METODA POMIARU ŁĄCZNEJ, ROCZNEJ PRZYCHODOWOŚCI I DOCHODOWOŚCI KAŻDEJ LINII KOMUNIKACYJNEJ W GMINACH OBSŁUGIWANYCH PRZEZ KZK GOP ORAZ NA LINIACH INNYCH ORGANIZATORÓW OBSŁUGUJĄCYCH OBSZAR KZK GOP, Z KTÓRYMI ZWIĄZEK MA PODPISANE STOSOWNE UMOWY

Katowice, styczeń 2007 r.

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE 1

1. USTALANIE I PODZIAŁ DOPŁATY DO LINII TRANSPORTU ZBIOROWEGO W KZK GOP 5

1.1. Lokalizacja kosztów i dochodów w transporcie miejskim 5
1.2. Finansowanie transportu organizowanego przez KZK GOP 8
1.3. Sposób wyliczania wyniku finansowego linii 11
1.4. Metody podziału dopłaty na jednostki terytorialne 12
1.4.1. Kosztowe kryteria podziału wyniku finansowego linii 13
1.4.2. Dochodowe kryteria podziału wyniku finansowego linii 14
1.4.3. Metoda bilansowania dochodów i kosztów linii w poszczególnych gminach 15

2. METODA WYBORU LINII DO BADAŃ LICZBY PRZEWOŻONYCH PASAŻERÓW. SZACOWANIE BŁĘDÓW METODY 17

2.1. Ogólny opis zagadnienia 17
2.2. Oszacowanie liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP – metoda badań pełnych (I.1.) 18
2.2.1. Elementy składowe metody 18
2.2.2. Zasady przeprowadzania badań pełnych 18
2.2.3. Obliczenie wskaźnika produktywności dla każdej badanej linii komunikacyjnej w KZK GOP 21
2.2.4. Oszacowanie liczby pasażerów w skali roku na każdej linii komunikacyjnej w KZK GOP 21
2.2.5. Statystyczne aspekty badań pełnych popytu efektywnego 22
2.2.6. Sposób wyznaczania względnego błędu szacunku w gminach 27
2.2.7. Organizacja pracy przy przeprowadzaniu badań 34
2.2.8. Wykorzystanie badań pełnych w metodzie określania rocznej przychodowości i dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP 35
2.3. Oszacowanie liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP – metoda badań próbkowych (I.2.) 36
2.3.1. Składniki merytoryczne metody 36
2.3.2. Wybór linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby badanych linii 36
2.3.3. Wykorzystanie sposobu wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby w metodzie określania rocznej przychodowości i dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP 43
2.3.4. Metoda dolosowania linii komunikacyjnych w KZK GOP z całego zbioru pozostałych linii 44
2.3.5. Metoda dolosowania linii komunikacyjnych w KZK GOP ze zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych 49
2.3.6. Przeprowadzenie pomiarów liczby pasażerów na wybranych i dolosowanych liniach komunikacyjnych w KZK GOP 53
2.3.7. Kwestia badania liczby pasażerów w wybranych kursach na objętych pomiarami liniach komunikacyjnych w KZK GOP 53
2.3.8. Szacowanie liczby pasażerów w skali roku na każdej linii komunikacyjnej w KZK GOP 54

2.3.9. Szacowanie wartości oczekiwanych E (Z_i) liczb pasażerów na podstawie badania próbkowego 57
3. OKREŚLENIE STATYSTYCZNEGO WSKAŹNIKA WPŁYWU TARYFOWEGO DLA POTRZEB METODY WYLICZANIA PRZYCHODOWOŚCI I DOCHODOWOŚCI LINII KOMUNIKACYJNYCH W KZK GOP 74
3.1. Uwagi wstępne 74
3.2. Określenie liczby przewożonych pasażerów poszczególnymi liniami komunikacyjnymi 75
3.3. Weryfikacja ogólnej liczby przewożonych pasażerów wszystkimi liniami komunikacyjnymi w KZK GOP w 2006 r. 85
3.4. Określenie przychodowości linii 90
3.5. Dodatkowe informacje uzyskane w wyniku badań ankietowych pasażerów 90
3.5.1. Liczba wykonanych badań ankietowych 90
3.5.2. Struktura rodzajowa biletów i jej analiza 91
3.5.3. Analiza struktury przejazdów ulgowych 93
3.5.4. Odpłatność za jeden przejazd pasażerów korzystających z biletów okresowych 94
3.5.5. Analiza struktury przejazdów bezpłatnych 95
3.5.6. Analiza przejazdów bez biletu 96
4. METODA ROZDZIAŁU ŁĄCZNEJ DOPŁATY NA FUNKCJONOWANIE KOMUNIKACJI W KZK GOP NA GMINY CZŁONKOWSKIE 98
4.1. Kryteria rozdziału dotacji (liczba wsiadających pasażerów, liczba wozokilometrów, długość trasy) 98
4.2. System komputerowy wspomagający metodę rozdziału łącznej dopłaty KZK GOP na funkcjonowanie komunikacji na gminy członkowskie 99
4.3. Sposób weryfikacji rozdziału łącznej dopłaty KZK GOP na funkcjonowanie komunikacji na gminy w kolejnych latach 100
ZAŁĄCZNIKI

SPIS TABEL

Tabela 2.1. Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=1%

Tabela 2.2. Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=2%

Tabela 2.3. Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=3%

Tabela 2.4. Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=5%

Tabela 2.5. Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=10%

Tabela 2.6. Klasy gmin członkowskich KZK GOP według kryterium udziału w pracy eksploatacyjnej w wozokm/rok w (%)

Tabela 2.7. Minimalna liczba linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby dla poszczególnych gmin członkowskich Związku

Tabela 2.8. Specyfikacja linii komunikacyjnych w KZK GOP wybranych do badań liczby pasażerów według gmin członkowskich Związku – wariant podstawowy

Tabela 2.9. Specyfikacja linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby według gmin członkowskich Związku – wariant rozszerzony

Tabela 2.10. Linie komunikacyjne w KZK GOP bezwzględnie wchodzące do próby dla wszystkich gmin członkowskich Związku

Tabela 2.11. Wymagane nakłady na badania liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby

Tabela 2.12. Liczba dolosowywanych linii komunikacyjnych w KZK GOP według warstw linii (kryterium wartości wskaźnika produktywności WP_i^T)

Tabela 2.13. Liczebność próby w warstwach linii komunikacyjnych w KZK GOP wyróżnionych według kryterium pracochłonności

Tabela 2.14. Liczba zredukowanych linii komunikacyjnych ze zbioru pozostałych linii w KZK GOP (nie podlegają badaniom liczby pasażerów) oraz liczebność zbioru linii uczestniczących w losowaniu

Tabela 2.15. Lista zredukowanych linii komunikacyjnych w KZK GOP, nie uczestniczących w dolosowaniu do próby według przyjętych wariantów wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby linii badanych i wersji redukcji zbioru pozostałych linii komunikacyjnych

Tabela 2.16. Wymiarowanie zbioru linii komunikacyjnych w KZK GOP podlegających badaniom liczby pasażerów dla różnych wariantów wyboru i dolosowania linii

Tabela 2.17. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A

Tabela 2.18. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A

Tabela 2.19. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B

Tabela 2.20. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B

Tabela 2.21. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C

Tabela 2.22. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C

Tabela 2.23. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A1

Tabela 2.24. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A1

Tabela 2.25. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A2

Tabela 2.26. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A2

Tabela 2.27. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B1

Tabela 2.28. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B1

Tabela 2.29. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B2

Tabela 2.30. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B2

Tabela 2.31. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C1

Tabela 2.32. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C1

Tabela 2.33. Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C2

Tabela 2.34. Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C2

Tabela 3.1. Oszacowanie liczby przewiezionych pasażerów w 2006 r. na podstawie danych KZK GOP

Tabela 3.2. Charakterystyka liczby przebadanych linii

Tabela 3.3. Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla dni roboczych

Tabela 3.4. Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla sobót

Tabela 3.5. Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla niedziel

Tabela 3.6. Liczba wykonanych ankiet

Tabela 3.7. Struktura wykorzystywania biletów

Tabela 3.8. Struktura przejazdów ulgowych

Tabela 3.9. Jednostkowe ceny przejazdów

Tabela 3.10. Struktura przejazdów bezpłatnych

Tabela 3.11. Liczba przejazdów bez biletu

Tabela 4.1. Mapa drogowa badań popytu efektywnego na liniach komunikacyjnych w KZK GOP w latach 2007 - 2010

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Ogólna morfologia problemu badań i wyliczania przychodowości oraz dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP

Rys. 2.1. Dwa sposoby podejścia do zagadnienia ustalania liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP

Rys. 2.2. Elementy składowe metody szacowania liczby pasażerów w skali roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP wykorzystującej wyniki badań pełnych

Rys. 2.3. Elementy składowe metody szacowania liczby pasażerów w skali roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP wykorzystującej wyniki badań próbkowych

Rys. 2.4. Zbiór pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP uczestniczących w dolosowaniu do próby badanych linii

Rys. 2.5. Morfologia metody dolosowania linii z całego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP

Rys. 2.6. Składniki merytoryczne metody dolosowania linii ze zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP

Rys. 3.1. Liczba przebadanych w latach 2000 – 2006 linii komunikacyjnych w KZK GOP według procentowego udziału kursów badanych na tych liniach

Rys. 3.2. Liczba przebadanych w latach 2000 – 2006 linii komunikacyjnych w KZK GOP w (%) według procentowego udziału kursów badanych na tych liniach

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik nr 1 Formularz pomiarowy do badań liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP

Załącznik nr 2 Przykładowa strona na „teczkę obserwatora”

Załącznik nr 3 Dane źródłowe wykorzystane w metodzie wyboru linii komunikacyjnych w KZK GOP do badań liczby przewożonych pasażerów

Załącznik nr 4 Podział zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP na warstwy linii według kryterium produktywności

Załącznik nr 5 Podział zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP na warstwy linii według kryterium pracochłonności

Załącznik nr 6 Opis aplikacji do wyliczania łącznego wyniku finansowego (dochodowości) dla danej linii komunikacyjnej w KZK GOP, rozdziału dotacji na gminy członkowskie oraz wyboru linii komunikacyjnych do badań

Załącznik nr 7 Wzory wydruków z programu komputerowego do wyliczania wyniku finansowego dla linii komunikacyjnych w KZK GOP, dotacji gmin oraz wyboru linii komunikacyjnych do badań

WPROWADZENIE

Oczekiwaniem KZK GOP było uzyskiwanie informacji o wyniku finansowym poszczególnych linii komunikacyjnych, który będzie podstawą do rozdziału dotacji na poszczególne gminy.

Wykonywane dotychczas pomiary liczby pasażerów korzystających z linii umożliwiały podejmowanie decyzji z zakresu planowania komunikacji, jednak wyniki pomiarów nie były do tej pory wykorzystywane do obliczania wielkości dopłat wnoszonych przez poszczególne gminy. Kwoty dotacji z gmin w danym roku przeznaczane na finansowanie miejskiego transportu zbiorowego organizowanego przez KZK GOP, zależały od wielkości pracy eksploatacyjnej realizowanej w danej gminie (liczby wozokm wykonanych w gminie). Kwota dotacji nie była różnicowana w zależności od rodzaju trakcji (tramwaj, autobus), czy też pojemności taboru (autobusy krótkie lub przegubowe). Wielkość dotacji nie uwzględniała również zróżnicowania produktywności linii, a więc różnej liczby pasażerów przypadających na wozokm.

Przeprowadzana obecnie zmiana Statutu KZK GOP (faza rejestracji w MSWiA po zaakceptowaniu uchwałami przez wszystkie gminy zmiany sposobu obliczania dotacji) przewiduje finansowanie przez gminy miejskiego transportu zbiorowego, w zależności od wyniku finansowego poszczególnych linii obsługujących gminy członkowskie KZK GOP. Wymaga to zatem zaprojektowania sposobu identyfikacji przychodów biletowych w podziale na linie, bowiem koszty obsługi linii są znane - znana jest także praca eksploatacyjna oraz stawka zapłaty przewoźnikowi za wykonany wozokilometr.

KZK GOP jest organizatorem przewozów realizowanych w komunikacji autobusowej na około 270 liniach oraz ponad 30 liniach komunikacji tramwajowej. Rocznie wykonywanych jest około 86,4 mln wozokm (67,3 mln wozokm w komunikacji autobusowej plus 19,1 mln wozokm w komunikacji tramwajowej). Czas pracy taboru wynosi około 16 tys. wozogodz w dzień roboczy, 8,5 tys. wozogodz w sobotę i 7,5 tys. wozogodz w niedzielę i święta. Daje to roczny czas pracy taboru na poziomie 4,9 mln wozogodzin. Linie obsługują przede wszystkim 23 gminy tworzące KZK GOP, w stosunkowo niewielkim zakresie wyjeżdżają też poza teren KZK GOP.

Obecnie tylko niektóre środki transportowe wykonujące przewozy na zlecenie KZK GOP posiadają zamontowane urządzenia zliczające pasażerów, również nie są stosowane systemy biletowe umożliwiające identyfikację liczby przewożonych osób w zależności od linii i gminy, na terenie której linia realizuje przewozy. Oznacza to konieczność, przynajmniej w perspektywie

kilkuletniej, wykorzystywania do rozliczeń z gminami wyników okresowo przeprowadzanych badań marketingowych, opartych na liczeniu i ankietowaniu osób korzystających z miejskiego transportu zbiorowego.

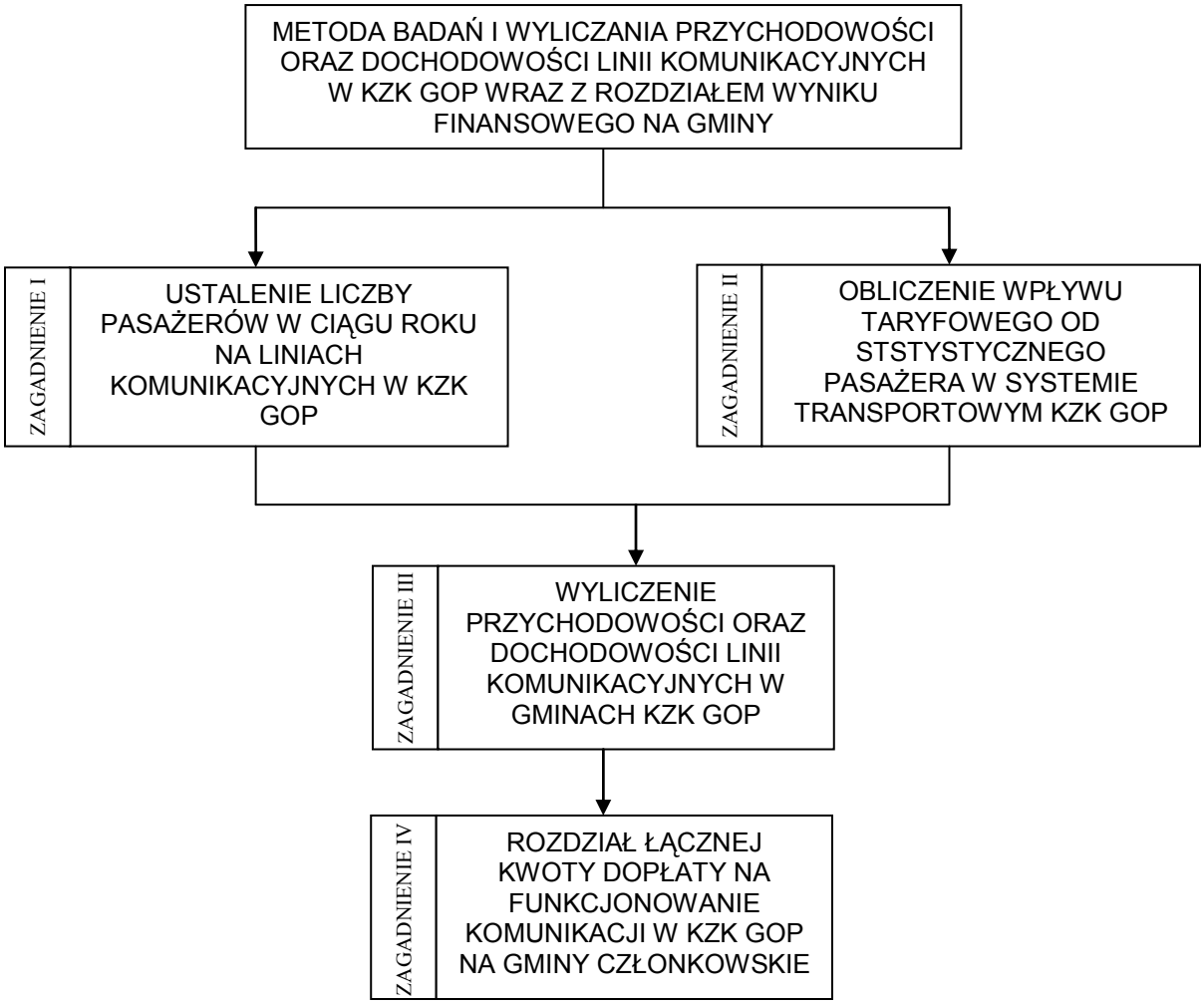
Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, celem pracy jest opracowanie metody pomiaru łącznej, rocznej przychodowości i dochodowości (wyniku finansowego) każdej linii komunikacyjnej w gminach obsługiwanych przez KZK GOP oraz na liniach innych organizatorów obsługujących obszar KZK GOP, z którymi Związek ma podpisane umowy.

Dla zrealizowania sformułowanego celu pracy przyjęto następujący jej zakres:

- w rozdziale pierwszym wychodząc od omówienia poglądów na lokalizację kosztów i dochodów w transporcie miejskim, przedstawiono możliwe warianty podziału dopłaty na jednostki administracyjne uczestniczące w systemie transportowym KZK GOP;
- rozdział drugi prezentuje metody wyboru linii komunikacyjnych w KZK GOP do badań liczby przewożonych pasażerów. Wyniki podejmowanych w tym zakresie badań, w perspektywie kilku najbliższych lat wykorzystywane byłyby do ustalania wyników finansowych linii komunikacyjnych oraz ich rozdziału na gminy członkowskie KZK GOP;
- w rozdziale trzecim zaprezentowano problematykę określania wpływu taryfowego od statystycznego pasażera. Wartość tego wskaźnika pozwala na obliczenie przychodowości oraz dochodowości poszczególnych linii komunikacyjnych w KZK GOP;
- metoda rozdziału kwoty łącznej dopłaty na funkcjonowanie komunikacji w KZK GOP stanowi przedmiot rozważań w rozdziale czwartym opracowania. W tej części pracy opisano między innymi zaprojektowane aplikacje komputerowe umożliwiające wyliczenie łącznej, rocznej przychodowości i dochodowości każdej linii komunikacyjnej w poszczególnych gminach oraz przeprowadzenie wyboru linii do badań liczby pasażerów.

Przedstawiony zakres opracowania (zob. rysunek 1) wskazuje, że w pracy zaproponowano metodę szacowania wyniku finansowego linii w oparciu o tzw. statystyczny wskaźnik wpływu taryfowego od przeciętnego pasażera. Wykraczając poza oczekiwania Zleceniodawcy dokonano w oparciu o ankietowanie pasażerów na reprezentatywnych liniach pośredniej weryfikacji obliczonej wartości wskaźnika. Stosując bowiem autorską metodę, oszacowano liczbę przewiezionych pasażerów w ciągu roku na podstawie badań ankietowych struktury wykorzystywanych biletów oraz ruchliwości pasażerów korzystających z biletów okresowych. Pozwoliło to na zweryfikowanie rocznej wielkości popytu efektywnego na

wszystkich liniach w KZK GOP i tym samym wartości statystycznego wskaźnika wpływu taryfowego od przeciętnego pasażera.



Rys. 1. Ogólna morfologia problemu badań i wyliczania przychodowości oraz dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP
Źródło: Opracowanie własne

Dla określenia liczby przewożonych pasażerów we wszystkich gminach zaleca się przynajmniej w pierwszym roku funkcjonowania nowego sposobu wyliczania dotacji gmin członkowskich KZK GOP (2007) jednokrotne przeprowadzenie pomiarów na wszystkich liniach. Dogodnymi terminami pomiarów powodującymi, iż statystycznie błąd określenia wielkości przewozów w ciągu roku jest najmniejszy, są marzec – kwiecień oraz październik – listopad. W kolejnych latach można weryfikować te liczby wykorzystując metody statystyki oraz wiedzę wynikającą z dotychczas wykonanych badań przez KZK GOP, jak również w innych miastach.

Tym samym zespół autorski rekomenduje przyjęcie wariantu 2 organizacji pomiarów w 2007 roku – budżet 50 tys. roboczogodzin pomiarowych.

Uwzględniając ograniczenia wielkości posiadanych przez gminy członkowskie środków finansowych na transport publiczny, rozważono również realizację pomiarów w wariancie 1 (20 tys. roboczogodzin). W tym przypadku widoczne jest, że nie będzie możliwe przeprowadzenie pełnych pomiarów (wszystkie linie) dla jednego dnia roboczego, soboty oraz niedzieli (16 tys. + 8,5 tys. +7,5 tys. wozogodz pracy taboru = 32 tys. wozogodzin pracy taboru), gdyż wykonanie pomiarów we wszystkich pojazdach w te dni, licząc średnio 1,5 osoby na pojazd wymagałoby około 48 tys. roboczogodzin pracy. Dla tego przypadku w rozdziale 2 raportu zaproponowano metodę wyboru linii do badań liczby pasażerów oraz przedstawiono rozważania na temat błędów wynikających z przyjętego próbkowania.

Wariant 3 (100 tys. roboczogodzin) oznacza dwukrotne badania w ciągu roku wszystkich linii – ze względu na koszt badań nie jest zalecany, chociaż wariant ten wnosi istotne informacje, które mogłyby zostać wykorzystane w proponowanej metodzie wyboru linii komunikacyjnych do badań liczby pasażerów.

Prace zakończono aplikacjami komputerowymi do obliczania wyniku finansowego każdej linii i rozdziału tego wyniku na poszczególne gminy (nie tylko członkowskie, ale wszystkie, przez które linia przebiega) oraz wyboru linii komunikacyjnych do badań liczby pasażerów. W uzgodnieniu ze Zleceniodawcą w systemie uwzględniono istniejące porozumienie z MZKP wprowadzając obliczanie kosztów linii i dochodów wg istniejącego porozumienia.

W pracy nie wprowadzono jednolitej symboliki, co nie utrudnia identyfikacji prezentowanych w poszczególnych rozdziałach opracowania problemów.

Zakres opracowania, zaprezentowane wyniki analiz oraz zrealizowane cele wynikają z umowy nr RM/I/138/DO/202/2006 zawartej w dniu 20.09.2006 r. pomiędzy KZK GOP w Katowicach a Oddziałem SITK w Krakowie.

1. USTALANIE I PODZIAŁ DOPŁATY DO LINII TRANSPORTU ZBIOROWEGO W KZK GOP

1.1. Lokalizacja kosztów i dochodów w transporcie miejskim

Jedną z charakterystycznych cech usług w ogóle, a usług transportowych w szczególności jest różnorodność[1], co utrudnia rachunek ekonomiczny. W tym zwłaszcza dość duże wątpliwości budzi stanowiskowa identyfikacja kosztów i dochodów (określanie tzw. centrów zysków). W przypadku miejskiego transportu zbiorowego, gdzie oferuje się zintegrowany pakiet usługowy, problem ten jest zdecydowanie bardziej złożony. Trzeba bowiem pamiętać o wpływie integracji na koszty, a także na dochody transportu zbiorowego. Trudny do oszacowania, a występujący, jest synergiczny efekt dochodowy integracji transportu zbiorowego. W szczególności wydaje się, że synergia ta stanowi swoistą premię należną podmiotom tworzącym system zintegrowany.

Koszty transportu zbiorowego powstają w związku z realizacją pracy eksploatacyjnej, można zatem w prosty sposób odnieść je do jednostki pracy oraz zadań przewozowych – w tym także linii komunikacyjnych (gdyby szacowany był koszt pracy przewozowej w pasażerokilometrach, ocena tej wielkości byłaby znacznie trudniejsza). Informacje o pracy eksploatacyjnej na poszczególnych liniach, kursach oraz odcinkach kursów i linii są precyzyjnie ewidencjonowane przez organizatorów i operatorów transportu zbiorowego – w tym także przez Komunikacyjny Związek Komunalny GOP w Katowicach. Do rozstrzygnięcia pozostaje zazwyczaj tylko kwestia przyporządkowania pracy realizowanej poza regularną komunikacją (głównie tzw. wozokilometry dojazdowe). Bez wątpienia koszty związane z tego typu działalnością powinny być przeniesione na produkty komunikacyjne na zasadzie rachunku pośredniego. Możliwe są dwa podejścia do rozwiązania tego problemu:

- potraktowanie kosztów działalności tego typu jako kosztów pośrednich i powiększenia kosztu jednostkowego pracy eksploatacyjnej o tę wartość;
- „przypisanie" „wozokilometrów dojazdowych" do konkretnej linii i proporcjonalne rozłożenie jej na poszczególne gminy (za pomocą klucza pracy eksploatacyjnej) – wtedy koszt linii w poszczególnych gminach będzie ilorazem kosztu jednostkowego wozokilometra na danej linii i wielkości pracy w gminie po korekcie.

Pierwsze z rozwiązań uśrednia dojazdy w skali organizatora, w szczególności może to powodować nieracjonalne rozwiązania w zakresie doboru wykonawców i organizacji

[1] A. Gilmore, *Usługi. Marketing i zarządzanie,* PWE, Warszawa 2006, s. 17-18.

wykonawstwa zadań przewozowych. Drugie podejście jest bardziej złożone od strony rozliczeń. W KZK GOP przyjęto rozwiązanie zbliżone do pierwszego wariantu: praca dojazdowa nie jest ewidencjonowana przez organizatora, poszczególni operatorzy wliczają koszt jej realizacji do kosztów świadczenia usług na poszczególnych, zakontraktowanych przez KZK GOP liniach – zatem jest ona rozkładana na zadania realizowane przez danego operatora.

W związku z powyższym, koszty linii KZK GOP można łatwo wyliczyć jako iloraz pracy eksploatacyjnej i kosztu jednostki pracy na danej linii komunikacyjnej. Koszt jednostki pracy eksploatacyjnej powinien być określony na podstawie ewidencji stawek danego operatora dokładnie dla danej linii komunikacyjnej. Dla KZK GOP będzie to koszt bezpośredni. Koszt ten należy powiększyć o koszty pośrednie: koszty organizacyjne i marketingowe Związku (chyba, że wartość ta będzie bilansowana z odrębnie ewidencjowanymi dochodami z linii nie objętych dotowaniem – decyzja w tym zakresie ma charakter szczegółowy i zależy od przyjętego przez KZK GOP podejścia w zakresie rozliczania dochodów z linii dochodowych). Tak ustalona wartość całkowitego kosztu linii może być przedmiotem bilansowania z dochodami i wyliczania ewentualnej dopłaty do linii.
Ustalenie dochodów i odniesienie ich do linii jest trudniejszym przedsięwzięciem. Z uwagi na przyjmowane w tym zakresie uproszczenia, należy mówić o modelowaniu dochodów. Źródłem dochodów są opłaty wnoszone przez pasażerów w związku z realizowanymi usługami przewozowymi (w związku z koniecznością wyliczenia dopłaty gmin, dochody z tego tytułu nie mogą być traktowane na tym poziomie analizy jako dochody z prowadzonej działalności). Ponieważ pasażerowie nabywają usługi systemu zintegrowanego, problematyczne jest przypisywanie dochodów ze sprzedaży usług do linii czy tym bardziej odcinków linii – zwłaszcza w przypadku nabywców biletów korespondencyjnych (przesiadkowych - w KZK GOP są to bilety okresowe). Konieczne jest nie tylko ustalenie liczby pasażerów, którzy skorzystali z danej linii, ale także określenie jaka część dochodu ze sprzedaży danego biletu może być zaliczona na poczet dochodów badanej linii. Znając liczbę pasażerów i posiadane przez nich bilety można dochody z biletów jednorazowych przypisać bezpośrednio danej linii, a dochody z biletów korespondencyjnych w części wynikającej z ustalonej dla danego typu biletu liczby przejazdów (wartość ta jest wynikiem przyjętej na podstawie badań statystycznych liczby przejazdów realizowanych średnio przez posiadacza

danego typu biletu)[2]. Dla danej linii dochody związane ze sprzedażą biletów pasażerom można wyliczyć następująco:

$$B_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i * C_i}{a_i} \tag{1.1}$$

gdzie:

a_i – liczba przejazdów z danym (i-tym) biletem,

C_i – cena biletu (w przypadku rachunku netto, cenę tę należy pomniejszyć o podatek VAT oraz marże dystrybucyjne),

N_i – liczba pasażerów posiadających dany rodzaj biletu.

Możliwe jest także uproszczenie obliczeń poprzez wyliczenie średniego (w skali KZK GOP) przychodu na jednego pasażera. Pozwala to zmniejszyć koszty badań (szacowanie liczby biletów i częstości korzystania z nich kilkakrotnie zwiększyłoby koszty badań ankietowych. Oszacowanie wielkości średniej na pasażera (K) w sytuacji znajomości liczby pasażerów przewożonych rocznie przez KZK GOP (wielkość tę zidentyfikuje się w badaniach) pozwala na wyliczenie średniego przychodu na pasażera następująco:

$$K = \frac{S}{P} \tag{1.2}$$

gdzie:

S – wartość sprzedaży biletów,

P – liczba przewiezionych pasażerów (przejazdów).

Należy tu zaznaczyć, że wielkość P można zweryfikować w oparciu o wielkość i strukturę sprzedaży biletów (w układzie rocznym), pod warunkiem znajomości częstości korzystania z poszczególnych rodzajów biletów – wiedza o tym czynniku wymaga przeprowadzenia badań ankietowych, jednak badania te mogą mieć ograniczony zakres (do ok. 2 tys. roboczogodzin). Dzięki temu wielkość P można wyliczyć następująco:

$$P = \left(\sum_{i=1}^{n} S_i * a_i \right) * (1 + b) \tag{1.3}$$

gdzie:

S_i – wielkość sprzedaży i-tego rodzaju biletu,

a_i – częstość korzystania z i-tego rodzaju biletu (wartość identyfikowana w badaniach ankietowych),

[2] Pomiar statystyczny może być zastąpiony precyzyjnymi danymi w przypadku wdrożenia przez organizatora systemu dystrybucyjnego opartego na technologii inteligentnych systemów informatycznych (ITS). W tym celu należałoby zastosować w pojazdach czytniki (kasowniki) zliczające przejazdy posiadaczy określonych typów biletów.

b – wskaźnik przejazdów „bezbiletowych” (uprawnieni do przejazdów bezpłatnych i „gapowicze”).

Wyniki obliczeń należy skorygować o rozliczenia z Międzygminnym Związkiem Komunikacji Pasażerskiej w Tarnowskich Górach (oraz ewentualnie – w przyszłości – o rozliczenia z innymi organizatorami), przy poszukiwaniu średniego przychodu można to zrobić poprzez odpowiednie pomniejszenie sprzedaży i odniesienie jej wartości do liczby pasażerów na obszarze KZK GOP. W podobny sposób można liczbę pasażerów (przejazdów) *P* odnieść tylko do obszaru KZK GOP.

Saldo dochodów i kosztów odniesionych do danej linii powinno być traktowane jako wynik finansowy linii. Ujemny wynik będzie oznaczał stratę powodującą konieczność dopłaty (dotacji) do funkcjonowania linii. Wynik dodatni będzie dochodem z linii. Ponieważ całość transportu organizowanego przez KZK GOP wymaga dopłat z uwagi na to, że wolumen kosztów przewyższa wolumen dochodów, większość linii okaże się liniami o dochodowości mniejszej od jedności (dochodowość jest tu rozumiana jako powszechnie stosowany w transporcie miejskim wskaźnik „dochody ze sprzedaży biletów do kosztów usług”), nazywanych inaczej deficytowymi[3].

1.2. Finansowanie transportu organizowanego przez KZK GOP

Działalność KZK GOP jest dotowana przez gminy członkowskie w ok. 40%. Jest to oczywistym efektem utrzymywania linii nie zapewniających dochodu przynajmniej pokrywającego koszty. Nie wnikając w przyczyny takiego stanu rzeczy, można zauważyć, że finansowanie przez gminy transportu organizowanego przez KZK GOP może odbywać się za pomocą dwóch metod:

- poprzez ustalenie globalnego wyniku finansowego i podział deficytu pomiędzy gminy członkowskie (dotacja ma charakter pierwotny – najpierw ustala się jej wysokość dla całego obszaru, a potem dzieli się na poszczególne jednostki administracyjne),
- poprzez ustalenie wyniku finansowego poszczególnych produktów komunikacyjnych i „przypisanie” tegoż wyniku poszczególnym gminom (w ten sposób globalna dotacja wszystkich gmin ma charakter wynikowy – jest sumą dotacji poszczególnych jednostek).

[3] Trzeba jednak pamiętać, że *de facto* sytuacja taka jest wynikiem regulacji cen i zamówień realizowanych na zlecenie gmin. Traktując dopłatę jako zapłatę gminy za powyższe działania zupełnie można zmienić klasyfikację linii na dochodowe i deficytowe. Tym niemniej, z uwagi na potrzeby niniejszego projektu badawczego proponuje się pozostanie przy przedstawionej tu terminologii.

Pierwsze podejście prezentuje obowiązujący obecnie w KZK GOP wzór „statutowy" służący do ustalania wysokości dotacji poszczególnych gmin[4]:

$$D_g = \frac{P_s}{P} \tag{1.4}$$

gdzie:

D – wielkość dotacji będąca saldem dochodów i kosztów Związku,

P_s – wielkość pracy eksploatacyjnej na terenie gminy (w wozokilometrach),

P – praca eksploatacyjna Związku ogółem.

Prostota tego podejścia jest poza dyskusją: dotację łatwo wyliczyć, a podstawowy parametr, jakim jest praca eksploatacyjna nie budzi wątpliwości, w dodatku łatwo go samodzielnie zweryfikować. To między innymi było przesłanką zastosowania takiego rozwiązania w tak dużym związku międzygminnym jak KZK GOP. Jednak zróżnicowanie dostępności, kosztów i potoków pasażerskich pomiędzy gminami członkowskimi powoduje, że system ten odbiega od rzeczywistej dochodowości transportu zbiorowego na terenie poszczególnych jednostek administracyjnych. Było to przesłanką krytyki takiej metody i podjęcia zmian, które wpisują się w wcześniejsze poprawki przedstawionego tu wzoru, który na początku działania KZK GOP uwzględniał wpływ pracy eksploatacyjnej na dotację w 70%, a pozostałe 30% zależało od dochodów własnych gmin. Dlatego w projekcie zmian statutu Związku zaproponowano nowe rozwiązanie[5]:

$$D_g^L = \sum_{l=1}^{N_g} D_{\mathrm{lg}}^L . \quad D = \sum_{g=1}^{K} D_g^L \tag{1.5}$$

gdzie:

D_g^L – dotacja gminy liczona wg linii,

N_g – liczba linii w gminie g,

$D_{\mathrm{l}g}^L$ – dotacja liczona w granicach gminy g dla linii 1,

D – dotacja łączna gmin uczestników związku,

K – liczba gmin KZK GOP.

[4] Statut Komunikacyjnego Związku Komunalnego GOP, załącznik do uchwały Zgromadzenia Związku nr LXVI/7/2004 z 15.04.2004, bip.kzkgop.pl, odsłona z 10.10.2006.

[5] Specyfikacja istotnych warunków zamówienia dotycząca postępowania o udzielenie zamówienia publicznego na opracowanie metody badań i wyliczania przychodowości oraz dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP, KZK GOP, sierpień 2006, bip.kzkgop.pl, odsłona z 10.10.2006.

Przedstawiona formuła może budzić wątpliwości (nie tylko natury ekonomicznej, ale – wydaje się – także prawnej) – mowa jest tu o „dotacji liczonej w granicach gminy dla linii", co zdaje się sugerować podział deficytu (straty) linii pomiędzy gminy. Tymczasem w KZK GOP są też linie dochodowe, które dają zysk. Co więcej, dotacja globalna do KZK GOP powstaje jako suma dotacji poszczególnych gmin. Powstaje zatem pytanie, czy KZK GOP dopuszcza taką sytuację, że jakaś gmina nie będzie wnosić dotacji, a nawet otrzyma dochody z KZK GOP z tytułu posiadania linii dochodowych (co nawet wydaje się sprzeczne z ideą Związku, który powołano do realizacji zadań własnych, które niejako z definicji wymagają dofinansowania ze środków publicznych)? I szerzej: czy linie dochodowe, jako produkty, które nie powodują konieczności dotowania będą przedmiotem rozliczeń oraz ustalania salda finansowego w skali gminy? Jeśli takiej sytuacji nie bierze się pod uwagę, to trzeba zdecydować, co z takimi przypadkami należy robić w rachunku finansowania KZK GOP.

Należy rozważyć możliwość ograniczenia rachunku dotacji do linii deficytowych (co ma uzasadnienie zarówno wynikające ze wzoru statutowego jak i ekonomiczne – KZK GOP utrzymuje linie tego typu w odpowiedzi na oczekiwania gmin, zatem to lokalna polityka transportowa jest źródłem tego deficytu). Przyjęcie jako metody ustalania salda wyniku finansowego linii łącznie z liniami dochodowymi spowoduje znacznie większe zróżnicowanie dotacji pomiędzy gminy w przeliczeniu na jednostkę pracy eksploatacyjnej. Stąd takie wyliczenie dotacji wydaje się nie tylko konfliktogenne, ale też nieadekwatne do faktycznej zdolności dochodowej gmin w systemie zintegrowanego transportu zbiorowego. Poza tym, w przypadku linii dochodowych wychodzących poza KZK GOP, rozciągnięcie zasady bilansowania strat i zysków mogłoby prowadzić do podziału dochodów z linii z gminami otoczenia. Podział dochodów z linii dochodowych mógłby też być narzędziem spłaszczenia dysproporcji w wysokości dotacji w poszczególnych gminach – oczywiście po sprecyzowaniu jak tego typu dochody byłyby dzielone pomiędzy gminy.

