

*REGIONY – JAKO GŁÓWNY BENEFICJENT  
SYSTEMU TRANSPORTU MAŁYMI SAMOLOTAMI  
Biała Podlaska, 22 X 2009*

# Wielkość i alokacja floty STMS w Polsce

**Sebastian Michalski, Sławomir Dorosiewicz**

**Szkoła Główna Handlowa**



# Główny problem

Wyznaczyć liczbę samolotów na poszczególnych  
lotniskach, aby

# Główny problem

Wyznaczyć liczbę samolotów na poszczególnych lotniskach, aby

- ▶ koszt funkcjonowania systemu był możliwie najmniejszy,

# Główny problem

Wyznaczyć **liczbę samolotów na poszczególnych lotniskach**, aby

- ▶ **koszt** funkcjonowania systemu był możliwie **najmniejszy**,
- ▶ przy **zaspokojeniu** spodziewanego **popytu** na jego usługi.

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$



# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

- ▶ Liczba **lotnisk** – 16,

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających  
z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

- ▶ Liczba **lotnisk** – 16,
- ▶ Liczba **połączeń** –  $16 \times 16 = 256$ ,

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

- ▶ Liczba lotnisk – 16,
- ▶ Liczba połączeń –  $16 \times 16 = 256$ ,
- ▶ Liczba dostępnych **typów** samolotów – 6,

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

- ▶ Liczba lotnisk – 16,
- ▶ Liczba połączeń –  $16 \times 16 = 256$ ,
- ▶ Liczba dostępnych typów samolotów – 6,
- ▶ Liczba **zmiennych** –  $256 \times 6 = 1536$ ,

# Zmienne decyzyjne

$x(s, i, j)$  – liczba samolotów typu  $s$  latających z lotniska  $i$  do lotniska  $j$

- ▶ Liczba lotnisk – 16,
- ▶ Liczba połączeń –  $16 \times 16 = 256$ ,
- ▶ Liczba dostępnych typów samolotów – 6,
- ▶ Liczba zmiennych –  $256 \times 6 = 1536$ ,
- ▶ Rozważamy połączenia **powyżej 250 km** – 172 połączenia.

# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

- ▶  $2 \times$  koszt jednostkowy (EUR/pas.km)

# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

- ▶  $2 \times$  koszt jednostkowy (EUR/pas.km)
- ▶  $\times$  odległość pomiędzy lotniskami



# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

- ▶  $2 \times$  koszt jednostkowy (EUR/pas.km)
- ▶  $\times$  odległość pomiędzy lotniskami
- ▶  $\times$  liczba miejsc pasażerskich

# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

- ▶  $2 \times$  koszt jednostkowy (EUR/pas.km)
- ▶  $\times$  odległość pomiędzy lotniskami
- ▶  $\times$  liczba miejsc pasażerskich
- ▶ / dzienny nalot.

# Funkcja celu

$K$  – koszt przelotu =

- ▶  $2 \times$  koszt jednostkowy (EUR/pas.km)
- ▶  $\times$  odległość pomiędzy lotniskami
- ▶  $\times$  liczba miejsc pasażerskich
- ▶ / dzienny nalot.

