



WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA I EKONOMII

POLITECHNIKA GDAŃSKA

# MIKROEKONOMETRIA

DR KAROLINA TURA-GAWRON

ZAKŁAD STATYSTYKI

KATEDRA NAUK EKONOMICZNYCH

# PLAN PREZENTACJI

1. Zmienne uporządkowane
2. Modele zmiennych wielomianowych
3. Standardowy wielomianowy model probitowy zmiennej uporządkowanej
4. Standardowy wielomianowy model logitowy zmiennej uporządkowanej

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE (1)

Zmienne uporządkowane to takie, które mają wiele kategorii, charakteryzujących się naturalnym uporządkiem.

- Mają więcej niż dwie kategorie
- Pozwalają na porównania, tzn. możemy powiedzieć, że dla jednego z obiektów zmienna przyjmuje wartość większą lub mniejszą niż dla drugiego
- Pomiedzy kategoriami zmiennych uporządkowanych nie można określić odległości
- Liczby w zapisie zmiennej są kodami, przekazującymi jedynie informację o porządku
- Zwyczajowo używa się kolejnych liczb naturalnych „1”, „2”, „3”, ...

Zmienne uporządkowane to nie są zmienne ciągłe !!!  
Nie można ich poisać za pomocą np. regresji liniowej

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE – TYPY I ZASTOSOWANIE (2)

Służą pomiarowi cech niemierzalnych w badaniach ankietowych, tj. preferencji, poglądów, zadowolenia, oceny.

## Pytania dotyczące preferencji, poglądów i zadowolenia

Przykład 1. Używając poniższej skali proszę określić, na ile może Pan/Pani decydować o organizacji swojej codziennej pracy.

*Nie mam wpływu- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 – mam pełną kontrolę.*

Przykład 2. Czy jest pan/Pani zadowolony/na z pracy?

*(1) bardzo niezadowolony (2) trochę niezadowolony (3) neutralny*

*(4) w miarę zadowolony (5) bardzo zadowolony*

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE – TYPY I ZASTOSOWANIE (3)

Zmienne używane do opisu zagadnień

Przykład 1. Wykształcenie

*(1) podstawowe (2) średnie (3) wyższe*

Przykład 2. Klasa społeczna

*(1) niższa (2) średnia (3) wyższa*

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE – TYPY I ZASTOSOWANIE (4)

## Zmienne uporządkowane opisujące miejsca w rankingach

Przykład 1. Proszę uszeregować wyróżnione marki samochodów od Pana/pani zdaniem najbardziej prestiżowej do najmniej prestiżowej, używając cyfr od 1 do 7, gdzie 1 oznacza markę najmniej prestiżową, a 7 – najbardziej prestiżową ( lista 7 marek samochodów)

Przykład 2. Rating polskich spółek giełdowych według Polskiego Forum Corporate Governance

(1) C+ (2) B- (3) B (4) B+ (5) A- (6) A

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE – TYPY I ZASTOSOWANIE (4)

## Zmienne przedziałowe

Przykład 1. Przedziały liczby zatrudnionych jako klasa wielkości firmy

(1) Jednoosobowa (2) mała, 2-50 pracowników (3) średnia, 51-250 pracowników (4) duża, ponad 250 pracowników

Przykład 2. Średnie wydatki na edukację w ciągu miesiąca

(1) 0-20 PLN (2) 21-40 PLN (3) 41-100 PLN (4) 101-500 PLN (5) 501-2000 PLN (6) powyżej 2000 PLN

# ZMIENNE UPORZĄDKOWANE – PYTANIA KŁOPOTLIWE DOTYCZĄCE ZMIENNYCH CIĄGŁYCH (4)

## Pytania o dochód

Przykład 1. Proszę określić ile Pan/Pani zarabia w ciągu miesiąca brutto PLN.

- (1) 0-1200 (2) 1201-2200 (3) 2201-3200 (4) 3201-4200 (5) 4201-5200 (6) 5201-6200  
(7) powyżej 6200

Przykład 2. Który z poniższych opisów jest najbliższy Pana/Pani odczuciu na temat obecnych dochodów?

