Statistické zpracování dat
6.přednáška

Mgr. Radmila Krkošková, Ph.D.

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Téma přednášky:

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Vícenásobná lineární regresní analýza (1)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Obsah přednášky

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Vícerozměrná (vícenásobná, mnohorozměrná, mnohonásobná, n-rozměrná, n-násobná) lineární regresní analýza
- Populační a výběrová regresní funkce
- Přiléhavost regresní nadroviny k datům
- Koeficient determinace R^2
- Klasický vícerozměrný lineární regresní model

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Obsah přednášky

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Multikolinearita
- Heteroskedasticita (H-S)
- Testy H-S a její odstraňování
- Autokorelace
- Nominální proměnné

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad 1.

Zajímají nás:

Y - tržby prodejny (např. spotřební elektroniky OK)

v závislosti na:

X_1 - výdaje na reklamu

X_2 - počet kolemjdoucích

X_3 - průměrný plat prodavačů

X_4 – počet konkurenčních prodejen v místě

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad 2.

Zajímá nás:

Y – dětská úmrtnost /v promile/

v závislosti na:

X_1 – gramotnost žen /v procentech/

X_2 – HDP na hlavu /v USD/

X_3 – porodnost /v procentech/

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Vícenásobná regresní analýzy

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Grafické znázornění v dimenzích $m > 2$ - obtížné(?)
- Jediné kritérium = závislá proměnná: Y
- Více prediktorů = nez. prom.: $X_1, X_2, \ldots, X_m \quad (m = 2,3,\ldots)$

regresní ***nadrovina***: $$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \ldots + B_m X_m$$

regresní model: $$Y_i = B_0 + B_1 X_{i1} + B_2 X_{i2} + \ldots + B_m X_{im} + u_i$$

Cíl: nalezení nejlepších odhadů regresních koeficientů (Excel)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Aplikace regresní analýzy

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Prognózování (tržeb, nákladů, poptávky aj.)
- Rozhodování o umístění provozoven
- Analýza marketingového mixu
  (vztahy mezi prvky 5P)
- Stanovení vztahů mezi kritérii a prediktory v případě konstantních efektů jiných prediktorů
- Odhady chybějících dat

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Populační regresní funkce

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Týká se regresní závislosti v ***celé populaci.***

Příklad:

Stanovte závislost ***Tržeb prodejny*** na ***Počtu kolemjdoucích***, ***Velikosti prodejny, Průměrného platu prodavačů, Přítomnost konkurence*** v jistém prodejním řetězci v ČR – data za **všech** 25 prodejen ($n = 25$, $m = 2$ event. 4)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad – Data – všechny prodejny řetězce Ř

Prodejna	Roční tržby tis. Kč	Poč. kolemjdoucích	Velikost prodejny m2	Prům. plat prodavačů tis.Kč/měs.	Přítomnost konkurence v místě
1	7800	12	90	10,0	1
2	10500	20	150	17,1	0
3	5700	11	100	10,5	1
4	12000	30	180	20,8	0
5	8100	15	120	12,4	1
6	9600	17	90	15,7	1
7	12900	27	200	23,2	1
8	6600	13	100	12,1	1
9	19500	55	320	26,3	0
10	15600	45	220	24,8	0
11	11400	29	170	20,5	0
12	9000	15	145	13,8	1
13	10800	24	170	16,2	0
14	9900	22	130	15,4	1
15	7200	11	120	13,1	1
16	10560	16	140	14,6	1
17	11280	18	150	15,9	0
18	11700	20	190	20,5	0
19	12300	23	190	21,3	1
20	10320	31	170	14,3	1
21	8040	16	130	12,6	1
22	8760	19	140	14,2	1
23	10920	21	170	17,4	1
24	11940	24	160	21,1	1
25	12360	29	170	22,1	1