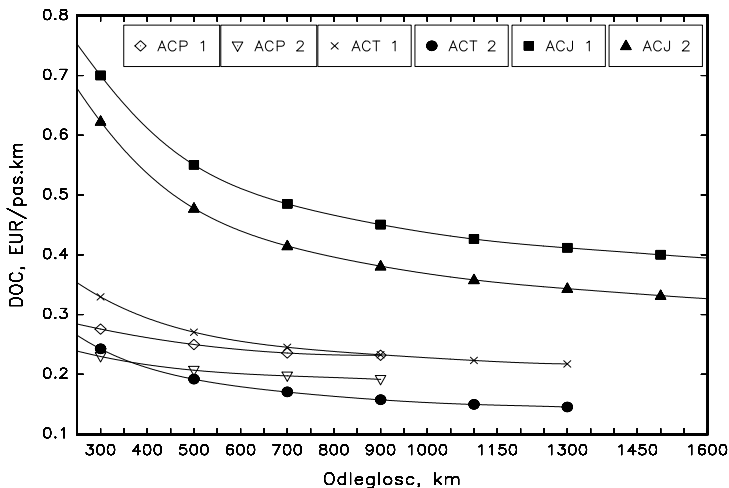
## Funkcja celu

Dla wszystkich typów samolotów i połączeń  
koszt przelotu  $\times$  liczba samolotów  $\rightarrow$  minimum

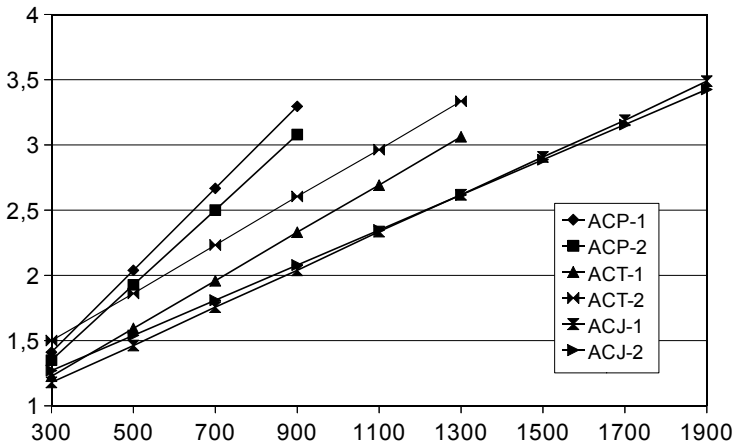
$$\sum_{\text{typ}} \sum_{\text{połączenie}} K \times X \rightarrow \min$$

# Funkcja celu – koszty jednostkowe

DOC – bezpośrednie koszty operacyjne (EUR/pas.km)



# Dzienny nalot a czas lotu



Rysunek: Czas lotu jako funkcja odległości

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
poziomowi popytu na usługi STMS

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
poziomowi popytu na usługi STMS

- ▶ dzienny nalot

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
poziomowi popytu na usługi STMS

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich



# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
poziomowi popytu na usługi STMS

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
poziomowi popytu na usługi STMS

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich
- ▶ × liczba samolotów,  $X$ .

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
**powinna być co najmniej równa**  
poziomowi popytu na usługi STMS

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich
- ▶ × liczba samolotów,  $X$ .



# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
**poziomowi popytu na usługi STMS**

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich
- ▶ × liczba samolotów,  $X$ .

≥

- ▶ **potok podróży samochodem osobowym**

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
**poziomowi popytu na usługi STMS**

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich
- ▶ × liczba samolotów,  $X$ .

≥

- ▶ **potok podróży samochodem osobowym**
- ▶ × **udział obszaru ciążenia lotniska  
w podróżach ogółem**

# Warunki ograniczające

Liczba przewiezionych pasażerów  
powinna być co najmniej równa  
**poziomowi popytu na usługi STMS**

- ▶ dzienny nalot
- ▶ × liczba miejsc pasażerskich
- ▶ × współczynnik wykorzystania miejsc pasażerskich
- ▶ × liczba samolotów,  $X$ .

≥

- ▶ potok podróży samochodem osobowym
- ▶ × udział obszaru ciążenia lotniska  
w podróżach ogółem
- ▶ × prawdopodobieństwo wyboru samolotu  
przez daną grupę dochodową

# Potoki podróży samochodem osobowym

Badania ankietowe

Metoda grawitacyjna

# Potoki podróży samochodem osobowym

## Badania ankietowe

- ▶ rocznie 17,6 mln, dziennie 70 tys.

## Metoda grawitacyjna

- ▶ rocznie 26,3 mln, dziennie 105 tys.



