

Meteorologie a klimatologie

Klimatické indexy

ZADÁNÍ:

Pro zadané stanice ze světa vypsát roční chod teploty vzduchu a srážek (2 tabulky) a početně či graficky zpracovat následující charakteristiky (slovně zhodnotit):

- 1) Pluviometrický koeficient – hodnocení ročního rozdělení srážek
- 2) Hodnocení kontinentality/oceanity klimatu
 - Index termické kontinentality
 - Index ombrické kontinentality
 - Doba polovičních srážek (srážkový poločas)
 - Poloha těžiště srážek.

VYPRACOVÁNÍ:

Zadané úkoly jsem vypracovávala pro následující stanice:

- Kajaani (FIN)
- Clones (IRL)
- Evora (P)

Tyto stanice se vzájemně liší hned v několika faktorech. Prvním důležitým faktorem je jejich geografická poloha. Zatím, co finské město Kajaani se svou polohou nachází spíše už v subpolárním pásu, irské město Clones je typické pro pás mírný a portugalskou Evoru již řadíme do pásu subtropického. Již dle této geografické polohy a vzdálenosti daných míst od oceánu jde předběžně určit oceanita či kontinentalita jednotlivých stanic, ale o přesných výsledcích se přesvědčíme až v následujících výpočtech. Dalším z důležitých faktorů je také nadmořská výška daných klimatologických stanic. Stanice Kajaani se nachází v nadmořské výšce 161 m. n. m. Irská stanice Clones se nachází v nadmořské výšce pouhých 71 m. n. m. a portugalská Evora ve výšce 300 mn.m. Z toho vyplývá, že ve všech případech se jedná o relativně nízko položené stanice. V mém pozorování tedy chybí stanice horská.

Komentář [M1]: Zarovnání do bloku, každý odstavec začínat odrážkou od kraje

Následující tabulky 1 a 2 nám ukazují hodnoty průměrných měsíčních teplot a průměrného měsíčního množství srážek ve vybraných stanicích.

Tab. 1: Roční chod teploty vzduchu [°C] na stanicích Kajaani, Clones a Evora v období 1961 – 1990.

| stanice | měsíc | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | I-XII |
| Kajaani (FIN) | -12,4 | -11,4 | -6,4 | 0 | 7,5 | 13,3 | 15,6 | 13,1 | 7,8 | 2,4 | -3,8 | -9,4 | 1,4 |
| Clones (IRL) | 4,1 | 4,1 | 5,5 | 7,4 | 10,1 | 12,9 | 14,4 | 14 | 12,1 | 9,7 | 6 | 4,9 | 8,8 |
| Evora (P) | 9,4 | 10,2 | 11,8 | 13,4 | 16,3 | 20,1 | 23 | 23,2 | 21,6 | 17,3 | 12,7 | 9,4 | 15,7 |

(Data: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s.)

Komentář [M2]: Grafické výstupy zarovnávat do textu

Komentář [M3]: U tabulek a obrázků je možné (a někdy i lepší) používat bezpatkový druh písma

Komentář [M4]: všechny hodnoty jedné charakteristiky v tabulkách či grafech musí mít stejný počet desetinných míst

Komentář [M5]: Zbytečné uvádět úplnou citaci, stačí ji napsat do seznamu literatury a zde na ni jen odkázat (např. WMO, 1996)

Tab. 2: Roční chod úhrnu srážek [mm] na stanicích Kajaani, Clones a Evora v období 1961 – 1990.

| Stanice | měsíc | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-----|------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|-------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | I-XII |
| Kajaani (FIN) | 30 | 23 | 25 | 27 | 38 | 56 | 68 | 89 | 64 | 45 | 42 | 33 | 540 |
| Clones (IRL) | 91 | 67 | 78 | 56 | 67 | 68 | 60 | 86 | 83 | 97 | 85 | 90 | 928 |
| Evora (P) | 88 | 86 | 57 | 56 | 38 | 29 | 8 | 4 | 27 | 69 | 80 | 85 | 627 |

(Data: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s.)