Populační regresní funkce

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

poskytuje (podmíněnou) ***průměrnou hodnotu*** $\hat{Y}$ závisle proměnné Y v závislosti na hodnotě nezávisle proměnných X_1, X_2, X_3, X_4 :

$$\hat{Y} = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_4$$

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Populační regresní funkce + stochastický model

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

poskytuje ***hodnotu*** závisle proměnné ***Y***

v závislosti na hodnotě nezávisle proměnných X_1, X_2, X_3, X_4 *až na náhodnou (stochastickou) chybu (poruchu)*:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_4 + u$$

Náhodná chyba: $E(u) = 0$

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Výběrová regresní funkce + stochastický model

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

V praxi ***nejsou k dispozici*** data z celé populace, ale jen ze ***vzorku*** → výběrová regresní funkce :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots$$

Odhad $E(Y|X_1,X_2,\ldots)$

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b2X_2 + \ldots + e$$

Odhad chyby - *reziduum*

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Výběrová regresní funkce – otázky?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

1. Jak získat odhady regresních koeficientů B_0, B_1 a $B_2,\ldots,$ tj. b_0, b_1 a $b_2,\ldots$?

   Odpověď: Známá **metoda nejmenších čtverců** (MNČ)

2. Jak dobré (přesné) odhady to jsou?

   Odpověď: Testy hypotéz za standardních předpokladů (5 předpokladů standardního modelu – viz dále).

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + e$$

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Koeficient determinace

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Teoretický součet čtverců:
  - teoretické hodnoty („na regr. nadrovině“)

$$S_T = \sum_{i=1}^{n} \left(\hat{Y}_i - \bar{Y}\right)^2$$

Y_i – hodnoty z dat

- Reziduální součet čtverců:

$$S_R = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2$$

- Celkový součet čtverců:

$$S_y = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \bar{Y}\right)^2$$

- Platí vztah: $S_y = S_T + S_R$
- **Koeficient determinace** - míra variability:

$$R^2 = \frac{S_T}{S_y} = 1 - \frac{S_R}{S_y}$$

- **Pozor!** R^2 má platnost pro libovolný typ regresní funkce!

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad 1 – řešení v Excelu

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Regresní statistika	
Násobné R	0,969
Hodnota spolehlivosti R	0,940
Nastavená hodnota spolehlivosti	0,927
Chyba stř. hodnoty	780,552
Pozorování	25

	Koeficienty	*Chyba stř. hodnoty*	*t stat*	*Hodnota P*
Hranice	1642,641	932,471	1,762	0,093
Poč. kolemjdoucích/hod.	81,899	36,855	2,222	0,038
Velikost prodejny m2	19,893	8,496	2,342	0,030
Prům. plat prodavačů/měs.	241,002	70,482	3,419	0,003
Přítomnost konkurence v místě	-171,803	399,213	-0,430	0,672

Násobné R	= R - koeficient korelace
Hodnota spolehlivosti R	= R^2 - koeficient determinace
Nastavená hodnota spolehlivosti R	= R^2_{adj} - upravený koeficient determinace
Chyba stř. hodnoty	= s^2 - směrodatná chyba (odhad směrodatné odchylky náhod. složky)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad 1 – řešení – interpretace výsledků

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Kritérium: Y - tržby z prodeje (v tis.Kč/rok)

Prediktory: X_1 - poč. kolemjdoucích

X_2 - velikost prodejny v m^2

X_3 - průměrný plat prodavačů v tis.Kč/měs.