# Potoki podróży samochodem osobowym

## Badania ankietowe

- ▶ rocznie 17,6 mln, dziennie 70 tys.
- ▶ powyżej 250 km 13,1 mln, 52 tys.

## Metoda grawitacyjna

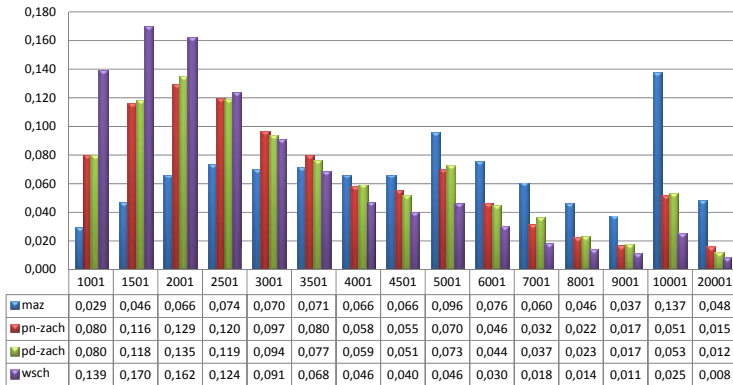
- ▶ rocznie 26,3 mln, dziennie 105 tys.
- ▶ powyżej 250 km 8,6 mln, 34 tys.

# Obszary ciążenia lotnisk

Stosunek liczby ludności miast wojewódzkich  
do liczby ludności województw

	A		B	B/A
podlaskie	1 191 470	Białystok	294 153	0,25
kujawsko-pomorskie	2 067 918	Bydgoszcz	358 928	0,17
pomorskie	2 219 512	Gdańsk	455 581	0,21
śląskie	4 645 665	Katowice	309 621	0,07
świętokrzyskie	1 272 784	Kielce	205 094	0,16
małopolskie	3 287 136	Kraków	754 624	0,23
lubelskie	2 161 832	Lublin	350 462	0,16
łódzkie	2 548 861	Łódź	747 152	0,29
warmińsko-mazurskie	1 427 073	Olsztyn	176 142	0,12
opolskie	1 033 040	Opole	126 203	0,12
wielkopolskie	3 397 617	Poznań	557 264	0,16
podkarpackie	2 099 495	Rzeszów	170 653	0,08
zachodnio-pomorskie	1 692 957	Szczecin	406 941	0,24
mazowieckie	5 204 495	Warszawa	1 709 781	0,33
dolnośląskie	2 877 059	Wrocław	632 162	0,22
lubuskie	1 008 962	Zielona Góra	117 557	0,12

# Grupy dochodowe



# Wybór środka transportu

Koszt transportu

Samochód

Samolot

# Wybór środka transportu

## Koszt transportu

### Samochód

- ▶ stawka zł/km,

### Samolot

- ▶ opłata za transport/taxi,
- ▶ cena biletu,

# Wybór środka transportu

## Koszt transportu

### Samochód

- ▶ stawka zł/km,
- ▶ diety,

### Samolot

- ▶ opłata za transport/taxi,
- ▶ cena biletu,
- ▶ diety,

# Wybór środka transportu

## Koszt transportu

### Samochód

- ▶ stawka zł/km,
- ▶ diety,
- ▶ koszt noclegu,

### Samolot

- ▶ opłata za transport/taxi,
- ▶ cena biletu,
- ▶ diety,
- ▶ koszt noclegu.

