

Zlecniodawca:

Urząd m.st. Warszawy – Biuro Drogownictwa i Komunikacji



Badanie ruchu pieszego metodą tradycyjną i analizy obrazu w wybrany węzle przesiadkowym

Wykonawcy:

P.H.U. „TELSAT”
GRZEGORZ KAWKA
ul. Jana Dąbskiego 1 A
72 - 300 Gryfice

TELSAT
electronic
systems

Transplan Konsulting - Piotr Olszewski
ul. Kleczewska 9
01-851 Warszawa

Usługi Projektowo – Konsultingowe
mgr inż. Marek Maksymienko
ul. Afrykańska 8/38
03-966 Warszawa

Autorzy:

Dr inż. Piotr Olszewski
Mgr inż. Grzegorz Kawka
Dr inż. Marcin Mikłasz
Mgr inż. Marek Maksymienko

SPIS TREŚCI:

1.	WSTĘP	3
2.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	3
3.	PODSTAWY OPRACOWANIA NINIEJSZEJGO RAPORTU	4
4.	ZAKRES OPRACOWANIA	4
5.	CHARAKTERYSTYKA WĘZŁA PRZESIADKOWEGO.....	5
6.	OPIS BADANIA METODĄ TRADYCYJNĄ.....	8
7.	WYNIKI UZYSKANE METODĄ TRADYCYJNĄ.....	10
8.	OPIS BADANIA METODĄ ANALIZY OBRAZU	19
9.	UZYSKANE WYNIKI.....	38
10.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	47
11.	ZAŁĄCZNIKI	50

1. WSTĘP

OBIEKT:

Węzeł przesiadkowy Bemowo - Ratusz, skrzyżowanie ulic Górczewskiej i Powstańców Śląskich w Warszawie.

UWAGA DOTYCZĄCA CAŁOŚCI:

Opracowanie przedstawia raport z badania ruchu pieszego metodą tradycyjną i metodą analizy obrazu w wybranym węźle przesiadkowym zleconego przez Biuro Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m. st. Warszawy.

2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest raport z badania ruchu pieszego metodą tradycyjną i analizy obrazu w węźle przesiadkowym Bemowo-Ratusz. Raport przedstawia wyniki i wnioski z badania, a także opisuje całą procedurę badania. Badanie węzła zostało przeprowadzone metodą tradycyjną – na podstawie przeprowadzenia ankiet wśród podróżnych wysiadających, wsiadających i przesiadających się na węźle – a także metodą analizy obrazu. W metodzie analizy obrazu wykorzystano zarejestrowany na 10 kamerach o wysokiej rozdzielczości FullHD zapis materiału wizyjnego osób wysiadających, wsiadających i przesiadających się na węźle. W materiale wizyjnym dokonano detekcji twarzy osób znajdujących się w kadrze każdej kamery a następnie na podstawie zaawansowanych metod automatycznego rozpoznawania twarzy te same osoby pojawiające się na różnych platformach przystankowych zostały rozpoznane wraz z określeniem czasu ich przejścia z platformy na platformę. Na podstawie zarejestrowanych twarzy określona została też liczba osób pojawiających się na każdej z platform wraz z czasami ich rejestracji (wejścia bądź zejścia z platformy).

Przeprowadzone badanie pozwoliło na określenie wielkości potoków ruchu pasażerów wysiadających, wsiadających i przesiadających się w węźle oraz wyznaczenie kierunków i czasów przejść pasażerów pomiędzy platformami przystankowymi wewnątrz obszaru badania. Na podstawie badania metodą analizy obrazu została sporządzona baza danych zawierająca rekordy (identyfikator osoby; punkt wejścia na platformę przystankową; czas wejścia na platformę przystankową; punkt wyjścia z platformy przystankowej; czas wyjścia z platformy przystankowej).

Taka sama baza powstała na podstawie przeprowadzonego badania metodą tradycyjną. Została ona uzupełniona o współczynnik rozszerzenia próby.

Na podstawie zgromadzonych danych została opracowana zbiorcza baza danych i stworzono na jej podstawie Macierz Ruchu Pieszego w obszarze badania. Macierz zawiera kierunki podróży na obszarze badania, czas tych podróży, a także liczbę osób kończących i rozpoczynających podróż w obszarze badania.

Badanie przeprowadzono podczas szczytu porannego i popołudniowego tj. w godzinach 7:30 - 10:30 (szczyt poranny) i 14:00 - 17:00 (szczyt popołudniowy) dla badania metodą analizy obrazu i w godzinach 7:00-10:00 i 14:00-17:00 dla metody tradycyjnej. Czas rozpoczęcia badania porannego i badania popołudniowego został zmodyfikowany w porównaniu z zapisem w umowie na skutek niewystarczającego oświetlenia naturalnego.

3. PODSTAWY OPRACOWANIA NINIEJSZEJGO RAPORTU

Podstawą opracowania jest Umowa nr BD/B-I-2-5/B/U-33/09 zawarta pomiędzy miastem stołecznym Warszawą a Panem Grzegorzem Kawką prowadzącym działalność gospodarczą pod nazwą P.H.U. „Telsat” Grzegorz Kawka z siedzibą w Gryficach.

4. ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie obejmuje swoim zakresem:

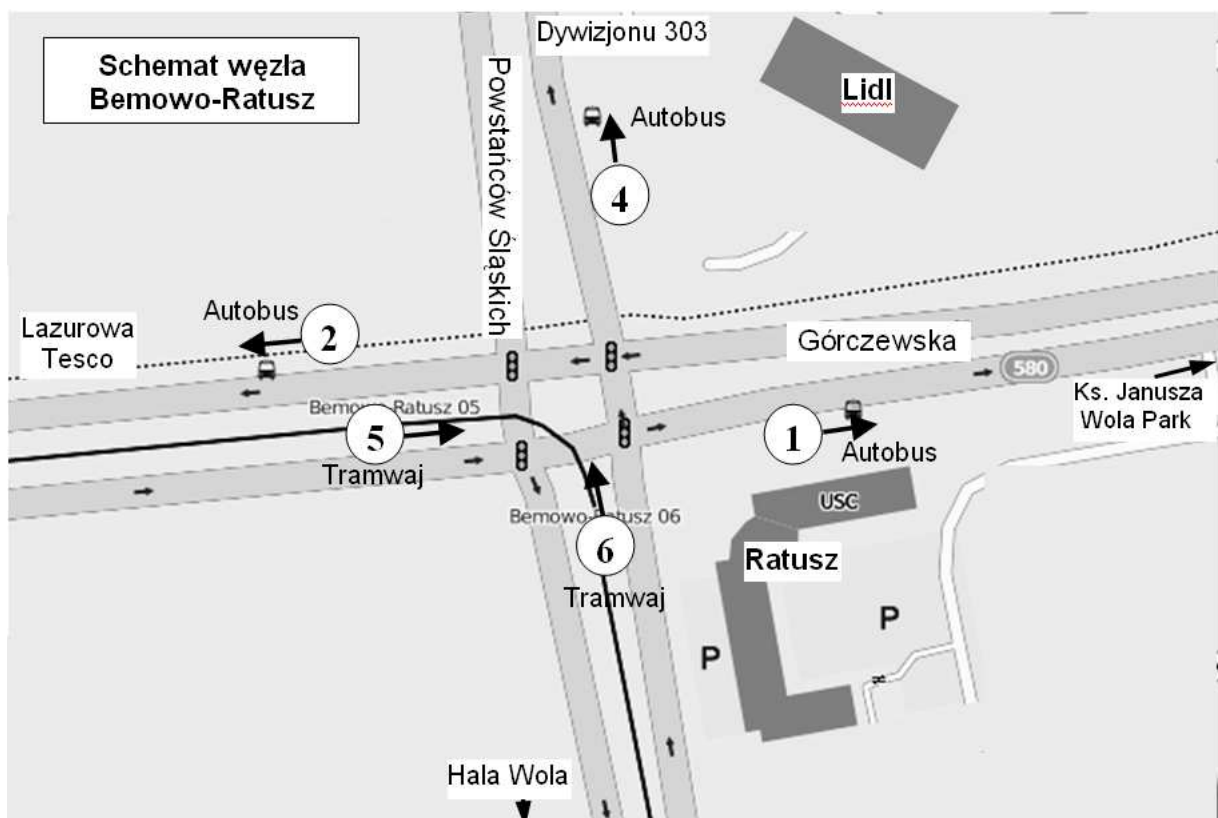
- CHARAKTERYSTYKĘ WĘZŁA PRZESIADKOWEGO
- OPIS BADANIA METODĄ TRADYCYJNĄ
- UZYSKANE WYNIKI
- OPIS BADANIA METODĄ ANALIZY OBRAZU
- UZYSKANE WYNIKI
- PODSUMOWANIA I WNIOSKI
- ZAŁĄCZNIKI

5. CHARAKTERYSTYKA WĘZŁA PRZESIADKOWEGO

5.1 ROZKŁAD WĘZŁA

Rysunek 1 przedstawia schemat węzła Bemowo – Ratusz na skrzyżowaniu ulic Górczewskiej i Powstańców Śląskich. W obrębie węzła znajdują się trzy przystanki autobusowe (według oznaczeń ZTM oznaczone numerami 1, 2 i 4) oraz dwa przystanki tramwajowe (oznaczone numerami 5 i 6).

Największa odległość między przystankami jest dla przystanków 1 i 2 i wynosi ok. 350 m. Najbliżej położone są przystanki 2 i 5, gdzie odległość między nimi wynosi ok. 100 m. Odległości wyznaczono po obowiązujących zgodnie z przepisami ruchu drogowego trasach komunikacji pieszej (chodnikach, przejściach dla pieszych itd.). Na węźle obowiązuje sterowanie ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej. W tablicy 1 pokazano każdą z platform przystankowych.



Rys. 1 Schemat węzła Bemowo Ratusz

Tablica 1 Widok poszczególnych przystanków i całego węzła



Przystanek 1



Przystanek 1



Przystanek 2



Przystanek 2



Przystanek 4



Przystanek 4



Przystanek 5



Przystanek 6



Widok ogólny na węzeł

Tablica 2 prezentuje zestawienie przystanków i numerów linii autobusowych i tramwajowych zatrzymujących się na konkretnym przystanku. Najwięcej linii zatrzymuje się na przystanku 1 i 4, co przekłada się na natężenie ruchu na tych platformach, a także na ich powierzchni. W godzinach szczytu porannego i popołudniowego zdarza się, że na

przystankach 1 i 4 zatrzymują się jednocześnie 3 autobusy. Należy podkreślić brak symetrii węzła przesiadkowego – brak jest przystanku na ul. Powstańców Śląskich w kierunku południowym co powoduje, że 5 linii autobusowych zatrzymuje się w rejonie węzła tylko w jednym kierunku (numery podkreślone w Tabelicy 2).

Tablica 2 Przystanki i linie w węźle Bemowo Ratusz

Numer przystanku	1 autobus	2 autobus	4 autobus	5 tramwaj	6 tramwaj
Ulica	Górczewska	Górczewska	Powstańców Śląskich	Górczewska	Powstańców Śląskich
Kierunek	Ks. Janusza (Wola Park)	Lazurowa (Tesco)	Dywizjonu 303	Czумы (Hala Wola)	Lazurowa (Tesco)
Linie	154 171 <u>190</u> 410 501 507 523 E-2	154 <u>189</u> 501	<u>106</u> <u>112</u> 171 <u>184</u> 410 507 523 E-2	8 10 26	8 10 26

6. OPIS BADANIA METODĄ TRADYCYJNA

6.1 METODA BADANIA

Pod pojęciem „metoda tradycyjna” rozumie się tutaj ręczne zliczanie pasażerów korzystających z pojazdów komunikacji miejskiej oraz ankietowanie pasażerów oczekujących na przystankach. Wzory formularzy użytych w badaniu oraz instrukcję dla ankieterów zawarto w Załączniku 1. W ramach badania przeprowadzono następujące pomiary:

- zliczanie osób wysiadających z każdego pojazdu (formularz a),
- zliczanie osób wsiadających do każdego pojazdu (formularz a),
- ankietowanie osób oczekujących na przystankach czyli tylko wsiadających do pojazdów (formularz b),
- pomiar czasów przejścia pomiędzy przystankami (formularz c).

Celem ankiety było przede wszystkim uzyskanie informacji czy dany pasażer przesiada się na węźle oraz z którego przystanku na który. Ponadto pytania obejmowały:

- numer linii z której osoba ankietowana przesiada się,
- numer linii na którą osoba ankietowana oczekuje,
- ocenę wygody przesiadki z punktu widzenia pieszego,
- uwagi.

Po zakończeniu wywiadu ankietier zapisywał czas oraz grupę wiekową i płeć osoby ankietowanej ustaloną na podstawie obserwacji.

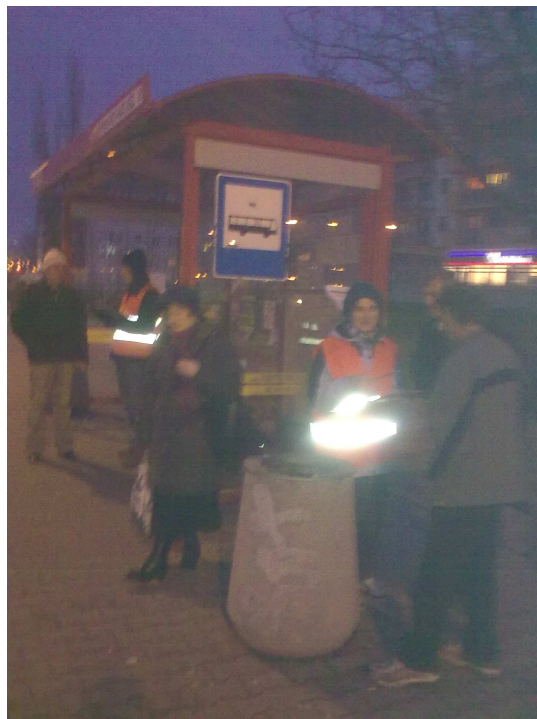
6.2 PRZEPROWADZENIE BADANIA

Badanie przeprowadzono w czwartek 19 listopada 2009 w następujących okresach:

Godziny: 7:00 – 10:00 rano (3 godz.)

14:00 – 17:00 po południu (3 godz.)

Zespół badaczy/ankietierów liczył 21 osób. Na każdym przystanku pracowała ekipa od 3 do 6 osób: 2 osoby do zliczania wsiadających i wysiadających oraz od 1 do 4 osób do ankietowania. Do przeprowadzenia jednej ankiety wystarczało 1-2 minuty.



Rys. 2 Ankietowanie pasażerów na przystanku

Tablica 3 przedstawia podsumowanie wyników badania. W sumie w obydwu okresach zaobserwowano 6549 pasażerów wsiadających i 4725 wysiadających z autobusów i tramwajów. Odpowiedź na 1 pytanie ankiety „czy Pani/Pan przesiada się tutaj z innego tramwaju/autobusu?” udało się uzyskać od prawie 39% pasażerów (nieco więcej popołudniu

niż rano) co należy uznać za wynik dobry. Okazuje się, że na węźle przesiada się stosunkowo dużo pasażerów – 35% w okresie rannym i 49% w okresie popołudniowym.

Tablica 3 Podsumowanie wyników badania metodą tradycyjną

	Rano	Popołudniu	Razem
Liczba wsiadających	3616	2933	6549
Liczba wysiadających	1858	2867	4725
Liczba ankietowanych	1326	1200	2526
w tym:			
- Przesiadający się	467	591	1058
- Nie przesiadający się	859	609	1468
Procent ankietowanych	36.7%	40.9%	38.6%
Procent przesiadek	35.2%	49.3%	41.9%

7. WYNIKI UZYSKANE METODĄ TRADYCYJNA

7.1 WYNIKI BADANIA – POTOKI PASAŻERÓW

Zestawienie wyników zliczania pasażerów wysiadających na poszczególnych przystankach w okresach 30-minutowych przedstawiają Tablica 4 oraz rys. 3. Podobnie wyniki dla pasażerów wsiadających są zestawione w Tablicy 5 oraz pokazane na rys. 4.

Jak można się spodziewać, w okresie porannym obserwujemy przewagę pasażerów wsiadających nad wysiadającymi (stosunek 2:1) natomiast popołudniu proporcja ta jest zbliżona do 1. Zarówno w okresie porannym jak i popołudniowym najbardziej obciążone przystanki autobusowe to 1 i 4 oraz przystanek tramwajowy 5. Biorąc pod uwagę tylko liczbę wsiadających, z przystanku 1 (kierunek: centrum) skorzystało w okresie 7-10 ponad 1700 osób czyli blisko połowa całego ruchu na węźle.

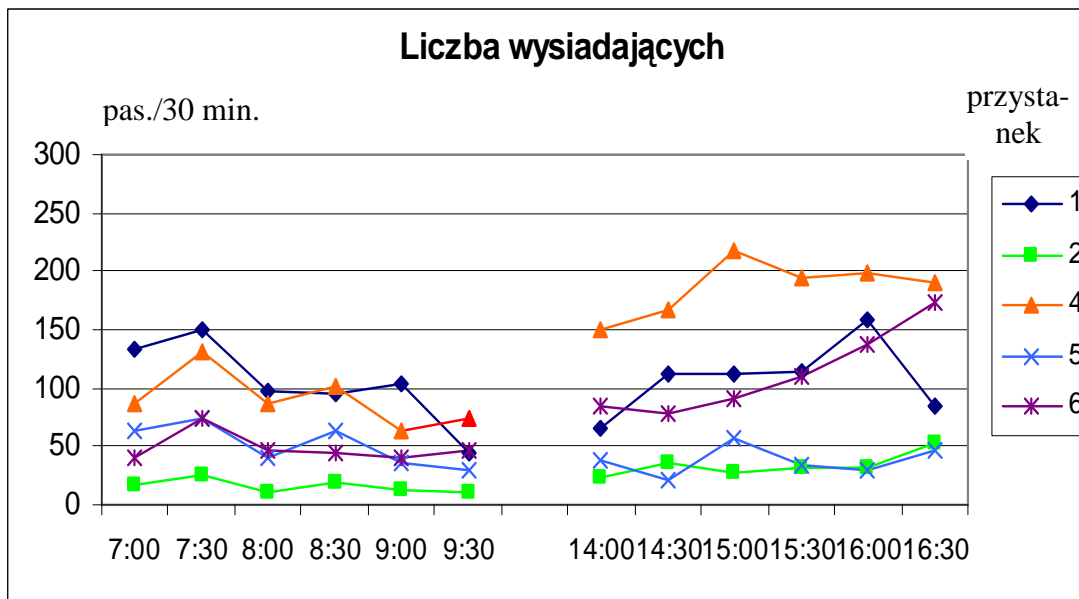
Jeśli chodzi o rozkład ruchu w czasie to największe obciążenie zaobserwowano w okresie 7:00-7:30. W kolejnych okresach 30-min liczba pasażerów wysiadających jak i wsiadających systematycznie spadała. W okresie popołudniowym, szczytowym przedziałem 30-min był przedział 16:00-16:30, jednakże liczba wysiadających na kilku przystankach miała tendencję wzrostową o godz. 17 – możliwe jest więc, że właściwy szczyt popołudniowy nie był uchwycony w badaniu.