X_4 - přítomnost konkurence (binární)

Regresní rovnice: $y = 1642{,}6 + 81{,}9x_1 + 19{,}9x_2 + 241{,}0x_3 - 171{,}8x_4$

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Příklad 1 – řešení – interpretace výsledků

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Hypotézy o statistické významnosti regres. koeficientů a R^2:

H_0: koeficient = 0

b_0 = 1642,6 (p-hodnota = 0,093 $\Rightarrow$ H_0 zamítáme)

b_1 = 81,9 (p-hodnota = 0,038 $\Rightarrow$ H_0 zamítáme)

b_2 = 19,9 (p-hodnota = 0,030 $\Rightarrow$ H_0 zamítáme)

b_3 = 241,0 (p-hodnota = 0,003 $\Rightarrow$ H_0 zamítáme)

b_4 = -171,8 (p-hodnota = 0,672 $\Rightarrow$ H_0 nezamítáme)

Koeficient determinace (přiléhavost): R^2 = 0,940

(p-hodnota = 0,005 $\Rightarrow$ H_0 zamítáme)

Závěr: Přítomnost konkurence nemá na tržby prodejny vliv. Tržby nové prodejny jsou na základě modelu prognózovány ve výši 10700 tis. Kč.

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Předpoklady lineárního regresního modelu

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

1. Střední hodnota náhodné poruchy u je 0, tj. $E(u) = 0$
2. Náhodná chyba má ***normální rozdělení***, tj. $u \sim N(0, \sigma^2)$
3. Vysvětlující proměnné $X_1, X_2, \ldots, X_m$ ***nejsou kolineární***
   (JINAK: MULTIKOLINEARITA)
4. Rozptyl náhodné chyby u je konstantní - ***homoskedasticita*** tj.
   $$Var(u) = \sigma^2$$
   (JINAK: HETEROSKEDASTICITA)
5. Náhodné chyby u ***jsou nekorelované***, tj.
   $$Cov(u_i, u_j) = 0 \text{ pro } i \neq j$$
   (JINAK: AUTOKORELACE)

Co se může stát, když některý z předpokladů není splněn?

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Poznámky:

1. Předpoklady kromě 3. jsou stejné jako v jednoduchém lineárním regresním modelu.

2. Kolinearita znamená, že žádná vysvětlující proměnná není přesnou lineární kombinací některých ostatních vysvětlujících proměnných.

Příklad: $X_{1i} = 2X_{2i} + X_{3i}$ pro všechna $i = 1,2,\ldots,n$

3. Problém tzv. **multikolinearity** spočívá v tom, že některé vysvětlující proměnné jsou ***téměř*** kolineární (lin. kombinacemi jiných proměnných).

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Multikolinearita (MK)

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Co je to multikolinearita?
Mezi vysvětlujícími proměnnými existuje (téměř) dokonalý lineární vztah (potvrzený daty), tzv. vysoká multikolinearita (high multicollinearity).

Otázky:
Jaké jsou příčiny MK?
Je MK skutečný problém?
Jaké jsou teoretické důsledky MK?
Jaké jsou praktické důsledky MK?
Jak MK v praxi zjišťovat (měřit)?
Pokud je zjištěna MK, je ji nezbytné odstranit a když, tak jak?

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Jaké jsou příčiny multikolinearity?

Y = Roční tržby tis. K	X1 = Poč. kolemjd./hod.	X2 = Velikost prodejny m2
7800	12	111
10500	20	145
5700	11	107
12000	30	187
8100	15	124
9600	17	132
12900	27	174
6600	13	115
19500	55	292
15600	45	250
11400	29	182
9000	15	124
10800	24	161
9900	22	153
7200	11	107
10560	16	128
11280	18	136
11700	20	145
12300	23	157
10320	31	191
8040	16	128
8760	19	140
10920	21	149
11940	24	161
12360	29	182

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Příklad 1*: Roční tržby závisí na velikosti prodejny a počtu kolemjdoucích: $R^2 = 0{,}84$

Významnost F
1,42421E-09

	Koeficienty	*Hodnota P*
Hranice	9053,10	0,856
Poč. kolemjdoucích/hod.	555,85	0,872
Velikost prodejny m2	-70,73	0,932

Statistická významnost regresních koeficientů: katastrofa!!!

