

INFRASTRUKTURA/ SKRZYŻOWANIA, PRZEJŚCIA I PRZEJAZDY

SKRZYŻOWANIA STEROWANE SYGNALIZACJĄ

Przegląd ogólny

Skrzyżowania sterowane sygnalizacją świetlną są ze swojej natury niebezpieczne dla cyklistów. Jednakże, gdy cykliści mają przeciąć tor jazdy strumienia wielu pojazdów, nie można uniknąć ich stosowania. Projekty rozwiązań przyjaznych dla rowerów muszą wyraźnie uwidaczniać cyklistów, pozwalać im na krótkie, łatwe manewry i skracać czas oczekiwania, stosując takie rozwiązania jak by-passy do skrętu w prawo lub śluzy rowerowe. Na głównych ciągach ruchu rowerowego osobne światła sygnalizacyjne dla cyklistów oraz przyjazne dla rowerzystów cykle zmiany światła mogą przyczynić się do uprzywilejowania ruchu rowerów w stosunku do ruchu zmotoryzowanych.

Podstawa i cele

Funkcja

Skrzyżowania są wyposażone w systemy sterowania ruchem wtedy, gdy trzeba zarządzać przepływem dużych strumieni samochodów na najbardziej ruchliwych drogach, często o wielu pasach ruchu. Przyjazne dla rowerów projektowanie może znacznie poprawić bezpieczeństwo, prędkość i komfort, zwiększając widoczność, ułatwiając manewry i redukując czas oczekiwania.

Zakres

Skrzyżowania sterowane światłami są **zawsze nienajlepszym rozwiązaniem** z punktu widzenia bezpieczeństwa cyklistów. Skrzyżowania sterowane sygnalizacją świetlną z czterema odgałęzieniami są bardzo niebezpieczne, generalnie należy unikać prowadzenia ruchu rowerowego przez nie. Holenderskie wytyczne stwierdzają, że ronda są znacznie bezpieczniejsze niż skrzyżowania z czterema odgałęzieniami sterowane światłami, na których natężenie ruchu wynosi od 10,000 do 20,000 pojazdów dziennie.

W praktyce sygnalizacja świetlna jest stosowana wtedy, gdy skrzyżowanie musi **szybko obsługiwać znaczne strumienie ruchu pojazdów**. Mogą one obsługiwać ruch do 30,000 pojazdów dziennie, większa liczba jest możliwa z zastosowaniem ronda. Zwykle będzie ono obejmować co najmniej jedną bardzo ruchliwą ulicę zbiorczą z wieloma pasami ruchu (50 km/h na terenie zabudowanym, wyższe prędkości na terenie niezabudowanym).

Takie ruchliwe drogi są często bardzo ważnymi ogniwami sieci połączeń rowerowych. Wiele z nich prowadzi śladem historycznych szlaków łączących ważne cele podróży, zwykle centra miast, dość prostymi liniami. W takich przypadkach, warto prowadzić główne lokalne trasy rowerowe lub nawet główne połączenia rowerowe wzdłuż przebiegu takich tras. Udogodnienia dla rowerów są potrzebne w celu poprawy warunków jazdy.

Są pewne **sytuacje, gdy zaleca się stosowanie sygnalizacji świetlnej na połączeniach sieci rowerowej**.

- Ważna lokalna lub główna trasa rowerowa wzdłuż ruchliwej drogi zbiorczej krzyżująca się z inną ruchliwą drogą zbiorczą (gdy obie drogi niosą więcej niż około 1,000 pojazdów/godz.)
- Połączenie rowerowe niższej rangi przecina bardzo ruchliwą drogę zbiorczą (ok. 1,500 poj./h). Połączenie może być osobną drogą rowerową, lokalną drogą dojazdową lub drogą zbiorczą.

Przy natężeniu ruchu ponad 1,500 pojazdów/godz. zaleca się budowę tunelu dla rowerów.¹

W zasadzie, na drogach zbiorczych, cykliści jadą po wydzielonych drogach rowerowych lub co najmniej na wydzielonych pasach dla rowerów.

¹ Patrz materiał pt. SKRZYŻOWANIA WIELOPOZIOMOWE

Wdrażanie

Definicja

Skrzyżowanie sterowane światłami to skrzyżowanie wyposażone w system kontroli ruchu (traffic control system -TCS). Czerwone, żółte i zielone światła kontrolują dostęp do skrzyżowania kolejno dla różnych strumieni użytkowników. W ten sposób potencjalne konflikty są oddzielane w czasie raczej niż w przestrzeni. TCS służy do optymalizowania przepływu strumienia ruchu, przez równoważenie przepływu przez poszczególne odgałęzienia i zapobiegając zakorkowaniu się skrzyżowania. Jeden cykl składa się z dwóch lub większej liczby faz świecenia. Kolejne skrzyżowania sterowane światłami mogą być koordynowane w celu poprawy przepływu strumienia pojazdów na pewnym odcinku drogi. Alternatywnie, regulacja może służyć ograniczeniu przepustowości przepływu, na przykład w celu ograniczenia liczby samochodów wjeżdżających do centrum miasta i przeniesienia kongestii dalej na zewnątrz.