Tablica 4 Podsumowanie liczby pasażerów wysiadających w okresach 30-minutowych

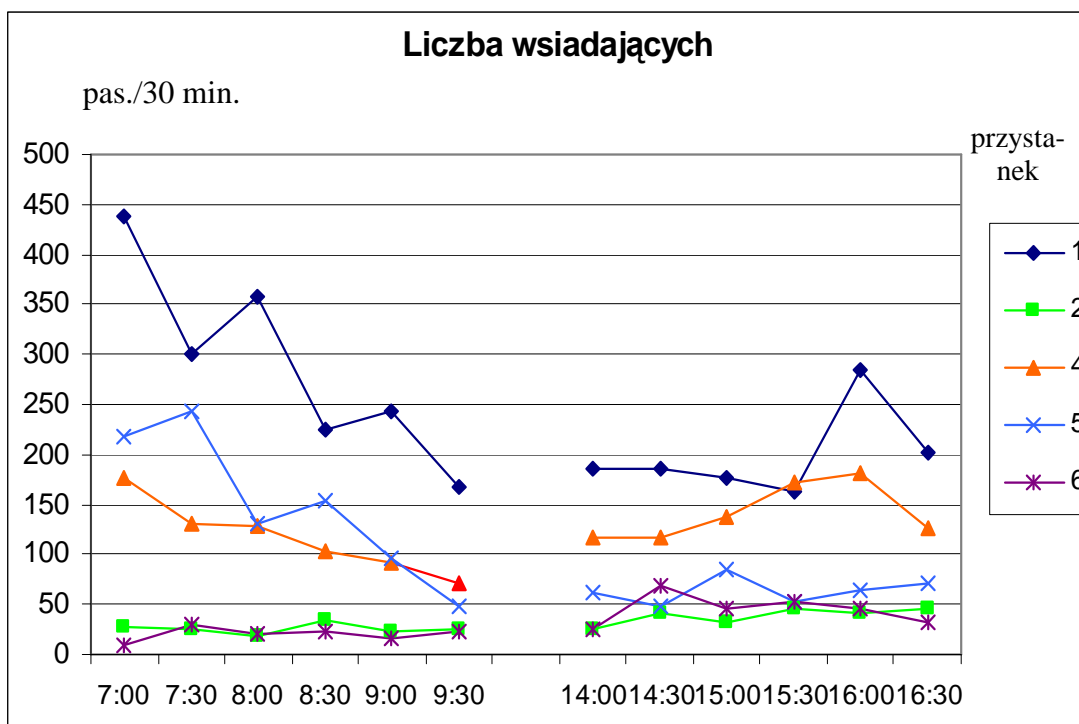
Okres od godz.	Liczba wysiadających					Razem
	Numer przystanku					
	1	2	4	5	6	
7:00	134	16	86	64	41	341
7:30	150	26	130	73	75	454
8:00	97	10	87	41	46	281
8:30	95	19	101	63	44	322
9:00	103	12	64	36	40	255
9:30	45	10	74	30	46	205
Suma	624	93	542	307	292	1858
14:00	66	23	151	39	84	363
14:30	112	35	166	22	79	414
15:00	111	27	217	56	90	501
15:30	115	32	194	33	110	484
16:00	159	32	199	30	138	558
16:30	84	52	191	46	174	547
Suma	647	201	1118	226	675	2867

Tablica 5 Podsumowanie liczby pasażerów wsiadających w okresach 30-minutowych

Okres od godz.	Liczba wsiadających					Razem
	Numer przystanku					
	1	2	4	5	6	
7:00	437	27	176	219	10	869
7:30	300	25	131	244	30	730
8:00	358	19	128	131	20	656
8:30	225	35	104	154	24	542
9:00	243	23	91	97	15	469
9:30	167	26	70	48	24	335
Suma	1730	155	700	893	123	3601
14:00	185	26	117	61	25	414
14:30	185	42	118	48	68	461
15:00	177	32	137	85	45	476
15:30	163	45	173	53	52	486
16:00	284	41	181	65	47	618
16:30	201	47	126	71	33	478
Suma	1195	233	852	383	270	2933



Rys. 3 Rozkład pasażerów wysiadających w okresach 30-minutowych



Rys. 4 Rozkład pasażerów wsiadających w okresach 30-minutowych

7.2 WYNIKI BADANIA ANKIETOWEGO

Zestawienie wyników ankietowania na poszczególnych przystankach i w poszczególnych godzinach przedstawiają Tablica 6 (okres poranny) oraz Tablica 7 (okres popołudniowy). Procent ankietowanych w okresie rannym wahał się od 23% (przystanek 5) do 48% (przystanek 2) a średnio wynosił 35%. W okresie popołudniowym procent ten był ogólnie wyższy: od 23% do 55%, przy średniej 41%. Procent przesiadek ustalono dla każdego przystanku i każdej godziny jako stosunek liczby odpowiedzi „Tak” na pytanie o przesiadkę do liczby ankietowanych. Na badanym węźle przesiada się stosunkowo dużo pasażerów – 35% w okresie rannym i 42% w okresie popołudniowym

Tablica 6 Zestawienie wyników ankietowania w okresie porannym

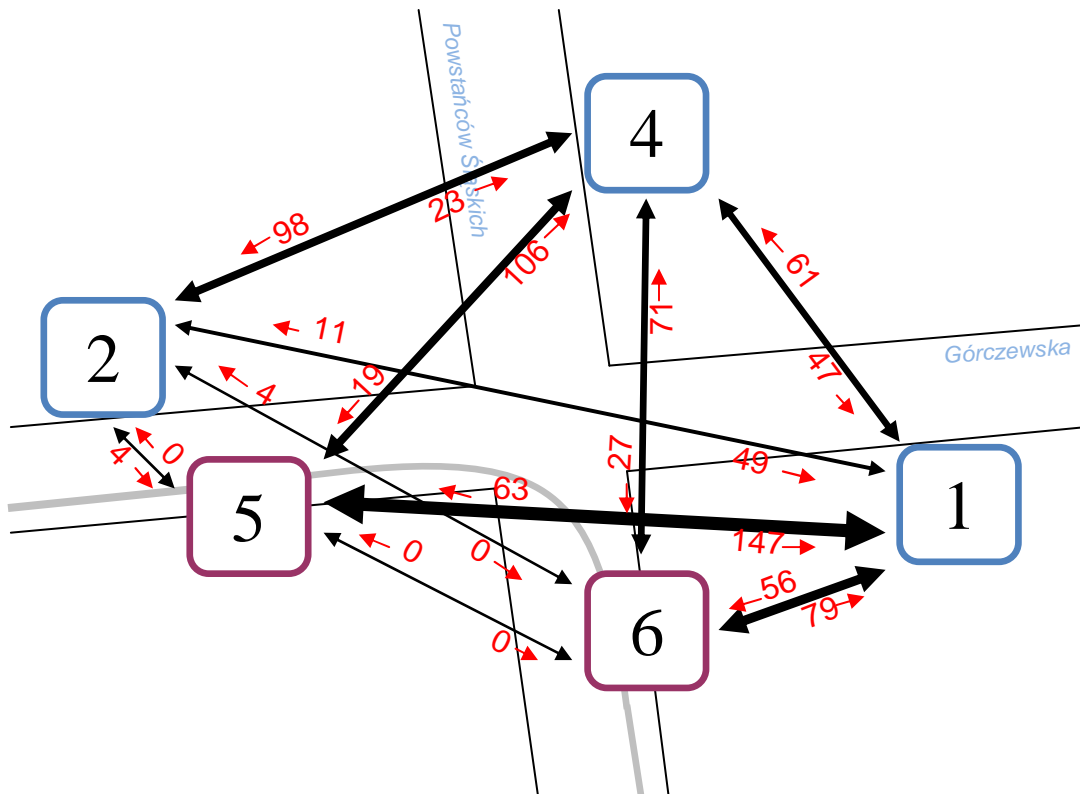
Przystanek	Godzina	Liczba ankietowanych			Liczba wsiadających	Procent ankietowanych	Procent przesiadek	Współcz. rozszerzenia próby
		Nie przesiadający się	Przesiadający się	Razem ankiet				
P1	7-8	190	52	242	743	32.6%	21.5%	3.07
	8-9	198	53	251	583	43.1%	21.1%	2.32
	9-10	149	61	210	438	47.9%	29.0%	2.09
	Razem	537	166	703	1764	39.9%	23.6%	
P2	7-8	4	20	24	52	46.2%	83.3%	2.17
	8-9	6	20	26	35	74.3%	76.9%	1.35
	9-10	3	13	16	49	32.7%	81.3%	3.06
	Razem	13	53	66	136	48.5%	80.3%	
P4	7-8	36	66	102	307	33.2%	64.7%	3.01
	8-9	38	66	104	232	44.8%	63.5%	2.23
	9-10	38	64	102	161	63.4%	62.7%	1.58
	Razem	112	196	308	700	44.0%	63.6%	
P5	7-8	67	7	74	463	16.0%	9.5%	6.26
	8-9	74	7	81	285	28.4%	8.6%	3.52
	9-10	41	8	49	145	33.8%	16.3%	2.96
	Razem	182	22	204	893	22.8%	10.8%	
P6	7-8	2	12	14	40	35.0%	85.7%	2.86
	8-9	6	8	14	44	31.8%	57.1%	3.14
	9-10	7	10	17	39	43.6%	58.8%	2.29
	Razem	15	30	45	123	36.6%	66.7%	
Wszystkie	7-8	299	157	456	1605	28.4%	34.4%	
	8-9	322	154	476	1179	40.4%	32.4%	
	9-10	238	156	394	832	47.4%	39.6%	
	Razem	859	467	1326	3616	36.7%	35.2%	

Tablica 7 Zestawienie wyników ankietowania w okresie popołudniowym

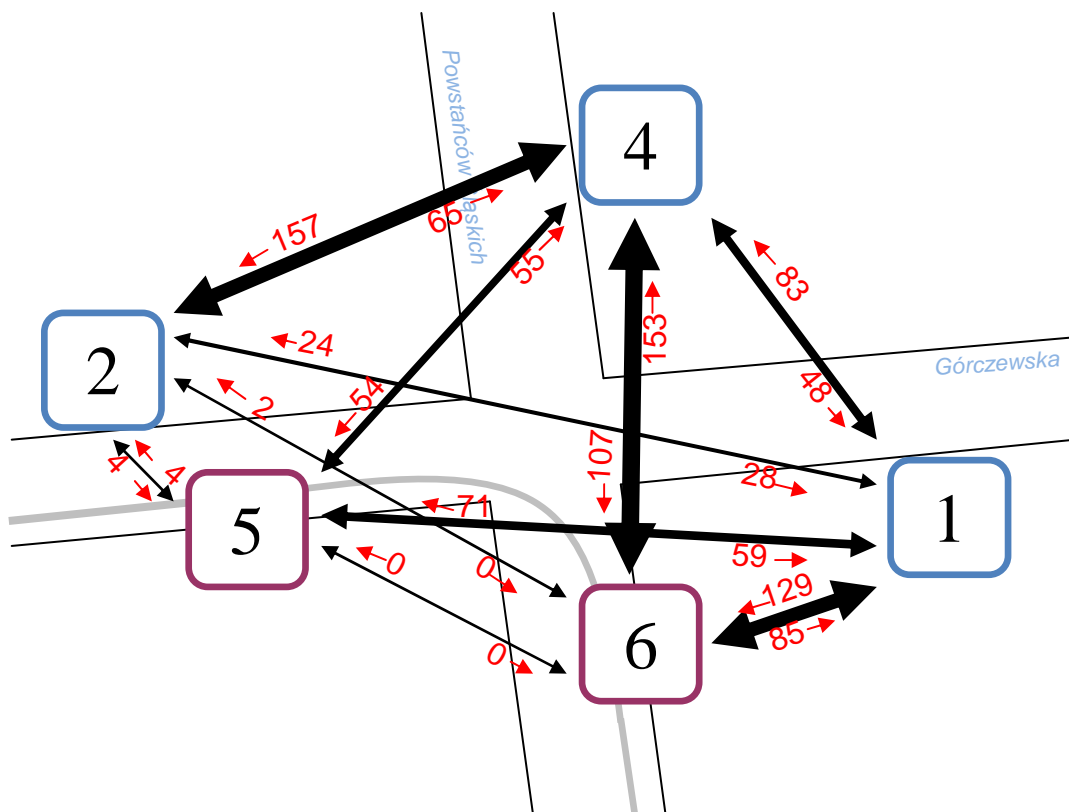
Przystanek	Godzina	Liczba ankietowanych			Liczba wsiadających	Procent ankietowanych	Procent przesiadek	Współcz. rozszerzenia próby
		Nie przesiadający się	Przesiadający się	Razem ankiet				
P1	14-15	127	69	196	370	53.0%	35.2%	1.89
	15-16	117	60	177	340	52.1%	33.9%	1.92
	16-17	120	52	172	485	35.5%	30.2%	2.82
	Razem	364	181	545	1195	45.6%	33.2%	
P2	14-15	16	40	56	68	82.4%	71.4%	1.21
	15-16	8	36	44	77	57.1%	81.8%	1.75
	16-17	8	19	27	88	30.7%	70.4%	3.26
	Razem	32	95	127	233	54.5%	74.8%	
P4	14-15	56	72	128	235	54.5%	56.3%	1.84
	15-16	42	76	118	310	38.1%	64.4%	2.63
	16-17	47	81	128	307	41.7%	63.3%	2.40
	Razem	145	229	374	852	43.9%	61.2%	
P5	14-15	13	16	29	109	26.6%	55.2%	3.76
	15-16	12	9	21	138	15.2%	42.9%	6.57
	16-17	25	13	38	136	27.9%	34.2%	3.58
	Razem	50	38	88	383	23.0%	43.2%	
P6	14-15	6	15	21	93	22.6%	71.4%	4.43
	15-16	7	17	24	97	24.7%	70.8%	4.04
	16-17	5	16	21	80	26.3%	76.2%	3.81
	Razem	18	48	66	270	24.4%	72.7%	
Wszystkie	14-15	218	212	430	875	49.1%	49.3%	
	15-16	186	198	384	962	39.9%	51.6%	
	16-17	205	181	386	1096	35.2%	46.9%	
	Razem	609	591	1200	2933	40.9%	49.3%	

Dla każdej godziny i każdego przystanku obliczono „współczynnik rozszerzenia próby” jako odwrotność udziału ankietowanych w ogólnej liczbie pasażerów wsiadających do autobusów/tramwajów. Współczynnik ten oznacza liczbę osób, które reprezentuje jedna ankietka. Współczynnik rozszerzenia próby wynosił w najlepszym przypadku 1,21 a w najgorszym 6,57.

Macierze przesiadek między przystankami przedstawiają rys. 5 i Tablica 8 (okres poranny) oraz rys. 6 i Tablica 9 (okres popołudniowy). Macierze oszacowano przy pomocy współczynników rozszerzenia próby pokazanych w Tablicach 6 i 7.



Rys. 5 Więżba przesiadek w okresie porannym



Rys. 6 Więżba przesiadek w okresie popołudniowym

Tablica 8 Liczba przesiadających się w okresie porannym

Z przys- tanku nr	Na przystanek nr					Razem
	1	2	4	5	6	
1	85	11	61	63	56	276
2	49	8	23	4	0	84
4	47	98	169	19	27	360
5	147	0	106	4	0	257
6	79	4	71	0	0	154
Razem	407	121	430	90	83	1131

Tablica 9 Liczba przesiadających się w okresie popołudniowym

Z przys- tanku nr	Na przystanek nr					Razem
	1	2	4	5	6	
1	128	24	83	71	129	435
2	28	10	65	4	0	107
4	48	157	160	54	107	526
5	59	4	55	4	0	122
6	85	2	153	0	0	240
Razem	348	197	516	133	236	1430

Rysunki 5 i 6 nie pokazują przesiadek które odbywają się na tym samym przystanku – było ich 23% rano (266 osób) i 21% po południu (302 osoby) – głównie na przystankach autobusowych 1 i 4. Więźby wskazują na całkiem odmienny obraz ruchu przesiadkowego w okresie porannym i popołudniowym. W szczycie porannym dominują przesiadki z tramwajów do autobusów (36%) oraz przesiadki między przystankami autobusowymi (25%). Przesiadający się kierują się głównie do autobusów jadących w kierunku wschodnim i północnym. W szczycie popołudniowym obraz ruchu przesiadkowego jest bardziej zrównoważony: liczby przesiadek między przystankami autobus-autobus, tramwaj-autobus oraz autobus-tramwaj są podobnej wielkości (brak jest przesiadek tramwaj-tramwaj).

Brak symetrii w obrazie więźby przesiadek wynika najprawdopodobniej ze specyfiki węzła Bemowo-Ratusz, w którym brak jest przystanku autobusowego na ul. Powstańców Śląskich w kierunku południowym (patrz Tablica 2). Uniemożliwia to pasażerom przesiadanie się na autobusy jadące w kierunku południowym co było powodem wielu uwag krytycznych zgłaszanych przez ankietowanych pasażerów.

7.3 WYNIKI POMIARU CZASÓW PRZEJŚCIA MIĘDZY PRZYSTANKAMI

Rezultaty pomiarów czasów przejść pieszych między przystankami przedstawiają: Tablica 10 dla okresu porannego oraz Tablica 11 dla okresu popołudniowego. Najkrótszy średni czas przejścia to 1,2 minuty a najdłuższy to 3,75 minut. Długość czasu przejścia zależy przede wszystkim od strat czasu na przejściu przez jezdnię z sygnalizacją.

Tablica 10 Czasy przejścia między przystankami (min.) w okresie porannym

Przystanek od- do	POMIAR 1	POMIAR 2	POMIAR 3	POMIAR 4	POMIAR 5	średnia:
1 do 2	2.52	3.17	2.53	2.78	2.93	2.79
2 do 4	1.93	2.92	2.77	1.43	2.48	2.31
4 do 5	1.25	1.73	3.13	2.78	2.22	2.22
5 do 6	1.75	2.58	2.08	3.00	3.10	2.50
6 do 1	1.98	1.57	2.12	2.17	2.42	2.05
1 do 4	1.95	2.37	2.17	2.33	2.20	2.20
4 do 6	3.37	3.68	3.67	3.62	2.25	3.32
6 do 2	2.27	2.52	3.43	2.77	2.92	2.78
2 do 5	1.57	1.02	1.05	1.17	1.12	1.18
5 do 1	2.68	4.25	3.27	3.93	3.63	3.55

Tablica 11 Czasy przejścia między przystankami (min.) w okresie popołudniowym

Przystanek od- do	POMIAR 1	POMIAR 2	POMIAR 3	POMIAR 4	POMIAR 5	średnia:
1 do 2	3.52	3.13	2.85	2.92	3.03	3.09
2 do 4	1.42	3.00	2.40	1.52	1.57	1.98
4 do 5	1.68	2.72	2.83	2.77	2.67	2.53
5 do 6	2.17	2.90	2.25	2.40	2.85	2.51
6 do 1	2.35	1.93	2.27	2.22	2.57	2.27
1 do 4	2.47	2.28	2.32	2.48	2.28	2.37
4 do 6	3.78	3.25	3.87	3.28	3.02	3.44
6 do 2	3.02	2.08	2.90	2.78	2.82	2.72
2 do 5	1.45	0.95	2.30	0.98	1.02	1.34
5 do 1	4.07	3.27	4.03	3.80	3.60	3.75

7.4 PODSUMOWANIE BADANIA METODĄ TRADYCYJNĄ

W podsumowaniu można stwierdzić, że badanie ruchu metodą tradycyjną pozwoliło uzyskać zadawalające rezultaty. W sumie uzyskano odpowiedź na pytanie o przesiadkę od ponad 2500 pasażerów z czego 1050 osób przesiadało się i udzieliło odpowiedzi na pytania

ankiety. Średni procent ankietowanych wyniósł 38,6%, co należy uznać za wynik dobry. Na podstawie ankiet oraz pomierzonych potoków pasażerów wsiadających i wysiadających, oszacowano macierz przesiadek w szczycie porannym i popołudniowym. Średni procent przesiadek na węzle to 41,9% co stanowi znaczny udział w ruchu pasażerskim. Obliczony on został z uwzględnieniem współczynnika rozszerzenia próby, co może w pewnym stopniu rzutować na rzeczywiste wyniki. Również same odpowiedzi pasażerów na pytania ankietatorów były obciążone niewielkim błędem statystycznym wynikającym z sondażowej formy przeprowadzania badań (pasażerowie mogli kłamać, nie wszyscy zostali przepytani, nie wszyscy chcieli i mieli czas odpowiadać).

