkości.

Znając podane ograniczenia można, poprzez odpowiednie działania, zwiększyć skuteczność nadzoru prędkości. Wybrane zalecenia w tym zakresie podano poniżej.

W przypadku konwencjonalnego nadzoru policji i innych uprawnionych służb zaleca się:

- ▮ wybór miejsc i odcinków nadzoru według kryterium rzeczywistego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu, przy istotnym wpływie nadmiernej prędkości jako okoliczności wypadków. I informacja o takich miejscach w lokalnych mediach;

- /// okresową weryfikację miejsc i odcinków objętych nadzorem i ich zmianę, jeśli główny cel nadzoru, tj. poprawa bezpieczeństwa ruchu został osiągnięty;
- /// oznakowanie odcinków objętych regularnym nadzorem prędkości znakami informacyjnymi i prowadzenie w tych miejscach częstych kontroli prędkości w sposób widoczny, eksponujący obecność służb wykonujących kontrole;
- /// wykonywanie kontroli prędkości w okresach roku i w porach doby odpowiadających zwiększonemu zagrożeniu bezpieczeństwa ruchu i wysokiemu prawdopodobieństwu wystąpienia wykroczenia;
- /// wykonywanie obok kontroli prędkości w ustalonych miejscach i na odcinkach zwiększonego zagrożenia wypadkami, także kontroli o charakterze losowym w dobrze widocznych miejscach przez uczestników ruchu z wyraźnym eksponowaniem obecności służb nadzoru. Wybór miejsc do wyrwykowych losowych kontroli prędkości powinien uwzględniać także miejsca lub odcinki trudne do przewidzenia przez uczestników ruchu.

Szczegółowo organizację i sposób prowadzenia konwencjonalnego nadzoru prędkości regulują wewnętrzne przepisy służb uprawnionych do prowadzenia.

W przypadku wdrażania automatycznego nadzoru prędkości zaleca się:

- /// poprzedzanie uruchomienia automatycznego nadzoru akcją informacyjną;
- /// wybór miejsc i odcinków nadzoru według kryterium rzeczywistego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu przy istotnym wpływie nadmiernej prędkości jako bezpośredniej lub pośredniej okoliczności wypadków;
- /// taką lokalizację stanowisk pomiarowych, aby uzyskać oddziaływanie na sieć drogową, a nie tylko w wybranych miejscach;
- /// przed wprowadzeniem systemu automatycznego nadzoru prędkością przeprowadzenie weryfikacji zasadności ograniczeń prędkości w sieci dróg, na którą oddziałuje planowany automatyczny nadzór;
- /// wsparcie działań nadzoru na ciągach dróg przez dodanie środków informacyjnych wzdłuż drogi – znaki informujące w miejscach dobrze dostrzegalnych;
- /// prowadzenie w rejonie miejsc automatycznego nadzoru także wyrwykowych kontroli prędkości konwencjonalnymi metodami w sposób trudny do przewidzenia przez uczestników ruchu;
- /// okresowe oceny skuteczności prowadzonego nadzoru z jego ewentualnymi modyfikacjami oraz informowanie społeczeństwa o efektach realizowanego nadzoru.

Odcinkowy pomiar prędkości stosuje się w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, zmniejszenia ujemnego wpływu ruchu na środowisko i podniesienia przepustowości drogi. Odcinkowy pomiar prędkości zaleca się stosować na odcinkach o zwiększonym zagrożeniu bezpieczeństwa ruchu w następujących przypadkach:

- /// występowanie wysokiego poziomu zagrożenia wypadkami spowodowanymi jazdą z niebezpieczną prędkością na kilku sąsiednich obiektach (odcinkach drogi), lub na dłuższym odcinku drogi (3 – 10 km);
- /// na drogach dwujezdniowych lub jednojezdniowych z ograniczonym dostępem do dróg, na których są możliwości poruszania się z bardzo dużymi prędkościami;
- /// na długich wiaduktach, mostach lub w tunelach;
- /// jeśli powyżej 50% pojazdów przekracza prędkość dopuszczalną;
- /// jeśli są warunki do wyprzedzania przy dużych prędkościach, co może powodować zwiększone zagrożenie wystąpienia zderzeń czołowych.

Odrębną grupę stanowią zalecenia dotyczące wyboru i lokalizacji urządzeń rejestrujących. Zostały one opisane w części II w rozdz. 5.2. Szczegółowo organizację i sposób prowa-

dzenia automatycznego nadzoru prędkości opisano w opracowaniu dla Głównego Inspektora Transportu Drogowego pt. „*Analiza wieloczynnikowa prowadząca do wytypowania listy miejsc szczególnie niebezpiecznych, w których wskazana jest instalacja stacjonarnych urządzeń rejestrujących, urządzeń służących do kontroli wjazdu na czerwonym świetle oraz urządzeń do odcinkowego pomiaru prędkości*” (dostępne na stronie [www.canard.gitd.gov.pl](http://www.canard.gitd.gov.pl)).

### **3.6. Środki ITS wspomagające zarządzanie prędkością**

ITS - Inteligentne Systemy Transportu (w języku angielskim Intelligent Transport Systems) można podzielić na systemy wewnątrz pojazdowe, systemy infrastruktury drogowej i systemy mieszane, przy czym rozwój technologii wskazuje na coraz większą rolę i stosowanie systemów mieszanych, w których wykorzystywane są dane pochodzące zarówno z czujników infrastruktury drogowej, jak i pojazdów. Wszystkie trzy grupy systemów znajdują zastosowanie w zarządzaniu prędkością poprzez przekazywanie informacji kierującemu pojazdem o zalecanej lub dopuszczalnej prędkości w aktualnych warunkach ruchu i otoczenia.

Systemy wewnątrz pojazdowe składają się z czujników, które gromadzą i przetwarzają dane z urządzeń pokładowych pojazdu i z jego otoczenia. Systemy te mogą przekazywać kierującemu informację o zagrożeniach lub przejmować kontrolę nad pojazdem w celu uniknięcia kolizji na przykład poprzez automatyczną redukcję prędkości lub zatrzymanie pojazdu. Systemy kontroli prędkości wpływają nie tylko na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wypadków, ale także na zmniejszenie ich ciężkości. Przykładem są systemy ograniczenia prędkości maksymalnej w pojeździe (ang. speed governors) i systemy adaptacji prędkości (ang. intelligent speed adaptation - ISA). Systemy ograniczenia prędkości maksymalnej są stosowane w pojazdach ciężarowych. Celem stosowania tych zabezpieczeń, oprócz poprawy bezpieczeństwa, jest redukcja zużycia paliwa oraz przedłużenie żywotności elementów pojazdu.

Systemy mieszane wykorzystują dane, pochodzące zarówno z urządzeń infrastruktury drogowej, jak i dane z urządzeń pokładowych pojazdu i innych pojazdów poruszających się w sieci drogowej. Informacja pochodząca z systemów infrastruktury drogowej (np. ograniczenia prędkości, warunki ruchu, stan nawierzchni) może być przekazywana do urządzeń pokładowych pojazdów np. za pośrednictwem systemów nawigacji lub komputera pokładowego. W przypadku pojazdów wyposażonych w urządzenia nadawczo-odbiorcze (komputer pokładowy) istnieje możliwość automatycznego dostosowywania prędkości pojazdu do poleceń sterownika, będącego elementem infrastruktury drogowej. Systemy te mogą realizować swoje funkcje w oparciu o znaną pozycję pojazdu oraz ograniczenia prędkości na danym odcinku drogi. Automatyczna lokalizacja pojazdu z wykorzystaniem technologii GPS (Global Positioning System) w połączeniu z mapą cyfrową dają możliwość odpowiedniej reakcji pojazdu na ograniczenia prędkości zależnie od powiązań pomiędzy systemem adaptacji prędkości a układem napędowym pojazdu. W systemach aktywnych kierowca odczuwa większy opór podczas naciskania pedału gazu lub poruszanie się pojazdu ponad dopuszczalną prędkość jest niemożliwe. W systemach pasywnych kierujących pojazdem jest jedynie informowany wewnątrz pojazdu poprzez sygnały wizualne lub dźwiękowe o ograniczeniu prędkości na danym odcinku drogi. Systemy adaptacji prędkości mogą wykazywać oddziaływanie na kierującego pojazdem poprzez dodatkowe rozproszenie uwagi kierowcy oraz tendencję do zmniejszenia odstępów czasowych w kolejce pojazdów. Często pojawiającym się zarzutem wobec wprowadzenia obowiązkowych systemów adaptacji prędkości jest potencjalna niemożność do gwałtownego przyspieszenia pojazdu w celu uniknięcia kolizji w obszarach o ograniczonej prędko-

ści, z drugiej strony kierujący pojazdami z włączonym systemem automatycznej adaptacji pojazdu wykazują mniejszą tendencję do agresywnej jazdy i niebezpiecznego wyprzedzania na dwukierunkowych odcinkach dróg. Powszechne wprowadzenie opisywanych systemów warunkowane jest pozyskaniem akceptacji społecznej oraz pracami legislacyjnymi.

Systemy wykorzystujące infrastrukturę drogową składają się z czujników umieszczonych w pasie drogowym (umożliwiających gromadzenie danych o parametrach ruchu oraz warunkach pogodowych i stanie nawierzchni) i z urządzeń, które wysyłają informacje do podróżujących. Informacja może być przekazana np. za pomocą znaków zmiennej treści (Variable Message Signs - VMS) lub sygnalizatorów świetlnych do kierujących pojazdami znajdujących się w obszarze lub miejscu objętym sterowaniem.

Sterowanie prędkością potoku ruchu może być realizowane poprzez znaki drogowe w tym również znaki zmiennej treści (np. mobilne znaki zmiennej treści w przypadku robót drogowych) oraz informacje wyświetlane przez urządzenia pokładowe wewnątrz pojazdu.

Sterowanie prędkością ma na celu uzyskanie następujących efektów:

- /// sprowadzenie prędkości pojazdów do zakresu zapewniającego optymalne wykorzystanie przepustowości dróg w okresach szczytowych lub podczas wystąpienia zdarzeń niepożądanych (incydentów, kolizji, wypadków drogowych),
- /// ujednoczenie (homogenizacja) prędkości pojazdów, a tym samym zmniejszenie liczby manewrów wyprzedzania oraz gwałtownych zmian prędkości,
- /// ostrzeganie kierowców przed zagrożeniem w ruchu (złe warunki atmosferyczne, stan nawierzchni, zdarzenia niepożądane, kolejki pojazdów, zmiana organizacji ruchu lub funkcji drogi) wraz z redukcją prędkości potoku.

Zastosowanie znaków zmiennej treści do zarządzania prędkością można podzielić na dwie grupy:

- /// lokalnie, odcinkowo – na wjazdach do miejscowości, w miejscach niebezpiecznych (miejscza o ograniczonej widoczności, łuki),
- /// obszarowo – w obszarach miejskich (również na styku z drogami zamiejskimi).

### **Zarządzanie prędkością na wjazdach do miejscowości lub obszarów o wzmożonym ruchu pieszych**

Na wjazdach do miejscowości najczęściej znajdują zastosowanie systemy wyświetlania prędkości pojazdu. Systemy takie oparte są na połączeniu urządzenia radarowego (lub innego umożliwiającego pomiar prędkości punktowej) z tablicą wyświetlającą bieżącą prędkość zbliżającego się pojazdu (rys. 3.17). Znaki aktywowane są w przypadku wykrycia przekroczenia prędkości dopuszczalnej, a niektóre z nich zostały dodatkowo wyposażone w migające światła ostrzegawcze i wyposażone w tablicę wyświetlającą komunikat „zwolnij”. Znaki tego typu lokalizuje się zwykle 20 ÷ 50 m za standardowym ograniczeniem prędkości na wjeździe do miejscowości. Przeprowadzone badania potwierdziły skuteczność opisywanego rozwiązania bez potrzeby stosowania nadzoru ruchu w postaci fotoradarów.



**Rys. 3.17.** Znaki aktywowane pojawieniem się pojazdu na wjazdach do miejscowości.  
**Źródło:** [www.tujastrzebie.pl](http://www.tujastrzebie.pl)

### Lokalne i czasowe środki ograniczenia prędkości w miejscach niebezpiecznych

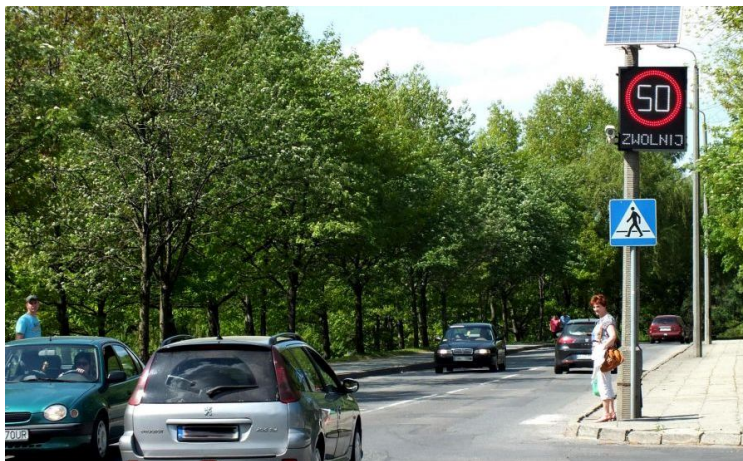
W wielu przypadkach ograniczenia prędkości nie są adekwatne w stosunku do zmieniających się warunków drogowych. Może to dotyczyć warunków atmosferycznych i związanego z tym stanu nawierzchni (szczególnie w rejonie łuków poziomych). Inny przypadek to potrzeba ograniczania prędkości w przypadku wykrycia kolejki spowodowanej wyczerpaniem przepustowości lub ograniczeniami związanymi z wystąpieniem zdarzenia niepożądanego. Związane z takimi przypadkami znaki ograniczeń prędkości lokalizować można przed miejscami takimi jak niebezpieczne łuki, skrzyżowania (rys. 3.18), miejsca wzmożonego ruchu pieszych, w tym rejon szkół, na odcinkach, na których stan nawierzchni pogarsza się na skutek zmiany warunków atmosferycznych. Informacje na znakach mogą być aktywowane w przypadku pojawienia się pojazdu, wyświetlane automatycznie po wykryciu niekorzystnych warunków (np. w okresach wzmożonej aktywności pieszych lub w przypadku pogorszenia stanu nawierzchni) lub uruchamiane przez operatora systemu. Celem stosowania znaków zmiennej treści jest ograniczenie niebezpiecznych zachowań poprzez ostrzeżenie użytkowników drogi o warunkach, które występują czasowo, ostrzegając o zagrożeniach wtedy, kiedy wystąpią i wskazując prawidłową prędkość.