1) Pluviometrický koeficient:

Vzorec pro výpočet pluviometrického koeficientu: $K_p = \frac{12r_i}{R}$

ki..... pluviometrický koeficient

ri..... měsíční srážkový úhrn i-tého měsíce

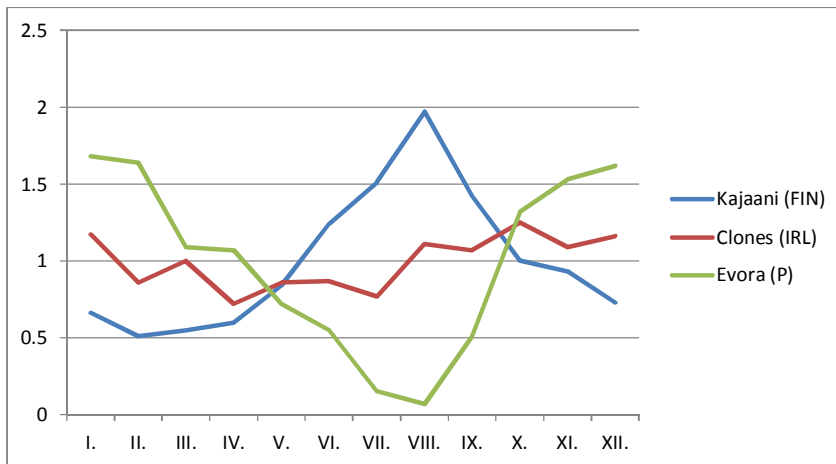
R..... roční srážkový úhrn

Tab. 3: Hodnoty pluviometrického koeficientu na stanicích Kajaani, Clones a Evora v období 1961 – 1990.

| Měsíc | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Kajaani (FIN) | 0,66 | 0,51 | 0,55 | 0,6 | 0,84 | 1,24 | 1,51 | 1,97 | 1,42 | 1 | 0,93 | 0,73 |
| Clones (IRL) | 1,17 | 0,86 | 1 | 0,72 | 0,86 | 0,87 | 0,77 | 1,11 | 1,07 | 1,25 | 1,09 | 1,16 |
| Evora (P) | 1,68 | 1,64 | 1,09 | 1,07 | 0,72 | 0,55 | 0,15 | 0,07 | 0,51 | 0,32 | 1,53 | 1,62 |

(Zdroj: Vlastní výpočty z hodnot v Tab. 2.)

Komentář [M6]: Vlastní tvorba se necituje



Obr. 1: Roční průběh pluviometrického koeficientu na stanicích Kajaani, Clones a Evora v období 1961 – 1990.

Výsledky pluviometrických koeficientů pro jednotlivé stanice se mezi sebou vzájemně liší. Zatím, co stanice Kajaani má srážkově nadprůměrné letní měsíce, konkrétněji od května do října a poté srážkově podprůměrnou zimu. Stanice Evora je v tomto ohledu přesný opak. Zde je naopak velmi srážkově nadprůměrná zima – zhruba od listopadu do dubna, ale velmi

srážkově podprůměrné léto. Tuto skutečnost nám potvrzuje i výše uvedený graf. Poslední z trojice stanic – irské Clones je díky své poloze na Britských ostrovech, kde se výrazně projevuje oceánský typ klimatu, celoročně srážkově vyrovnané, jen s menšími výkyvy, kdy například podzimní měsíce mohou být srážkově vydatnější.

2) Hodnocení kontinentality/oceanity klimatu

Index termické kontinentality

Vzorec pro výpočet indexu termické kontinentality: $K = \frac{1,7}{\sin \varphi} (A - 12 \sin \varphi)$

K – index termické kontinentality [%]

φ – zeměpisná šířka [°]

A – průměrná roční amplituda [°C]

Tab. 4: Zeměpisné šířky jednotlivých stanic

| Stanice | Zeměpisná šířka |
|----------------|------------------------|
| Kajaani | 64°17' |
| Clones | 54°11' |
| Evora | 38°34' |