Tablica 12 przedstawia harmonogram prac nad zadaniem „metoda tradycyjna” pokazujący zaangażowane w badanie środki i czas pracy.

Tablica 12 Harmonogram prac nad zadaniem „metoda tradycyjna”

Zadanie	Zaangażowane środki i czas realizacji
Prace przygotowawcze	
Opracowanie planu działania	1 osoba, 4 godziny
Przygotowania do realizacji zadania	
Wizja lokalna, wybór przystanków, sprawdzenie rozkładów jazdy i częstotliwości kursowania	2 wizje lokalne, 2 osoby na każdej wizji, 4 godziny
Przygotowanie formularzy do badania, planu węzła oraz instrukcji dla ankietatorów	1 osoba, 2 dni
Rekrutacja ankietatorów oraz przeprowadzenie szkolenia (briefingu) dla ankietatorów	2 osoby, 2 dni
Powielanie formularzy oraz przygotowanie kompletów dla każdego ankietera (podkładka, plan węzła, instrukcja, formularze)	2 osoby, 1 dzień
Przeprowadzenie pomiaru	
Przeprowadzenie pomiaru w sesji porannej i popołudniowej	23 osoby, 1 dzień
Przetwarzanie danych i obliczenia	
Wprowadzenie danych z formularzy pomiarowych i ankietowych do arkuszy elektronicznych	2 osoby, 2 komputery, 3 dni
Sprawdzanie danych i korekta błędów	2 osoby, 2 komputery, 1 dzień
Obliczenie współczynników rozszerzenia próby i macierzy przesiadek, przygotowanie bazy danych	2 osoby, 2 komputery, 3 dni
Opracowanie i prezentacja wyników	
Wygenerowanie statystyk i wykresów	2 osoby, 2 komputery, 2 dni
Przygotowanie raportu opracowania	1 osoba, 4 dni
Naniesienie poprawek i uwag	1 osoba, 2 dni

8. OPIS BADANIA METODĄ ANALIZY OBRAZU

8.1 METODA BADANIA

Pod pojęciem „metoda analizy obrazu” rozumie się tutaj automatyczne zliczanie w zarejestrowanym strumieniu wizyjnym pasażerów korzystających z pojazdów komunikacji miejskiej oraz rozpoznawanie pasażerów zmieniających na węzle przystanek – przesiadających się.

Pozyskanie materiału wizyjnego polegało na zarejestrowaniu osób wchodzących i wychodzących z każdej z platform przystankowych. Wymagało to:

- zorganizowania odpowiednich zasobów sprzętowych (kamer, platform, wygrodzeń, zasilania),
- określenia miejsc ustawienia kamer,
- wykadrowania każdej z kamer na odpowiedni fragment węzła, tak aby były rejestrowane wszystkie osoby wchodzące/wychodzące z danej platformy przystankowej,
- przygotowania instrukcji, komunikatów i powiadomień dla: Zarządu Transportu Miejskiego, Zarządu Dróg Miejskich, kierowców i motorniczych pojazdów komunikacji miejskiej, Straży Miejskiej oraz dla pasażerów; treści te przedstawiono w Załączniku 2,
- opracowania i zatwierdzenia zgodnie z przepisami zmian w organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów; projekt przedstawiono w Załączniku 3.

Rozpoznawanie przesiadających się pasażerów przeprowadzono na podstawie bezinwazyjnej techniki biometrycznej polegającej na automatycznym rozpoznawaniu twarzy. W ramach badania metodą analizy obrazu przeprowadzono następujące pomiary:

- zliczanie osób wychodzących z każdej platformy przystankowej wraz z godziną wyjścia,
- zliczanie osób wchodzących na każdą platformę przystankową wraz z godziną wejścia,
- zliczenie osób zmieniających platformy przystankowe wraz z czasami przejścia pomiędzy przystankami.

Ponadto badania objęły wpływ zmieniającego się oświetlenia naturalnego na proces detekcji i rozpoznawania twarzy.

8.2 WYMAGANIA SYSTEMU

W celu osiągnięcia wysokiej skuteczności opracowany na potrzeby zadania „System analizy ruchu pieszych” dokonujący detekcji i rozpoznawania twarzy wymaga, aby rejestrowano twarze en face – skierowane na wprost obiektywu kamery, a także aby oświetlenie twarzy było jednolite.

W celu rejestracji twarzy en face zaplanowano zmianę ruchu pieszych w okolicy platform przystankowych, poprzez zastosowanie wygrodzeń i skierowanie ruchu pasażerów na trasy pozwalające na rejestrację en face. Dodatkowo, aby osoby będące na pierwszym planie nie przesłaniały twarzy osób znajdujących się na dalszym planie, kamery ze statywami umieszczono na metrowych podwyższeniach. Całość – kamera, statyw i podwyższenie – tworzyły platformę pomiarową. Pozwoliło to na rejestrację en face twarzy wszystkich podróżnych znajdujących się w kadrze kamer. Zdjęcia platform pomiarowych prezentuje Tablica 13. Projekt organizacji ruchu na czas pomiarów z zaznaczonymi wygrodzeniami i lokalizacjami platform prezentuje Załącznik 3.

W celu jednolitego oświetlenia twarzy podróżnych dokonanie pomiaru zaplanowano uwzględniając prognozy pogody. Optymalną pogodą dla badania było duże zachmurzenie (brak kierunkowego oświetlenia od słońca) bez opadów (parasole i kaptury zasłaniałyby twarze).

8.3 ORGANIZACJA BADANIA

Na przeprowadzonej w dniu 14 października wizji lokalnej węzła przesiadkowego Bemowo-Ratusz przez przedstawicieli: PHU TELSAT, Biura Drogownictwa i Komunikacji

Urzędu m.st. Warszawy, Straży Miejskiej i firmy Usługi Projektowo – Konsultingowe Marek Maksymienko została omówiona koncepcja organizacji pomiaru.

Określono platformy przystankowe przeznaczone do badania, określono miejsca wejść i wyjść z tych platform, wytypowano wstępne miejsca ustawienia kamer oraz wyznaczono trasy niezbędnych wygrodzeń umożliwiających prawidłowe i bezpieczne pomiary. Omówiono także zadania Straży Miejskiej mającej czuwać nad bezpiecznym przebiegiem całego pomiaru. Rysunek 7 prezentuje jedno ze zdjęć wykonane w trakcie wizji lokalnej.



Rys. 7 Zdjęcie z wizji lokalnej przeprowadzonej na węźle w dniu 14 października 2009r.

Na podstawie przeprowadzonych uzgodnień firma Usługi Projektowo – Konsultingowe Marek Maksymienko wykonała „Projekt organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów ruchu metodą identyfikacji osób”. Stanowi on Załącznik 3 niniejszego opracowania. Projekt uzgodniono z Wydziałem Ruchu Drogowego Komendy Stołecznej Policji oraz Zarządem Dróg Miejskich. Projekt zatwierdził Inżynier Ruchu m.st. Warszawy.

W dniu 7 listopada przedstawiciele PHU TELSAT dokonali kolejnej wizji lokalnej węzła z użyciem sprzętu rejestrującego (kamery). W trakcie wizji szczegółowo określono miejsca ustawienia kamer, dokonano próbnych nagrań oraz wstępnego kadrowania.

W dniu 12 listopada po ustaleniach z Biurem Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy przekazano mu do rozdystrybuowania wśród odpowiednich służb komunikaty i informacje o planowanym na 17 listopada badaniu. Stanowią one Załącznik nr 2 niniejszego opracowania. Pozwoliło to na przeprowadzenie pomiarów w sposób bezpieczny i zgodny z przepisami.

W dniu 16 listopada PHU TELSAT przeprowadził kolejne spotkanie na węźle w trakcie którego przekazano informacje operatorom kamer o zakresie i celu badania oraz pokazano węzeł.

W dniu 17 listopada o godz. 5.00 rano przystąpiono do prac organizacyjnych na węźle – ustawiono platformy dla kamer, wykonano wygradzenia i oznaczenia punktów kamerowych i platform, wykadrowano każdą z kamer stojących na platformie tak, aby były rejestrowane wszystkie osoby wchodzące lub wychodzące z danej platformy przystankowej. Z powodu niedostatecznego oświetlenia o godz. 7:00 rozpoczęcie pomiaru w sesji porannej przesunięto na godzinę 7:30.

8.4 CHARAKTERYSTYKA SPRZĘTU REJESTRUJĄCEGO

Rejestracji materiałów wizyjnych dokonano za pomocą profesjonalnych, kompaktowych kamer cyfrowych Sony PMW-EX3 z serii XDCAM EX, wykorzystujących karty pamięci SxS PRO jako nośnik zapisu. Kamery charakteryzują się 3 przetwornikami Exmor CMOS o rozmiarze 1/2 cala, każdy o efektywnej liczbie pikseli 1920 x 1080, dostarczającymi doskonałe obrazy w pełnej rozdzielczości HD. 1/2-calowe przetworniki zapewniają proporcję sygnału do szumu na poziomie 54dB i wysoką rozdzielczość poziomą 1000 linii TV. Dodatkowo, sensory tego rozmiaru są w stanie uchwycić obrazy z bardziej płytką głębią ostrości niż mniejsze sensory.

Kamery nagrywały obrazy w rozdzielczości HD 1920x1080 przy wykorzystaniu kodeka "MPEG-2 Long GOP" w trybie kompresji HQ - 35 Mb/s. Dzięki temu, że kamery posiadają dwa gniazda kart pamięci podczas nagrywania poprzez 2 karty, przejście było jednolite bez utraty nawet jednej klatki co umożliwiło ciągłą rejestrację materiałów długości 3 godzin w jednej sesji.

Sony PMW-EX3 posiada wysokiej klasy, wymienny obiektyw Fujinon 14x, zaprojektowany specjalnie dla tej kamery, co zapewniło optymalną jakość obrazu. Obiektyw pozwolił ustawić szeroki kąt widzenia obejmujący całą szerokość platformy. Obiektyw kamery posiada unikalny mechanizm pierścienia ostrości, który oferuje dwa typy ręcznego ustawienia ostrości oraz autofokus. Dodatkowo, kamery są wyposażone w niezależne pierścienie regulacji zoomu i przysłony. Model dzięki funkcji MF Assist, umożliwił operatorom precyzyjnie ustawić ostrość na wybraną odległość podczas filmowania.

Dzięki wyposażeniu kamer w duży, 3.5-calowy, kolorowy ekran LCD o wysokiej rozdzielczości 1920x480 pikseli możliwe było kontrolowanie rejestracji materiału wizyjnego przez cały okres wykonywania pomiaru.

Główne charakterystyki kamery pokazano w Tabelicy 13. Rysunek 8 przedstawia wykorzystaną w badaniu kamerę.

Tabelica 13. Główne parametry techniczne kamery Sony PMW-EX3

Efektywna liczba pikseli – tryb kamera [mln]:	1920x1080 pikseli
Rozmiar matrycy [cale]:	1/2
Typ matrycy:	3CMOS
Nośnik danych - na film:	SxS PRO
Nagrywanie w rozdzielczości HD:	tak
Ogniskowa kamery (ekwiwalent dla 35mm) [mm]:	31.4-439
Jasność obiektywu [f/]:	1.9-16
Średnica filtra [mm]:	77
Zoom optyczny:	14x
Zmiana wartości zoom:	za pomocą pierścienia/dźwigni
Zoom cyfrowy:	brak
Stabilizacja obrazu:	optyczna
Rozmiar LCD [cale]:	3.5
Typ LCD:	panoramiczny
Rozdzielczość LCD [piksele]:	921 000
Autofokus AF:	jest
Manualfokus MF:	jest
Migawka:	1/33-1/2000 s
Balans bieli:	Auto Tracking White Balance
Dźwięk:	Linear PCM (2ch, 16-bit, 48-kHz)
Sygnal wejścia/wyjścia:	<ul style="list-style-type: none"> • Wejście audio XLR-3-pin (żeńskie) (x 2), liniowe/mikrofonowe/mikrofonowe +48 V • Wyjście Kompozytowe BNC (x1), 1.0 Vp-p, 75 ohms • Wyjście S-Video Y: 1.0 Vp-p, 75 O niezbalansowane • Wyjście audio RCA type (CH-1,CH-2),-10 dBu (reference level), 47 kO • Wyjście komponentowe Mini D (x 1) Y: 1.0 Vp-p, 75 ohms, Pb/Pr: 0.7 Vp-p, 75 ohms • SDI output BNC (x 1), do wyboru HD-SDI/SD-SDI • i.LINK wej/wyj IEEE1394, 4-pin (x1), HDV strumień wej/wyj • Wejście Timecode BNC (x1), 0.5 do 18 Vp-p, 10 ohm • Wyjście Timecode BNC (x1), 1.0 Vp-p, 75 ohm • Genlock input BNC (x1), 1.0 Vp-p, 75 ohm • USB Mini-B (x 1), USB 2.0 High-speed • Wyjście słuchawkowe Stereo mini-jack (x 1), -20.5 • Wejście zasilania DC jack
Zasilanie:	dedykowane BP-U30
Waga [g]:	1900
Wymiary [mm] - szerokość:	250
Wymiary [mm] - wysokość:	210
Wymiary [mm] - głębokość:	400



Rys. 8 Kamera Sony PMW-EX3 użyta do rejestracji sygnału wizyjnego

8.5 PRZEPROWADZENIE BADANIA

Badanie przeprowadzono w wtorek 17 listopada 2009 w następujących okresach:

Godziny: 7:30 – 10:30 rano (3 godz.) – szczyt poranny
14:00 – 17:00 po południu (3 godz.) – szczyt popołudniowy

Zespół badaczy/operatorów liczył 12 osób. Na każdym przystanku pracowała ekipa 2 operatorów kamer rejestrujących osoby wchodzące i wychodzące z platformy przystankowej (w sumie 10 osób). Do komunikacji między sobą i wydawania poleceń wykorzystano urządzenia nadawczo-odbiorcze w postaci krótkofalówek – radiotelefonów. Pozwalało to koordynować całość pomiaru i wprowadzać w tym samym czasie zmiany w ustawieniach kamer związane ze zmieniającym się oświetleniem zewnętrznym (zmiana przysłony). Pozwalało też zgłaszać osobie koordynującej pomiary ew. problemy.

Osoba nr 11 była koordynatorem pomiaru od strony organizacyjnej i formalnej. Kontrolowała także zapis materiału wizyjnego pod kątem jego wykorzystania przy rozpoznawaniu twarzy.

Osoba nr 12 była koordynatorem pomiaru od strony technicznej i czuwała nad całością sprzętu rejestrującego reagując na zgłaszane problemy.

Na rysunku 9 pokazano na mapie sytuacyjnej węzła miejsca lokalizacji kamer. Na każdej platformie przystankowej znajdowały się 2 kamery – jedna do rejestracji osób wchodzących i jedna do rejestracji osób wychodzących. Kamery były odpowiednio wykadrowane (ustawiono odpowiednio kierunek patrzenia i zoom), a także ustawiono ręcznie głębię ostrości w celu uzyskania jak najlepszego materiału pod kątem rozpoznawania twarzy. Rejestracji dokonano w jakości FullHD – rozdzielczość 1920 x 1080 przy 25 kl/s bez przepłotu.