**Rys. 3.18.** Znaki zmiennej treści informujące o konieczności redukcji prędkości przed miejscem niebezpiecznym.  
**Źródło:** fot. własna.

Przykładem znaku zmiennej treści w rejonie przejścia dla pieszych może być znak wyświetlający informację o ograniczeniu 50 km/h i pojawiający się napis „Zwolnij” w przy-

padku przekroczenia tej prędkości (zintegrowanie z radarem mierzącym prędkość pojazdów) – rys. 3.19.



**Rys. 3.19.** Znak zmiennej treści z komunikatem dyscyplinującym kierowców.

**Źródło:** [www.dvs.net.pl](http://www.dvs.net.pl)

Zachowania kierujących pojazdami można również modyfikować poprzez odpowiednie zaprogramowanie sygnalizacji świetlnej zarówno w ujęciu obszarowym, jak i lokalnym. Na izolowanych skrzyżowaniach z sygnalizacją, można stosować logikę sterowania, która zniechęca do przekraczania dozwolonej prędkości. Wykorzystanie układów detekcji na dojeździe do skrzyżowania z sygnalizacją, umożliwiających pomiar prędkości pojazdu pozwala na zastosowanie odpowiedniej logiki sterowania ruchem np. wcześniejszym wyświetleniu sygnału czerwonego w przypadku, gdy pojazd dojeżdżający do skrzyżowania przekracza dopuszczalną prędkość. Systemy takie jak GES (Green Extension System), MOVA (Microscopic Optimised Vehicle Actuation), D-CS, szwedzki system LHOVRA i jego wersje rozwojowe (SOS) pozwalają ponadto na redukcję niebezpiecznych zachowań związanych z występowaniem strefy dylematu. Na dojeździe do skrzyżowań z sygnalizacją można zastosować znaki zmiennej treści wyświetlające limit prędkość jazdy w zależności od aktualnych warunków ruchu (rys. 3.20).



**Rys. 3.20.** Znak zmiennej treści ze wskazaniem prędkości dostosowanej do warunków ruchu.

**Źródło:** fot. własna.

## 4. IDENTYFIKACJA POTRZEB WDRAŻANIA ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ I UWARUNKOWANIA WYBORU JEGO ŚRODKÓW

### 4.1. Badania i analizy ruchu

Badania i analizy ruchu są podstawowymi przesłankami, koniecznymi do podejmowania właściwych decyzji w zakresie potrzeb zarządzania prędkością. Na ich podstawie można trafnie określić skalę problemów związanych z prędkością i sposoby ich rozwiązania poprzez zastosowanie odpowiednich środków zarządzania prędkością. Podstawę badań i analiz ruchu stanowią:

- /// przegląd otoczenia drogi, jej cech, warunków drogowych i charakterystyk ruchu prowadzony dla odcinków i miejsc wskazanych jako potencjalnie niebezpieczne,
- /// dane o zdarzeniach drogowych oraz dane charakteryzujące miejsce ich występowania w zakresie wynikającym z karty zdarzenia drogowego,
- /// analiza szczegółowa zdarzeń drogowych,
- /// obserwacje i pomiar prędkości pojazdów w ruchu swobodnym w jednym bądź kilku przekrojach przy dobrych warunkach pogodowych,
- /// analizy prędkości na podstawie zarejestrowanych danych w pomiarach terenowych, z wyznaczeniem wartości podstawowych charakterystyk prędkości (wartości średnie, kwantyle, parametry charakteryzujące dyspersję prędkości, przekroczenia prędkości dopuszczalnej),
- /// natężenie ruchu i jego zmienność w odniesieniu do różnych użytkowników dróg (pojazdy, piesi, rowerzyści, dzieci),
- /// przegląd wszelkich nietypowych warunków występujących na analizowanym odcinku drogi.

Wybór odpowiedniego środka zarządzania prędkością wymaga zebrania szczegółowych danych obejmujących :

- /// istniejące ograniczenia prędkości,
- /// charakterystykę otoczenia drogi z formami użytkowania tego otoczenia (np. występowanie lub brak zabudowy, intensywność zabudowy, rodzaj zabudowy i jej funkcje),
- /// klasa i funkcja drogi z opisem roli w regionalnej lub lokalnej sieci dróg,
- /// szczegółowe dane dotyczące rozwoju otoczenia drogi (np. gęstość zabudowy, występowanie i liczba sklepów, występowanie szkół lub innych obiektów użyteczności publicznej, itp.),
- /// gęstość i rodzaj dróg krzyżujących się z daną drogą,
- /// cechy przekroju poprzecznego drogi (np. obecność środkowego pasa dzielącego, szerokość i liczba pasów ruchu, geometria drogi na planie sytuacyjnym i w profilu, oświetlenie, obecność chodników, ścieżek rowerowych, parkowanie),
- /// charakter ruchu pojazdów (lokalny, tranzytowy, mieszany) oraz ruchu pieszych i rowerzystów z identyfikacją ich źródeł i celów ruchu.

Badania i analizy ruchu z uwagi na zagrożenia bezpieczeństwa ruchu mogą obejmować miary bezpośrednie i pośrednie. Wiarygodnymi miarami bezpośrednimi możliwymi do uzyskania w praktyce są dane o wypadkach drogowych (zdarzenia drogowe z ofiarami). Dane o kolizjach drogowych w wielu przypadkach mogą się okazać mało reprezentatywne z uwagi na opis zagrożeń bezpieczeństwa ruchu – tylko część z tych zdarzeń jest raportowane w statystykach policyjnych. Analiza miar bezpośrednich ma pewne ograniczenia



wynikające z małej liczebności próby danych o rejestrowanych zdarzeniach drogowych. Przy małych próbach i uwzględnieniu istotnego wpływu na powstawanie zdarzeń drogowych czynników losowych, bardzo często wyniki analiz nie wskazują na potrzebę wprowadzenia określonych środków zarządzania prędkością. Uwzględniając jednak powyższe ograniczenia, w praktyce obok wskaźników odnoszących się „bezpośrednio” do ocen bezpieczeństwa ruchu drogowego, stosuje się miary pośrednie tego bezpieczeństwa. Rolę miar pośrednich mogą pełnić:

- /// konflikty w ruchu drogowym,
- /// prędkość pojazdów.

Prędkość pojazdów jest najczęściej stosowanym miernikiem pozwalającym ocenić rzeczywiste problemy zagrożeń bezpieczeństwa ruchu i jego skalę oraz pozwalającym na właściwy wybór środków zarządzania prędkością. Podejście takie stosowane jest również w przypadku oceny efektywności funkcjonowania danego środka zarządzania prędkością na etapie monitorowania prowadzonych działań.

Istotnym elementem badań prędkości jest dobór technik pomiarowych, wśród których można w przypadku pomiarów prędkości w przekroju drogi wyróżnić m.in.:

- /// manualną (pomiar czasu przejazdu krótkiego odcinka drogi),
- /// radarową (pomiar prędkości chwilowej),
- /// wideo (analiza zarejestrowanego obrazu z kamer z możliwością określenia czasu przejazdu krótkiego odcinka drogi),
- /// automatyczną przy użyciu detektorów (pomiar prędkości chwilowej przy wykorzystaniu detektorów pneumatycznych lub magnetycznych).

Możliwe jest również wykonywanie pomiarów prędkości na dłuższym odcinku drogi z określeniem tzw. profilu prędkości (zmiany prędkości chwilowej wzdłuż odcinka) lub wartości średnich różnych charakterystyk prędkości jazdy. W przypadku odcinkowego pomiaru prędkości można wyróżnić następujące techniki pomiarowe:

- /// manualną (pomiar czasu przejazdu długiego odcinka drogi),
- /// wideo z rejestracją ruchu na dłuższym odcinku drogi w co najmniej dwóch przekrojach - początkowym i końcowym (zapis czasu wjazdu na odcinek i wyjazdu z odcinka każdego z pojazdów),
- /// wideo w ruchomym pojeździe (zapis przejazdu odcinka drogi z równoczesną rejestracją czasu przejazdu oraz prędkości chwilowych w kolejnych przekrojach),
- /// automatyczną przy użyciu urządzeń rejestrujących trajektorię jazdy pojazdu w powiązaniu z czasem (zwykle jazda za losowo wybranym pojazdem).

Wybór metody pomiarowej musi uwzględniać cel pomiaru (zakres niezbędnych do pozyskania charakterystyk ruchu) oraz ograniczenia możliwości stosowania danej techniki w różnych lokalizacjach (odcinki miejskie i zamiejskiej, ekspozycja pomiaru), a także wymaganą dokładność pomiaru, natężenie ruchu oraz spodziewane wartości prędkości pojazdów (limity prędkości od 20km/h do 90km/h). W przypadku wykonywania wyrównanych pomiarów ruchu korzysta się zwykle z prostych technik pomiarowych o niskich kosztach.

Pomiar metodą manualną polega na wyznaczeniu prędkości pojazdów w sposób pośredni na podstawie znanej długości bazy pomiarowej i rejestrowanych czasów wystąpienia kolejnych zdarzeń w czasie rzeczywistym (momenty przekroczenia przekroju początkowego i końcowego bazy pomiarowej). Długość bazy pomiarowej powinna być dostosowana do spodziewanych wartości prędkości pojazdów. Zaletą metody jest pomiar w sposób niezauważalny dla kierujących oraz bardzo niskie koszty pomiaru

Pomiar metodą radarową polega na wyznaczeniu prędkości pojazdów na podstawie jej odczytu z urządzeń radarowych (laserowych, wykorzystujących efekt Dopplera). Zaletą metody jest krótki czas pozyskiwania danych, możliwość jej zastosowania w każdych warunkach. Dużą wadą metody mogą być niewiarygodne wyniki spowodowane reakcją kierujących, obawiających się kontroli prędkości.

Pomiar prędkości metodą wideo, podobnie jak w metodzie manualnej, polega na wyznaczeniu prędkości pojazdów w sposób pośredni na podstawie analizy kolejnych zdarzeń pojawienia się pojazdu na początku i końcu odcinka bazowego. Analiza prędkości prowadzona jest w warunkach laboratoryjnych. Pomiar taki daje większą dokładność niż pomiar manualny, ale wymaga większego nakładu pracy.

Metoda automatyczna pozwala na prowadzenie pomiarów przy zachowaniu wysokiej dokładności pomiaru oraz zapewnia możliwość łatwej zmiany lokalizacji punktów pomiarowych. Metoda ta pozwala na rozróżnienie prędkości pojazdów w całym potoku ruchu jak i w ruchu swobodnym oraz pozwala na pomiary przy dużych natężeniach ruchu. Jest ona również bardziej precyzyjna z powodu wyeliminowania błędu obserwacji przez osoby realizujące pomiary. Metoda pozwala w sposób automatyczny rejestrować dane o ruchu wraz z jego klasyfikacją rodzajową. Metoda ta wymaga użycia specjalistycznego sprzętu pomiarowego.

Czas trwania pomiarów powinien być uzależniony od uzyskania statystycznie istotnej próby pomiarowej z założonym błędem pomiaru wartości średniej oraz prawdopodobieństwem wystąpienia określonego błędu. Szczegółowe informacje w tym zakresie podano w części II opracowania w rozdz. 1.2.

Pomiary prędkości w ruchu swobodnym powinny być prowadzone w okresach ograniczających wpływ innych czynników na prędkość, jak np. warunki pogodowe, oświetlenia, duże natężenie ruchu. Jest to szczególnie istotne w przypadku gromadzenia danych o ruchu do badań typu „przed” i „po” wdrożeniu określonego środka zarządzania prędkością. W tych przypadkach należy dodatkowo zwracać uwagę na porównywalność warunków pomiaru w okresie „przed” i „po” – natężenie i struktura rodzajowa ruchu, pogoda, występowanie lub brak nadzoru itp.

W przypadku planowania zmiennych ograniczeń prędkości, przystosowanych do zmieniających się warunków ruchu, pomiary prędkości poprzedzające wprowadzenie tych ograniczeń powinny być wykonywane także w różnych warunkach.

Sposób prowadzenia badań prędkości powinien być uzależniony od miejsca lokalizacji i planowanego do wprowadzenia środka nadzoru prędkości. Zaleca się następujące badania prędkości:

- /// strefy ograniczenia prędkości Tempo 30 i strefy zamieszkania – punktowe pomiary w kilku miejscach planowanej strefy,
- /// uspokojenie ruchu na odcinkach ulic w miastach – punktowe pomiary w kilku miejscach ciągów ulic planowanych do uspokojenia ruchu,
- /// uspokojenie ruchu na odcinkach dróg w małych miejscowościach – pomiary odcinkowe oraz punktowe w kilku kolejnych lokalizacjach przeznaczonego do uspokojenia odcinka drogi,
- /// lokalne ograniczenia prędkości – pomiary punktowe w kilku kolejnych przekrojach,
- /// nadzór nad ruchem drogowym – pomiary odcinkowe oraz punktowe w kilku kolejnych przekrojach.