W związku z powyższym, można proponować dwa warianty rozwiązań:

- liczba gmin KZK GOP wariant I: dla poszczególnych gmin obliczane jest saldo wyniku finansowego wszystkich linii, saldo to rozkłada się na poszczególne gminy, uzyskany wynik dodatni i ujemny jest traktowany tak samo; oznacza to, że dodatni wynik uzyskany na jednej linii bilansuje się z ujemnym wynikiem uzyskanym na innej linii,
- wariant II: dla poszczególnych gmin obliczane jest saldo wyniku finansowego wszystkich linii, wynik dodatni nie jest rozkładany na poszczególne gminy i jest dochodem KZK GOP obniżającym koszty zarządzania.

Zespół autorski sugeruje przyjęcie wariantu I jako społecznie bardziej akceptowalnego.

1.3. Sposób wyliczania wyniku finansowego linii

Poszukiwany wynik finansowy linii, po rozdzieleniu na gminy, przenoszony jest na wielkość dopłaty, którą gmina powinna wnosić do KZK GOP. Z uwagi na rozbieżności pomiędzy wielkościami planowanymi i rzeczywistymi, konieczne będzie korygowanie dopłaty po okresie rocznym (podobnie do rozwiązań funkcjonujących obecnie).

Aby wynik finansowy odpowiadał rzeczywistemu strumieniowi gotówki pochodzącemu z danej linii, konieczne jest uwzględnienie w rachunku:

- rozliczeń podatkowych,
- marż (prowizji dystrybucyjnych),
- kosztów ogólnych ponoszonych przez KZK GOP (koszty te nie są elementem stawki kosztu jednego wozokilometra).

Ponieważ dotacja gminy ma zawsze charakter strumienia pieniężnego netto, konieczne jest posługiwanie się w rachunku wyniku finansowego wartościami netto (po potrąceniu wymienionych wcześniej elementów) albo brutto i późniejsze skorygowanie obliczeń.

W przypadku wyliczania wyniku finansowego linii wg formuły netto konieczne jest:

- ustalenie wartości marż dystrybucyjnych (w przypadku przyjęcia, że nośnikiem dochodu jest liczba pasażerów mnożona przez średni jednostkowy przychód „biletowy" brutto na pasażera, można przyjąć, że marża ta będzie wyliczana średnio w skali KZK GOP na jednakowym poziomie dla wszystkich rodzajów biletów łącznie) i odjęcie od średniej wartości przychodu „biletowego" brutto podatku VAT – w ten sposób określony zostanie przychód jednostkowy netto na 1 pasażera;
- ustalenie kosztu netto (bez podatku VAT) i powiększenie go o narzut kosztów ogólnych (również bez podatku VAT, ponoszonych przez KZK GOP).

W sytuacji przyjęcia jako metody obliczeń wyniku finansowego linii podejścia brutto, konieczne byłoby:

- ustalenie jednostkowego przychodu „biletowego" w wartości brutto i odjęcie od iloczynu tego przychodu i liczby pasażerów kosztów linii (z naliczonym podatkiem VAT), co dałoby wynik finansowy brutto,
- skorygowanie wyniku finansowego linii brutto o saldo rozliczeń podatkowych oraz narzut marż dystrybucyjnych i kosztów ogólnych KZK GOP.

Korekta wyniku brutto może być przeprowadzona za pomocą odpowiednich narzutów opartych na nośniku pracy eksploatacyjnej (nawet marże dystrybucyjne można w ten sposób potraktować – mogą być one częścią narzutu kosztów ogólnych, choć trzeba zauważyć, że w takim przypadku wynik finansowy netto linii o większej niż przeciętna liczbie pasażerów na wozom będzie zawyżany, a linii o niższej niż przeciętna zaniżany, inaczej mówiąc: metoda ta pogłębi zysk linii dochodowych i powiększy stratę linii deficytowych). Możliwe jest też wyliczenie dotacji gmin w oparciu o wynik brutto i po zsumowaniu tak wyliczonych wartości dotacji dla poszczególnych gmin, skonfrontowanie sumy dotacji z rzeczywistym deficytem netto Związku, a następnie „rozdzielenie" różnicy pomiędzy gminy wg proporcji dotacji wyliczonej w oparciu o wyniki brutto poszczególnych linii.

1.4. Metody podziału dopłaty na jednostki terytorialne

Ustalenie wyniku finansowego linii pozwala na podjęcie prac nad podziałem tego wyniku pomiędzy gminy uczestniczące w systemie transportowym KZK GOP. Można to robić w odniesieniu do wyniku linii poprzez zastosowanie kluczy podziałowych albo w drodze bilansowania kosztów i dochodów ustalonych dla poszczególnych odcinków linii (w granicach gmin).

Pod pojęciem klucza podziałowego należy rozumieć kryterium rozdziału wyniku pomiędzy gminy tworzące Związek. Poszukiwane kryterium powinno spełniać następujące warunki:

- bezpośredni wpływ na wynik finansowy sprzedaży usług,
- obiektywność (wartość kryterium nie może budzić wątpliwości i powinna być możliwa do zweryfikowania),
- odporność na ewentualne próby zmiany wartości miernika kryterium bez ponoszenia skutków finansowych (co byłoby sposobem, aby zmienić swój udział w podziale wyników systemu zintegrowanego).

Poszukiwane kryteria podziału wyniku wykorzystywane do rozdziału wyniku finansowego na odcinki (gminy) można podzielić na dwie grupy:

- kryteria kosztowe,
- kryteria dochodowe.

Można także odnieść wolumen kosztów i dochodów do odcinków linii przebiegających przez gminy.

1.4.1. Kosztowe kryteria podziału wyniku finansowego linii

Miernikiem służącym do podziału kosztów pomiędzy gminy obsługiwane przez linię powinna być praca eksploatacyjna wyrażona w wozokilometrach – choć dopuszczalne jest też przyjęcie pracy w miejscokilometrach. Jednak dotychczasowa praktyka skłaniałaby do zastosowania powszechniejszego w użyciu miernika, właśnie w postaci wozokilometrów.

Zastosowanie kryterium kosztowego polegałoby na podziale wyniku finansowego linii pomiędzy gminy obsługiwane przez daną linię wg poniższej formuły:

$$D_{\lg} = a_g * W \tag{1.6}$$

gdzie:

D_{lg} – „przypadająca" na gminę część wyniku finansowego linii,
a_g – udział gminy w wartości miernika (procent pracy eksploatacyjnej realizowanej na danej *linii w granicach gminy*),
W – wynik finansowy linii.

W przypadku przyjęcia podejścia polegającego na rozliczaniu jedynie linii, które są deficytowe, wynik byłby stratą i suma wyników dla wszystkich linii przebiegających przez gminę stanowiłaby łączną wartość dotacji przed korektą o wartość przypadających na gminę dochodów z linii dochodowych KZK GOP:

$$D_g = \sum_{l=1}^{n} D_{\lg} \tag{1.7}$$

gdzie:
n – liczba linii obsługujących gminę.

Zgodnie z prezentowanym tu podejściem, większa praca eksploatacyjna powodująca większy koszt - w sposób bezpośredni wpływa też na wynik finansowy, dlatego jest zazwyczaj wykorzystywana jako podstawowe kryterium podziału wyniku na poszczególne gminy obsługiwane przez daną linię. Miernik ten jest szczególnie uzasadniony w przypadku podziału straty z linii. Natomiast w przypadku linii dochodowej (gdyby KZK GOP zdecydował uwzględniać te linie w rachunku dotacji), podejście kosztowe wydaje się mniej uzasadnione – większe dochody otrzymywałaby gmina, gdzie poniesiono większe koszty. W skrajnym przypadku mogłoby to motywować do zachowań nieefektywnych. Jest to dodatkowy argument za odrzuceniem takich linii z procedury rachunku dotacji, a w

przypadku odmiennego podejścia – do zastosowania w przypadku podziału zysku z linii na gminy kryterium dochodowego.

Wydaje się natomiast, że przyjęcie jako kryterium podziału wyniku finansowego długości linii jest w sytuacji KZK GOP słabo uzasadnione. Co prawda, kryterium to jest wykorzystywane w praktyce podziału wyniku finansowego linii transportu miejskiego[6] z uwagi na wpływ na dostępność usług transportowych, jednak związek długości linii z wynikiem finansowym jest słabszy niż w przypadku pracy eksploatacyjnej. Miernik ten mógłby być natomiast wykorzystany w złożonych, wielokryterialnych formułach podziałowych, ale wydaje się, że takie rozwiązanie jako mniej przejrzyste może być w KZK GOP rozważane dopiero w odleglejszej perspektywie czasowej.

1.4.2. Dochodowe kryteria podziału wyniku finansowego linii

Kryterium podziału wyniku finansowego linii pomiędzy gminy może też być nośnik dochodu jakim niewątpliwie jest liczba pasażerów. Wymaga to oczywiście precyzyjnej ewidencji liczby pasażerów wsiadających w danej gminie.

W przypadku linii, gdzie odnotowano zysk - można odnieść procentową wartość miernika do danej gminy w sposób bezpośredni i proporcjonalny (jeżeli zyski z linii będą uwzględniane i rozdzielane pomiędzy gminy wg wariantu I określonego w pkt. 1.2). Natomiast w przypadku straty na linii, należy udział gminy ustalić odwrotnie proporcjonalnie: im większa wartość kryterium, tym mniejszy udział gminy w stracie. Formuła obliczania dotacji gminy do linii powinna mieć postać:

$$D_{gl} = \frac{1-u}{n-1} * W \tag{1.8}$$

gdzie:

u – udział (wartość od 0 do 1) gminy w wartości miernika,

n – liczba gmin.

Wątpliwość w stosowaniu tak sformułowanego wzoru powstaje w przypadku, kiedy w danej gminie liczba pasażerów jest zerowa. W takiej sytuacji gmina będzie mieć najwyższy udział w finansowaniu straty, gdy w przypadku ewentualnego podziału zysku nie będzie

[6] Tak jest w przypadku HVV, organizatora transportu miejskiego w aglomeracji Hamburga – zob. V.R. Vuchic, *Urban transit: operations, planning and economics,* John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey 2005, s. 439.

partycypować w jego podziale. Jak widać, kryterium dochodowe może budzić poważne kontrowersje – dlatego w przypadku przyjęcia metody rozdziału wyniku finansowego linii można proponować wykorzystanie kryterium kosztowego w postaci udziału gminy w pracy eksploatacyjnej na danej linii.

1.4.3. Metoda bilansowania dochodów i kosztów linii w poszczególnych gminach

Rozwiązaniem pośrednim, a jednocześnie najbliższym faktycznym kosztom i dochodom linii w gminie jest odstąpienie od metod pośrednich i bezpośrednie wyliczenie dotacji (w przypadku linii deficytowych) lub dochodu gminy (w przypadku linii dochodowych) wg formuły:

$$D_{gl} = \left| D_l - K_l \right| \tag{1.9}$$

gdzie:

K_i – koszt linii w gminie będący iloczynem pracy eksploatacyjnej w gminie i kosztu jednostkowego,

D_l – dochód linii w gminie liczony następująco:

$$D_l = \sum_{i=1}^{n} P_i * B_i \tag{1.10}$$

gdzie:

P_i – liczba pasażerów z i-tym biletem,

B_i – dochód netto z danego biletu na jeden przejazd.

Powyższa formuła wydaje się w najmniejszym stopniu upraszczać lokalizację kosztów i dochodów linii w odniesieniu do poszczególnych gmin. Zaleta ta jest jednocześnie minusem – w największym stopniu metoda ta będzie różnicować globalną wielkość dotacji poszczególnych gmin do linii KZK GOP. Co więcej, formuła taka wymaga rachunku dla wszystkich linii, niezależnie od ich dochodowości z uwagi na fakt, że linia może osiągać zmienny wynik finansowy w poszczególnych gminach. W szczególności linia z dodatnim wynikiem finansowym może być deficytowa na poszczególnych odcinkach – i odwrotnie: linia dochodowa może mieć straty na poszczególnych odcinkach gminnych. Zastosowanie kluczy podziałowych dla linii, których wynik finansowy ustalono poprzez odjęcie od całkowitych dochodów linii jej kosztów zapobiega takiej sytuacji, ale jest też mnie precyzyjne w stosunku do rzeczywistej relacji czynników koszto- i dochodotwórczych.

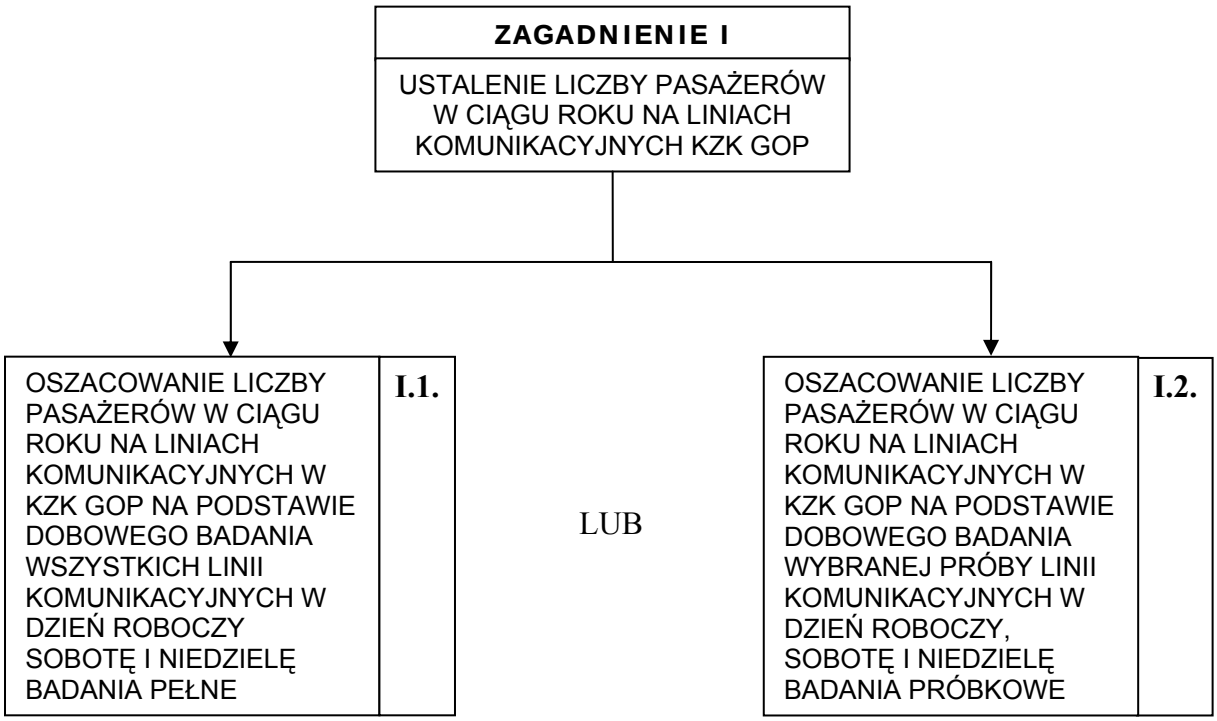
Rozdział wyniku finansowego linii na gminy, przez które przebiega dana linia powinien być precyzyjny i budzić jak najmniej wątpliwości. Założenie (będące m.in. wynikiem analizy treści proponowanej zmiany statutu KZK GOP, gdzie mowa jest o „dotacji do linii"), że rozdziałowi podlega wynik zidentyfikowany w skali całej linii (linia jest traktowana jako produkt komunikacyjny, a nie odcinek linii) oznacza konieczność zastosowania kluczy podziałowych. Ponieważ ustalanie wyniku finansowego wymaga określenia nie tylko kosztów, ale też i dochodów (na podstawie liczenia pasażerów oraz badań posiadanych biletów i częstości korzystania z biletów przesiadkowych), **sugeruje się zastosowanie jako klucza miernika pracy eksploatacyjnej w postaci wozokilometrów**. Nie dość, że sam miernik jest w powszechnym użyciu i budzi mało wątpliwości, co do poprawności ustalenia jego wysokości w gminie, to jeszcze nie budzi takich wątpliwości jak przedstawione wcześniej metody uwzględnienia liczby pasażerów w podziale wyniku finansowego.

2. METODA WYBORU LINII DO BADAŃ LICZBY PRZEWOŻONYCH PASAŻERÓW. SZACOWANIE BŁĘDÓW METODY

2.1. Ogólny opis zagadnienia

W przyjętym sposobie wyliczania wielkości dotacji wnoszonych przez poszczególne gminy KZK GOP, począwszy od 2008 roku wzrastać będzie o 0,25 rocznie wskaźnik udziału dotacji liczonej według dochodowości (wyniku finansowego) linii. W roku 2011 dotacja gminy w całości wynikać będzie z nowego sposobu jej wyliczania.

Ustalenie wielkości dotacji wymaga posiadania wiarygodnych informacji ilościowych o nośniku dochodów na danej linii komunikacyjnej w KZK GOP jakim jest liczba przewożonych na tej linii pasażerów w określonym przedziale czasu. Można ją ustalić na podstawie pomiarów wykonanych na wszystkich liniach komunikacyjnych w systemie w ciągu jednego dnia roboczego, soboty i niedzieli lub badania wybranej próby linii komunikacyjnych w KZK GOP w tych samych typach dnia tygodnia i w tym samym wymiarze czasu (zob. rysunek 2.1.)



Rys. 2.1. Dwa sposoby podejścia do zagadnienia ustalania liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP
Źródło: Opracowanie własne

Badania pełne i próbkowe dla dnia roboczego, soboty i niedzieli prowadzą do oszacowania liczby pasażerów przewożonych daną linią w ciągu roku (dotacja gminy wyliczana jest w skali roku) z różnym poziomem błędu statystycznego tego oszacowania.

2.2. Oszacowanie liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP – metoda badań pełnych (I.1.)

2.2.1. Elementy składowe metody

W metodzie badań pełnych wyróżnić można fazy pomiarów liczby pasażerów w środkach transportu, obliczeń niezbędnych wskaźników lub mierników a następnie ich analizę (zob. rysunek 2.2.). Do obliczenia wskaźnika produktywności dla każdej linii w KZK GOP oraz liczby pasażerów w skali roku na tych liniach wykorzystuje się dane liczbowe zarejestrowane w pomiarowej fazie badań.

2.2.2. Zasady przeprowadzania badań pełnych

Do badań popytu efektywnego w komunikacji miejskiej KZK GOP wykorzystać należy obserwację o charakterze nie kontrolowanym, jawnym i standaryzowanym. Oznacza to, że obserwatorzy:

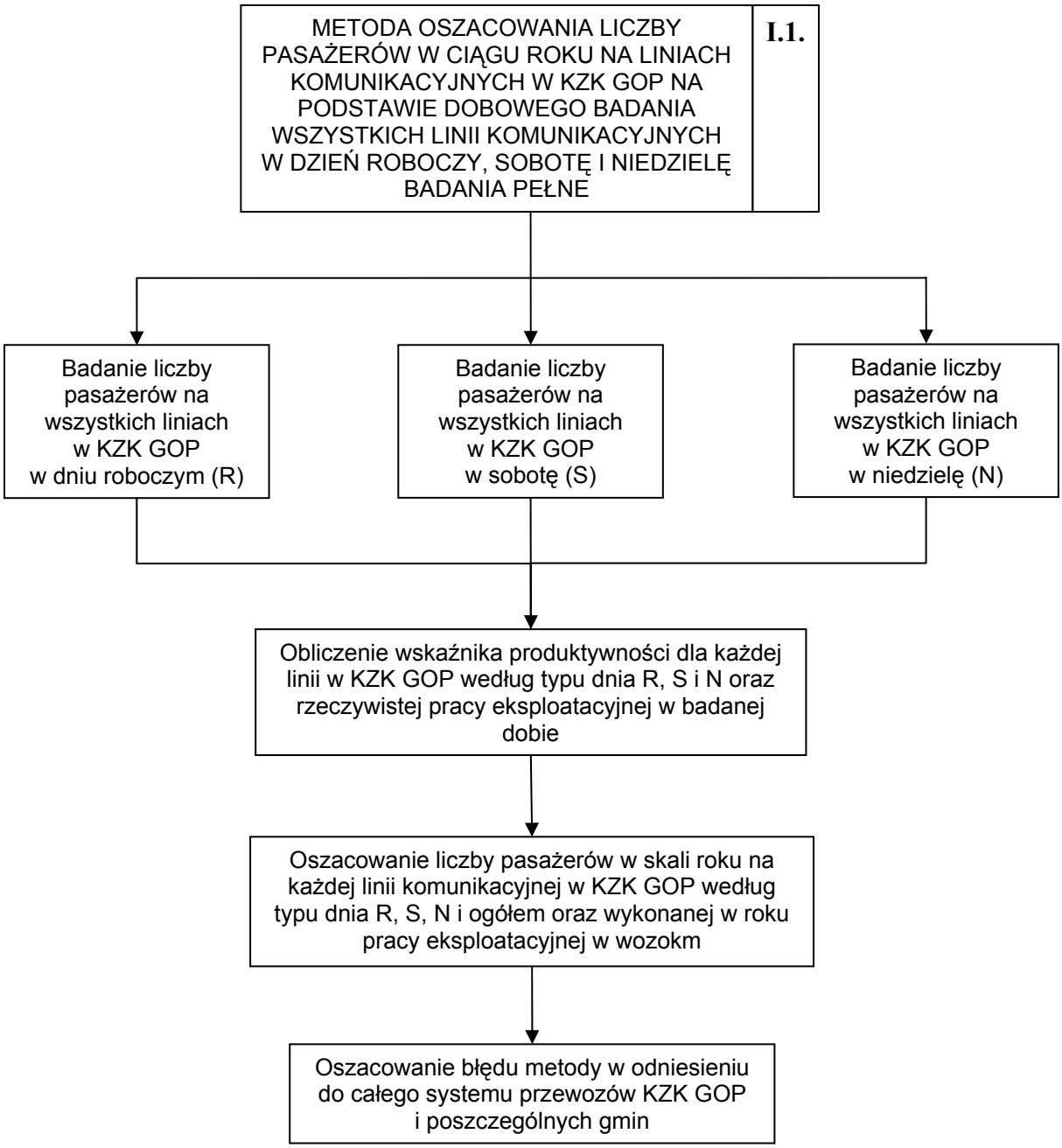
- nie wpływają w żaden sposób na postępowanie pasażerów;
- ujawniony jest przedmiot badania;
- działają zgodnie z instrukcją i notują wyniki pomiarów na odpowiednich formularzach pomiarowych (zob. załącznik nr 1).

Badania popytu efektywnego (liczby przewożonych pasażerów) w KZK GOP wymagają określenia:

- zakresu przestrzennego,
- okresu ich przeprowadzania,
- oraz wyboru sposobu realizacji.

<u>Zakres przestrzenny</u>

1. Badania wykonuje się na całym obszarze działania KZK GOP obejmującym:
   - gminy członkowskie związku,
   - pozostałe gminy obsługiwane przez KZK GOP.



Rys. 2.2. Elementy składowe metody szacowania liczby pasażerów w skali roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP wykorzystującej wyniki badań pełnych
Źródło: Opracowanie własne

Okres przeprowadzenia badań

1. Obserwacje można przeprowadzać 2 razy w roku. Przyjęto bowiem założenie, że w skali całego systemu transportowego KZK GOP popyt rozkłada się mniej więcej równomiernie niezależnie od pory roku. Według powyższej formuły wykonawca pracy zrealizował badania liczby pasażerów w niektórych dużych miastach (Kraków 1996 – 2006, Lublin 2005 r., Szczecin 2005 r.) oraz w ośrodkach miejskich średniej wielkości (m. innymi

Wałbrzych 1996 r., Włocławek 1997 r., Gorzów Wlkp. 1997 i 2000 r., Jastrzębie Zdrój, Wodzisław i Żory 1999 r., Tarnów 2006 r.) W przyszłości, w przypadku posiadania środków finansowych na badania (np. wariant 100 tys. roboczogodzin pomiarowych) można zakładać wykonanie badań popytu w okresie letnim (miesiące lipiec – sierpień). Założono również mniej więcej równomierny popyt w dni powszednie co pozwala na prowadzenie pomiarów w tzw. typowe dni tygodnia.

2. Uwzględniając przedstawione powyżej przesłanki, proponowane terminy przeprowadzania pomiarów liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP są następujące:
   - w miesiącach marzec i kwiecień z wyłączeniem 7 dniowych okresów przed i po świętach Wielkanocnych oraz przed dniami świątecznymi w miesiącu maju (1, 3.05);
   - w miesiącach październik i listopad z wyłączeniem 7 dniowych okresów na początku października oraz przed i po Wszystkich Świętych oraz przed świętem Niepodległości (11.11)
3. Badania dla dnia roboczego należy przeprowadzić we wtorek, środę lub czwartek w podanych powyżej okresach. Ich rozpoczęcie powinno zasadniczo przypadać we wtorek lub środę. Dotychczasowe doświadczenia organizacyjne wskazują na celowość prowadzenia pomiarów w sobotę i niedzielę w tym samym tygodniu co obserwacje dla dnia roboczego.

Sposób realizacji pomiarów

1. Obserwacje prowadzi się w pojeździe. Zadaniem obserwatora jest liczenie wszystkich osób wsiadających i wysiadających na poszczególnych przystankach. Wyniki notowane są na wcześniej doręczonych obserwatorom formularzach pomiarowych.
2. Największą dokładność można uzyskać zapewniając obserwatora przy każdych drzwiach pojazdu. Jest to rozwiązanie kosztowne jak również nie mające większego wpływu na jakość wyników, co potwierdzają dotychczasowe doświadczenia wykonawcy opracowania. Stąd proponuje się następującą liczbę obserwatorów według danego typu taboru:
   - autobusy typu A, B i M 1 osoba,
   - autobus typu C 2 osoby,
   - pociąg tramwajowy jednowagonowy (za wyjątkiem tramwaju typu 102N) 1 osoba,
   - pozostałe pociągi tramwajowe 2 osoby.

3. Czas pracy obserwatora nie powinien zasadniczo przekraczać 8 – 9 godzin.
4. Pomiary obejmują wszystkie kursy na linii w danym typie dnia tygodnia to jest w dzień roboczy, sobotę i niedzielę.
5. Sposób postępowania w przypadku zaistnienia nietypowych zdarzeń w czasie prowadzenia badań np. awaria pojazdu, nieplanowane objazdy, przerwy w ruchu itp. Powinien uwzględniać fakt czy mają one wpływ na wyniki badań. Proponuje się wyróżnienie dwóch przypadków:
   – sytuacja nietypowa nie posiada istotnego wpływu na wyniki badań np. wypadnięcie z rozkładu jazdy ostatniego kursu; przyjąć należy dotychczasowe wyniki obserwacji za miarodajne;
   – sytuacja nietypowa posiadająca istotny wpływ na wyniki badań np. długotrwała przerwa w ruchu na linii; należy przerwać badania i przeprowadzić je w dniu następnym po dniu rozpoczęcia badania (wtorek lub środa) to jest we środę lub czwartek.

2.2.3. Obliczenie wskaźnika produktywności dla każdej badanej linii komunikacyjnej w KZK GOP

Jeżeli oznaczymy:

Z_i^d – liczba przewiezionych pasażerów na danej *i*-tej linii komunikacyjnej w KZK GOP w badanym *d*-tym typie dnia tygodnia $d = U_1$ – dzień roboczy, $d = U_2$ – sobota, $d = U_3$ – niedziela,

W_i^d – rzeczywista liczba wozokm w badanym *d*-tym dniu tygodnia na *i*-tej linii komunikacyjnej $i = 1, 2, \ldots, N$,

WP_i^d –wskaźnik produktywności w pasażerach na wozokm dla danej *i*-tej linii komunikacyjnej w badanym *d*-tym typie dnia tygodnia

to

$$WP_i^d = \frac{Z_i^d}{W_i^d} \text{ [pas/wozokm]} \qquad (2.1)$$

2.2.4. Oszacowanie liczby pasażerów w skali roku na każdej linii komunikacyjnej w KZK GOP

Posiadając następujące dane:

WP_i^d – wskaźnik produktywności w pas/wozokm dla danej *i*-tej linii komunikacyjnej w badanym *d*-tym typie dnia tygodnia,

$W_i^{d\,rok}$ – rzeczywista praca eksploatacyjna w wozokm w skali roku na *i*-tej linii komunikacyjnej w *d*-tym typie dnia tygodnia

można obliczyć:

Z_i^d – liczba pasażerów w skali roku dla *d*-tego typu dnia tygodnia na *i*-tej linii komunikacyjnej

według następującej zależności:

$$Z_i^d = WP_i^d \cdot W_i^{d\,rok} \quad \text{[pasażerów]} \tag{2.2}$$

Przyjmując:

Z_i – liczba pasażerów w ciągu roku na i-tej linii komunikacyjnej w KZK GOP

otrzymujemy:

$$Z_i = \sum_d Z_i^d \quad \text{[pasażerów]} \tag{2.3}$$

2.2.5. Statystyczne aspekty badań pełnych popytu efektywnego

Rozważania teoretyczne rozpoczęto od analizy liczby pasażerów przewożonych pojedynczą linią. Na ich podstawie określono błąd proponowanej metody dla całego systemu KZK GOP i poszczególnych gmin.

Analiza pojedynczej linii

Założenia:

- W niniejszym punkcie rozważamy i-tą linię (i = 1...N);
- Każdy rok to zbiór dni zawierający D = 365 elementów (lub D = 366);
- W każdym d-tym dniu i-ta linia wykonuje K (i, d) kursów;
- W k-tym kursie i-tej linii w d-tym dniu odwiedzanych jest P (i, d, k) przystanków;
- Na każdym p-tym przystanku w k-tym kursie i-tej linii w d-tym dniu wsiada X_{idkp} pasażerów;
- X_{idkp} jest zmienną losową: gdyby ponownie wykonać pomiar na tej samej linii, w tym samym dniu roku (np. w roku kolejnym), w tym samym kursie i na tym samym przystanku, liczba wsiadających pasażerów może być inna;
- W przypadku ogólnym rozkład zmiennej X_{idkp} zależy od: i, d, k, p.

Łączną liczbę pasażerów przewiezionych w ciągu roku przez i-tą linię można zatem zapisać jako:

$$Z_i = \sum_{d=1}^{D} \sum_{k=1}^{K(i,d)} \sum_{p=1}^{P(i,d,k)} X_{idkp} \tag{2.4}$$

Łączna liczba przewiezionych pasażerów to suma zmiennych losowych a więc jest ona także zmienną losową. Gdyby ponownie wykonać badanie (np w kolejnym roku), to może ona przyjąć inną wartość, nawet wtedy, gdy rozkłady prawdopodobieństwa każdej ze zmiennych X_{idkp} nie zmienią się. Rozważmy wartość oczekiwaną liczby pasażerów przewiezionych w ciągu roku przez i-tą linię:

$$E(Z_i) = \sum_{d=1}^{D} \sum_{k=1}^{K(i,d)} \sum_{p=1}^{P(i,d,k)} E(X_{idkp}) \tag{2.5}$$

Gdyby nie występowały oczywiste ograniczenia finansowe i techniczne, można byłoby zarejestrować wartość każdej ze zmiennych X_{idkp} i uzyskać w ten sposób oszacowanie każdej z wartości oczekiwanych E (X_{idkp}) w powyższym wzorze. Ponieważ tak nie jest, potrzebne są pewne upraszczające założenia:

- Podzielmy wszystkie dni w roku na G = 3 klasy: dni robocze, soboty i niedziele, klasy te nazwiemy odpowiednio U_1, U_2, U_3;
- Liczbę dni danego roku w g-tej klasie oznaczmy przez D_g;
- Przyjmijmy, że w każdym d-tym dniu należącym do klasy U_g, wielkości K (i, d) i P (i, d, k) są jednakowe, tzn:

$$\forall_{g=1...3} \quad \forall_{d_1,d_2 \in U_g} \quad K(i,d_1) = K(i,d_2) = K(i,g)$$

$$\forall_{g=1...3} \quad \forall_{k \in 1...K(1,g)} \quad \forall_{d_1,d_2 \in U_g} \quad P(i,d_1,k) = K(i,d_2,k) = K(i,g,k);$$

- Przyjmijmy, że dla i-tej linii, k-tego kursu i p-tego przystanku rozkład zmiennej Xidkp jest jednakowy w każdym z dni w ramach danej grupy dni;
- W konsekwencji dla dowolnych dni d_1, $d_2 \in U_g$ realizacje zmiennych X_{id_1kp} i X_{id_2kp} można traktować jako realizacje jednej zmiennej losowej X_{igkp} reprezentującej liczbę pasażerów wsiadających na p-tym przystanku, i-tej linii w dniu należącym do g-tej grupy dni, a zatem:

$$\forall_{g=1...3} \forall_{d \in U_g} E(X_{idkp}) = E(X_{igkp}) \tag{2.6}$$

- Wartość oczekiwaną $E(Z_i)$ można zatem zapisać w postaci:

$$E(Z_i) = \sum_{g=1}^{3} D_g \cdot \sum_{k=1}^{K(i,g)} \sum_{p=1}^{P(k,i,g)} E(X_{igkp}) = \sum_{g=1}^{3} D_g \cdot E_{ig} \tag{2.7}$$

gdzie $E_{ig} = \sum_{k=1}^{K(i,g)} \sum_{p=1}^{P(k,i,g)} E(X_{igkp})$ jest wartością oczekiwaną sumarycznej liczby pasażerów wsiadających na wszystkich przystankach i-tej linii do wszystkich jej kursów w każdym dniu należącym do g-tej grupy;

- Obserwowana w dowolnym dniu $\delta \in U_g$ liczba $X_{i\delta kp}$ pasażerów wsiadających na p-tym przystanku do pojazdu realizującego k-ty kurs i-tej linii stanowi obserwację zmiennej oczekiwanej $E(X_{igkp})$ dla dowolnych i, k, p;
- Rozważmy statystykę:

$$\hat{X}_{ig} = \sum_{k=1}^{K(i,g)} \sum_{p=1}^{P(i,g,k)} X_{igkp} \tag{2.8}$$

Jej wartość oczekiwana wynosi:

$$E\left(\hat{X}_{ig}\right) = E\left(\sum_{k=1}^{K(i,g)} \sum_{p=1}^{P(i,g,k)} X_{igkp} \right) = \sum_{k=1}^{K(i,g)} \sum_{p=1}^{P(i,g,k)} E(X_{igkp}) = E_{ig} \tag{2.9}$$

- Rozważmy następnie statystykę:

$$\hat{Z}_i = \sum_{g=1}^{3} D_g \cdot \hat{X}_{ig} \tag{2.10}$$

Jej wartość oczekiwana wynosi: $E(\hat{Z}_i) = E(Z_i)$, co oznacza że **uzyskane oszacowania są wolne od błędu systematycznego (nieobciążone).**

Szacowanie oczekiwanej liczby pasażerów przewiezionych rocznie przez system na podstawie badania pełnego

Łączna liczba pasażerów Z przewiezionych w ciągu roku wszystkimi liniami to suma liczb pasażerów przewiezionych każdą z N funkcjonujących linii, co można zapisać wzorem:

$$Z = \sum_{i=1}^{N} Z_i \tag{2.11}$$

Jako suma zmiennych losowych jest ona również zmienną losową. Niech przedmiotem badania jest jej wartość oczekiwana, którą można zapisać w postaci:

$$E(Z) = \sum_{i=1}^{N} E(Z_i) \tag{2.12}$$

W przypadku badania pełnego dla każdej i-tej linii dostępne jest opisane formułą (2.10) oszacowanie $\hat{Z}_i$ wartości oczekiwanej $E(Z_i)$ liczby Z_i pasażerów przewożonych tą linią.

Zatem jedynym źródłem zmienności oszacowań wartości globalnej liczby przewożonych pasażerów jest indywidualny błąd oszacowania liczby pasażerów przewożonych każdą z linii. Rozważmy następujący estymator (oszacowanie) wielkości E(Z):

$$\hat{Z} = \sum_{i=1}^{N} \hat{Z}_i \tag{2.13}$$

Wartość oczekiwana tej statystyki wynosi: $E(\hat{Z}) = E(Z)$, tak więc estymator ten jest wolny od błędu systematycznego (nieobciążony). Jego wariancję (stanowiącą miarę błędu niesystematycznego) możemy wyrazić jako:

$$D^2(\hat{Z}) = D^2\left(\sum_{i=1}^{N} \hat{Z}_i\right) = \sum_{i=1}^{N} D^2\left(\hat{Z}_i\right) \tag{2.14}$$

gdzie $D^2\left(\hat{Z}_i\right)$ oznacza wariancję statystyki $\hat{Z}_i$ będącą zarazem kwadratem odchylenia standardowego $D\left(\hat{Z}_i\right) = \sqrt{D^2\left(\hat{Z}_i\right)}$ (błędu standardowego) oszacowania $\hat{Z}_i$ wartości oczekiwanej $E(Z_i)$ liczby Z_i osób przewożonych i-tą linią. Zazwyczaj jest ono proporcjonalne do $E(Z_i)$, co można zapisać wzorem:

$$D(\hat{Z}_i) = \alpha \cdot E(Z_i) \tag{2.15}$$

gdzie α jest stałą proporcjonalności którą można wyznaczyć eksperymentalnie. Reprezentuje ona względny błąd szacunku wielkości $E(Z_i)$, wynikający z niedokładności badań przystankowych oraz naturalnej zmienności liczby pasażerów. Błąd standardowy oszacowania $\hat{Z}$ oczekiwanej łącznej liczby pasażerów wyznaczamy jako:

$$BS = D(\hat{Z}) = \sqrt{D^2(\hat{Z})} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} D^2\left(\hat{Z}_i\right)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \alpha^2 E^2(Z_i)} = \alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} E^2(Z_i)} \tag{2.16}$$

Powyższe wyrażenie opisuje bezwzględny (absolutny) średni błąd szacunku wielkości E(Z) wyrażony w osobach. Względny średni błąd szacunku (wyrażony w procentach) zdefiniowany jako:

$$WBS = \frac{D(\hat{Z})}{E(Z)} \tag{2.17}$$

można w konsekwencji zapisać w postaci:

$$WBS = \frac{\alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} E^2(Z_i)}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_i)} \tag{2.18}$$

Szacowanie liczby pasażerów przewożonych rocznie w danej gminie na podstawie badania pełnego

Przedstawiony sposób obliczania względnego błędu szacunku można w prosty sposób zaadaptować do badania względnego błędu szacunku w dowolnej gminie. Dla każdej m-tej gminy oraz i-tej linii możliwe są trzy sytuacje:

- albo i-ta nie przebiega przez obszar m-tej gminy;
- albo i-ta linia zawiera się w całości na obszarze m-tej gminy;
- albo i-ta linia przebiega przez obszar m-tej gminy oraz innych gmin.