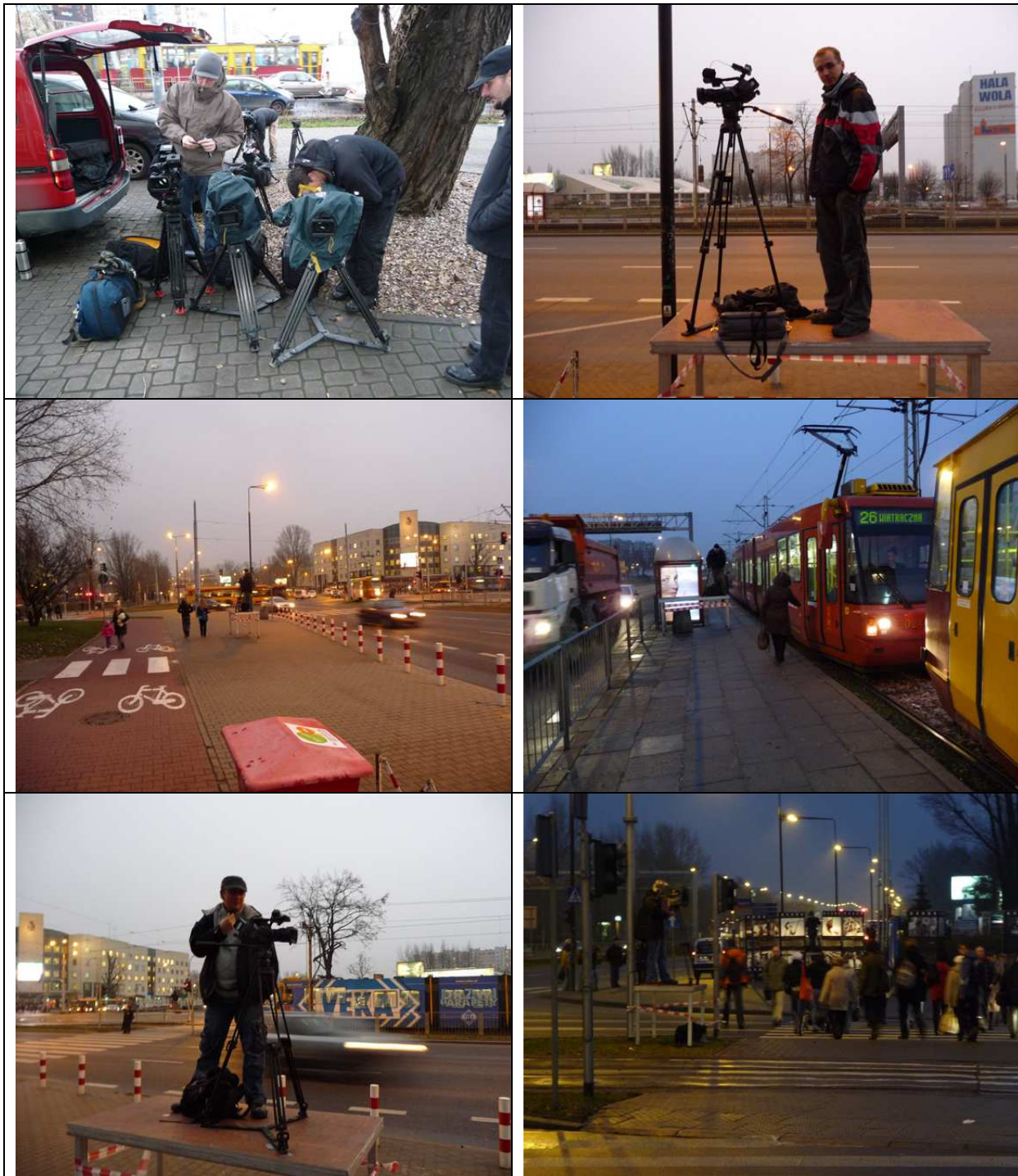


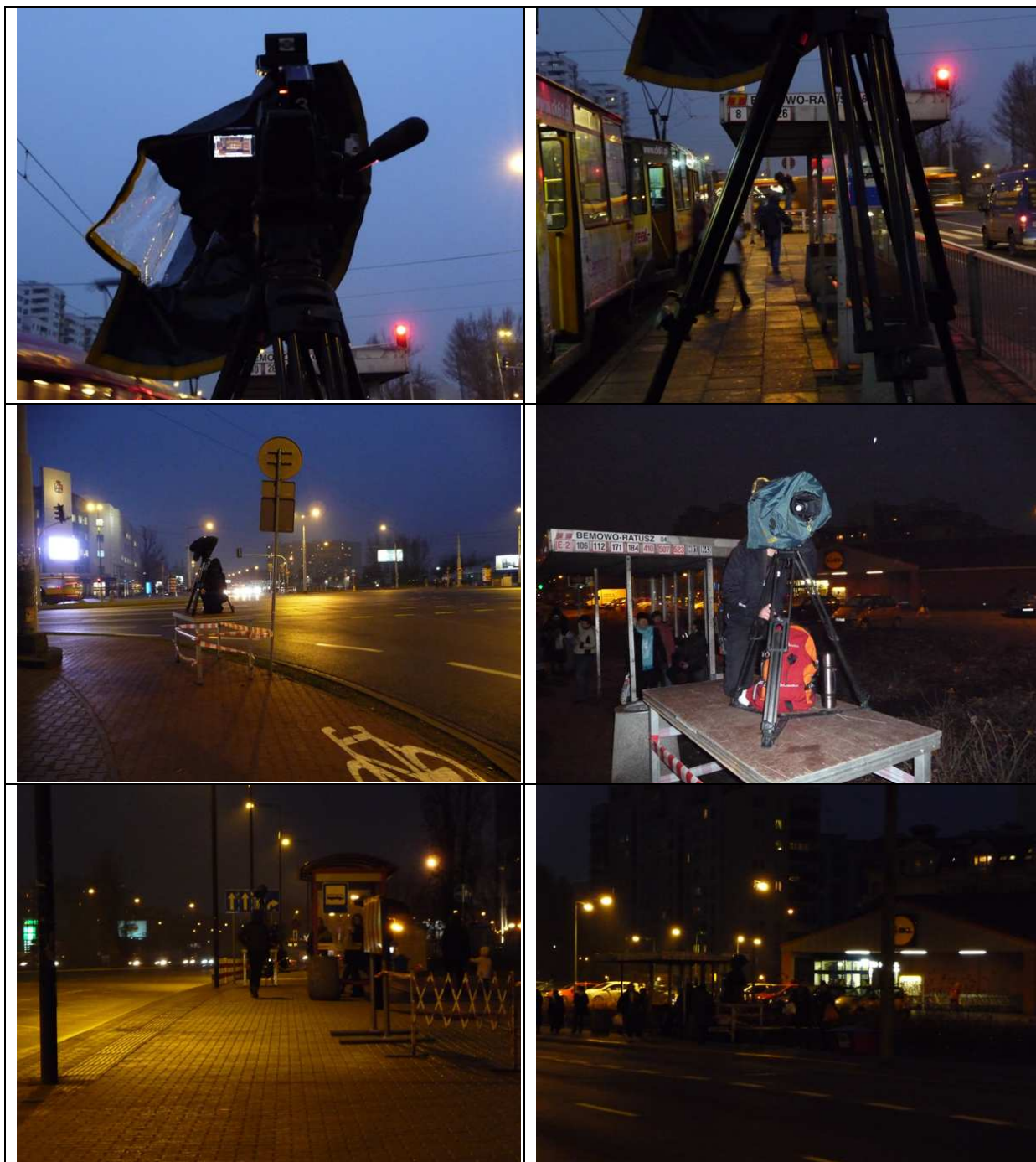
Rys. 9 Miejsca lokalizacji kamer

Na zdjęciach w Tablicy 14 pokazano platformy razem z kamerami dokumentujące przeprowadzone pomiary. Część zdjęć została wykonana po godz. 16.00 – widać na nich, że warunki oświetleniowe były już trudne (zapadł zmierzch). Ostatnie 2 zdjęcia obrazują różnice w oświetleniu zewnętrznym po zapadnięciu zmierzchu między dwoma platformami przystankowymi – 2 i 4. Jak widać platforma 2 była dobrze oświetlona przez oświetlenie uliczne, co umożliwiło uzyskanie dobrego materiału wizyjnego. Przystanek 4 nie był oświetlony światłem lamp ulicznych, co przełożyło się na jakość zarejestrowanego materiału.

Miało to bezpośrednie przełożenie na wyniki rozpoznawania uzyskane po zmierzchu.

Tablica 14 Dokumentacja zdjęciowa z przeprowadzonych pomiarów.





8.6 WARUNKI ATMOSFERYCZNE W TRAKCIE BADANIA

Jak wspomniano wcześniej, w celu jednolitego oświetlenia twarzy podróżnych (jedno z wymagań „Systemu analizy ruchu pieszych”) dokonanie pomiaru zaplanowano uwzględniając prognozę pogody. Prognozy okazały się trafne i w dniu badania panowały następujące warunki atmosferyczne:

- temperatura maksymalna +11° C,
- temperatura minimalna +7° C,
- zachmurzenie całkowite (brak usłonecznienia),
- opady – ok. 9 mm deszczu,
- ciśnienie 1012hPa,
- wilgotność względna 96%,
- prędkość wiatru – 5km/h,
- wschód słońca – 07:01,
- zachód słońca – 15:41.

Całkowite zachmurzenie pozwoliło na zarejestrowanie jednolicie oświetlonych twarzy. Krótkotrwałe opady deszczu wystąpiły w trakcie sesji porannej i trwały ok. 40 minut. Ponieważ nie były intensywne (mżawka) to nie spowodowały dużych zakłóceń w pomiarze (nieliczni pasażerowie rozłożyli parasole). Sprzęt rejestrujący został odpowiednio zabezpieczony przed opadami i wilgocią na czas pomiaru (zastosowano pokrowce).

8.7 OBRÓBKA ZGROMADZONEGO MATERIAŁU WIZYJNEGO

Materiał został zarejestrowany zarówno na kilkudziesięciu kartach pamięci jak i na dedykowanych do kamer dyskach twardych. Zarejestrowany materiał obejmował strumień wizyjny (kilkanaście plików wideo o płynnym przejściu z jednego do drugiego dla każdej z kamer) wraz z time codami pozwalającymi na identyfikację danego pliku w stosunku do czasu nagrania. Materiał został nagrany przy wykorzystaniu kodeka MPEG-2. Całość zgromadzonego materiału zajmowała ok. 1 TB danych (czyli ok. 230 płyt DVD).

Dane te zostały następnie przekompilowane do postaci danych wejściowych do systemu detekcji twarzy – materiał wizyjny został połączony dla każdej z kamer, usunięto zapis strumienia audio, dane przekompilowano do postaci pliku AVI przechodząc z kodeka MPEG-2 na bardziej wydajny H.264, charakteryzujący się znacznie bardziej efektywniejszą kompresją w porównaniu do MPEG-2, z zachowaniem wysokiej jakości nagrania. Po tych operacjach całość materiału obejmowała ok. 45 GB danych (ok. 10 płyt DVD).

Konwersji dokonano na 4 komputerach o najważniejszych parametrach: Intel Pentium Core2 Quad Q6600 @ 2.4 GHz/ 4GB RAM. Rozdystrybuowanie pomiędzy wszystkie komputery materiału zajęło ok. 20 roboczo-godzin (przekopiowanie na twardy dysk, ustawienie parametrów konwersji itd.). Przetwarzanie na komputerach odbywało się w

średnim czasie około 15klatek/s. Ponieważ materiał źródłowy to 25klatek/s o długości około 60 godzin, stąd czas konwersji wyniósł ok. 100 komputero-godzin:

$$60\text{godzin} * 25/15 \approx 100\text{komputero} - \text{godzin}$$

W procesie tym uczestniczyły 3 osoby.

W kolejnym etapie dokonano detekcji i ekstrakcji zdjęć twarzy z zapisanego strumienia wideo. Proces polegał na automatycznym przejrzaniu 2/3 klatek (w celu przyspieszenia obliczeń co 3 klatka była automatycznie pomijana) w poszukiwaniu na nich twarzy. W momencie wykrycia twarzy były one wycinane z kadru wraz z lekkim otoczeniem i zapisywane w postaci pliku JPG a także w postaci pliku opisującego współrzędne oczu o rozszerzeniu EYES.

Dodatkowo dla całego zbioru (kamery) był generowany jeden plik **detection.results** zawierający parametry wszystkich obrazów ze zbioru: id twarzy, położenie ramki w sekwencji wideo w milisekundach, położenie ramki w sekwencji wideo w postaci numeru ramki oraz współrzędne obu oczu: oko lewe (y), oko lewe (x), oko prawe (y) i oko prawe (x). Przykładowy plik miał postać:

1 40 1 237 169 225 262

2 40 1 200 151 196 219

3 80 2 232 158 220 258

4 80 2 199 155 192 221

Sam system detekcji twarzy sparametryzowano w pliku **main.properties** zawierającym szczegółowe parametry określające detekcję twarzy.

Czas przetwarzania materiału to ok. 12 do 15 godzin z jednej kamery na komputerze Intel Pentium Core2 Quad Q6600 – w zależności od liczby zarejestrowanych przez kamerę twarzy. Czyli dla 10 kamer czas ten wyniósł ok. 130 komputero-godzin:

$$12 \div 15\text{godzin} * 10\text{kamer} \approx 130\text{komputero} - \text{godzin}$$

W procesie tym uczestniczyły 4 osoby kontrolujące przebieg procesu i uruchamiające poszczególne jego etapy. W wyniku działania detektora uzyskano ok. 500 tys. wyodrębnionych zdjęć twarzy z sesji porannej i ok. 570 tys. wyodrębnionych zdjęć twarzy z sesji wieczornej. Oczywiście tyle samo było plików EYES plus 20 zbiorczych plików **detection.results** (po 2 na każdą z kamer – z sesji porannej i popołudniowej). W zależności od platformy przystankowej liczba zarejestrowanych twarzy wahała się w jednej sesji od ok. 40 tys. do ok. 70 tys. Całość materiału zajmowała ok. 30 GB danych (ok. 7 płyt DVD).

W kolejnym kroku dokonano przetwarzania i klasyfikacji wyodrębnionych obrazów twarzy, czyli poddano je przetwarzaniu wstępnemu w celu ich ustandaryzowania i odrzucenia obrazów nieprzydatnych ze względu na jakość/zniekształcenia geometryczne, a także połączono obrazy tych samych osób w klasy (osoby).

Ustandaryzowanie polegało na wyrównaniu obrotu twarzy w poziomie (gdy twarze były obrócone), przycięciu ich do odpowiednich proporcji i przeskalowaniu tak aby wszystkie twarze zgromadzone w bazie miały te same rozmiary. Zbadano również symetrię pionową twarzy i twarze mocno obrócone (profil, duży półprofil) zostały odrzucone ze względu na ich nieprzydatność w procesie identyfikacji. Tak samo zbadano jakość obrazów twarzy odrzucając te, które nie przekroczyły progu jakości (zła ekspozycja – obraz prześwietlony lub niedoświetlony, zła ostrość – twarz zbyt mocno rozmazana, zbyt duża powierzchnia twarzy przesłonięta przez inną osobę, szalik itp.). Cały etap przetwarzania przebiegł w sposób automatyczny.

Klasyfikacja polegała na połączeniu obrazów tej samej osoby w jedną klasę, a następnie wyznaczenie dla niej reprezentantów klasy – czyli obrazów będących najważniejszymi, najbardziej reprezentacyjnymi dla danej klasy. Klasyfikacja przebiegała w sposób automatyczny w pierwszym kroku – wstępnej klasyfikacji, w drugim kroku – szczegółowej klasyfikacji oraz w etapie wyznaczania reprezentantów klasy. Jednak ze względu na możliwość pomyłek (zdarza się że kilka osób podobnych do siebie jest łączonych w jedną osobę, bądź jedna osoba rozbijana jest na kilka klas) wyniki klasyfikacji wymagały weryfikacji przez użytkownika w stworzonym do tego celu dedykowanym oprogramowaniu „GUI systemu klasyfikacji twarzy”.

Na wyjściu tego etapu system dysponował przetworzonymi obrazami twarzy wraz z ich opisem w bazie danych **faceFeatures** i bazą danych osób zapisaną w pliku **clasifficator.fdb**. Całkowita ilość danych niezbędnych w dalszych etapach zajmowała w tym momencie ok. 3 GB danych (ok. 0,7 płyty DVD).

Etapy te (przetwarzanie i klasyfikacja) były najbardziej pracochłonnymi w całym badaniu. Czas przetwarzania z pojedynczej kamery uzależniony był od ilości zarejestrowanych na niej twarzy i wahał się od 12 godzin do 28 godzin dla jednej sesji. W związku z powyższym wykorzystano tu oprócz wykorzystywanych wcześniej 4 komputerów dwa dodatkowe komputery o parametrach: Intel Pentium Dual-Core E5200 @ 2.52 GHz/ 2GB RAM. Dodatkowo wykorzystano wielordzeniowość wykorzystując wirtualizację i uruchamiając jednocześnie dwa procesy na jednym komputerze. Pozwoliło to uzyskać dwa razy więcej

wyników w półtora razy dłuższym czasie. W sumie czas obliczeń można oszacować na około dwadzieścia komputero-godzin dla pojedynczej kamery w jednej sesji czyli:

$$2sesje * 10kamer * 20godzin \approx 400komputero - godzin$$

Wykorzystując 6 komputerów i wirtualizację czas ten wyniósł:

$$\frac{400komputero - godzin}{6komputerów} * \left(\frac{1,5}{2} wirtualizacja \right) \approx 50 \frac{komputero - godzin}{komputer}$$

Czyli każdy z 6 komputerów był wykorzystany przez ponad 2 doby. W praktyce okazało się dodatkowo, że niektóre procesy trzeba było powtórzyć ze względu na awarię zasilania (brak zasilania całego rejonu energetycznego przez ok. 20 minut – zatrzymanie 4 procesów wykonywanych w tym czasie) oraz ze względu na pomyłki ludzkie spowodowane przetwarzaniem tak dużej ilości danych (2 procesy). W procesie tym uczestniczyły 3 osoby kontrolujące przebieg procesu i uruchamiające poszczególne jego etapy.

Weryfikacji przez użytkownika w stworzonym do tego celu dedykowanym oprogramowaniu „GUI systemu klasyfikacji twarzy” zajmowała ok. 4 godzin dla pojedynczej kamery w sesji czyli:

$$2sesje * 10kamer * 4godziny \approx 80roboczo - godzin$$

W proces ten zaangażowane były 4 osoby.

Ostatnim etapem obróbki materiału wizyjnego było rozpoznawanie twarzy osób poruszających się między przystankami. Stworzono odpowiednie macierze kojarzące uzyskane na wcześniejszych etapach bazy danych na następujących zasadach: osoba wychodząca z jednego przystanku była poszukiwana na pozostałych czterech jako osoba na niego wchodząca z uwzględnieniem czasu w postaci „ramki” 15-minutowej. Oznaczało to poszukiwanie tej osoby wśród osób pojawiających się w ciągu 15 minut na pozostałych platformach. Ramka 15 minut została dobrana na podstawie obserwacji węzła i przybliżonego czasu przejścia między przystankami 1 i 2 – największa odległość między badanymi przystankami, możliwa do spokojnego przejścia dla osoby w starszym wieku w czasie mniejszym niż 5 minut (dodatkowe 10 minut zostało założone ze względu na możliwość wykonania czynności towarzyszących zmienianiu platformy przystankowej – krótkiego postoju i rozmowy ze spotkaną znajomą osobą, małych zakupów w kiosku itp.). W przypadku przekroczenia przez daną osobę czasu ramki traktowana była ona jako osoba nowa – wchodząca na węzeł a nie przesiadająca się (np. osoba przyjechała, udała się do Urzędu Dzielnicy Bemowo m.st. Warszawy w celu załatwienia sprawy, a potem udała się w dalszą drogę korzystając z innej platformy przystankowej).

Rozpoznawanie składało się z dwóch etapów. Najpierw wygenerowane zostały dla każdej kamery w sesji bazy danych na podstawie danych uzyskanych w poprzednich etapach. Czas generowania takiej bazy to ok. 1 komputero-godziny na komputerze Intel Pentium Core2 Quad Q6600 @ 2.4 GHz/ 4GB RAM, czyli:

$$2sesje * 10kamer * 1godzina \approx 20komputero - godzin$$

Następnie uzyskane bazy zostały poddane porównaniu. Był to proces relatywnie szybki – zajmował ok. 45 minut na platformę przystankową w danej sesji, czyli:

$$5platform * 2sesje * 0,75godziny \approx 7,5komputero - godzin$$

Uzyskane wyniki zostały poddane weryfikacji przez użytkownika w stworzonym do tego celu dedykowanym oprogramowaniu „GUI systemu rozpoznawania twarzy”. Pozwoliło to na dokładną weryfikację wyników rozpoznawania i korektę ewentualnych pomyłek. W proces ten zaangażowane były 4 osoby. Czas weryfikacji dla jednej platformy wyniósł ok. 3 godzin czyli:

$$5platform * 2sesje * 3godziny \approx 30roboczo - godzin$$

Łączny czas obróbki materiału wizyjnego wyniósł:

$$100 + 130 + 400 + 20 + 7,5 \approx 657,5komputero - godzin$$

$$20 + 80 + 30 \approx 130roboczo - godzin$$

Oczywiście komputero-godziny zostały rozłożone na kilka użytych komputerów, a dodatkowo w najbardziej czasochłonnym etapie wykorzystano wirtualizację skracając go o ok. 25%. Procesy te wymagały też oczywiście nadzoru ze strony personelu kontrolującego i uruchamiającego poszczególne etapy. Do tego należy doliczyć ok. 130 roboczo-godzin spędzonych na weryfikowaniu wyników klasyfikacji i rozpoznawania i kopiowaniu zgromadzonych materiałów. Czas ten też został rozłożony na kilka osób uczestniczących w zadaniu. W przyszłości istnieje możliwość wydajniejszego zoptymalizowania obróbki materiału wizyjnego poprzez odpowiednie usprawnienie poszczególnych etapów i ich połączenie w celu automatycznego uruchamiania. Działania takie zmniejszą rolę i zaangażowanie czasowe personelu nadzorującego.

Poszczególne etapy realizacji zadania „metoda analizy obrazu” obrazuje Tablica 15. Warto tutaj podkreślić zaangażowanie w projekt Biura Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy. Na każdym etapie przygotowań do pomiaru (wizje lokalne, planowanie wygrodzeń, miejsc ustawienia platform dla kamer, przesłanie komunikatów informujących o badaniu) uczestniczyli przedstawiciele Biura. Byli oni również obecni na węźle w dniu wykonywania pomiarów wspierając swoją wiedzą i doświadczeniem osoby wykonujące

pomiar, koordynując uczestnictwo w pomiarze Straży Miejskiej i przekazując uwagi, na co zwrócić szczególną uwagę przy wykonywaniu pomiaru. Dodatkowo przedstawiciele Biura Drogownictwa m.st. Warszawy skutecznie pośredniczyli i prowadzili uzgodnienia pomiędzy Zleceniobiorcą (PHU TELSAT) a innymi jednostkami i służbami miasta – Strażą Miejską, Zarządem Transportu Miejskiego, Zarządem Dróg Miejskich i innymi.