Tab. 5: Index termické kontinentality ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

| Stanice | A (°C) | K (%) |
|----------------|---------------|--------------|
| Kajaani | 28 | 32,43 |
| Clones | 10,3 | 1,19 |
| Evora | 13,8 | 17,23 |

Výpočty pro jednotlivé stanice:

$$\text{Stanice Kajaani (FIN): } x = \frac{1,7}{\sin(64^{\circ}17')} (28 - 12 \sin(64^{\circ}17')) = 32,43 \%$$

$$\text{Stanice Clones (IRL): } x = \frac{1,7}{\sin(54^{\circ}11')} (10,3 - 12 \sin(54^{\circ}11')) = 1,19 \%$$

$$\text{Stanice Evora (P): } x = \frac{1,7}{\sin(38^{\circ}34')} (13,8 - 12 \sin(38^{\circ}34')) = 17,23 \%$$

Dle zadaných pravidel platí, že malá (i záporná) čísla vyjdou u stanic s oceánským typem klimatu, oproti tomu čísla vyšší (maximum okolo 40 %) vycházejí u stanic s klimatem kontinentálním. V mém případě u stanice Kajaani, kde index termické kontinentality vyšel 32,43 %, se jedná o stanici s klimatem kontinentálním. Oproti tomu stanice Clones v Irsku, kde hodnota vyšla 1,19 % je typickým příkladem oceánského klimatu. Zde to však není žádné překvapení. Jak jsem již výše zmiňovala, Irsko je svou polohou na Britských ostrovech již známé oceánským klimatem a pravidelným rozložením srážek v průběhu roku. U stanice Evora v Portugalsku vyšel výsledek 17,23 %. Zde by se mohlo jednat o typ přechodného klimatu. I když Portugalsko leží z velké části u břehů Atlantského oceánu, právě stanice Evora se nachází ve vnitrozemí. Zde bych se však stále více přikláněla k variantě oceánského klimatu.

Index ombrické kontinentality:

Vzorec pro výpočet indexu termické kontinentality: $k = \frac{12(l - 35)}{\sqrt{s_z}}$

pomocné výpočty: $l = \frac{\sum s_{(IV-IX)}}{s_r} 100$, $s_z = \sum s_{(X-III)}$

k – index ombrické kontinentality [%]

l – srážky teplého pololetí (IV-IX) v % ročního úhrnu [%]

s_z – absolutní množství srážek chladného pololetí [mm]

s_r – roční úhrn srážek [mm]

Výpočty u jednotlivých stanic:

$$\text{Kajaani (FIN): } k = \frac{12(63,33-35)}{\sqrt{198}} = 24,15 \%$$

$$\text{Clones (IRL): } k = \frac{12(45,25-35)}{\sqrt{508}} = 5,45 \%$$

$$\text{Evora (P): } k = \frac{12(25,83-35)}{\sqrt{465}} = -5,10 \%$$

Tab. 6: Index ombrické kontinentality [%] a sumy srážkových úhrnů [mm] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

| Stanice | $\Sigma_s(\text{IV-IX})$ [mm] | sr [mm] | L [%] | sz [mm] | K [%] |
|---------------|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|
| Kajaani (FIN) | 342 | 540 | 63,33 | 198 | 24,15 |
| Clones (IRL) | 420 | 928 | 45,25 | 508 | 5,45 |
| Evora (P) | 162 | 627 | 25,83 | 465 | -5,10 |

Výsledky ombrického koeficientu byly pro mne samotnou velkým překvapením. U stanice Kajaani vyšla hodnota 24,15 %. Tato hodnota je nižší, než hodnota termického indexu, ale stále řadí stanici do kontinentálního typu klimatu, i když ne tak jednoznačně. U irské stanice Clones došlo s hodnotou 5,45 k potvrzení již předem zmiňovaného oceánského klimatu. Největším překvapením pro mne však byl výsledek u stanice Evora. Zde vyšla hodnota -5,10, což znamená velmi silná oceanita. Tato hodnota je tedy ve výrazném rozporu s hodnotou předchozího indexu, který stanici řadil pomalu i do přechodného typu klimatu. Dle ombrického indexu však stanice Evora jasně spadá do oceánského typu klimatu.