W efekcie badań i analiz ruchu na odcinkach potencjalnie niebezpiecznych, na których planowane jest wprowadzenie środków zarządzania prędkością należy określić następujące dane:

**a)** w odniesieniu do miar bezpośrednich

- /// liczba wszystkich wypadków w danej lokalizacji,
- /// liczba wszystkich wypadków potencjalnie związanych z prędkością (między innymi najechania na pieszego, zderzenia czołowe, wypadnięcia z jezdni),
- /// liczba wszystkich ofiar ciężko rannych i śmiertelnych łącznie,
- /// liczba ofiar ciężko rannych i śmiertelnych w wypadkach potencjalnie związanych z prędkością.

**b)** w odniesieniu do miar pośrednich, na podstawie danych zebranych w ramach pomiarów

- /// średnia prędkość obliczona dla zbioru pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju,
- /// V15 – kwantyl 15% obliczony dla zbioru pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju w wyznaczonych interwałach oraz w całym okresie pomiaru,
- /// V85 – kwantyl 85% obliczony dla pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju w wyznaczonych interwałach oraz w całym okresie pomiaru,
- /// V95 – kwantyl 95% obliczony dla zbioru pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju w wyznaczonych interwałach oraz w całym okresie pomiaru,
- /// Vm – mediana obliczona dla zbioru pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju w wyznaczonych interwałach oraz w całym okresie pomiaru,
- /// S – odchylenie standardowe w próbie pojazdów rejestrowanych na pasie ruchu lub w przekroju w wyznaczonych interwałach oraz w całym okresie pomiaru,
- /// WZV – współczynnik zmienności prędkości obliczany dla każdego z wyznaczonych interwałów i dla całego zakresu pomiaru,
- /// UVdop – udział pojazdów przekraczających prędkość dopuszczalną i dodatkowo z wyróżnieniem różnych klas przekroczeń prędkości dopuszczalnej (+10 km/h, +20 km/h, +30 km/h),
- /// średnia wartość przekroczenia prędkości dopuszczalnej  $\Delta V_{dop}$ .

**c)** w odniesieniu do natężenia ruchu w okresie pomiarowym

- /// natężenie ruchu pojazdów z rozróżnieniem na kierunki i pasy ruchu. Dodatkowo można wyróżnić grupę pojazdów w ruchu swobodnym, tzn. takich których kierujący mają swobodę wyboru prędkości. Do wyboru tej grupy pojazdów można zastosować proste kryterium odstępu czasowego między pojazdami. Jeśli odstęp do poprzedzającego pojazdu jest większy od 6 s, to dany pojazd można zaliczyć do grupy pojazdów poruszających się w ruchu swobodnym),
- /// natężenie ruchu pieszego i rowerowego,
- /// natężenie ruchu innych nietypowych grup użytkowników, jeżeli były rejestrowane.

## 4.2. Badania i analizy czynników społeczno-ekonomicznych

### 4.2.1. Badania opinii społecznych

Badania opinii społecznej są ważnym elementem procesu wdrażania środków zarządzania prędkością. Ważne jest, aby wiedzieć, jakie jest podejście społeczności, szczególnie lokalnej, do funkcjonujących rozwiązań i jaka jest opinia na temat propozycji wdrożenia bardziej restrykcyjnych środków. Takie badania muszą być prowadzone w grupach kie-

rowców, rowerzystów i pieszych, jako potencjalnych beneficjentów zastosowanych środków zarządzania prędkością. Badania takie mogą wskazywać poziom wsparcia publicznego dla różnych środków oddziaływania na prędkość pojazdów. Wyniki badań opinii społecznych są kluczowe dla budowy kompleksowego programu poprawy bezpieczeństwa, w tym, w zakresie zarządzania prędkością. Trzeba brać pod uwagę fakt, że społeczeństwa mają różne poziomy tolerancji w stosunku do wprowadzanych zmian, ich tempa i zakresu. Bardzo istotne jest, aby wdrożeniom wybranych środków towarzyszyły kampanie informacyjne, co może znacznie podnieść poziom społecznej akceptacji tych rozwiązań.

Badania opinii społecznej można podzielić na dwie grupy:

- /// badania na poziomie krajowym, obejmujące zakresem głównie identyfikację głównych problemów w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego i akceptację dla wdrażanych działań – na poziomie ogólnym. Badania takie mogą również wskazać na poziom świadomości społecznej w zakresie zagrożeń bezpieczeństwa w ruchu drogowym;
- /// badania na poziomie lokalnym, które dotyczą konkretnych działań w określonych lokalizacjach. Badania takie pozwalają na uzyskanie informacji o poziomie społecznej akceptacji wdrażanych rozwiązań – na poziomie szczegółowym.

Typowe metody badania opinii społecznej to:

- /// ankieta telefoniczna – w badaniach na poziomie krajowym,
- /// ankiety internetowe – w badaniach na poziomie krajowym i lokalnym,
- /// ankiety wysyłane w formie listów – w badaniach na poziomie krajowym,
- /// wywiad w terenie – w badaniach na poziomie krajowym i lokalnym,
- /// spotkania konsultacyjne w trakcie procesu inwestycyjnego – na poziomie lokalnym (bardzo ważne na etapie koncepcji i wyboru wariantu).

Spotkania konsultacyjne z mieszkańcami służą przede wszystkim informowaniu o planowaniu wprowadzenia środków zarządzania prędkością. Doświadczenia pokazały, że wczesny udział obywateli prowadzi do ustalenia kompromisowego rozwiązania i skutecznego wprowadzania środków zarządzania prędkością. W wyniku dyskusji społecznej i konsultacji specjalistycznych mogą nastąpić korekty niektórych rozwiązań. Po przeprowadzeniu konsultacji i spotkań roboczych istotnym elementem jest publiczna prezentacja końcowej koncepcji wdrożenia środków zarządzania prędkością.

Podsumowując, udział społeczny jest niezwykle ważny przy projektowaniu środków zarządzania prędkością, gdyż:

- /// umożliwia informowanie mieszkańców i obywateli o planowanych zmianach,
- /// umożliwia wymianę opinii pomiędzy urzędami a obywatelami i pozwala w ten sposób lokalnym społecznościom na proponowanie własnych rozwiązań,
- /// prowadzi z reguły do zwiększenia akceptacji restrykcyjnych środków kontroli prędkości.

Sukces wdrożenia środków kontroli prędkości nie zależy wyłącznie od osiągnięcia obiektywnych wskaźników, założonych podczas formułowania celów (ograniczenie prędkości, zmniejszenie zagrożenia wypadkowego). Istotna jest subiektywna ocena społeczności lokalnej. Jeżeli wprowadzone środki zarządzania prędkością nie zyskują akceptacji społeczności lokalnej, ich zasadność zostaje szybko podważana. Może się nawet zdarzyć, że presja ze strony społeczności lokalnej będzie tak silna, że władze samorządowe zostaną zmuszone do usunięcia zastosowanych środków, np. uspokojenia ruchu. Dlatego już w fazie koncepcji należy dążyć do pozyskania akceptacji społeczności lokalnej do propo-

nowanych rozwiązań lub tymczasowo zrezygnować z nadmiernie kontrowersyjnych środków.

Projekty wdrażania środków ograniczenia prędkości zawsze będą budzić sprzeciwy, nie można oczekiwać, że takie projekty będą zawierać wszystkie (często sprzeczne) oczekiwania i że ogół mieszkańców zaaprobuje np. uspokojenie ruchu oraz nową aranżację przestrzeni. Powszechnie jest zjawisko, że ludzie łatwiej prezentują reakcje negatywne niż pozytywne wobec działań władz. Dlatego w praktyce ważne jest, aby odsetek osób deklarujących silne i uzasadnione niezadowolenie był jak najniższy.

Rozwiązania, które obiektywnie wykazują skuteczność, mogą być uznane przez mieszkańców za kontrowersyjne i odwrotnie, ludzie mogą domagać się stosowania rozwiązań, co do których wiadomo, że nie odnoszą skutku z uwagi na poprawę bezpieczeństwa ruchu. Również porównania pomiędzy pomierzonymi zmianami parametrów ruchu a odbiorem społecznym wykazują, że może nie być związku pomiędzy rzeczywistą redukcją prędkości pojazdów, zmniejszeniem ruchu tranzytowego, czy mniejszą liczbą wypadków a odsetkiem respondentów, którzy uważają, że parametry te uległy zmianie. W ten sposób mimo obiektywnej poprawy bezpieczeństwa subiektywne odczucie społeczności lokalnej może być przeciwnie. Jednak generalnie społeczności lokalne reagują pozytywnie na zmniejszone natężenie ruchu, szersze chodniki, niższe prędkości pojazdów i lepsze warunki dla ruchu pieszych. Bardzo istotne jest ciągłe uświadamianie społeczeństwu, w jakim stopniu ograniczanie prędkości wpływa na redukcję ryzyka uczestniczenia w wypadkach drogowych, szczególnie z udziałem osób ciężko rannych i śmiertelnych.

Z doświadczeń brytyjskich wynika, że najbardziej pozytywna reakcja na wdrażanie środków redukcji prędkości pochodzi od osób niepełnosprawnych, rowerzystów, dorosłych będących opiekunami dzieci oraz samych dzieci. Na obszarach ruchu uspokojonego można spodziewać się poprawy w zakresie samodzielnego poruszania się dzieci: większa jest aproba rodziców i opiekunów aby np. dzieci chodziły pieszo do szkoły i do lokalnych sklepów samodzielnie. Piesi czują się bezpieczniej podczas przechodzenia przez jezdnię, a kierujący pojazdami są bardziej skłonni do ustępowania im pierwszeństwa.

#### **4.2.2. Uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego**

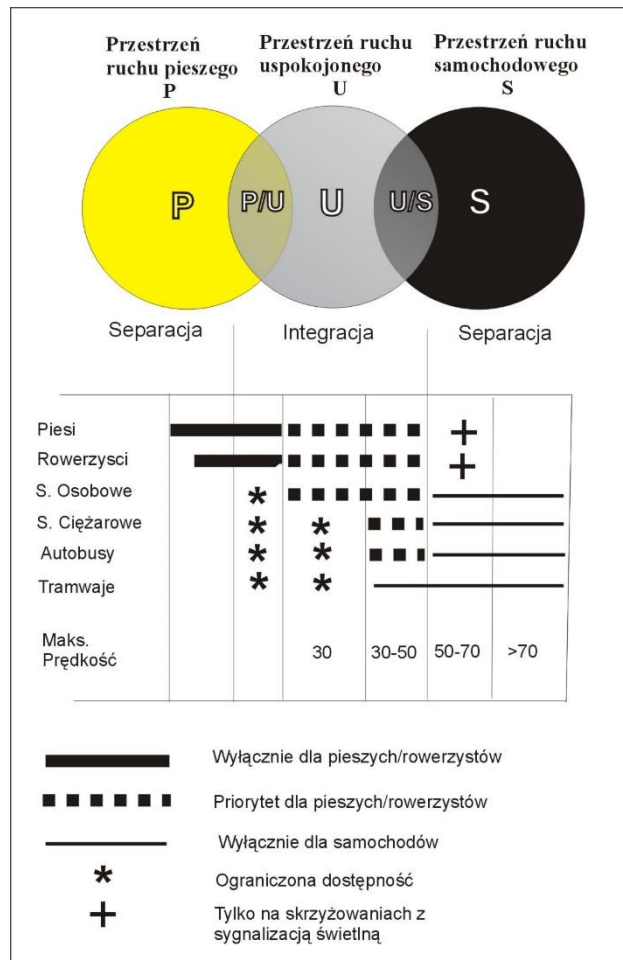
Z definicji struktura przestrzenna (struktura zagospodarowania przestrzennego) jest to struktura gruntowa plus struktura zainwestowania gruntów (obiekty budowlane i ich granice). Z punktu widzenia transportu cechy i funkcje tego zainwestowania oraz położenie względem siebie tworzą przestrzenny układ źródeł i celów przemieszczania się ludzi i przewożenia towarów, tworząc w ten sposób określone potrzeby transportowe. Odpowiednie kształtowanie układów funkcjonalno-przestrzennych i planowania transportu mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo ruchu poprzez:

- /// ograniczenie potrzeb transportowych, zwłaszcza wykonywanych samochodem osobowym,
- /// minimalizację potrzeb przecinania się ruchu samochodowego i pieszego, zwłaszcza dzieci i osób niepełnosprawnych,
- /// eliminację efektu bariery wywoływanego przez obiekty transportowe (jezdnie wielopasowe, torowiska, ekrany akustyczne).

Z punktu widzenia zagospodarowania przestrzennego poprawa brd jest celem samym w sobie, mieszczącym się w dążeniu do poprawy warunków szeroko rozumianego środowiska zamieszkania. Doświadczenia krajów zachodnich wskazują na głębokie osadzenie zagadnienia brd w rozwiązaniach planistycznych i konieczność integralnego traktowania zagadnień brd, kompozycji przestrzennej i funkcjonalnej miast oraz zagadnień społecz-

nych. Interdyscyplinarne i spójne traktowanie problemów transportowych, architektonicznych oraz społecznych przynosi efekt synergii.

Strefowanie funkcji w obszarach zabudowanych oznacza miejsce transportu samochodowego w danej strefie. W najprostszym podejściu, przestrzeń, w której odbywa się ruch drogowy, można podzielić na tę wydzieloną dla transportu samochodowego, dla ruchu pieszego i rowerowego oraz wspólną, przeznaczoną zarówno dla ruchu samochodowego, jak i pieszego z rowerowym (rys. 4.1).



**Rys. 4.1.** Klasyfikacja przestrzeni dla ruchu drogowego w obszarach miejskich  
**Źródło:** [11].

Część przeznaczona dla ruchu pieszego powinna podlegać separacji od ruchu samochodowego. W części wspólnej przede wszystkim należy wprowadzać elementy wymuszenia ograniczenia prędkości. Należy również pamiętać, że przejścia dla pieszych przez jezdnię też są częścią wspólną, którą należy chronić.

Strefowanie przestrzeni jednocześnie warunkuje strefowanie prędkości, co zostało opisane w rozdz. 3.3.2.

