

## **SPIS TREŚCI:**

1. DANE OGÓLNE .....	2
1.1. Cel i zakres opracowania .....	2
1.2. Podstawa opracowania .....	3
1.3. Lokalizacja odcinka .....	4
2. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO .....	5
2.1. Inwentaryzacja geometrii skrzyżowania w km 48+730 DK Nr 77 .....	5
2.2. Organizacja ruchu i lokalizacja urządzeń brd w rejonie skrzyżowania DK Nr 77 w km 48+730 .....	5
2.3. Zagospodarowanie przestrzenne w rejonie skrzyżowania DK Nr 77 w km 48+730 .....	6
3. DANE RUCHOWE.....	7
3.1. Opis wykonywanych pomiarów ruchu.....	7
3.2. Wyniki pomiarów ruchu .....	7
4. ANALIZA ZDARZEŃ DROGOWYCH .....	10
5. OPIS PROGRAMU SYGNALIZACJI .....	10
5.1. Czasy międzyszielone - obliczenia.....	12
5.2. Fazy pracy sygnalizacji.....	13
5.3. Wykaz grup kolizyjnych .....	21
5.4. Obliczenia przepustowości i warunków ruchu .....	24
5.5. Sterownik sygnalizacji, system detekcji .....	27

## **Spis rysunków:**

Rys. 1	Orientacja
Rys. 2	Organizacja ruchu (skala 1:1000)
Rys. 3	Diagram natężenia ruchu
Rys. 4	Punkty kolizji (skala 1:750)
Rys. 5	Macierz grup kolizyjnych
Rys. 6	Fazy sygnalizacji
Rys. 7	Program sygnalizacji
Rys. 8	Rozmieszczenie sygnalizatorów i detektorów (skala 1:500)
Rys. 9	Obliczenia czasów międzyszielonych

## **1. DANE OGÓLNE**

### **1.1. Cel i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt programu sygnalizacji świetlnej na drodze krajowej Nr 77 Lipnik – Przemyśl na skrzyżowaniu w km 48+730 w miejscowości Stalowa Wola (skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej). Na podstawie dostępnych materiałów, wizji w terenie, inwentaryzacji oznakowania oraz pomiarach ruchu, które odbyły się w dniach 8-9 sierpnia 2006 r. opracowano program sygnalizacji świetlnej dla wskazanego skrzyżowania.

Niniejszy projekt programu sygnalizacji świetlnej został wykonany zgodnie z załącznikiem Nr 1-4 do rozporządzenia z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Załącznik do nr-u 220, poz. 2181 z dnia 23 grudnia 2003 r.),

Zakres projektu obejmował:

- a) pozyskanie mapy sytuacyjno-wysokościowej w niezbędnym zakresie,
- b) wykonanie pomiarów ruchu na przedmiotowym skrzyżowaniu,
- c) wykonanie analizy danych ruchowych,
- d) opracowanie programu sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu DK Nr 77 (skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej),
- e) przedstawienie w formie opisowej i graficznej programu sygnalizacji świetlnej na przedmiotowym skrzyżowaniu DK Nr 77.

Zgodnie z ustaleniem z GDDKiA projekt programu sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu drogi krajowej Nr 77 objętym niniejszym opracowaniem wykonany został w oparciu o koncepcyjny projekt poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na drodze krajowej Nr 77 Lipnik – Przemyśl na odcinku od km 47+885 do km 52+040 w miejscowości Stalowa Wola. Projekt ten został wykonany w roku 2005 przez Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego EKKOM na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Rzeszowie.

## **1.2. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Rzeszowie do umowy nr 0313/75/2004 z dnia 25 maja 2004 r. oraz zlecenie z dnia 31 lipca 2006 r.,
- podkład mapowy w skali 1:1000,
- wizja w terenie wraz z pomiarami ruchu w dniach 8-9 sierpnia 2006 r.,
- specyfikacja istotnych warunków zamówienia (załączniki Nr 7 i Nr 8 umowy),
- analiza ruchu na podstawie przeprowadzonych pomiarów ruchu,
- dokumentacja fotograficzna,
- koncepcyjny projekt poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na drodze krajowej Nr 77 Lipnik – Przemyśl na odcinku od km 47+885 do km 52+040 w miejscowości Stalowa Wola opracowany przez Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego EKKOM na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Rzeszowie.
- Raport o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach krajowych województwa podkarpackiego w roku 2005 r.

W pracach projektowych uwzględniono przepisy wynikające z obowiązującego prawa, norm i wytycznych do projektowania takich jak:

- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (jednolity tekst Dz. U. Nr 58 z 2003 r. z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzaniem (Dz. U. Nr 177, poz. 1729),
- Rozporządzenie MTiGM z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430),
- Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63, poz. 735),
- Rozporządzenie Ministrów Transportu i Gospodarki Morskiej oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2002 r. w sprawie znaków i

sygnałów drogowych (Dz. U. Nr 170 z dnia 12 października 2002 r., poz. 1393),

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220, poz. 2181),
- Szczegółowe warunki techniczne dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach. Załącznik nr 1-4 do rozporządzenia z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Załącznik do nr-u 220, poz. 2181 z dnia 23 grudnia 2003 r.),
- Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych Warszawa 2001, Część I i II.
- Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23 lipca 2004 w sprawie wprowadzenia zasad i metod obliczania przepustowości skrzyżowań drogowych. Załącznik Nr 2 „Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną – instrukcja obliczania”.

### **1.3. Lokalizacja odcinka**

Skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej na DK NR 77 objęte niniejszym opracowaniem zlokalizowane jest w województwie podkarpackim, w powiecie i gminie Stalowa Wola. Przedmiotowy odcinek znajduje się w obszarze zabudowanym miejscowości Stalowa Wola.

Orientacyjną lokalizację planowanej inwestycji przedstawiono na rys. 1 w części graficznej niniejszego opracowania.

## **2. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO**

### **2.1. Inwentaryzacja geometrii skrzyżowania w km 48+730 DK Nr 77**

Droga krajowa Nr 77 w rejonie przedmiotowego skrzyżowania posiada przekrój uliczny, dwujezdniowy, dwupasowy o nawierzchni bitumicznej.

Szczegółowe parametry projektowanego skrzyżowania:

- Skrzyżowanie czterowlotowe, z wyspą centralną, z których każdy posiada po 4 pasy ruchu na wlocie i 3 pasy ruchu wylocie skrzyżowania,
- Na każdym z wlotów zlokalizowane są sygnalizatory dla pieszych oraz ogólne sygnalizatory dla pojazdów.
- Szerokość wlotów drogi z pierwszeństwem przejazdu (DK Nr 77) wynoszą 14.90 m (al. Jana Pawła II – wlot D) oraz 14.10 m (al. Jana Pawła II – wlot B). Szerokość wlotów podporządkowanych wynosi 14.10 m (ul. Komisji Edukacji Narodowej – wlot A) i 16.20 m (ul. Komisji Edukacji Narodowej – wlot C)
- W rejonie przedmiotowego skrzyżowania zlokalizowane są chodniki dla pieszych zmiennej szerokości.
- Na wszystkich wlotach analizowanego skrzyżowania zlokalizowane są środkowe wyspy dzielące, które w rejonie przejść dla pieszych pełnią także funkcję wysp azylu.
- W rejonie projektowanego skrzyżowania na każdym z wlotów występuje oświetlenie w postaci latarni ulicznych.

### **2.2. Organizacja ruchu i lokalizacja urządzeń brd w rejonie skrzyżowania DK Nr 77 w km 48+730**

Przedmiotowe skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej, które objęte niniejszym opracowaniem jest skrzyżowaniem czterowlotowym z wyspą centralną. Oznakowanie poziome i pionowe w rejonie projektowanego skrzyżowania jest zgodne z obowiązującymi przepisami. Na przedmiotowym skrzyżowaniu ruch sterowany jest za pomocą, dwufazowej stałoczasowej sygnalizacji świetlnej. Na wszystkich wlotach analizowanego skrzyżowania zlokalizowane są przejścia dla pieszych objęte sygnalizacją świetlną. Na wszystkich wlotach skrzyżowania zlokalizowane są wyspy środkowe, które w rejonie przejść dla pieszych pełnią funkcję wysp azylu.