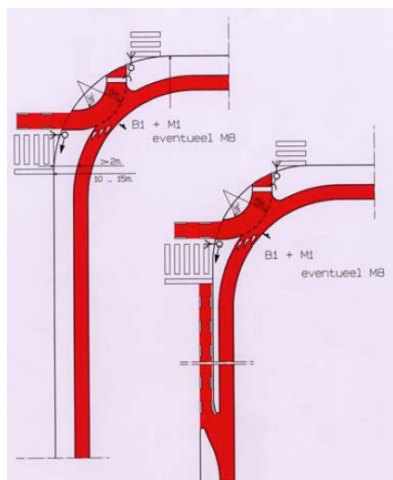
Jest wiele możliwości projektowania prowadzącego do poprawy bezpieczeństwa cyklistów a także ustawienia poszczególnych faz TCS tak, by zmniejszyć czas oczekiwania cyklistów na skrzyżowaniu.

Przyjazne dla cyklistów projektowanie skrzyżowań z sygnalizacją świetlną

Z racji dużych liczb pojazdów mechanicznych, których dane rozwiązanie dotyczy, projekt skrzyżowania powinien prowadzić do poprawy widoczności i bezpieczeństwa cyklistów.

Prostym i przekonującym rozwiązaniem jest pozwolenie cyklistom na **skręcanie w prawo na czerwonym świetle**.

- Oddzielny **by-pass dla skrętu rowerzystów w prawo** przed czerwonym światłem pozwala cyklistom na skręt w prawo bez zatrzymywania się. Aby płynnie włączyć się do ruchu, cykliści muszą mieć możliwość wjazdu na pas, trakt lub inny chroniony obszar dla rowerów. Daje im to znaczną przewagę nad ruchem samochodów, bez zakłócania regulacji systemu sterowania ruchem.
- W niektórych krajach, takich jak Holandia, przepisy ruchu drogowego zezwalają na **wyłączenie cyklistów skręcających w prawo z obowiązku stosowania się do świateł**, nawet w miejscach, gdzie nie ma fizycznie wyznaczonej drogi rowerowej.
- W obu przypadkach, występuje **możliwość konfliktu z pieszymi przechodzącymi przez jezdnię**. Dlatego najlepiej ograniczyć takie rozwiązania do miejsc, w których liczba pieszych przechodzących przez ulicę jest niewielka.



Rozwiązania dla by-passu dla cyklistów skręcających w prawo na czerwonym świetle
(źródło: Vademecum fietsvoorzieningen, Vlaanderen)



By-pass do skręcania na czerwonym świetle przez cyklistów – przykład z Wielkiej Brytanii (skręt w lewo)
(źródło: Cycling England, Rob Marshall)

Innym prostym i bardzo skutecznym rozwiązaniem jest **śluza rowerowa (przesunięta linia stopu)**.

- Linia warunkowego zatrzymania dla samochodów zostaje przesunięta wstecz a linia zatrzymania dla cyklistów tworzona jest od 4 do 5 metrów przed nią. To tworzy dla cyklistów **przesunięty obszar oczekiwania w poprzek całej połowy jezdni**, przed wszystkimi pasami dla ruchu samochodów. Taki obszar powinien być oznakowany przy pomocy symbolu roweru. Można rozważyć naniesienie kolorowej nawierzchni.
- Zaleca się zastosowanie **zasilającego pasa dla rowerów**. To pozwala cyklistom na ominięcie samochodów oczekujących na zmianę świateł i zajęcie miejsca na skrzyżowaniu na wydzielonym obszarze służy. Długość pasa dla rowerów powinna odpowiadać maksymalnej długości kolejki oczekujących samochodów. Pas dla rowerów najczęściej prowadzony jest wzdłuż brzegu jezdni, ale niekiedy także między pasami dla ruchu samochodów. Pasmem zasilającym może być pas autobusowo-rowerowy.
- Powierzchnia służy pozwala wszystkim cyklistom (skręcającym w lewo, skręcającym w prawo i jadącym na wprost) na ustawienie się z **maksymalną widzialnością** przed stojącymi na światłach samochodami. Ponadto, daje im to możliwość **rozpoczęcia jazdy przed nimi** w momencie zapalenia się zielonego światła.
- Takie rozwiązanie może stać się **popularnym, powszechnie stosowanym udogodnieniem** na wszystkich skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną, tworząc jednolity, obejmujący całe miasto i łatwo rozpoznawalny, korzystny dla rowerzystów standard.