Bardzo istotna jest identyfikacja rejonów i obiektów generujących ruchu drogowy, będących celem i źródłem podróży: np. obszary centralne, ciasno zabudowane obszary mieszkalne, obszary przemysłowe (miejsca koncentracji pracy), publiczne instytucje infrastrukturalne (szkoły, instytucje sportowe, rozrywkowe i rekreacyjne, kościoły), obiekty zaopatrzeniowe (centra sklepowe, hipermarkety).

Na terenach cennych historycznie należy zwrócić uwagę, aby środki uspokojenia ruchu nie obniżały wartości estetycznych danych obiektów, czy ciągów ulicznych. Niektóre odcinki posiadają już naturalne elementy uspokajające ruch, takie jak zabudowane krawężniki, wąskie jezdnie, brukowane i kamienne ulice oraz zwężenia i można je wykorzystać do procesu uspokojenia ruchu. W szczególności należy zwrócić uwagę, aby nowe oznakowanie było dopasowane do istniejącej architektury miejskiej.

Podsumowując konieczność uwzględnienia zagospodarowania przestrzennego należy przed wdrażaniem środków zarządzania prędkością:

- // ustalić klasyfikację i hierarchizację ciągów drogowych na danym obszarze,
- // zidentyfikować przeznaczenie poszczególnych stref, z uwzględnieniem stref mieszkaniowych i ich charakteru (zabudowa zwarta, gęsta, rozproszona, pojedyncza), stref przemysłowych, centralnych, handlowo – usługowych itp.,
- // zidentyfikować główne cele i źródła podróży w postaci obiektów generujących ruch,
- // wyróżnić strefy, które szczególnie powinny podlegać ochronie poprzez środki zarządzania prędkością (intensywny ruch pieszy, obszary szkolne),
- // zidentyfikować lokalizację przejść dla pieszych i określić potrzeby ochrony pieszych przekraczających jezdnię,
- // wyróżnić obszary cenne historycznie i dobrać adekwatnie środków uspokojenia ruchu,
- // ustalić typy pojazdów poruszających się danym odcinkiem drogi i dobór w związku z tym odpowiednich środków (uwzględnienie transportu zbiorowego – autobusy, dojazdy służb ratowniczych – straż pożarna). Należy jednak zwrócić też uwagę, że stosowane środki uspokojenia ruchu mogą mieć również na celu utrudnienie lub uniemożliwienie poruszania się pojazdów ciężkich.

### **4.3. Ocena potrzeby stosowania zarządzania prędkością ze wskazaniem typowych środków tego zarządzania**

#### **4.3.1. Metoda analizy wielokryterialnej**

Proces inwestycyjny w zakresie projektów drogowych wymaga podejmowania szeregu decyzji na poszczególnych etapach realizacji. Kluczową decyzją jest jednak wybór optymalnego wariantu inwestycji, ponieważ wpływa to bezpośrednio na zakres inwestycji, jej koszty, parametry użytkowe po ukończeniu.

Wybór określonego wariantu inwestycyjnego jest procesem wiążącym się z wymiernymi konsekwencjami (finansowymi, transportowymi, środowiskowymi, oddziaływaniem na bezpieczeństwo uczestników ruchu itp.), konieczne jest więc jego wsparcie metodami naukowymi. Dla typowej oceny społeczno – ekonomicznego oddziaływania poszczególnych wariantów inwestycji wystarczająca jest szeroko stosowana analiza „kosztów – korzyści” (CBA). W przypadku jednak, gdy analiza „kosztów – korzyści” nie jest wystarczająca do oceny oddziaływania projektu (brak metod oceny dla skutków inwestycji) należy rozważyć zastosowanie analizy wielokryterialnej. Celem analiz wielokryterialnych jest wybór rozwiązania optymalnego z punktu widzenia celu inwestycji, pod kątem różnych kryteriów o charakterze ilościowym oraz jakościowym.

Odnosząc opisaną powyżej metodę do zadania polegającego na wdrożeniu zarządzania prędkością, głównym jej celem będzie ograniczenie prędkości i poprawa bezpieczeństwa

uczestników ruchu drogowego. Konieczne jest jednak uwzględnianie przy wyborze środków zarządzania również innych kryteriów, takich jak:

- /// techniczne – możliwość realizacji z uwagi na ewentualne kolizje z istniejącą infrastrukturą i zagospodarowaniem otoczenia drogi, kolizje z miejscowym planem zagospodarowania terenu,
- /// transportowe – obejmuje zakresem: przepustowość elementów sieci drogowej oraz czas podróży – kryterium niezbędne do oceny warunków ruchu dla analizowanego zadania,
- /// bezpieczeństwa – obejmuje zakresem: liczbę wypadków, liczbę ofiar wypadków oraz ich koszty; kryterium niezbędne do oceny poziomu bezpieczeństwa po realizacji danego zadania w stosunku do stanu istniejącego,
- /// środowiskowe (środowisko naturalne i społeczne) – emisja spalin, hałas, drgania, wpływ na warunki życia, protesty i opinie lokalnych społeczności,
- /// komplementarność – obejmuje zakresem dopasowanie do wcześniejszych działań podejmowanych na analizowanym odcinku drogowym, lub w danym obszarze (gmina, powiat, miasto itp.), wskazuje na ile dane zadanie rozwija już wdrażane działania,
- /// ekonomiczne – koszt wdrożenia danego środka i jego utrzymania.

Podstawową metodą doboru kryteriów oceny oraz ich wag jest metoda ekspercka (udział w analizie zespołu ekspertów z różnych obszarów np. ekonomia, bezpieczeństwo, projektowanie), wsparta narzędziami matematycznymi np. metodą AHP/ANP.

Opisywana metoda analizy wielokryterialnej między innymi ma na celu zobiektywizowanie doboru wag kryteriów oraz ułatwienie w wyborze wariantów dla bardzo zróżnicowanych zadań. Metoda analitycznego procesu sieciowego AHP pozwala na dekompozycję problemu decyzyjnego do postaci hierarchii kryteriów, podkryteriów i alternatyw. Szczególnie cenne w tej metodzie jest zastosowanie dodatkowych sprzężeń zwrotnych, odwrotnych co do kierunku niż relacje hierarchiczne. Pozwalają one na uwzględnienie często specyficznego znaczenia kryteriów decyzyjnych w odniesieniu do poszczególnych alternatyw, odzwierciedlając niejednorodne problemy decyzyjne. Poprzez sumaryczną ocenę istotności poszczególnych kryteriów w relacji do alternatyw możliwe jest stworzenie dokładniejszej struktury wag kryteriów.

Najprostszą formą zastosowania analizy wielokryterialnej będzie porównanie wariantu 0 – „nic nie robić” i wariantu 1 – „wdrożenie określonego zadania z zakresu zarządzania prędkością”. Przy takiej analizie jej efektem będzie wykazanie potencjalnych korzyści z takiego wdrożenia w stosunku do sytuacji aktualnej. Zazwyczaj jednak do dyspozycji są alternatywne rozwiązania. W przypadku zarządzania prędkością może to być np. zastosowanie tylko elementów oznakowania lub środków budowlanych. W pierwszym przypadku będzie to rozwiązanie tańsze ale o potencjalnie niższej skuteczności, w drugim przypadku droższe, ale o potencjalnie wyższej skuteczności.

#### **4.3.2. Wykorzystanie elementów analizy wielokryterialnej we wdrażaniu środków zarządzania prędkością**

Mając określone cele ogólne i cele cząstkowe, będzie możliwe określenie działań, które mają być realizowane. Podjęcie decyzji w zakresie celu - redukcja liczby wypadków związanych z prędkością można oprzeć na następujących ogólnych kryteriach:

- /// poziom ryzyka mierzony liczbą wypadków i ich ofiar oraz wskaźnikami brd i możliwością jego zmniejszenia,



- /// identyfikacja problemów związanych z prędkością (efekt bariery, wysokie prędkości, brak przestrzegania limitów) i możliwość ich redukcji,
- /// identyfikacja problemów związanych z ruchem drogowym (udział pojazdów ciężkich, natężenie) i możliwość ich redukcji,
- /// problemy środowiskowe (hałas, emisja spalin, drgania) i możliwość ich redukcji,
- /// protesty mieszkańców i możliwość zapewnienia ich oczekiwań,
- /// elementy analizy koszty – korzyści (CBA – koszty wdrożenia i utrzymania, koszty środowiska – hałas, emisja spalin, koszty użytkowników – czas podróży, eksploatacja pojazdów, wypadki drogowe).

Wybór i wdrożenie odpowiednich narzędzi będzie podstawą planu działania. Jest mało prawdopodobne, że jeden środek będzie wystarczający dla redukcji liczby wypadków związanych z prędkością. Najczęściej konieczne będzie zastosowanie zestawu różnych środków, aby uzyskać satysfakcjonujący efekt. Przy wyborze środków do wdrożenia konieczne jest wzięcie pod uwagę efektywności wybranych rozwiązań określanej na podstawie doświadczeń zebranych przy podobnych działaniach w zbliżonych uwarunkowaniach.

Na podstawie analizy wielokryterialnej, każdy z potencjalnych wariantów (w tym wariant 0, uzyskuje określoną liczbę punktów w każdym ze zdefiniowanych kryteriów. Po uwzględnieniu wag poszczególnych kryteriów uzyskuje się ranking rozwiązań.

#### **4.4. Udział społeczny w zarządzaniu prędkością**

W rozdziale 4.2.1 wykazano, jak ważne w procesie zarządzania prędkością są opinie społeczne, jak duży wpływ mogą one mieć na podejmowane decyzje i jak istotne jest prawidłowe włączenie społeczności lokalnych do tego procesu. W niniejszym rozdziale opisane są czynniki warunkujące społeczną akceptację wdrażanych środków zarządzania prędkością.

Społeczeństwo, to z jednej strony kierowcy, którzy mają określone oczekiwania w stosunku do sieci drogowej, często przemieszczając się pod presją czasu, lub z innych powodów, przekraczając dozwolone prędkości. Jednocześnie osoby te mogą stanowić prawo krajowe lub lokalne. Wprowadzanie nowych przepisów na różnych poziomach kształtuje się decyzjami polityków, którzy nie zawsze są świadomi zagrożeń związanych z nadmiernymi prędkościami. Doświadczenia wykazują, że bez akceptacji ogółu społeczeństwa ustanowienie ograniczeń prędkości jest praktycznie niemożliwe. Zupełnie inny oddźwięk społeczny jest w przypadku, gdy społeczeństwo jest świadomie takich zagrożeń. Najlepszym przykładem są obszary uspokojenia ruchu przy szkołach. W społeczeństwach rozwiniętych ochrona dzieci jest zjawiskiem naturalnym. Stąd stosowanie środków ograniczających prędkości na przejściach dla pieszych przy szkołach nie jest poddawane nawet pod dyskusję. Jest to zjawisko naturalne i niewiele osób będzie sprzeciwiało się takim działaniom. Zupełnie inaczej odbierany jest nadzór prędkości na podstawowej sieci dróg np. poprzez fotoradary. Takie środki budzą wiele kontrowersji i często sprzeciw. Przyczyn takiego stanu rzeczy może być wiele, jednak trzy należy wskazać jako najistotniejsze:

- /// stan świadomości społeczeństwa odnośnie zagrożeń na drodze. Polskie społeczeństwo w dużej mierze zaakceptowało ryzyko na drodze i uważa, że zdarzenia drogowe są nieodłącznym elementem przemieszczania osób i towarów. Zjawisko to wynika z braków w wychowaniu transportowym;
- /// brak zaufania do zarządców drogowych. Kierowcy nie ufają zarządcom drogi w zakresie zasadności stosowania ograniczeń prędkości, stąd nie zawsze oceniają nad-

zór prędkości jako działanie mające na celu poprawę poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego jako cel podstawowy;

- ▮ niski poziom wiedzy z zakresu zagrożeń związanych z prędkością, efektywnością działań z zakresu zarządzania prędkością a przede wszystkim stosowania ich w konkretnej lokalizacji.

Na podstawie wykonanych badań można stwierdzić, że społeczna akceptacja ograniczeń wynikających z zarządzania prędkością wiąże się z kategorią stosowanych środków:

- ▮ urządzenia kontroli ruchu (urządzenia wyświetlające zalecaną prędkość z lub bez znaku ostrzegawczego, znaki ograniczenia prędkości na jezdni, aktywne znaki ograniczeń prędkości, optyczne oznakowanie zawężające jezdnię)
  - rozwiązania, które nie powodują fizycznego ograniczenia prędkości lub nadzoru wiążącego się karaniem są powszechnie akceptowane,
  - rozwiązania drogowe w zakresie pasywnych środków zarządzania prędkością są akceptowane, jeśli ich zastosowanie nie jest nadużywane lub stosowane w nieadekwatnej sytuacji drogi i jej otoczenia. Jeśli powyższa zasada nie jest spełniona, znaczenie tych środków jest deprecjonowane, a skuteczność maleje;
- ▮ projektowanie dróg i ulic (zmniejszenie szerokości pasa ruchu, zmiana przekroju poprzecznego drogi, stosowanie wysp środkowych, przebudowa skrzyżowań i budowa rond)
  - podstawowym czynnikiem akceptacji zmian w istniejącej sieci drogowej poprzez budowę urządzeń fizycznych jest stopień utrudnień w przemieszczaniu się w stosunku do stanu istniejącego. Urządzenia typu małe ronda, wyspy środkowe, są ogólnie akceptowane,
  - istotnym czynnikiem, który bardzo często ma miejsce po przebudowie układów ulicznych jest ograniczenie liczby miejsc postojowych. Drastyczne ograniczenie liczby miejsc postojowych nie jest akceptowalne i w takich przypadkach należy dołożyć wszelkich starań w celu zapewnienia koniecznej liczby miejsc postojowych np. w strefach uspokojenia ruchu,
  - ograniczenia akceptacji stosowania urządzeń mających za zadanie redukcję prędkości występują w przypadku dużej gęstości stosowanych urządzeń np. kilku rond występujących po sobie na krótkim odcinku, lub serii progów zwalniających;
- ▮ uspokojenie ruchu na odcinkach dróg o małym natężeniu (progi zwalniające, wyniesienia przejść dla pieszych i tarcz skrzyżowań, mini ronda, bramy wjazdowe/wyjazdowe)
  - w przypadku stosowania urządzeń na drogach o małym natężeniu ruchu, w większości przypadków są to osiedla mieszkaniowe, kluczowym elementem w zakresie akceptacji jest stopień utrudnień w przemieszczaniu się w stosunku do stanu istniejącego. Zmiana ulic o ruchu dwukierunkowym na ruch jednokierunkowy może znacząco wydłużyć trasę dojazdu do celu, co nie spotka się z powszechną akceptacją,
  - niezmiernie istotnym elementem związanym z akceptacją stosowania urządzeń uspokojenia ruchu jest odległość urządzenia od miejsca zamieszkania. W bezpośredniej bliskości miejsca zamieszkania urządzenia są akceptowane. Wiąże się to z faktem, że mieszkańcy widzą większą potrzebę ochrony pieszych (w tym szczególnie dzieci), których znają i obserwują na co dzień. Wraz ze wzrostem odległości od miejsca zamieszkania piesi dla kierowcy są anonimowi i nie występuje psychologiczny efekt ochrony osób z najbliższego oto-

- czenia,
- czynnikiem warunkującym akceptację systemu urządzeń uspokojenia ruchu jest długość na jakiej zastosowano restrykcyjne środki uspokojenia ruchu. Jeśli kierujący jest świadomy, że większość trasy będzie mógł pokonać szybko i bezpiecznie to będzie akceptował na niewielkim udziale swej podróży elementy uspokojenia ruchu,
- kluczowym czynnikiem akceptacji środków uspokojenia ruchu drogowego jest wielkość stref ruchu uspokojonego (tempo 30, strefa zamieszkania). Zastosowanie na długości np. 3 km strefy zamieszkania lub strefy tempo 30 nie jest akceptowane, gdyż kierowcy zaczynają się denerwować i przestają respektować pożądane ograniczenia prędkości.