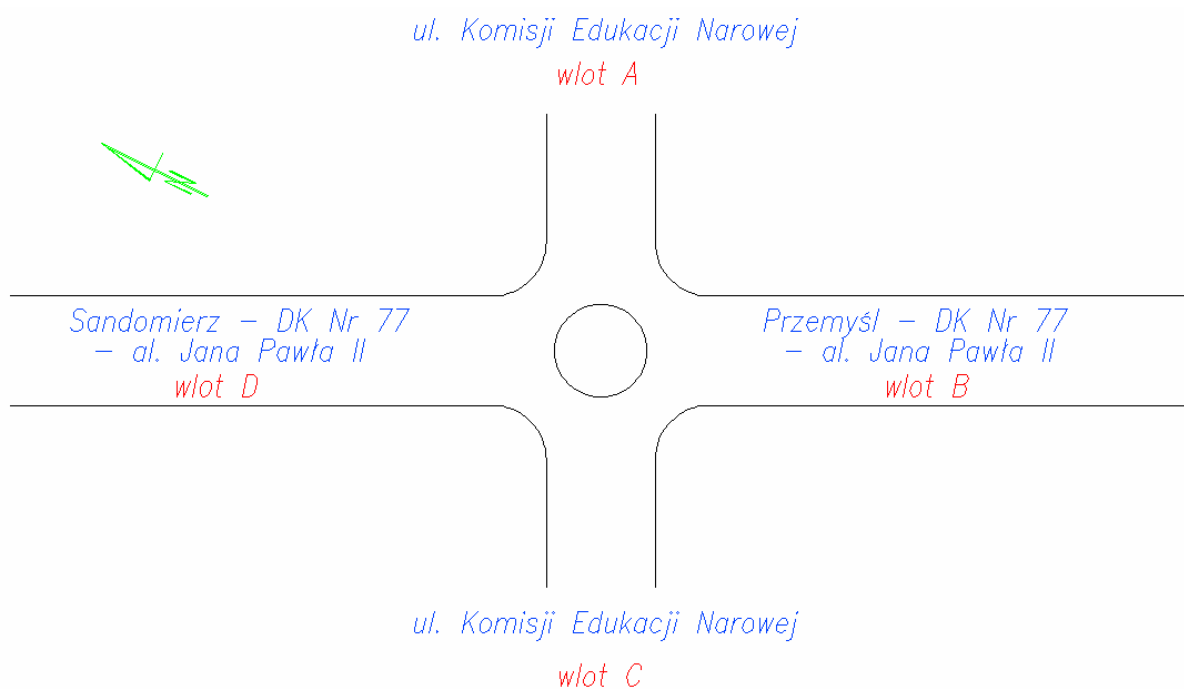
### **2.3. Zagospodarowanie przestrzenne w rejonie skrzyżowania DK Nr 77 w km 48+730**

Projektowane skrzyżowanie DK Nr 77 (al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej) zlokalizowane jest w obszarze zabudowanym miejscowości Stalowa Wola. W rejonie skrzyżowania zlokalizowana jest luźna zabudowa mieszkalna w postaci budynków mieszkalnych.

### 3. DANE RUCHOWE

#### 3.1. Opis wykonywanych pomiarów ruchu

Na potrzeby niniejszego opracowania na skrzyżowaniu DK Nr 77 w km 48+730 w miejscowości Stalowa Wola (skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej) zostały wykonane dwukrotne pomiary natężenia. Szkic skrzyżowania objętego niniejszym opracowaniem przedstawia poniższy rysunek 3.1.



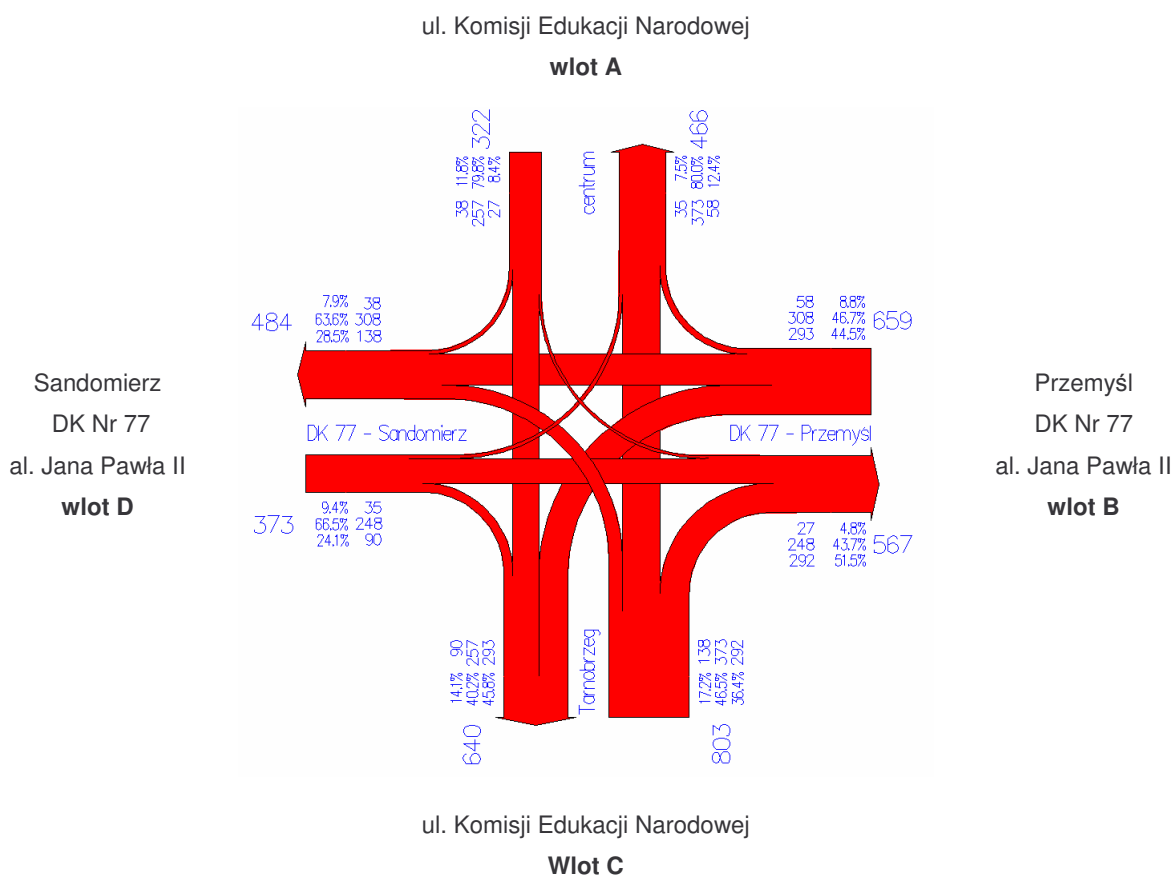
Rys. 3.1 Opis poszczególnych wlotów skrzyżowania

#### 3.2. Wyniki pomiarów ruchu

W celu określenia wielkości i zmian natężenia ruchu oraz określenia struktury rodzajowej i kierunkowej na skrzyżowaniu objętym niniejszym projektem wykonano dwukrotne pomiary ruchu. Za każdym razem pomiar obejmował okres 12 godzin (od godz. 6:00 do godz. 18:00). Oba pomiary zostały wykonane w dni powszednie tj. wtorek (08.08.2006 r.) i środa (09.08.2006 r.).