Zdefiniujemy teraz wskaźnik pokrycia m-tej gminy przez i-tą linię jako stosunek liczby wozokilometrów $w_{i,m}$ realizowanych w ramach i-tej linii na obszarze m-tej gminy do całkowitej liczby wozokilometrów w_i realizowanych przez i-tą linię, zgodnie z wzorem:

$$r_{i,m} = \frac{w_{i,m}}{w_i} \tag{2.19}$$

Wskaźnik ten charakteryzuje relację pomiędzy gminą i daną linią, a w szczególności:

- gdy i-ta linia nie przebiega przez obszar m-tej gminy to $r_{i,m}=0$;
- gdy i-ta linia zawiera się całkowicie w m-tej gminie to $r_{i,m}=1$;
- gdy i-ta linia przebiega częściowo przez obszar m-tej gminy to $0<r_{i,m}<1$.

Liczbę pasażerów przewiezionych w ciągu roku i-tą linią przez obszar m-tej gminy zapiszmy jako:

$$Z_{i,m} = r_{i,m} \cdot Z_i \tag{2.20}$$

Można ją oszacować za pomocą statystyki:

$$\hat{Z}_{i,m} = r_{i,m} \cdot \hat{Z}_i \tag{2.21}$$

Rozważmy ciąg zmiennych $Z_{1,m},...,Z_{N,m}$. Łączną liczbę pasażerów przewiezionych wszystkimi liniami na terenie m-tej gminy można zapisać w postaci:

$$Z_m = \sum_{i=1}^{N} Z_{i,m} \tag{2.22}$$

Rozważmy teraz problem szacowania wartości oczekiwanej $E(Z_m)$ zmiennej losowej Z_m. W przypadku badania pełnego dla każdej i-tej linii dostępne jest oszacowanie $\hat{Z}_{i,m}$ wartości oczekiwanej $E(Z_{i,m})$ liczby $Z_{i,m}$ pasażerów przewożonych tą linią. Rozważmy następujący estymator (oszacowanie) wielkości $E(Z_m)$:

$$\hat{Z}_m = \sum_{i=1}^{N} \hat{Z}_{i,m} \tag{2.23}$$

Jej wartość oczekiwana wynosi $E(Z_m)$ co oznacza, że estymator ten jest wolny od błędu systematycznego (nieobciążony). Jego wariancję (stanowiącą miarę błędu niesystematycznego) możemy wyrazić jako:

$$D^2(\hat{Z}_m) = D^2\left(\sum_{i=1}^{N} \hat{Z}_{i,m}\right) = \sum_{i=1}^{N} D^2(\hat{Z}_{i,m}) \tag{2.24}$$

gdzie $D^2(\hat{Z}_{i,m})$ oznacza wariancję statystyki $\hat{Z}_{i,m}$. Błąd standardowy $D(\hat{Z}_{i,m}) = \sqrt{D^2(\hat{Z}_{i,m})}$ oszacowania $\hat{Z}_{i,m}$ zazwyczaj jest proporcjonalny do $E(Z_{i,m})$, co można zapisać wzorem:

$$D(\hat{Z}_{i,m}) = \alpha \cdot E(Z_{i,m}) \tag{2.25}$$

Błąd standardowy (bezwzględny błąd szacunku) oszacowania $\hat{Z}_m$ oczekiwanej rocznej liczby pasażerów przewożonych wszystkimi liniami w m-tej gminie wyznaczamy jako:

$$BS = D(\hat{Z}_m) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} D^2(\hat{Z}_{i,m})} = \alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} E^2(r_{i,m} \cdot Z_i)} = \alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m}^2 E^2(Z_i)} \tag{2.26}$$

2.2.6. Sposób wyznaczania względnego błędu szacunku w gminach

Uwagi o sposobie wyznaczania względnego błędu szacunku w gminach

W przypadku ogólnym względny błąd szacunku dowolnego estymatora T jakiejkolwiek badanej wielkości θ to stosunek bezwzględnego (absolutnego) błędu szacunku D(T) estymatora T (jego odchylenia standardowego) do rzeczywistej wartości θ. W przypadku szacowania wartości oczekiwanej łącznej liczby pasażerów przewiezionej w ciągu roku wszystkimi liniami w obrębie danej gminy względny błąd szacunku można zdefiniować jako stosunek odchylenia standardowego estymatora liczby pasażerów przewiezionej w gminie do liczby pasażerów przewiezionych w tej gminie, zgodnie z formułą:

$$WBS(\hat{Z}_m) = \frac{D(\hat{Z}_m)}{E(Z_m)} \tag{2.27}$$

ale można go też zdefiniować jako stosunek odchylenia standardowego estymatora liczby pasażerów przewiezionej w gminie do liczby pasażerów przewiezionych w całym systemie KZK, czyli:

$$WBS^*(\hat{Z}_m) = \frac{D(\hat{Z}_m)}{E(Z)} \tag{2.28}$$

Obie przedstawione definicje są formalnie poprawne. Wybór odpowiedniej formuły zależy od indywidualnych preferencji użytkownika danych, dlatego też w dalszych analizach podajemy

wartości względnego błędu szacunku wyznaczone w oparciu o obie powyższe definicje. Na podstawie wzoru (2.26) względny (wyrażony w procentach) błąd standardowy oszacowania $\hat{Z}_m$ oczekiwanej rocznej liczby pasażerów przewożonych wszystkimi liniami w m-tej gminie wynosi:

$$WBS = \frac{\alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m}^2 E^2(Z_i)}}{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m} E(Z_i)} \tag{2.29}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez teren gminy oraz

$$WBS^* = \frac{\alpha\sqrt{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m}^2 E^2(Z_i)}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_i)} \tag{2.30}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez cały system KZK GOP.

Oszacowania błędu

Występujące we wzorach (2.16) - (2.26) wartości oczekiwane $E(Z_i)$ w praktyce nie są znane. Dlatego też, dla wyznaczenia względnego średniego błędu szacunku zastąpimy je przybliżonymi oszacowaniami $\widetilde{E}(Z_i)$ uzyskanymi na podstawie danych pomocniczych. Przyjmując wartości stałej proporcjonalności α odpowiednio równe 1%, 2%, 3%, 5% i 10% otrzymujemy:

Tabela 2.1.

Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=1%

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	0,08%	0,08%
Będzin	0,21%	0,01%
Bobrowniki	0,32%	0,01%
Bytom	0,20%	0,02%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	0,21%	0,01%
Czeladź	0,31%	0,00%
Dąbrowa Górnicza	0,23%	0,01%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	0,22%	0,02%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	0,14%	0,03%
Knurów	0,46%	0,00%
Mysłowice	0,26%	0,01%
Psary	0,36%	0,00%
Radzionków	0,41%	0,00%
Ruda Śląska	0,23%	0,02%
Siemianowice Śląskie	0,25%	0,01%
Siewierz	0,40%	0,00%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	0,22%	0,02%
Świętochłowice	0,44%	0,01%
Wojkowice	0,31%	0,00%
Zabrze	0,24%	0,02%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.2.

Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=2%

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	0,17%	0,17%
Będzin	0,41%	0,02%
Bobrowniki	0,64%	0,01%
Bytom	0,40%	0,04%
Chełm Śląski	1,62%	0,00%
Chorzów	0,42%	0,02%
Czeladź	0,62%	0,01%
Dąbrowa Górnicza	0,45%	0,03%
Gierałtowice	0,93%	0,00%
Gliwice	0,44%	0,04%
Imielin	1,12%	0,00%
Katowice	0,28%	0,07%
Knurów	0,92%	0,01%
Mysłowice	0,53%	0,02%
Psary	0,72%	0,00%
Radzionków	0,83%	0,01%
Ruda Śląska	0,45%	0,03%
Siemianowice Śląskie	0,51%	0,02%
Siewierz	0,81%	0,00%
Sławków	1,09%	0,00%
Sosnowiec	0,43%	0,04%
Świętochłowice	0,87%	0,02%
Wojkowice	0,61%	0,00%
Zabrze	0,48%	0,04%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.3.

Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=3%

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	0,25%	0,25%
Będzin	0,62%	0,03%
Bobrowniki	0,96%	0,02%
Bytom	0,59%	0,06%
Chełm Śląski	2,44%	0,00%
Chorzów	0,64%	0,03%
Czeladź	0,93%	0,01%
Dąbrowa Górnicza	0,68%	0,04%
Gierałtowice	1,39%	0,01%
Gliwice	0,65%	0,06%
Imielin	1,69%	0,00%
Katowice	0,42%	0,10%
Knurów	1,38%	0,01%
Mysłowice	0,79%	0,02%
Psary	1,08%	0,00%
Radzionków	1,24%	0,01%
Ruda Śląska	0,68%	0,05%
Siemianowice Śląskie	0,76%	0,02%
Siewierz	1,21%	0,00%
Sławków	1,63%	0,00%
Sosnowiec	0,65%	0,06%
Świętochłowice	1,31%	0,03%
Wojkowice	0,92%	0,00%
Zabrze	0,71%	0,06%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.4.

Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=5%

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	0,41%	0,41%
Będzin	1,04%	0,04%
Bobrowniki	1,61%	0,03%
Bytom	0,99%	0,11%
Chełm Śląski	4,06%	0,01%
Chorzów	1,06%	0,06%
Czeladź	1,54%	0,02%
Dąbrowa Górnicza	1,13%	0,07%
Gierałtowice	2,32%	0,01%
Gliwice	1,09%	0,11%
Imielin	2,81%	0,00%
Katowice	0,70%	0,16%
Knurów	2,30%	0,02%
Mysłowice	1,32%	0,04%
Psary	1,79%	0,01%
Radzionków	2,07%	0,02%
Ruda Śląska	1,13%	0,08%
Siemianowice Śląskie	1,26%	0,04%
Siewierz	2,02%	0,01%
Sławków	2,71%	0,01%
Sosnowiec	1,09%	0,11%
Świętochłowice	2,18%	0,05%
Wojkowice	1,53%	0,01%
Zabrze	1,19%	0,10%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.5.

Względne błędy szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie na obszarze całego systemu transportowego KZK GOP oraz poszczególnych gmin dla α=10%

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	0,83%	0,83%
Będzin	2,07%	0,09%
Bobrowniki	3,21%	0,05%
Bytom	1,98%	0,21%
Chełm Śląski	8,12%	0,01%
Chorzów	2,12%	0,11%
Czeladź	3,09%	0,04%
Dąbrowa Górnicza	2,25%	0,14%
Gierałtowice	4,63%	0,02%
Gliwice	2,18%	0,21%
Imielin	5,62%	0,01%
Katowice	1,40%	0,33%
Knurów	4,61%	0,04%
Mysłowice	2,64%	0,08%
Psary	3,58%	0,02%
Radzionków	4,15%	0,03%
Ruda Śląska	2,27%	0,16%
Siemianowice Śląskie	2,53%	0,08%
Siewierz	4,04%	0,01%
Sławków	5,43%	0,02%
Sosnowiec	2,17%	0,21%
Świętochłowice	4,37%	0,09%
Wojkowice	3,06%	0,01%
Zabrze	2,38%	0,19%

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowując: w przypadku badania pełnego, średni błąd szacunku stanowi znikomą część badanej wielkości. Dzieje się tak dlatego, że w badaniu pełnym jedynym źródłem błędu jest indywidualny względny błąd pomiaru α napełnienia na każdej z linii a przyjęta procedura estymacji jest skonstruowana w taki sposób iż błędy te dla poszczególnych linii w znacznym stopniu wzajemnie się znoszą.

2.2.7. Organizacja pracy przy przeprowadzaniu badań

Organizacja pracy przy przeprowadzaniu badań obejmuje:

- ustalenie liczby osób niezbędnych do przeprowadzenia badań w poszczególnych typach taboru; liczby obserwatorów w poszczególnych typach pojazdów podano w punkcie 2.2.2. opracowania;
- ustalenie czasu pracy obserwatorów:
  - w przypadku kursowania danego pojazdu na linii przez cały dzień – podział na 2 zmiany (po około 9 godzin),
  - w przypadku kursowania pojazdu tylko w godzinach szczytu – obserwacja przez jednego obserwatora z przerwą między szczytami,
  - maksymalny dopuszczalny czas pracy jednego obserwatora to 10 godzin;
- przygotowanie materiałów dla obserwatorów – „Teczek obserwatora", które zawierają arkusze pomiarowe służące do zapisywania wyników obserwacji (przykładowa strona na „Teczkę obserwatora" oraz arkusz pomiarowy przedstawiono w załącznikach nr 1 i 2). Arkusz pomiarowy zawiera:
  - numer linii i brygady na której prowadzone są obserwacje,
  - miejsce na wpisanie daty przeprowadzania obserwacji,
  - przebieg trasy – wszystkie przystanki na badanej linii w rozbiciu na kierunki,
  - rozkładowe czasy rozpoczęcia każdego kursu (w celu identyfikacji poszczególnych kursów),
  - miejsce na wpisanie przy każdym przystanku rzeczywistego czasu odjazdu z przystanku, ilości osób wsiadających na obserwowanym przystanku, ilości osób wysiadających na tym przystanku oraz ilości osób w pojeździe po odjeździe pojazdu z przystanku;
- szkolenie obserwatorów;
- sposób wydawania i zbierania materiałów („Teczek obserwatorów") od obserwatorów – najczęściej stosuje się następujące rozwiązania:
  - każdy obserwator otrzymuje teczkę jeden dzień przed rozpoczęciem pracy i oddaje ją dzień po jej zakończeniu,
  - wszyscy obserwatorzy zgłaszają się przed rozpoczęciem pracy na zajezdnię i tam otrzymują materiały po czym wsiadają do swojego pojazdu – wyniki badań zostawiają kierowcy. Osoba przychodząca na drugą zmianę odbiera teczkę od poprzednika lub w szczególnych przypadkach od kierowcy,

- organizatorzy wkładają teczki do pojazdów w zajezdniach – obserwatorzy wsiadają do pojazdu na przystankach początkowych informując o tym fakcie poprzez SMS lub telefon – dalej jak w poprzednim rozwiązaniu.

2.2.8. Wykorzystanie badań pełnych w metodzie określania rocznej przychodowości i dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP

1. Badania pełne można przeprowadzić w przypadku dysponowania budżetem roboczogodzin równym lub większym od 43,4 tys./rok.
2. Badania pasażerów na wszystkich liniach i we wszystkich kursach dają możliwość osiągnięcia największej dokładności oszacowania liczby pasażerów na danej linii jak i dla całego systemu transportowego KZK GOP (względny błąd w przedziale od 0,00 do 2,44%). Wyniki te pozwalają na określenie przychodowości i dochodowości każdej linii a następnie dopłaty gmin członkowskich KZK GOP na funkcjonowanie komunikacji z najmniejszym błędem statystycznym.
3. Badania pełne należy przeprowadzić również w przypadku, gdy KZK GOP chciałby realizować postulat szybkiego zbudowania wiarygodnej bazy danych, wykorzystywanej w kolejnych latach.
4. W przypadku podjęcia decyzji o realizacji badań wszystkich linii komunikacyjnych w KZK GOP należy je przeprowadzić w pierwszym roku funkcjonowania nowego systemu finansowania komunikacji miejskiej przez gminy członkowskie KZK GOP to jest w 2007 roku.
5. Możliwy jest maksymalny wariant badań pełnych wymagający znacznych nakładów na ich przeprowadzenie (wariant 100 tys. roboczogodzin wykorzystany w cyklu dwuletnim). Zakłada się w nim badania wszystkich linii komunikacyjnych w KZK GOP w kolejnych latach 2007-2008. Uzyskane wyniki dodatkowo pozwoliłyby na:
   - dokładną ocenę zmienności liczby pasażerów na poszczególnych liniach w dniu roboczym, sobotę i niedzielę;
   - zidentyfikowanie zbioru linii komunikacyjnych o małej zmienności potoku pasażerów;
   - ograniczenie zbioru linii komunikacyjnych w KZK GOP podlegającym badaniom popytu efektywnego w kolejnych latach począwszy od 2009 roku.

2.3. Oszacowanie liczby pasażerów w ciągu roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP – metoda badań próbkowych (I.2.)

Ograniczony poziom środków publicznych przeznaczanych na komunikację miejską generuje konieczność uwzględnienia opcji badań popytu efektywnego obejmujących WYBRANY ZBIÓR LINII KOMUNIKACYJNYCH W KZK GOP. Otrzymane wyniki obserwacji próbkowych będą podstawą do szacowania liczby pasażerów na pozostałych liniach nie wchodzących w danym roku do zbioru badanych linii. Zatem wyniki uzyskane w próbie linii będą uogólniane na całą populację.

2.3.1. Składniki merytoryczne metody

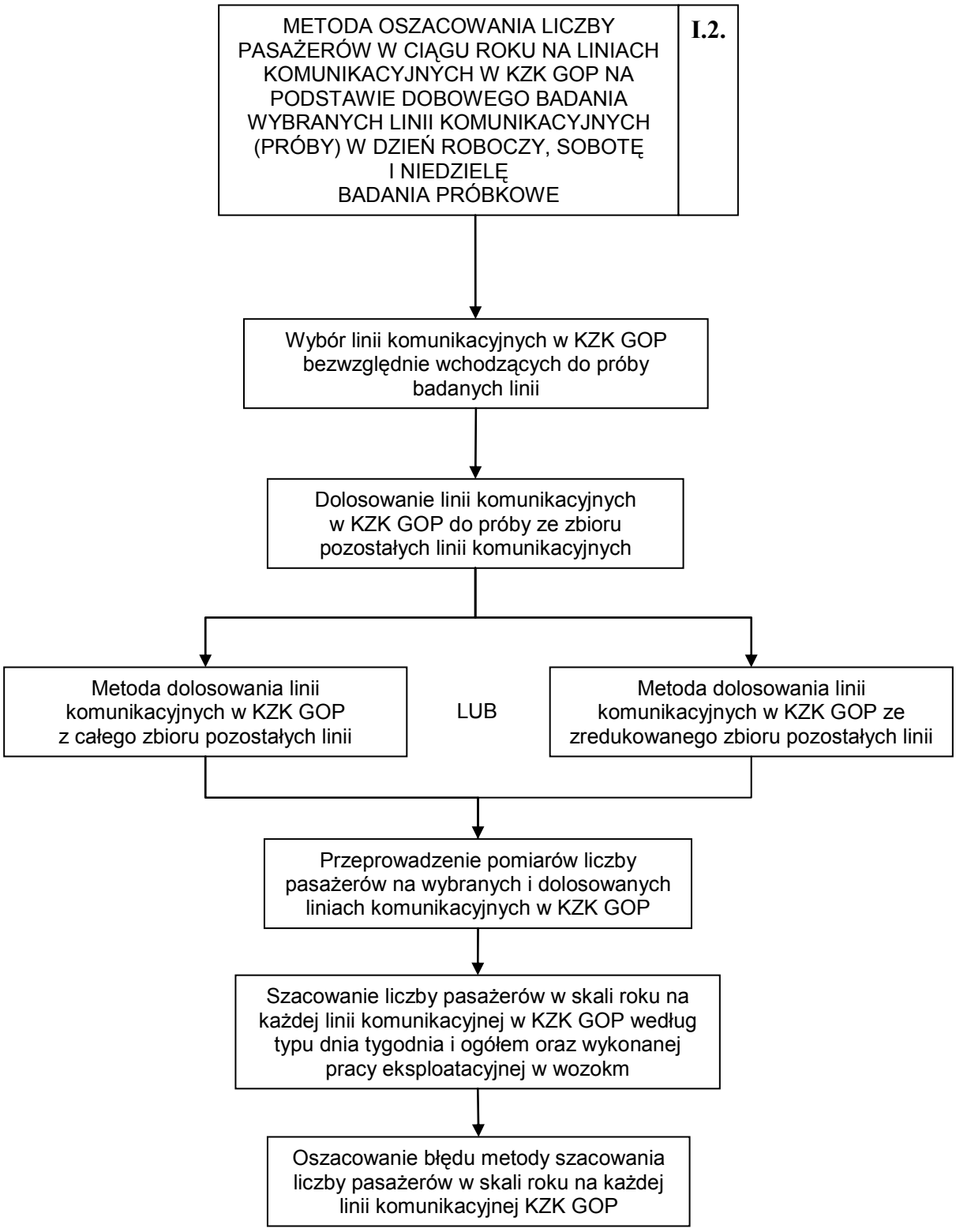
Na rysunku 2.3. przedstawiono elementy składowe metody próbkowej. Wyróżnia się w niej etap wyboru z całej populacji generalnej linii komunikacyjnych w KZK GOP linii bezwzględnie podlegających obserwacjom według przyjętych zasad (zob. pkt 2.3.2. opracowania). Kolejny etap to dolosowanie linii komunikacyjnych ze zbioru pozostałych linii (zob. rysunek 2.4.) według dwóch sposobów: uwzględnienie całego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP lub zbioru zredukowanego.

W kolejnych etapach dokonuje się oszacowania liczby pasażerów w skali roku na każdej linii komunikacyjnej w KZK GOP oraz błędu metody wykorzystującej badania próbkowe.

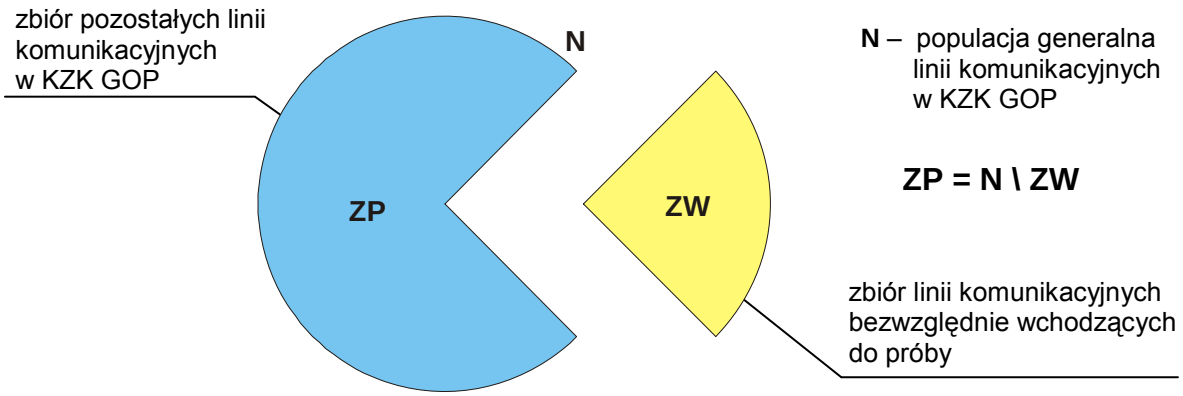
2.3.2. Wybór linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby badanych linii

Na procedurę wyboru linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby linii podlegających pomiarom liczby pasażerów, składają się następujące kroki:

1. podział gmin członkowskich KZK GOP na klasy według kryterium udziału procentowego danej gminy w pracy eksploatacyjnej w wozokm;
2. przyjęcie minimalnej liczby linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby w każdej wyróżnionej klasie gmin;
3. wybór linii komunikacyjnych w gminach członkowskich KZK GOP;
4. obliczenie wymaganego budżetu roboczogodzin na pomiary liczby pasażerów na wybranych liniach komunikacyjnych w KZK GOP.



Rys. 2.3. Elementy składowe metody szacowania liczby pasażerów w skali roku na liniach komunikacyjnych w KZK GOP wykorzystującej wyniki badań próbkowych.
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 2.4. Zbiór pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP uczestniczących w dolosowaniu do próby badanych linii.
Źródło: Opracowanie własne.

Podział gmin członkowskich KZK GOP na klasy według kryterium ich udziału procentowego w pracy eksploatacyjnej w wozokm

Gminy członkowskie Związku w liczbie 23 zostały podzielone na 4 klasy biorąc pod uwagę ich udział procentowy w pracy eksploatacyjnej w wozokm w skali roku. Granice przedziałów klasowych są następujące: klasa 1 – 0,0-4,0%, klasa 2 – 4,1-8,0%, klasa 3 – 8,1-12,0%, klasa 4 - >12%. Wyniki podziału gmin przedstawia tabela 2.6.

Tabela 2.6.

Klasy gmin członkowskich KZK GOP według kryterium udziału w pracy eksploatacyjnej w wozokm/rok w (%)

Udział w (%) gminy członkowskiej KZK GOP w pracy eksploatacyjnej ogółem	Nazwa gminy
1	2
0,0-4,0	Bobrowniki, Chełm Śląski, Czeladź, Gierałtowice, Imielin, Knurów, Mysłowice, Psary, Radzionków, Siemianowice Śląskie, Siewierz, Sławków, Świętochłowice, Wojkowice
4,1-8,0	Będzin, Chorzów, Ruda Śląska, Zabrze
8,1-12,0	Bytom, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Sosnowiec
>12%	Katowice

Źródło: Opracowanie własne.

Przyjęcie minimalnej liczby linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby w każdej klasie gmin

Dla określonych w poprzednim kroku czterech klas gmin przyjęto minimalną liczbę linii komunikacyjnych w KZK GOP podlegających pomiarom. Dla gmin o najmniejszym

udziale w pracy eksploatacyjnej w skali całego Związku, zawierającej się w przedziale 0,0-4,0% wynosi ona do 5 linii (≤5). Dla kolejnych klas gmin, liczba linii podlegających badaniom liczby pasażerów wynosi odpowiednio 10, 15 i 20 linii. Dla poszczególnych gmin minimalną liczbę wybranych linii przedstawia tabela 2.7.

Tabela 2.7.

Minimalna liczba linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby dla poszczególnych gmin członkowskich Związku

Nazwa gminy członkowskiej KZK GOP	Minimalna liczba wybranych linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby
1	2
1. Katowice	20
2. Bytom 3. Dąbrowa Górnicza 4. Gliwice 5. Sosnowiec	15
6. Będzin 7. Chorzów 8. Ruda śląska 9. Zabrze	10
10. Bobrowniki 11. Chełm Śląski 12. Czeladź 13. Gierałtowice 14. Imielin 15. Knurów 16. Mysłowice 17. Psary 18. Radzionków 19. Siemianowice Śląskie 20. Siewierz 21. Sławków 22. Świętochłowice 23. Wojkowice	5

Źródło: Opracowanie własne.

Wybór linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby dla gmin członkowskich Związku

Wykorzystując przyjęte założenia wyznaczono dla każdej z 23 gmin członkowskich zbiór linii komunikacyjnych obsługujących te gminy i tworzących zbiór linii podlegających badaniom liczby pasażerów.

Kryterium wyboru linii obejmowało dwie cechy:

– aspekt przestrzenny, a więc założenie, aby w zbiorze linii bezwzględnie wchodzących do próby były takie linie, które pokrywają swoimi trasami wszystkie gminy członkowskie KZK GOP;
– aspekt ilościowy zakładający minimalizację zbioru tych linii.

Uwzględniając kryterium wyboru utworzono zbiór 61 linii komunikacyjnych w KZK GOP składających się na WARIANT PODSTAWOWY wybranych linii. W tabeli 2.8. wyszczególniono linie komunikacyjne z tego zbioru według gmin członkowskich KZK GOP.

Tabela 2.8.

Specyfikacja linii komunikacyjnych w KZK GOP wybranych do badań liczby pasażerów według gmin członkowskich Związku – wariant podstawowy

Nazwa gminy członkowskiej KZK GOP	Liczba wybranych linii komunikacyjnych	Specyfikacja numerów linii komunikacyjnych wybranych do badań
1	2	3
1. Katowice	21	6, 7, 18, 23, 66, 91, 120, 133, 149, 170, 618, 801, 808, 811, 821, 831, 840, 870, 888, T11, T13
2. Bytom	15	17, 57, 91, 99, 104, 167, 280, 608, 708, 741, 850, T5, T11, T17, T18
3. Dąbrowa Górnicza	19	18, 28, 49, 84, 175, 243, 634, 635, 637, 801, 808, 811, 821, 831, 902, 903, 904, 933, T24
4. Gliwice	15	6, 8, 41, 57, 58, 280, 636, 669, 710, 840, 850, 870, T1, T5, T18
5. Sosnowiec	15	18, 28, 88, 91, 618, 801, 808, 811, 821, 831, 888, 902, 903, 904, T24
6. Będzin	13	28, 88, 99, 104, 133, 175, 243, 269, 634, 637, 902, 904, T24
7. Chorzów	10	6, 7, 23, 98, 120, 840, 870, T11, T13, T17
8. Ruda Śląska	13	6, 7, 23, 98, 120, 280, 669, 840, 870, T1, T11, T17, T18
9. Zabrze	12	6, 7, 23, 57, 120, 280, 840, 850, 870, T1, T5, T18
10. Bobrowniki	5	17, 99, 104, 170, 904
11. Chełm Śląski	2	149, 166
12. Czeladź	5	88, 133, 888, 902, 904
13. Gierałtowice	6	8, 41, 58, 120, 636, 669
14. Imielin	5	66, 149, 953, 954, 995
15. Knurów	5	8, 58, 120, 636, 710
16. Mysłowice	7	18, 66, 149, 618, 953, 954, 995
17. Psary	5	104, 243, 269, 637, 904
18. Radzionków	5	17, 167, 608, 708, 741
19. Siemianowice Śląskie	5	91, 98, 133, 170, T13
20. Siewierz	5	175, 269, 635, 637, 903
21. Sławków	5	28, 49, 84, 634, 933
22. Świętochłowice	7	6, 7, 23, 840, 870, T11, T17
23. Wojkowice	6	88, 99, 104, 133, 170, 904

Źródło: Opracowanie własne.

Rozszerzając kryterium wyboru linii o minimalizację maksymalnego błędu szacunku liczby pasażerów na liniach w gminach, utworzono zbiór zawierający 75 linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby – WARIANT

ROZSZERZONY. Wymieniono je w rozbiciu na poszczególne gminy członkowskie Związku w tabeli 2.9.

Tabela 2.9.

Specyfikacja linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby według gmin członkowskich Związku – wariant rozszerzony

Nazwa gminy członkowskiej KZK GOP	Liczba wybranych linii komunikacyjnych	Specyfikacja numerów linii komunikacyjnych wybranych do badań
1	2	3
1. Katowice	23	6, 7, 18, 23, 66, 76, 91, 120, 133, 149, 170, 618, 801, 808, 811, 820, 821, 831, 840, 870, 888, T11, T13
2. Bytom	18	57, 91, 99, 104, 167, 201, 280, 608, 708, 820, 850, 17, 741, T5, T9, T11, T17, T18
3. Dąbrowa Górnicza	19	18, 28, 49, 84, 175, 243, 634, 635, 637, 801, 808, 811, 821, 831, 902, 903, 904, 933, T24
4. Gliwice	16	6, 8, 41, 57, 58, 194, 280, 636, 669, 710, 840, 850, 870, T1, T18, T5
5. Sosnowiec	18	18, 28, 88, 91, 100, 618, 723, 801, 808, 811, 821, 831, 888, 902, 903, 904, T24, T27
6. Będzin	18	28, 88, 99, 100, 104, 133, 175, 225, 243, 269, 625, 634, 637, 722, 902, 904, T24, T27
7. Chorzów	13	6, 7, 23, 98, 120, 201, 820, 840, 870, T9, T11, T13, T17
8. Ruda Śląska	15	6, 7, 23, 98, 120, 201, 280, 669, 840, 870, T1, T11, T17, T18, T9
9. Zabrze	13	6, 7, 23, 47, 57, 120, 280, 840, 850, 870, T1, T18, T5
10. Bobrowniki	6	17, 99, 104, 170, 722, 904
11. Chełm Śląski	2	149, 166
12. Czeladź	7	88, 100, 133, 723, 888, 902, 904
13. Gierałtowice	8	8, 41, 47, 58, 120, 636, 669, 936
14. Imielin	5	66, 149, 953, 954, 995
15. Knurów	8	8, 47, 58, 120, 194, 636, 710, 936
16. Mysłowice	8	18, 66, 76, 149, 618, 953, 954, 995
17. Psary	7	104, 225, 243, 269, 625, 637, 904
18. Radzionków	5	17, 167, 608, 708, 741
19. Siemianowice Śląskie	5	91, 98, 133, 170, T13
20. Siewierz	6	175, 269, 625, 635, 637, 903
21. Sławków	6	28, 49, 84, 634, 933, 949
22. Świętochłowice	9	6, 7, 23, 201, 840, 870, T11, T17, T9
23. Wojkowice	8	88, 99, 100, 104, 133, 170, 722, 904

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie wybranych dla poszczególnych gmin członkowskich KZK GOP linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby, tworzy się zbiór linii tego rodzaju dla całego Związku (wszystkich gmin członkowskich razem). Elementy powyższego zbioru dla obu wariantów wyboru przedstawia tabela 2.10.

Tabela 2.10.

Linie komunikacyjne w KZK GOP bezwzględnie wchodzące do próby dla wszystkich gmin członkowskich Związku

Wariant wyboru linii komunikacyjnych w KZK GOP do badań liczby pasażerów	Liczba wybranych linii komunikacyjnych ogółem	Specyfikacja numerów wybranych linii
1	2	3
Wariant podstawowy	61	6, 7, 8, 18, 23, 28, 41, 49, 57, 58, 66, 84, 88, 91, 98, 99, 104, 120, 133, 149, 166, 167, 170, 175, 243, 269, 280, 608, 618, 634, 635, 636, 637, 669, 708, 710, 801, 808, 811, 821, 831, 840, 850, 870, 888, 902, 903, 904, 933, 953, 954, 995, 17, 741, T1, T5, T11, T13, T17, T18, T24
Wariant rozszerzony	75	6, 7, 8, 18, 23, 28, 41, 47, 49, 57, 58, 66, 76, 84, 88, 91, 98, 99, 100, 104, 120, 133, 149, 166, 167, 170, 175, 194, 201, 243, 269, 280, 608, 618, 634, 635, 636, 637, 669, 708, 710, 722, 723, 801, 808, 811, 820, 821, 831, 840, 850, 870, 888, 902, 903, 904, 933, 936, 949, 953, 954, 995, 17, 225, 625, 741, T1, T5, T9, T11, T13, T17, T18, T24, T27

Źródło: Opracowanie własne.

Określenie wymaganego budżetu roboczogodzin na badania liczby pasażerów na wybranych liniach komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby

Na podstawie danych źródłowych przekazanych przez KZK GOP (zob. załącznik nr 3), dla wszystkich wybranych na tym etapie metody (I.2.) linii komunikacyjnych obliczono potrzebny budżet roboczogodzin dla przeprowadzenia jednodobowych badań liczby pasażerów w dzień roboczy, sobotę i niedzielę. Dla wariantu podstawowego wynosi on BW_P^{rok} roboczogodzin, a dla wariantu rozszerzonego odpowiednio BW_R^{rok} roboczogodzin, co przedstawia tabela 2.11.

Tabela 2.11.

Wymagane nakłady na badania liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby

Wariant wyboru linii komunikacyjnych KZK GOP	Wymagane nakłady na badania w roboczogodzinach na rok
1	2
Wariant podstawowy	$BW_P^{rok} = 8594{,}18$
Wariant rozszerzony	$BW_R^{rok} = 12044{,}28$

Źródło: Opracowanie własne.

2.3.3. Wykorzystanie sposobu wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby w metodzie określania rocznej przychodowości i dochodowości linii komunikacyjnych w KZK GOP

1. Wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby dokonuje się dla danych z 2006 roku. Wyznaczony zbiór (zob. pkt 2.3.2. opracowania) stanowi tzw. „warstwę sztywną linii" oznaczoną w podziale linii na warstwy numerem 1.
2. Zbiór tworzący warstwę sztywną linii może ulegać modyfikacji. Mogą być one następujące:
   - dodanie do zbioru nowej linii komunikacyjnej w KZK GOP. Jeżeli zmiana następuje:
     - w miesiącach styczeń i luty to linia może podlegać badaniom już w okresie wiosennym to jest w miesiącach marzec-kwiecień;
     - od marca do września włącznie, to badania liczby pasażerów należy przeprowadzić w okresie jesiennym, a więc w miesiącach październik-listopad;
     - w miesiącach październik-grudzień to badania należy wykonać w następnym roku kalendarzowym;
   - likwidacja linii komunikacyjnej powodująca zmniejszenie liczności zbioru. W tym przypadku po identyfikacji gmin obsługiwanych przez zlikwidowaną linię, zbiór wybranych linii bezwzględnie wchodzących do próby należy zwiększyć o jedną lub więcej linii komunikacyjnych obsługujących te gminy członkowskie KZK GOP;
   - inne istotne zmiany oferty przewozowej. Modyfikacja zbioru z tej przyczyny powinna przebiegać identycznie jak w przypadku gdy do eksploatacji zostanie wprowadzona nowa linia komunikacyjna.
3. Działania modyfikujące zbiór linii komunikacyjnych w KZK GOP wybranych do pomiarów liczby pasażerów są przede wszystkim rezultatem decyzji eksploatacyjnych w ofercie przewozowej kierowanej do gmin członkowskich podejmowanych przez personel Związku.
4. W przypadku znaczących zmian w strukturze członków Związku (wystąpienie lub wstąpienie do KZK GOP większej liczby gmin – dwóch i więcej) zbiór linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby badanych linii należy utworzyć na nowo. W okresie lat 2007-2010 wymaganych w tym zakresie ustaleń każdorazowo na podstawie zbioru wszystkich linii komunikacyjnych w KZK GOP dokonywać będzie wykonawca opracowania w ramach obecnej umowy. Niezbędne do obliczeń dane przygotowywać będzie KZK GOP.