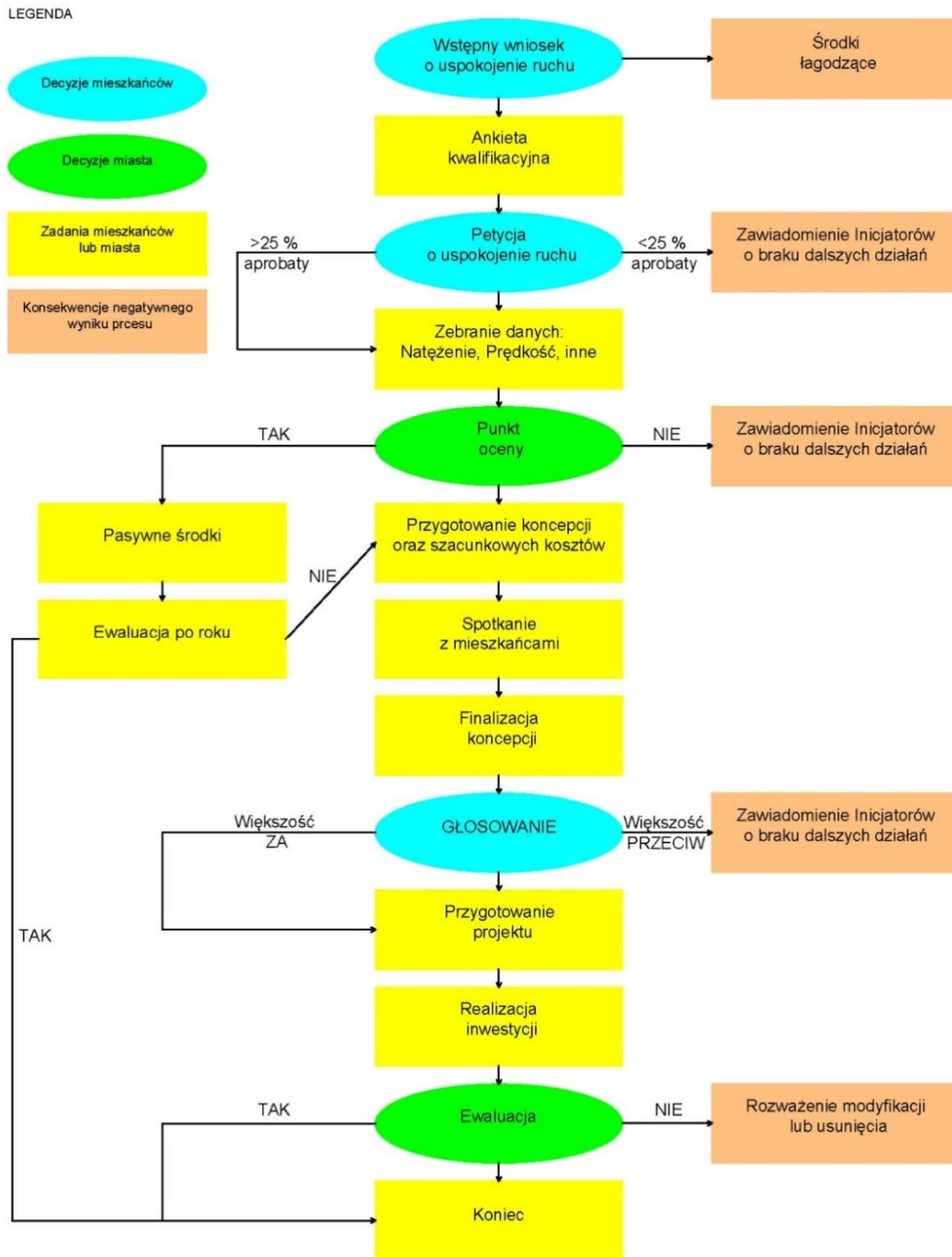
Na rys. 4.2 przedstawiono schemat blokowy realizacji środków uspokojenia ruchu na ulicach lokalnych i zbiorczych o mniejszym znaczeniu wg polityki przyjętej w mieście London w Kanadzie [32], a w tabelicy 4.1 zestaw pytań do wstępnej oceny zasadności wprowadzenia procedury redukcji prędkości. Jest to przykład bardzo przejrzystego postępowania. Zarówno strona zarządcy drogi, jak i społeczna posiada czytelnie określone prawa i obowiązki. Kryteria postępowania zostały jasno ustalone i co istotne mieszkańcy wraz z zarządcą drogi przygotowują wspólnie materiały do dyskusji, jednak to mieszkańcy decydują, czy przyjąć opracowane rozwiązania. Takie postępowanie sprawia, że mieszkańcy mają świadomość, że mogą współtworzyć przestrzeń, w której mieszkają. W celu wspólnej realizacji kształtowania tej przestrzeni, zarządcą drogi wspomaga mieszkańców w zakresie wiedzy merytorycznej oraz proceduralnej.

**Tablica 4.1.** Ankieta kwalifikacyjna wstępnej oceny zasadności wdrażania procedury uspokojenia ruchu drogowego.  
**Źródło:** opracowanie własne na podstawie [32].

L.P.	PYTANIE	TAK	NIE
1.	Czy droga jest drogą lokalną lub zbiorczą (o niekluczowej funkcji)?		
2.	Czy natężenie średnioroczne dobowe jest większe niż 500 P/24h		
3.	Czy dopuszczalna prędkość wynosi 50 km/h?		
4.	Czy otoczenie drogi to przede wszystkim obszar z funkcją mieszkaniową ?		
5.	Czy droga prowadzi ruch do głównego skrzyżowania ?		
6.	Czy długość drogi jest większa niż 150 m ?		
7.	Czy prowadzone było jakiegokolwiek działania w czasie ostatnich 12 miesięcy ?		

Niezwykle istotnym elementem uzyskania społecznej akceptacji dla wdrożenia środków zarządzania prędkością są media i prowadzenie kampanii informacyjnych. Media - w tym media drukowane, media radiowe i telewizyjne oraz internet – mogą znacząco wspomóc edukację publiczną. Media mogą być również krytyczne, nawet do tego stopnia, że będą działać przeciwko planowanym działaniom. Dlatego ważne jest, aby cele kampanii były określone jasno i poparte dowodami. Można wykazać, na przykład, że zwiększenie prędkości powyżej limitu daje niewielkie oszczędności na czasie przejazdu, a znacząco zwiększa ryzyko wystąpienia śmiertelnych lub poważnych obrażeń w wypadkach drogowych. Stałym elementem kampanii powinno być dostarczanie mediom regularnie informacji o postępach we wdrażaniu danych działań i o tym, jaka jest ich efektywność.

Zasady prowadzenia kampanii informacyjnych i edukacyjnych w zakresie zarządzania prędkością są opisane w cz. II opracowania w rozdz. 7.



**Rys. 4.2.** Proces wprowadzenia uspokojenia ruchu drogowego z udziałem społecznym.  
**Źródło:** opracowanie własne na podstawie [32].

## 5. MONITORING WDRAŻANIA ŚRODKÓW ZARZĄDZANIA PRĘDKOŚCIĄ

### 5.1. Wprowadzenie

Monitorowanie i ocena każdego programu lub interwencji jest niezbędna w celu stwierdzenia, czy podejmowane działania przynoszą zaplanowane efekty oraz identyfikacji ewentualnych problemów ograniczających pozytywne skutki realizowanych działań. Taka wiedza, poza uzyskaniem informacji o skuteczności wdrażanych działań, służy także ich doskonaleniu i wypracowaniu rekomendacji w odniesieniu do przyszłych zastosowań. Ponadto wczesne stwierdzenie występowania ewentualnych problemów ograniczających pozytywne skutki realizowanych działań, stwarza szanse na wprowadzenie koniecznych zmian. Dlatego monitorowanie wdrażania środków zarządzania prędkością powinno być integralną częścią programu tego wdrażania.

Na monitorowanie wdrażania środków zarządzania prędkością składają się trzy etapy:

- /// **zaplanowanie oceny.** Warunkiem wyjściowym do planowania monitorowania wdrażanych środków zarządzania prędkością jest ustalenie, na jakie pytania o skuteczność wdrażanych środków poszukuje się odpowiedzi. Zależy to od przyjętych szczegółowych celów wdrażanego zarządzania prędkością. Cele te w odniesieniu do poszczególnych środków mogą się różnić. Przy nadrzędnym celu poprawy bezpieczeństwa ruchu mogą być formułowane także dodatkowe cele np. poprawa bezpieczeństwa głównie wybranej grupy uczestników ruchu, poprawa warunków ruchu z uwagi na jego płynność i ograniczenie strat czasu, stworzenie preferencji w ruchu określonej grupie jego uczestników (piesi, rowerzyści, komunikacja zbiorowa), obniżenie emisji spalin i hałasu, poprawa poczucia komfortu mieszkania przez lokalną społeczność, wzrost społecznej akceptacji ograniczeń prędkości, upowszechnienie nowych środków oddziaływania na prędkość o już sprawdzonej skuteczności. Wraz z ustaleniem listy pytań, na które chce się uzyskać odpowiedź, konieczne jest przyjęcie wskaźników oddziaływania danych środków i ilościowej oceny rezultatów stwierdzonych oddziaływań. Jako „oddziaływanie” należy rozumieć bezpośredni efekt zastosowanego środka powodujący np. zmniejszenie lub zwiększenie prędkości, zmiany stopnia akceptacji ograniczeń prędkości, zmiany natężenia ruchu i jego struktury powodowane wprowadzonymi środkami uspokojenia itp. Natomiast ilościowa ocena rezultatów stwierdzonych oddziaływań odnosi się zwykle do oszacowania zmian wartości różnych miar bezpieczeństwa ruchu, zmian wartości wskaźników opisujących jakość ruchu, zmian poziomu emisji hałasu itp. Zestawienie mierników ocen zamieszczono w rozdz. 5.2;
- /// **wybór metod oceny.** Metoda oceny zależy od wybranych do ocen rodzajów oddziaływań zarządzania prędkością i wskaźników ich ilościowych ocen. W tym przypadku można wykorzystywać metody ocen jakościowych i ilościowych. Najczęściej stosowane są metody ocen zestawione w tab. 5.1.

**Tablica 5.1.** Metody oceny środków zarządzania prędkością.

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie [26].

Metoda oceny	Zakres oceny	Zalety i zastrzeżenia/wady
<b>Oceny jakościowe</b>		
<b>Badania ankietowe w wybranej losowej grupie badawczej</b>	- oddziaływanie	- można uzyskać dodatkowe informacje wyjaśniające powody skutecznego oddziaływania lub braku oddziaływania - niskie koszty - ryzyko poprawnego wyboru próby respondentów - nie można uogólniać wyniku oceny
<b>Oceny ilościowe</b>		
<b>Losowe badania kontrolne</b>	- oddziaływanie - rezultaty	- wiarygodna ocena - wysokie koszty - nie zawsze możliwy jest losowy wybór próby badawczej
<b>Badania „przed i po” z grupą kontrolną</b>	- oddziaływanie - rezultaty	- praktyczny i zalecany sposób badań - wymaga poprawnie dobranej grupy kontrolnej
<b>Badania „przed i po” bez grupy kontrolnej</b>	- oddziaływanie - rezultaty	- niskie koszty - niski poziom wiarygodności wyników oceny
<b>Cyklicznie powtarzane badania w tych samych miejscach w celu oceny trendu zmian</b>	- oddziaływanie - rezultaty	- dobra metoda w przypadku wystarczającej liczby danych np. o zdarzeniach drogowych

Najczęściej stosowane badania „przed” i „po” z obiektem kontrolnym i bez obiektu kontrolnego opisano szerzej w rozdz. 5.2;

**Wykorzystanie i upowszechnienie wyników oceny.** Wyniki oceny wdrażanych środków zarządzania prędkością mogą mieć wielostronne wykorzystanie. Przede wszystkim powinny być analizowane w grupach roboczych odpowiedzialnych za wdrażanie programu zarządzania prędkością. Na podstawie tych analiz powinny być podejmowane m.in. decyzje o ewentualnej modyfikacji działań, jeśli nie stwierdzono występowania oczekiwanych korzyści, lub ich kontynuacji w przyjętej formie. Wyniki przedmiotowych ocen mogą wskazywać także na ewentualne nieplanowane skutki uboczne wdrożenia określonych środków. W takich przypadkach również może być podjęta decyzja o zmianie wcześniej przyjętych rozwiązań. Szybkie reagowanie na występowanie niepożądanych efektów zastosowania określonych środków zarządzania prędkością jest konieczne zarówno z uwagi na osiągnięcie zakładanego celu, jak i ze względów na pozyskiwanie społecznej akceptacji dla idei nowoczesnego zarządzania prędkością. Pozyskiwaniu tego wsparcia służy też rozpowszechnianie wyników ocen na różnych spotkaniach z lokalną społecznością, a także poprzez media i okresowe raporty dostępne np. na stronach internetowych zarządców dróg. Upowszechnianie informacji o osiągniętych rezultatach wdrażania zarządzania prędkością powinno następować niezależnie od wyników ocen (pozytywnych, neutralnych lub negatywnych).