# Wybór środka transportu

Koszt czasu

Samochód

Samolot

► dojazdu do lotniska,



# Wybór środka transportu

Koszt czasu

Samochód

Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z  
odpoczynkiem,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z  
odpoczynkiem,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z  
odpoczynkiem,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ dojazdu do lotniska,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,



# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ jazdy z odpoczynkiem,

### Samolot

- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,

# Wybór środka transportu

## Koszt czasu

### Samochód

- ▶ jazdy z odpoczynkiem,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ jazdy z odpoczynkiem,

### Samolot

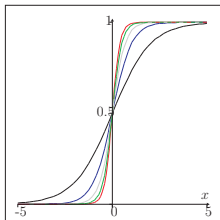
- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ pobytu na lotnisku,
- ▶ dojazdu do celu,
- ▶ oczekiwania na spotkanie,
- ▶ spotkania,
- ▶ dojazdu do lotniska,
- ▶ oczekiwania na samolot,
- ▶ lotu,
- ▶ dojazdu do domu.

# Wybór środka transportu

## Model logitowy

$$\Pr(MS) = \frac{\exp(-\lambda(\textit{kosztMS} - \textit{kosztSO}))}{1 + \exp(-\lambda(\textit{kosztMS} - \textit{kosztSO}))}$$

*kosztMS*, *kosztSO* – uogólnione koszty podróży  
z punktu widzenia pasażera – klienta STMS,  
 $\lambda$  – stopień wrażliwości prawdopodobieństwa na zmiany  
kosztów uogólnionych.



Rysunek: Funkcja logitowa dla  $\lambda = 1, 2, \dots, 5$ .

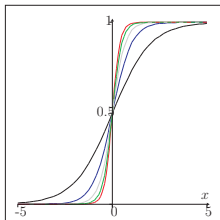
# Wybór środka transportu

## Model logitowy

$$\Pr(MS) = \frac{\exp(-\lambda(\text{koszt}MS - \text{koszt}SO))}{1 + \exp(-\lambda(\text{koszt}MS - \text{koszt}SO))}$$

$\text{koszt}MS$ ,  $\text{koszt}SO$  – uogólnione koszty podróży  
z punktu widzenia pasażera – klienta STMS,

$\lambda$  – stopień wrażliwości prawdopodobieństwa na zmiany  
kosztów uogólnionych.



Rysunek: Funkcja logitowa dla  $\lambda = 1, 2, \dots, 5$ .

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,



# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,
- ▶ czas przebywania na lotnisku docelowym (po przylocie) – 15 minut,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,
- ▶ czas przebywania na lotnisku docelowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku docelowym (przed startem) – 30 minut,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,
- ▶ czas przebywania na lotnisku docelowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku docelowym (przed startem) – 30 minut,
- ▶ czas przebywania na lotnisku startowym (po przylocie) – 15 minut,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,
- ▶ czas przebywania na lotnisku docelowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku docelowym (przed startem) – 30 minut,
- ▶ czas przebywania na lotnisku startowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas jednego noclegu – 8 godzin,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry ustalone

- ▶ maksymalna liczba godzin lotów dziennie (z postojami) – 16 godzin,
- ▶ czas oczekiwania na spotkanie – 1h,
- ▶ cena za dojazd z/do lotniska – 10zł,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku startowym (przed startem) – 0,
- ▶ czas przebywania na lotnisku docelowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas oczekiwania na lotnisku docelowym (przed startem) – 30 minut,
- ▶ czas przebywania na lotnisku startowym (po przylocie) – 15 minut,
- ▶ czas jednego noclegu – 8 godzin,
- ▶ koszt jednego noclegu – 204 zł,

Wielkość i alokacja  
floty STMS  
w Polsce

Sebastian  
Michalski  
Sławomir  
Dorosiewicz

Konstrukcja  
modelu

Popyt na mały  
samolot

Rozwiązanie

# Parametry, składniki czasu podróży

Parametry będące przedmiotem symulacji

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,



# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 60 do 100%,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 60 do 100%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – od 0 do 1 h,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 60 do 100%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – od 0 do 1 h,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – od 0 do 100%,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 60 do 100%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – od 0 do 1 h,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – od 0 do 100%,
- ▶ czas spotkania biznesowego – od 1 do 8 h,

# Parametry, składniki czasu podróży

## Parametry będące przedmiotem symulacji

- ▶ średnia prędkość samochodu – od 60 do 80 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – od 0 do 2 zł,
- ▶ wzrost ceny biletów lotniczych – o 0, 50 i 100%,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 60 do 100%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – od 0 do 1 h,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – od 0 do 100%,
- ▶ czas spotkania biznesowego – od 1 do 8 h,
- ▶ nocleg po podróży trwającej – od 14 do 18 h,

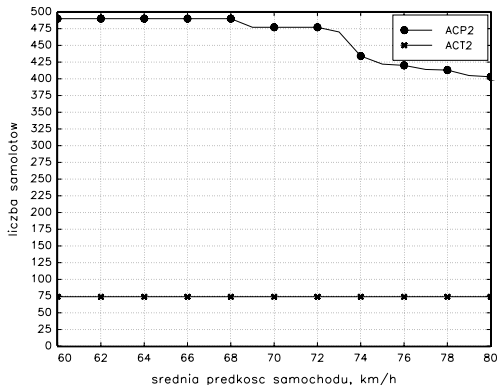






# Analiza wrażliwości

## Średnia prędkość samochodu



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe.



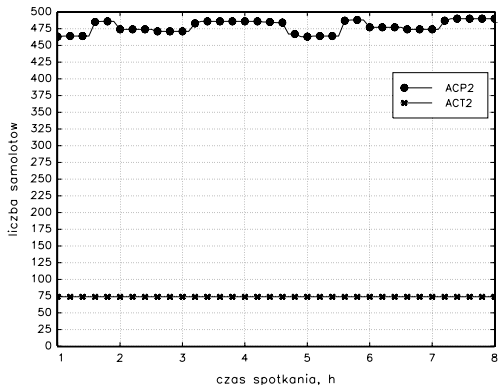






# Analiza wrażliwości

## Czas spotkania biznesowego



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe.

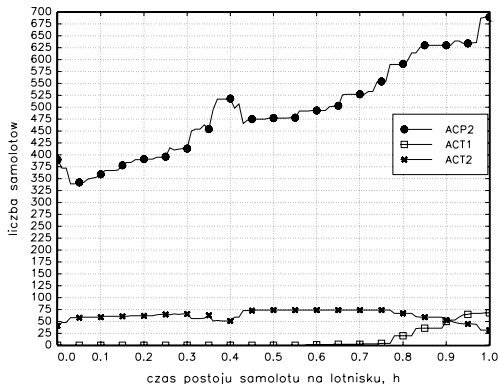






# Analiza wrażliwości

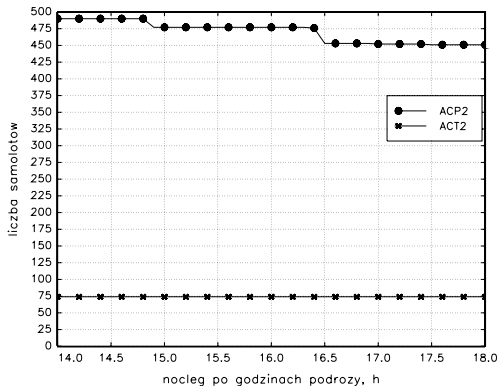
## Czas postoju samolotu na lotnisku



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe.

# Analiza wrażliwości

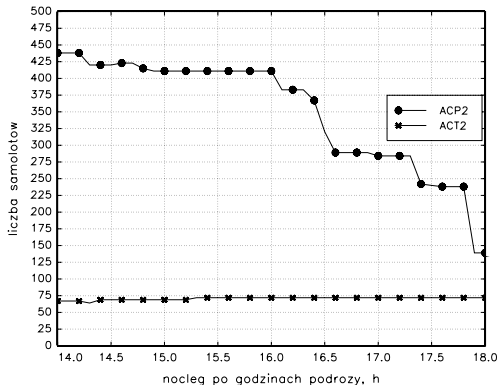
## Czas delegacji a nocleg



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe.