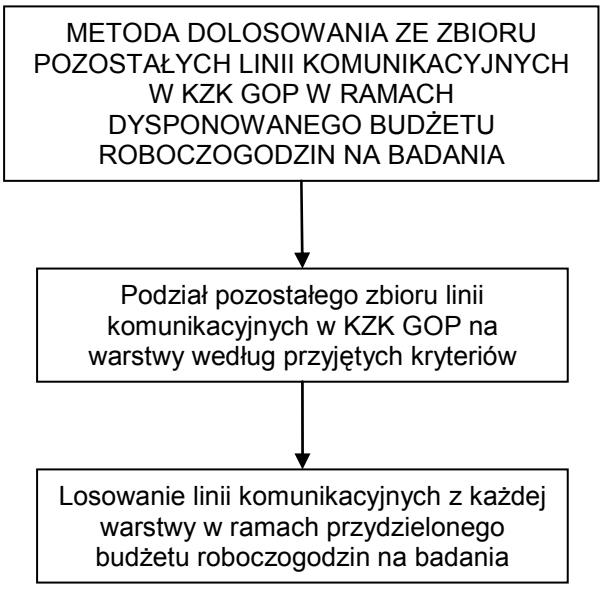
Przeprowadzony według omówionego w punkcie 2.3.2. opracowania algorytmu, wybór linii komunikacyjnych w KZK GOP, które objęte są bezwzględnie badaniem liczby pasażerów w każdym z typów dni tygodnia spełnia wszystkie zakładane wymagania. Zbiór tych linii cechuje bowiem:

- spełnienie kryterium przestrzennego co oznacza, że wszystkie gminy członkowskie KZK GOP będą reprezentowane w pomiarach liczby pasażerów podejmowanych w każdym realizowanym według proponowanej metody badaniu;
- minimalna liczność zbioru aby można było procedurą dolosowania objąć możliwie największą liczbę linii komunikacyjnych KZK GOP;
- korzystny wpływ na maksymalny błąd szacunku liczby pasażerów na liniach w gminach KZK GOP (minimalizacja błędu oszacowania).

2.3.4. Metoda dolosowania linii komunikacyjnych w KZK GOP z całego zbioru pozostałych linii

Ogólny algorytm metody

Na rysunku 2.5. przedstawiono morfologię metody. Obejmuje ona działania przygotowujące zbiór pozostałych linii komunikacyjnych do losowania warstwowego oraz procedurę losowania.



Rys. 2.5. Morfologia metody dolosowania linii z całego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP
Źródło: Opracowanie własne.

Podział pozostałego zbioru linii komunikacyjnych w KZK GOP na warstwy

1. Przyjęto dwa kryteria podziału zbioru pozostałych (dolosowywanych) linii komunikacyjnych w KZK GOP:
   – ogólnej wartości wskaźnika produktywności $WP_i^T[pas/wozokm]$ dla *i*-tej linii komunikacyjnej w roku badania *T* obliczonego według następującej zależności:

$$WP_i^T = \frac{Z_i^{(T-1)}}{W_i^{(T-1)}}, \text{ gdzie:} \tag{2.31}$$

   $Z_i^{(T-1)}$ - liczba pasażerów przewiezionych w ciągu *(T-1)* roku na *i*-tej linii komunikacyjnej w KZK GOP
   $i = 1, 2, ..., N$
   $W_i^{(T-1)}$ - roczna praca eksploatacyjna w wozokm w *(T-1)* roku na *i*-tej linii komunikacyjnej w KZK GOP;
   – wartości miernika pracochłonności pomiarów liczby pasażerów na danej *i*-tej linii komunikacyjnej w roboczogodzinach na rok WN_i^T.
2. W przypadku pierwszego kryterium to jest wskaźnika produktywności[1)] utworzono 3 warstwy pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP:
   – warstwa 2 tworzona jest przez pozostałe linie komunikacyjne, dla których:

$$0{,}0 < WP_i^T \leq 3{,}000 \text{ [pas/wozokm]};$$

   – warstwa 3 to linie komunikacyjne, dla których:

$$3{,}001 < WP_i^T \leq 6{,}000 \text{ [pas/wozokm]};$$

   – warstwa 4 odpowiednio linie dla których:

$$WP_i^T > 6{,}000 \text{ [pas/wozokm]}.$$

   Podział zbioru linii uczestniczących w dolosowaniu na warstwy 2-4 przedstawiono w załączniku nr 4.

   Kryterium pracochłonności implikuje następujący podział linii komunikacyjnych:
   – warstwa 2, do której należą linie o pracochłonności:

$$0{,}0 < WN_i^T \leq 100{,}00 \text{ [roboczogodzin]};$$

   – warstwa 3 to linie komunikacyjne, dla których:

$$100{,}10 < WN_i^T \leq 200{,}00 \text{ [roboczogodzin]};$$

[1)] Podział ten w odniesieniu do zbioru wszystkich linii komunikacyjnych w KZK GOP wykorzystano do oszacowania liczby pasażerów na liniach nie objętych pomiarami – zob. pkt 2.3.7. opracowania.

– warstwa 4 odpowiednio linie, dla których:

$$200{,}10 < WN_i^T \leq 300{,}00 \text{ [roboczogodzin]};$$

– warstwa 5, do której należą linie komunikacyjne o pracochłonności

$$WN_i^T > 300{,}00 \text{ [roboczogodzin]}.$$

Podział zbioru dolosowywanych linii komunikacyjnych w KZK GOP według kryterium pracochłonności zamieszczono w załączniku nr 5.

W kolejnym kroku, wykorzystując przedstawione podziały rozpatrywanych linii komunikacyjnych na warstwy, dokonuje się dolosowania linii do próby podlegającej pomiarom liczby pasażerów spośród linii należących do danej warstwy. Losowanie przebiega według przyjętej strategii.

Losowanie linii komunikacyjnych z każdej warstwy w ramach posiadanego budżetu roboczogodzin na badania liczby pasażerów

1. Losowanie linii komunikacyjnych z każdej warstwy (od numeru 2 do 4 dla kryterium produktywności i od numeru 2 do 5 w przypadku kryterium pracochłonności) odbywa się według zaproponowanej przez wykonawcę opracowania strategii losowania.
2. Zastosowana w metodzie strategia losowania charakteryzuje się następującymi cechami:
   A) Losowanie z warstw nr 2-4 linii komunikacyjnych w KZK GOP wyróżnionych na podstawie wskaźnika produktywności WP_i^T
      – losowanie w każdej warstwie linii przeprowadza się niezależnie;
      – w każdej warstwie linii losowana jest próba według schematu losowania prostego bez zwracania;
      – liczbę dolosowanych linii komunikacyjnych w danej warstwie linii (rozmiar próby w warstwie) determinuje budżet roboczogodzin na badania liczby pasażerów adresowany do tej warstwy. Określono go w następujący sposób:
        - jeśli B^{rok} – całkowity budżet przeznaczony na badania liczby pasażerów w ciągu roku w roboczogodzinach; wartość B^{rok} reprezentują podane przez KZK GOP warianty budżetu wynoszące 20 tys., 50 tys. i 100 tys. roboczogodzin,

        BW_P^{rok}, BW_R^{rok} – wymagany poziom nakładów na badania liczby pasażerów na wybranych liniach bezwzględnie wchodzących do próby

to wielkość dysponowanego budżetu na badania liczby pasażerów na wylosowanych liniach komunikacyjnych BL_P^{rok} (wariant podstawowy zbioru wybranych linii) lub BL_R^{rok} (wariant rozszerzony zbioru wybranych linii) wynosi odpowiednio:

$$BL_P^{rok} = B^{rok} - BW_P^{rok} \text{ [roboczogodzin]} \tag{2.32}$$

lub

$$BL_R^{rok} = B^{rok} - BW_R^{rok} \text{ [roboczogodzin]} \tag{2.33}$$

- przyjęto następujące udziały poszczególnych warstw linii komunikacyjnych w dysponowanym na badania budżecie roboczogodzin (BL_P^{rok} lub BL_R^{rok}):
  - ✓ warstwa linii nr 2 – 1/6 udziału,
  - ✓ warstwa linii nr 3 – 2/6 udziału,
  - ✓ warstwa linii nr 4 – 3/6 udziału,
- tym samym dysponowany budżet na pomiary liczby pasażerów adresowany do poszczególnych warstw linii komunikacyjnych wynosi odpowiednio:
  - ✓ warstwa linii nr 2: $BL_{P2}^{rok} = 0{,}176 BL_P^{rok}$ lub $BL_{R2}^{rok} = 0{,}176 BL_R^{rok}$,
  - ✓ warstwa linii nr 3: $BL_{P3}^{rok} = 0{,}333 BL_P^{rok}$ lub $BL_{R3}^{rok} = 0{,}333 BL_R^{rok}$,
  - ✓ warstwa linii nr 4: $BL_{P4}^{rok} = 0{,}500 BL_P^{rok}$ lub $BL_{R4}^{rok} = 0{,}500 BL_R^{rok}$,

  przy czym: $BL_P^{rok} = \sum_{w=2}^{4} BL_{Pw}^{rok}$, gdzie:

  w – indeks warstwy linii komunikacyjnych.

– uwzględniając wielkość nakładów na badania liczby pasażerów, która adresowana jest na każdą z trzech warstw linii komunikacyjnych ($BL_{P2}^{rok} - BL_{P4}^{rok}$ lub $BL_{R2}^{rok} - BL_{R4}^{rok}$), liczbę dolosowywanych z warstwy linii (liczebność próby) określono tak aby wartość oczekiwana pracochłonności badania w tej warstwie była równa budżetowi roboczogodzin przyjętemu dla tej warstwy linii komunikacyjnych.
  Liczbę tak dolosowywanych linii w każdej warstwie przedstawia tabela 2.12.
– w losowaniu należy wykorzystać standardowy generator liczb losowych;
– alokację próby prowadzi się monitorując nakłady roboczogodzin na dolosowywanych liniach z limitem budżetowym $BL_{P2}^{rok} - BL_{P4}^{rok}$ lub $BL_{R2}^{rok} - BL_{R4}^{rok}$. Dopuszcza się przekroczenie budżetu w przypadku konieczności zwiększenia liczby

dolosowywanych linii w danej warstwie w celu lepszego wykorzystania posiadanych na badania roboczogodzin.

Tabela 2.12.

Liczba dolosowywanych linii komunikacyjnych w KZK GOP według warstw linii (kryterium wartości wskaźnika produktywności WP_i^T)

Warstwa linii komunikacyjnych w KZK GOP	Liczba dolosowywanych linii komunikacyjnych	
	wariant podstawowy wybranych linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby	wariant rozszerzony wybranych linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby
1	2	3
Warstwa linii nr 2	22	12
Warstwa linii nr 3	8	7
Warstwa linii nr 4	12	7

Źródło: Opracowanie własne.

B) Losowanie z warstw linii komunikacyjnych wyróżnionych na podstawie miernika pracochłonności badań w roboczogodzinach na rok

- sposób alokacji próby pomiędzy warstwy linii komunikacyjnych w KZK GOP (warstwa linii od nr 2 do nr 5) określa się tak, aby zminimalizować maksymalny względny błąd szacunku liczby pasażerów na liniach w poszczególnych gminach;
- kierując się powyższym kryterium, eksperymentalnie dobrano liczebności próby w wyróżnionych warstwach nr 2 do nr 5 linii. Przedstawia je tabela 2.13.

Tabela 2.13.

Liczebność próby w warstwach linii komunikacyjnych w KZK GOP wyróżnionych według kryterium pracochłonności

Warstwa linii komunikacyjnych w KZK GOP	Liczebność próby w poszczególnych warstwach linii komunikacyjnych	
	wariant podstawowy wybranych linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby	wariant rozszerzony wybranych linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby
1	2	3
Warstwa linii nr 2	22	42
Warstwa linii nr 3	8	14
Warstwa linii nr 4	2	3
Warstwa linii nr 5	2	3

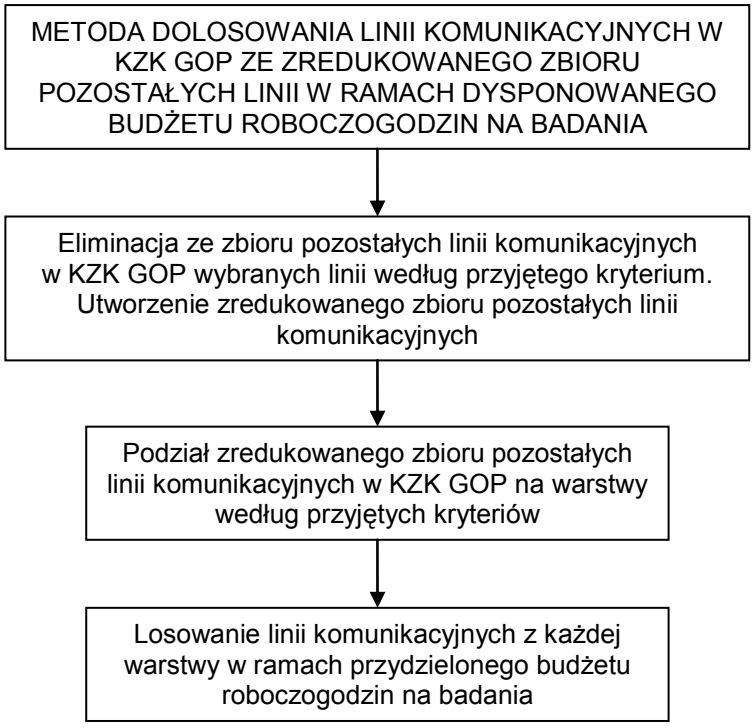
Źródło: Opracowanie własne.

Pozostałe cechy strategii losowania z warstw linii komunikacyjnych wyróżnionych na podstawie miernika pracochłonności są identyczne jak w przypadku ich wyróżnienia w oparciu o kryterium produktywności.

2.3.5. Metoda dolosowania linii komunikacyjnych w KZK GOP ze zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych

Ogólny algorytm metody

Na rysunku 2.6. przedstawiono składniki sposobu postępowania w metodzie dolosowania linii komunikacyjnych ze zredukowanego zbioru pozostałych linii. W metodzie tej wprowadzono dodatkowy krok, w którym eliminuje się wykorzystując określone kryterium niektóre linie komunikacyjne ze zbioru pozostałych linii. Po utworzeniu zredukowanego zbioru linii, algorytm metody zawiera identyczne kroki jak w metodzie opartej na całym zbiorze pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP. Te same kroki metody to podział zredukowanego zbioru linii na warstwy według kryterium produktywności (3 warstwy linii) lub kryterium pracochłonności (odpowiednio 4 warstwy linii) oraz losowanie linii z każdej warstwy.



Rys. 2.6. Składniki merytoryczne metody dolosowania linii ze zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych KZK GOP
Źródło: Opracowanie własne.

Tworzenie zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP

1. Podstawą redukcji liczebności zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP jest porównanie wskaźnika ogólnej produktywności każdej *i*-tej linii komunikacyjnej z tego zbioru WP_i^T ze średnią wartością wskaźnika produktywności dla wszystkich linii w KZK GOP WP^T.

   Wskaźnik ogólnej produktywności linii komunikacyjnej WP_i^T uwzględniający jej pracę w dni robocze, soboty i niedziele wyznacza się ze wzoru (2.31) mającego postać:

$$WP_i^T = \frac{Z_i^{(T-1)}}{W_i^{(T-1)}} \text{ [pas/wozokm]}$$

   Wskaźnik średniej produktywności dla całego systemu transportowego KZK GOP oblicza się z zależności:

$$WP^T = \frac{\sum_{i=1}^{N} Z_i^{(T-1)}}{\sum_{i=1}^{N} W_i^{(T-1)}} \text{ [pas/wozokm]} \qquad (2.34)$$

   a znaczenie przyjętych symboli podano uprzednio.
2. Następnie dla zbioru wszystkich *i*-tych linii komunikacyjnych w KZK GOP $i = 1, 2, ..., N$ obliczono odchylenie standardowe σ^T.
3. Przyjęto założenie, że linie komunikacyjne, dla których wartość wskaźnika produktywności WP_i^T jest zbliżona do wartości średniej wskaźnika dla całego systemu transportowego KZK GOP WP^T, charakteryzują się niewielką zmiennością podstawowych parametrów eksploatacyjnych takich jak praca eksploatacyjna w wozokm na rok i liczba przewożonych w roku pasażerów. Założenie to oparto na dotychczasowym ponad 10-letnim doświadczeniu niektórych członków zespołu autorskiego w badaniach marketingowych w transporcie, w tym w badaniach popytu efektywnego.
4. Wykorzystując wartości wskaźników WP_i^T, WP^T i σ^T zredukowano zbiór linii komunikacyjnych uczestniczących w dolosowaniu (zbiór pozostałych linii komunikacyjnych) o te, których wartość wskaźnika WP_i^T mieści się w przedziale:

   – wersja 1 $\quad WP^T - 0{,}1\,\sigma^T \le WP_i^T \le WP^T + 0{,}1\,\sigma^T$

   lub

   – wersja 2 $\quad WP^T - 0{,}2\,\sigma^T \le WP_i^T \le WP^T + 0{,}2\,\sigma^T$.

W tabeli 2.14. przedstawiono rezultaty redukcji zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP.

Tabela 2.14.

Liczba zredukowanych linii komunikacyjnych ze zbioru pozostałych linii w KZK GOP (nie podlegają badaniom liczby pasażerów) oraz liczebność zbioru linii uczestniczących w losowaniu

Wariant wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby i liczba linii w warstwie sztywnej	Zbiór zredukowany pozostałych linii komunikacyjnych		Zbiór linii komunikacyjnych uczestniczących w losowaniu	
	wersja 1 ($\pm 0{,}1\,\sigma^T$)	wersja 2 ($\pm 0{,}2\,\sigma^T$)	wersja 1 $\pm 0{,}1\,\sigma^T$	wersja 2 $\pm 0{,}2\,\sigma^T$
1	2	3	4	5
Wariant podstawowy 61 linii	71	86	N[1)] - (61+71)	N - (61+86)
Wariant rozszerzony 75 linii	66	80	N - (75+66)	N - (75+80)

[1)] N - ogólna liczba linii komunikacyjnych w KZK GOP
Źródło: Opracowanie własne.

Listę linii zredukowanych zamieszczono w tabeli 2.15.

Podział zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP na warstwy według przyjętych kryteriów

Podziału zredukowanego zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP dokonuje się w identyczny sposób jak w przypadku gdy przedmiotem podziału na warstwy jest cały zbiór pozostałych linii komunikacyjnych *ZP* (zob. pkt 2.3.4. opracowania).

Losowanie linii komunikacyjnych z każdej warstwy w ramach przydzielonego budżetu roboczogodzin na badania

Po redukcji zbioru pozostałych linii komunikacyjnych w KZK GOP zasady losowania linii do próby z warstwy linii są identyczne jak w przypadku gdy przedmiotem analizy jest cały zbiór linii (*ZP*) – zob. pkt 2.3.4. opracowania.

Tabela 2.15.

Lista zredukowanych linii komunikacyjnych w KZK GOP, nie uczestniczących w dolosowaniu do próby według przyjętych wariantów wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby linii badanych i wersji redukcji zbioru pozostałych linii komunikacyjnych

Wariant wyboru linii komunikacyjnych w KZK GOP bezwzględnie wchodzących do próby	Zredukowany zbiór pozostałych linii komunikacyjnych	
	wersja 1 $WP^T -$ $0{,}1\,\sigma^T \le WP_i^T \le WP^T + 0{,}1\,\sigma^T$	wersja 2 $WP^T -$ $0{,}2\,\sigma^T \le WP_i^T \le WP^T + 0{,}2\,\sigma^T$
1	2	3
Wariant podstawowy	12/212/812, 14, 19, 51, 53, 61, 72, 73, 77, 83, 85, 86, 92, 94, 103, 105, 111, 112, 114, 119, 130, 139, 140, 142, 144, 147, 148, 158, 168, 173, 179, 185, 188, 192, 221bis, 222, 224, 225, 237, 246, 275, 283, 600, 615, 624, 625, 644, 646, 657, 662, 664, 665, 675, 690, 700, 720, 722, 740, 805, 814, 825, 835, 860, 912, 949/959, 955, 982, T9	5, 12/212/812, 14, 19, 27, 39, 52, 53, 61, 72, 73, 77, 83, 85, 86, 92, 94, 103, 105, 111, 112, 114, 119, 127, 130, 138/238, 139, 140, 142, 144, 147, 148, 158, 168, 173, 174, 178, 179, 185, 186, 188, 192, 221bis, 222, 224, 225, 237, 246, 275, 283, 600, 615, 624, 625, 644, 646, 657, 662, 664/655, 673, 675, 690, 700, 702, 717, 720, 722, 740, 750, 805, 814, 825, 835, 860, 912, 930, 949/959, 955, 982, T9, T15/T34, T27
Wariant rozszerzony	12/212/812, 14, 19, 52, 53, 61, 72, 73, 77, 83, 85, 86, 92, 94, 103, 105, 111, 112, 114, 119, 130, 139, 140, 142, 144, 147, 148, 158, 168, 173, 179, 185, 188, 192, 221bis, 222, 224, 237, 246, 275, 283, 600, 615, 624, 644, 646, 657, 662, 664/665, 675, 690, 700, 720, 740, 805, 814, 825, 835, 860, 912, 955, 982	5, 12/212/812, 14, 19, 27, 39, 52, 53, 61, 72, 73, 77, 83, 85, 86, 92, 94, 103, 105, 111, 112, 114, 119, 127, 130, 138/238, 139, 140, 142, 144, 147, 148, 158, 168, 173, 174, 178, 179, 185, 186, 188, 192, 221bis, 222, 224, 237, 246, 275, 283, 600, 615, 624, 644, 646, 657, 662, 664/665, 673, 675, 690, 700, 702, 717, 720, 740, 750, 805, 814, 825, 835, 860, 912, 930, 955, 982, T15/T34

Źródło: Opracowanie własne.

2.3.6. Przeprowadzenie pomiarów liczby pasażerów na wybranych i dolosowanych liniach komunikacyjnych w KZK GOP

Zasady przeprowadzania badań popytu efektywnego oraz organizacji pracy z tym związanej omówiono dla badań pełnych w punktach 2.2.2. i 2.2.7. opracowania. Odnoszą się one również do badań obejmujących wybraną próbę populacji generalnej linii komunikacyjnych w KZK GOP.

2.3.7. Kwestia badania liczby pasażerów w wybranych kursach na objętych pomiarami liniach komunikacyjnych w KZK GOP

Praktyka odnosząca się do badań popytu efektywnego wskazuje, iż można prowadzić je niejednocześnie we wszystkich pojazdach. Można także obserwacje rozłożyć w czasie, badając osobno określone obszary i linie a nawet okresy doby i kursy na określonych liniach.

Proponowana przez wykonawcę opracowania metoda badań (zob. pkt 2.2.2. pracy) zakłada miedzy innymi:

- możliwość niejednoczesnego prowadzenia obserwacji we wszystkich pojazdach oraz na obszarach działania KZK GOP jak i liniach komunikacyjnych. Przewidziano bowiem obserwację w 4 typowych miesiącach roku przy czym najkorzystniejszy jest układ dwóch miesięcy wiosennych (marzec i kwiecień) lub dwóch miesięcy jesiennych (październik i listopad);
- odstępstwo od podanych powyżej możliwości w odniesieniu do poszczególnych linii komunikacyjnych w KZK GOP rozpatrywanych z osobna. W tym przypadku przyjęto, że dana linia podlega w sposób jednorazowy dobowym badaniom liczby pasażerów w każdym z typów dni tygodnia;
- prowadzenie obserwacji na każdej linii komunikacyjnej we wszystkich kursach w danym typie dnia zgodnie z obowiązującym rozkładem jazdy.

Dokonano zatem wyboru koncepcji badań według zasady: mniejsza liczba badanych linii komunikacyjnych w KZK GOP – wszystkie kursy w dzień roboczy , w sobotę i niedzielę na wybranych do badań liniach.

Wybór przedstawionej powyżej koncepcji badań pełnych na wybranej linii uzasadniają następujące czynniki:

- pogorszenie jakości wyników oszacowania liczby pasażerów co ma wpływ na rozdział dotacji pomiędzy gminy członkowskie KZK GOP;
- problemy związane z przerwami w czasie pracy obserwatorów na liniach co negatywnie wpływa na jakość ich pracy i podnosi koszt badań;

– skomplikowany w warunkach KZK GOP system wyboru kursów do badań i oceny pracochłonności pomiarów, która jest konieczna aby nie przekroczyć nałożonych limitów na budżety pomiarowe;
– mała liczba linii komunikacyjnych w KZK GOP o częstotliwości kursowania do 15 minut, pozwalającej na badanie wybranych kursów np. co drugi kurs.

Zespół autorski rekomenduje aby w fazie tworzenia wiarygodnej bazy danych na potrzeby nowej koncepcji rozdziału łącznej kwoty dopłaty na funkcjonowanie komunikacji w KZK GOP na gminy członkowskie realizować pomiary pełne na wybranych do badań liniach komunikacyjnych.

2.3.8. Szacowanie liczby pasażerów w skali roku na każdej linii komunikacyjnej w KZK GOP

W badaniach z próby wyróżnić należy dwa przypadki szacowania liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP:
– pierwszy, jeżeli dana linia była badana w rozpatrywanym roku; specyfikację możliwych przypadków w tym zakresie obrazuje tabela 2.16.;
– drugi, jeżeli dana linia nie była badana w rozpatrywanym roku.

Sposób oszacowania liczby pasażerów w skali roku na każdej badanej linii w tym okresie czasu został omówiony w punktach 2.2.4. i 2.2.7. w części dotyczącej badań pełnych. Natomiast w drugim przypadku linii nie podlegających badaniu w danym roku, proponowany sposób szacowania jest następujący.

1. Dla zbioru przebadanych linii komunikacyjnych w KZK GOP w danym T roku wyznacza się średnią wartość wskaźnika produktywności WP_w^{dT} dla danego d-tego typu dnia (roboczy, sobota i niedziela) i kategorii produktywności w.
   gdzie:
   T – rok przeprowadzenia badań liczby pasażerów na linii komunikacyjnej;
   $d = U_1$ (dzień roboczy), U_2 (sobota), U_3 (niedziela i święta);
   w – kategoria produktywności 1, 2, 3; populację generalną linii komunikacyjnych w KZK GOP podzielić należy biorąc pod uwagę wskaźnik ogólnej produktywności linii WP_i^T obliczonego dla (T-1) roku ze wzoru (2.17)

$$WP_i^T = \frac{Z_i^{(T-1)}}{W_i^{(T-1)}} \text{ [pas/wozokm]}$$

Tabela 2.16.

Wymiarowanie zbioru linii komunikacyjnych w KZK GOP podlegających badaniom liczby pasażerów dla różnych wariantów wyboru i dolosowania linii

Warianty wyboru linii komunikacyjnych bezwzględnie wchodzących do próby (linie warstwy sztywnej)	Linie komunikacyjne dolosowane z całego zbioru pozostałych linii		Linie komunikacyjne dolosowane ze zredukowanego zbioru pozostałych linii			
			Wersja 1 redukcji $WP - 0{,}1\,\sigma^T \le WP_i \le WP + 0{,}1\,\sigma^T$		Wersja 2 redukcji $WP - 0{,}2\,\sigma^T \le WP_i \le WP + 0{,}2\,\sigma^T$	
	warstwy linii wg kryterium produktywności	warstwy linii wg kryterium pracochłonności	warstwy linii wg kryterium produktywności	warstwy linii wg kryterium pracochłonności	warstwy linii wg kryterium produktywności	warstwy linii wg kryterium pracochłonności
1	2	3	4	5	6	7
Warriant podstawowy 61	42	34	43	-	47	-
Wariant rozszerzony 75	26	62	26	68	30	68

Źródło: Opracowanie własne.

– kategoria 1 produktywności – należą do niej linie komunikacyjne, dla których WP_i^T zawiera się w przedziale $0{,}0 < WP_i^T \leq 3{,}0$ [pas/wozokm],

– kategoria 2 produktywności, do której należą linie komunikacyjne posiadające ogólny wskaźnik produktywności WP_i^T taki, że $3{,}00 < WP_i^T \leq 6{,}00$ [pas/wozokm],

– kategoria 3 produktywności, posiadają ją linie komunikacji, dla których $WP_i^T > 6{,}00$ [pas/wozokm].

i – linie komunikacyjne przebadane, $i = 1, 2, ..., A$ $A \in N$, N – populacja generalna linii komunikacyjnych w KZK GOP,

Z_{iw}^{dT} – liczba pasażerów dla i-tej badanej linii komunikacyjnej, w kategorii produktywności w d-tym typie dnia tygodnia i T roku,

W_{iw}^{dT} – odpowiednio dla i-tej badanej linii komunikacyjnej wykonana praca eksploatacyjna w ciągu T roku w wozokm.

2. Dla każdej niebadanej linii komunikacyjnej w KZK GOP posiadającej kategorię produktywności w jako wskaźnik produktywności przyjąć należy wartość określoną wzorem (2.35)

$$WP_w^{dT} = \frac{\sum_{i=1}^{A} Z_{iw}^{dT}}{\sum_{i=1}^{A} W_{iw}^{dT}} \text{ [pas/wozokm]} \tag{2.35}$$

3. Następnie z zależności:

$$Z_i^T = \sum_{d=U_1,U_2,U_3} WP_w^{dT} \cdot W_i^{dT} \tag{2.36}$$

gdzie:

Z_i^T – liczba pasażerów przewożonych na danej i-tej linii komunikacyjnej w KZK GOP nie podlegającej pomiarom w T roku,

W_i^{dT} – praca eksploatacyjna w wozokm wykonana w roku T na i-tej linii komunikacyjnej nie podlegającej pomiarom w d-tym typie dnia tygodnia,

znaczenie pozostałych symboli podano powyżej

obliczyć należy szacowana liczbę pasażerów na i-tej niebadanej linii komunikacyjnej w KZK GOP w T roku.

2.3.9. Szacowanie wartości oczekiwanych E (Z_i) liczb pasażerów na podstawie badania próbkowego

Szacowanie oczekiwanej liczby pasażerów przewiezionych rocznie przez system na podstawie badania próbkowego

Jeżeli nie ma możliwości zbadania wszystkich linii i oszacowania wszystkich wartości oczekiwanych $E(Z_i)$ liczb Z_i pasażerów przewożonych przez każdą z linii, to oszacowania $E(Z)$ można dokonać na podstawie próby wylosowanej spośród wszystkich N linii. Niech zbiór N linii dzieli się na H podzbiorów (warstw) o liczebnościach odpowiednio równych $N_1,...,N_H$, takich że:

$$\sum_{h=1}^{H} N_h = N \tag{2.37}$$

Spośród każdego z tych podzbiorów losujemy próbę prostą s_h zawierającą $n_h>0$ elementów. Rozważmy statystykę:

$$\boxed{\hat{Z} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} \hat{Z}_i} \tag{2.38}$$

Statystyka ta jest nieobciążonym (wolnym od błędu systematycznego) estymatorem $E(Z)$. Wariancję tej statystyki mierzącą jej błąd niesystematyczny można zapisać w postaci:

$$D^2(\hat{Z}) = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} D^2(\hat{Z}_i) + \sum_{h=1}^{H} N_h^2 \frac{N_h - n_h}{N_h n_h} S_h^2(E(Z_i)) \tag{2.39}$$

gdzie:

$$S_h^2(E(Z_i)) = \frac{1}{N_h - 1} \sum_{i=1}^{N_h} (E(Z_i) - \overline{E(Z_i)}^{(h)})^2 \tag{2.40}$$

oraz

$$\overline{E(Z_i)}^{(h)} = \frac{1}{N_h} \sum_{i=1}^{N_h} E(Z_i) \tag{2.41}$$

Przyjmując tak jak poprzednio że $D(Z_i) = \alpha \cdot E(Z_i)$ możemy ją zapisać w postaci:

$$D^2(\hat{Z}) = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E^2(Z_i) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2(E(Z_i)) \tag{2.42}$$

Odchylenie standardowe mierzące błąd standardowy (bezwzględny błąd szacunku) oczekiwanej sumarycznej liczby pasażerów to pierwiastek z wariancji, opisywany wzorem:

$$BS = D(\hat{Z}) = \sqrt{\sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E^2(Z_i) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2(E(Z_i))} \tag{2.43}$$

Aby uzyskać względny błąd szacunku wyrażony w procentach dzielimy odchylenie standardowe przez E(Z) otrzymując:

$$WBS = \frac{BS}{E(Z)} = \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E^2(Z_i) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2(E(Z_i))}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_i)} \tag{2.44}$$

Szacowanie liczby pasażerów przewożonych rocznie w danej gminie na podstawie badania próbkowego

Niech zbiór N linii dzieli się na H podzbiorów o liczebnościach odpowiednio równych $N_1,...,N_H$. Spośród każdego z tych podzbiorów losujemy próbę prostą s_h zawierającą n_h elementów. Rozważmy statystykę:

$$\hat{Z}_m = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} \hat{Z}_{i,m} \tag{2.45}$$

Statystykę tą można traktować jako oszacowanie $E(Z_m)$. Jej wariancję można zapisać w postaci:

$$D^2(\hat{Z}) = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} D^2(\hat{Z}_{i,m}) + \sum_{h=1}^{H} N_h^2 \frac{N_h - n_h}{N_h n_h} S_h^2(E(Z_{i,m})) \tag{2.46}$$

gdzie:

$$S_h^2(E(Z_i)) = \frac{1}{N_h - 1} \sum_{i=1}^{N_h} (E(Z_{i,m}) - \overline{E(Z_{i,m})}^{(h)})^2 \tag{2.47}$$

oraz

$$\overline{E(Z_{i,m})}^{(h)} = \frac{1}{N_h} \sum_{i=1}^{N_h} E(Z_{i,m}) \tag{2.48}$$

Przyjmując tak jak poprzednio że $D(Z_{i,m}) = \alpha \cdot E(Z_{i,m})$ możemy ją zapisać w postaci:

$$D^2(\hat{Z}_m) = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E^2(Z_{i,m}) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2(E(Z_{i,m})) \tag{2.49}$$

Błąd standardowy (bezwzględny) estymatora $\hat{Z}_m$ wynosi zatem:

$$BS = D(\hat{Z}_m) = \sqrt{\sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E(Z_{i,m}) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2(E(Z_{i,m}))} \tag{2.50}$$

Aby uzyskać względny błąd szacunku wyrażony w procentach dzielimy odchylenie standardowe przez $E(Z_m)$ otrzymując:

$$WBS = \frac{BS}{E(Z_m)} = \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{N_h} \alpha^2 E(Z_{i,m}) + \sum_{h=1}^{H} N_h \frac{N_h - n_h}{n_h} S_h^2 (E(Z_{i,m}))}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_{i,m})} \quad (2.51)$$

gdzie, $E(Z_{i,m}) = r_{i,m} \cdot E(Z_i)$.

Poprawa dokładności oszacowań próbkowych – dla całego systemu

W przypadku badania próbkowego opisany wyżej estymator bezpośredni (2.38) charakteryzuje się stosunkowo niską dokładnością oszacowania mierzoną względnym błędem standardowym. Dlatego dla poprawy własności oszacowań posłużymy się estymatorem regresyjnym[2)].

$$\boxed{\hat{Z}_{reg} = \hat{Z} + \hat{B}(\hat{W} - W)} \quad (2.52)$$

gdzie

$$W = \sum_{i=1}^{N} w_i \quad (2.53)$$

$$\hat{W} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} w_i \quad (2.54)$$

oraz

$$\hat{B} = \frac{N\hat{Z}^{(2)} - \hat{Z}^2}{N\hat{W}^{(2)} - \hat{W}^2} \quad (2.55)$$

gdzie:

$$\hat{Z}^{(2)} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} \hat{Z}_i^2 \quad (2.56)$$

$$\hat{W}^{(2)} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} w_i^2 \quad (2.57)$$

Statystyka (2.52) jest asymptotycznie nieobciążonym estymatorem E(Z). Jej wariancja wyraża się wzorem:

$$D^2(\hat{Z}_{reg}) = D^2(\hat{Z}) - 2B\sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h}(N_h - n_h)C_h(W,Z) + B^2 \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h}(N_h - n_h)S_h^2(W) \quad (2.58)$$

gdzie:

[2)] Cz.Bracha, Teoretyczne podstawy metody reprezentacyjnej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{N}(w_i - \overline{W})(E(Z_i) - \overline{E(Z_i)})}{\sum_{i=1}^{N}(w_i - \overline{W})^2} \tag{2.59}$$

$$\overline{E(Z_i)} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E(Z_i) \tag{2.60}$$

oraz:

$$C_h(W,Z) = \frac{1}{N_h - 1}\sum_{i=1}^{N_h}(w_i - \overline{W}_h)(E(Z_i) - \overline{E(Z_i)}^{(h)}) \tag{2.61}$$

$$S_h^2(W) = \frac{1}{N_h - 1}\sum_{i=1}^{N_h}(w_i - \overline{W}_h)^2 \tag{2.62}$$

a ponadto $\overline{W} = W / N$. Względny średni błąd szacunku można teraz zapisać w postaci:

$$WBS = \frac{\sqrt{D^2(\hat{Z}_{reg})}}{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m} E(Z_i)} \tag{2.63}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez teren gminy oraz

$$WBS^* = \frac{\sqrt{D^2(\hat{Z}_{reg})}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_i)} \tag{2.64}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez cały system KZK GOP.