## 5.2. Mierniki oceny skuteczności wdrażanych środków

Zakres i wybór mierników oceny skuteczności wdrażanych środków zarządzania prędkością związany jest z przyjętymi celami wdrażania tych środków, których osiągnięcie powinno być weryfikowane. Ponadto wybór mierników powinien uwzględniać zaangażowanie

różnych instytucji i organizacji we wdrażaniu zarządzania prędkością. Np. stosowanie środków w celu ograniczenia problemu przekraczania dopuszczalnych prędkości może być inaczej oceniane przez zarządcę drogi a inaczej przez służby uprawnione do kontroli prędkości.

W pierwszym przypadku głównym miernikiem oceny będzie zmiana udziału kierujących pojazdami przekraczających dopuszczalną prędkość, a w przypadku służb nadzoru mogą to być dodatkowo: zmiana częstości podejmowanych kontroli, liczba zaangażowanych funkcjonariuszy do kontroli prędkości, liczba automatycznych urządzeń wykorzystywanych do rejestracji prędkości, akcje informacyjne itp.

Poza oceną wpływu stosowanych środków zarządzania prędkością na zmianę zachowań kierujących pojazdami w zakresie wyboru prędkości, istotna jest ocena skutków takich zmian w postaci zmiany poziomu bezpieczeństwa ruchu. Tym samym do grupy mierników oceny skuteczności wdrażanych środków powinny być włączone różne miary bezpieczeństwa ruchu.

W tabelicy 5.2 zestawiono mierniki możliwe do wykorzystania w monitorowaniu wdrażania zarządzania prędkością.

**Tablica 5.2.** Mierniki wykorzystywane w monitorowaniu wdrażania zarządzania prędkością.

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie [26].

	Cel wdrożenia	Możliwy miernik oceny
REZULTATY	Redukcja liczby wypadków powiązanych z nadmierną prędkością	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udział wypadków w rejestrowanym zbiorze związanych z nadmierną prędkością</li> <li>• Liczba wypadków z nadmierną prędkością przypadająca na 100 tys. mieszkańców</li> <li>• Liczba wypadków z nadmierną prędkością przypadająca na 10 tys. zarejestrowanych pojazdów</li> <li>• Liczba wypadków z nadmierną prędkością przypadająca na 1 mld pojazdokilometrów (koncentracja wypadków)</li> <li>• Liczba wypadków z nadmierną prędkością przypadająca na 1 km drogi (gęstość wypadków)</li> </ul>
	Redukcja stopnia ciężkości wypadków	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liczba ofiar przypadających na 100 wypadków</li> <li>• Liczba ofiar śmiertelnych przypadających na 100 wypadków</li> <li>• Liczba ofiar śmiertelnych i ciężko rannych przypadających na 100 wypadków związanych z nadmierną prędkością</li> <li>• Liczba ofiar wypadków o określonej ciężkości przypadająca na 1 mld pojazdokilometrów (koncentracja ofiar wypadków)</li> <li>• Liczba ofiar wypadków o określonej ciężkości przypadająca na 1 km drogi (gęstość ofiar wypadków)</li> </ul>
	Redukcja liczby śmiertelnych ofiar wypadków wśród pieszych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liczba ofiar śmiertelnych wśród pieszych w wypadkach z nadmierną prędkością</li> </ul>
ODDZIAŁYWANIE	Zwiększenie stopnia przestrzegania ograniczeń prędkości	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procentowy udział kierujących pojazdami przekraczających dopuszczalną prędkość</li> </ul>
	Redukcja prędkości średniej i maksymalnej w ruchu swobodnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyki prędkości chwilowej i prędkości jazdy</li> </ul>
	Zwiększenie poziomu społecznej akceptacji zarządzania prędkością	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odsetek osób popierających wdrażane działania (z ocen ankietowych)</li> </ul>

W tabelicy 5.2 wskazano na mierniki, które mogą służyć ocenie „oddziaływania” i odrębnie na mierniki służące ocenie skutków wdrażanych środków („rezultaty”). Zestawiona lista

mierników nie jest zamknięta i może być w indywidualnych przypadkach ocen rozszerzana. Zaleca się, aby w praktyce wykorzystywać więcej niż jeden miernik oceny.

Uzupełnieniem powyższego zestawienia są mierniki pośredniej oceny bezpieczeństwa ruchu związane z obserwowanymi konfliktami w ruchu drogowym. Technika konfliktów ruchowych może być wykorzystywana do doraźnych ocen potencjalnego wpływu wprowadzonych środków zarządzania prędkością na bezpieczeństwo ruchu w krótkim czasie po wprowadzeniu danego środka. Nie są to typowe mierniki zalecane w systematycznie realizowanym monitoringu zarządzania prędkością.

Spśród wymienionych w tabelicy 5.2 mierników oceny dodatkowego wyjaśnienia wymagają mierniki oceny bezpieczeństwa ruchu drogowego odnoszące się do opisu tzw. ryzyka indywidualnego i ryzyka społecznego.

Ryzyko indywidualne odnosi się do zachowań pojedynczego uczestnika ruchu drogowego na obiekcie drogowym (skrzyżowanie, odcinek międzywęzłowy). W ujęciu operacyjnym, jest to prawdopodobieństwo uwikłania pojedynczego uczestnika ruchu drogowego w zdarzenie niebezpieczne lub prawdopodobieństwo poniesienia strat w zdarzeniu niebezpiecznym w czasie poruszania się po sieci drogowej, liczone jako średni poziom prawdopodobieństwa strat jednego uczestnika ruchu drogowego w przeliczeniu na jednostkę pracy przewozowej wykonywanej na analizowanej drodze w przyjętym okresie odniesienia. Ryzyko indywidualne może być mierzone za pomocą takich miar jak: koncentracja wypadków  $KW$ , koncentracja wypadków o określonym stopniu ciężkości  $KWC$ , koncentracja wypadków związanych z prędkością  $KWp$ , koncentracja wypadków o określonym stopniu ciężkości związanych z prędkością  $KWpC$ .

Koncentrację wypadków oblicza się ze wzoru:

$$KW = LW/PP \quad (5.1)$$

Koncentrację wypadków o określonym stopniu ciężkości oblicza się ze wzoru:

$$KWCi = LWCi/PP \quad (5.2)$$

Koncentrację wypadków związanych z prędkością oblicza się ze wzoru:

$$KWp = LWp/PP \quad (5.3)$$

Koncentrację wypadków o określonym stopniu ciężkości związanych z prędkością oblicza się ze wzoru:

$$KWpCi = LWpCi/PP \quad (5.4)$$

Ryzyko społeczne odnosi się do zachowań wszystkich uczestników ruchu drogowego na analizowanym odcinku drogi. Zatem jest to strata (liczba ofiar, a także straty materialne poniesionych w wypadkach drogowych) w przyjętym okresie odniesienia (najczęściej w przeliczeniu na rok), na wybranym obszarze, sieci lub odcinku drogi. Ryzyko społeczne może być mierzone za pomocą takich miar jak: gęstość wypadków  $GW$ , gęstość wypadków o określonym stopniu ciężkości  $GWC$ , gęstość wypadków związanych z prędkością  $GWp$ , gęstość wypadków o określonym stopniu ciężkości związanych z prędkością  $GWpC$ .

Gęstość wypadków oblicza się ze wzoru:

$$GW = LW/L \quad (5.5)$$

Gęstość wypadków o określonym stopniu ciężkości oblicza się ze wzoru:

$$GWCi = LWCi/L \quad (5.6)$$



Gęstość wypadków związanych z prędkością oblicza się ze wzoru:

$$GWp = LWp/L \quad (5.7)$$

Gęstość wypadków o określonym stopniu ciężkości związanych z prędkością oblicza się ze wzoru:

$$GWpCi = LWpCi/L \quad (5.8)$$

gdzie:

$LW$  – liczba wypadków na analizowanym odcinku drogi w okresie odniesienia  $n$  lat [wypadki/ $n$ ],

$LWpCi$  – liczba wypadków o określonym stopniu ciężkości (ranni, ciężko ranni, z ofiarami śmiertelnymi) na analizowanym odcinku drogi w okresie odniesienia  $n$  lat [wypadki/ $n$ ],

$LWp$  – liczba wypadków związanych z prędkością na analizowanym odcinku drogi w okresie odniesienia  $n$  lat [wypadki/ $n$ ],

$LWpCi$  – liczba wypadków o określonym stopniu ciężkości (ranni, ciężko ranni, z ofiarami śmiertelnymi) związanych z prędkością na analizowanym odcinku drogi w okresie odniesienia  $n$  lat [wypadki/ $n$ ],

$L$  – długość analizowanego odcinka drogi [km],

$PP$  – praca przewozowa wykonana przez pojazdy na analizowanym odcinku drogi w okresie odniesienia  $n$  lat, z którego gromadzono dane o wypadkach [mld pojazdokilometrów].

Występująca we wzorach (5.1) do (5.4) praca przewozowa  $PP$  może być obliczana jako iloczyn średniodobowego natężenia ruchu  $SDR$  [P/24h], liczby dni w okresie odniesienia  $n$  lat i długości odcinka drogi  $L$  [km]:

$$PP = SDR * 365 * n * L / 10^8 \quad (5.9)$$

W przypadku analiz obejmujących liczby ofiar wypadków można odpowiednie miary koncentracji ofiar wypadków i gęstości ofiar wypadków obliczyć ze wzorów (5.1) do (5.8) podstawiając odpowiednio w miejsce  $LW$ ,  $LWpCi$ ,  $LWp$ ,  $LWpCi$  liczbę ofiar wypadków o określonej ciężkości, liczbę ofiar wypadków związanych z prędkością, liczbę ofiar wypadków o określonej ciężkości związanych z prędkością.

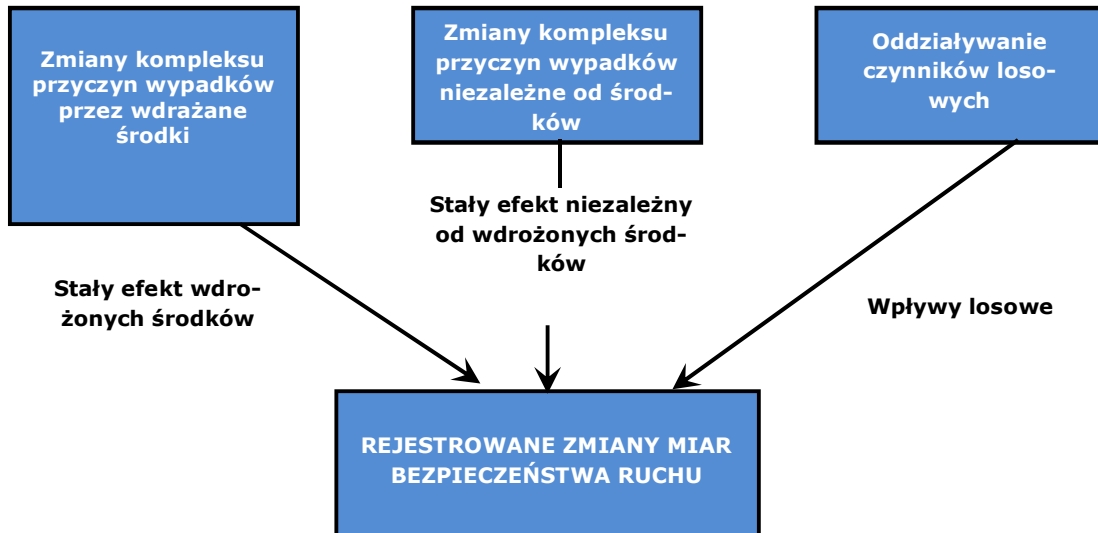
Charakterystyki prędkości chwilowej i prędkości jazdy, które można wykorzystać jako mierniki oceny skuteczności oddziaływania zarządzania prędkością na zachowania kierujących pojazdami zostały opisane w rozdz. 1.2 części II.

## 5.3. Badania i analizy ruchu drogowego jako elementy monitoringu

### 5.3.1. Badania i analizy miar bezpieczeństwa ruchu drogowego

Podjęwając badania wpływu środków zarządzania prędkością na bezpieczeństwo ruchu należy mieć świadomość istnienia kompleksu przyczyn i okoliczności wypadków, na który oddziałują nie tylko zastosowane środki. Do kompleksu przyczyn i okoliczności wypadków należą czynniki związane z: populacją uczestników ruchu i indywidualnymi cechami charakteryzującymi zachowania ludzkie, infrastrukturą drogową, parkiem samochodowym, warunkami topograficznymi, zagospodarowaniem urbanistycznym, warunkami pogodowymi, organizacją służb ratowniczych oraz porządkiem prawnym. Są to czynniki, które mogą się zmieniać w czasie równoległe z wdrażanymi i ocenianymi środkami. Musi to znaleźć także odbicie w metodach ocen skuteczności stosowanych środków poprawy

bezpieczeństwa ruchu oraz gromadzonych danych do przedmiotowych ocen. Ponadto obserwowane zmiany wypadkowości są zwykle wynikiem nie tylko wprowadzonych środków i zmian podanego wyżej kompleksu przyczyn, ale także wynikiem trudnych do zidentyfikowania oddziaływań losowych. Podane uwarunkowania ilustruje schemat na rys. 5.1.