Tablica 15 Harmonogram prac nad zadaniem „metoda analizy obrazu”

Zadanie	Zaangażowane środki i czas realizacji
Prace przygotowawcze	
Przygotowanie dedykowanego oprogramowania – „System analizy ruchu pieszych”, wykonanie testów, próbnych nagrań, opracowanie schematu postępowania	Praca nad systemem – 4 osoby przez 3 miesiące Testy, próbne nagrania, schematy postępowania – 3 osoby przez 1 miesiąc
Przygotowania do realizacji zadania	
Wizja lokalna, wybór przystanków, omówienie lokalizacji kamer, próbne nagrania i kadrowanie	3 wizje lokalne, od 2 do 5 osób na poszczególnej wizji
Wykonanie i zatwierdzenie opracowania „Projekt organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów ruchu metodą identyfikacji osób”	1 osoba, 1 miesiąc
Przesłanie komunikatów informujących o badaniu	2 osoby, 3 dni
Organizacja sprzętu rejestrującego, platform i wygrodzień	1 osoba, 10 dni
Bezpośrednie przygotowanie do pomiarów, przekazanie uwag i szkolenie osób uczestniczących w pomiarze (operatorzy, osoby odpowiedzialne za wygrodzień)	2 osoby, 1 dzień
Ustawienie sprzętu pomiarowego na platformach wraz z wykonaniem wygrodzień, wykadrowanie kamer	15 osób, 2 godziny
Przeprowadzenie pomiaru	
Przeprowadzenie pomiaru w sesji porannej i popołudniowej	12 osób, 1 dzień
Demontaż stanowisk pomiarowych, wygrodzień, taśm odgradzających itp.	7 osób, 2 godziny
Obróbka zgromadzonego materiału wizyjnego	
Przekopiowanie zarejestrowanego materiału	2 osoby, 2 dyski o pojemności 2TB każdy, 1 dzień
Przekompilowane zgromadzonego materiału do postaci danych wejściowych do systemu detekcji twarzy	3 osoby, 4 komputery, 100 komputerogodzin, 20 roboczogodzin
Detekcja i ekstrakcja zdjęć twarzy z zarejestrowanego materiału	4 osoby, 4 komputery, 130 komputerogodzin
Przetwarzanie i klasyfikacja wyodrębnionych obrazów twarzy	3 osoby, 6 komputerów, 400 komputerogodzin, 80 roboczogodzin
Rozpoznawanie twarzy osób poruszających się między przystankami	4 osoby, 4 komputery, 27,5 komputerogodzin, 30 roboczogodzin
Opracowanie wyników	
Wygenerowanie statystyk i wyników	1 osoba, 1 komputer, 2 dni
Kompleksowe przygotowanie opracowania	2 osoby, 10 dni
Naniesienie poprawek i uwag Zamawiającego, złożenie kompletnego opracowania	2 osoby, 5 dni

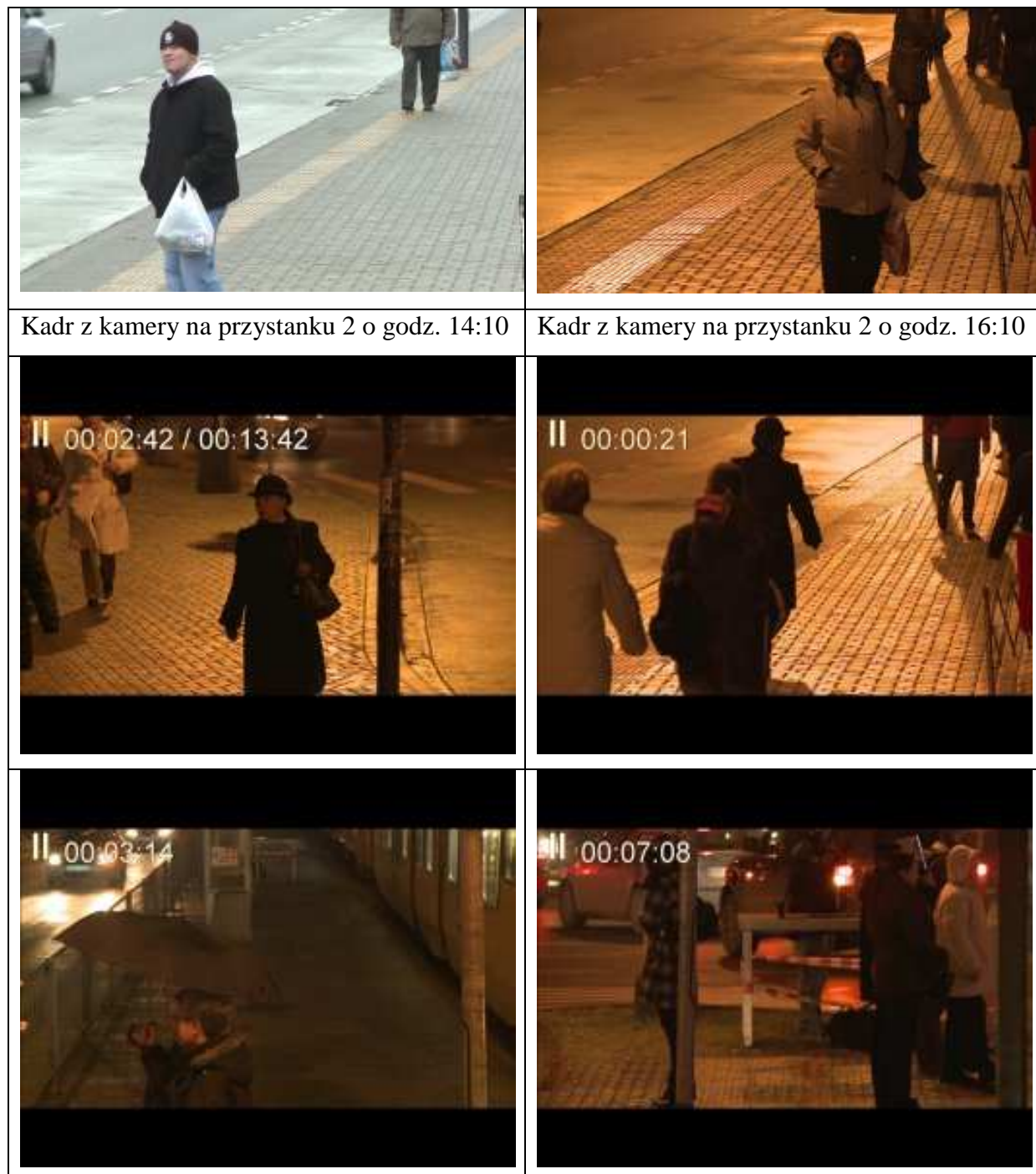
8.8 BŁĘDY I AWARIE

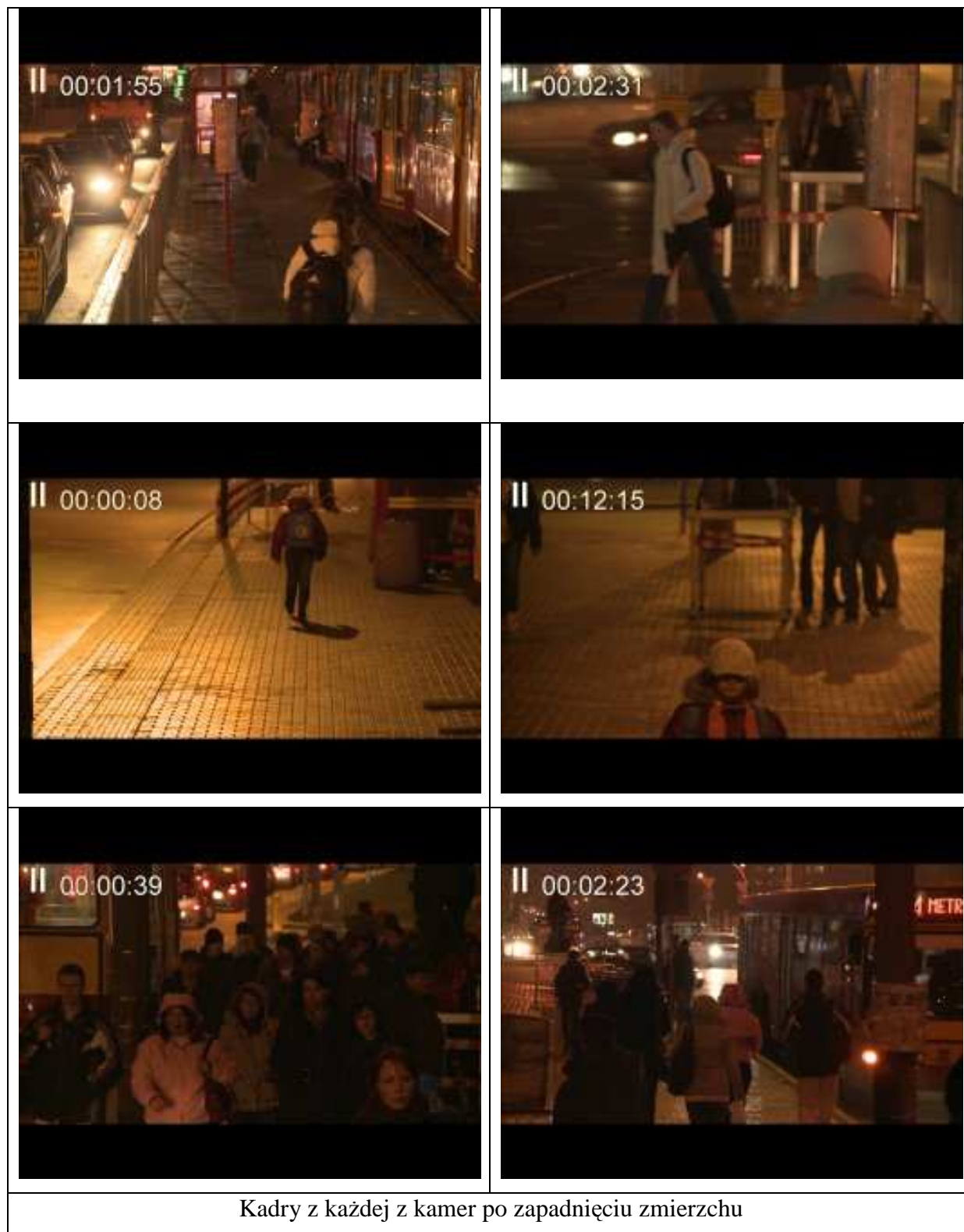
Badanie za pomocą metody analizy obrazu było badaniem pilotażowym. Badania takie charakteryzują się zawsze pewną liczbą błędów i płynących z nich wniosków na przyszłość. Najpoważniejszymi błędami zaobserwowanymi przy wykonywaniu pomiaru były:

1. Awaria jednej z kart pamięci w sesji popołudniowej kamery rejestrującej ruch wychodzący z przystanku nr 4. Utracono przez to dane z pierwszej godziny sesji popołudniowej (od 14:00 do 15:00). Część danych była możliwa do uzupełnienia na podstawie danych uzyskanych z innych kamer (m.in. z drugiej kamery pracującej na tym samym przystanku). Dotyczyło to liczby osób wychodzących z przystanku w tym okresie. Jednak poprzez uszkodzenie karty pamięci nie udało się niestety dla okresu czasu 14:00-15:00 zarejestrować obrazów twarzy osób wychodzących, a przez to wyliczyć migrację osób przesiadających się z tego przystanku na inne (przyjazd i wyjście z przystanku nr 4 i udanie się na dowolnie inny). Dane te można było uzupełnić jedynie na podstawie pozostałych zgromadzonych danych (zarejestrowanych dla tej kamery w pozostałych okresach czasu, danych z innych kamer, a także danych uzyskanych z badania metodą tradycyjną). Pozwoliło to na zminimalizowanie wpływu zaistniałej awarii na ostateczne wyniki.
2. Wpływ zmierzchu i zapadających ciemności na detekcję i rozpoznawanie twarzy. Od godz. 15:30 warunki oświetleniowe zaczęły szybko się pogarszać. Miało to wpływ na jakość rejestrowanego materiału wizyjnego. Ok. godz. 15:45 uruchomione zostało miejskie oświetlenie uliczne. W zależności od platformy przystankowej były one oświetlane różną ilością światła. Wykorzystując parametry techniczne sprzętu rejestrującego i możliwości zmiany ustawień kamer operatorzy reagowali na bieżąco na pogarszające się oświetlenie zewnętrzne. Jednak z powodu niejednolitego oświetlenia na poszczególnych platformach, a także z powodu braku oświetlenia ulicznego na przystanku 4 i minimalnym oświetleniu na przystankach tramwajowych 5 i 6 uzyskano nieco gorsze wyniki detekcji twarzy i jej rozpoznawania dla tego okresu w porównaniu ze światłem dziennym. Przewidując tą sytuację zdecydowano się przesunąć dokonanie pomiaru w sesji popołudniowej z godz. 15:00-18:00 na 14:00-17:00. Pozwoliło to na zebranie większej ilości materiału wizyjnego dobrej jakości. Różnice po zapadnięciu zmroku na poszczególnych przystankach obrazuje Tablica 16. Warto zwrócić uwagę na ostatni wiersz obrazujący sytuację na przystanku 4, gdzie były najtrudniejsze warunki oświetleniowe. Podsumowując, zapadający zmierzch miał wpływ na uzyskane wyniki

jednak nie był to wpływ istotny, zaburzający w silny sposób korelację między uzyskanymi wynikami a rzeczywistością.

Tablica 16 Zmiana oświetlenia zewnętrznego po zapadnięciu zmierzchu





3. Kamery rejestrującą osoby wchodzące na przystanek tramwajowy nr 5 źle wykadrowano w pierwszym etapie pomiarów. Spowodowało to pominięcie sporej liczby osób wchodzącej na tą platformę (nie zostały wykryte ich twarze). Dla pierwszych 40 minut nagrania w sesji porannej pominięto ok. 52% osób wchodzących na przystanek, co

spowodowało zaniżenie liczby osób korzystających z tej platformy. Po tym czasie zorientowano się w problemie i poprawiono kadrowanie znacząco zwiększając procent wykrywanych osób.

4. Niedoskonałe wygradzenia. W przypadku przystanków nr 2 i 4 zlokalizowanych bezpośrednio w ciągu komunikacyjnym chodnika niemożliwym było dokonanie pełnych wygradzeń odcinających dany przystanek od chodnika. Stąd w materiale wizyjnym pojawić się mogły osoby niekorzystające z przystanka lecz tylko przez niego przechodzące jako piesi. Z obserwacji operatorów w trakcie wykonywania pomiarów okazało się, że grupa takich osób była nieliczna i nie wpłynęła w sposób istotny na wyniki.
5. Niedoskonały sposób rejestracji. Miejsce lokalizacji kamer uzgodniono na wizji lokalnej przeprowadzonej na węźle z przedstawicielem Biura Drogownictwa i Komunikacji m.st. Warszawy. Kadry kamer pokrywały trasy najczęstszych przejść pasażerów, jednak istniała możliwość wejścia i opuszczenia przystanku bez zarejestrowania. Sytuacja ta dotyczyła tylko przystanków autobusowych. Na przystanek nr 4 można było wejść i zejść niezarejestrowanym na trasie przystanek – sklep Lidl (od strony północnej przystanku). Na przystanek nr 1 od strony wschodniej (dalszej od skrzyżowania ul. Powstańców Śląskich i ul. Górczewskiej). Na przystanek nr 2 można było wejść i zejść „z boku” – udając się od razu na ścieżkę rowerową biegnącą nieco powyżej (na północ) od chodnika. Z obserwacji operatorów poczynionych w trakcie badania okazało się, że takich osób było niewiele, najwięcej na przystanku nr 4.
6. W sesji porannej pod koniec rejestracji materiału wizyjnego wystąpiły w dwóch kamerach na przystanku tramwajowym nr 5 problemy z zasilaniem – wyczerpały się akumulatory. Spowodowało to potrzebę ich wymiany na nowe, a przez to na kilkudziesięciosekundową przerwę w rejestracji materiału. Wpływ tej przerwy na ostateczne dane był minimalny.

Ogólne wnioski związane z przeprowadzaniem badań ruchu pieszego metodą analizy obrazu przedstawiono w rozdziale 9 i 10.

8.9 REAKCJE SPOŁECZNE NA WYKONYWANE POMIARY

W trakcie wykonywania pomiarów dla metody analizy obrazu nie spotkano się z negatywnym nastawieniem pasażerów do takiej formy badań. Wręcz przeciwnie, pasażerowie z ciekawością podchodzili do badania, zadając liczne pytania i przyjmując udzielane

odpowiedzi z satysfakcją. Można było wręcz odnieść wrażenie, że są dumni z tak innowacyjnych sposobów badań prowadzonych przez ich miasto.

Nie zaistniała również żadna niebezpieczna sytuacja związana z wykonywanymi pomiarami. Pasażerowie ze zrozumieniem podchodzili do zmian organizacji ruchu wprowadzonych na czas badania, a wykonane za pomocą taśmy bezpieczeństwa oznakowanie platform i wygrodzeń spełniło swoją rolę. Wsparcie udzielone przez Straż Miejską (specjalny patrol) okazało się wystarczające, działając prewencyjnie. Nie była potrzebna żadna interwencja patrolu.

9. UZYSKANE WYNIKI

Po etapie obróbki materiału wizyjnego nastąpiło automatyczne wygenerowanie statystyk związanych z zadaniem: ilości osób wchodzących i wychodzących z każdej platformy przystankowej, ilości osób przesiadających się, migracji między przystankami wraz z czasami przejścia. Z wyników odrzucone zostały osoby, które pojawiały się wielokrotnie na kilku przystankach (obsługa badania, sprzedawca gazet, patrol Straży Miejskiej itp.).

9.1 WYNIKI BADANIA – POTOKI PASAŻERÓW

Zestawienie wyników zliczania pasażerów wysiadających na poszczególnych przystankach w okresach 30-minutowych przedstawiają Tablica 17 oraz rys. 10. Podobnie wyniki dla pasażerów wsiadających są zestawione w Tablicy 18 oraz pokazane na rys. 11.

W okresie porannym obserwujemy przewagę pasażerów wsiadających nad wysiadającymi (1957 do 1491) natomiast popołudniu proporcja ta jest zbliżona do 1. Zarówno w okresie porannym jak i popołudniowym najbardziej obciążone przystanki to 1 i 4. Biorąc pod uwagę tylko liczbę wsiadających, z przystanku 1 (kierunek: centrum) skorzystało w okresie 7:30-10:30 ponad 1000 osób czyli ponad połowa osób wsiadających na węźle.

Jeśli chodzi o rozkład ruchu w czasie to największe obciążenie zaobserwowano w okresie 7:30-8:00. W kolejnych okresach 30-min liczba pasażerów wysiadających jak i wsiadających systematycznie spadała, poza okresem 9:30-10:00 gdzie nieznacznie wzrosła. W okresie popołudniowym, szczytowym przedziałem 30-min był przedział 15:30-16:00. Na wyniki dla osób wysiadających w sesji popołudniowej może rzutować brak danych dla przystanku 4 dla okresu 14:00-15:00 spowodowanego awarią karty pamięci (temat ten przedstawiono w rozdziale 8.8) – dane te (oznaczone * w tabelce) zostały uzupełnione na podstawie danych zarejestrowanych dla tej kamery w pozostałych okresach czasu, danych z innych kamer, a

także danych uzyskanych z badania metodą tradycyjną. Duży wzrost liczby osób w ostatnim okresie pomiarów dla przystanku 4 dla osób wysiadających wiązał się z jego bardzo słabym oświetleniem w tym obszarze i problemami z klasyfikacją osób (poszczególne zdjęcia twarzy tej samej osoby rejestrowane były jako nowe osoby). Nawet ręczna weryfikacja wyników klasyfikacji nie pozwalała uniknąć błędów dla tego przystanku – twarze były często praktycznie niewidoczne. Stąd też wyniki dla osób wysiadających dla kamery 4 w sesji popołudniowej mogą nie odzwierciedlać w pełni rzeczywistości (wpływ awarii i zmierzchu). Dla osób wsiadających nie pojawiły się zbyt duże problemy spowodowane zapadającą nocą – kamerę udało się odpowiednio skadować, co było niemożliwe dla osób wychodzących z przystanku.