Důvod: téměř perfektní kolinearita X1 a X2
X2 = 4.X1+ 60

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Je multikolinearita skutečný problém?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Případ perfektní MK je **patologický extrém**!
- MK může být v praxi ***vysoká***, nikoliv však perfektní!
- V Příkladu 1* však z ANOVA vyplývá, že

  Počet kolemjdoucích a Velikost prodejny mají společný vliv na Tržby! (Celý model je statistický významný – *F*-test v Regrese)
- Jak měřit vysokou MK? – v případě 2 korelovaných proměnných je mírou ***korelační koeficient***, v případě MK více proměnných to však neplatí!!! (viz dále)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Jaké jsou teoretické a praktické důsledky MK?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- MK není problémem ***populace***, nýbrž je problémem ***vzorku*** (data ve vzorku jsou „špatně“ vybrána)
- **Jinak řečeno**: vzorek nepotvrzuje teorii závislosti vysvětlované proměnné na vysvětlujících proměnných
- Hypotéza o nulovosti regresních koeficientů se přijímá, i když ve skutečnosti (tj. v populaci) neplatí
- Intervaly spolehlivosti regres. koeficientů jsou velmi široké
- Veškeré odhady regresních koeficientů jsou citlivé na jakékoliv změny dat
- Regresní koeficienty mohou mít špatná znaménka
- Regresní funkce je nevhodná pro predikci

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Jak MK v praxi zjišťovat (měřit)?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

- Na detekci MK se **nepoužívají** statistické testy!
- MK je problém „stupně“, nikoliv „existence“ jako takové
- **K určování stupně MK se používají (heuristická!) pravidla:**

1. Vysoký koeficient determinace R^2, přitom vysoká *p*-hodnota regresních koeficientů (tj. Sig.- blízká k 1)
2. Vysoké hodnoty párových korelací mezi vysvětlujícími proměnnými (např. > 0,8)
3. Významné regrese některých vysvětlujících proměnných na jiných vysvětlujících proměnných
   (viz Příklad 1*: závislost X2 na X1)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Jak odstranit multikolinearitu?

Neexistuje zaručená metoda, protože MK je problémem vzorku, nikoliv nutně populace, z níž vzorek pochází

Možné (doporučené) metody:

1. Vypustit některou vysvětlující proměnnou – pozor: nevylít s vodou z vaničky i dítě! (Ekonomický model)
2. Pořídit nový vzorek, eventuálně doplnit starý
3. Promyslet znovu ekonomický a matematický model (nebylo něco opomenuto?, zjednodušeno?,…)
4. Transformace proměnných, např. namísto celkové spotřeby použít spotřebu na hlavu apod.

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Heteroskedasticita

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Rozptyl náhodné chyby u je konstantní, tj.

$$Var(u) = \sigma^2$$

Graficky: Hodnoty jsou rozptýleny ve stejně širokém pásu kolem regresní funkce (regresní nadroviny)