# Analiza wrażliwości

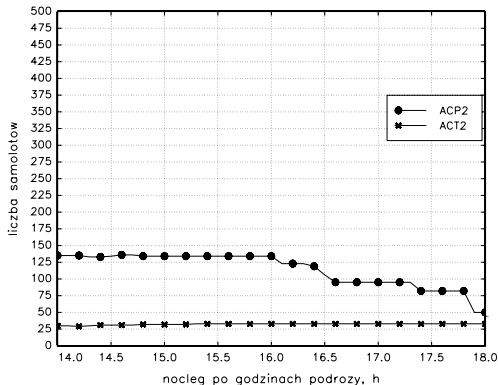
## Czas delegacji a nocleg



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe, wzrost ceny biletów lotniczych o 50%.

# Analiza wrażliwości

## Czas delegacji a nocleg



Rysunek: Potoki SO – badania ankietowe, wzrost ceny biletów lotniczych o 100%.









# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – 30 minut,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – 30 minut,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – 10%,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – 30 minut,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – 10%,
- ▶ czas spotkania biznesowego – 6 h,



# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – 30 minut,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – 10%,
- ▶ czas spotkania biznesowego – 6 h,
- ▶ nocleg po podróży trwającej – 16 h,

# Wnioski

## Ustalone wartości parametrów

- ▶ średnia prędkość samochodu – 70 km/h,
- ▶ stawka za przejechanie 1km SO – 0,8358 zł,
- ▶ stopień wykorzystania miejsc pasażerskich w samolocie – od 80%,
- ▶ czas postoju samolotu na lotnisku – 30 minut,
- ▶ współczynnik opóźnienia przelotów – 10%,
- ▶ czas spotkania biznesowego – 6 h,
- ▶ nocleg po podróży trwającej – 16 h,
- ▶ kurs walutowy EURPLN – 4,2 zł,

# Wnioski – wielkość i alokacja floty

## Badania ankietowe

wzrost ceny biletów o	ACP2			ACT2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
Białystok	8	5	2	3	2	1
Bydgoszcz	13	4	2	5	3	1
Gdańsk	65	65	17	17	15	4
Katowice	12	9	2	3	3	1
Kielce	3	2	1	1	1	1
Kraków	61	44	13	6	6	2
Lublin	2	1	1	3	2	1
Łódź	4	1	1	1	1	1
Olsztyn	1	1	1	1	1	1
Opole	4	2	1	1	1	1
Poznań	50	46	10	2	1	1
Rzeszów	3	2	1	3	3	1
Szczecin	1	1	1	9	9	7
Warszawa	165	128	42	9	9	3
Wrocław	68	52	12	8	6	2
Zielona Góra	8	8	2	2	2	1
suma	468	371	109	74	65	29
Potok MS	7379	5888	1581	2967	2651	834
koszt dzienny (tys. zł)	611	524	156			

# Wnioski – wielkość i alokacja floty

## Metoda grawitacyjna

wzrost ceny biletów o	ACP2			ACT2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
Białystok	5	3	1	2	2	1
Bydgoszcz	19	8	4	1	1	1
Gdańsk	19	18	5	3	3	1
Katowice	14	11	3	1	1	1
Kielce	3	3	1	1	1	1
Kraków	34	20	5	2	2	1
Lublin	7	4	1	3	2	1
Łódź	23	11	3	1	1	1
Olsztyn	4	3	1	1	1	1
Opole	9	4	1	1	1	1
Poznań	32	28	7	1	1	1
Rzeszów	5	2	1	1	1	1
Szczecin	4	4	2	3	3	1
Warszawa	152	117	36	2	2	1
Wrocław	24	16	4	4	3	1
Zielona Góra	5	5	2	1	1	1
suma	359	257	77	28	26	16
Potok MS	5719	3977	1100	904	758	179
koszt dzienny (tys. zł)	317	243	64			

Dziękujemy za uwagę