- (1) *Jest mi bardzo ciężko przy obecnym dochodzie* (2) *Jest mi ciężko przy obecnym dochodzie* (3) *Radzę sobie przy obecnym dochodzie* (4) *Żyję dostatnio przy obecnym dochodzie* (5) *Żyję bardzo dostatnio przy obecnym dochodzie*

## Pytania o sprzedaż firmy

Przykład 2. Proszę o podanie, czy w Pana/Pani firmie sprzedaż:

- (1) *Spadła* (2) *nie zmieniła się* (3) *wzrosła*



# SPECYFIKACJA MODELU UPORZĄDKOWANEGO(1)

Zmienna porządkowa  $y$  jest ograniczonym zapisem pewnej nieobserwowalnej zmiennej ciągłej  $y^*$ .  $y^*$  jest liniową funkcją zmiennych objaśniających zapisanych w wektorze  $x$  oraz nieznanymi parametrami w wektorze  $\beta$

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i$$

$i=1, 2, 3, \dots$  kolejne obiekty

$u$  - składniki losowe (są iid) opisane funkcją gęstości  $f(u)$  o zerowej wartości oczekiwanej i stałej wariancji

Model uporządkowany nie zawiera stałej !!!

# SPECYFIKACJA MODELU UPORZĄDKOWANEGO(1)

Zmienna  $y^*$  jest nieobserwowalna, ale obserwujemy różne wartości zmiennej porządkowej  $y$ . Zmienna  $y$  przyjmuje  $J$  wartości,  $j=1,2,3,\dots$ (kategorii)

**Przekształcenie zmiennej nieobserwowalnej  $y^*$  na obserwowalną  $y$**

1. Dzielimy zakres wartości zmiennej  $y^*$  na  $J$  przedziałów
2. Wyznaczamy  $J+1$  wartości, które będą granicami – wektor tych wartości to  $\kappa$  a jego elementy to punkty odcięcia
3. Za  $\kappa_0$  przyjmujemy  $-\infty$ , a za  $\kappa_J$  przyjmujemy  $\infty$

Zmienna obserwowalna  $y$  przyjmuje wartość  $j$ , gdy zmienna nieobserwowalna  $y^*$  przyjmuje wartość z  $j$ -tego przedziału, czyli spomiędzy  $\kappa_{j-1}$  a  $\kappa_j$

$$y_i = j \leftrightarrow \kappa_{j-1} < y_i^* \leq \kappa_j$$

Postać modelu uporządkowanego bez nieobserwowalnej  $y^*$

$$y_i = 1 \leftrightarrow -\infty < u_i^* \leq \kappa_1 - x_i' \beta$$

$$y_i = 2 \leftrightarrow \kappa_1 - x_i' \beta < u_i^* \leq \kappa_2 - x_i' \beta$$

...

...

$$y_i = J \leftrightarrow \kappa_J - x_i' \beta < u_i^* \leq +\infty$$

# SPECYFIKACJA MODELU UPORZĄDKOWANEGO(2)

Postać modelu uporządkowanego bez nieobserwowalnej  $y^*$

$$y_i = 1 \leftrightarrow -\infty < u_i^* \leq \kappa_1 - x_i' \beta$$

$$y_i = 2 \leftrightarrow \kappa_1 - x_i' \beta < u_i^* \leq \kappa_2 - x_i' \beta$$

...

...

$$y_i = J \leftrightarrow \kappa_J - x_i' \beta < u_i^* \leq +\infty$$

# SZACOWANIE MODELU UPORZĄDKOWANEGO(1)

Wiarygodność pojedynczej obserwacji- funkcja nieznanych parametrów i zmiennych objaśniających

$p_{ij}$ - prawdopodobieństwo, że dla  $i$ -tego obiektu zmienna  $y$  przyjmuje wartość  $j$

$d_{ij}$ - wskaźnik oznaczający, że w próbie zmienna  $y_i$  przyjęła faktycznie wartość  $j$

$$p_{ij}=P(y_i=j)$$

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & y_i = j \\ 0, & \text{w.p.p.} \end{cases}$$

$L_i(y_i | x_i)$  - wiarygodność danej obserwacji, prawdopodobieństwo przyjęcia przez zmienną objaśnianą w jej przypadku dokładnie tej wartości, która faktycznie wystąpiła w próbie

$$L_i(y_i | x_i; \beta, \kappa_1, \dots, \kappa_{J-1}) = \prod_{j=1}^J p_{ij}^{d_{ij}} = \prod_{j=1}^J [F(\kappa_j - x'_i \beta) - F(\kappa_{j-1} - x'_i \beta)]^{d_{ij}}$$

# UPORZĄDKOWANY MODEL PROBITOWY

Wybór rozkładu składnika losowego  $f(u)$ , którego dystrybuanta występuje we wzorze na wiarygodność próby