Można wykazać[3)], że wariancja i względny średni błąd szacunku estymatora regresyjnego (2.52) są nie większe od wariancji i względnego średniego błędu szacunku estymatora bezpośredniego (2,38).

Poprawa dokładności oszacowań próbkowych – dla wybranej gminy

Wykorzystanie tej samej metody estymacji pozwala także poprawić dokładność oszacowań wartości oczekiwanej liczby pasażerów przewożonych rocznie w każdej z gmin. Rozważmy statystykę:

$$\boxed{\hat{Z}_{m,reg} = \hat{Z}_m + \hat{B}_m(\hat{W}_m - W_m)} \tag{2.65}$$

gdzie:

C. E. [3)] Särndal, B. Swensson, J. H. Wretman, Model Assisted Survey Sampling, Springer-Verlag, New York 1992.

$$W_m = \sum_{i=1}^{N} w_{i,m} \tag{2.66}$$

$$\hat{W}_m = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} w_{i,m} \tag{2.67}$$

oraz

$$\hat{B}_m = \frac{N\hat{Z}_m^{(2)} - \hat{Z}_m^2}{N\hat{W}_m^{(2)} - \hat{W}_m^2} \tag{2.68}$$

gdzie:

$$\hat{Z}_m^{(2)} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} \hat{Z}_{i,m}^2 \tag{2.69}$$

$$\hat{W}_m^{(2)} = \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i \in s_h} w_{i,m}^2 \tag{2.70}$$

Wariancja estymatora (2.65) wyraża się wzorem:

$$D^2(\hat{Z}_{m,reg}) = D^2(\hat{Z}_m) - 2B_m \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h}(N_h - n_h)C_{h,m}(W,Z) + B^2 \sum_{h=1}^{H} \frac{N_h}{n_h}(N_h - n_h)S_{h,m}^2(W) \tag{2.71}$$

gdzie:

$$B_m = \frac{\sum_{i=1}^{N}(w_{i,m} - \overline{W}_m)(E(Z_{i,m}) - \overline{E(Z_{i,m})})}{\sum_{i=1}^{N}(w_{i,m} - \overline{W}_m)^2} \tag{2.72}$$

$$\overline{E(Z_{i,m})} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E(Z_{i,m}) \tag{2.73}$$

oraz:

$$C_{h,m}(W,Z) = \frac{1}{N_h - 1}\sum_{i=1}^{N_h}(w_{i,m} - \overline{W}_m)(E(Z_{i,m}) - \overline{E(Z_{i,m})}^{(h)}) \tag{2.74}$$

$$S_{h,m}^2(W) = \frac{1}{N_h - 1}\sum_{i=1}^{N_h}(w_{i,m} - \overline{W}_m)^2 \tag{2.75}$$

Względny średni błąd szacunku można teraz zapisać w postaci:

$$WBS = \frac{\sqrt{D^2(\hat{Z}_{m,reg})}}{\sum_{i=1}^{N} r_{i,m} E(Z_i)} \tag{2.76}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez teren gminy oraz

$$WBS^{*} = \frac{\sqrt{D^2(\hat{Z}_{m,reg})}}{\sum_{i=1}^{N} E(Z_i)} \tag{2.77}$$

gdy punktem odniesienia jest liczba pasażerów przewożonych rocznie przez cały system KZK GOP. Podobnie jak w przypadku całego systemu, można przy tym wykazać, że wariancja i względny średni błąd szacunku estymatora regresyjnego (2.65) są nie większe od wariancji i względnego średniego błędu szacunku estymatora bezpośredniego (2.45).

Oszacowania błędu

Zastępując w we wzorach (2.63), (2.64), (2.76), (2.77) nieznane wartości oczekiwane $E(Z_{i,m})$ poprzez $r_{i,m} \cdot \tilde{E}(Z_i)$ oraz $E(Z_i)$ przez $\tilde{E}(Z_i)$ gdzie tak jak poprzednio $\tilde{E}(Z_i)$ są oszacowaniami wielkości $E(Z_i)$ uzyskanymi na podstawie danych pomocniczych możemy podać dla wybranych wartości α, n_h i N_h bezwzględny i względny błąd szacunku liczby pasażerów przewożonych rocznie wszystkimi liniami w gminie.

Oszacowania wyznaczono dla α =0.01 oraz dla budżetu przeznaczonego na badanie w wysokości 20000 roboczogodzin (rozumianego jako przewidywany koszt badania) z maksymalnym marginesem przekroczenia budżetu wskutek losowego wyboru linii o relatywnie wysokiej pracochłonności badania równym 10%. Wyznaczono je następujących wariantów badania:

A) Warstwa sztywna 61-elementowa (wariant podstawowy), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3
B) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3
C) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe trzy warstwy wydzielone według pracochłonności z alokacją środków między warstwy w eksperymentalnie dobranym stosunku (0.33:0.25:0.09:0.32).

Wyniki oszacowań przedstawiają poniższe tabele:

WARIANT A)

Tabela 2.17.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	61	61
2	51	22
3	160	8
4	55	12

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.18.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	5,36%	5,36%
Będzin	14,28%	0,59%
Bobrowniki	5,02%	0,08%
Bytom	15,82%	1,68%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	13,21%	0,71%
Czeladź	17,15%	0,25%
Dąbrowa Górnicza	10,58%	0,67%
Gierałtowice	82,24%	0,31%
Gliwice	16,13%	1,56%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	11,06%	2,60%
Knurów	16,69%	0,15%
Mysłowice	19,32%	0,57%
Psary	53,68%	0,24%
Radzionków	4,26%	0,03%
Ruda Śląska	14,48%	1,03%
Siemianowice Śląskie	11,17%	0,36%
Siewierz	40,60%	0,14%
Sławków	44,86%	0,13%
Sosnowiec	16,04%	1,57%
Świętochłowice	23,27%	0,50%
Wojkowice	24,89%	0,11%
Zabrze	12,51%	1,01%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT B)

Tabela 2.19.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	50	12
3	148	7
4	54	7

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.20.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	5,11%	5,11%
Będzin	16,94%	0,70%
Bobrowniki	6,41%	0,11%
Bytom	16,60%	1,76%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	12,89%	0,69%
Czeladź	13,88%	0,20%
Dąbrowa Górnicza	12,73%	0,81%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	14,58%	1,41%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	12,52%	2,95%
Knurów	3,55%	0,03%
Mysłowice	16,42%	0,48%
Psary	11,73%	0,05%
Radzionków	4,48%	0,03%
Ruda Śląska	14,25%	1,02%
Siemianowice Śląskie	13,21%	0,43%
Siewierz	9,98%	0,03%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	16,52%	1,62%
Świętochłowice	16,27%	0,35%
Wojkowice	14,99%	0,07%
Zabrze	13,01%	1,05%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT C)

Tabela 2.21.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	145	42
3	61	14
4	24	3
5	22	3

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.22.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	4,48%	4,48%
Będzin	13,22%	0,55%
Bobrowniki	4,82%	0,08%
Bytom	13,41%	1,42%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	8,98%	0,48%
Czeladź	6,52%	0,09%
Dąbrowa Górnicza	10,49%	0,67%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	11,67%	1,13%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	9,68%	2,28%
Knurów	3,02%	0,03%
Mysłowice	12,89%	0,38%
Psary	11,87%	0,05%
Radzionków	1,96%	0,02%
Ruda Śląska	9,68%	0,69%
Siemianowice Śląskie	10,06%	0,33%
Siewierz	8,95%	0,03%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	12,77%	1,25%
Świętochłowice	15,69%	0,34%
Wojkowice	8,15%	0,04%
Zabrze	7,74%	0,62%

Źródło: Opracowanie własne.

Oszacowania błędu dla zredukowanych zbiorów danych

Oszacowania błędu metody dla zdyskryminowanej (zredukowanej) populacji wyznaczono dla budżetu przeznaczonego na badanie w wysokości 20000 roboczogodzin (rozumianego jako przewidywany koszt badania) z maksymalnym marginesem przekroczenia budżetu wskutek losowego wyboru linii o relatywnie wysokiej pracochłonności badania równym 10%. Redukcję populacji przeprowadzono w następujący sposób:

- wyznaczono przeciętną produktywność $w\bar{p}$ linii w całym zbiorze linii (wyniosła ona 4,42 [pas/wozokm]);
- wyznaczono odchylenie standardowe σ produktywności linii w całym zbiorze linii (wyniosło ono 1,83 [pas/wozokm]);
- z pierwotnej populacji pomniejszonej o warstwę sztywną usunięto wszystkie linie, których produktywność zawierała się w przedziale $< w\bar{p} - 0.1 \cdot \sigma;\ w\bar{p} + 0.1 \cdot \sigma >$ (wariant pierwszy) lub w przedziale $< w\bar{p} - 0.2 \cdot \sigma;\ w\bar{p} + 0.2 \cdot \sigma >$;
- zestawienie tych linii zamieszczono w dodatku do niniejszego opracowania;
- dla tak zredukowanych populacji rozważono następnie badanie zgodnie z pisaną wyżej procedurą, w następujących wariantach.

Wyznaczono je następujących wariantów badania:

A1) Warstwa sztywna 61-elementowa (wariant podstawowy), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3, redukcja: wariant pierwszy (redukcja objęła 67 linii).

A2) Warstwa sztywna 61-elementowa (wariant podstawowy), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3, redukcja: wariant drugi (redukcja objęła 82 linie).

B1) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3, redukcja: wariant pierwszy (redukcja objęła 62 linie).

B2) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe trzy warstwy wydzielone według produktywności z alokacją pozostałych środków pomiędzy nimi w stosunku: 1:2:3, redukcja: wariant drugi (redukcja objęła 76 linii).

C1) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe cztery warstwy wydzielone według pracochłonności z alokacją środków między warstwy w eksperymentalnie dobranym stosunku (0.33:0.25:0.09:0.32), redukcja: wariant pierwszy (redukcja objęła 62 linie).

C2) Warstwa sztywna 75-elementowa (wariant rozszerzony), pozostałe cztery warstwy wydzielone według pracochłonności z alokacją środków między warstwy w eksperymentalnie dobranym stosunku (0.33:0.25:0.09:0.32), redukcja: wariant drugi (redukcja objęła 76 linii).

Wyniki oszacowań przedstawiają tabele 2.23 – 2.34.

Podsumowując: warstwowanie w oparciu o kryterium pracochłonności a w szczególności warianty C1 i C2 badania zapewniają najniższy poziom błędów szacunku. Odbywa się to kosztem mniejszej elegancji metody i rezygnacji z wykorzystania intuicyjnie atrakcyjnego kryterium podziału na warstwy według produktywności.

WARIANT A1)

Tabela 2.23.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A1

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	61	61
2	51	22
3	93	9
4	55	12

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.24.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A1

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	3,84%	3,84%
Będzin	11,72%	0,49%
Bobrowniki	3,33%	0,05%
Bytom	11,89%	1,26%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	8,94%	0,48%
Czeladź	11,58%	0,17%
Dąbrowa Górnicza	8,98%	0,57%
Gierałtowice	58,64%	0,22%
Gliwice	12,50%	1,21%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	8,07%	1,90%
Knurów	11,83%	0,11%
Mysłowice	14,48%	0,43%
Psary	7,57%	0,03%
Radzionków	1,14%	0,01%
Ruda Śląska	8,26%	0,59%
Siemianowice Śląskie	9,29%	0,30%
Siewierz	6,45%	0,02%
Sławków	0,51%	0,00%
Sosnowiec	12,11%	1,19%
Świętochłowice	12,17%	0,26%
Wojkowice	13,36%	0,06%
Zabrze	5,36%	0,43%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT A2)

Tabela 2.25.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie A2

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	61	61
2	51	22
3	78	13
4	55	12

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.26.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant A2

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	3,06%	3,06%
Będzin	10,34%	0,43%
Bobrowniki	3,30%	0,05%
Bytom	10,85%	1,15%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	7,75%	0,41%
Czeladź	8,57%	0,12%
Dąbrowa Górnicza	8,19%	0,52%
Gierałtowice	44,14%	0,16%
Gliwice	10,58%	1,02%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	6,81%	1,60%
Knurów	8,81%	0,08%
Mysłowice	12,29%	0,36%
Psary	7,57%	0,03%
Radzionków	0,82%	0,01%
Ruda Śląska	7,30%	0,52%
Siemianowice Śląskie	7,90%	0,26%
Siewierz	6,45%	0,02%
Sławków	0,51%	0,00%
Sosnowiec	9,61%	0,94%
Świętochłowice	12,12%	0,26%
Wojkowice	10,17%	0,04%
Zabrze	4,67%	0,38%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT B1)

Tabela 2.27.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B1

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	50	12
3	86	7
4	54	7

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.28.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B1

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	4,18%	4,18%
Będzin	15,07%	0,62%
Bobrowniki	5,13%	0,08%
Bytom	14,10%	1,50%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	9,95%	0,53%
Czeladź	9,86%	0,14%
Dąbrowa Górnicza	11,54%	0,73%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	13,05%	1,26%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	10,11%	2,38%
Knurów	3,48%	0,03%
Mysłowice	14,35%	0,42%
Psary	11,73%	0,05%
Radzionków	1,53%	0,01%
Ruda Śląska	10,70%	0,76%
Siemianowice Śląskie	11,80%	0,38%
Siewierz	9,98%	0,03%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	13,84%	1,36%
Świętochłowice	16,22%	0,35%
Wojkowice	10,53%	0,05%
Zabrze	6,39%	0,52%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT B2)

Tabela 2.29.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie B2

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	50	12
3	72	11
4	54	7

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.30.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant B2

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	3,63%	3,63%
Będzin	13,72%	0,57%
Bobrowniki	5,11%	0,08%
Bytom	13,69%	1,45%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	9,24%	0,49%
Czeladź	7,24%	0,11%
Dąbrowa Górnicza	10,73%	0,68%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	12,09%	1,17%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	8,90%	2,10%
Knurów	3,44%	0,03%
Mysłowice	13,71%	0,40%
Psary	11,73%	0,05%
Radzionków	1,25%	0,01%
Ruda Śląska	9,79%	0,70%
Siemianowice Śląskie	10,45%	0,34%
Siewierz	9,98%	0,03%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	12,31%	1,21%
Świętochłowice	16,17%	0,35%
Wojkowice	8,69%	0,04%
Zabrze	5,91%	0,48%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT C1)

Tabela 2.31.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C1

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	106	48
3	44	14
4	18	3
5	22	3

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.32.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C1

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	4,06%	4,06%
Będzin	11,82%	0,49%
Bobrowniki	3,23%	0,05%
Bytom	12,22%	1,30%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	7,95%	0,43%
Czeladź	4,88%	0,07%
Dąbrowa Górnicza	10,01%	0,64%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	10,32%	1,00%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	8,65%	2,04%
Knurów	2,15%	0,02%
Mysłowice	11,37%	0,33%
Psary	9,23%	0,04%
Radzionków	0,84%	0,01%
Ruda Śląska	8,68%	0,62%
Siemianowice Śląskie	8,60%	0,28%
Siewierz	6,27%	0,02%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	12,33%	1,21%
Świętochłowice	15,67%	0,34%
Wojkowice	5,92%	0,03%
Zabrze	4,43%	0,36%

Źródło: Opracowanie własne.

WARIANT C2)

Tabela 2.33.

Liczebności warstw N_h i prób z warstw n_h w wariancie C2

Warstwa h	Rozmiar warstwy Nh	Rozmiar próby z warstwy Nh
1	75	75
2	99	48
3	40	14
4	17	3
5	20	3

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2.34.

Błędy szacunku liczby pasażerów w gminach i całym systemie transportowym KZK GOP: wariant C2

Gminy:	WBS: względem gminy	WBS*: względem systemu
1	2	3
WSZYSTKIE	3,40%	3,40%
Będzin	11,09%	0,46%
Bobrowniki	3,02%	0,05%
Bytom	11,46%	1,22%
Chełm Śląski	0,81%	0,00%
Chorzów	7,49%	0,40%
Czeladź	4,50%	0,07%
Dąbrowa Górnicza	9,48%	0,60%
Gierałtowice	0,46%	0,00%
Gliwice	9,73%	0,94%
Imielin	0,56%	0,00%
Katowice	7,51%	1,77%
Knurów	2,02%	0,02%
Mysłowice	10,70%	0,31%
Psary	8,60%	0,04%
Radzionków	0,74%	0,01%
Ruda Śląska	8,07%	0,58%
Siemianowice Śląskie	7,60%	0,25%
Siewierz	5,87%	0,02%
Sławków	0,54%	0,00%
Sosnowiec	11,42%	1,12%
Świętochłowice	14,82%	0,32%
Wojkowice	5,52%	0,02%
Zabrze	4,15%	0,34%

Źródło: Opracowanie własne.

3. OKREŚLENIE STATYSTYCZNEGO WSKAŹNIKA WPŁYWU TARYFOWEGO DLA POTRZEB METODY WYLICZANIA PRZYCHODOWOŚCI I DOCHODOWOŚCI LINII KOMUNIKACYJNYCH W KZK GOP

3.1. Uwagi wstępne

W związku z przyjęta metodą obliczania przychodowości i dochodowości linii komunikacyjnych niezmiernie ważne było oszacowanie statystycznego wskaźnika wpływu taryfowego znając liczbę przewożonych pasażerów wszystkimi liniami. Liczbę przewożonych pasażerów oszacowano na podstawie danych uzyskanych od Zleceniodawcy (częściowe wyniki badań przeprowadzane w latach 2001-2006). Roczną wielkość liczby przewożonych pasażerów wszystkimi liniami na terenie KZK GOP zweryfikowano stosując autorską metodę szacowania liczby przewożonych pasażerów na podstawie ankietowych badań struktury wykorzystywanych biletów oraz ruchliwości pasażerów korzystających z biletów okresowych[7].

Badania struktury wykorzystywanych biletów przez mieszkańców korzystających z usług transportu zbiorowego na terenie KZK GOP wykonano na podstawie wywiadów przeprowadzonych wśród pasażerów korzystających z tych usług przez zespół ankieterów składający się ze studentów Politechniki Krakowskiej. Badania przeprowadzono na próbie ponad 15 tys. pasażerów podróżujących na wytypowanych liniach autobusowych i tramwajowych.

Linie, na których przeprowadzono badania ankietowe wytypowano na podstawie następujących kryteriów:

- wg obszaru (linie obsługujące obszar KZK GOP wschodni, centralny i zachodni),
- wg napełnień (linie o wysokiej, średniej i niskiej liczbie pasażerów na 1 wozokm),
- linie obsługujące pojedyncze gminy oraz linie obsługujące kilka gmin,
- wg trakcji (linie autobusowe i tramwajowe),
- wg rodzaju linii (przyspieszone i normalne).

Wybrano linie nr:

6, 9, 32, 35, 43/133, 48, 67/97, 186, 604/644, 669, 814, 830, T9, T21, T41.

[7] W. Starowicz: Metoda określania liczby przewożonych pasażerów w publicznym transporcie w miastach, *„Transport Miejski i Regionalny*", 2005, nr 12, s. 22 – 27; O. Wyszomirski: Funkcjonowanie rynku komunikacji miejskiej, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego 1998, s. 125.

W wyniku badań ruchliwości mieszkańców uzyskano obraz wykorzystywania biletów poszczególnych grup jak również określono udziały przejazdów bezpłatnych i ulgowych. Identyfikowano też liczbę przejazdów bez biletu.

Badania prowadzono z rozróżnieniem typów dnia (roboczy, sobota, niedziela).

W celu określenia struktury rodzajowej biletów ankietowanym pasażerom zadawano pytanie o rodzaj posiadanego biletu lub uprawnienia do bezpłatnego przejazdu. W przypadku, gdy pasażer posługiwał się biletem okresowym lub posiadał uprawnienie do bezpłatnego przejazdu pytano dodatkowo o liczbę wszystkich przejazdów realizowanych **w dniu badania** (aby określić ruchliwości posiadaczy biletów okresowych tzn. liczbę przejazdów realizowanych przy pomocy tego biletu w okresie jego obowiązywania oraz ruchliwości pasażerów posiadających uprawnienia do bezpłatnego przejazdu).

Dodatkowo w przypadku biletu ulgowego lub przejazdu bezpłatnego notowano przyczynę posiadania ulgi.

3.2. Określenie liczby przewożonych pasażerów poszczególnymi liniami komunikacyjnymi

Liczbę przewożonych pasażerów poszczególnymi liniami określono w następujący sposób:

- jeżeli linia była badana został obliczony wskaźnik produktywności *k*:

$$k_{lD} = \frac{L_l}{P_l} \tag{3.1}$$

gdzie:

k_{lD} - wskaźnik produktywności linii l w dniu D,

D - R,S,N (dzień roboczy, sobota, niedziela),

L_l- liczba pasażerów z badań na linii l,

P_l- liczba wozokilometrów linii l, na której przeprowadzono badania.

- dla linii przebadanych wyznaczono:

$$\bar{k}_{KD} = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_{lKD}}{\sum_{i=1}^{n} P_{lKD}} \tag{3.2}$$

gdzie:

$\bar{k}_{KD}$ - wartość średnia wskaźnika produktywności k dla danego typu dnia *D* i rodzaju komunikacji *K*,

K – komunikacja autobusowa, tramwajowa,

L_l- liczba pasażerów uzyskana podczas badania w roku *r*, *r* = 2000, 2001, …, 2006,

P_l- liczba wzkm, na której przeprowadzono badania w roku *r*, *r* = 2000, 2001, …, 2006,

n – liczba linii w dniu *D* dla komunikacji *K*;

- jeżeli linia nie była badana, to ze wskaźnika produktywności k_{lD} przyjętego jako $\bar{k}_{KD}$ (wartość średnia dla rodzaju dnia i rodzaju komunikacji) obliczono liczbę pasażerów z iloczynu wskaźnika produktywności i liczby wykonanych wozokilometrów,
- liczbę pasażerów dla roku 2006 L_{2006} ustalono z zależności:

$$L_{2006} = \sum_{D=R,S,N} k_{lD} * P_{D2006} \tag{3.3}$$

gdzie:

L_{2006} – liczba pasażerów w 2006 r,

k_{lD} – wskaźnik produktywności linii *l* w dniu *D*,

P_{D2006} – liczba wozokilometrów wykonywanych na linii l we wszystkich dniach *D* w roku.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1.

Oszacowane liczby przewiezionych pasażerów na podstawie danych KZK GOP

Numer linii	% przebadania linii			Liczba przewiezionych pasażerów
	Niedziela	Dzień roboczy	Sobota	Rok
1	2			3
0	77	99	82	**1 211 001**
2	100	100	100	**55 993**
5	0	0	0	**1 211 145**
6	100	100	100	**3 214 279**
7	97	97	97	**3 428 854**
8	100	100	100	**476 454**
9	100	100	100	**925 199**
12	0	0	0	**2 278 831**
13	0	45	41	**1 910 500**
14	0	0	0	**1 614 630**
16	100	100	100	**655 940**
17	0	0	0	**625 271**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
18	100	100	100	**3 062 248**
19	0	0	0	**1 807 422**
20	100	100	100	**637 716**
22	0	100	0	**2 389 735**
23	100	98	100	**3 459 130**
24	100	100	100	**621 904**
25	100	100	98	**1 016 657**
26	90	90	90	**790 921**
27	100	100	100	**2 742 830**
28	100	100	100	**1 187 909**
30	98	100	98	**3 277 914**
32	34	34	36	**6 498 562**
34	100	100	100	**1 609 970**
35	100	100	100	**1 979 147**
37	100	95	100	**1 894 911**
39	57	41	57	**2 484 159**
40	68	41	86	**2 577 408**
41	100	100	100	**631 342**
42	100	100	100	**841 967**
43	92	100	92	**996 976**
44	0	85	51	**809 897**
46	0	99	0	**1 034 606**
47	99	99	99	**2 439 558**
48	37	39	37	**3 573 661**
49	0	94	0	**418 794**
50	95	100	95	**875 594**
51	0	54	0	**1 139 112**
52	0	0	0	**613 245**
53	0	0	0	**592 798**
55	100	100	100	**3 359 146**
57	100	100	100	**1 744 821**
58	100	27	100	**1 113 777**
59	100	100	100	**914 585**
60		100		**313 750**
61	0	100	50	**1 603 277**
66	0	0	0	**1 471 467**
67	100	100	100	**634 441**
68	100	100	100	**86 558**
70	0	64	0	**1 905 139**
71	100	65	100	**473 280**
72	0	0	0	**1 659 288**
73	0	0	0	**666 541**
74	100	100	100	**3 176 615**
76	100	100	100	**2 496 231**
77	100	100	100	**1 547 225**
79	100	100	100	**358 299**
80	100	100	100	**278 761**
81	100	100	100	**2 248 281**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
83	0	0	0	**1 302 736**
84	0	0	0	**2 479 236**
85	0	0	0	**601 516**
86		0		**441 509**
88	100	99	100	**732 522**
89	0	91	0	**875 423**
90	100	100	100	**593 863**
91	100	100	100	**1 176 409**
92	0	100	0	**828 007**
93		86		**58 232**
94	0	0	0	**886 433**
96	0	100	0	**552 911**
97	97	100	98	**500 288**
98	92	100	59	**708 329**
99	100	100	100	**741 418**
100	100	100	100	**1 112 046**
102		100		**355 667**
103		0		**144 576**
104	100	100	100	**572 672**
105		0		**332 575**
106	100	79	100	**633 546**
107	100	100	100	**309 296**
108		47		**739 195**
109	91	99	91	**2 151 047**
110	85	85	88	**2 258 390**
111	87	99	100	**2 160 884**
112		0		**336 340**
114	0	0	0	**625 414**
115	0	100	0	**1 038 339**
116	92	93	87	**1 230 652**
119		0		**64 758**
120	100	100	100	**768 339**
121	96	66	96	**2 439 562**
122		100		**183 983**
125	100	100	100	**458 144**
126	96	63	62	**2 703 523**
127	99	100	99	**324 567**
130	57	63	47	**1 393 859**
132	0	100	0	**279 571**
133		100		**563 495**
135		100		**165 409**
139	81	93		**1 181 826**
139			80	**141 544**
140	100	97		**677 070**
140			100	**77 532**
142		0		**12 048**
144		100		**703 553**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
144			100	**74 724**
146	29	34	29	**5 001 843**
147	88	45	59	**979 207**
148	0	0	0	**427 877**
149	100	100	100	**1 824 379**
150		93		**1 681 951**
154	0	61	0	**1 709 192**
155	100	95	100	**1 825 308**
156	100	53	76	**1 383 609**
158	0	0	0	**378 484**
160	64	100	64	**1 065 857**
165	75	97	93	**2 034 768**
166	99	99	99	**177 600**
167		100		**96 635**
168		0		**516 056**
169	0	100	0	**808 732**
170		100		**65 009**
173		0		**365 456**
174		0		**14 809**
175	99	100	99	**2 010 747**
176	0	90	0	**291 910**
177	100	95	100	**1 425 551**
178		64		**231 422**
179	0	0	0	**110 479**
182		44		**311 993**
183	0	99	0	**1 098 151**
184		100		**65 009**
185	0	0	0	**288 883**
186	93	57	92	**1 135 654**
187	95	97	95	**752 893**
188	0	0	0	**737 515**
192	0	0	0	**208 417**
193	0	89	0	**1 540 325**
194	95	61	95	**2 761 188**
196	0	100	0	**582 707**
197	100	64	100	**2 876 461**
198	100	60	100	**659 319**
199		89		**622 731**
200	100	100	100	**203 846**
201	0	53	0	**1 781 998**
202		46	0	**112 067**
209		100		**85 089**
212		0		**309 483**
213		100	100	**235 299**
215	49	95	53	**1 499 706**
217		59		**161 895**
219		100		**94 376**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
221		100		**575 292**
222	0	0		**346 373**
222			0	**42 016**
223		77	81	**419 618**
224		0		**61 997**
225	0	0	0	**501 344**
227	99	92	99	**300 042**
230	100	78	100	**1 150 327**
234	0	100	0	**858 020**
235		99		**197 286**
236		100		**123 743**
237		0		**156 122**
242		100		**59 487**
243	99	91	99	**138 366**
246		0		**74 045**
250	99	99	99	**400 785**
255	100	100	100	**1 773 229**
259	100	96	100	**1 349 055**
260	98	100	100	**1 639 637**
269	100	100	100	**643 936**
270		100		**405 114**
275		0		**210 087**
280		97		**1 434 967**
283		0		**33 383**
286	0	0	0	**214 776**
288		100	0	**131 630**
292	100	96	100	**700 959**
296	100	91	100	**2 147 857**
297	0	95	0	**2 229 861**
299	100	100	100	**1 287 423**
600	0	100	0	**590 438**
604	100	100	100	**973 406**
608	0	100	0	**385 322**
615		0		**162 648**
616	99	100	99	**724 993**
617	66	96	96	**2 741 560**
618		100		**362 946**
619		93	100	**126 692**
622	100	100	100	**2 193 209**
623	71	72	57	**4 712 883**
624	100	30	100	**846 164**
625	0	0	0	**408 929**
632	100	100	100	**1 913 482**
634	100	100	100	**1 984 405**
635	96	94	96	**1 053 486**
636	91	100	91	**195 131**
637	100	99	100	**689 864**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
644	0	0	0	**809 323**
646		0		**20 080**
648		94		**600 141**
653	100	99	100	**854 923**
657	0	0	0	**1 803 567**
662	0	0	0	**542 414**
663	0	61	0	**1 610 359**
664	0	23	0	**487 649**
665	0	0	0	**496 055**
669	100	52	100	**460 384**
672	59	72	78	**733 892**
673	99	100	99	**1 607 077**
674	0	100	0	**1 927 114**
675		0	0	**444 844**
676	100	81	100	**1 050 789**
677	84	54	73	**1 865 945**
678	0	89	0	**216 623**
688	99	100	99	**1 351 836**
689	100	100	100	**802 128**
690	0	0	0	**1 481 381**
692	48	62	55	**1 359 179**
695		100		**200 298**
699	100	58	78	**2 210 158**
700	0	0	0	**586 289**
702		87		**560 985**
708	100	100	100	**646 485**
710	92	92	93	**2 095 662**
717		0		**6 275**
719	0	100	100	**106 162**
720	0	0	0	**795 188**
721	100	100	100	**334 698**
722	0	0	0	**643 878**
723	100	100	100	**2 881 909**
735	100	100	100	**264 115**
740		0		**2 259**
741		0		**39 909**
744		100		**122 488**
750	100	100	100	**442 701**
752	0	100	0	**168 082**
753	0	99	0	**239 112**
788	0	77	0	**1 018 240**
800		99		**807 718**
801		100		**490 956**
804		73		**821 523**
805	0	0	0	**1 295 456**
807	100	99	100	**3 321 801**
808	0	95	0	**3 067 359**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
809	96	96	96	**269 815**
810		100		**385 536**
811	0	99	0	**2 773 852**
812		0		**277 857**
813		100		**296 682**
814	97	99	99	**1 884 580**
815	100	96	100	**2 211 973**
817		80		**103 914**
818		99		**203 812**
820	100	100	100	**2 232 236**
821		71		**333 077**
825		0		**332 073**
830	98	100	100	**1 452 766**
831		6		**631 767**
835		0		**1 087 081**
840	57	98	57	**3 105 840**
850	98	98	98	**1 239 875**
860		0		**789 646**
870		100	100	**1 564 737**
880		97		**177 206**
888		100		**28 363**
900		96		**117 217**
901		100	0	**148 316**
902		0		**140 811**
903	0	0	0	**172 040**
904	79	79	79	**13 836**
912	0	0	0	**946 016**
921		81	85	**159 109**
926	97		98	**275 696**
928		99	99	**505 276**
930	0	0	0	**198 316**
931	62	94	62	**1 293 475**
932		77		**1 099 631**
933		0		**370 225**
935		100		**276 351**
936		55		**47 439**
949		0	0	**200 891**
952		100		**36 395**
953		0		**257 275**
954	0	0	0	**542 286**
955	0	0	0	**561 850**
959	0	0	0	**46 948**
969		100		**35 391**
974		82		**1 048 176**
982	100	99	100	**1 275 491**
984		0		**257 275**
995	100	100	100	**503 665**

cd. Tabela 3.1

1	2			3
998	100	88	100	**320 467**
10/910	92	98	92	**2 461 611**
11/911	94	100	94	**3 419 440**
138/238	0	100	0	**1 423 732**
221bis	0	0	0	**527 950**
35bis		100	100	**1 000 967**
58bis		31		**10 291**
803/806	98	81	100	**1 370 067**
8bis			6	**258 440**
MB		100		**42 168**
N-84	100	100	100	**46 318**
T1	0	0	0	**5 684 058**
T3	100	100	100	**4 070 717**
T4		0	0	**4 434 473**
T5	95	74	90	**7 379 820**
T6	99	100	100	**5 973 116**
T7	32	37	19	**14 507 577**
T9	49	52	46	**4 245 241**
T11	55	53	50	**5 731 420**
T12	100	62	100	**2 197 992**
T13	35	37	53	**3 525 622**
T14	100	99	100	**4 759 643**
T15	72	91	74	**4 843 904**
T16	43	72	95	**4 993 647**
T17	0	0	0	**2 280 784**
T18	61	57	61	**2 511 242**
T19	100	100	78	**3 418 468**
T20	0	71	0	**1 906 984**
T21	80	97	80	**6 050 551**
T22/T32	89	95	91	**4 729 791**
T23		100		**845 619**
T24	68	55	53	**2 499 402**
T26	53	47	53	**6 778 423**
T27	0	100	0	**5 137 334**
T28		100	97	**1 019 394**
T30		73		**505 514**
T31	0	100	0	**569 747**
T33		51		**131 022**
T34	100	100	100	**328 966**
T35		100	100	**317 616**
T36	0	0	0	**3 705 841**
T37		16		**2 981 629**
T38	100	100	100	**341 712**
T41	99	100	94	**7 502 212**
Suma końcowa				**428 981 297**

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać w 2006 roku przewozi się wszystkimi liniami

428 981 297 pasażerów.

Charakterystykę liczby linii z podziałem na udziały procentowe przebadania kursów linii przedstawiono w tabeli 3.2.

Jak widać tylko 82 linie w niedziele (ok. 34%), 75 linii w dniu roboczym (ok. 23%) i 84 linie w soboty (ok. 33%) nie były w ogóle badane i wielkość przewożonych pasażerów była szacowana na podstawie średniego wskaźnika produktywności. Z kolei 122 linie w niedziele (ok. 52%), 183 linie w dniu roboczym (ok. 55%) i 130 linii w soboty (ok. 51%) były przebadane w stu procentach kursów.

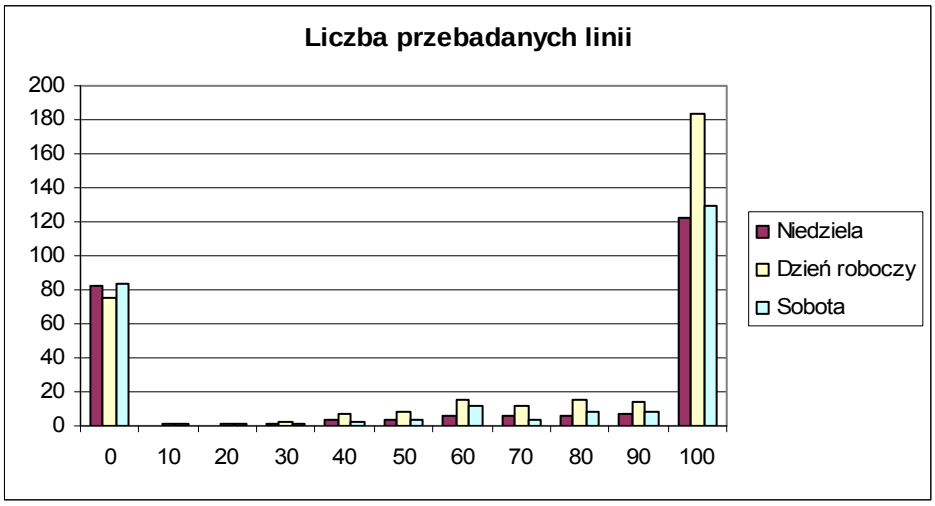
Tabela 3.2.