Alternatywą jest wprowadzenie **rowerowych pasów kumulacji** między pasami kumulacji ruchu samochodów. Można to wprowadzić dla pasów do skrętu w lewo, do skrętu w prawo jak i dla pasów do jazdy na wprost. Taka przestrzeń zarezerwowana dla cyklistów powoduje, że stają się oni lepiej widoczni. Pas do kumulacji cyklistów winien być długi na ok. 10 m i szeroki na 1,5 metra (sąsiedni pas kumulacji ruchu samochodów powinien być szeroki na co najmniej 2,75 m). Można takie rozwiązanie połączyć ze służą rowerową.

Pas dla samochodów skręcających w prawo może zostać wprowadzony po prawej stronie pasa dla rowerów. Gdy droga zostaje poszerzona, aby stworzyć odcinek dla skrętu samochodów w prawo, pas dla rowerów może po prostu nadal biec prosto. W ten sposób, pojazd skręcający w prawo musi przeciąć wyraźnie zaznaczony na jezdni pas dla rowerów przeplatając się z ruchem rowerów przed wjazdem na pas do skrętu w prawo, przed wykonaniem faktycznego manewru. Takie samo rozwiązanie **dotyczy również traktu rowerowego**: trakt rowerowy prowadzi nadal na wprost, a pas do skrętu samochodów w prawo wprowadzony jest po jego prawej stronie. Można rozważyć wprowadzenie możliwego do przejechania progu zwalniającego między traktem rowerowym oraz pasem do skrętu samochodów w prawo.

Skręt w lewo jest trudnym manewrem do wykonania na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną, wiążącym się z potrzebą przeplatania się z ruchem samochodów po skośnym torze jazdy. Dla uniknięcia komplikacji, cykliści prowadzeni są początkowo lekko w prawo, by następnie przeciąć tor jazdy samochodów po linii prostej. Są dwa sposoby realizacji tego manewru.

- Zwykle narzucano **skręt w lewo na dwie fazy**. Gdy zapalało się światło zielone, cyklista znajdujący się na pasie dla rowerów lub na trakcie rowerowym początkowo przecinał ulicę dochodzącą z boku a następnie musiał czekać na zapalenie się zielonego światła dla ruchu poprzecznego, by przeciąć kolejną ulicę dochodzącą z boku. Taki manewr był nie tylko niebezpośredni ale i bardzo czasochłonny.
- Taki sam manewr można wykonać za jednym razem, dzięki oznakowaniu **miejsca kumulacji rowerzystów skręcających w lewo przed światłami sygnalizacyjnymi**. Na zielonym świetle cyklista najpierw jedzie lekko w prawo kierując się do obszaru oczekiwania. Ten obszar znajduje się przed czerwonym światłem po prawej stronie. Gdy tylko pojawi się luka w strumieniu pojazdów, cyklista może przeciąć tor ruchu pojazdów. Wadą tego rozwiązania jest to, że taki manewr może wydawać się nielogiczny i zaskakujący dla innych użytkowników drogi: cyklista przecina skrzyżowanie w kierunku, dla którego pali się czerwone światło.



Śluza rowerowa (Kopenhaga), pasy do skrętu (Bruksela), miejsce kumulacji do skrętu w prawo (Brema)
(źródło: F. Boschetti, D. Dufour)

Przyjazna dla rowerzystów regulacja faz systemu sterowania ruchem (TCS)

Tradycyjnie, sygnalizacja świetlna jest ustawiana tak, by umożliwić przepływ dużych strumieni pojazdów mechanicznych. Czas dla cyklistów i pieszych jest często krótki, a czasy oczekiwania długie. Kolejki cyklistów i ich duża liczba nie stanowią problemu, ponieważ ich wystąpienie jest bardzo mało prawdopodobne (jedynie tam, gdzie przeciętnie na drodze rowerowej jedzie więcej niż jeden cyklista na sekundę). Faktycznym wyzwaniem jest czas oczekiwania i opóźnienie. Prędkość jazdy i czas podróży mają kluczowe znaczenie dla jakości sieci, szczególnie na najważniejszych połączeniach. Im mniejsze opóźnienie dla cyklisty, tym bardziej jazda rowerem staje się konkurencyjna dla innych rodzajów transportu.