3) Doba polovičních srážek:

Tab. 7: Hodnoty ročních srážek, polovičních ročních srážek a doba jejich naplnění od 1. dubna na vybraných stanicích v období let 1961-1990

| stanice | polovina ročního úhrnu srážek [mm] | počet celých měsíců | úhrn srážek během celých měsíců [mm] | dopočet do poloviny ročního úhrnu srážek [mm] | část z dalšího měsíce | doba polovičních srážek [měsíc] |
|---------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---|-----------------------|---------------------------------|
| Kajaani (FIN) | 270 | 4 | 189 | 81 | 0,91 | 4,91 |
| Clones (IRL) | 464 | 6 | 420 | 44 | 0,45 | 6,45 |
| Evora (P) | 313,5 | 8 | 311 | 2,5 | 0,03 | 8,03 |

Výpočty u jednotlivých stanic:

1. Kajaani (FIN):

Zde je roční úhrn srážek $540 : 2 = 270$ – po vydělení dvěma je výsledek 270 mm.

Počet měsíců, jejichž suma je menší, než 270 je 4 (počítáno od dubna).

Celkový součet úhrnu srážek během celých měsíců činí 189. Do celkového počtu srážek chybí 81 mm.

Následující měsíc srpen má 89 mm. Následoval výpočet: $100 : 89 = 1,12$

Číslo 1,12 jsem vynásobila počtem chybějících srážek: $1,12 \times 81 = 91$.

Číslo 91 jsem vydělila 100 a výsledkem bylo 0,91 setin měsíce.

Poté jsem sečetla počet celých měsíců + část dalšího měsíce a vyšlo mi číslo **4,91** měsíce.

2. Clones (IRL):

Roční úhrn srážek je 928. Výpočet: $928 : 2 = 464$

Počet měsíců, jejichž suma je menší, než 464 je 6 – opět počítáno od dubna.

Celkový součet za všech 6 měsíců činí 420. Do celkového počtu 464 chybí 44.

Následující měsíc říjen má průměrný úhrn 97 mm.

Opět výpočet: $100 : 97 = 1,03$.

Číslo 1,03 násobíme 44 = po zaokrouhlení 45. Toto číslo jsem opět vydělila 100 a celkový výsledek pro stanici Clones je **6,45** měsíce.

3. Evora (P)

Roční úhrn srážek je 627. Výpočet: $627 : 2 = 313,5$.

Počet měsíců, jejichž suma je menší, než 313,5 je 8 (duben – listopad).

Celkový součet za všech 8 měsíců činí 311. Do celkového počtu 313,5 chybí 2,5 mm.

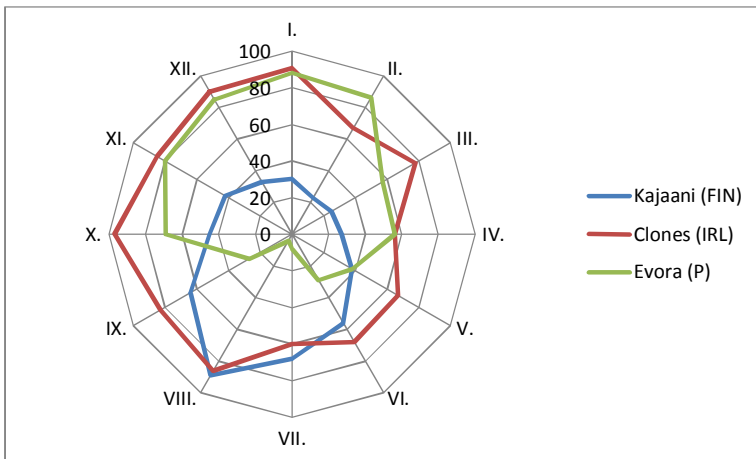
Měsíc prosinec má celkový úhrn 85 mm. Výpočet: $100 : 85 = 1,17$

Číslo 1,17 jsem vynásobila chybějícím počtem mm srážek – 2,5. Po zaokrouhlení vyšel výsledek 3. Toto číslo jsem opět vydělila 100 = 0,03.