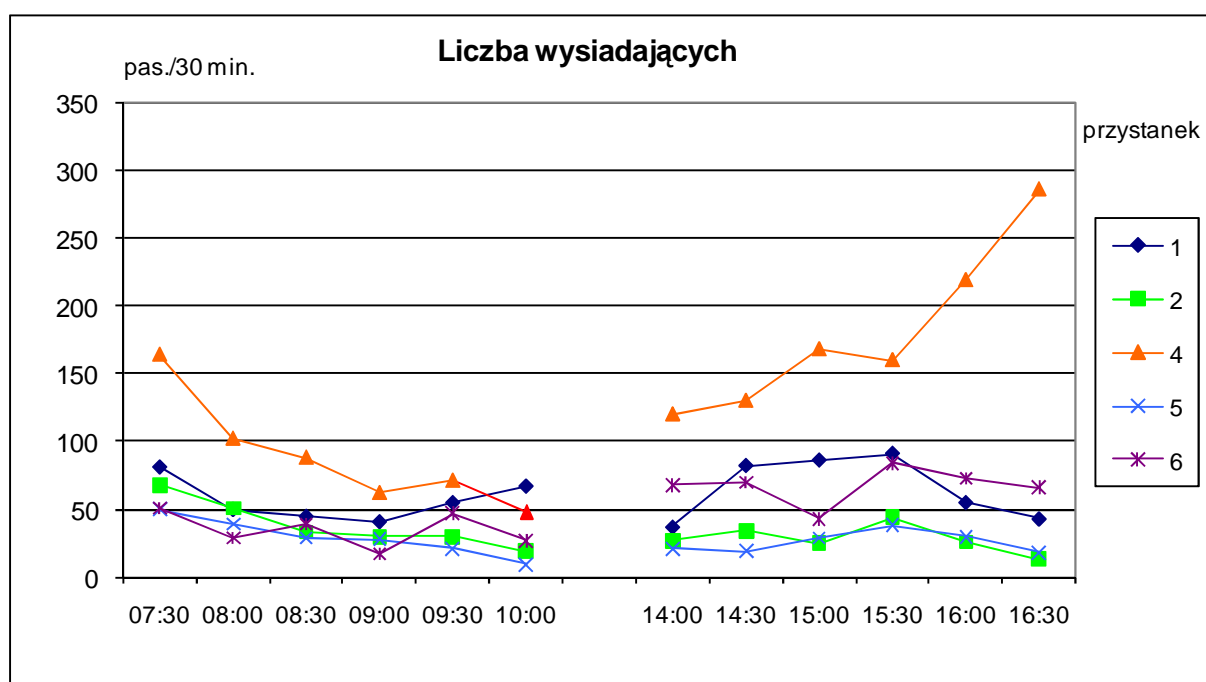
Warto zwrócić również uwagę na spadającą liczbę osób wsiadających w ostatnim okresie pomiarów dla przystanków 1 i 4. Podobne tendencje zaobserwowano dla badania metodą tradycyjną.

Tablica 17 Podsumowanie liczby pasażerów wysiadających w okresach 30-minutowych

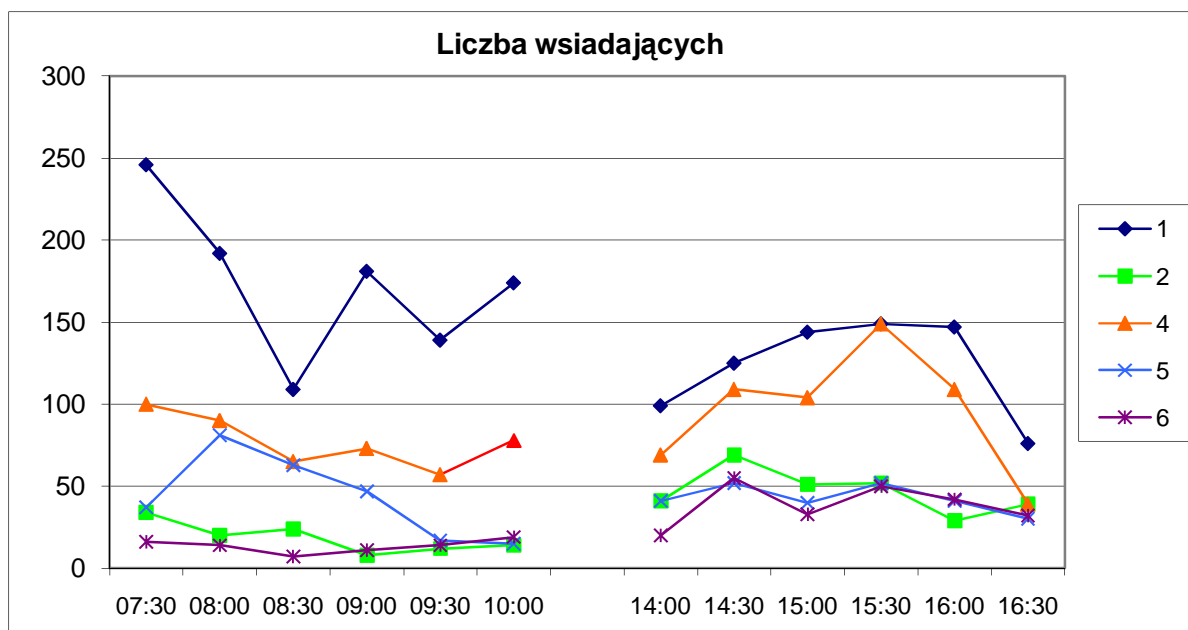
Okres od godz.	Liczba wysiadających					RAZEM:
	Numer przystanku					
	1	2	4	5	6	
7:30	81	68	164	50	51	414
8:00	50	51	102	39	29	271
8:30	45	33	88	29	39	234
9:00	41	30	62	28	17	178
9:30	55	30	71	21	47	224
10:00	67	19	48	9	27	170
SUMA:	339	231	535	176	210	1491
14:00	37	27	120*	21	68	273
14:30	82	34	130*	19	70	335
15:00	86	25	168	29	43	351
15:30	91	44	160	38	84	417
16:00	55	26	219	30	73	403
16:30	43	13	286	18	66	426
SUMA:	394	169	1083	155	404	2205

Tablica 18 Podsumowanie liczby pasażerów wsiadających w okresach 30-minutowych

Okres od godz.	Liczba wsiadających					RAZEM:
	Numer przystanku					
	1	2	4	5	6	
7:30	246	34	100	37	16	433
8:00	192	20	90	81	14	397
8:30	109	24	65	63	7	268
9:00	181	8	73	47	11	320
9:30	139	12	57	17	14	239
10:00	174	14	78	15	19	300
SUMA:	1041	112	463	260	81	1957
14:00	99	41	69	41	20	270
14:30	125	69	109	52	55	410
15:00	144	51	104	40	33	372
15:30	149	52	149	52	50	452
16:00	147	29	109	41	42	368
16:30	76	39	39	30	32	216
SUMA:	740	281	579	256	232	2088



Rys. 10 Rozkład pasażerów wysiadających w okresach 30-minutowych



Rys. 11 Rozkład pasażerów wsiadających w okresach 30-minutowych

9.2 WYNIKI BADANIA METODĄ ANALIZY OBRAZU

Zestawienie wyników na poszczególnych przystankach przedstawiają Tablica 19 (okres poranny) oraz Tablica 20 (okres popołudniowy). Procent wykrytych wchodzących odpowiada procentowi osób automatycznie wykrytych przez „System analizy ruchu pieszych” w stosunku do wszystkich osób zarejestrowanych w strumieniu wizyjnym dla kamer rejestrujących osoby wchodzące na przystanek dla pierwszych 20 minut rejestracji. Podobnie wygląda sytuacja z procentem wykrytych wychodzących, tylko że są to wyniki dla kamer rejestrujących osoby wychodzące z przystanków. Jak widać średnio system wykrywał 79,22% osób wchodzących i 83,88% wychodzących, co dla technologii rozpoznawania twarzy jest wynikiem bardzo dobrym. Część niewykrytych osób to osoby dla których nie udało się zarejestrować twarzy en face lub też w ogóle ta twarz nie została wykryta (np. była zbyt mocno przesłonięta szalikiem, kapturem, parasolem, przez inną osobę itd.). Część osób (ok. 5%) została zgubiona poprzez ograniczenie „Systemu analizy ruchu pieszych” do analizy 2/3 wszystkich klatek (w celu przyspieszenia obliczeń co trzecia zarejestrowana kłata strumienia wizyjnego była pomijana w analizie obrazu). Poważniejsze zakłócenia wystąpiły tylko dla przystanku 5 dla osób wchodzących dla pierwszych 40 minut nagrania poprzez źle wykadrowaną kamerę. Problem ten opisano szerzej w rozdziale 8.8 w pkt. 3.

Dla sesji popołudniowej badanie procentu wykrytych osób wchodzących i wychodzących w porównaniu do zapisu wideo przeprowadzono zarówno dla okresu przy dobrym oświetleniu

jak i po zmierzchu (godz. 14:00 i godz. 16:00). Dla osób wychodzących z przystanku 4 z powodu braku zapisu materiału z godziny 14:00 (opisano problem w podrozdziale Błędy i awarie) pokazano procent wykrytych osób z godziny 15.00.

Procent wykrytych wchodzących i wychodzących można niejako traktować jak współczynnik rozszerzenia próby założonego przy badaniu metodą tradycyjną z zastrzeżeniem że jest on jednak dokładniejszy (pominięto ok. 15%-20% pasażerów w porównaniu do ok. 60% w badaniu ankietowym). W celu odwzorowania rzeczywistości wyniki uzyskane przy badaniu metodą analizy obrazu i prezentowane w Tablicach 17-22, a także rys. 10 do 13, które obrazują liczbę pasażerów obecnych na węzle powinny być odpowiednio zwiększone przy uwzględnieniu wyznaczonego dla każdej z kamer w sesji współczynnika wykrywania twarzy osób. Dla przystanku 5 liczba osób wchodzących w pierwszych 40 min. powinna być zwiększona o 52%, dla kolejnych przedziałów czasowych o 19,9%.

Procent przesiadek z_przystanku obrazuje ile osób wychodzących z tego przystanku wędrowało na inny i przesiadało się. Procent przesiadek na_przystanek obrazuje ile osób wchodzących na ten przystanek przyszło z innego przystanku w celu przesiadki.

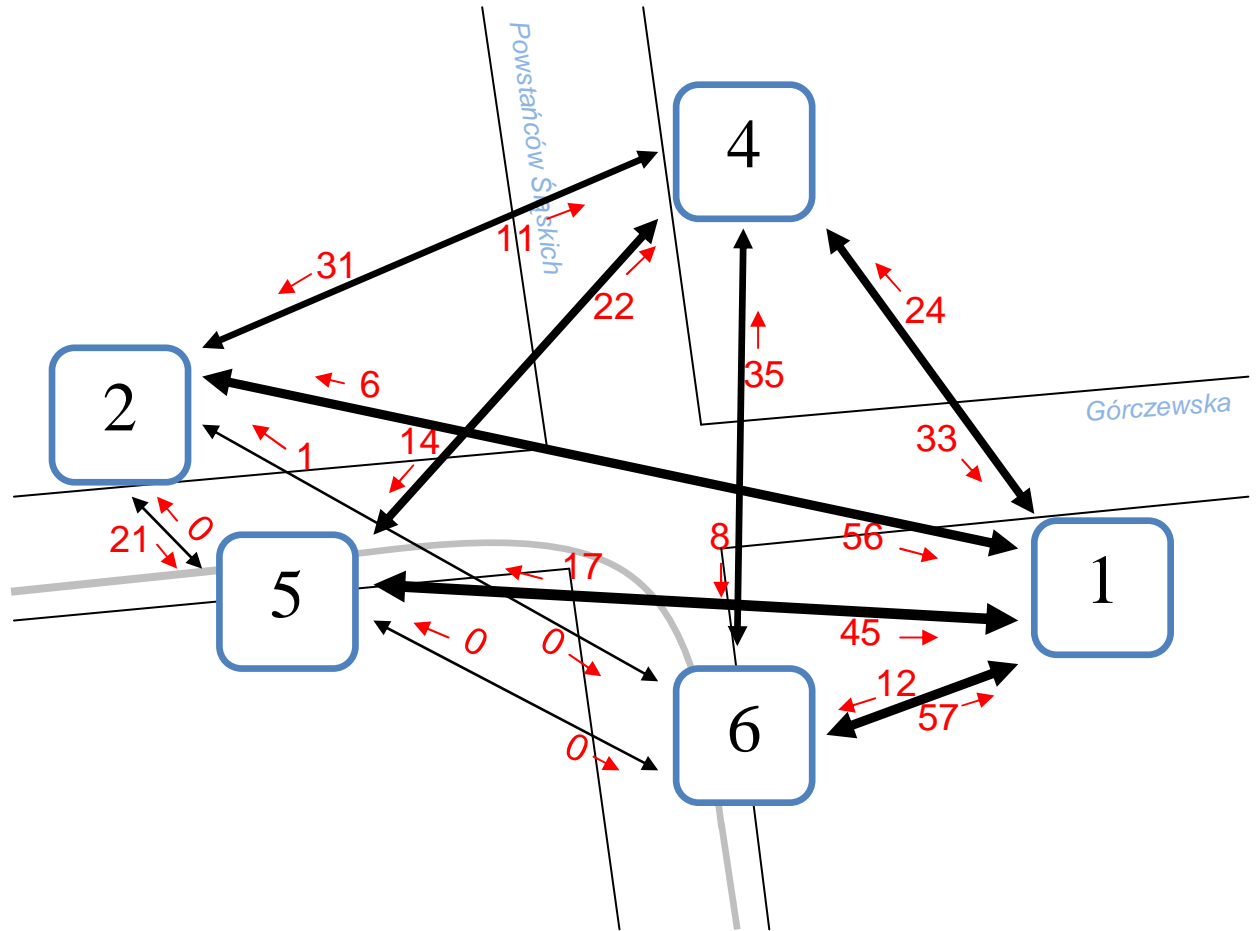
Tablica 19 Zestawienie wyników ankietowania w okresie porannym

Przystanek	Liczba wchodzących	Liczba wychodzących	Procent wykrytych wchodzących	Procent wykrytych wychodzących	Procent przesiadek (z_przystanku)	Procent przesiadek (na_przystanek)
P1	1041	339	89,5%	70,2%	17,4%	18,3%
P2	112	231	85,0%	93,2%	38,1%	33,9%
P4	463	535	83,1%	81,6%	16,1%	19,9%
P5	260	176	48,0% (80,1%)	90,0%	38,1%	20,0%
P6	81	210	77,5%	84,4%	44,3%	24,7%
Wszystkie	1957	1491	Śr: 79,22%	Śr: 83,88%	26,4%	20,1%

Tablica 20 Zestawienie wyników ankietowania w okresie popołudniowym

Przystanek	Liczba wchodzących	Liczba wychodzących	Procent wykrytych wchodzących o 14:00	Procent wykrytych wychodzących o 14:00	Procent wykrytych wchodzących o 16:00	Procent wykrytych wychodzących o 16:00	Procent przesiadek (z_przystanku)	Procent przesiadek (na_przystanek)
P1	740	394					21,8%	14,5%
P2	281	169					27,8%	23,8%
P4	579	1083					10,2%	20,9%
P5	256	155					34,8%	20,3%
P6	232	404					27,7%	27,2%
Wszystkie	2088	2205					18,6%	19,6%

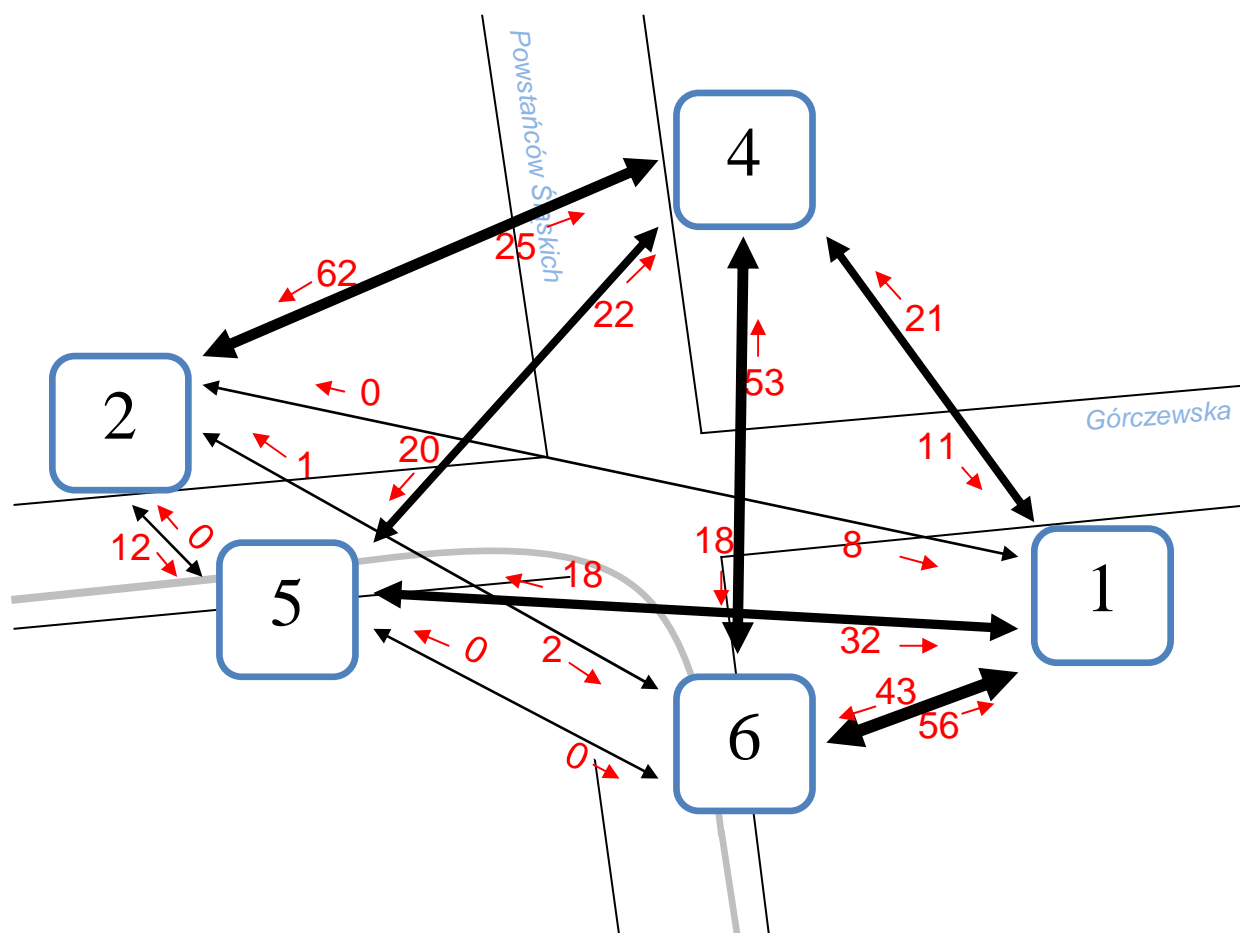
Macierze przesiadek między przystankami przedstawiają rys. 12 i Tablica 21 (okres poranny) oraz rys. 13 i Tablica 22 (okres popołudniowy).



Rys. 12 Więźba przesiadek w okresie porannym

Tablica 21 Liczba przesiadających się w okresie porannym

Z przystanku nr	Na przystanek nr					Razem
	1	2	4	5	6	
1		6	24	17	12	59
2	56		11	21	0	88
4	33	31		14	8	86
5	45	0	22		0	67
6	57	1	35	0		93
Razem	191	38	92	52	20	393



Rys. 13 Więźba przesiadek w okresie popołudniowym

Tablica 22 Liczba przesiadających się w okresie popołudniowym

Z przystanku nr	Na przystanek nr					Razem
	1	2	4	5	6	
1		4	21	18	43	86
2	8		25	12	2	47
4	11	62		20	18	111
5	32	0	22		0	54
6	56	1	53	0		110
Razem	107	67	121	52	63	408

Sposób rejestracji osób na węźle (rejestracja osób wchodzących i wychodzących) nie pozwolił na zarejestrowanie osób przesiadających się na tym samym przystanku. Osoby takie

w ogóle nie zostały zarejestrowane w systemie, gdyż ani nie wchodziły ani nie wychodziły z żadnego przystanka. Zakłóca to w pewnym stopniu macierz przesiadek, a także liczbę osób zarejestrowanych na każdym z przystanków w stosunku do rzeczywistości. Takich przesiadek było ok. 20% (wyliczonych na podstawie badania metodą tradycyjną). Z drugiej strony planując przebudowę węzła przesiadkowego dane o takich przesiadkach są mniej istotne w porównaniu z danymi związanymi z przesiadkami i zmianą przystanku. Mogą jedynie posłużyć do wyliczenia całkowitego ruchu na danym przystanku i ewentualnym zaplanowaniu jego rozbudowy. Nie wpływają natomiast na decyzję o samej przebudowie węzła i ewentualnych zmianach lokalizacji przystanków czy też zmiany długości cyklu sygnalizacji świetlnej w celu skrócenia podróży czasów przejścia między przystankami.

Więźby przesiadek wskazują na całkiem odmienny obraz ruchu przesiadkowego na węźle w okresie porannym i popołudniowym. W szczycie porannym dominują przesiadki z tramwajów do autobusów na przystanku nr 1 i 4 oraz przesiadki między przystankami autobusowymi. Zdecydowanie więcej osób wchodzi na przystanek 1 w celu przesiadki niż go opuszcza. W przypadku przystanka nr 4 proporcje te są już wyrównane. W zestawieniu zanotowano 21 osób w sesji porannej i 12 osób w sesji popołudniowej przechodzących z przystanka nr 2 na przystanek tramwajowy nr 5, jednak w skład tej liczby mogą wejść piesi zarejestrowani jako osoby przechodzące przez przystanek 2 (a nie na nim wysiadające) i zmierzające na przystanek nr 2.

Przesiadający się kierują się głównie do autobusów jadących w kierunku wschodnim i północnym (przystanki 1 i 4). Są to kierunki biegnące w stronę centrum miasta. W szczycie popołudniowym obraz ruchu przesiadkowego jest bardziej zrównoważony. Wprawdzie dominują dalej przystanki 1 i 4 jednak najwięcej przesiadek jest na trasie z przystanka 4 na przystanek 2 – w kierunku zachodnim, oddalającym od centrum miasta. liczby przesiadek W obu sesjach brak jest przesiadek tramwaj-tramwaj.

Na taki rozkład przesiadek wpływ mają najprawdopodobniej dwa czynniki – brak symetrii węzła przesiadkowego (brak przystanku autobusowego na ul. Powstańców Śląskich w kierunku południowym), a także rola, jaką pełni obecnie węzeł – w szczycie porannym miejsce przesiadek pasażerów zmierzających do centrum miasta (do pracy, szkół itd.) – w szczycie wieczornym miejsce przesiadek pasażerów wracających do swych domów położonych w dzielnicach oddalonych od centrum miasta.

9.3 WYNIKI POMIARU CZASÓW PRZEJŚCIA MIĘDZY PRZYSTANKAMI

Rezultaty pomiarów czasów przejść pieszych między przystankami przedstawiają tablica 23 dla okresu porannego oraz tablica 24 dla okresu popołudniowego. Długość czasu przejścia zależy przede wszystkim od strat czasu na przejściu przez jezdnię z sygnalizacją, a także od odległości pomiędzy przystankami. Jak widać najdłuższy średni czas przejścia w obu sesjach zarejestrowano dla przejść między przystankami 1 i 2, co spowodowane jest zarówno odległością (najdalej położone od siebie przystanki), jak i potrzebą przejścia przez 2 przejścia dla pieszych sterowanych sygnalizacją świetlną. Dość duży czas przejścia zanotowano również dla przystanków tramwajowych (z każdego innego przystanku autobusowego poza relacją przystanek 1 z przystankiem 6 i relacją przystanek 2 z przystankiem 5). Spowodowane jest to w dalszym ciągu potrzebą przejścia przez 2 przejścia dla pieszych sterowanych sygnalizacją świetlną (poza opisanymi dwoma przypadkami, gdzie trzeba przejść tylko 1 przejście). Czasy te świadczą o tym, że czas przejścia między przystankami zależy głównie od cykli sygnalizacji świetlnej sterującej ruchem drogowym i pieszym na węźle.

Jak wspomniano w rozdziale 8.7 na potrzeby badania założono 15-minutową „ramkę czasową”, po przekroczeniu której osoby traktowano jako nowe, a nie przesiadające się. Na etapie wyliczania czasów przejścia między przystankami ramkę dodatkowo zawężono do 7 minut w celu wyeliminowania wpływu na średni czas przejścia osób zatrzymujących się w trakcie przesiadki (krótka rozmowa ze znajomym, zakupy w kiosku itp.). Pozwoliło to wyekstrahować z bazy danych rzeczywiste czasy przejść między przystankami.

Tablica 23 Czasy przejścia między przystankami (min.) w okresie porannym

Przystanek z - na	Liczba osób	Średni czas przejścia:
1 na 2 / 2 na 1	6 / 56	00:03:36 / 00:02:34
1 na 4 / 4 na 1	24 / 43	00:01:48 / 00:01:47
1 na 5 / 5 na 1	17 / 45	00:02:41 / 00:02:22
1 na 6 / 6 na 1	12 / 57	00:01:28 / 00:01:07
2 na 4 / 4 na 2	11 / 31	00:01:14 / 00:01:46
2 na 5 / 5 na 2	21 / 0	00:01:07 / 0
2 na 6 / 6 na 2	0 / 1	0 / 00:01:39
4 na 5 / 5 na 4	14 / 22	00:02:16 / 00:02:24
4 na 6 / 6 na 4	8 / 35	00:02:21 / 00:02:20
5 na 6 / 6 na 5	0 / 0	0 / 0

Tablica 24 Czasy przejścia między przystankami (min.) w okresie popołudniowym

Przystanek z - na	Liczba osób	Średni czas przejścia:
1 na 2 / 2 na 1	4 / 8	00:02:06 / 00:03:10
1 na 4 / 4 na 1	21 / 11	00:02:04 / 00:01:55
1 na 5 / 5 na 1	18 / 32	00:02:03 / 00:02:39
1 na 6 / 6 na 1	43 / 56	00:01:26 / 00:01:19
2 na 4 / 4 na 2	25 / 62	00:02:10 / 00:01:36
2 na 5 / 5 na 2	12 / 0	00:01:15 / 0
2 na 6 / 6 na 2	2 / 1	00:02:31 / 00:03:02
4 na 5 / 5 na 4	20 / 22	00:01:51 / 00:02:27
4 na 6 / 6 na 4	18 / 53	00:02:28 / 00:01:57
5 na 6 / 6 na 5	0 / 0	0 / 0

9.4 PODSUMOWANIE BADANIA METODĄ ANALIZY OBRAZU

W podsumowaniu można stwierdzić, że badanie ruchu metodą analizy obrazu pozwoliło uzyskać zadawalające rezultaty. Uzyskano wyniki obrazujące rozkład ruchu w badanym węźle. Na podstawie metod rozpoznawania twarzy pomierzono potoki pasażerów wsiadających i wysiadających, wykonano macierze przesiadek w szczycie porannym i popołudniowym. Na uwagę zasługuje wysoki procent przesiadek na węźle – ok. 20%. Potwierdza to znaczenie węzła Bemowo-Ratusz jako istotnego węzła komunikacyjnego miasta Warszawy, gdzie wielu pasażerów przesiada się zmieniając linie i trasę przejazdu komunikacją miejską.

Zakłócenia spowodowane zapadającą nocą w sesji popołudniowej miały pewien wpływ na wyniki osiągnięte dla tego okresu badania, szczególnie dla kamery 4 (nałożyło się na to uszkodzenie karty pamięci), jednak należy podkreślić, że system dalej pracował po zmierzchu pozwalając uzyskać wyniki również z tego okresu. Sugeruje to wykorzystanie systemu w kolejnych badaniach bez zwracania szczególnej uwagi na porę dnia, czy też w warunkach wewnętrznych i zewnętrznych (np. w metrze przy sztucznym oświetleniu i na zewnątrz przy oświetleniu naturalnym).

10. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując oba typy badań warto zwrócić uwagę na fakt, że wyniki w znaczącym stopniu pokrywają się. Badanie metodą tradycyjną pozwoliło dokładnie policzyć wszystkie osoby pojawiające się na przystankach. Metoda analizy obrazu zliczała tylko osoby wchodzące lub wychodzące z przystanku, nie zliczała osób przesiadających się na tym samym

przystanku. Przy zastosowaniu współczynników określonych w Tablicach 19 i 20 – procent wykrytych wchodzących i procent wykrytych wychodzących liczba osób wykrytych metodą analizy obrazu będzie zbliżona do liczby osób policzonych metodą tradycyjną. Należy tu uwzględnić również czas badania w sesji porannej, gdzie dla badania ankietowego był on przesunięty o 30 minut wcześniej (w okresie od 7:00 do 7:30 na węźle pojawiło się bardzo wielu pasażerów). Pozostałe różnice w liczbie pasażerów między obiema metodami można uzasadnić faktem, że nie wszystkie osoby wchodzące bądź wychodzące z przystanku zostały zarejestrowane w strumieniu wizyjnym (fakt ten szerzej opisano w rozdziale 8.8 w pkt. 4 i 5), a także że nie rejestrowano osób przesiadających się w ramach jednego przystanku.

Warto zwrócić uwagę na pokrycie się w obu badaniach rozkładu przesiadek na węźle. Wnioski płynące zarówno z badania metodą tradycyjną jak i metodą analizy obrazu są zbliżone. Liczba przesiadek na poszczególnych przystankach (w badaniu metodą tradycyjną zarejestrowano ich ok. 3 razy więcej) wynika z:

- zastosowania w badaniu metodą tradycyjną współczynnika rozszerzenia próby – ankieterom łatwiej było ankietować osoby przesiadające się i oczekujące na przyjazd pojazdu komunikacji miejskiej niż te, które np. kończyły swoją podróż na węźle i po wyjściu z pojazdu komunikacji miejskiej oddalały się od razu z przystanku,
- dla badania metodą analizy obrazu tylko wyliczono, ale nie uwzględniono współczynników: procent wykrytych wchodzących i procent wykrytych wychodzących; ich nieuwzględnienie wynikało z niemożności późniejszego pokazania obrazów twarzy wszystkich osób zarejestrowanych na węźle (zarówno jako osoby przesiadające się, jak i osoby wchodzące/wychodzące z przystanku)
- uwzględnienia w macierzy przesiadek dla badania metodą tradycyjną przesiadek w ramach jednego przystanku (odpowiednio 266 i 302 przesiadki w poszczególnych sesjach)
- rozpoczęcia badania metodą tradycyjną w sesji porannej o 30 minut wcześniej (zarejestrowano wtedy największe natężenie ruchu na węźle),
- nieznacznego zmniejszenia skuteczności rozpoznawania osób w badaniu metodą analizy obrazu po zapadnięciu zmierzchu w sesji popołudniowej.

Czasy przejścia między przystankami zmierzonymi obiema metodami są zbliżone, aczkolwiek dla badania metodą analizy obrazu są one nieznacznie krótsze. Wynika to z faktu wcześniejszej rejestracji osób wchodzących na przystanek (rejestrowano osoby wchodzące na przystanek a nie już na nim przebywające) i późniejszej rejestracji osób wychodzących z

przystanku (rejestrowano osoby wychodzące z przystanku a nie na nim przebywające i ruszające z niego). Różnice czasu przejścia dla obu badań są minimalne.

Podsumowując badanie warto podkreślić rolę obu typu badań w zmierzeniu natężenia ruchu pasażerów komunikacji miejskiej na węźle. Oba badania dostarczyły cennych informacji. Badanie za pomocą analizy obrazu było nowatorskim, pilotażowym badaniem. Dostarczone przez nie wyniki po uwzględnieniu wszystkich wymienionych w opracowaniu uwag były zbliżone do wyników uzyskanych za pomocą badania sondażowego.

Jak w każdym pilotażowym projekcie tu również wystąpiły pewne błędy i awarie, które przedstawiono w rozdziale 8.8. Planowane jest dalsze udoskonalanie metod detekcji i rozpoznawania twarzy w celu wyeliminowania głównych ograniczeń tej metody (wpływu zmierzchu, wpływu kierunkowego oświetlenia).

Analizując badanie od strony organizacyjnej i możliwych do uzyskania wyników warto również rozważyć przy kolejnych tego typu projektach zastosowanie innej formy rejestracji materiału wizyjnego – wykorzystania niewielkich kamer sieciowych stosowanych dla potrzeb monitoringu. Pozwoliłoby to – po umieszczeniu takich kamer w badanym węźle – zebrać materiał wizyjny z kilku kolejnych dni tworząc obraz rozkładu ruchu np. dla wszystkich dni tygodnia (a nie tylko dla pojedynczego dnia). Obecne parametry techniczne tego typu kamer powoli zbliżają się do wymagań stawianych systemom rozpoznawania twarzy (wysoka rozdzielczość, praca w trybie dzień/noc, możliwość zapisu na pojemnych kartach pamięci itd.). Idea ta wymaga szerszego rozważenia i przeprowadzenia prób i badań, jednak jej perspektywy są obiecujące.

Załączniki

10.1 ZAŁĄCZNIK 1 – FORMULARZE I INSTRUKCJA DO BADANIA METODĄ TRADYCYJNĄ

Formularz A

Pomiar liczby pasażerów wsiadających i wysiadających na przystanku

Przystanek **Numer**

Nazwisko **Data/okres pomiaru**
.....

Godz:min przyjazdu	Numer linii	liczba osób wysiadających	liczba osób wsiadających	Uwagi

⌘ Transplan Konsulting

Ankietowanie osób oczekujących na przystanku

Formularz B

Przystanek nr. 1 Nazwisko ankietera Czas rozpoczęcia formularza 2 Arkusz nr (nie wypełniać) 3

Czy Pan/i przesiada się tutaj z innego autobusu/tramwaju? Tak Nie 4
 (kreska na każdą odpowiedź "nie")

Numer wywiadu	Z którego przystanku?		Z której linii?	Na którą linię?	Jak Pan/i ocenia wygodę przesiadki z punktu widzenia pieszego?		Czas zakończenia wywiadu	Grupa wiekowa		Płeć	Uwagi
	zakreślić	numer	numer	numer	zakreślić	godz.min	zakreślić	zakreślić			
1	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
2	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
3	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
4	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
5	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
6	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
7	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
8	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
9	A	1			b. niewygodna	1		poniżej 18	1	M	
	A	2			niewygodna	2		18-30	2	K	
	A	4			możliwa	3		30-60	3		
	T	5			wygodna	4		ponad 60	4		
	T	6			b. wygodna	5					
5	6	7	8	9	10	11	12				

Instrukcja dla uczestników badania

Miejsce: przystanki przy skrzyżowaniu ulic Górczewska i Powstańców Śląskich
Dzień: czwartek 19 listopada 2009
Godziny: 7:00 – 10:00 rano (3 godz.)
14:00 – 17:00 po południu (3 godz.)

Zleceniodawca: Urząd m.st. Warszawy (Biuro Drogownictwa i Komunikacji)

Cele badania:

- zmierzenie potoku pasażerów wsiadających i wysiadających z tramwajów i autobusów na wszystkich 5-ciu przystankach tramwajowych/autobusowych w obrębie węzła.
- uzyskanie „macierzy przesiadek” – wielkości potoków pasażerów przesiadających się pomiędzy poszczególnymi przystankami.
- ocena stopnia niewygodności przesiadki

Zadania:

- zliczanie osób wysiadających z każdego pojazdu (Formularz A)
- zliczanie osób wsiadających do każdego pojazdu (Formularz A)
- ankietowanie tylko osób oczekujących na przystanku czyli wsiadających (Formularz B)

Przeprowadzenie ankiety:

- Forma zagajenia: Dzień dobry, jestem z PW, robimy badanie przesiadek dla Urzędu Miasta, czy mógłby Pan/Pani odpowiedzieć na 4 pytania?
- Osoby, które odmówią odpowiedzi nie są uwzględniane na Formularzu B
- Czy Pan/Pani przesiada się tutaj z innego autobusu/tramwaju? Nie → kreska w formularzu B. Tak → 4 pytania ankiety.
- Numer przystanku z którego osoba się przesiada ustalić na podstawie mapy.
- Grupę wiekową i płeć należy ustalić na podstawie obserwacji.

Instrukcja:

- Zbiórka przy wejściu do Ratusza Bemowo o godz. 6:45 i ponownie o 13:45
- Należy zsynchronizować zegarki
- Należy zapoznać się z rozkładem węzła i numerami linii A/T
- Sprzęt: podkładki z formularzami, mapka węzła, plakietki, kamizelki odblaskowe, liczniki sumujące
- Należy mieć ze sobą: zegarek, długopis, kurtkę (nieprzemakalną) z kieszeniami
- W przypadku niewielkiego deszczu staramy się kontynuować, ewentualne przerwanie badania ogłosi koordynator.

Koordynator badania w terenie: Michał Olszewski, tel. 792 179 224

Organizator: Transplan Konsulting, tel. 503 029 228

Ankietowanie osób oczekujących na przystanku

Formularz B

Przystanek nr. **4** Nazwisko ankietera **JAN KOWALSKI** Czas rozpoczęcia formularza **7:40** Arkusz nr (nie wypełniać)

Czy Pan/i przesiada się tutaj z innego autobusu/tramwaju? Tak Nie **HHH 1** Liczba odpowiedzi "nie" **6**

(kreska na każdą odpowiedź "nie")

Numer wywiadu	Z którego przystanku?		Z której linii?		Na którą linię?		Jak Pan/i ocenia wygodę przesiadki z punktu widzenia pieszego?		Czas zakończenia wywiadu		Grupa wiekowa (przedział lat)		Płeć		Uwagi
	zakreślić		numer		numer		zakreślić		godz.min		zakreślić		zakreślić		
1	A	1	154	112	b. niewygodna	1	7:42	12-19	1	M	K				
	A	2			niewygodna	2		20-29	2						
	A	4			możliwa	3		30-59	3						
	T	5			wygodna	4		60 i więcej	4						
	T	6			b. wygodna	5									
2	A	1	8	507	b. niewygodna	1	7:50	12-19	1	M	K				
	A	2			niewygodna	2		20-29	2						
	A	4			możliwa	3		30-59	3						
	T	5			wygodna	4		60 i więcej	4						
	T	6			b. wygodna	5									
3	A	1	501	E-2	b. niewygodna	1	7:55	12-19	1	M	K				
	A	2			niewygodna	2		20-29	2						
	A	4			możliwa	3		30-59	3						
	T	5			wygodna	4		60 i więcej	4						
	T	6			b. wygodna	5									
	A	1			b. niewygodna	1		12-19	1	M					
	A	2			niewygodna	2		20-29	2	K					

Formularz A

Pomiar liczby pasażerów wysiadających i wsiadających na przystanku

Przystanek Powst. Śląskich, autobus Numer 4

Nazwisko Jan Kowalski Data/okres pomiaru 7-10

Godz:min przyjazdu	Numer linii	liczba osób wysiadających	liczba osób wsiadających	Uwagi
7:02	106	5	10	
7:05	171	4	5	
7:06	410	8	14	
7:10	E2	0	12	
7:14	507	3	3	nudektadnie
7:20	106	4	4	

10.2 ZAŁĄCZNIK 2 – KOMUNIKATY ZWIĄZANE Z PRZEPROWADZANYMI BADANIAMI METODĄ ANALIZY OBRAZU

W celu zapewnienia bezpieczeństwa w trakcie przeprowadzanych pomiarów, a także przeprowadzenie ich zgodnie z wszystkimi przepisami, przy współpracy z Biurem Drogownictwa i Komunikacji m.st. Warszawy, wystosowano pisma informujące o badaniu i związanych z tym utrudnieniach w ruchu. Poniżej znajdują się trzy przykładowe pisma przesłane do Biura Drogownictwa i Komunikacji m.st. Warszawy w celu ich dalszego rozdystrybuowania wśród służb i instytucji miasta.