Na terenach miejskich, można ustalić inne priorytety. Zaleca się **wyraźne określenie polityk kształtowania czasu oczekiwania dla wszystkich użytkowników**. Mogą one, na przykład, określać maksymalny czas oczekiwania dla pieszych i cyklistów, nawet kosztem przepustowości strumienia samochodów.

Gdy ważne są strumienie cyklistów na głównych trasach rowerowych, kilka działań może dać cyklistom przewagę nad ruchem zmotoryzowanych. Najdalej idące rozwiązania mogą być brane pod uwagę jedynie w ZAAWANSOWANYCH MIASTACH ROWEROWYCH i być może na połączeniach rowerowych o najwyższej intensywności ruchu w MIASTACH ASPIRUJĄCYCH.

Najważniejsze jest dążenie do **zredukowania ogólnego czasu trwania cyklu** na tyle, na ile to jest możliwe.

- Przeciętny czas oczekiwania dla cyklistów w wysokości 15 s uważany jest za dobry, czas ponad 20 s jest niekorzystny (przeciętny czas oczekiwania odpowiada połowie cyklu świecenia czerwonego światła). Przy przejeżdżaniu przez drogę główną bez sygnalizacji świetlnej przeciętny czas oczekiwania może być krótszy niż te wielkości, ale w godzinach szczytu cyklista może czekać cztery razy dłużej.
- Maksymalny zalecany czas oczekiwania dla cyklistów na terenie zabudowanym wynosi 90 s i 100 s poza terenem zabudowanym (maksymalne oczekiwanie odpowiada czasowi świecenia światła). Często czas trwania fazy świecenia jest ustawiony zbyt długo, na poziomie 120 s, jako forma zabezpieczenia. W wielu przypadkach, redukcja tego czasu nie tylko faworyzuje cyklistów ale poprawia ogólną przepustowość skrzyżowania.

Oddzielne **światła sygnalizacji dla cyklistów** można stosować na różne sposoby by dać cyklistom więcej czasu świecenia zielonego światła.

- Cykliści mogą otrzymać możliwość **wczesnego startu**. To pozwala im na bezpieczny wjazd na skrzyżowanie przed wjazdem zmotoryzowanych w bardzo widoczny sposób. To jest szczególnie użyteczne, gdy wielu cyklistów skręca w lewo, lub gdy wielu zmotoryzowanych skręca w prawo. Skutek jest podobny jak po wprowadzeniu śluz rowerowych (patrz wyżej).
- Cykliści mogą **mieć prawo** poruszania się **wraz z niepowodującymi konflikty innymi użytkownikami**. Ta zasada może być wbudowana w system jako standard.
- Cykliści mogą otrzymać **osobną fazę świecenia zielonego światła dla wszystkich kierunków**. Cykliści mogą jechać prosto, skręcać w prawo i w lewo ze wszystkich kierunków w tym samym czasie, podczas gdy cały ruch zmotoryzowanych zostaje zatrzymany. Wszystkie konflikty między cyklistami a samochodami zostają wyeliminowane, ale zachodzi ryzyko kolizji rower-rower, które jest jednak o wiele mniejsze. Wadą tego rozwiązania jest to, że zwiększa to czas oczekiwania zmotoryzowanych.

- Alternatywnie można stosować **światła dla rowerów uruchamiane przyciskiem** gdy odosobniona droga rowerowa przecina drogę główną. Takie rozwiązanie jest rekomendowane dla bezpieczeństwa gdy pierwszeństwo przejazdu może być nie zachowywane lub gdy strumień ruchu jest zbyt intensywny.
- Cykliści mogą być faworyzowani w wyniku stosowania **systemów dynamicznej detekcji ruchu**. Na przykład, zielone światło dla cyklistów może być utrzymywane tak długo, jak nie nadjeżdża żaden inny pojazd (detekcja ruchu zmotoryzowanych). Alternatywnie, ruch zmotoryzowanych może być trzymany na czerwonym świetle tak długo, jak ma miejsce ruch rowerów (detekcja rowerów). Wadą drugiego rozwiązania jest to, że czasy oczekiwania mogą się wydłużyć i być trudne do przewidzenia dla zmotoryzowanych, którzy mogą się czuć zmieszani, zacząć podejrzewać awarię po dłuższym oczekiwaniu i zdecydować się na jazdę bez względu na kolor sygnału.
- Światła sygnalizacji dla cyklistów mogą być wyposażone w **licznik sekund** do zmiany światła na zielone. Doświadczenie z Holandii wskazuje, że cykliści odczuwają, że czas oczekiwania staje się o 50% krótszy. Cykliści wówczas również rzadziej ignorują czerwone światło. Wadą tego rozwiązania jest to, że odliczanie czasu jest wiarygodne jedynie wtedy, gdy mamy do czynienia ze statyczną regulacją czasu świecenia. W warunkach stosowania dynamicznej regulacji światła, zależnej od detekcji pojazdów, odliczanie czasu staje się nieregularne i tym samym bezużyteczne.