Celkový výsledek pro stanici Evora je **8,03** měsíce.

Výpočty polovičních srážek pro dané stanice více méně potvrdily fakta získaná již z minulých výpočtů. U stanice Kajaani vyšla hodnota 4,91 měsíce, čímž se řadí spíše ke kontinentálnímu typu klimatu. U dalších dvou stanic Clones a Evora vyšly hodnoty 6,45 a 8,03. Zatím, co hodnota irského Clones se blíží k 7, což znamená silně oceánské klima, spadá nám tato stanice do klimatu oceánského. U portugalské stanice je výsledek 8,03, takže zde je to naprosto jednoznačné oceánské klima.

4) Poloha těžiště srážek:



Obr. 2: Měsíční srážkové úhmy [mm] na stanicích Kajaani, Clones a Evora v období 1961 – 1990.

Vzorce pro výpočet souřadnic těžiště srážek:

$$x = \frac{0,5(II + VI - VIII - XII) + 0,866(III + V - IX - XI) + IV - X}{S}$$

$$y = \frac{0,5(III - V - IX + XI) + 0,866(II - VI - VIII + XII) + I - VII}{S}$$

x, y – souřadnice těžiště srážek

I, II ... XII – úhrny srážek jednotlivých měsíců [mm]

S – roční úhrn srážek [mm]

Vzorový výpočet pro stanici Kajaani (FIN):

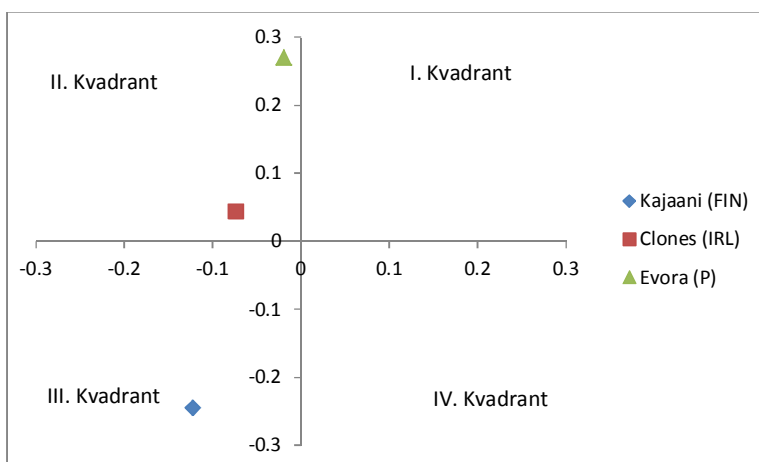
$$x = \frac{0,5 (23 + 56 - 68 - 33) + 0,866 (25 + 38 - 64 - 42) + 27 - 45}{540} = -0,12$$

$$y = \frac{0,5 (25 - 38 - 64 + 42) + 0,866 (23 - 56 - 89 + 33) + 30 - 68}{540} = -0,24$$

Tab. 8: Souřadnice polohy těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

| stanice | souřadnice těžiště | |
|---------------|--------------------|---------|
| | x | y |
| Kajaani (FIN) | -0,1226 | -0,2455 |
| Clones (IRL) | -0,0737 | 0,0432 |
| Evora (P) | -0,0197 | 0,2699 |

Komentář [M7]: Chybná hodnota



Obr. 3: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

Výše uvedený graf nám znázorňuje stanice Clones a Evora ve druhém kvadrantu, čímž potvrzuje jejich oceánský typ klimatu. Stanice Kajaani je zobrazena v kvadrantu třetím, který je popisován jako typ s kontinentálním až přechodným typem klimatu. I v tomto případě dochází ke shodě s předchozími výpočty.