Charakterystyka liczby przebadanych linii

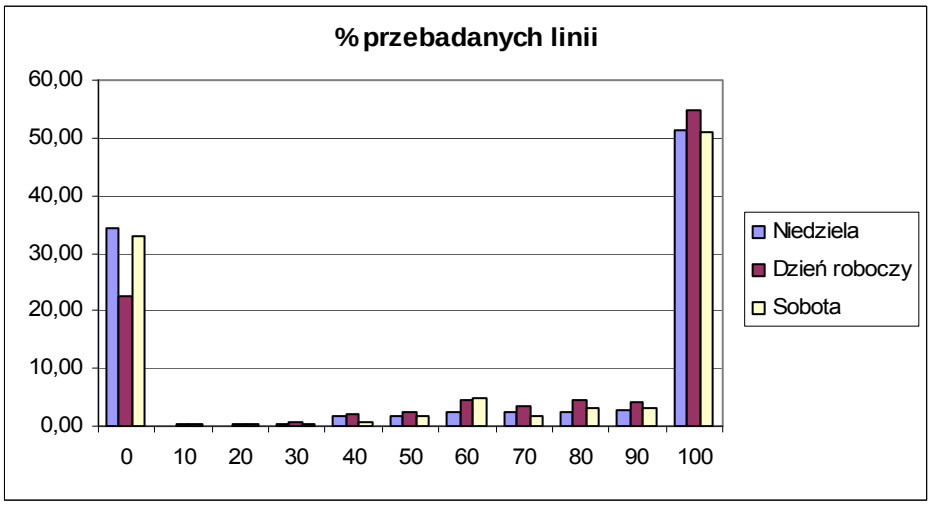
	Liczba linii przebadanych			% przebadanych linii		
% kursów badanych na linii	Niedziela	Dzień roboczy	Sobota	Niedziela	Dzień roboczy	Sobota
0	82	75	84	34,45	22,52	32,94
10	0	1	1	0,00	0,30	0,39
20	0	1	1	0,00	0,30	0,39
30	1	2	1	0,42	0,60	0,39
40	4	7	2	1,68	2,10	0,78
50	4	8	4	1,68	2,40	1,57
60	6	15	12	2,52	4,50	4,71
70	6	12	4	2,52	3,60	1,57
80	6	15	8	2,52	4,50	3,14
90	7	14	8	2,94	4,20	3,14
100	122	183	130	51,26	54,95	50,98
Liczba linii	238	333	255	100,00	100,00	100,00

Źródło: Opracowanie własne

Wielkości te ilustrują rysunki 3.1 i 3.2.



Rys. 3.1. Liczba przebadanych w latach 2000 – 2006 linii komunikacyjnych w KZK GOP wg procentowego udziału kursów badanych na tych liniach
Źródło: Opracowanie własne



Rys. 3.2. Liczba przebadanych w latach 2000 – 2006 linii komunikacyjnych w KZK GOP w według procentowego udziału kursów badanych na tych liniach(%)
Źródło: Opracowanie własne

3.3. Weryfikacja ogólnej liczby przewożonych pasażerów wszystkimi liniami komunikacyjnymi w KZK GOP w 2006 r.

Do określenia liczby przewożonych pasażerów zastosowano autorską metodologię stosowaną z powodzeniem w innych miastach.

Dysponując strukturą wykorzystania biletów w poszczególnych typach dnia tygodnia oraz znając przewidywaną w 2006 roku wartość przychodów ze sprzedaży biletów netto:

$$\mathbf{P_{rz} = 221\ mln\ zł}$$

oraz przyjmując dla uzyskania porównywalnych wyników wartość przychodów powiększoną o 7 % VAT, czyli brutto:

$$\mathbf{P_{rz} = 236,47\ \ mln\ zł}$$

obliczono liczbę realizowanych przejazdów rozwiązując następujące równanie:

$$P_{rz} = \sum_{j=1}^{m}(c_j^r \cdot w_j^r \cdot 251 \cdot L_r) + \sum_{j=1}^{m}(c_j^s \cdot w_j^s \cdot 52 \cdot L_s) + \sum_{j=1}^{m}(c_j^n \cdot w_j^n \cdot 62 \cdot L_n) \qquad (3.4)$$

gdzie:

c_j^r, c_j^s, c_j^n - jednostkowa cena przejazdu na podstawie różnych typów biletów w dniu roboczym, sobotę, niedzielę,

w_j^r, w_j^s, w_j^n - udział procentowy przejazdów ulgowych w różnych typach biletów w dniu roboczym, sobotę, niedzielę,

251, 52, 62 - liczba dni roboczych, sobót, niedziel w roku,

L_r, L_s, L_n - liczba przejazdów w dniu roboczym, sobotę, niedzielę,

m - liczba typów biletów.

Jest to równanie z trzema niewiadomymi. Zakładając relacje między: L_r, L_s i L_n można to równanie sprowadzić do równania z jedną niewiadomą.

Dla KZK GOP struktura przejazdów według typu dnia wynosi (na podstawie oszacowanej liczby przewożonych pasażerów wg danych KZK GOP):

$$\mathbf{L_s = 0,547\ L_r}$$

$$\mathbf{L_n = 0,338\ L_r.}$$

Pozwoli to na przekształcenie równania do postaci:

$$P_{rz} = L_r \cdot [\sum_{j=1}^{m}(c_j^r \cdot w_j^r \cdot 251) + 0{,}547\sum_{j=1}^{m}(c_j^s \cdot w_j^s \cdot 52) + 0{,}338\sum_{j=1}^{m}(c_j^n \cdot w_j^n \cdot 62)] \qquad (3.5)$$

Wyliczone wartości sum z powyższego wzoru wynoszą odpowiednio:

- dla dnia roboczego - 138,22
- dla soboty - 29,55
- dla niedzieli - 33,10

Zatem:

$$\mathbf{P_{rz} = 165,58.}\ L_r$$

Stąd liczba przejazdów w dniu roboczym wyniesie:

$$\mathbf{L_r = P_{rz}/165,58 = 1\ 428\ 158}$$

Zatem łączna liczba przejazdów w 2006 roku wyniesie:

- w dniach roboczych $251 \bullet L_r$ = 358,468 mln przejazdów,

– w soboty 52 • 0,547 Lr = 38,202 mln przejazdów,

– w niedziele 62 • 0,338 Lr = 32,611 mln przejazdów,

– w roku **429,281 mln przejazdów**.

Szczegółowe wyniki obliczeń zawarto w tabelach 3.3 (dzień roboczy), 3.4 (sobota), 3.5 (niedziela).

Tabela 3.3.

Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla dni roboczych

Rodzaj biletu			Cena biletu	Jednostkowa cena przejazdu	Struktura procentowa biletów	Liczba pasażerów (mln)
Jednorazowy normalny	w granicach jednego miasta (gminy)		2,40	**2,40**	3,36	12,044
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		2,90	**2,90**	2,10	7,527
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		3,50	**3,50**	1,63	5,843
Jednorazowy ulgowy	w granicach jednego miasta (gminy)		1,20	**1,20**	3,50	12,546
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		1,45	**1,45**	3,37	12,075
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,75	**1,75**	1,35	4,839
Okresowy normalny	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	82,00	**0,55**	7,42	26,598
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	96,00	**0,45**	9,46	33,911
		linie aut/tram, teren jednego miasta	78,00	**0,56**	3,59	12,868
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	92,00	**0,44**	3,33	11,936
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	200,00	**0,52**	0,23	0,807
		w granicach dwóch lub więcej gmin	240,00	**0,48**	1,22	4,379
	na okaziciela	1-dniowy	12,00	**1,52**	0,30	1,062
		2-dniowy	18,00	**1,44**	0,11	0,382
		5-dniowy	30,00	**1,34**	0,20	0,722
		7-dniowy	34,00	**1,12**	0,20	0,722
		14-dniowy	56,00	**1,08**	0,37	1,318
		miesięczny	108,00	**0,55**	3,11	11,148
Okresowy ulgowy	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	41,00	**0,27**	7,97	28,569
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	48,00	**0,22**	8,72	31,258
		linie aut/tram, teren jednego miasta	39,00	**0,28**	4,85	17,385
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	46,00	**0,22**	4,95	17,744
		szkolny	30,00	**0,20**	2,67	9,571
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	100,00	**0,26**	0,49	1,743
		w granicach dwóch lub więcej gmin	120,00	**0,24**	1,97	7,057
	na okaziciela	1-dniowy	6,00	**0,80**	0,17	0,595
		2-dniowy	9,00	**0,78**	0,04	0,127
		5-dniowy	15,00	**0,66**	0,18	0,637
		7-dniowy	17,00	**0,58**	0,19	0,680
Przejazdy bezpłatne				0	15,23	54,594
Przejazdy bez biletu				0	7,75	27,764
Razem					**100,00**	**358,468**

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3.4.

Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla sobót

Rodzaj biletu			Cena biletu	Jednostkowa cena przejazdu	Struktura procentowa biletów	Liczba pasażerów (mln)
Jednorazowy normalny	w granicach jednego miasta (gminy)		2,40	2,40	3,38	1,291
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		2,90	2,90	2,31	0,882
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		3,50	3,50	1,74	0,664
Jednorazowy ulgowy	w granicach jednego miasta (gminy)		1,20	1,20	3,32	1,268
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		1,45	1,45	3,98	1,520
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,75	1,75	1,52	0,580
Okresowy normalny	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	82,00	0,55	7,24	2,765
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	96,00	0,45	10,01	3,823
		linie aut/tram, teren jednego miasta	78,00	0,56	3,08	1,176
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	92,00	0,44	5,12	1,955
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	200,00	0,52	0,40	0,152
		w granicach dwóch lub więcej gmin	240,00	0,48	2,01	0,767
	na okaziciela	1-dniowy	12,00	1,52	0,13	0,050
		2-dniowy	18,00	1,44	0,01	0,003
		5-dniowy	30,00	1,34	0,05	0,020
		7-dniowy	34,00	1,12	0,36	0,137
		14-dniowy	56,00	1,08	1,04	0,396
		miesięczny	108,00	0,55	3,32	1,268
Okresowy ulgowy	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	41,00	0,27	7,23	2,761
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	48,00	0,22	7,84	2,994
		linie aut/tram, teren jednego miasta	39,00	0,28	3,80	1,451
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	46,00	0,22	4,62	1,764
		szkolny	30,00	0,20	0,00	0
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	100,00	0,26	0,24	0,091
		w granicach dwóch lub więcej gmin	120,00	0,24	0,99	0,376
	na okaziciela	1-dniowy	6,00	0,80	0,03	0,010
		2-dniowy	9,00	0,78	0,00	0
		5-dniowy	15,00	0,66	0,08	0,030
		7-dniowy	17,00	0,58	0,19	0,071
Przejazdy bezpłatne				0	17,15	6,551
Przejazdy bez biletu				0	8,81	3,367
Razem					100,00	38,202

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3.5.

Wyniki obliczeń liczby pasażerów dla niedziel

Rodzaj biletu			Cena biletu	Jednostkowa cena przejazdu	Struktura procentowa biletów	Liczba pasażerów (mln)
Jednorazowy normalny	w granicach jednego miasta (gminy)		2,40	2,40	3,28	1,069
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		2,90	2,90	2,15	0,701
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		3,50	3,50	1,25	0,407
Jednorazowy ulgowy	w granicach jednego miasta (gminy)		1,20	1,20	3,90	1,271
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		1,45	1,45	3,26	1,063
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,75	1,75	1,76	0,573
Okresowy normalny	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	82,00	0,55	7,58	2,471
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	96,00	0,45	8,07	2,631
		linie aut/tram, teren jednego miasta	78,00	0,56	2,35	0,766
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	92,00	0,44	5,57	1,816
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	200,00	0,52	0,07	0,021
		w granicach dwóch lub więcej gmin	240,00	0,48	2,76	0,900
	na okaziciela	1-dniowy	12,00	1,52	0,13	0,042
		2-dniowy	18,00	1,44	0,03	0,010
		5-dniowy	30,00	1,34	0,01	0,003
		7-dniowy	34,00	1,12	0,22	0,071
		14-dniowy	56,00	1,08	0,59	0,193
		miesięczny	108,00	0,55	3,13	1,020
Okresowy ulgowy	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	41,00	0,27	7,51	2,449
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	48,00	0,22	8,08	2,635
		linie aut/tram, teren jednego miasta	39,00	0,28	3,99	1,301
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	46,00	0,22	3,51	1,144
		szkolny	30,00	0,20	0,00	0
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	100,00	0,26	0,26	0,085
		w granicach dwóch lub więcej gmin	120,00	0,24	0,99	0,322
	na okaziciela	1-dniowy	6,00	0,80	0,33	0,107
		2-dniowy	9,00	0,78	0,03	0,010
		5-dniowy	15,00	0,66	0,10	0,032
		7-dniowy	17,00	0,58	0,46	0,150
Przejazdy bezpłatne				0	19,40	6,326
Przejazdy bez biletu				0	9,22	3,007
Razem					100,00	32,611

Źródło: Opracowanie własne

Sprawdzeniem metody było zsumowanie wpływów ze zrealizowanych przewozów jako sumy iloczynów jednostkowej ceny za przejazd i liczby przejazdów. Uzyskana w ten sposób kwota globalna wyniosła

235,35 mln zł.

Przyjęte wpływy rzeczywiste ze sprzedaży biletów (dane Zleceniodawcy) wyniosły

236,47 mln zł.

Oznacza to, że błąd obliczeń wyniósł:

1,12 mln zł, tj. 0,47%

Należy uznać, że oszacowana liczba realizowanych przewozów jest na podstawie danych cząstkowych KZK GOP jest obarczona małym błędem. Weryfikacja oszacowań w kolejnych latach pozwoli na dokładniejsze określenie tych wielkości.

3.4. Określenie przychodowości linii

Przychodowość linii należy określać jako iloczyn liczby przewiezionych pasażerów oraz statystycznego wskaźnika wpływu taryfowego.

Sugeruje się przyjmowanie wartości statystycznego wskaźnika wpływu taryfowego stałego dla wszystkich linii komunikacyjnych jako ilorazu globalnych wpływów uzyskanych ze sprzedaży biletów i liczby przewożonych pasażerów.

Dla roku 2006 przyjmie on wartość brutto:

236,47 mln zł / 428 981 297 pasażerów = 0,5512zł = 55,12 groszy

Ze względu na brak możliwości przypisania wpływów z biletów do konkretnego obszaru (np. gmina lub linia) dalsze rozwarstwianie wskaźnika nie jest możliwe.

W kolejnych latach należy weryfikować liczbę przewożonych pasażerów i tym samym wartość statystycznego wskaźnika wpływów taryfowych. Weryfikacja odbywać się będzie na podstawie wyników pomiarów liczby pasażerów na wybranych liniach komunikacyjnych w KZK GOP.

3.5. Dodatkowe informacje uzyskane w wyniku badań ankietowych pasażerów

3.5.1. Liczba wykonanych badań ankietowych

Łącznie przeankietowano ponad 15 tysięcy osób. Tabela 3.6 zawiera zestawienie liczebności próby statystycznej w poszczególnych typach dni i okresach doby.

Jak widać ocena sytuacji w dniu roboczym dokonana jest na podstawie ok. 8,5 tys. ankiet (ok. 55 %), w sobotę na podstawie ok. 3,7 tys. ankiet (ok. 25 %), a w niedziele na podstawie ok. 3 tys. ankiet (ok. 20 %).

Tabela 3.6.

Liczba wykonanych ankiet

Typ dnia	Liczba ankietowań	Udział %
Roboczy	8431	55,39
Sobota	3755	24,67
Niedziela	3036	19,94
Łącznie	**15222**	**100**

Źródło: Opracowanie własne

3.5.2. Struktura rodzajowa biletów i jej analiza

Strukturę wykorzystywania biletów w poszczególnych typach dni tygodnia przedstawiono w tabeli 3.7.

Tabela 3.7.

Struktura wykorzystania biletów

Rodzaj biletu			Udział procentowy			
			Roboczy	Sobota	Niedziela	Dzień statystyczny
1			2	3	4	5
Jednorazowy normalny	w granicach jednego miasta (gminy)		3,36	3,38	3,28	3,35
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		2,10	2,31	2,15	2,14
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,63	1,74	1,25	1,58
Jednorazowy ulgowy	w granicach jednego miasta (gminy)		3,50	3,32	3,90	3,54
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		3,37	3,98	3,26	3,44
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,35	1,52	1,76	1,44
Okresowy normalny	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	7,42	7,24	7,58	7,42
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	9,46	10,01	8,07	9,30
		linie aut/tram, teren jednego miasta	3,59	3,08	2,35	3,31
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	3,33	5,12	5,57	3,97
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	0,23	0,40	0,07	0,22
		w granicach dwóch lub więcej gmin	1,22	2,01	2,76	1,60
	na okaziciela	1-dniowy	0,30	0,13	0,13	0,25
		2-dniowy	0,11	0,01	0,03	0,08
		5-dniowy	0,20	0,05	0,01	0,15
		7-dniowy	0,20	0,36	0,22	0,23
		14-dniowy	0,37	1,04	0,59	0,50
		miesięczny	3,11	3,32	3,13	3,14

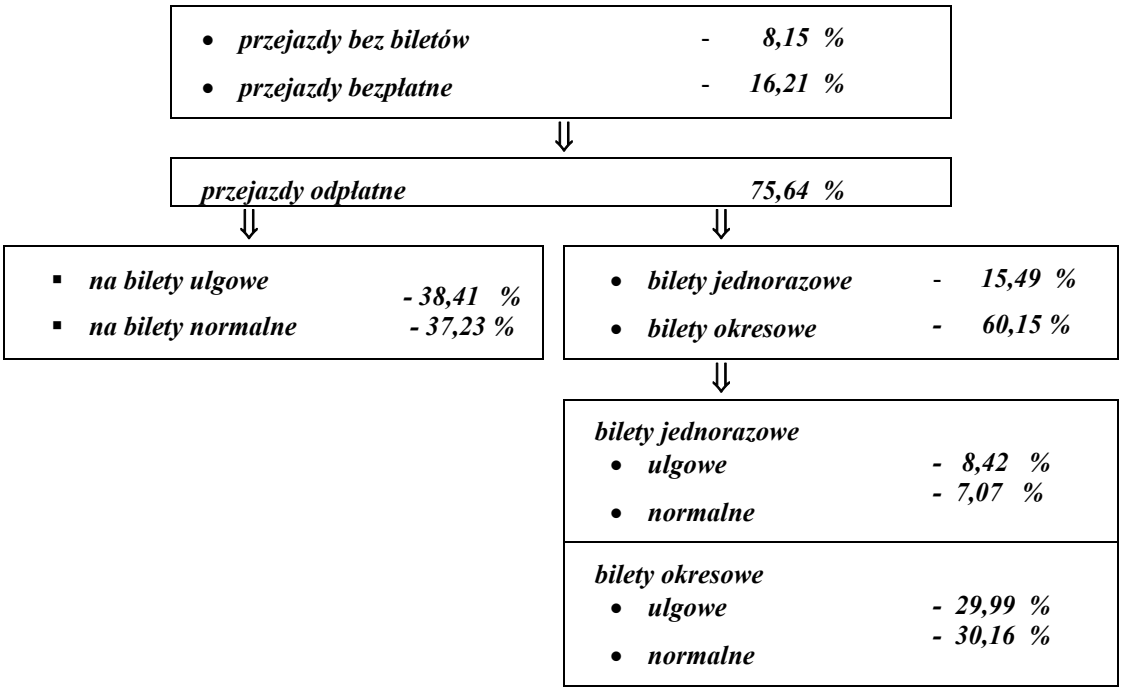
cd. Tabela 3.7

1			2	3	4	5
Okresowy ulgowy	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	7,97	7,23	7,51	7,79
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	8,72	7,84	8,08	8,49
		linie aut/tram, teren jednego miasta	4,85	3,80	3,99	4,55
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	4,95	4,62	3,51	4,66
		szkolny	2,67	0,00	0,00	1,84
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	0,49	0,24	0,26	0,41
		w granicach dwóch lub więcej gmin	1,97	0,99	0,99	1,66
	na okaziciela	1-dniowy	0,17	0,03	0,33	0,17
		2-dniowy	0,04	0,00	0,03	0,03
		5-dniowy	0,18	0,08	0,10	0,15
		7-dniowy	0,19	0,19	0,46	0,24
Przejazdy bezpłatne			15,23	17,15	19,40	16,21
Przejazdy bez biletu			7,75	8,81	9,22	8,15
Razem			100,00	100,00	100,00	100,00

Źródło: Opracowanie własne

Poglądową charakterystykę struktury wykorzystywanych biletów w środkach komunikacyjnych KZK GOP w dniu statystycznym (dzień statystyczny to dzień średni z 251 dni roboczych, 52 sobót i 62 niedziel) przedstawiono na poniższym schemacie.

Dzień statystyczny



3.5.3. Analiza struktury przejazdów ulgowych

Analizie poddano grupy osób korzystające z prawa do przejazdów ulgowych. Taryfa biletowa przewiduje osiem grup osób uprawnionych do ulgi:

- **ulgi ustawowe:**
  - studenci,
  - kombatanci,
  - osoby represjonowane,
- **ulgi gminne:**
  - uczniowie,
  - emeryci,
  - osoby niepełnosprawne, renciści,
  - dzieci 4 - 7 lat.

Wyniki zestawiono w tabeli 3.8.

Tabela 3.8.

Struktura przejazdów ulgowych

Struktura przejazdów ulgowych	Udział procentowy			
	Roboczy	Sobota	Niedziela	Rok statystyczny
Ulgi ustawowe				
studenci	28,6	25,4	35,0	29,20
kombatanci	0,0	0,1	0,0	0,02
osoby represjonowane	0,0	0,0	0,0	0,00
Łącznie:	28,56	25,56	34,99	29,22
Ulgi gminne				
uczniowie	35,2	36,2	28,1	34,15
emeryci	28,2	30,5	28,7	28,61
dzieci w wieku 4 - 7 lat	1,3	2,2	2,7	1,64
osoby niepełnosprawne, renciści	6,8	5,5	5,5	6,37
Łącznie:	71,44	74,44	65,01	70,78
Razem	100	100	100	100

Źródło: Opracowanie własne

Największą grupę wśród pasażerów korzystających z wszystkich typów biletów ulgowych w **dniu statystycznym** stanowią uczniowie – **34,15 %** oraz studenci – **29,20 %.** Kolejną dużą grupą są emeryci – **28,61 %. Te trzy grupy realizują aż ok. 92 %**

przejazdów. Przejazdy na podstawie ulg ustawowych stanowią **29,22 %,** a na podstawie ulg gminnych **70,78 %.**

3.5.4. Odpłatność za jeden przejazd pasażerów korzystających z biletów okresowych

Na podstawie przeprowadzonych badań wśród pasażerów korzystających z usług KZK GOP określono strukturę procentową wykorzystania wszystkich typów biletów w realizowanych podróżach. Na podstawie ceny biletu oraz ruchliwości obliczono odpłatność za jeden przejazd.

Jednostkowe ceny przejazdów zestawiono w tabeli 3.9.

Tabela 3.9.

Jednostkowe ceny przejazdów

Rodzaj biletu			Cena biletu	Jednostkowa cena przejazdu
1			2	3
Jednorazowy normalny	w granicach jednego miasta (gminy)		2,40	2,40
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		2,90	2,90
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		3,50	3,50
Jednorazowy ulgowy	w granicach jednego miasta (gminy)		1,20	1,20
	w granicach dwóch sąsiadujących miast (gmin)		1,45	1,45
	w granicach trzech i więcej miast (gmin)		1,75	1,75
Okresowy normalny	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	82,00	0,55
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	96,00	0,45
		linie aut/tram, teren jednego miasta	78,00	0,56
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	92,00	0,44
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	200,00	0,52
		w granicach dwóch lub więcej gmin	240,00	0,48
	na okaziciela	1-dniowy	12,00	1,52
		2-dniowy	18,00	1,44
		5-dniowy	30,00	1,34
		7-dniowy	34,00	1,12
		14-dniowy	56,00	1,08
		miesięczny	108,00	0,55

cd. Tabela 3.9

1			2	3
Okresowy ulgowy	miesięczny imienny	wszystkie linie, teren jednego miasta	41,00	0,27
		wszystkie linie, teren dwóch lub więcej miast	48,00	0,22
		linie aut/tram, teren jednego miasta	39,00	0,28
		linie aut/tram, teren dwóch lub więcej miast	46,00	0,22
		szkolny	30,00	0,20
	kwartalny imienny	w granicach jednej gminy	100,00	0,26
		w granicach dwóch lub więcej gmin	120,00	0,24
	na okaziciela	1-dniowy	6,00	0,80
		2-dniowy	9,00	0,78
		5-dniowy	15,00	0,66
		7-dniowy	17,00	0,58
Przejazdy bezpłatne				0,00
Przejazdy bez biletu				0,00

Źródło: Opracowanie własne

3.5.5. Analiza struktury przejazdów bezpłatnych

Analizie poddano grupy osób korzystających z prawa do przejazdów bezpłatnych. Taryfa obowiązująca w KZK GOP przewiduje 9 grup osób uprawnionych:

- **ulgi ustawowe:**
  - parlamentarzyści,
  - inwalidzi wojenni i wojskowi oraz ich opiekunowie,
  - uczniowie szkół specjalnych oraz ich opiekunowie,
- **ulgi gminne:**
- dzieci do lat 4,
  - inwalidzi oraz ich opiekunowie,
  - osoby powyżej 70 lat,
  - radni Rad Miast,
  - osoby ociemniałe,
  - pracownicy KZK GOP tylko podczas przejazdów służbowych; pracownicy przewoźników oraz członkowie ich rodzin mający prawo do biletów R-1, których roczny koszt wynosi obecnie 130 zł za jeden bilet.

Zbiorcze wyniki struktury przejazdów bezpłatnych z podziałem na dni tygodnia zestawiono w tabeli 3.10.

Tabela 3.10.

Struktura przejazdów bezpłatnych

Struktura przejazdów bezpłatnych	Udział procentowy			
	Roboczy	Sobota	Niedziela	Dzień statystyczny
Ulgi ustawowe				
posłowie i senatorowie	0,4	0,2	0,0	0,24
inwalidzi wojenni	0,5	0,5	0,0	0,40
uczniowie szkół specjalnych	3,0	0,8	0,5	1,87
Łącznie ulgi ustawowe:	3,97	1,40	0,51	2,50
Ulgi gminne				
dzieci do 4 roku życia	6,8	11,5	11,0	8,98
inwalidzi I grupy	12,7	9,9	10,5	11,48
osoby powyżej 70 roku życia	64,4	71,6	71,0	67,75
osoby ociemniałe	0,5	0,9	0,3	0,56
radni Rad Miast	0,1	0,0	0,2	0,08
pracownicy przewoźników oraz członkowie ich rodzin	11,7	4,7	6,6	8,66
Łącznie ulgi gminne:	96,06	98,60	99,64	97,50
Razem	100	100	100	100

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać najliczniejszą grupą pasażerów korzystających z przejazdów bezpłatnych w **dniu statystycznym** są osoby powyżej 70 roku życia. – **67,75 %.** Drugą istotną grupą są inwalidzi I grupy i ich przewodnicy – **11,48 %.** Nieistotnymi grupami są: posłowie i senatorowie, inwalidzi wojenni, osoby ociemniałe i radni Rad Miast. Pracownicy przewoźników oraz członkowie ich rodzin stanowią **8,66 %.** Dzieci do lat 4 stanowią **8.98 %.** Łącznie przejazdy na podstawie ulg ustawowych stanowią **2,5 %,** a na podstawie ulg gminnych **97,5 %.**

3.5.6. Analiza przejazdów bez biletu

W trakcie ankietowania stwierdzono łącznie **1264** przypadki przejazdów bez biletu. Sytuację w tym zakresie w rozbiciu na badane dni tygodnia przedstawiono w tabeli 3.11.

Tabela 3.11.

Liczba przejazdów bez biletu

Lp.	Rodzaj dnia	Liczba zarejestrowanych przejazdów	Udział procentowy
1	Roboczy	653	7,75
2	Sobota	331	8,81
3	Niedziela	280	9,22
		Średnia	8,14

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać, w dni wolne od pracy zwiększona jest liczba przejazdów bez biletu.

4. METODA ROZDZIAŁU ŁĄCZNEJ DOPŁATY NA FUNKCJONOWANIE KOMUNIKACJI W KZK GOP NA GMINY CZŁONKOWSKIE

Przyjęto, że metoda rozdziału łącznej dopłaty na gminy członkowskie będzie wykonywana w następujących krokach:

- określenie statystycznego wpływu taryfowego;
- określenie liczby przewożonych pasażerów;
- określenie dochodu z każdej linii w trzech typach dni tygodnia (roboczy, sobota i niedziela) oraz w roku;
- określenie kosztów zarządzania przez KZK GOP;
- określenie kosztu każdej linii w trzech typach dni tygodnia (roboczy, sobota i niedziela) oraz w roku;
- określenie wyniku finansowego każdej linii w roku jako różnicy między kosztami linii z uwzględnieniem kosztów zarządzania, a dochodami linii;
- określenie rozdziału wyniku finansowego linii na gminy, które linia obsługuje wg przyjętego kryterium;
- zsumowanie cząstkowych kwot z rozdziału poszczególnych linii na gminy w poszczególnych gminach.

Kryterium zgodności systemu obliczającego wyniki finansowe linii oraz rozdzielającego je na gminy będzie różnica między sumaryczną kwotą wyliczoną wg zaproponowanej metody dla wszystkich gmin, a kwotą dotacji uzyskiwanych przez KZK GOP.

4.1. Kryteria rozdziału dotacji (liczba wsiadających pasażerów, liczba wozokilometrów, długość trasy)

Kryteria rozdziału wyników finansowych poszczególnych linii mogą być różne:

- liczba mieszkańców danej gminy (bo komunikacja ich obsługuje);
- liczba kilometrów linii komunikacyjnych na terenie gminy (bo ona mówi o dostępności komunikacji dla mieszkańców);
- liczba wozokilometrów wykonywanych w obsłudze danej gminy (bo ona mówi o intensywności obsługi komunikacyjnej);
- liczba pasażerów wsiadających do pojazdów na terenie gminy (bo ona mówi o wykorzystaniu linii przez mieszkańców).

System komputerowy pozwala na dowolne przyjęcie kryterium rozdziału. Dla celów testowych i zgodnie z rekomendacją zawartą w rozdziale pierwszym opracowania przyjęto, że kryterium tym będzie udział procentowy liczby wozokilometrów wykonywanych na poszczególnych liniach komunikacyjnych w KZK GOP w obsłudze danej gminy.

4.2. System komputerowy wspomagający metodę rozdziału łącznej dopłaty KZK GOP na funkcjonowanie komunikacji na gminy członkowskie

Zgodnie z oczekiwaniami Zleceniodawcy opracowano aplikację komputerową w postaci programu w arkuszu kalkulacyjnym Excel pozwalającą na realizację algorytmu obliczania wyniku finansowego wszystkich linii oraz rozdziału wyniku finansowego na poszczególne gminy.

Aplikacja ma charakter rozwojowy i pozwala na dokonywanie zmian (nowe linie, nowe gminy, zmiana wielkości pracy eksploatacyjnej) oraz weryfikację obliczeń w kolejnych latach na podstawie szacowania liczby przewożonych pasażerów dana linią. Aplikacja została szczegółowo omówiona w załączniku nr 6.

Dla pokazania możliwości obliczeniowych aplikacja została uruchomiona na bazie danych za 2006 rok. Dane wejściowe przyjęto wg następujących zasad:

- określenie statystycznego wpływu taryfowego – dodatkowe badania przeprowadzone zgodnie z zasadami opisanymi w rozdziale 3opracowania;
- określenie liczby przewożonych pasażerów – na podstawie danych Zleceniodawcy z badań w latach 2000 – 2006; w przypadku danych niepełnych dla linii rozszerzano próbę poprzez wartość liczby przewożonych pasażerów na jeden wozokilometr trasy linii; w przypadku braku danych dla linii określano ją na podstawie wartości średniej liczby przewożonych pasażerów na jeden wozokilometr dla wszystkich linii o znanej liczbie pasażerów;
- określenie dochodu z każdej linii w trzech typach dni tygodnia (roboczy, sobota i niedziela) oraz w roku – na podstawie znanej liczby przewożonych pasażerów i kwoty statystycznego wpływy taryfowego od przeciętnego pasażera;
- określenie kosztów zarządzania przez KZK GOP – na podstawie danych Zleceniodawcy - jako różnicy między rzeczywistymi kosztami zarządzania, a dodatkowymi wpływami pozataryfowymi;

- określenie kosztu każdej linii w trzech typach dni tygodnia (roboczy, sobota i niedziela) oraz w roku – jako iloczyn liczby wykonywanych wozokilometrów i kosztów jednostkowych z uwzględnieniem kosztów zarządzania;
- określenie wyniku finansowego (dochodowości) każdej linii w roku - jako różnicy między kosztami linii, a dochodami linii (przychodowością linii);
- określenie rozdziału wyniku finansowego linii na gminy, które linia obsługuje wg przyjętego kryterium udziału procentowego liczby wykonywanych wozokilometrów na terenie gminy.

4.3. Sposób weryfikacji rozdziału łącznej dopłaty KZK GOP na funkcjonowanie komunikacji na gminy w kolejnych latach

1. Uwzględniając zaproponowaną autorską metodę obliczania wyniku finansowego linii oraz jego rozdziału na gminy sugeruje się w roku 2007 dokonać weryfikacji liczby przewożonych pasażerów wg wariantu 2, tj, wykonanie obserwacji wszystkich linii komunikacyjnych (ok. 43,4 tys. godzin pracy obserwatorów).
2. **W każdym przypadku weryfikacji sugerujemy dokonywanie obserwacji linii w całym okresie jej kursowania we wszystkich typach dni tygodnia.**
3. **Dla uzyskania dokładności wyników metody nie polecamy dokonywania obserwacji wybranych kursów lub obserwacji w wybranych fragmentach doby.**
4. Wariant 3 (ok. 100 tys. godzin pracy obserwatorów) podraża badania nie wnosząc istotnej poprawy błędu oszacowania liczby pasażerów na poszczególnych liniach komunikacyjnych (patrz rozdział 2).
5. Pomimo wyraźnej zalety podejścia, które przewiduje w 2007 roku przeprowadzenie badania pełnego (BP) liczby pasażerów na wszystkich liniach komunikacyjnych w KZK GOP, wysoce prawdopodobny ze względu na koszty badań wydaje się również wariant, w którym w 2007 roku budżet na badania popytu efektywnego wynosić będzie 20 tys. roboczogodzin (wariant BPR). W tym przypadku wybór linii komunikacyjnych do badań przebiegać będzie według autorskiej metody omówionej w rozdziale drugim opracowania.

   Z porównania wielkości nakładów wynika, że w przypadku zaproponowanego przez KZK GOP wariantu 1 – 20 tys. roboczogodzin, badaniami objętych będzie około 46% linii biorąc pod uwagę czasochłonność pomiarów.

6. Powyższe przesłanki kreują trzy możliwe warianty szlaków na mapie drogowej badań liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych w KZK GOP w latach 2007 – 2010:
   - dużego skoku; w tym wariancie w roku 2007 badania liczby pasażerów przeprowadza się na wszystkich liniach komunikacyjnych w KZK GOP;
   - małych kroków, wykorzystujący badania próbkowe (BPR) z budżetem 20 tys. roboczogodzin w 2007 roku;
   - najwyższej dokładności i przyszłych oszczędności, w którym przez kolejne dwa lata należałoby wykonać badania pełne (BP)[8].

W tabeli 4.1 przedstawiono wymienione szlaki drogowe i układ pomiarów w czasie dla okresu lat 2007 – 2010.

Tabela 4.1.

Mapa drogowa badań popytu efektywnego na liniach komunikacyjnych w KZK GOP w latach 2007 - 2010

Rok	Warianty szlaków drogowych		
	dużego skoku	małych kroków	najwyższej dokładności i przyszłych oszczędności
1	2	3	4
2007	BP	BPR	BP
2008	BPR	BPR	BP
2009	BPR	BPR	BPR
2010	BPR	BPR	BPR
Wybrane parametry szlaków drogowych			
Pracochłonność ogółem w tys. roboczogodzin	103,4	80,0	126,8
Możliwy przedział krotności badań linii	1 – 4	0 – 4	2 – 4
Błąd szacowania liczby pasażerów	BP 0,00 – 2,44 BPR 0,00 – 14,82	BPR 0,00 – 14,82	BP 0,00 – 2,44 BPR 0,00 – 14,82
Legenda: BP – badania pełne (wszystkie linie komunikacyjne w KZK GOP) BPR – badania próbkowe (wybrane linie komunikacyjne w KZK GOP)			

Źródło: Opracowanie własne

[8] Zob. pkt 2.2 opracowania

METODA POMIARU ŁĄCZNEJ, ROCZNEJ PRZYCHODOWOŚCI I DOCHODOWOŚCI KAŻDEJ LINII KOMUNIKACYJNEJ W GMINACH OBSŁUGIWANYCH PRZEZ KZK GOP ORAZ NA LINIACH INNYCH ORGANIZATORÓW OBSŁUGUJĄCYCH OBSZAR KZK GOP, Z KTÓRYMI ZWIĄZEK MA PODPISANE STOSOWNE UMOWY

ZAŁĄCZNIKI

Katowice, styczeń 2007 r.