Światła mogą być również regulowane tak, by **faworyzować cyklistów bez tworzenia dla nich osobnych faz światła**.

- Gdy skręty w lewo są częste, jedna z faz światła może **grupować cały ruch skręcających w lewo**, w tym ruch rowerów. Jedynie ruch skręcających w lewo dostaje zielone światło, podczas gdy pojazdy zamierzające jechać na wprost muszą czekać. To tworzy możliwość płynnego ruchu w lewo bez kreowania konfliktów. Nie ma wówczas potrzeby realizacji manewru skrętu w dwóch fazach: skręcający w lewo i jadący na wprost mogą jechać w ramach tej samej fazy świecenia.
- Strumień cyklistów mogą być kierowane w jednym kierunku. W takim przypadku można rozważyć udzielenie głównemu kierunkowi ruchu cyklistów **fazy zielonego światła dwa razy w ramach tego samego cyklu**. W ten sposób czas oczekiwania zostaje skrócony o połowę. Wadą takiego rozwiązania jest wydłużenie całego cyklu i zwiększenie czasu oczekiwania na przejazd w innych kierunkach.
- Fazy świecenia światła sterowania ruchem mogą być koordynowane na kilku kolejnych skrzyżowaniach w celu stworzenia **zielonej fali dla cyklistów**. Takie podejście jest dobrze znane przy sterowaniu ruchem zmotoryzowanych, można je jednak również stosować dla ruchu rowerowego. Można rozważyć wprowadzenie takiego rozwiązania na trasach o dużym natężeniu ruchu rowerów, lub na pasie rowerowym czy wydzielonym trakcie rowerowym. Zaleca się je stosować jedynie wtedy, gdy skrzyżowania nie są oddalone zbyt od siebie (około 100 m); w innym przypadku grupy rowerzystów rozciągają się nadmiernie z powodu różnic prędkości jazdy. Można to łączyć z sygnałem detekcji - by zielona fala nie ulegała przerwaniu gdy strumień rowerzystów jest zbyt mały. Rowerowa zielona fala może prowadzić do wzrostu czasu oczekiwania na przejazd w innych kierunkach.



Zielone światło dla cyklistów we wszystkich kierunkach, zezwolenie na skręt rowerem w prawo w każdej chwili
(źródło: T. Asperges)

Kwestie do rozważenia

Silne strony

- Oznakowanie poziome może być rozwiązaniem efektywnym kosztowo, poprawiając widoczność cyklistów, ich bezpieczeństwo i komfort: śluzy rowerowe, pasy do skrętu w lewo, obszary kumulacji. Można je łatwo stosować na większości istniejących skrzyżowań sterowanych sygnalizacją świetlną.
- Rozwiązania geometrii skrzyżowań mogą obejmować tworzenie by-passów do skręcania rowerem w prawo, eliminując czas oczekiwania.
- Regulacja czasu świecenia faworyzująca cyklistów, bez lub z zastosowaniem specjalnych faz świecenia dla nich, może przynieść znaczne korzyści dla dużych strumieni rowerzystów..

Słabości

- Skrzyżowania sterowane sygnalizacją świetlną, przez które przejeżdżają duże ilości pojazdów są ze swej natury niebezpieczne i nieatrakcyjne dla cyklistów z powodu długich czasów oczekiwania na zmianę świateł.
- Oznakowanie poziome wspomagają dość doświadczonych cyklistów, ale nie są wystarczające dla mniej wprawionych osób i samodzielnie jeżdżących rowerem dzieci. Trzeba znaleźć dla nich alternatywne drogi przebiegu tras przejazdu.
- Niektóre rozwiązania regulacji świateł faworyzujące cyklistów zwiększą czas oczekiwania zmotoryzowanych, mogą być uzasadnione jedynie wtedy, gdy (obecne lub oczekiwane) strumienie cyklistów będą odpowiednio duże.

Rozwiązania alternatywne

- Zastąp światła sygnalizacyjne RONDEM, gdy intensywność ruchu nie jest zbyt wysoka lub gdy celem polityki jest redukcja intensywności ruchu.
- Zastosuj SKRZYŻOWANIE DWUPOZIOMOWE gdy wskaźniki natężenia ruchu są zbyt wysokie by móc zapewnić bezpieczeństwo cyklistów.