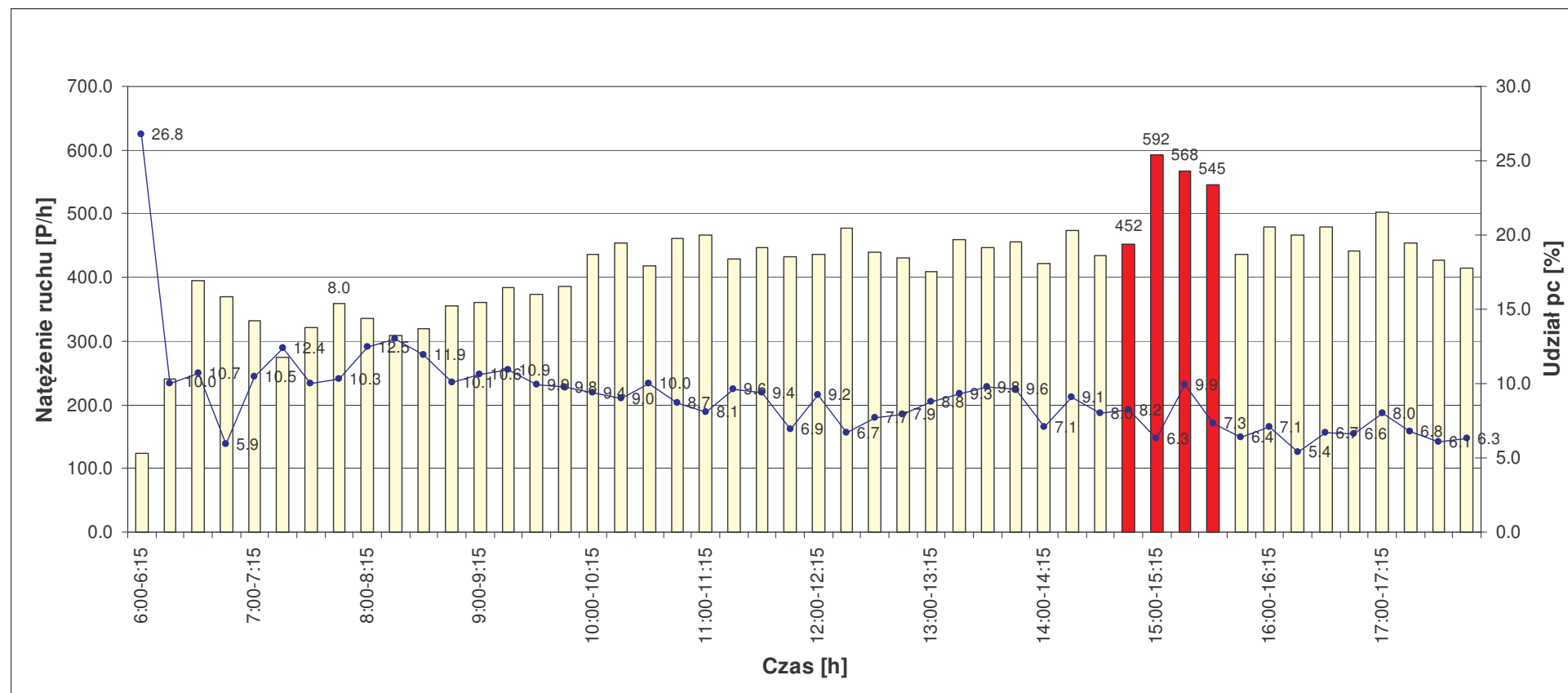
Na potrzeby niniejszego projektu wyniki z wykonanych pomiarów ruchu zostały uśrednione a następnie wykorzystane do opracowania programu sygnalizacji świetlnej na przedmiotowym skrzyżowaniu. Otrzymana w ten sposób godzina szczytu dla skrzyżowania przypadła na okres między godz. 14:45 – 15:45, a wartość natężenia dla tak uzyskanej godziny szczytu to 2157 P/h. Na Rys. 3.2.1 przedstawiono kartogram natężenia ruchu dla uśrednionej godziny szczytu.

Dodatkowo na rys. 3.2.2 przedstawiono zmienność natężenia ruchu na poszczególnych wlotach dla pomiaru uśrednionego.



Rys.3.2.1 Wielkość natężenia ruchu na analizowanym skrzyżowaniu w godzinie szczytu





Oznaczenia:

- natężenie [P/h]
- godzina szczytu
- udział pojazdów ciężkich [%]

Rys. 3.2.2 Zmienność natężenia ruchu oraz procentowy udział pojazdów ciężkich na analizowanym skrzyżowaniu wraz z określeniem godziny szczytu

#### 4. ANALIZA ZDARZEŃ DROGOWYCH

Analizę zdarzeń drogowych w rejonie przedmiotowego skrzyżowania w km 48+730 na drodze krajowej Nr 77 Lipnik – Przemyśl (skrzyżowanie al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej) w miejscowości Stalowa Wola wykonano na podstawie policyjnych baz danych o zdarzeniach drogowych udostępnionych przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji w Rzeszowie, a dostarczonych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Rzeszowie.

Tab. 4.1. Zestawienie liczby wypadków drogowych i ich ofiar w rejonie skrzyżowania w km 48+730 DK Nr 77 w latach 2003 – 2005

Rok	Liczba wypadków	Ofiary ogółem		Piesi		Dzieci	
		Zabici	Ranni	Zabici	Ranni	Zabite	Ranne
2003	3	0	4	0	0	0	1
2004	2	0	3	0	2	0	0
2005	3	0	3	0	2	0	0
Razem	8	0	10	0	4	0	1

W latach 2003 – 2005 w rejonie skrzyżowania w km 48+730 drogi krajowej Nr 77 doszło do 8 wypadków drogowych w wyniku których rannych zostało 10 osób (w tym 4 pieszych i 1 dziecko). Najczęstszym rodzajem wypadków drogowych na przedmiotowym skrzyżowaniu były najechania na pieszych oraz zderzenia boczne pojazdów w ruchu do których dochodziło głównie w wyniku nieprawidłowego wymijania oraz niedostosowanie prędkości do warunków ruchu

#### 5. OPIS PROGRAMU SYGNALIZACJI

Na skrzyżowaniu objętym niniejszym opracowaniem zaprojektowano acykliczną, akomodacyjną sygnalizację świetlną. Sterowanie oparte będzie na systemie detekcji ruchu pojazdów oraz pieszych, który będzie obejmował wszystkie grupy ruchowe. Pojazdy na drodze głównej tj. DK Nr 77 oraz na wlotach podporządkowanych objęte zostały detekcją w postaci pętli indukcyjnych i

wideodetektorów, natomiast piesi będą zgłaszali zapotrzebowanie na sygnał zielony poprzez naciskanie przycisku zgłoszeniowego.

Sygnalizacja będzie charakteryzowała się pracą według następującego układu:

- stan ustalony,
- stan wzbudzenia,
- stan ustalony.

Za stan ustalony uważa się brak wzbudzenia sygnalizacji (nie pojawia się żaden pojazd) co oznacza, że na wszystkich sygnalizatorach wyświetlany jest sygnał czerwony (all red).

Analiza natężeń ruchu, względy bezpieczeństwa oraz obliczenia przepustowości przy przyjętej organizacji ruchu wskazały na sygnalizację dwufazową jako bazowy system sterowania, tzn.:

- faza I – będzie obsługiwała potoki ruchu na wprost, częściowo w lewo (do wewnętrznej powierzchni akumulacyjnej) i skrętu w prawo na ciągu DK Nr 77 tj. Al. Jana Pawła II. W tej fazie przewidziano obsługę pieszych przekraczających wloty ul. Komisji Edukacji Narodowej,
- faza II – będzie obsługiwała potoki ruchu na wprost, częściowo w lewo (do wewnętrznej powierzchni akumulacyjnej) i skrętu w prawo na ciągu ul. Komisji Edukacji Narodowej. W tej fazie przewidziano obsługę pieszych przekraczających wloty Al. Jana Pawła II.

Bazowy układ faz dla dwufazowej sygnalizacji akomodacyjnej przedstawiono na Rys. 6.

Do realizacji sterowania akomodacyjnego potrzebna jest bieżąca informacja o zgłaszających się pojazdach i pieszych. Jest to realizowane przez system pętli indukcyjnych i wideodetekcję dla wykrywania pojazdów oraz przycisków dla pieszych rejestrujących zgłoszenia od pieszych. Lokalizację detektorów i przycisków dla pieszych oraz ich oznaczenia pokazano na Rys. 8. Pozwolą one w pełni realizować założoną strategię sterowania acyklicznego.

Program sterowania będzie funkcjonować jako stałoczasowy w okresach maksymalnego wzrostu natężenia ruchu, gdy występować będą równomierne dopływy pojazdów we wszystkich grupach. Szczegółowe zasady wyświetlania sygnałów na sygnalizatorach wszystkich grup przedstawiono poniżej w pkt. 5.2 Fazy pracy sygnalizacji.

### 5.1. Czasy międzyzielone - obliczenia

Czasy międzyzielone obliczone zostały w celu określenia koniecznego odstępu między fazami, niezbędnego dla bezpiecznego funkcjonowania sygnalizacji. Obliczenia zostały wykonane na podstawie poniższych wzorów i zamieszczone w części rysunkowej opracowania Rys. 9.

Czasy międzyzielone poszczególnych grup kolizyjnych obliczono wg następującego wzoru:

$$tm_{i,j} = t\check{z} + te_{i,j} - td_{i,j} \quad [s] \quad (1)$$

gdzie:

$tm_{i,j}$  – czas międzyzielony dla pary strumieni (i,j) [s],

$t\check{z}$  – przyjęta długość światła żółtego czynnego, podczas którego kierowcy wjeżdżają jeszcze na skrzyżowanie – 3 s,

$te_{i,j}$  – czas ewakuacji strumienia i poza punkt kolizji ze strumieniem j [s],

$td_{i,j}$  – czas dojazdu strumienia j do punktu kolizji ze strumieniem i [s],

a) dla pieszych  $td=0$ ,

b) dla pojazdów  $td_{i,j}=(Sd_{i,j}/Vd_j)+1$ .

Czas ewakuacji pojazdów obliczono wg następującego wzoru:

$$te_{i,j} = (se_{i,j} + lp)/ve_i \quad [s] \quad (2)$$

gdzie:

$se_{i,j}$  – droga ewakuacji strumienia i od linii zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem j [m],

$lp$  – 10 m dla strumienia pojazdów, 0 m dla strumienia pieszych [m],

$ve_i$  – prędkość ewakuacji i-tej grupy ruchowej [m/s].

Czas dojazdu pojazdów obliczono wg następującego wzoru:

$$td_{i,j} = (sd_{i,j}/vd_j)+1 \quad [s] \quad (3)$$

gdzie:

$sd_{i,j}$  – długość drogi dojazdu strumienia j od linii warunkowego zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem i [m],

$vd_j$  – prędkość dojazdu strumienia j którą należy przyjąć jako równą maksymalnej dopuszczalnej prędkości tego strumienia, uwzględniając jednak warunki miejscowe [m/s].

## **5.2. Fazy pracy sygnalizacji**

Na skrzyżowaniu objętym niniejszym opracowaniem zaprojektowano acykliczną, akomodacyjną sygnalizację świetlną. Sterowanie oparte będzie na systemie detekcji ruchu pojazdów i pieszych, będzie obejmowało wszystkie grupy ruchowe. Sygnalizacja będzie charakteryzowała się pracą według następującego układu:

- stan ustalony,
- stan wzbudzenia,
- stan ustalony.

Za stan ustalony uważa się brak wzbudzenia sygnalizacji (nie pojawia się żaden pojazd) co oznacza, że na wszystkich sygnalizatorach wyświetlany jest sygnał czerwony (all red). Przyjęty układ faz przedstawiono w części rysunkowej na Rys.6.

Faza I, sygnał zielony otrzymują:

- pojazdy na wlocie Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K2WL, kierunek na wprost i w lewo oraz grupa kołowa K2'WL kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K2P, kierunek w prawo,
- pojazdy Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K4WL, kierunek na wprost i w lewo oraz K4'WL kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K4P, kierunek w prawo,
- piesi przechodzący w poprzek ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa piesza P1A, P1B i P3A i P3B.

Faza Ia, sygnał zielony otrzymują:

- pojazdy na wlocie Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K2'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K4'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K1'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K3'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- piesi przechodzący w poprzek ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa piesza P1A, P3A,

- piesi przechodzący przez wloty w poprzek Al. Jana Pawła II – grupa piesza P2A, P4A.

Faza I wywoływana jest przez zgłoszenia pojazdów na pętach indukcyjnych oraz w obrębie wideodetektorów, przyporządkowanych grupie K2P, K2WL, K4P i K4WL oraz zgłoszenia pieszych w grupach P1A i P1B, P3A i P3B. Długość sygnału zielonego w fazie I wynosi  $G_1=26s$ . Minimalna długość sygnału zielonego dla pieszych w grupie P1A, P1B, P3A, P3B wynosi  $15s + 4s = 19s$  (15s jest to czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście z szybkością 1.4 m/s, 4s to sygnał zielony migający). Sygnał zielony dla grup P1A, P1B, P3A, P3B wyświetlany jest od początku fazy I tylko, jeśli w trakcie trwania fazy II nastąpiło zgłoszenie pieszego w poszczególnych parach grup.

W fazie I występują trzy przypadki pracy sygnalizacji.

W **przypadku pierwszym** czas trwania sygnału zielonego w fazie I determinowany jest zgłoszeniami grup kolizyjnych K2P, K2WL, K2'WL, K4P i K4WL, K4'WL oraz ewentualnymi wzbudzeniami ze strony pieszych z grup P1A i P1B, P3A i P3B. Piesi zgłaszający zapotrzebowanie z grup P1A i P3A mogą otrzymać sygnał zielony w fazie I jak również w fazie Ia. Piesi z grup P1B i P3B mogą przekroczyć przejście dla pieszych tylko w fazie I. Jeżeli nie nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P1A, P1B, P3A, P3B przed rozpoczęciem fazy I wówczas sygnał zielony dla pieszych z tych grup nie będzie realizowany od początku trwania fazy I. Dodatkowo gdy nie nastąpiło zgłoszenie w grupach pieszych P1A i/lub P1B, P3A i/lub P3B do 7 s trwania fazy I w przypadku grup P1B, P3B oraz do 17s trwania fazy I w przypadku grup P1A, P3A sygnał zielony dla tej grupy realizowany będzie dopiero w fazie I kolejnego cyklu. W tym przypadku sygnał zielony dla pojazdów z grupy K2P, K2WL, K4P i K4WL po minimalnym czasie tj. okresie pierwszym 5 s będzie mógł być podtrzymany do 26 s przez zgłaszanie się pojazdów w grupach K2P, K2WL, K4P i K4WL. Jeśli po okresie pierwszym brak będzie zgłoszeń pojazdów K2P, K2WL, K4P i K4WL wówczas następuje zamknięcie wlotów Al. Jana Pawła II.

W przypadku zgłoszeń pojazdów w grupach K2'WL i K4'WL po zakończeniu fazy I sygnał zielony dla pojazdów z grupy K2'WL i K4'WL może zostać wydłużony o fazę Ia. Faza Ia wywoływana jest przez zgłoszenia pojazdów na detektorach przyporządkowanych grupie K2'WL, K4'WL oraz w przypadku zgłoszeń pieszych w grupach P1A i/lub P3A. Sygnał zielony dla grupy K2'WL i K4'WL zostanie wydłużony

do łącznego czasu 11s ( $t_m=8s + 3s$  wspólnego otwarcia grup K2'WL, K4'WL, K1'WL, K3'WL) celem oczyszczenia powierzchni akumulacyjnych z pojazdów przed fazą II.

**W przypadku drugim**, jeżeli nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P1B i/lub P3B podczas trwania fazy II wówczas długość okresu pierwszego fazy I zostaje przedłużona do 22 s. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych uczestników ruchu. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego na sygnalizatorach dla grup P1B i P3B wyświetlany jest sygnał czerwony. Po tym czasie następuje realizacja okresu drugiego, kiedy sygnał zielony może zostać podtrzymany do 26 s przez pojazdy zgłaszające się na detektorach przyporządkowanych grupom K2P, K2WL, K4P i K4WL. Jeżeli brak będzie zgłoszeń wloty zostają zamknięte i sygnalizacja realizuje fazę Ia lub fazę II w zależności od zgłoszeń grup kolizyjnych.

Jeżeli nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P1A i/lub P3A (przy braku zgłoszeń w grupach P1Bi/lub P3B) podczas trwania fazy II wówczas długość okresu pierwszego fazy I zostaje przedłużona do 16 s. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych uczestników ruchu. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego, na sygnalizatorach dla grup P1A i P3A wyświetlany jest sygnał czerwony. Po tym czasie następuje realizacja okresu drugiego, kiedy sygnał zielony fazy I może zostać podtrzymany do 26 s przez pojazdy zgłaszające się na detektorach przyporządkowanych grupom K2P, K2WL, K4P i K4WL. Jeśli po okresie pierwszym brak będzie zgłoszeń pojazdów K2P, K2WL, K4P i K4WL wówczas następuje zamknięcie wlotów Al. Jana Pawła II.

Jeżeli po realizacji fazy I następują zgłoszenia w grupach K2'WL i K4'WL po realizacji wydłużenia o 11 s i zapewnieniu odpowiednich czasów międzzielonych program sygnalizacji przejdzie do realizacji fazy II, jeśli wystąpią zgłoszenia w grupach kolizyjnych, tj. K1P, K1WL, K3P, K3WL. Jeśli brak będzie zgłoszeń w poszczególnych kołowych grupach kolizyjnych K1P, K1WL, K2P, K2WL, K2'WL, K3P, K3WL, K4P i K4WL, K4'WL oraz w grupach pieszych sygnalizacja przejdzie w stan ustalony – all red.

**W przypadku trzecim**, jeśli nastąpiło zgłoszenie w grupach pieszych P1A i/lub P3A, P1B i/lub P3B do 7 s trwania fazy I w przypadku grup P1B, P3B oraz do 17s trwania fazy I w przypadku grup P1A, P3A sygnał zielony dla poszczególnych par



grupy pieszych będzie możliwy do zrealizowania jeszcze w fazie I oraz fazie Ia (zależne od poszczególnych par grup). Wówczas w 7 s fazy I dla grup P1B i/lub P3B włączony zostaje sygnał zielony, a tym samym długość okresu pierwszego zostaje pasywnie przedłużona do 26 s fazy I. W przypadku grup P1A, P3A sygnał zielony może być realizowany od 17 s trwania fazy I, lecz spowoduje to przedłużenie o 11 s, czyli wystąpienie fazy Ia. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego na sygnalizatorach dla grup P1A i/lub P3A oraz P1B i/lub P3B na sygnalizatorach dla pieszych wyświetlany jest sygnał czerwony. Natomiast jeśli zgłoszenie w grupach pieszych P1A i/lub P1B, P3A i/lub P3B do 7 s trwania fazy I w przypadku grup P1B, P3B oraz do 17s trwania fazy I w przypadku grup P1A, P3A sygnał zielony dla tej grupy realizowany będzie dopiero w fazie I kolejnego cyklu.

Czas trwania okresów sygnału zielonego w tej fazie dla grupy K2P, K2WL, K2'WL, K4P, K4WL, K4'WL wynosi:

**przypadek pierwszy:**

- faza I (grupy K2P, K2WL, K4P, K4WL): okres I = 5 s, okres II = 21 s,
- faza I (K2'WL, K4'WL): okres I = 13 s, okres II = 31 s,

**przypadek drugi:**

- faza I (grupy K2P, K2WL, K4P, K4WL): okres I = 22 s, okres II = 4 s,
- faza I (K2'WL, K4'WL): okres I = 16 s, okres II = 28 s,

**przypadek trzeci:**

- faza I (grupy K2P, K2WL, K4P, K4WL): okres I = 5 s, okres II – 21 s,
- faza I (K2'WL, K4'WL): okres I = 13 s, okres II – 31 s.

W trakcie realizacji okresu I i II, zgłoszenia tylko w jednej grupie kołowej podtrzymują sygnał zielony w grupie kołowej na wlocie przeciwnym oraz podobnie jeśli chodzi o grupy piesze.

Gdy program sygnalizacji realizuje fazę I i nastąpi zgłoszenie w jednej z grup kolizyjnych K1P, K1WL, K3P, K3WL, P2B, P4B, P2A, P4A wówczas po 26 s wyświetlania sygnału zielonego zamknięte zostają grupy K2P K2WL, K4P, K4WL i następuje oczyszczenie wewnętrznych powierzchni akumulacyjnych, czyli wchodzi faza Ia wyświetlając sygnał zielony dla grup K1'WL, K2'WL, K3'WL, K4'WL. W czasie wydłużenia o 11 s, które następuje po zakończeniu fazy I dla pojazdów z grup K2'WL i/lub K4'WL oraz 7s przed rozpoczynającą się fazą II dla grup K1'WL i/lub K3'WL. W



przypadku braku zgłoszeń pojazdów i pieszych sygnalizacja przechodzi w stan ustalony „all red” i oczekuje na zgłoszenia w poszczególnych grupach kolizyjnych.

Faza II, sygnał zielony otrzymują:

- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K1WL, kierunek na wprost i w lewo oraz grupa kołowa K1'WL kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K1P, kierunek w prawo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K3WL, kierunek na wprost i w lewo oraz grupa kołowa K3'WL kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K3P, kierunek w prawo,
- piesi przechodzący przez wloty w poprzek Al. Jana Pawła II – grupa piesza P2A, P2B i P4A i P4B.

Faza IIa, sygnał zielony otrzymują:

- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K1'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa kołowa K3'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy na wlocie Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K2'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- pojazdy Al. Jana Pawła II – grupa kołowa K4'WL, kierunek na wprost i w lewo,
- piesi przechodzący w poprzek ul. Komisji Edukacji Narodowej – grupa piesza P1A, P3A,
- piesi przechodzący przez wloty w poprzek Al. Jana Pawła II – grupa piesza P2A, P4A.

Faza II wywoływana jest przez zgłoszenia pojazdów na pętłach indukcyjnych oraz w obrębie wideodetekora, przyporządkowanych grupie K1P, K1WL, K3P i K3WL oraz zgłoszenia pieszych w grupach P2A i/lub P2B, P4A i/lub P4B. Długość sygnału zielonego w fazie II wynosi  $G_2=24s$ . Minimalna długość sygnału zielonego dla

pieszych w grupie P2A i P2B, P4A i P4B wynosi  $14s + 4s = 18s$  (14s jest to czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście z szybkością 1.4 m/s, 4s to sygnał zielony migający). Sygnał zielony dla grup P2A i/lub P2B, P4A i/lub P4B wyświetlany jest od początku fazy I tylko, jeśli w trakcie trwania fazy I nastąpiło zgłoszenie pieszych w poszczególnych parach grup.

W fazie II występują trzy przypadki pracy sygnalizacji.

W **przypadku pierwszym** czas trwania sygnału zielonego w fazie II determinowany jest zgłoszeniami grup kolizyjnych K1P, K1WL, K1'WL, K3P, K3WL, K3'WL oraz ewentualnymi wzbudzeniami ze strony pieszych z grup P2A i P2B, P4A i P4B. Piesi zgłaszający zapotrzebowanie z grup P2A i P4A mogą otrzymać sygnał zielony w fazie II jak również w fazie IIa. Piesi z grup P2B i P4B mogą przekroczyć przejście dla pieszych tylko w fazie II. Jeżeli nie nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P2A, P2B, P4A, P4B. przed rozpoczęciem fazy II wówczas sygnał zielony dla pieszych z tych grup nie będzie realizowany od początku trwania fazy II. Dodatkowo gdy nie nastąpiło zgłoszenie w grupach pieszych P2B i/lub P4B, P2A i/lub P4A do 7 s trwania fazy II w przypadku grup P2B, P4B oraz do 16s trwania fazy II w przypadku grup P2A, P4A sygnał zielony dla tej grupy realizowany będzie dopiero w fazie II kolejnego cyklu. W tym przypadku sygnał zielony dla pojazdów z grupy K1P, K1WL, K3P, K3WL, po minimalnym czasie tj. okresie pierwszym 5 s będzie mógł być podtrzymany do 24 s przez zgłaszanie się pojazdów w grupach K1P, K1WL, K3P, K3WL. Jeśli po okresie pierwszym brak będzie zgłoszeń pojazdów K1P, K1WL, K3P, K3WL wówczas następuje zamknięcie wlotów ul. Komisji Edukacji Narodowej.

W przypadku zgłoszeń pojazdów w grupach K1'WL i K3'WL po zakończeniu fazy II sygnał zielony dla pojazdów z grupy K1'WL i K3'WL może zostać wydłużony o fazę IIa. Faza IIa wywoływana jest przez zgłoszenia pojazdów na detektorach przyporządkowanych grupie K1'WL, K3'WL oraz w przypadku zgłoszeń pieszych w grupach P2A i/lub P4A. Sygnał zielony dla grupy K1'WL i K3'WL zostanie wydłużony do łącznego czasu 11s ( $t_m=8s + 3s$  wspólnego otwarcia grup K1'WL, K3'WL, K2'WL, K4'WL) celem oczyszczenia powierzchni akumulacyjnych z pojazdów przed fazą I.

W **przypadku drugim**, jeżeli nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P2B i/lub P4B podczas trwania fazy I wówczas długość okresu pierwszego fazy II zostaje przedłużona do 21 s. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych uczestników ruchu. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego

na sygnalizatorach dla grup P2B i P4B wyświetlany jest sygnał czerwony. Po tym czasie następuje realizacja okresu drugiego, kiedy sygnał zielony może zostać podtrzymany do 24 s przez pojazdy zgłaszające się na detektorach przyporządkowanych grupom K1P, K1WL, K3P, K3WL. Jeżeli brak będzie zgłoszeń wloty zostają zamknięte i sygnalizacja realizuje fazę IIa lub fazę I w zależności od zgłoszeń grup kolizyjnych.

Jeżeli nastąpiło zgłoszenie pieszych z grup P2A i/lub P4A (przy braku zgłoszeń w grupach P2Bi/lub P4B) podczas trwania fazy II wówczas długość okresu pierwszego fazy I zostaje przedłużona do 15 s. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych uczestników ruchu. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego, na sygnalizatorach dla grup P2A i P4A wyświetlany jest sygnał czerwony. Po tym czasie następuje realizacja okresu drugiego, kiedy sygnał zielony fazy II może zostać podtrzymany do 24 s przez pojazdy zgłaszające się na detektorach przyporządkowanych grupom K1P, K1WL, K3P, K3WL. Jeśli po okresie pierwszym brak będzie zgłoszeń pojazdów K1P, K1WL, K3P, K3WL wówczas następuje zamknięcie wlotów ul. Komisji Edukacji Narodowej.

Jeżeli po realizacji fazy II następują zgłoszenia w grupach K1'WL i K3'WL po realizacji wydłużenia o 7 s i zapewnieniu odpowiednich czasów międzzielonych program sygnalizacji przejdzie do realizacji fazy I, jeśli wystąpią zgłoszenia w grupach kolizyjnych, tj. K2P, K2WL, K4P, K4WL. Jeśli brak będzie zgłoszeń w poszczególnych kołowych grupach kolizyjnych K1P, K1WL, K2P, K2WL, K2'WL, K3P, K3WL, K4P i K4WL, K4'WL oraz w grupach pieszych sygnalizacja przejdzie w stan ustalony – all red.

**W przypadku trzecim**, jeśli nastąpiło zgłoszenie w grupach pieszych P2A i/lub P4A, P2B i/lub P4B do 7 s trwania fazy I w przypadku grup P2B, P4B oraz do 16s trwania fazy II w przypadku grup P2A, P4A sygnał zielony dla poszczególnych par grupy pieszych będzie możliwy do zrealizowania jeszcze w fazie II oraz fazie IIa (zależne od poszczególnych par grup). Wówczas w 7 s fazy I dla grup P2B i/lub P4B włączony zostaje sygnał zielony, a tym samym długość okresu pierwszego zostaje pasywnie przedłużona do 24 s fazy II. W przypadku grup P2A, P4A sygnał zielony może być realizowany od 16 s trwania fazy II, lecz spowoduje to przedłużenie o 7 s, czyli wystąpienie fazy IIa. Wynika to z potrzeby zapewnienia bezpiecznego przejścia dla pieszych. Po upływie 15 s sygnału zielonego dla pieszych (czas niezbędny, aby

pieszy mógł przekroczyć całe przejście) + 4 s zielonego migającego na sygnalizatorach dla grup P2A i/lub P4A oraz P2B i/lub P4B na sygnalizatorach dla pieszych wyświetlany jest sygnał czerwony. Natomiast jeśli zgłoszenie w grupach pieszych P2A i/lub P2B, P4A i/lub P4B do 7 s trwania fazy I w przypadku grup P2B, P4B oraz do 16s trwania fazy II w przypadku grup P2A, P4A sygnał zielony dla tej grupy realizowany będzie dopiero w fazie II kolejnego cyklu.

Czas trwania okresów sygnału zielonego w tej fazie dla grupy K1P, K1WL, K1'WL, K3P, K3WL, K3'WL wynosi:

**przypadek pierwszy:**

- faza I (grupy K1P, K1WL, K3P, K3WL): okres I = 5 s, okres II = 19 s,
- faza I (K1'WL, K3'WL): okres I = 13 s, okres II = 29 s,

**przypadek drugi:**

- faza I (grupy K1P, K1WL, K3P, K3WL): okres I = 21 s, okres II = 3 s,
- faza I (K1'WL, K3'WL): okres I = 15 s, okres II = 27 s,

**przypadek trzeci:**

- faza I (grupy K1P, K1WL, K3P, K3WL): okres I = 5 s, okres II – 19 s,
- faza I (K1'WL, K3'WL): okres I = 13 s, okres II – 29 s.

W trakcie realizacji okresu I i II, zgłoszenia tylko w jednej grupie kołowej podtrzymują sygnał zielony w grupie kołowej na wlocie przeciwnym oraz podobnie jeśli chodzi o grupy piesze.

Gdy program sygnalizacji realizuje fazę II i nastąpi zgłoszenie w jednej z grup kolizyjnych K2P, K2WL, K4P, K4WL, P1B, P3B, P1A, P3A wówczas po 24 s wyświetlania sygnału zielonego zamknięte zostają grupy K1P K1WL, K3P, K3WL i następuje oczyszczenie wewnętrznych powierzchni akumulacyjnych, czyli wchodzi faza IIa wyświetlając sygnał zielony dla grup K1'WL, K2'WL, K3'WL, K4'WL. W czasie wydłużenia o 11 s, które następuje po zakończeniu fazy II dla pojazdów z grup K1'WL i/lub K3'WL oraz 7s przed rozpoczynającą się fazą I dla grup K2'WL i/lub K4'WL. W przypadku braku zgłoszeń pojazdów i pieszych sygnalizacja przechodzi w stan ustalony „all red” i oczekuje na zgłoszenia w poszczególnych grupach kolizyjnych.

Program ten będzie funkcjonować jako stałoczasowy w okresach maksymalnego wzrostu natężenia ruchu, gdy występować będą równomierne dopływy pojazdów we wszystkich grupach.

Oprócz programu sygnalizacji realizowanego przy trybie pracy acyklicznym, akomodacyjnym zaprojektowano program sygnalizacji stałoczasowej. Stanowi on zabezpieczenie dla utrzymania ciągłości pracy sygnalizacji. Przejście sygnalizacji w tryb pracy stałoczasowy będzie konieczne np. przy wystąpieniu uszkodzeń w systemie detekcji, które uniemożliwią prawidłową realizację programu, zagrażając powstawaniem kolejek, lub w innych uzasadnionych wypadkach. Program stałoczasowy oparty jest na programie dwufazowym. Długość cyklu dla tego programu wynosi  $T = 80$  s. i jest to program z maksymalnymi długościami sygnałów zielonych (okres I, II). Natomiast sygnał zielony dla grup pieszych jest stały nie zależny od zgłoszeń. W fazie I dla grup P1A i P3A wynosi  $35\text{ s} + 4\text{ s} = 39\text{ s}$  i dla grup P1B i P3B wynosi  $19\text{ s} + 4\text{ s} = 23\text{ s}$  natomiast w fazie II dla grup P2A i P4A wynosi  $33\text{ s} + 4\text{ s} = 37\text{ s}$  i dla grup P2B i P4B wynosi  $18\text{ s} + 4\text{ s} = 22\text{ s}$ . Program acykliczny, akomodacyjny przedstawiono na Rys. 7a, natomiast stałoczasowy na Rys. 7b w części rysunkowej opracowania.

### **5.3. Wykaz grup kolizyjnych**

Na podstawie układu faz opracowano macierz grup kolizyjnych przedstawioną w tabl. 5.1, a według powyższych wzorów określono macierz czasów międzymiędzyzielonych. Obliczenia poszczególnych parametrów geometrycznych wykonano komputerowo, zaś wyniki zestawiono poniżej w tabl. 5.2.

Tab. 5.1. Macierz grup kolizyjnych

			Dla grup wchodzących																			
Nazwa grupy			K1P	K1 WL	K1' WL	K2P	K2 WL	K2' WL	K3P	K3 WL	K3' WL	K4P	K4 WL	K4' WL	P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P3B	P4A	P4B
Numer grupy			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Dla grup wychodzących	K1P	1													X							
	K1WL	2						X							X							
	K1'WL	3											X							X		
	K2P	4															X					
	K2WL	5									X						X					
	K2'WL	6		X																		X
	K3P	7																	X			
	K3WL	8													X				X			
	K3'WL	9					X										X					
	K4P	10																			X	
	K4WL	11			X																X	
	K4'WL	12								X								X				
	P1A	13	X	X																		
	P1B	14									X											
	P2A	15				X	X															
	P2B	16												X								
	P3A	17							X	X												
	P3B	18			X																	
	P4A	19										X	X									
	P4B	20						X														

Tabl. 5.2. Macierz czasów międzyzielonych

			Dla grup wchodzących																			
Nazwa grupy			K1P	K1WL	K1'WL	K2P	K2WL	K2'WL	K3P	K3WL	K3'WL	K4P	K4WL	K4'WL	P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P3B	P4A	P4B
Numer grupy			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Dla grup wychodzących	K1P	1													6							
	K1WL	2						7							5							
	K1'WL	3											4							7		
	K2P	4															6					
	K2WL	5									8						5					
	K2'WL	6		4																		7
	K3P	7																	6			
	K3WL	8												8					5			
	K3'WL	9					4									7						
	K4P	10																			6	
	K4WL	11			7																5	
	K4'WL	12								4								7				
	P1A	13	11	11																		
	P1B	14								6												
	P2A	15				10	10															
	P2B	16											7									
	P3A	17							12	12												
	P3B	18			8																	
	P4A	19										12	12									
	P4B	20						7														

#### **5.4. Obliczenia przepustowości i warunków ruchu**

Podstawowy program pracy sygnalizacji jest programem dwufazowym. Przyjęty układ faz przedstawiono na Rys. 6. Program ten będzie funkcjonować jako stałoczasowy w okresach maksymalnego wzrostu natężenia ruchu, gdy występować będą równomierne dopływy pojazdów we wszystkich grupach.

Obliczenia przepustowości wlotów oraz mierników warunków ruchu wykonano metodą zalecaną przez GDDKiA, „Zarządzenie Nr 20 z dnia 23 lipca 2004 r.”. Do oceny warunków ruchu na wlotach skrzyżowania wykorzystano następujące mierniki:

- przepustowość wlotów  $C$  [ $P/h$ ],
- stopień obciążenia wlotów  $X$  [-],
- średnie straty czasu  $D$  [ $s/P$ ],
- wskaźnik zatrzymań  $W_z$  [-],
- kwanty 95% kolejki maksymalnej  $K_{m95}$  [ $P$ ].

Obliczenia mierników warunków ruchu wykonano dla przyjętych natężeń dla godziny szczytu, wyznaczonej na podstawie pomiarów ruchu wykonanych bezpośrednio na skrzyżowaniu. Diagram natężenia ruchu zamieszczono w części rysunkowej opracowania Rys. 3. Do obliczeń przyjęto maksymalne sygnały zielone wynoszące kolejno; faza I -  $G_1=26$  s, faza II –  $G_2=24$  s. Również czasy międzzielone przyjęto jako maksymalne pomiędzy kolejnymi fazami, które wynoszą; faza I –  $t_{m1}=8.0$  s, faza II –  $t_{m2}=8.0$  s. Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń warunków ruchu na analizowanym skrzyżowaniu dla opisywanych założeń.



Tabl. 5.3. Natężenia nasycenia i przepustowości oraz parametry warunków ruchu na skrzyżowaniu Al. Jana Pawła II i ul. Komisji Edukacji Narodowej w Stalowej Woli dla programu sygnalizacji o długości cyklu  $T = 80$  s.

Włot	Relacja	Q	S	Y	C	X	D	Wz	Km95	PSR
		[P/h]	[P/hz]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	[-]	[P]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A – ul Komisji Edukacji Narodowej - centrum (włot północno - wschodni)	WL	284	5080	0,056	1524	0,19	<b>20,8</b>	0,67	12	II
	P	38	1344	0,028	403	0,09	<b>20,2</b>	0,65	4	II
B – Al. Jana Pawła II - Przemysł (włot południowo - wschodni)	WL	601	5065	0,119	1646	0,36	<b>20,9</b>	0,69	21	II
	P	58	1344	0,043	437	0,13	<b>19,1</b>	0,63	5	I
C – ul. Komisji Edukacji Narodowej - Tarnobrzeg (włot południowo - zachodni)	WL	511	5073	0,101	1522	0,34	<b>22,0</b>	0,70	18	II
	P	292	1344	0,217	403	0,72	<b>32,1</b>	0,80	14	II
D – Al. Jana Pawła II - Sandomierz (włot północno - zachodni)	WL	283	5079	0,055	1651	0,17	<b>19,3</b>	0,64	12	I
	P	90	1344	0,067	437	0,21	<b>19,7</b>	0,65	6	I
Skrzyżowanie		2157					<b>21,8</b>	0,68		II
Program sygnalizacji [s]		Cykl			faza I			faza II		
		80			26			24		

Oznaczenia stosowane w tabl. 5.3 (dotyczące skrzyżowania z sygnalizacją świetlną):

- Q – istniejące natężenie ruchu [P/h],
- S – natężenie nasycenia [P/hz],
- Y – stopień nasycenia [-],
- C – przepustowość [P/h],
- X – stopień obciążenia [-],
- D – średnia strata czasu [s/P],
- W<sub>z</sub> – wskaźnik zatrzymań [-],
- K<sub>m95</sub> – kwantyl 95 % kolejki maksymalnej [P],
- PSR – poziom swobody ruchu.

Tabl. 5.4. Obliczenia sprawdzające pojemność wewnętrznych powierzchni akumulacyjnych oraz przepustowość pasów ruchu na wprost w obrębie tych powierzchni na skrzyżowaniu z wyspą centralną Al. Jana Pawła II i Ul. Komisji Edukacji Narodowej w Stalowej Woli dla programu sygnalizacji o długości cyklu  $T = 80$  s.

Włot	Grupa	$Q_L$	$T$	$u_c$	$N_{sr}$	$N_{max}$	$I_a$	$I_{s.o.}$	$F_a$	$F_{a2}$
		[P/h]	[P/hz]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	[-]	[P]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A – ul Komisji Edukacji Narodowej - centrum (włot północno - wschodni)	K4'WL	27	80	0,079	0,60	2	39	6,6	6	12
B – Al. Jana Pawła II - Przemysł (włot południowo - wschodni)	K1'WL	293	80	0,079	6,51	8	39	6,6	6	12
C – ul. Komisji Edukacji Narodowej - Tarnobrzeg (włot południowo - zachodni)	K2'WL	138	80	0,079	3,07	5	40	6,6	7	14
D – Al. Jana Pawła II - Sandomierz (włot północno - zachodni)	K3'WL	35	80	0,079	0,78	2	41	6,6	7	14

Włot	Grupa	$F_a > N_{max}$	$F_{a2} * 3600 / T > Q_L / (1 / (1 + u_c))$	
1	2	3	4	4
A – ul Komisji Edukacji Narodowej - centrum (włot północno - wschodni)	K4'WL	$12 > 2$	$540 > 29$	warunki spełnione
B – Al. Jana Pawła II - Przemysł (włot południowo - wschodni)	K1'WL	$12 > 8$	$540 > 316$	warunki spełnione
C – ul. Komisji Edukacji Narodowej - Tarnobrzeg (włot południowo - zachodni)	K2'WL	$14 > 5$	$630 > 149$	warunki spełnione
D – Al. Jana Pawła II - Sandomierz (włot północno - zachodni)	K3'WL	$14 > 2$	$630 > 38$	warunki spełnione
Program sygnalizacji [s]		Cykl	faza I	faza II
		80	26	24

Oznaczenia stosowane w tabl. 5.4 (dotyczące powierzchni akumulacji na skrzyżowaniu z wyspą centralną):

$Q_L$  – istniejące natężenie ruchu relacji w lewo [P/h],

Nśr – średnia liczba pojazdów skręcających w lewo, które zatrzymują się na wewnętrznej powierzchni akumulacyjnej,

$N_{max}$  – prawdopodobna maksymalna liczba pojazdów skręcających w lewo, które zatrzymują się na wewnętrznej powierzchni akumulacyjnej,

$F_a$  – pojemność powierzchni akumulacyjnej.

Projektowany program sygnalizacji zapewnia bardzo dobry i dobry poziom obsługi wszystkich uczestników ruchu (PSR I i II). Dla grup K2P, K4WL, K4P– PSR I. Natomiast dla grup K1WL, K1P, K2WL, K3WL, K3P panują nieco gorsze warunki ruchu na skrzyżowaniu – PSR II. Największe straty czasu ponoszą pojazdy skręcające w prawo (grupa K3P) na wlocie ul. Komisji Edukacji Narodowej od strony Tarnobrzega – 32,1s. Również warunki sprawdzające pojemność wewnętrznych powierzchni akumulacyjnych oraz przepustowości pasów ruchu na wprost w obrębie powierzchni akumulacyjnych zostały spełnione (Tabl. 5.4.). Otrzymane warunki ruchu dla poszczególnych grup pojazdów, jak również globalnie dla całego skrzyżowania odpowiadają wymaganemu poziomowi swobody ruchu, zgodnie z „Zarządzeniem Nr 20 z dnia 23 lipca 2004 r.”. Do obliczeń warunków ruchu przyjęto, że w godzinie szczytu, dopływy na kierunku wszystkich wlotach będą równomierne. Do obliczeń przyjęto maksymalne czasy międzyzielone dla grup kołowych, jakie mogą wystąpić pomiędzy przyjętym układem faz.

## **5.5. Sterownik sygnalizacji, system detekcji**

Ze względu na tryb pracy oraz warunki programowe, jakie ma realizować sterownik sygnalizacji należy zastosować sterownik, który obsługuje co najmniej 20 grup (12 grup kołowych i 8 grup pieszych). Przystosowany do obsługi pętli indukcyjnych, jak również wideodetektorów oraz współpracujący z przyciskami zgłoszeniowymi dla pieszych.

W niniejszym opracowaniu dla prawidłowej realizacji programu zastosowano:

- **dla detekcji pojazdów – wideodetektory** umieszczone nad jezdnią (maszty wysięgnikowe). Jest to obecnie rozwiązanie dające największe możliwości i realizację wszystkich założeń projektowych. Pozwala nie tylko na dużą dynamikę pracy sygnalizacji i dostosowanie do występujących

potrzeb ruchowych, ale również daje gwarancję dużej niezawodności odczytu zgłoszenia. Lokalizację wideodetektorów i obszary objęte detekcją, w postaci pętli wirtualnych przedstawiono na Rys. 8 w części rysunkowej niniejszego opracowania.

- **dla detekcji pojazdów – pętle indukcyjne** umieszczone w jezdni. Wideodetekcja w połączeniu z pętlami indukcyjnymi pozwala na jeszcze większą dynamikę pracy sygnalizacji i dostosowanie do aktualnych potrzeb ruchowych, niezależnie od warunków atmosferycznych. Dzięki zastosowaniu najnowszych technologii w dziedzinie detekcji pojazdów osiągnięto gwarancję dużej niezawodności odczytu zgłoszenia. Lokalizację i opis pętli przedstawiono na Rys. 8 w części rysunkowej niniejszego opracowania.
- **dla detekcji pieszych** – przyciski dla pieszych z lampką sygnalizującą przyjęcie zgłoszenia. Ponadto należy podtrzymać sygnał dźwiękowy na przejściu dla pieszych oznajmujący wyświetlanie sygnału zielonego dla pieszych grup kolizyjnych.

Lokalizację detektorów (pętle indukcyjne) i wideodetektorów oraz opis poszczególnych elementów systemu detekcji przedstawiono na Rys. 8 w części rysunkowej.

Tabl. 5.5. Zestawienie detektorów indukcyjnych wraz z opisem ich funkcji

DANE GŁÓWNE		PRZEDŁUŻENIE		FUNKCJA DETEKTORA (funkcja liczenia)
Nazwa detektora	Należy do grupy	Czas interwału		
		okres 1	Okres 2	
D1/1/15	K1WL	1.5	1.0	
D2/1/15	K1WL	1.5	1.0	
D3/1/15	K1WL	1.5	1.0	
D4/1/15	K1P	1.5	1.0	
D5/36/1.5	K1WL	3.0	2.0	X
D6/36/1.5	K1WL	3.0	2.0	X
D7/36/1.5	K1WL	3.0	2.0	X
D8/36/1.5	K1P	3.0	2.0	X
D9/66/1.5	K1WL	3.0	2.0	X

D10/66/1.5	K1WL	3.0	2.0	X
D11/66/1.5	K1WL	3.0	2.0	X
D12/66/1.5	K1P	3.0	2.0	X
D13/1/15	K2WL	1.5	1.0	
D14/1/15	K2WL	1.5	1.0	
D15/1/15	K2WL	1.5	1.0	
D16/1/15	K2P	1.5	1.0	
D17/36/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D18/36/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D19/36/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D20/66/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D21/66/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D22/66/1.5	K2WL	3.0	2.0	X
D23/1/15	K3WL	1.5	1.0	
D24/1/15	K3WL	1.5	1.0	
D25/1/15	K3WL	1.5	1.0	
D26/1/15	K3P	1.5	1.0	
D27/36/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D28/36/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D29/36/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D30/36/1.5	K3P	3.0	2.0	X
D31/66/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D32/66/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D33/66/1.5	K3WL	3.0	2.0	X
D34/1/15	K4WL	1.5	1.0	
D35/1/15	K4WL	1.5	1.0	
D36/1/15	K4WL	1.5	1.0	
D37/1/15	K4P	1.5	1.0	
D38/36/1.5	K4WL	3.0	2.0	X
D39/36/1.5	K4WL	3.0	2.0	X
D40/36/1.5	K4WL	3.0	2.0	X
D41/66/1.5	K4WL	3.0	2.0	X
D42/66/1.5	K4WL	3.0	2.0	X
D43/66/1.5	K4WL	3.0	2.0	X

D44/1/15	K1'WL	1.5	1.0	
D45/1/15	K1'WL	1.5	1.0	
D46/1/15	K1'WL	1.5	1.0	
D47/1/15	K2'WL	1.5	1.0	
D48/1/15	K2'WL	1.5	1.0	
D49/1/15	K2'WL	1.5	1.0	
D50/1/15	K3'WL	1.5	1.0	
D51/1/15	K3'WL	1.5	1.0	
D52/1/15	K3'WL	1.5	1.0	
D53/1/15	K4'WL	1.5	1.0	
D54/1/15	K4'WL	1.5	1.0	
D55/1/15	K4'WL	1.5	1.0	

Tabl. 5.5. Zestawienie wideodetektorów wraz z opisem ich funkcji

DANE GŁÓWNE		PRZEDŁUŻENIE		FUNKCJA DETEKTORA (funkcja liczenia)
Nazwa detektora	Należy do grupy	Czas interwału		
		okres 1	Okres 2	
V1-11	K1WL	1.0	1.0	X
V1-21	K1WL	1.0	1.0	X
V1-31	K1WL	1.0	1.0	X
V1-41	K1P	1.0	1.0	X
V1-12	K1WL	1.5	1.0	
V1-22	K1WL	1.5	1.0	
V1-32	K1WL	1.5	1.0	
V1-42	K1P	1.5	1.0	
V1-13	K1WL	3.0	2.0	X
V1-23	K1WL	3.0	2.0	X
V1-33	K1WL	3.0	2.0	X
V1-43	K1P	3.0	2.0	X
V2-51	K2WL	1.0	1.0	X
V2-61	K2WL	1.0	1.0	X
V2-71	K2WL	1.0	1.0	X
V2-81	K2P	1.0	1.0	X
V2-52	K2WL	1.5	1.0	
V2-62	K2WL	1.5	1.0	

V2-72	K2WL	1.5	1.0	
V2-82	K2P	1.5	1.0	
V2-63	K2WL	3.0	2.0	X
V3-91	K3WL	1.0	1.0	X
V3-101	K3WL	1.0	1.0	X
V3-111	K3WL	1.0	1.0	X
V3-121	K3P	1.0	1.0	X
V3-92	K3WL	1.5	1.0	
V3-102	K3WL	1.5	1.0	
V3-112	K3WL	1.5	1.0	
V3-122	K3P	1.5	1.0	
V3-93	K3WL	3.0	2.0	X
V3-103	K3WL	3.0	2.0	X
V3-113	K3WL	3.0	2.0	X
V3-123	K3P	3.0	2.0	X
V4-131	K4WL	1.0	1.0	X
V4-141	K4WL	1.0	1.0	X
V4-151	K4WL	1.0	1.0	X
V4-161	K4P	1.0	1.0	X
V4-132	K4WL	1.5	1.0	
V4-142	K4WL	1.5	1.0	
V4-152	K4WL	1.5	1.0	
V4-162	K4P	1.5	1.0	
V4-133	K4WL	3.0	2.0	X
V4-143	K4WL	3.0	2.0	X
V4-153	K4WL	3.0	2.0	X
V1'-11	K1'WL	1.0	1.0	X
V1'-21	K1'WL	1.0	1.0	X
V1'-31	K1'WL	1.0	1.0	X
V1'-12	K1'WL	1.5	1.0	
V1'-22	K1'WL	1.5	1.0	
V1'-32	K1'WL	1.5	1.0	
V2'-51	K2'WL	1.0	1.0	X
V2'-61	K2'WL	1.0	1.0	X

V2'-71	K2'WL	1.0	1.0	X
V2'-52	K2'WL	1.5	1.0	
V2'-62	K2'WL	1.5	1.0	
V2'-72	K2'WL	1.5	1.0	
V3'-91	K3'WL	1.0	1.0	X
V3'-101	K3'WL	1.0	1.0	X
V3'-111	K3'WL	1.0	1.0	X
V3'-92	K3'WL	1.5	1.0	
V3'-102	K3'WL	1.5	1.0	
V3'-112	K3'WL	1.5	1.0	
V4'-131	K4'WL	1.0	1.0	X
V4'-141	K4'WL	1.0	1.0	X
V4'-151	K4'WL	1.0	1.0	X
V4'-132	K4'WL	1.5	1.0	
V4'-142	K4'WL	1.5	1.0	
V4'-152	K4'WL	1.5	1.0	