**Rys. 5.1.** Schemat uwarunkowań w ocenie skuteczności wdrażanych środków zarządzania prędkością.  
**Źródło:** opracowanie własne.

Analogicznie do opisanych powyżej uwarunkowań zmiany miar bezpieczeństwa ruchu „przed” i „po” wprowadzeniu ocenianego środka, należy również przyjąć, że na zmiany zachowania kierujących pojazdami w zakresie wyboru prędkości, również mogą wpływać inne czynniki niezwiązane z wdrażanym środkiem zarządzania prędkością.

Występowanie dodatkowych, obok środków zarządzania prędkością, czynników wpływających na zmiany miar bezpieczeństwa ruchu oraz na zachowania kierujących pojazdami, powoduje konieczność poszukiwania metod badawczych umożliwiających oddzielenie wpływu badanego środka od pozostałych wpływów. Taką metodą może być metoda badań „przed” i „po” z obiektem kontrolnym. Jeśli wpływ dodatkowych czynników szacowany jest jako mało znaczący, to wówczas można wykorzystać prostszą metodę badań „przed” i „po”.

Niezależnie od wyboru jednej z w/w metod, ich praktyczne zastosowanie wymaga uprzedniego zgromadzenia danych opisujących bezpieczeństwo ruchu „przed” i „po” wprowadzeniu ocenianego środka. Zakres wymaganego zbioru danych zależy od przyjętych mierników oceny, które wybiera się w zależności od założonych celów wdrożenia określonego środka zarządzania prędkością.

Podstawową bazę danych do analiz stanowią dane zebrane w ramach badań wstępnych opisanych w rozdz. 1.2 części II. W odniesieniu do budowy tej bazy zaleca się:

- gromadzić dane w wypadkach z okresu co najmniej 3 lat „przed” i 2 ÷ 3 lat „po” wdrożeniu danego środka;
- wykonać pomiary prędkości „przed” i „po” w podobnych warunkach atmosferycznych, oświetlenia i przy zbliżonych natężeniach ruchu, a także w podobnej porze roku. W przypadku rejestracji prędkości w ruchu swobodnym natężenia ruchu mogą się różnić, ale nie powinna to być różnica powodująca zmianę charakteru ruchu np. ruch w kolumnach pojazdów;

- /// wielkości prób w pomiarach prędkości powinny spełniać wymagania statystyki matematycznej z uwagi na reprezentatywność tych prób;
- /// gromadzić dane o natężeniu ruchu niezbędne do obliczeń miar bezpieczeństwa (koncentracja wypadków), jeśli są one wybrane jako mierniki oceny;
- /// rejestrować zmiany zagospodarowania otoczenia drogi mogące wpływać na zachowania kierujących pojazdami i wprowadzających dodatkowe zakłócenia płynności ruchu lub poprawiających tą płynność (np. likwidacja zjazdów z drogi);
- /// rejestrować zmiany organizacji ruchu, szczególnie te, które wpływają na rozkład ruchu w sieci i długoterminowe okresowe;
- /// rejestrować losowe zdarzenia o wyjątkowym charakterze, które mogą wpływać na zwiększenie zagrożeń bezpieczeństwa ruchu;
- /// przy wyborze badań metodą „przed i po” z obiektem kontrolnym gromadzić dane również z tego obiektu (odcinka drogi o podobnej charakterystyce do odcinka z wdrożonym środkiem podlegającym ocenie) w zakresie podobnym, jak na odcinku badanym.

### Metody badań

Ilościowa ocena wpływu zastosowanych środków zarządzania prędkością na bezpieczeństwo ruchu lub zachowania kierujących pojazdami, zawsze sprowadza się do porównań przyjętych mierników oceny rezultatów lub oddziaływań danego środka. W porównaniach tych stawiane są dwa pytania:

- /// czy istnieją różnice pomiędzy porównywanymi zbiorami danych?
- /// czy różnice te są istotne?

Udzielenie odpowiedzi na tak postawione pytania wymaga uwzględnienia faktu, że w rzeczywistości wartości mierników są rozłożone losowo wokół wartości średniej, charakterystycznej dla określonego miejsca. Losowość tego procesu opisywana bywa różnymi rozkładami statystycznymi. Tym samym nie jest wystarczającym jedynie zestawienie obok siebie liczb z dwóch prób. Konieczna jest szersza interpretacja porównywanych danych z wykorzystaniem statystyki matematycznej. Należy jednak podkreślić, że badania skuteczności stosowanych środków nie mogą być planowane i realizowane tylko w oparciu o wymagania metod statystycznych.

Uwzględniając podane wyżej uwarunkowania zmian bezpieczeństwa ruchu oraz innych mierników oceny zarządzania prędkością, a także ograniczenia realizacyjne, przyjmuje się w inżynierskich badaniach skuteczności wdrażania różnych środków zarządzania prędkością metody uproszczone. Są to metody:

- /// porównania „przed i po” (przed zastosowaniem środka i po jego zastosowaniu),
- /// porównania „przed i po” z obiektem lub grupą kontrolną.

W przypadku rozwiązań eksperymentalnych równie ważną, jak ocena skuteczności zastosowanych środków w dłuższym okresie, jest krótkoterminowa ocena ich oddziaływania na przebieg ruchu (ocena jakościowa). Wynika to z potrzeby zapobiegania ewentualnym niepożądanym efektom, które są trudne do przewidzenia. Dotyczy to szczególnie środków wprowadzanych po raz pierwszy. W tym przypadku zaleca się prowadzenie obserwacji ruchu z zastosowaniem techniki konfliktów ruchowych - TKR. TKR umożliwia natychmiastową jakościową ocenę bezpieczeństwa ruchu. Ocena ta następuje w oparciu o liczbę rejestrowanych tzw. konfliktów ruchowych. Podstawowym założeniem metody TKR jest przyjęcie, że w ruchu można wyróżnić trzy stany:

- /// przedkonfliktowe zachowania uczestników ruchu,
- /// konflikty ruchowe,

## ▀ zdarzenia drogowe (kolizje i wypadki).

Będące podstawą ocen wypadki są w podanym łańcuchu zdarzeń najmniej liczne. Znacznie większą liczebność wykazują konflikty ruchowe i dlatego uzyskanie zbioru danych ufnych statystycznie może nastąpić w stosunkowo krótkim czasie. Z dotychczasowych praktycznych zastosowań metody TKR wynika, że wystarczającym jest łączny czas rejestracji konfliktów wynoszący  $12 \div 24$  godzin. Konflikty ruchowe definiowane są jako „sytuacje wzajemnego oddziaływania pomiędzy dwoma użytkownikami drogi (lub między użytkownikiem a jego otoczeniem), którzy poruszają się w sposób grożący kolizją, jeżeli przynajmniej jeden z nich nie podejmie akcji uniknięcia kolizji”. Uniknięcie kolizji może nastąpić w wyniku manewru uniku, tj. hamowania, zmiany toru jazdy, hamowania i równoczesnej zmiany toru jazdy, przyspieszenia w celu wcześniejszego osiągnięcia punktu potencjalnej kolizji. W przypadku pieszych manewrami uniku może być zatrzymanie się, cofnięcie, przyspieszenie kroku, uskok w bok. Są to manewry możliwe do obserwowania i rejestrowania przez wyszkolonych obserwatorów. Liczba poszczególnych typów konfliktów wraz z ich powagą, identyfikowaną według stopnia gwałtowności manewru uniku, pozwala na jakościową ocenę typowych zagrożeń w ruchu i diagnozę ich przyczyn. Ilościowa ocena zagrożenia wiązałaby się z przyjęciem hipotezy o istnieniu związku pomiędzy liczbą konfliktów ruchowych, a liczbą wypadków. Jednak dotychczasowe rezultaty badań w tym zakresie nie są jednoznaczne i dlatego zaleca się poprzestać na ocenach jakościowych.

### Badania „przed i po”

W badaniach „przed i po” porównuje się wartości przyjętych mierników rejestrowane w ustalonym czasie przed i po wprowadzeniu określonego środka lub grupy środków na tym samym odcinku drogi. Proste badanie „przed i po” ma jednak istotną wadę polegającą na niemożliwości oddzielenia efektu stosowanego środka (grupy środków) od ogólnego efektu zmian wynikających z niestabilności kompleksu przyczyn i okoliczności wypadków oraz od wpływu czynników losowych. Jednak w sytuacji, gdy dodatkowe wpływy oceniane są jako małe można wykorzystać metodę badań „przed i po”. Wówczas ocena skuteczności stosowanego środka polega na prostym porównaniu mierników przyjętego kryterium, którym może być np. liczba wypadków i ocenie statystycznej istotności stwierdzonych różnic. Dane o wypadkach z okresu „przed i po” nie muszą odnosić się do okresów o tej samej długości. Do oceny istotności zarejestrowanych różnic można wykorzystać test  $\chi^2$  (chi-kwadrat).

Oznaczając przez:

$n_1$  - liczbę wypadków przed zastosowaniem środka poprawy bezpieczeństwa ruchu

$n_2$  - liczbę wypadków po wprowadzeniu zmian

$t_1$  - długość okresu obserwacji przed wprowadzeniem zmian (lata)

$t_2$  - długość okresu obserwacji po wprowadzeniu zmian (lata)

oblicza się wartość statystyki:

$$\chi^2 = \frac{(n_1 \cdot t_2 - n_2 \cdot t_1)^2}{t_1 \cdot t_2 \cdot (n_1 + n_2)} \quad (5.10)$$

i porównuje z graniczną wartością ustaloną dla określonego poziomu istotności. W badaniach bezpieczeństwa ruchu można przyjąć poziom ufności równy 0,95, dla którego wartość graniczna  $\chi^2$  wynosi 3,84. W literaturze fachowej spotyka się także zalecenia, aby przyjmować poziom ufności równy 0,90 i wówczas wartość graniczna  $\chi^2$  wynosi 2,71.

Jeśli obliczona wartość statystyki  $\chi^2$  będzie większa od wartości granicznej (odpowiednio 3,84 lub 2,71) to stwierdzona różnica jest istotna statystycznie.

O skuteczności środka można mówić, gdy równocześnie zachodzi nierówność:

$$\frac{n_1}{t_1} > \frac{n_2}{t_2} \quad (5.11)$$

W przypadku, gdy obliczona wartość statystyki  $\chi^2$  będzie mniejsza od wartości granicznej, to różnice w zarejestrowanych wypadkach należy ocenić jako przypadkowe, wynikające z losowej natury zjawiska i nie ma podstaw do przyjęcia hipotezy o ich związku z zastosowanymi środkami.

Przedstawione postępowanie zakłada dość znaczne liczebności prób i nie zawsze może być wykorzystane w praktyce. W celu statystycznego potwierdzenia skuteczności stosowanych środków konieczne jest wystąpienie dużej różnicy liczby wypadków „przed” i „po”. Różnica musi być tym większa, im mniejsza była liczba wypadków „przed”. Na przykład dla liczby wypadków z okresu „przed”  $n_1 = 10$  i poziomu ufności 0.95, wartość  $n_2$  z okresu „po” nie powinna być większa niż 2 przy interwałach rejestracji o takiej samej długości, ale już przy  $n_1 = 30$  wystarczy jeśli  $n_2$  nie przekroczy 16. Wymagania tak znacznej redukcji liczby wypadków w celu potwierdzenia skuteczności, w sensie statystycznym, zastosowanych środków napotyka coraz częściej na krytykę i dlatego proponuje się w opisywanych analizach przyjmować poziom ufności równy 0.90 (wartość graniczna  $\chi^2$  wynosi w takim przypadku 2,71).

Przedstawiony powyżej sposób oceny istotności zarejestrowanych różnic można również wykorzystać przy rozważaniu jako kryterium wskaźników wypadkowych. W takiej sytuacji wartość statystyki  $\chi^2$  oblicza się ze wzoru:

$$\chi^2 = \frac{n_1 \cdot x_2 - n_2 \cdot x_1}{x_1 \cdot x_2 \cdot (n_1 + n_2)} \quad (5.12)$$

gdzie:

$n_1$  - liczba wypadków przed zastosowaniem środka poprawy bezpieczeństwa ruchu,

$n_2$  - liczba wypadków po wprowadzeniu zmian,

$x_1$  - wielkość odniesienia służąca do obliczenia wskaźnika (np. ŚRD) w okresie „przed”,

$x_2$  - wielkość odniesienia służąca do obliczenia wskaźnika (np. ŚRD) w okresie „po”.

Dalszy tok postępowania jest taki sam jak poprzednio.

### **Badania „przed i po” z obiektem kontrolnym lub grupą kontrolną**

Metoda badań „przed i po” z obiektem kontrolnym lub grupą kontrolną pozwala na znacznie dokładniejszą ocenę efektów zastosowanych środków w porównaniu do prostej metody „przed i po”. W metodzie badań z obiektem kontrolnym zakłada się istnienie dwóch porównywalnych odcinków dróg (rejonów) tj. odcinka testowanego i kontrolnego. Na odcinku testowanym wdrażane są zaprojektowane środki np. oddziaływania na prędkość, a na odcinku kontrolnym środków takich nie wprowadza się. Wartości wybranych mierników oceny są rejestrowane zarówno na odcinku testowym jak i na odcinku kontrolnym przed i po wprowadzeniu zmian. Rejestrowane zmiany na odcinku testowym przypisuje się działaniu wprowadzonych środków i wpływom niezależnym od tych środków. Natomiast na odcinku kontrolnym, na którym nie wprowadzono żadnych środków, obserwowane ewentualne zmiany wartości miernika oceny przypisywane są tylko grupie czynników niezależnych od środków stosowanych na odcinku testowym. Naturalnie na obydwóch porównywanych odcinkach mogą wystąpić również oddziaływania z grupy czynników losowych.