ZAŁACZNIK
nr 1

FORMULARZ POMIAROWY
DO BADAŃ LICZBY PASAŻERÓW NA LINIACH KOMUNIKACYJNYCH KZK GOP

ZAŁACZNIK
nr 2

PRZYKŁADOWA STRONA

NA „TECZKĘ OBSERWATORA”

TECZKA OBSERWATORA

Data: ……

Linia/brygada: ……../……

I zmiana	II zmiana
…… Przystanek, godzina rozpoczęcia	…… Przystanek, godzina rozpoczęcia
…… Nazwisko i Imię, nr telefonu	…… Nazwisko i Imię, nr telefonu
…… Przystanek, godzina zakończenia	…… Przystanek, godzina zakończenia

Uwaga:

- **pisz czytelnie długopisem**
- **nie zapomnij zabrać zegarka!**
- **od Twojej solidności zależą wyniki badań!**

ZAŁACZNIK
nr 3

DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTYWANE W METODZIE WYBORU LINII KOMUNIKACYJNYCH KZK GOP DO BADAŃ LICZBY PRZEWOŻONYCH PASAŻERÓW

Liczba roboczogodzin potrzebnych do przebadania napełnień wszystkich linii KZK GOP oraz wybranych MZKP raz w roku wg SITK

	Autobusy	Tramwaje	MZKP	Łącznie
R	15 265	5 783	1 430	22 478
S	7 764	2 967	735	11 466
N	6 178	2 532	711	9 420
Razem	29 207	11 281	2 876	**43 364**

SITK przyjął następujące ilości pomiarowiczów w poszczególnych typach taboru:

	Typ taboru	Liczba osób
Autobus	M	1
	A	1
	B	1
	C	2
Tramwaj	N	1
	102	2
	105	1
	2*105	2
	116	2

Roboczogodziny wyliczone jako iloczyn wozogodzin i liczby osób dla danego typu taboru

Wozogodziny dla danego typu taboru wyliczone jako iloraz wzkm dla tego typu taboru i predkości komunikacyjnej na linii

ZAŁACZNIK
nr 4

PODZIAŁ ZBIORU POZOSTAŁYCH LINII KOMUNUKACYJNYCH W KZK GOP NA WARSTWY LINII WEDŁUG KRYTERIUM PRODUKTYWNOŚCI

WARSTWA SZTYWNA: 61 LINII, WARSTWOWANIE WEDŁUG PRODUKTYWNOŚCI

WARSTWA	LINIE
1	6,7,8,18,23,28,41,49,57,58,66,84/984,88,91,98,99,104,120,133,149,166,167 170,175,243,269,280,608,618,634,635,636,637,669,708,710,801,808,811,821 831,840,850,870,888,902,903,904,933,953,954,995,17,741,T1,T5,T11,T13,T17 T18,T24
2	2,16,20,25,43,67,68,71,79,80,93,97,106,107,122,125,132,176,184,200,209,213, 219,236,242,619,672,689,695,719,721,735,744,752,753,788,809,810,817,818, 880,901,921,936,969,998,58bis,8bis, 803/806,MB,N-84
3	0/50,9,12/212/812,13,14,24,26,27,34,35,37,39,40,42,44,47,51,59,60,61,70,72, 76,77,81,86,90,92,96,100,108,111,116,127,130,135,139,140,144,147,154,156, 160,169,177,178,182,186,187,188,194,196,198,199,202,217,221,222,223,224, 227,235,237,250,259,275,286,288,292,299,600,604,615,616,622,624,632,644, 648,653,657,662,664/665,673,674,675,678,688,690,702,720,722,723,750,800, 804,805,807,813,814,815,820,825,830,835,900,912,926,928,930,931,935, 949/959,955,982,11/911,138/238,221bis,35bis,5,19,52,53,73,83,85,94,103, 105,112,114,119,142,148,158,168,173,174,179,185,192,225,246,283,625,646, 700,717,740,860,T9,T15/T34,T19,T22/T32,T23,T27,T28,T30,T33,T35
4	22,30,32,46,48,55,74,89,102,109,110,115,121,126,146,150,155,165 183,193,197,201,215,230,234,255,260,270,296,297,617,623,663,676 677,692,699,932,974,10/910,T3,T4,T6,T7,T12,T14,T16,T20,T21,T26 T31,T36,T37,T38,T41

WARSTWA SZTYWNA: 75 LINII, WARSTWOWANIE WEDŁUG PRODUKTYWNOŚCI

WARSTWA	LINIE
1	6,7,8,18,23,28,41,47,49,57,58,66,76,84/984,88,91,98,99,100,104, 120,133,149,166,167,170,175,194,201,243,269,280,608,618,634 635,636,637,669,708,710,722,723,801,808,811,820,821,831,840 850,870,888,902,903,904,933,936,949/959,953,954,995,17,225 625,741,T1,T5,T9,T11,T13,T17,T18,T24,T27
2	2,16,20,25,43,67,68,71,79,80,93,97,106,107,122,125,132,176,184,200 209,213,219,236,242,619,672,689,695,719,721,735,744,752,753,788 809,810,817,818,880,901,921,969,998,58bis,8bis,803/806,MB,N-84
3	0/50,9,12/212/812,13,14,24,26,27,34,35,37,39,40,42,44,51,59,60 61,70,72,77,81,86,90,92,96,108,111,116,127,130,135,139,140,144 147,154,156,160,169,177,178,182,186,187,188,196,198,199,202, 217,221,222,223,224,227,235,237,250,259,275,286,288,292,299 600,604,615,616,622,624,632,644,648,653,657,662,664/665,673 674,675,678,688,690,702,720,750,800,804,805,807,813,814,815 825,830,835,900,912,926,928,930,931,935,955,982,11/911,138/238 221bis,35bis,5,19,52,53,73,83,85,94,103,105,112,114,119,142 148,158,168,173,174,179,185,192,246,283,646,700,717,740,860 T15/T34,T19,T22/T32,T23,T28,T30,T33,T35
4	22,30,32,46,48,55,74,89,102,109,110,115,121,126,146,150,155,165, 183,193,197,215,230,234,255,260,270,296,297,617,623,663,676,677, 692,699,932,974,10/910,T3,T4,T6,T7,T12,T14,T16,T20,T21,T26,T31 T36,T37,T38,T41

ZAŁACZNIK
nr 5

PODZIAŁ ZBIORU POZOSTAŁYCH LINII KOMUNIKACYJNYCH W KZK GOP NA WARSTWY LINII WEDŁUG KRYTERIUM PRACOCHŁONNOŚCI

WARSTWA SZTYWNA: 61 LINII, WARSTWOWANIE WG PRACOCHŁONNOŚCI

WARSTWA	LINIE
1	6,7,8,18,23,28,41,49,57,58,66,84/984,88,91,98,99,104,120,133,149,166,167 170,175,243,269,280,608,618,634,635,636,637,669,708,710,801,808,811,821 831,840,850,870,888,902,903,904,933,953,954,995,17,741,T1,T5,T11,T13,T17 T18,T24
2	2,9,16,24,26,46,60,67,68,71,79,86,89,90,92,93,96,100,102,107,108 115,116,122,125,127,132,135,140,144,147,155,169,176,177,178,182, 183,184,187,188,196,198,199,200,201,202,209,213,215,217,219,221 222,223,224,227,230,234,235,236,237,242,250,270,275,286,288,292 600,615,616,619,624,648,653,662,664/665,675,676,678,695,702,719 721,722,735,744,750,752,753,788,800,804,809,810,813,817,818,825 835,880,900,901,921,926,928,930,932,935,936,949/959,955,969,974 982,998,221bis,58bis,8bis,MB,N-84,52,53,85,103,105,112,119,142 148,158,168,173,174,179,225,246,283,625,646,700,717,740,T20,T23 T28,T30,T31,T33,T35,T38
3	0/50,13,14,20,25,39,40,42,43,44,51,59,61,70,72,74,77,80,97,106 109,121,130,139,150,154,156,160,165,186,193,255,259,260,604,632 644,663,672,673,674,677,688,689,690,692,720,805,830,912,931, 138/238,35bis,803/806,73,83,94,185,192,860,T37
4	12/212/812,22,27,37,47,48,55,81,110,111,126,197,296,297,299,622 657,699,723,814,815,10/910,19,114,T12,T19
5	30,32,34,35,76,146,194,617,623,807,820,11/911,5,T3,T4,T6,T7,T9 T14,T15/T34,T16,T21,T22/T32,T26,T27,T36,T41

WARSTWA SZTYWNA: 75 LINII, WARSTWOWANIE WG PRACOCHŁONNOŚCI

WARSTWA	LINIE
1	6,7,8,18,23,28,41,47,49,57,58,66,76,84/984,88,91,98,99,100,104, 120,133,149,166,167,170,175,194,201,243,269,280,608,618,634 635,636,637,669,708,710,722,723,801,808,811,820,821,831,840 850,870,888,902,903,904,933,936,949/959,953,954,995,17,225 625,741,T1,T5,T9,T11,T13,T17,T18,T24,T27
2	2,9,16,24,26,46,60,67,68,71,79,86,89,90,92,93,96,102,107,108,115 116,122,125,127,132,135,140,144,147,155,169,176,177,178,182,183 184,187,188,196,198,199,200,202,209,213,215,217,219,221,222,223 224,227,230,234,235,236,237,242,250,270,275,286,288,292,600,615 616,619,624,648,653,662,664/665,675,676,678,695,702,719,721,735 744,750,752,753,788,800,804,809,810,813,817,818,825,835,880,900 901,921,926,928,930,932,935,955,969,974,982,998,221bis,58bis, 8bis,MB,N-84,52,53,85,103,105,112,119,142,148,158,168,173,174 179,246,283,646,700,717,740,T20,T23,T28,T30,T31,T33,T35,T38
3	0/50,13,14,20,25,39,40,42,43,44,51,59,61,70,72,74,77,80,97,106, 109,121,130,139,150,154,156,160,165,186,193,255,259,260,604 632,644,663,672,673,674,677,688,689,690,692,720,805,830,912 931,138/238,35bis,803/806,73,83,94,185,192,860,T37
4	12/212/812,22,27,37,48,55,81,110,111,126,197,296,297,299,622 657,699,814,815,10/910,19,114,T12,T19
5	30,32,34,35,146,617,623,807,11/911,5,T3,T4,T6,T7,T14,T15/T34,T16 T21,T22/T32,T26,T36,T41

ZAŁACZNIK
nr 6

OPIS APLIKACJI DO WYLICZANIA ŁĄCZNEGO WYNIKU FINANSOWEGO (DOCHODOWOŚCI) DLA DANEJ LINII KOMUNIKACYJNEJ W KZK GOP, ROZDZIAŁU DOTACJI NA GMINY CZŁONKOWSKIE ORAZ WYBORU LINII KOMUNIKACYJNYCH DO BADAŃ

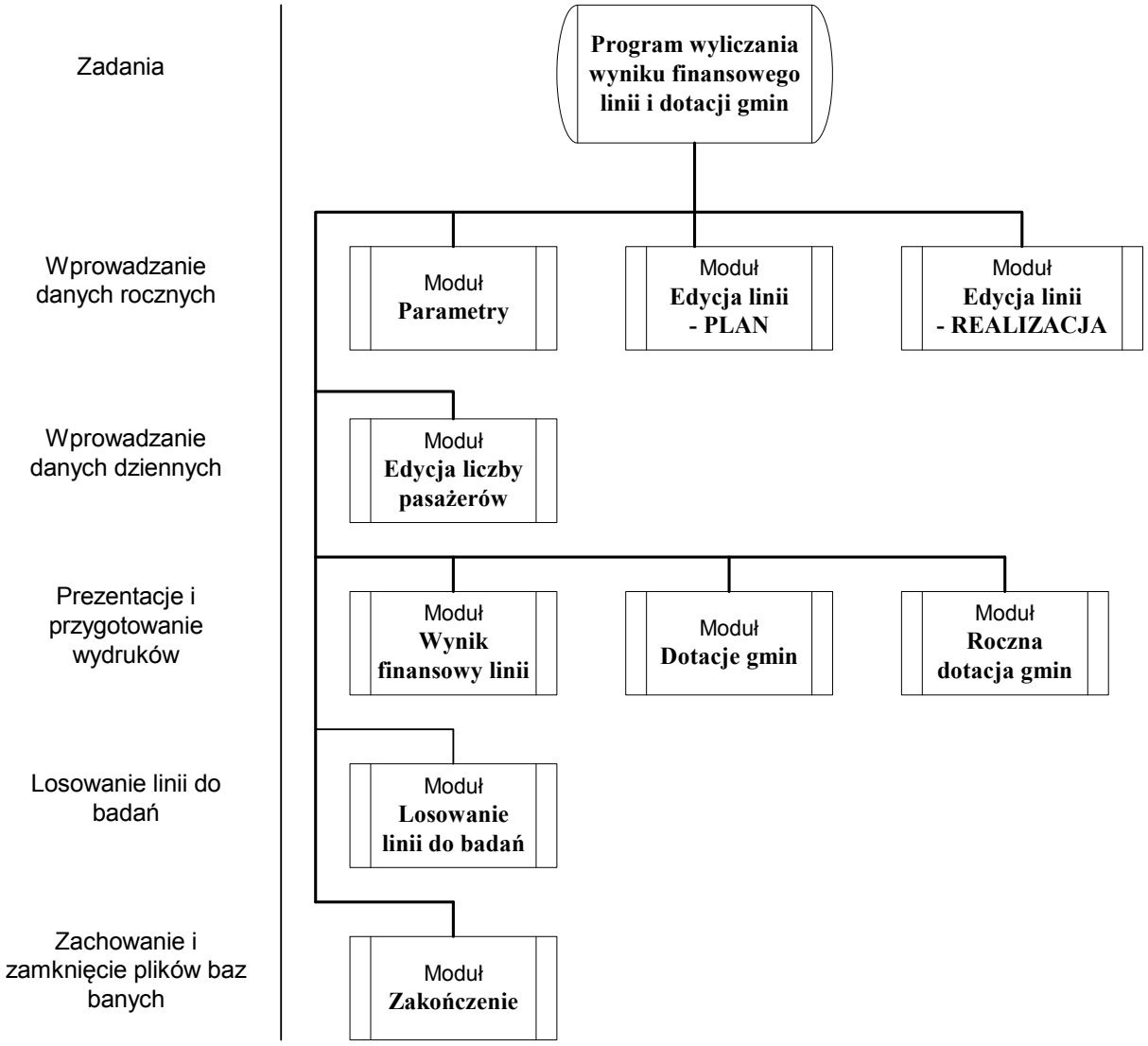
Program do wyliczania wyniku finansowego dla linii i dotacji gmin

1 Budowa programu

Program ma budowę modułową. W skład programu wchodzą moduły:

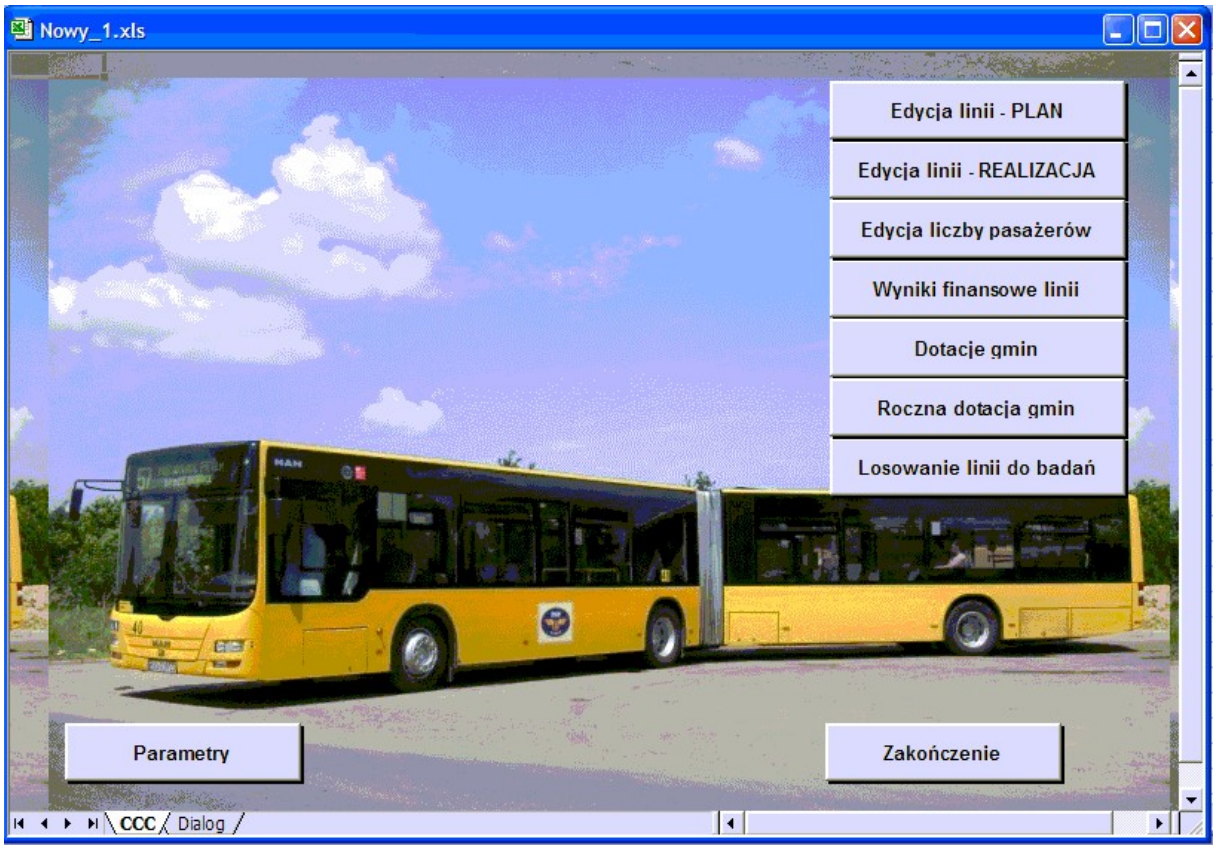
- Parametry,
- Edycja linii - PLAN,
- Edycja linii - REALIZACJA,
- Edycja liczby pasażerów,
- Wyniki finansowe linii,
- Dotacje gmin,
- Roczna dotacja gmin,
- Losowanie linii do badań,
- Zakończenie.

Schemat blokowy funkcjonowania programu przedstawiony jest na rys 1.



Rys.1. Schemat blokowy programu

Praca w programie polega na wyborze jednego z modułów i naciśnięciu odpowiadającego mu przycisku na planszy.



W programie jest wykorzystywana i stale aktualizowana baza danych eksploatacyjnych o liniach autobusowych i tramwajowych uruchamianych przez KZK GOP lub na zlecenie MZKP. Dla uzyskania poprawnych wyników działania programu nie należy dokonywać jakichkolwiek zmian struktury bazy danych polegających na zmianie nazw arkuszy kalkulacyjnych, zmianie nagłówków kolumn i ich położenia względem siebie.

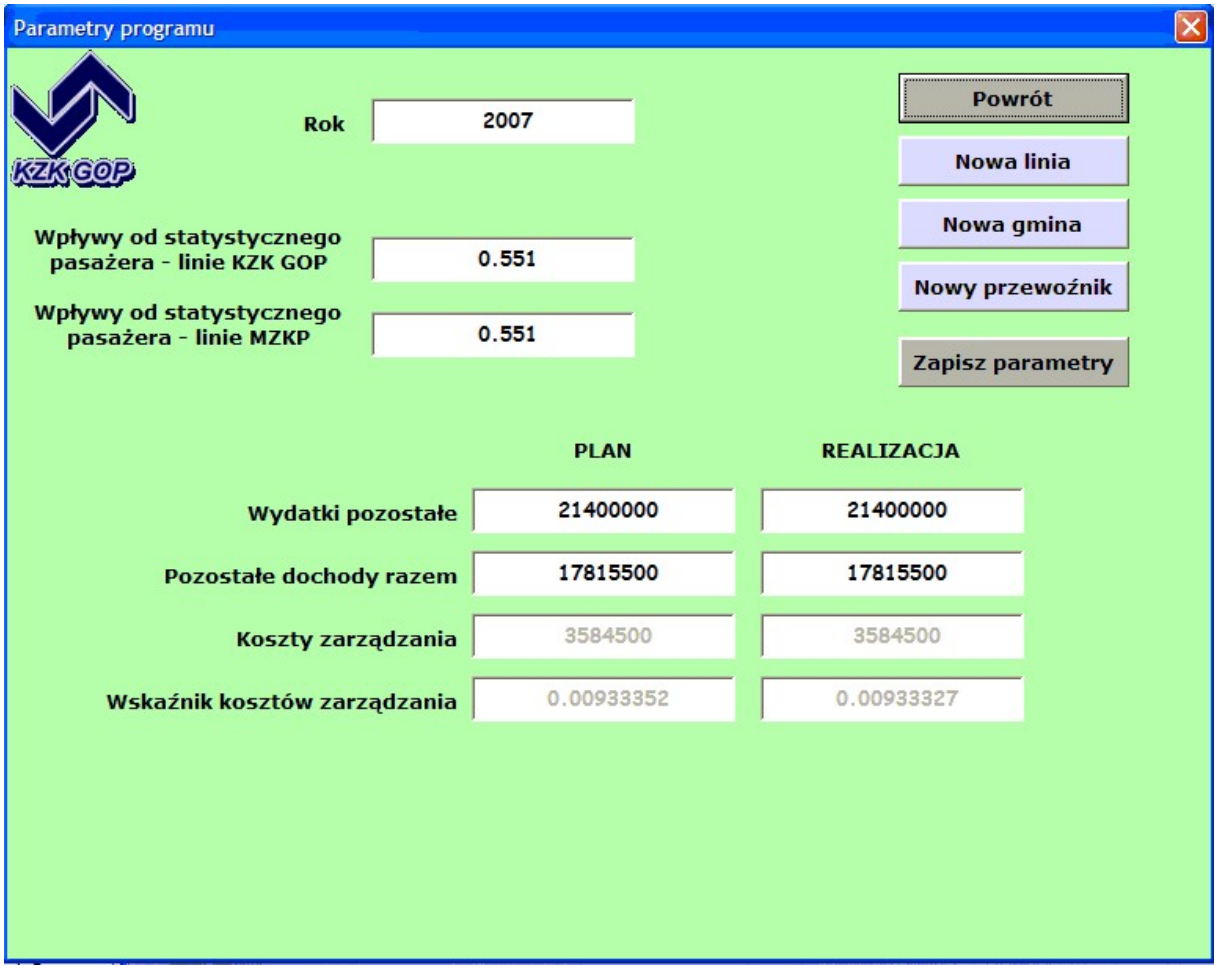
Przed rozpoczęcie pracy z aplikacją należy podjąć decyzję o rodzaju wprowadzanych kosztów i wpływów – jako wartości netto lub brutto. Dalsze postępowanie wymaga konsekwencji:

Wszystkie koszty i wpływy muszę być jednolite, czyli wyrażone jako wartości netto lub brutto.

1.1 Moduł „Parametry”

Zadaniem modułu *„Parametry”* jest ustalenie wartości wielkości mających znaczenie w całym programie, które nie ulegają częstym zmianom oraz wprowadzanie do bazy nazw nowych linii, przewoźników i gmin obsługiwanych przez linie organizowane przez KZK GOP.

Po wybraniu modułu *„Parametry”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Edycja parametrów programu”*. Praca w module polega na wypełnianiu wartościami odpowiednich pól. Każde pole jest opisane z lewej strony etykietą wyjaśniającą jego zawartość.



Wielkości aktualizowane corocznie:

- wpływy od statystycznego pasażera dla linii organizowanych przez KZK GOP,
- wpływy od statystycznego pasażera dla linii organizowanych przez MZKP,

oraz dla wielkości planowanych i zrealizowanych:

- wydatki pozostałe,
- pozostałe dochody razem,
- koszty zarządzania,
- wskaźnik kosztów zarządzania

i wielkości aktualizowane w razie potrzeby:

- rok,

Przyciski uruchamiające procedury dopisywania:

- nowa linia,
- nowa gmina,
- nowy przewoźnik

i zapisywania uaktualnionych wartości parametrów:

- zapisz parametry.

1.1.1 Liczba wpływy od statystycznego pasażera dla linii organizowanych przez KZK GOP

Aktywne pole *Wpływy od statystycznego pasażera – linie KZK GOP* pozwala na uaktualnianie wpływów od statystycznego pasażera ustalonych jako wartość średnioroczna.

1.1.2 Liczba wpływy od statystycznego pasażera dla linii organizowanych przez KZK

Aktywne pole *Wpływy od statystycznego pasażera – linie KZK GOP* pozwala na uaktualnianie wpływów od statystycznego pasażera ustalonych jako wartość średnioroczna.

1.1.3 Wydatki pozostałe

Aktywne pole *Wydatki pozostałe* pozwala na uaktualnianie sumy łącznych rocznych wydatków pozostałych K_{poz} (oprócz kosztów przewozu) ponoszonych przez KZK GOP.

1.1.4 Pozostałe dochody razem

Aktywne pole *Pozostałe dochody razem* pozwala na uaktualnianie sumy łącznych rocznych pozostałych dochodów D_{poz} (oprócz dotacji gmin) uzyskiwanych przez KZK GOP.

1.1.5 Koszty zarządzania

Nieaktywne pole *Koszty zarządzania* wyświetla wartość rocznych kosztów zarządzania uzyskanych ze wzoru:

$$K_z = K_{poz} - D_{poz}$$

gdzie: K_z – roczne koszty zarządzania,
K_{poz} – roczne wydatki pozostałe,
D_{poz} – roczne pozostałe dochody razem.

1.1.6 Wskaźnik pozwalający wyznaczyć koszty zarządzania

Nieaktywne pole *Wskaźnik kosztów zarządzania* wyświetla wartość aktualnej wielkości narzutów na koszty przewozu, które stanowią koszty zarządzania firmą. Wskaźnik kosztów zarządzania jest wielkością niemianowaną o wartościach z przedziału (0;1) uzyskaną ze wzoru:

$$k_z = \frac{K_z}{K_p}$$

gdzie: k_z – wskaźnik kosztów zarządzania,
K_p – roczne koszty przewozu,
K_z – roczne koszty zarządzania.

1.1.7 Uzupełnianie bazy linii

Wprowadzanie nowej linii jest możliwe po naciśnięciu przycisku *„Nowa linia”*. Uruchomione zostaje wówczas okienko dialogowe, które prosi o wpisanie nazwy nowej linii.

1.1.8 Uzupełnianie bazy gmin obsługiwanych liniami organizowanymi przez KZK GOP

Wprowadzanie nowej gminy jest możliwe po naciśnięciu przycisku *„Nowa gmina”*. Uruchomione zostaje wówczas okienko dialogowe, które prosi o wpisanie nazwy nowej gminy.

1.1.9 Uzupełnianie bazy przewoźników

Wprowadzanie nowego przewoźnika jest możliwe po naciśnięciu przycisku *„Nowy przewoźnik”*. Uruchomione zostaje wówczas okienko dialogowe, które prosi o wpisanie nazwy nowego przewoźnika.

1.2 Moduł „Edycja linii – PLAN”

Zadaniem modułu *„Edycja linii - PLAN”* jest ułatwienie wprowadzania danych eksploatacyjnych o liniach komunikacyjnych traktowanych jako wielkości **planowane** i zabezpieczenie przed dokonaniem nieświadomych zmian, o które łatwo podczas pracy bezpośrednio w arkuszu kalkulacyjnym.

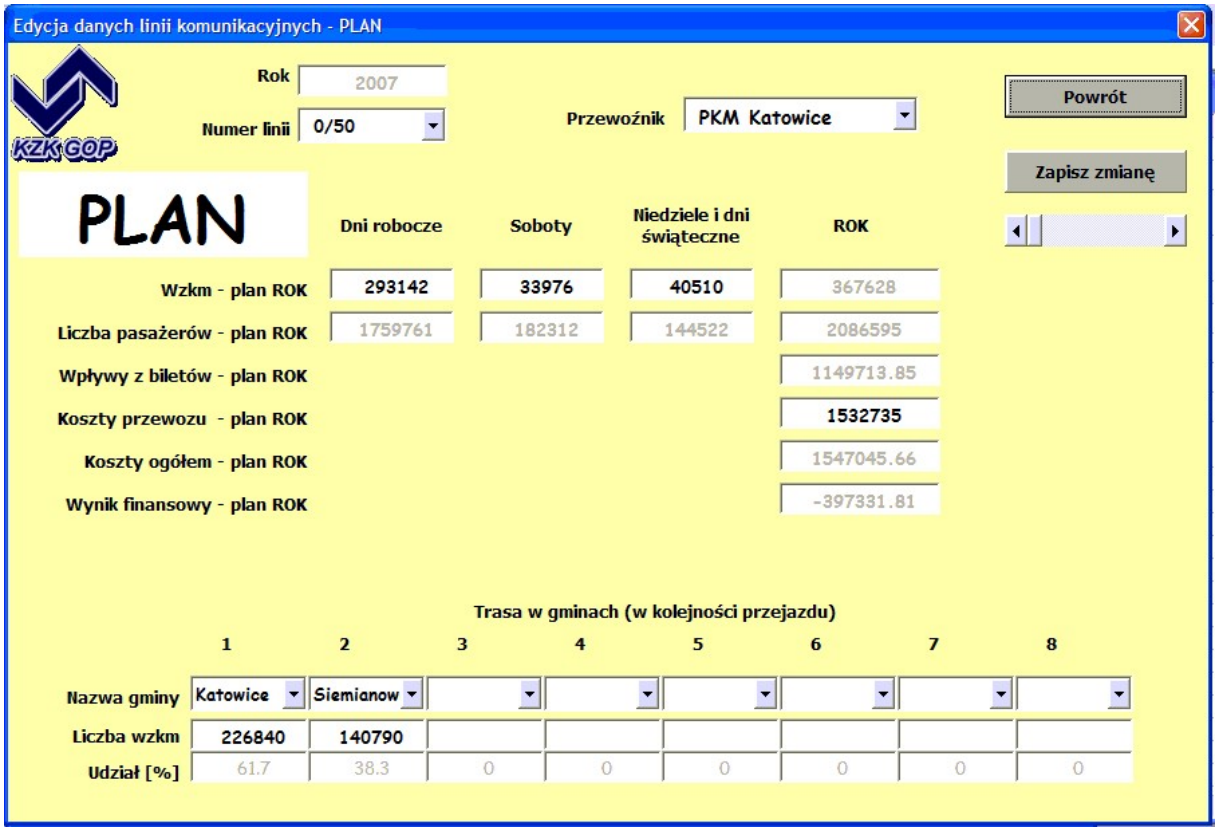
Po wybraniu modułu *„Edycja linii - PLAN”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Edycja danych linii komunikacyjnych - PLAN”*. Praca w module polega na wypełnianiu wartościami pól istotnych dla problemu obliczania wpływów i kosztów dla każdej linii i każdej gminy.

Dane wprowadzane w module *„Edycja danych - PLAN*”:

- Rok,
- Numer linii,
- Przewoźnik,
- Wzkm – plan ROK: dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych oraz roku,
- Liczba pasażerów – plan ROK: dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych oraz roku,
- Wpływy z biletów – plan ROK,
- Koszty przewozu – plan ROK,
- Koszty ogółem – plan ROK
- Wynik finansowy– plan ROK
- Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach.

Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach (wartości zaplanowane):

- Nazwa gminy,
- Liczba wzkm,
- Udział [%]



Po wywołaniu modułu *„Edycja danych PLAN”* na ekranie widoczne są dane dla pierwszej linii.

1.2.1 Rok

Nieaktywne pole *„Rok”* wyświetla wartość Rok ustaloną w module *„Parametry”*

1.2.2 Numer linii

Wybór numeru linii w programie odbywa się w polu *„Numer linii”* za pośrednictwem paska przewijania. Po ustaleniu numeru linii na ekranie wyświetlane są pozostałe dane eksploatacyjne o linii zapisane wcześniej w bazie danych.

Szybki wybór danych eksploatacyjnych o linii jest również możliwy za pośrednictwem poziomego paska przewijania znajdującego się po prawej stronie ekranu.

1.2.3 Przewoźnik

Wybór przewoźnika w programie odbywa się w polu *„Przewoźnik”* za pośrednictwem paska przewijania ze zbioru dostępnych w bazie przewoźników.

1.2.4 Wzkm – plan ROK

Aktywne pole są trzy pola *„Wzkm – plan ROK”* dla wszystkich dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych. Pozwalają one na wprowadzenia zaplanowanej do wykonania liczby wozokilometrów w dniach roboczych, sobotach, niedzielach i dniach świątecznych w roku.

Nieaktywne pole „*Wzkm – plan ROK”* wyświetla sumaryczną liczbę wozokilometrów zaplanowanych do wykonania na linii wyznaczoną ze wzoru:

$$P^{l}_{ROK_pl} = P^{l}_{R_pl} + P^{l}_{S_pl} + P^{l}_{N_pl}$$

gdzie: $P^{l}_{ROK_pl}$ – roczna praca eksploatacyjna zaplanowana na linii [wzkm],

$P^{l}_{R_pl}$ – praca eksploatacyjna zaplanowana na linii l w dni robocze [wzkm],

$P^{l}_{S_pl}$ – praca eksploatacyjna zaplanowana na linii l w soboty [wzkm],

$P^{l}_{N_pl}$ – praca eksploatacyjna zaplanowana na linii l w niedziele i dni świąteczne [wzkm],

1.2.5 Liczba pasażerów – plan ROK

Nieaktywne są cztery pola „*Liczba pasażerów –plan ROK”* dla wszystkich dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych i roku. Wyświetlają one liczby pasażerów oszacowane na podstawie badań i pracy eksploatacyjnej zaplanowanej dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych w roku. Oszacowanie liczby pasażerów odbywa się na podstawie wzoru:

$$L^{l}_{R_pl} = k^{l}_{prod_R} * P^{l}_{R_pl}$$

gdzie: $L^{l}_{R_wyk}$ - oszacowanie liczby pasażerów zaplanowanych dla dni roboczych na linii l,

$k^{l}_{prod_R}$ – wskaźnik produktywności linii l w dniu R,

$P^{l}_{R_pl}$ - praca eksploatacyjna zaplanowana na linii l w dni robocze [wzkm],

Analogiczne zależności są stosowane dla sobót S, niedziel i dni świątecznych N.

Nieaktywne pole „*Liczba pasażerów – plan ROK”* wyświetla sumaryczną liczbę pasażerów zaplanowanych na linii wyznaczoną ze wzoru:

$$L^{l}_{ROK_pl} = L^{l}_{R_pl} + L^{l}_{S_pl} + L^{l}_{N_pl}$$

gdzie: $L^{l}_{ROK_pl}$ – roczna liczba pasażerów zaplanowana na linii,

$L^{l}_{R_pl}$ – liczba pasażerów zaplanowana na linii l w dni robocze,

$L^{l}_{S_pl}$ – liczba pasażerów zaplanowana na linii l w soboty,

$L^{l}_{N_pl}$ – liczba pasażerów zaplanowana na linii l w niedziele i dni świąteczne.

1.2.6 Wpływy z biletów – plan ROK

Nieaktywne pole *„Wpływy z biletów – plan ROK”* wyświetla zaplanowane wpływy z biletów na danej linii. Wartość uzyskiwana jest ze wzoru:

$$D^{l}_{ROK_pl} = L^{l}_{ROK_pl} * Stat_wpływ$$

gdzie: $D^{l}_{ROK_pl}$ – roczne wpływy z biletów zaplanowane na linii l,

$L^{l}_{ROK_pl}$ – roczna liczba pasażerów zaplanowana na linii l,

Stat_wpływ – wpływy od statystycznego pasażera na obsługiwanych liniach (ustalone w module *„Parametry”).*

1.2.7 Koszty przewozu – plan ROK

Aktywne pole „*Koszty przewozu – plan ROK”* umożliwiające wprowadzenie wartości zaplanowanych na linii rocznych kosztów przewozu.

1.2.8 Koszty ogółem – plan ROK

Nieaktywne pole „*Koszty ogółem – plan ROK”* wyświetla wartość zaplanowanych na linii rocznych kosztów ogółem. Wartość uzyskiwana jest ze wzoru:

$$K^{l}_{og_ROK_pl} = K^{l}_{p_ROK_pl} * k_z$$

gdzie: $K^{l}_{og_ROK_pl}$ – roczne koszty ogółem zaplanowane na linii l,

$K^{l}_{p_ROK_pl}$ – roczne koszty przewozu zaplanowane na linii l,

k_z – wskaźnik kosztów zarządzania.

1.2.9 Wynik finansowy – plan ROK

Nieaktywne pole „*Wynik finansowy – plan ROK”* wyświetla wartość rocznego wyniku finansowego dla wielkości rocznych kosztów i rocznych wpływów zaplanowanych dla linii l. Wartość uzyskiwana jest ze wzoru:

$$W^{l}_{ROK_pl} = D^{l}_{ROK_pl} - K^{l}_{og_ROK_pl}$$

gdzie: $W^{l}_{ROK_pl}$ – roczne wynik finansowy zaplanowany na linii l,

$D^{l}_{ROK_pl}$ – roczne wpływy z biletów zaplanowane na linii l,

$K^{l}_{og_ROK_pl}$ – roczne koszty ogółem zaplanowane na linii l.

1.2.10 Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach

W dolnej części okna „*Edycja danych linii komunikacyjnych - PLAN*” dostępne są pola w układzie kolumnowym pozwalające na scharakteryzowanie pracy przewozowej zaplanowanej dla linii komunikacyjną w kolejnych gminach.

W pierwszym wierszu wpisywane są „*Nazwy gmin”* obsługiwanych przez autobusowe i tramwajowe linie komunikacyjne. Każde pole „*Nazwa gminy”* jest dostępne w programie za pośrednictwem paska przewijania. Wybór nazwy gminy jest możliwy ze zbioru nazw gmin dostępnych w bazie. Zbiór nazw gmin podzielono na dwie części:

- Nazwy gmin należących do KZK GOP identyfikowane są ich nazwami geograficznymi bez żadnych zmian (23 nazwy gmin),
- Nazwy pozostałych obsługiwanych gmin są identyfikowane przez umieszczenie znaku ”_” przed nazwą geograficzną gminy (12 nazw gmin np. _Mikołów),

W drugim wierszu umieszczone są aktywne pola *„Liczba wzkm”* pozwalające na wpisanie rocznej liczby wozokilometrów zaplanowanych w każdej kolejnej gminie na trasie przejazdu linii.

W trzecim wierszu umieszczone są nieaktywne pola *„Udział [%]* linii w gminie. Pole jest wypełniane jako iloraz liczby wozokilometrów zaplanowanych w danej gminie i liczby wozokilometrów na całej linii.

1.2.11 Przycisk „Zapisz zmianę”

Każda zmiana lub modyfikacja wartości aktywnych pól wymaga potwierdzenia przez naciśnięcie klawisza *„Zapisz zmianę”*. Dopiero wówczas dane są modyfikowane w bazie danych eksploatacyjnych o liniach.