Tab. 9: Výsledné hodnoty vybraných charakteristik na sledovaných stanicích za období let 1961 - 1990

| Stanice | Zeměpisná šířka [°] | Nadmořská výška [m n. m.] | Index termické kontinentality [%] | Index ombrické kontinentality [%] | Doba polovičních srážek [měsíc] | Poloha těžiště srážek | Klima kontinentální/ oceánské |
|---------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Kajaani (FIN) | 64°17' | 161 | 32,43 | 24,15 | 4,91 | III. | Kont/přechod |
| Clones (IRL) | 54°11' | 71 | 1,19 | 5,45 | 6,45 | II. | oceánské |
| Evora (P) | 38°34' | 300 | 17,23 | -5,10 | 8,03 | II. | oceánské |

Závěr:

Po vypočtení všech zadaných charakteristik mi vyšly výsledky uvedené v tabulce číslo 9. Na závěr už jen slovní shrnutí výsledků jednotlivých stanic.

Finská stanice Kajaani se zeměpisnou šířkou $64^{\circ}17'$ a nadmořskou výškou 161 m. n. m. nám po výpočtech jednotlivých indexů, ať už se jednalo o index termické či ombrické kontinentality, spadá do oblasti s kontinentálním typem, či částečně přechodným typem klimatu. Podívali bychom-li se na přesnou geografickou polohu stanice na mapě, není toto zjištění nějak překvapující. Doba polovičních srážek zde vyšla 4,91 měsíce, což není výsledek ukazující na ryze kontinentální klima, kde hodnota dosahuje pouhé 3 měsíce, ale také je velmi vzdálená od oceánských osmi měsíců. Zde bychom se mohli i více přiklonit k variantě přechodného klimatu. Na obrázku číslo 3 se mi stanice Kajaani zobrazila ve III. kvadrantu, čímž pozici kontinentálně-přechodného klimatu pouze potvrdila.

Druhou z pozorovaných stanic bylo irské Clones se zeměpisnou šířkou $54^{\circ}11'$ a nadmořskou výškou 71 m. n. m. Jedná se o stanici, která se nachází na severu Irsku v mírném podnebí. Již tato fakta, byla předzvěstí, že se bude jednat o stanici s oceánským typem klimatu. Následující výpočty tato tvrzení potvrdily. Indexy termické i ombrické kontinentality vyšly jen lehce nad nulou (konkrétněji 1,19 a 5,45). Přesto, že ani jedna hodnota nedosáhla záporných výsledků, což by znamenalo skutečně ryze oceánské klima, tak stále můžeme tvrdit, že ve stanici Clones dominuje oceánský typ klimatu. To potvrdila i doba polovičních srážek, kde vyšla hodnota 6,45 měsíce. Což opět není těch ryze oceánských 7, ale tato hodnota má rozhodně blíže, než ke kontinentálním 3 měsícům. Poloha těžiště srážek umístěná ve II. kvadrantu opět potvrdila, že se jedná o stanici s oceánským typem klimatu.

Poslední z pozorovaných stanic byla portugalská Evora. Tato stanice se nachází v centrálním Portugalsku (zeměpisná šířka: $38^{\circ}34'$) v nadmořské výšce 300 m. n. m. Tato stanice byla pro mne osobně takovou malou záhadou, jelikož index termické kontinentality vyšel 17,23, což naznačovalo skoro přechodné klima, ale index ombrické kontinentality, který vyšel záporně -5,10, naopak ukazuje ryzí oceanitu dané stanice. Dle geografické polohy stanice a nedaleké přítomnosti Atlantského oceánu se podobný výsledek dal očekávat, ačkoliv tedy hodnota indexu termické kontinentality zase tak jednoznačně nehovoří. Doba polovičních srážek přesahující 7 měsíců (přesně 8,03), opět potvrzuje fakt, že se jedná o stanici s oceánským typem klimatu. Poloha těžiště srážek je tedy logicky ve II. kvadrantu.

Komentář [M8]: Jak píšeš, tato stanice je dost atypická. Klidně bych ji zařadil mezi oblasti přechodného středomořského klimatu (pro ty je typické teplé suché léto a relativně teplá deštivá zima)

Zdroje:

MU, 2016. Indexy_zadani_2016. [Online] Availableat: <https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2016/Z0076/64909295/64909924/> [Přístup získán 5. 10. 2016].

WMO, 1996. Climatologicalnormals (CLINO) for the period 1961 -1990. Geneva: autor neznámý