Pismo z informacją dla kierowców i motorniczych komunikacji miejskiej:

Szanowni Państwo,

W dniu 17 listopada firma TELSAT planuje w ramach badania ruchu pieszego przeprowadzić pomiary (rejestrację kamerami wideo) ruchu pieszych na pięciu platformach przystankowych na węźle Bemowo-Ratusz (skrzyżowanie ulic Górczewskiej i ul. Powstańców Śląskich). W przypadku niesprzyjającej pomiarom pogody badanie może zostać przesunięte na kolejne dni (18 lub 19 listopada).

Czas rejestracji ustalono na godziny 7.00-10.00 oraz 15.00-18.00, tak aby zmierzyć rozkład ruchu w godzinach porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego.

W związku z powyższym firma TELSAT prosi o **zachowanie szczególnej ostrożności** przez wszystkich kierowców i motorniczych obsługujących pojazdy komunikacji miejskiej w rejonie badanego węzła. Prosimy również o zatrzymywanie pojazdów w dokładnie do tego przewidzianych miejscach. W przypadku podjechania do przystanku jednocześnie więcej niż jednego pojazdu komunikacji prosimy, w miarę możliwości o poczekanie, aż odjedzie pojazd pierwszy, podjechanie i dopiero otworzenie drzwi pojazdu.

Pragniemy również poinformować, że w związku z pomiarami zostanie tymczasowo zmieniona organizacja ruchu pieszych w badanym węźle (powstaną wygrodenia dla platform kamer, przystanki autobusowe zostaną odgródzone od chodników biegnących za nimi).

Pismo z informacją dla pasażerów:

Szanowni Państwo,

W dniu 17 listopada zostaną przeprowadzone w ramach badania natężenia i ozkładu ruchu pieszego pomiary (rejestracja kamerami wideo) pieszych na pięciu platformach przystankowych na węźle Bemowo-Ratusz (skrzyżowanie ulic Górczewskiej i ul. Powstańców Śląskich).

Badanie ma na celu ustalenie tras poruszania się podróżnych w w/wym. węźle w celu optymalizacji przez miasto wykorzystania komunikacji miejskiej. Pozwoli to na odpowiednie zaplanowanie przebudowy węzła w ten sposób, żeby skrócić trasy przejścia pieszych podróżnych pomiędzy przystankami.

Czas rejestracji ustalono na godziny 7.00-10.00 oraz 15.00-18.00. Za wszelkie utrudnienia w ruchu przepraszamy i jednocześnie apelujemy o **zachowanie szczególnej ostrożności** przez wszystkich podróżnych w rejonie badanego węzła.

Pragniemy również poinformować, że w związku z pomiarami zostanie na czas badania zmieniona organizacja ruchu pieszych w badanym węźle (powstaną wygrodenia dla platform kamer, przystanki autobusowe zostaną odgródzone od chodników biegnących za nimi). Apelujemy o uszanowanie zmian w tym dniu.

Pismo z informacją do Zarządu Transportu Miejskiego

Szanowni Państwo,

Firma TELSAT pragnie poinformować, że w ramach zawartej umowy nr BD/B-I-2-5/B/U-33/09 z Biurem Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy nt. „Badania ruchu pieszego metodą tradycyjną i analizy obrazu w wybranym węźle przesiadkowym” planuje przeprowadzenie pomiaru (rejestracji wideo) na pięciu platformach przystankowych na węźle Bemowo-Ratusz (skrzyżowanie ulic Górczewskiej i ul. Powstańców Śląskich) w dniu 17 listopada. W przypadku niesprzyjającej pomiarom pogody badanie może zostać przesunięte na któryś z kolejnych dni (18 lub 19 listopada). Badanie będzie polegało na rejestracji na kamerach wideo ruchu pieszego pasażerów komunikacji miejskiej poruszających się w ramach węzła przesiadkowego między platformami przystankowymi. Czas rejestracji ustalono z Zamawiającym na godziny 7.00-10.00 oraz 15.00-18.00, tak aby zmierzyć rozkład ruchu w godzinach porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego.

W związku z powyższym firma TELSAT prosi o wydanie zgody na zajęcie pasa drogowego w wydzielonych obszarach na podstawie przygotowanej i zatwierdzonej przez Inżyniera Ruchu tymczasowej zmiany organizacji ruchu (wygrodenia dla platform dla kamer o wymiarach 2m na 1m oraz częściowe odgródenie platform przystanków autobusowych od biegnącego z tyłu za nimi chodnika na długościach ok. 3 m z każdej strony wiaty przystankowej).

Chcielibyśmy również poprosić o zgodę na umieszczenie informacji dla pasażerów nt. badania na każdej platformie przystankowej, gdzie będą przeprowadzane pomiary. Informacje rozdystrybuowalibyśmy w postaci przyklejonych komunikatów do wiat przystankowych. Po badaniu informacje te zostałyby od razu usunięte w tym samym dniu przez naszą firmę. Umożliwi to poinformowanie pasażerów o badaniu i zapobiegnie dezinformacji pasażerów.

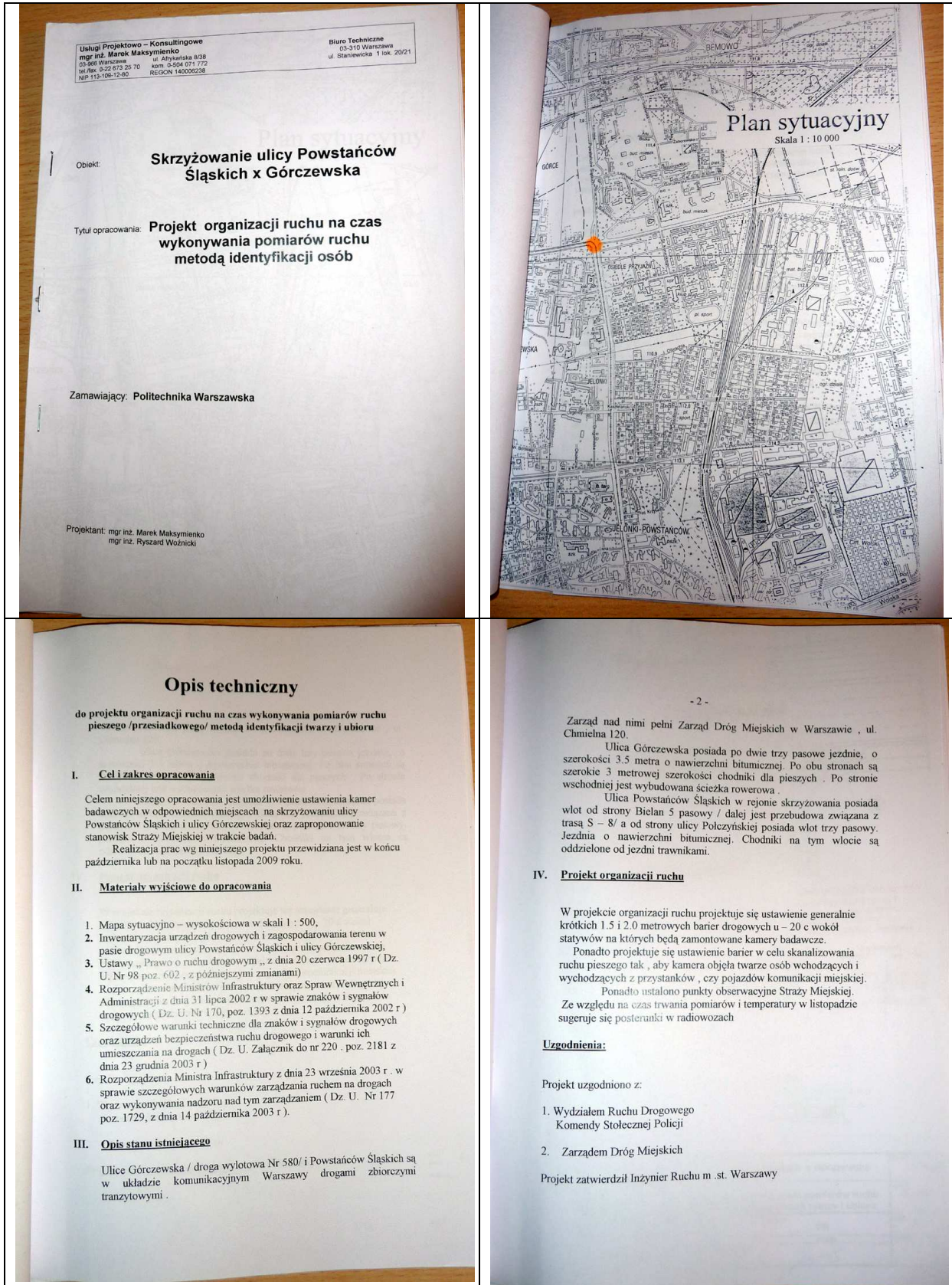
Na etapie zatwierdzania projektu organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów ruchu metodą identyfikacji osób o badaniu poinformowano również Zarząd Dróg Miejskich oraz Wydziałem Ruchu Drogowego Komendy Stołecznej Policji. Projekt zatwierdził także Inżynier Ruchu m.st. Warszawy. Projekt pokazano w Załączniku 3.

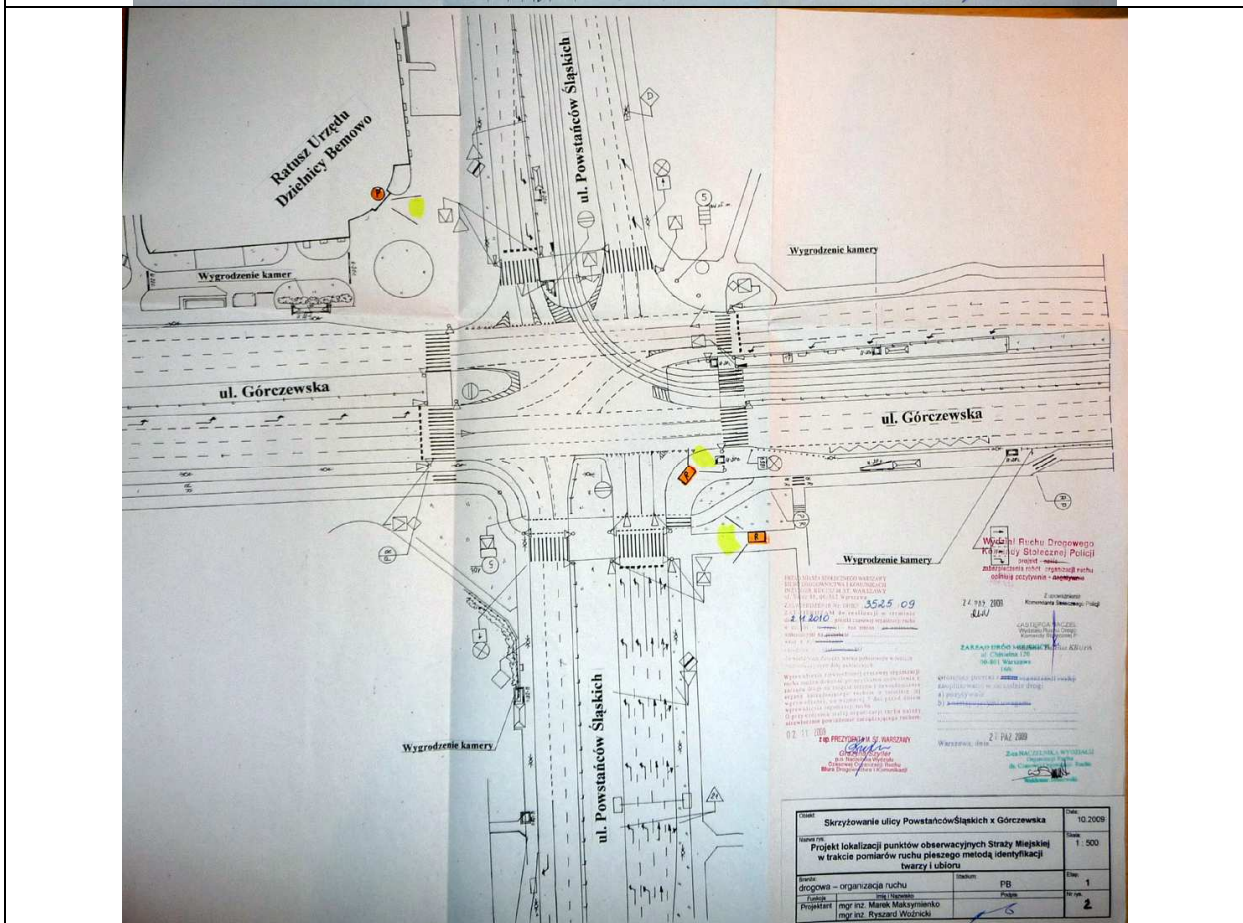
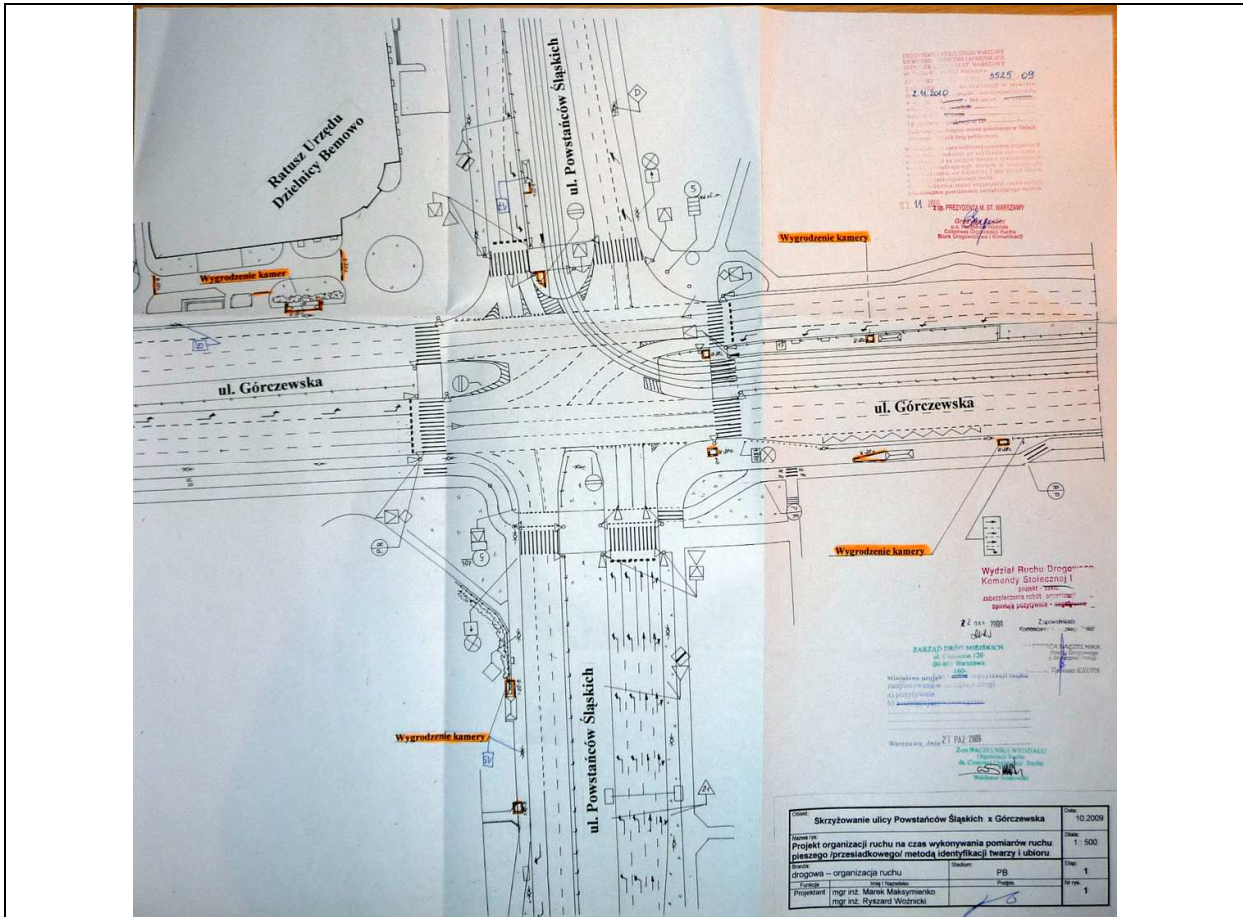
W trakcie badania nad bezpieczeństwem czuwał dodatkowy patrol Straży Miejskiej działający prewencyjnie, na wypadek nieprzewidzianych okoliczności mogących w jakikolwiek sposób zakłócić bezpieczeństwo ruchu drogowego i bezpieczeństwo osób uczestniczących w badaniu. Przedstawiciele Straży Miejskiej uczestniczyli w wizjach lokalnych zgłaszając na tym etapie swoje propozycje i uwagi.

10.3 ZAŁĄCZNIK 3 – PROJEKT ORGANIZACJI RUCHU NA CZAS WYKONYWANIA POMIARÓW RUCHU METODĄ IDENTYFIKACJI OSÓB

Projekt organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów ruchu metodą identyfikacji osób pokazano w tablicy XXX. Projekt został opracowany przez firmę Usługi Projektowo – Konsultingowe Marek Maksymienko i zatwierdzony przez uprawnione do tego instytucje: Zarząd Dróg Miejskich, Wydział Ruchu Drogowego Komendy Stołecznej Policji, Inżyniera Ruchu m.st. Warszawy.

Tablica XXX Projekt organizacji ruchu na czas wykonywania pomiarów ruchu metodą identyfikacji osób





10.4 ZAŁĄCZNIK 4 – PŁYTA CD Z SZCZEGÓLOWYMI DANymi Z POMIARÓW METODĄ TRADYCYJNĄ I ANALIZY OBRAZU ORAZ DOKUMENTACJĄ ZDJĘCIOWĄ PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW

Na płycie CD umieszczono dane z pomiarów metodą tradycyjną i analizy obrazu w postaci plików Excela z zgromadzonymi danymi. Dane te były danymi źródłowymi przy opracowywaniu uzyskanych wyników.

Na płycie CD znajduje się także opracowanie w formie elektronicznej (w formacie PDF).