Przez porównanie zmian sytuacji wypadkowej lub zmian innych mierników na odcinku testowym i kontrolnym można ocenić z dużym prawdopodobieństwem „czysty” efekt stosowanych środków - dzięki odcinkowi kontrolnemu daje się oddzielić zmiany niezależne od wprowadzonych środków. Jest to możliwe tylko przy założeniu, że niezależne od zastosowanych środków zmiany sytuacji wypadkowej lub zachowania się kierujących pojazdami są identyczne na porównywanych odcinkach. Takie założenie nakłada na prowadzącego badania obowiązek starannego doboru odcinka kontrolnego - zgodność jego charakterystyk z odcinkiem testowym, podobny charakter ruchu i jego natężenia. Ponadto korzystnym jest, jeśli np. zagrożenie wypadkowe porównywanych odcinków jest zbliżone (zbliżone liczby wypadków rejestrowanych w okresie „przed” i podobna struktura wypadków).

Wyniki rejestracji zdarzeń wypadkowych, tj. liczby wypadków w badaniach „przed i po” z obiektem kontrolnym przedstawia się w formie następującej czteropolowej tablicy:

	„przed”	„po”	Suma
Obiekt badany	$n_{11}$ - liczba wypadków na obiekcie bez środków poprawy	$n_{12}$ - liczba wypadków na obiekcie ze środkami poprawy	$n_{1.} = n_{11} + n_{12}$
Obiekt kontrolny	$n_{21}$ - liczba wypadków na obiekcie bez środków poprawy	$n_{22}$ - liczba wypadków na obiekcie bez środków poprawy	$n_{2.} = n_{21} + n_{22}$
Suma	$n_{.1} = n_{11} + n_{21}$	$n_{.2} = n_{12} + n_{22}$	$n$

W odniesieniu do zebranych danych przeprowadza się statystyczny test istotności zarejestrowanych zmian (test skuteczności) przez obliczenie wartości statystyki  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \frac{n \cdot (n_{11} \cdot n_{22} - n_{12} \cdot n_{21})^2}{(n_{11} + n_{21}) \cdot (n_{12} + n_{22}) \cdot (n_{11} + n_{12}) \cdot (n_{21} + n_{22})} \quad (5.13)$$

gdzie:  $n = n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}$

Następnie porównuje się wartość obliczonej statystyki  $\chi^2$  z graniczną wartością ustaloną dla określonego poziomu ufności. Przy poziomie ufności 0,95 dla  $\chi^2 > 3,84$  można wnioskować, że zmiany wypadkowe na odcinku testowym w okresie po wprowadzeniu środków różnią się istotnie od zmian wypadkowych na odcinku kontrolnym. W przypadku przyjęcia poziomu ufności 0,90 graniczna wartość statystyki do porównań wynosi 2,71. Zarejestrowane zmiany te są pozytywne, jeśli:

$$\frac{n_{11}}{n_{12}} > \frac{n_{21}}{n_{22}} \quad (5.14)$$

Pewnym ograniczeniem w korzystaniu z opisanego testu są wymagania, aby:  $n > 20$ ,  $n_{ij} > 0$ , a iloczyn sumy wierszy i kolumn dla każdego z czterech pól był większy od  $3n$ . Podany sposób postępowania pozwala jedynie na stwierdzenie, czy zmiany wypadkowe lub inne są istotne i pozytywne, a więc tylko na ogólne stwierdzenie o skuteczności zastosowanych środków, bez podania ilościowej miary oddziaływań. Miara taką nie zawsze może być różnica pomiędzy liczbami wypadków w badaniach „przed i po” gdyż zawierają się w niej także oddziaływania losowe.

**Uwaga:** jeśli jednak brak jest danych z okresu „przed” zastosowaniem danego środka, to można wykonać analizy porównawcze typu „bez środka” (dane z odcinków o podobnej charakterystyce do badanego) i „ze środkiem”. Dane gromadzone są z tych samych okresów „po” wdrożeniu danego środka na odcinku badanym. Metodologia tych analiz jest identyczna z opisaną metodą „przed” („bez środka”) i „po” („ze środkiem”).

### 5.3.2. Badania i analizy charakterystyk prędkości

W przypadku badań i analiz charakterystyk prędkości jako przyjętych miar oddziaływania ocenianych środków zarządzania prędkością również zaleca się stosowanie metod badań:

- porównania „przed i po” (przed zastosowaniem środka i po jego zastosowaniu),
- porównania „przed i po” z obiektem lub grupą kontrolną,

które szczegółowo zostały opisane w rozdz. 5.3.1.

Do oceny statystycznej istotności różnic prędkości średniej w badania „przed i po” niezbędne jest obliczenie wartości statystyki  $t$  rozkładu  $t$ -Studenta ze wzoru:

$$t = \frac{|V_{sr1} - V_{sr2}|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \quad (5.15)$$

gdzie:

$V_{sr1}$  – średnia prędkość w okresie „przed” wdrożeniem ocenianego środka [km/h],

$V_{sr2}$  – średnia prędkość w okresie „po” wdrożeniu ocenianego środka [km/h],

$S_1$  – odchylenie standardowe prędkości w próbie „przed” [km/h],

$S_2$  – odchylenie standardowe prędkości w próbie „po” [km/h],

$N_1$  – liczebność pojazdów w badaniach prędkości „przed”.

$N_2$  – liczebność pojazdów w badaniach prędkości „po”.

Obliczoną ze wzoru (5.15) wartość statystyki  $t$  należy porównać z wartością graniczną rozkładu  $t$ -Studenta przy założonym poziomie ufności i wyznaczonej liczbie stopni swobody obliczanej jako  $N-1$  (gdzie  $N$  jest mniejszą z wartości  $N_1$  i  $N_2$ ). Różnica jest statystycznie istotna – występuje efekt danego środka - jeśli wyznaczona wartość statystyki jest większa od wartości granicznej. Graniczne wartości statystyki  $t$  można ustalić na podstawie poniższej tabeli (stosując interpolację liniową):

Liczba stopni swobody	Poziom ufności	
	0,90	0,95
100	1,2901	1,6602
250	1,2849	1,6510
500	1,2832	1,6479

W porównaniach udziałów kierujących pojazdami przekraczających prędkość dopuszczalną zaleca się stosować metodę analogiczną do badań „przed i po” z obiektem kontrolnym. W tego typu badaniach opisanych w rozdz. 5.2.1 wykorzystuje się identyczną procedurę postępowania, jak w przypadku badań zmiany miar bezpieczeństwa ruchu. Zebrane w badaniach dane o liczbie pojazdów przekraczających prędkość dopuszczalną zestawia się w formie następującej czteropolowej tablicy:

	"przed"	"po"	Suma
Przekraczający dopuszczalną prędkość	$n_{11}$ - liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość w badaniu „przed” – bez ocenianego środka	$n_{12}$ - liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość w badaniu „po” – z zastosowanym środkiem	$n_{1.} = n_{11} + n_{12}$
Przestrzegający dopuszczalną prędkość	$n_{21}$ - liczba pojazdów przestrzegających ograniczenie w badaniu „przed” – bez ocenianego środka	$n_{22}$ - liczba pojazdów przestrzegających ograniczenie w badaniu „po” – z zastosowanym środkiem	$n_{2.} = n_{21} + n_{22}$
Suma	$n_{.1} = n_{11} + n_{21}$	$n_{.2} = n_{12} + n_{22}$	$n$

Następnie oblicza się ze wzoru (5.13) wartości statystyki  $\chi^2$  i porównuje z wartością graniczną, która przy poziomie ufności 0,90 wynosi 2,71 a przy poziomie ufności 0,95 wynosi 3,84. W opisywanych analizach zaleca się przyjmować poziom ufności 0,95. Jeśli obliczona wartość statystyki  $\chi^2$  jest większa od wartości granicznej, to można wnioskować, że zmiany udziału pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość na odcinku testowym w okresie po wprowadzeniu określonego środka różnią się istotnie od tego typu zmian na odcinku kontrolnym. W przeciwnym przypadku nie ma podstaw do stwierdzenia, że zastosowany środek zarządzania prędkością spowodował istotną zmianę w zachowaniach kierujących pojazdami.



## Literatura

- [1] Allsop R.: *The Effectiveness of Speed Cameras. A review of evidence*, RAC Foundation, 2010.
- [2] Austroads Ltd.: *Infrastructure/Speed Limit Relationship in Relation to Road Safety Outcomes*. AP-T141/10, 2010.
- [3] Austroads Ltd.: *Urban speed management in Australia*. AP-118-96, 1996.
- [4] Bohatkiewicz J. i inni: *Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych*, EKKOM, Kraków 2008.
- [5] Cameron M., Elvik R.: *Nilsson's Power Model connecting speed and road trauma: does it apply on urban roads?* Australasian road safety research, policing and education conference, 2008, Adelaide, South Australia, Department for Transport, Energy and Infrastructure, Walkerville, SA, 20pp, 2008.
- [6] Cascetta E., Punzo V.: *Impact on vehicle speeds and pollutant emissions of an automated section speed enforcement system on the Naples urban motorway*. Paper Presented at the TRB 2011 Annual Meeting, 2011.
- [7] De Pauw E., Daniels S, Thierie M, Brijs T.: *Safety effects of reducing the speed limit from 90km/h to 70km/h*, Accident Analysis & Prevention, Volume 62, pp. 426–431, 2014.
- [8] Durth W., Bald S.: *Risikoanalysen im Straßenwesen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 531, Bonn-Bad Godesberg, 1987/1991
- [9] Elvik R., Høyve A., Vaa T., Sørensen M.: *The handbook of road safety measures. Second edition*. Emerald Group Publishing, 2009.
- [10] ETSC: *Managing Speed Towards Safe and Sustainable Road Transport*. 2008.
- [11] Gunnarson S.O.: *Problems of needs of pedestrians*, IATSS Research, 1995.
- [12] *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Cologne, 2015
- [13] *Highway Capacity Manual (HCM)*, Transportation Research Board, National Research Council, 2010.
- [14] Hoareau E., Newstead S., Cameron M.: *An evaluation of the default 50 km/h speed limit in Victoria*. Report No. 261, Monash University Accident Research Centre, November, 2006.
- [15] Hosseinlou M., H., Kheyraadi S., A., Zolfaghari A.: *Determining optimal speed limits in traffic networks*, IATSS Research vol. 39, 36–41, 2015.
- [16] ITE: *Traffic Calming State of the Practice*, Institute of Transportation Engineers, August 1999.
- [17] Langford J.: *Setting Speed Limits for a Safe System*. Monash University Accident Research Centre, 2011.
- [18] Ministerstwo Infrastruktury: *Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego Program Szkoleń. Podręcznik dla słuchaczy*, Nr 6. Drogi i tereny publiczne, Opracowanie: konsorcjum w składzie: Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Ekodroga i NEA, 2004.
- [19] MTD: *An improved traffic environment. A catalogue of ideas*, Report 106, Ministry of Transport, Road Directorate, Denmark, 1993.
- [20] Niebieska Księga, Infrastruktura drogowa. Jaspers – Joint Assistance to Support Projects In European Regions, 2015 ([www.pois.gov.pl](http://www.pois.gov.pl))
- [21] Nilsson G. K., Rige Falk S., Koronna-Vilhelmsson I.: *Follow up study of speeds on rural roads*. VTI-meddelande 675, 1992a. Nilsson G. K., Rige Falk S., Koronna-

- Vilhelmsson I.: *Hastighetsuppföljning på landsväg. Mätresultat 1991*. VTI-meddelande 690. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), 1992b.
- [22] Pérez K, Mari-Dell'Olmo M, Tobias A, Borrell C.: *Reducing road traffic injuries: effectiveness of speed cameras in an urban setting*, Am J Public Health, 2007.
- [23] Persaud B. N., Retting R.A., Garder P.E., Lord D.: *Observational Before-After Study of the Safety Effect of U.S. Roundabout Conversions Using the Empirical Bayes Method*, Transportation Research Record, No. 1751, Washington, D.C., Transportation Research Board, National Research Council, 2001.
- [24] Qin X., Bill A., Chitturi M., Noyce D.: *Evaluation of Roundabout Safety*, presented at the Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Washington, DC, 2013.
- [25] Rutley K. S.: *Advisory speed limits for bends*. TRRL Report LR 461., Crowthorne, Berkshire, 1972.
- [26] *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Geneva, Global Road Safety Partnership, 2008
- [27] Srinivasan R., Baek J., Council F.: *Safety Evaluation of Transverse Rumble Strips on Approaches to Stop-Controlled Intersections in Rural Areas*, presented at the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C. 2010.
- [28] Umweltbundesamt: *CO<sub>2</sub>-Minderung im Verkehr*. Ein Sachstandbericht des Umweltbundesamtes, Beschreibung von Maßnahmen und Aktualisierung von Potenzialen, Berlin, 2003.
- [29] Wang C., Dixon K., Jared D.: *Evaluating speed-reduction strategies for highway work zones*. Transportation Research Record, No. 1824, pp. 44-53, 2003.
- [30] Webster D.C.: *Road humps for controlling vehicle speeds*. TRL Project Report 18. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, 1993.
- [31] [www.kapsch.net/ktc/downloads/brochures/Kapsch-KTC-DS-Section\\_Speed\\_Enforcement-EN-WEB?lang=en-US](http://www.kapsch.net/ktc/downloads/brochures/Kapsch-KTC-DS-Section_Speed_Enforcement-EN-WEB?lang=en-US)
- [32] [www.london.ca/residents/Roads-Transportation/traffic-management/Documents/FINAL TC Policy.pdf](http://www.london.ca/residents/Roads-Transportation/traffic-management/Documents/FINAL_TC_Policy.pdf)
- [33] [www.victoriawalks.org.au/safe\\_speed/](http://www.victoriawalks.org.au/safe_speed/)