$\Phi$  - Dystrybuanta standardowego rozkładu normalnego

$$p_{ij} = \Phi(\kappa_j - x'_i \beta) - \Phi(\kappa_{j-1} - x'_i \beta)$$

# UPORZĄDKOWANY MODEL LOGITOWY

Wybór rozkładu składnika losowego  $f(u)$ , którego dystrybuanta występuje we wzorze na wiarygodność próby

$$F(u) = \frac{\exp(u)}{1 + \exp(u)} \quad \text{Dystrybuanta rozkładu logistycznego}$$

$$p_{ij} = \frac{\exp(\kappa_j - x'_i \beta)}{1 + \exp(\kappa_j - x'_i \beta)} - \frac{\exp(\kappa_{j-1} - x'_i \beta)}{1 + \exp(\kappa_{j-1} - x'_i \beta)}$$

# TESTY

a) Badanie istotności całego modelu: test ilorazu wiarygodności np.

Test ilorazu wiarygodności: Chi-kwadrat(9) = 144,541 [0,0000]

b) Pseudo-R<sup>2</sup>, np.

Liczba przypadków 'poprawnej predykcji' = 610 (61,0%)

c) Badanie istotności statystycznej parametrów (Test Walda)

# ZADANIA (1)

Zadanie 1. W jednym z banków w 2016 roku przeprowadzono analizę zdolności kredytowej osób ubiegających się o kredyt mieszkaniowy. Dane zawarto w pliku kredyt. Opis zmiennych przedstawia poniższa tabela.

	Typ zmiennej	Opis
Dochód netto	ciągła	w PLN
Miasto	porządkowa	Liczba mieszkańców 1): 0-50 000, 2): 50 000-100 000 3). 100 000-500 000 4). > 500 000
Wykształcenie	porządkowa	1): podstawowe, 2): średnie 3). wyższe 4). > wyższe (dr , dr hab., prof..)
Wiek	ciągła	w ukończonych latach
Wiarygodność kredytowa	porządkowa	1): zaleganie ze spłatą kredytu, 2): brak historii kredytowej 3). Systematyczna spłata kredytów
Płeć	binarna	0,1
Decyzja kredytowa	porządkowa	1): nie 2): tak, z dodatkowymi restrykcjami 3). Tak
Dom	porządkowa	1): brak stałego zameldowania 2): stałe zameldowanie, wynajęte lokum 3). własne lokum
Telefon	binarna	0,1
Praca	binarna	0,1
Decyzja kredytowa (2)	binarna	0,1



# ZADANIA (2)

Zadanie 1. (c. d.)

- a) Oszacuj uporządkowany model probitowy i logitowy (zmienna zależna: Decyzja kredytowa, zmienne niezależne: Miasto, Wykształcenie, Wiek, Wiarygodność kredytowa, Płeć, Dom, Telefon, Praca). Zinterpretuj otrzymane wyniki.
- b) Oszacuj binarny model probitowy i logitowy (zmienna zależna: Decyzja kredytowa (2), zmienne niezależne: Miasto, Wykształcenie, Wiek, Wiarygodność kredytowa, Płeć, Dom, Telefon, Praca). Zinterpretuj otrzymane wyniki.
- c) Porównaj wyniki dla obu modeli.

# ZADANIA (3)

Zadanie 2. Przeprowadzono ankietę na temat zadowolenia z pracy wśród 100 pracowników firmy Sonatel w Wielkiej Brytanii w 2011 roku. Wyniki zawarto w pliku „zadowolenie z pracy”. Zmienne przedstawia poniższa tabela. Zmienna zależna: Zadowolenie z pracy.

	Typ zmiennej	Opis
Praca zgodna z wykształceniem	porządkowa	1): Nie, 2): Cz ęściowo 3). Tak
Zadowolenie z pracy	porządkowa	1): Nie, 2): Neutralnie 3). Tak
WIEK	ciągła	w latach
WZROST	ciągła	w calach
PENSJA ROCZNA	ciągła	w USD
STAZ_PRACY	ciągła	w miesiącach
Kredyt	binarna	0,1

# ZADANIA (4)

Zadanie 2. (c. d.)

- a) Oszacuj uporządkowany model probitowy i logitowy . Zinterpretuj otrzymane wyniki.
- b) Porównaj wyniki dla obu modeli.

**DZIĘKUJE ZA UWAGĘ**