1.3 Moduł „Edycja linii – REALIZACJA”

Zadaniem modułu *„Edycja linii - REALIZACJA”* jest ułatwienie wprowadzania danych eksploatacyjnych o liniach komunikacyjnych traktowanych jako wielkości **zrealizowane** i zabezpieczenie przed dokonaniem nieświadomych zmian, o które łatwo podczas pracy bezpośrednio w arkuszu kalkulacyjnym.

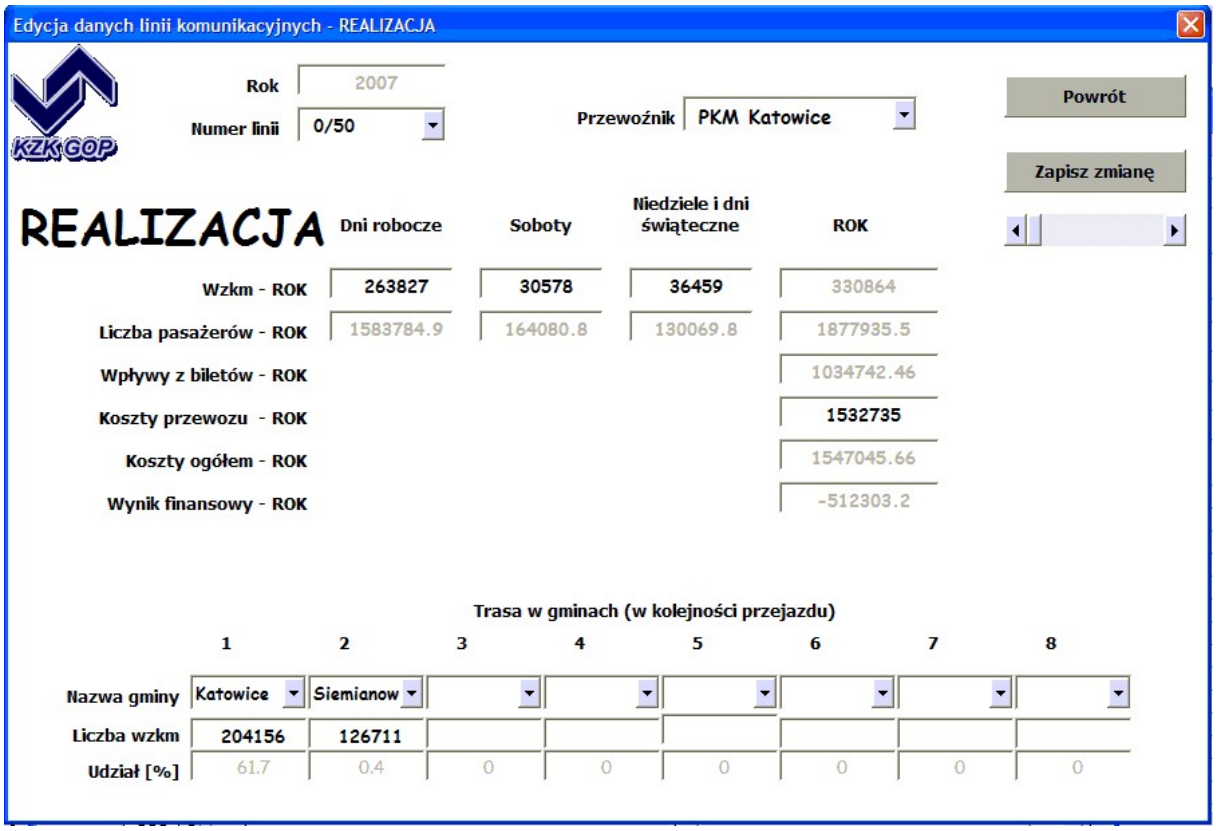
Po wybraniu modułu *„Edycja linii - REALIZACJA”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Edycja danych linii komunikacyjnych - REALIZACJA”*. Praca w module polega na wypełnianiu wartościami pól istotnych dla problemu obliczania wpływów i kosztów dla każdej linii i każdej gminy.

Dane wprowadzane w module *„Edycja danych - REALIZACJA*”:

- Rok,
- Numer linii,
- Przewoźnik,
- Wzkm – plan ROK: dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych oraz roku,
- Liczba pasażerów –ROK: dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych oraz roku,
- Wpływy z biletów – ROK,
- Koszty przewozu –ROK,
- Koszty ogółem –ROK
- Wynik finansowy–ROK
- Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach.

Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach (wartości wykonane):

- Nazwa gminy,
- Liczba wzkm,
- Udział [%]



Po wywołaniu modułu *„Edycja danych REALIZACJA”* na ekranie widoczne są dane dla pierwszej linii.

1.3.1 Rok

Nieaktywne pole *„Rok”* wyświetla wartość Rok ustaloną w module *„Parametry”*

1.3.2 Numer linii

Wybór numeru linii w programie odbywa się w polu *„Numer linii”* za pośrednictwem paska przewijania. Po ustaleniu numeru linii na ekranie wyświetlane są pozostałe dane eksploatacyjne o linii zapisane wcześniej w bazie danych.

Szybki wybór danych eksploatacyjnych o linii jest również możliwy za pośrednictwem poziomego paska przewijania znajdującego się po prawej stronie ekranu.

1.3.3 Przewoźnik

Wybór przewoźnika w programie odbywa się w polu *„Przewoźnik”* za pośrednictwem paska przewijania ze zbioru dostępnych w bazie przewoźników.

1.3.4 Wzkm –ROK

Aktywne pole są trzy pola *„Wzkm –ROK”* dla wszystkich dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych. Pozwalają one na wprowadzenia wykonanej liczby wozokilometrów w dniach roboczych, sobotach, niedzielach i dniach świątecznych w roku.

Nieaktywne pole *„Wzkm – plan ROK”* wyświetla sumaryczną liczbę wozokilometrów wykonanych na linii wyznaczoną ze wzoru:

$$P^{l}_{ROK_wyk} = P^{l}_{R_wyk} + P^{l}_{S_wyk} + P^{l}_{N_wyk}$$

gdzie: $P^{l}_{ROK_wyk}$ – roczna praca eksploatacyjna wykonana na linii [wzkm],

$P^{l}_{R_wyk}$ – praca eksploatacyjna wykonana na linii l w dni robocze [wzkm],

$P^{l}_{S_wyk}$ – praca eksploatacyjna wykonana na linii l w soboty [wzkm],

$P^{l}_{N_wyk}$ – praca eksploatacyjna wykonana na linii l w niedziele i dni świąteczne [wzkm],

1.3.5 Liczba pasażerów –ROK

Nieaktywne są cztery pola *„Liczba pasażerów –ROK”* dla wszystkich dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych i roku. Wyświetlają one liczby pasażerów oszacowane na podstawie badań i pracy eksploatacyjnej wykonanej w dniach roboczych, sobotach, niedzielach i dniach świątecznych w roku. Oszacowanie liczby pasażerów odbywa się na podstawie wzoru:

$$L^{l}_{R_wyk} = k^{l}_{prod_R} * P^{l}_{R_wyk}$$

gdzie: $L^{l}_{R_wyk}$ - oszacowanie liczby pasażerów przewiezionych w dni robocze,

$k^{l}_{prod_R}$ – wskaźnik produktywności linii l w dniu R,

$P^{l}_{R_wyk}$ - praca eksploatacyjna wykonana na linii l w dni robocze R roku..

Analogiczne zależności są stosowane dla sobót S, niedziel i dni świątecznych N.

Nieaktywne pole *„Liczba pasażerów – ROK”* wyświetla sumaryczną liczbę pasażerów zaplanowanych na linii wyznaczoną ze wzoru:

$$L^{l}_{ROK_wyk} = L^{l}_{R_wyk} + L^{l}_{S_wyk} + L^{l}_{N_wyk}$$

gdzie: $L^{l}_{ROK_wyk}$ – roczna liczba pasażerów przewieziona na linii,

$L^{l}_{R_wyk}$ – liczba pasażerów przewieziona na linii l w dni robocze,

$L^{l}_{S_wyk}$ – liczba pasażerów przewieziona na linii l w soboty,

$L^{l}_{N_wyk}$ – liczba pasażerów przewieziona na linii l w niedziele i dni świąteczne.

1.3.6 Wpływy z biletów – plan ROK

Nieaktywne pole *„Wpływy z biletów – ROK”* wyświetla uzyskane wpływy z biletów na danej linii. Wartość określana jest ze wzoru:

$$D^{l}_{ROK_wyk} = L^{l}_{ROK_wyk} * Stat_wplyw$$

gdzie: $D^{l}_{ROK_wyk}$ – roczne wpływy z biletów uzyskane na linii l,

$L^{l}_{ROK_wyk}$ – roczna liczba pasażerów przewiezionych na linii l,

Stat_wpływ – wpływy od statystycznego pasażera na obsługiwanych liniach (ustalone w module *„Parametry”).*

1.3.7 Koszty przewozu – ROK

Aktywne pole „*Koszty przewozu – ROK”* umożliwiające wprowadzenie wartości poniesionych na linii rocznych kosztów przewozu.

1.3.8 Koszty ogółem – ROK

Nieaktywne pole „*Koszty ogółem – plan ROK”* wyświetla wartość poniesionych na linii rocznych kosztów ogółem. Wartość uzyskiwana jest ze wzoru:

$$K^{l}_{og_ROK_wyk} = K^{l}_{p_ROK_wyk} * k_z$$

gdzie: $K^{l}_{og_ROK_pl}$ – roczne koszty ogółem zaplanowane na linii l,

$K^{l}_{p_ROK_pl}$ – roczne koszty przewozu zaplanowane na linii l,

k_z – wskaźnik kosztów zarządzania.

1.3.9 Wynik finansowy – ROK

Nieaktywne pole „*Wynik finansowy – ROK”* wyświetla wartość rocznego wyniku finansowego dla wielkości rocznych kosztów i rocznych wpływów poniesionych dla linii l. Wartość uzyskiwana jest ze wzoru:

$$W^{l}_{ROK_wyk} = D^{l}_{ROK_wyk} - K^{l}_{og_ROK_wyk}$$

gdzie: $W^{l}_{ROK_wyk}$ – roczne wynik finansowy uzyskany na linii l,

$D^{l}_{ROK_wyk}$ – roczne wpływy z biletów uzyskane na linii l,

$K^{l}_{og_ROK_wyk}$ – roczne koszty ogółem poniesione na linii l.

1.3.10 Wielkości charakteryzujące przejazdy w obsługiwanych gminach

W dolnej części okna „*Edycja danych linii komunikacyjnych - REALIZACJA*” dostępne są pola w układzie kolumnowym pozwalające na scharakteryzowanie pracy przewozowej **wykonanej** przez linię komunikacyjną w kolejnych gminach.

W pierwszym wierszu wpisywane są „*Nazwy gmin”* obsługiwanych przez autobusowe i tramwajowe linie komunikacyjne. Każde pole „*Nazwa gminy”* jest dostępne w programie za pośrednictwem paska przewijania. Wybór nazwy gminy jest możliwy ze zbioru nazw gmin dostępnych w bazie. Zbiór nazw gmin podzielono na dwie części:

- Nazwy gmin należących do KZK GOP identyfikowane są ich nazwami geograficznymi bez żadnych zmian (23 nazwy gmin),
- Nazwy pozostałych obsługiwanych gmin są identyfikowane przez umieszczenie znaku ”_” przed nazwą geograficzną gminy (12 nazw gmin np. _Mikołów),

W drugim wierszu umieszczone są aktywne pola „*Liczba wzkm”* pozwalające na wpisanie rocznej liczby wozokilometrów wykonanych w każdej kolejnej gminie na trasie przejazdu linii.

W trzecim wierszu umieszczone są nieaktywne pola *„Udział [%]”* linii w gminie. Pole jest wypełniane jako iloraz liczby wozokilometrów wykonanych w danej gminie i liczby wozokilometrów na całej linii.

1.3.11 Przycisk „Zapisz zmianę”

Każda zmiana lub modyfikacja wartości aktywnych pól wymaga potwierdzenia przez naciśnięcie klawisza *„Zapisz zmianę”*. Dopiero wówczas dane są modyfikowane w bazie danych eksploatacyjnych o liniach.

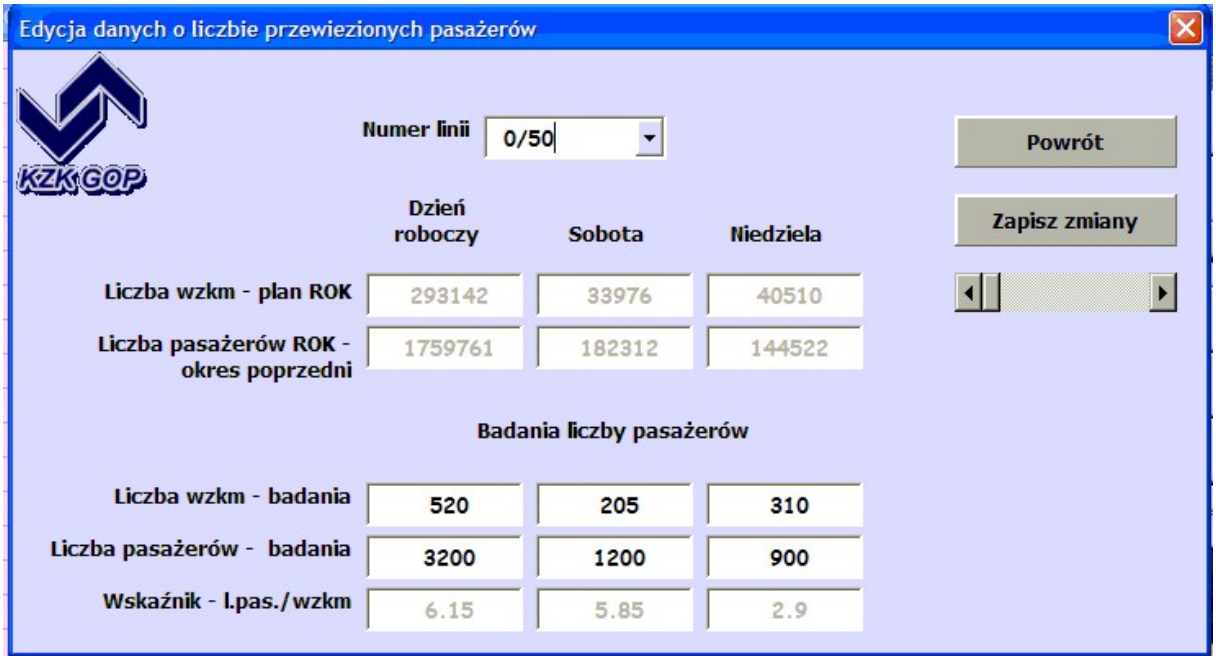
1.4 Moduł „Edycja liczby pasażerów”

Zadaniem modułu *„Edycja liczby pasażerów”* jest ułatwienie wprowadzania danych o liczbie przewiezionych pasażerów na poszczególnych liniach komunikacyjnych i zabezpieczenie przed dokonaniem nieświadomych zmian, o które łatwo podczas pracy bezpośrednio w arkuszu kalkulacyjnym. Dane będą ustalane na podstawie badań marketingowych.

Po wybraniu modułu *„Edycja liczby pasażerów”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Edycja danych o liczbie przewiezionych pasażerów”*. Praca w module polega na wypełnianiu wartościami pól istotnych dla problemu obliczania przychodów i dochodów dla każdej linii i każdej gminy.

Dane wprowadzane w module *„Edycja liczby pasażerów*”:

- Numer linii,
- Liczba wzkm - plan ROK,
- Liczba pasażerów ROK - okres poprzedni,
- Liczba wzkm – badania dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli,
- Liczba pasażerów – badania dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli,
- Wskaźnik l.pas/wzkm – badania dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli.



1.4.1 Numer linii

Wybór numeru linii w programie odbywa się w polu *Numer linii* za pośrednictwem paska przewijania. Po ustaleniu numeru linii na ekranie wyświetlane są pozostałe dane eksploatacyjne o linii zapisane wcześniej w bazie danych.

Szybki wybór danych eksploatacyjnych o linii jest również możliwy za pośrednictwem poziomego paska przewijania znajdującego się po prawej stronie ekranu.

1.4.2 Liczba wzkm - plan ROK

Trzy pola „*Liczba wzkm – plan ROK”* są polami nieaktywnymi. Pozwalają na wyświetlenie liczby wozokilometrów dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych zaplanowanych dla danej linii l.

1.4.3 Liczba pasażerów ROK – okres poprzedni

Trzy pola „*Liczba pasażerów ROK – okres poprzedni”* są polami nieaktywnymi. Pozwalają na wyświetlenie liczby pasażerów zaplanowanych dla dni roboczych, sobót, niedziel i dni świątecznych dla danej linii l.

1.4.4 Liczba wzkm - badania

W centralnej części okna *„Edycja danych o przewiezionych pasażerach”* dostępne są trzy aktywne pola „*Liczba wzkm - badania*” Pozwalają one na wpisanie liczby wozokilometrów ogółem z badań marketingowych dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli.

1.4.5 Liczba pasażerów - badania

W centralnej części okna *„Edycja danych o przewiezionych pasażerach”* dostępne są trzy aktywne pola „*Liczba pasażerów - badania*” Pozwalają one na wpisanie liczby

pasażerów ogółem z badań marketingowych dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli.

1.4.6 Wskaźnik - l.pas/wzkm

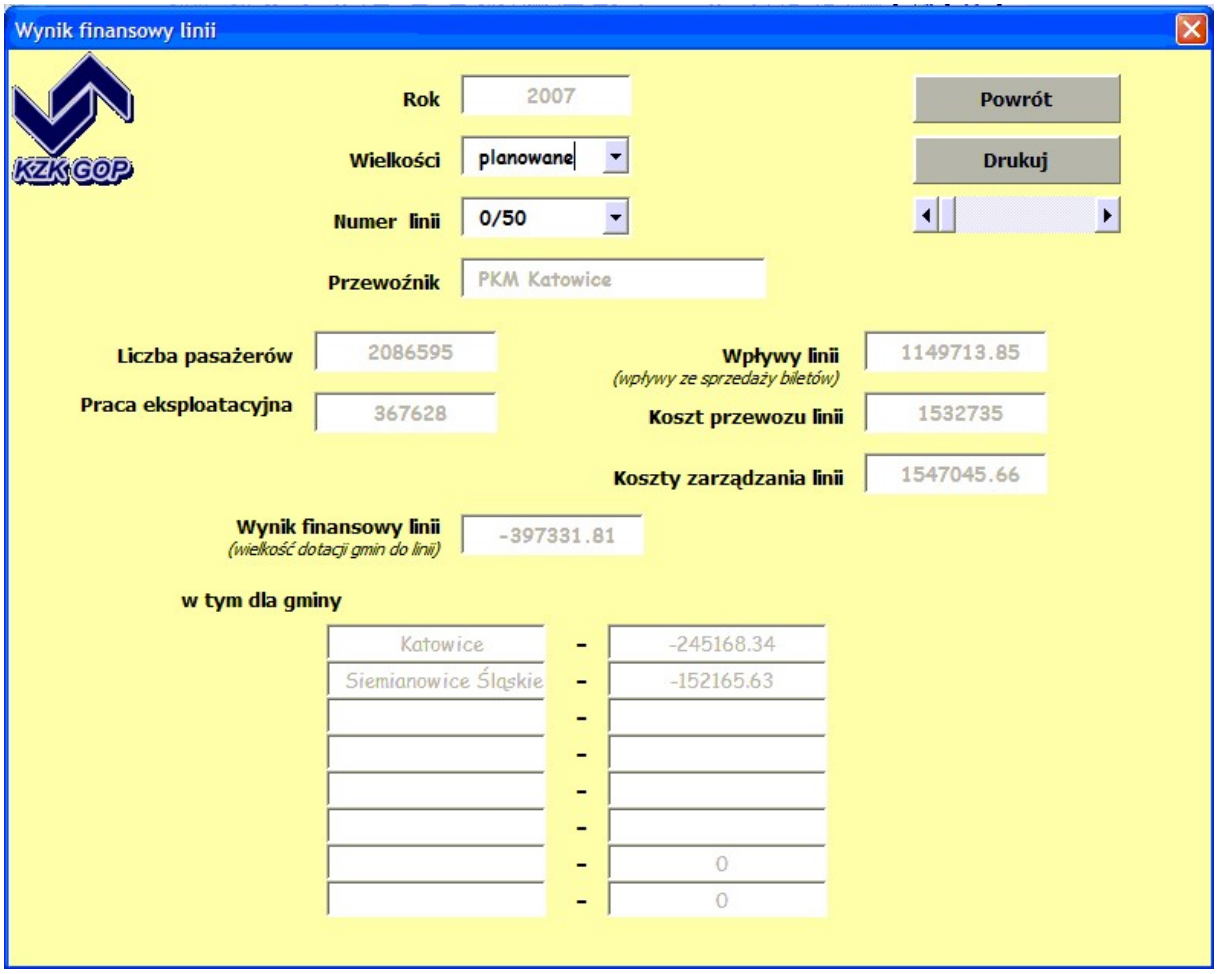
Pod dwoma rzędami pól aktywnych „*Liczba wzkm - badania*" i „*Liczba pasażerów - badania*" w oknie *„Edycja danych o przewiezionych pasażerach"* dostępne są trzy nieaktywne pola „*Wskaźnik – l.pas/wzkm*" W polach tych wyświetlany jest wskaźnik produktywności (l.pas/wzkm) uzyskany z badań marketingowych dla pojedynczego dnia roboczego, soboty i niedzieli.

1.4.7 Przycisk „Zapisz zmianę"

Każda zmiana lub modyfikacja wartości aktywnych pól wymaga potwierdzenia przez naciśnięcie klawisza *„Zapisz zmianę"*. Dopiero wówczas dane są modyfikowane w bazie danych eksploatacyjnych o liniach.

1.5 Moduł „Wyniki finansowe linii"

Zadaniem modułu *„Wyniki finansowe linii"* jest prezentacja wielkości charakteryzujących linię.



Po wybraniu modułu *„Wyniki finansowe linii”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Wynik finansowy linii”*. Praca w module polega początkowo na wskazaniu wartości odpowiednich pól wyboru:

- Wielkości (planowane czy wykonane),
- Numer linii,

wówczas wyświetlone zostaną pozostałe wielkości charakteryzujące wybraną linię.
Wielkości prezentowane w oknie *„Wyniki finansowy linii*” :

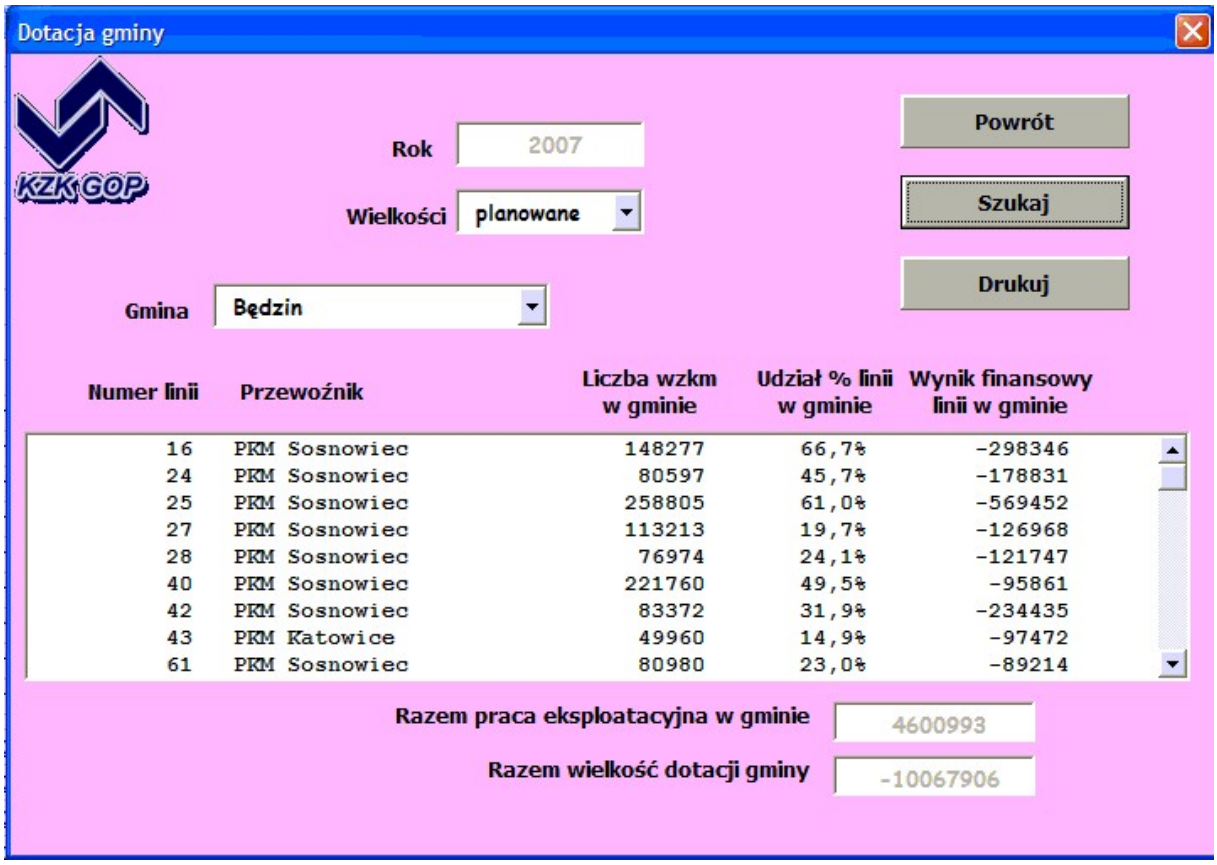
- Numer linii,
- Przewoźnik,
- Liczba pasażerów,
- Praca eksploatacyjna,
- Wpływy linii (wpływy ze sprzedaży biletów),
- Koszt przewozu linii,
- Koszty zarządzania linii,
- Wynik finansowy linii (wielkość dotacji gmin do linii),

Oraz podział wyniku finansowego linii (wielkości dotacji gmin do linii) na poszczególne gminy, przez które przebiega trasa linii.
Wszystkie wartości są wartościami rocznymi poszczególnych wielkości.

Przycisk *„Drukuj”* umożliwia wydrukowanie zaprezentowanych wielkości charakteryzujących linię. Wzór wydruku zamieszczono w załączniku nr 7.

1.6 Moduł „Dotacje gmin”

Zadaniem modułu *„Dotacje gmin”* jest prezentowanie wartości wielkości charakteryzujących linie przebiegające przez wskazaną gminę.



Po wybraniu modułu *„Dotacje gmin”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Dotacja gminy”*. Praca w module polega początkowo na wskazaniu wartości odpowiednich pól wyboru:

- Wielkości (planowane czy wykonane),
- Nazwa gminy

oraz naciśnięciu przycisku *„Szukaj”*.

Wówczas wyświetlone zostaną następujące wielkości charakteryzujące linie przebiegające przez wybraną gminę:

- Numer linii,
- Przewoźnik,
- Liczba wzkm w gminie,
- Udział % linii w gminie,
- Wynik finansowy linii w gminie (wielkość dotacji gmin do linii).

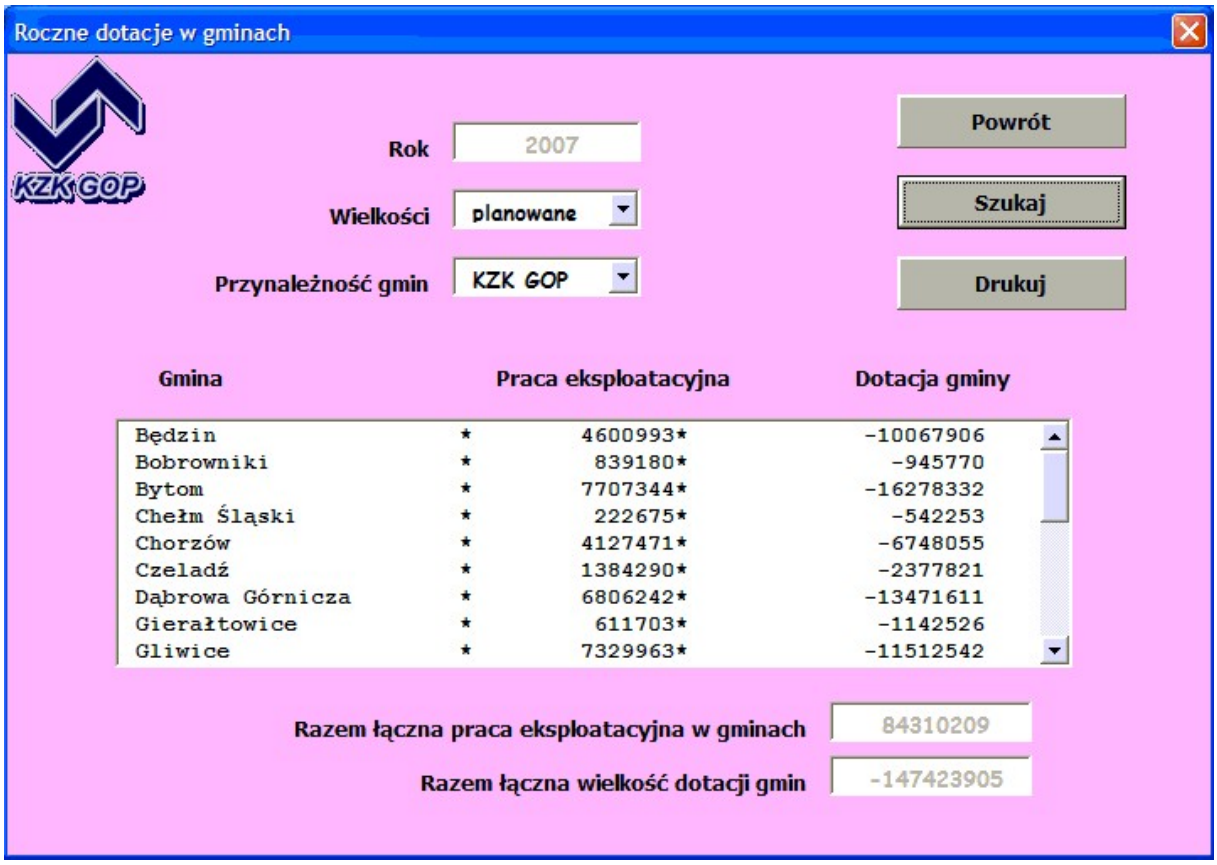
Wszystkie wartości są wartościami rocznymi poszczególnych wielkości.
W przypadku, gdy liczba linii przebiegających przez gminę jest duża (większa niż 9) w oknie przeglądania pojawia się pasek przewijania.
Jako podsumowanie prezentowane są wartości dwóch wielkości:

- Razem praca eksploatacyjna w gminie,
- Razem wielkość dotacji gminy.

Przycisk *„Drukuj”* umożliwia wydrukowanie zaprezentowanych wielkości charakteryzujących linię. Wzór wydruku zamieszczono w załączniku nr 7.

1.7 Moduł „Roczna dotacja gmin”

Zadaniem modułu *„Roczna dotacja gmin”* jest prezentowanie wartości wielkości o liniach charakteryzujących grupę gmin.



Po wybraniu modułu *„Roczna dotacja gmin”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Roczne dotacje gminach”*. Praca w module polega początkowo na wskazaniu wartości odpowiednich pól wyboru:

- Wielkości (planowane czy wykonane),
- Przynależność gmin (KZK GOP lub zewnętrzne)

oraz naciśnięciu przycisku *„Szukaj”*.

Wówczas wyświetlone zostaną następujące wielkości charakteryzujące linie przebiegające przez wybraną gminę:

- Nazwa gminy,
- Praca eksploatacyjna,
- Dotacja gminy,

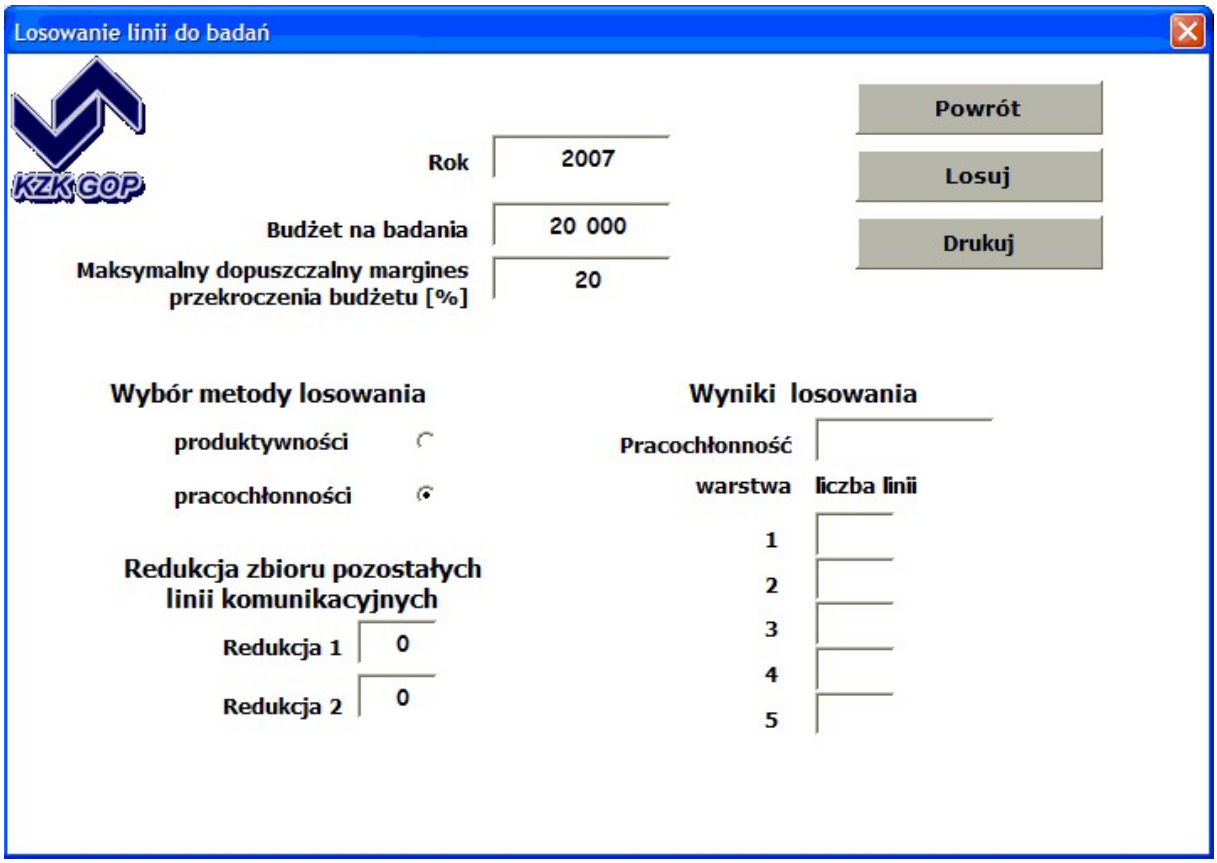
Wszystkie wartości są wartościami rocznymi poszczególnych wielkości.
W przypadku, gdy liczba linii przebiegających przez gminę jest duża (większa niż 9) w oknie przeglądania pojawia się pasek przewijania.
Jako podsumowanie prezentowane są wartości dwóch wielkości:

- Razem łączna praca eksploatacyjna w gminach,
- Razem łączna wielkość dotacji gmin.

Przycisk *„Drukuj”* umożliwia wydrukowanie zaprezentowanych wielkości charakteryzujących linię. Wzór wydruku zamieszczono w załączniku nr 7.

1.8 Moduł „Losowanie linii do badań”

Zadaniem modułu *„Losowanie linii do badań”* jest wylosowanie numerów linii, dla których będą przeprowadzane badania marketingowe.



Po wybraniu modułu *„Losowanie linii do badań”* wyświetlane jest okno zatytułowane *„Losowanie linii do badań”*. Praca w module polega początkowo na ustaleniu wartości odpowiednich pól:

- Rok,
- Budżet na badania,
- Maksymalny dopuszczalny margines przekroczenia budżetu [%],
- Wybór metody losowania (metoda produktywności lub pracochłonności)

i w ramach „Redukcji zbioru pozostałych linii komunikacyjnych”:

- Redukcja 1 (przyjmuje tylko wartość 0 lub 1)
- Redukcja 2 (przyjmuje tylko wartość 0 lub 1).

oraz naciśnięciu przycisku *„Losuj”*.

Uwaga: wielkości *„Redukcja 1”* i *„Redukcja 2”* nie mogą jednocześnie przyjmować wartości 1.

Przycisk *„Losuj”* uruchamia procedurę losowania. Wyniki procedury w zakresie:

- pracochłonności,
- liczby linii wylosowanych w poszczególnych warstwach

są wyświetlane na ekranie.

Procedurę *”Losuj”* można uruchamiać wielokrotnie, zmieniając wartość *„Maksymalnego dopuszczalnego marginesu przekroczenia budżetu”* aż do uzyskania pożądanego wyniku wykorzystania *„Budżetu na badania”*. Zadawalające wyniki procedury losowania można wydrukować naciskając przycisk *„Drukuj”*.

Przycisk *„Drukuj”* tworzy raport losowania i umożliwia wydrukowanie raportu z losowania. Wzór wydruku zamieszczono w załączniku nr 7.

1.9 Moduł „Zakończenie”

Zadaniem modułu *„Zakończenie”* jest zamknięcie wszystkich plików z bazami danych i zakończenie pracy aplikacji.

ZAŁACZNIK
nr 7

WZORY WYDRUKÓW
Z PROGRAMU KOMPUTEROWEGO
DO WYLICZANIA WYNIKU FINANSOWEGO DLA LINII KOMUNIKACYJNYCH W KZK GOP, DOTACJI GMIN ORAZ WYBORU LINII KOMUNIKACYJNYCH DO BADAŃ