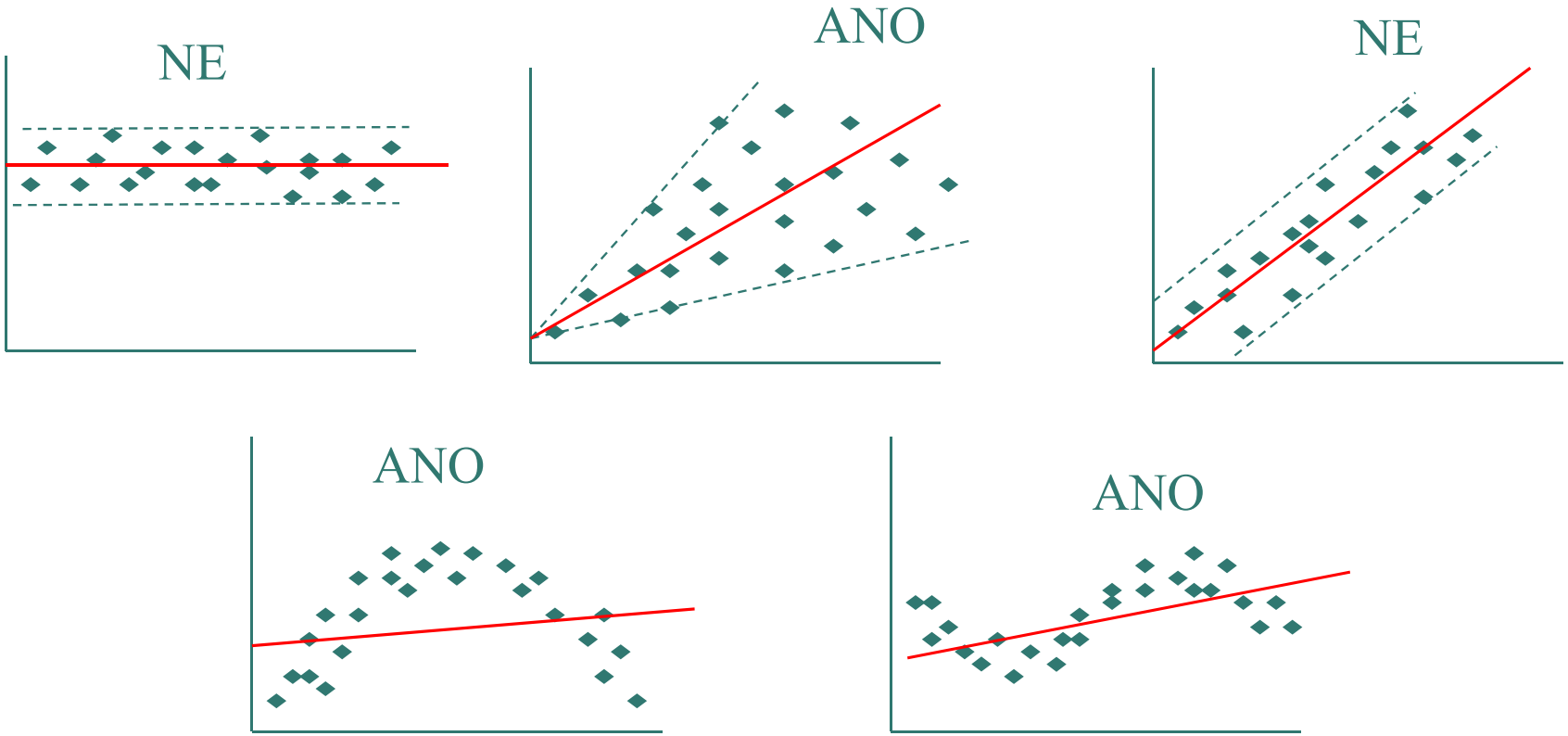
Otázky:

1. Co je podstatou heteroskedasticity (H-S)?
2. Jaké jsou důsledky H-S?
3. Jak zjišťovat H-S v dané situaci?
4. Jak odstraňovat H-S?

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Jak vypadá H-S?

Grafická analýza reziduí:



Co je podstatou H-S?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Jedná se o rozptyl náhodné chyby u_i v regresním (populačním)

modelu, např. $Y_i = B_0 + B_1 X_{i1} + B_2 X_{i2} + u_i$.

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Co je podstatou H-S?

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Některé důvody nekonstantnosti rozptylu:

1. Učení se z chyb: rozptyl počtu chyb se s rostoucím časem zmenšuje
2. S rostoucím věkem roste rozptyl příjmů zaměstnanců
3. S lepšími technikami sběru dat klesá rozptyl chyb v datech

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Co je podstatou H-S?

4. S přítomností odlehlých hodnot roste rozptyl

5. U špatně specifikovaného modelu dochází k proměnlivosti rozptylu

6. Šikmost rozdělení vysvětlujících proměnných zvětšuje rozptyl

7. Panelová (průřezová) data mívají proměnlivý rozptyl

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Závěr přednášky

SLEZSKÁ UNIVERZITA
OBCHODNĚ PODNIKATELSKÁ FAKULTA V KARVINÉ

Děkuji Vám za pozornost!!!

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY