

Cvičení z meteorologie a klimatologie

Mgr. Barbora Kněžínková

barbora.knezinkova@mail.muni.cz

Konzultace: **po předchozí domluvě mailem**

v kanceláři 02020 (budova 4, nahoře vpravo)

Cvičení z meteorologie a klimatologie

Podmínky pro udělení zápočtu:

- vypracování 2 cvičení
 - *Klimatografie povodí řeky XY (do 8.11.)*
 - *Klimatologické indexy (do 17.11.)*
- 80% účast na cvičeních (jen omluvené, omluvy na můj mail)
- úspěšné absolvování zápočtového testu

Klimatografie povodí řeky XY

(Cvičení č. 1)

Obsah:

- 1) Obecná charakteristika
- 2) Teplotní poměry
- 3) Srážkové poměry
- 4) Větrné poměry
- 5) Klimatické oblasti
- 6) Klimagram

Termín odevzdání:
8. 11.2009

Doporučená literatura

- Atlas ČSSR. Ústřední správa geodézie a kartografie, 1966
(nebo shp z ArcCR - studijní materiály v ISu)
- Atlas podnebí ČSR. Ústřední správa geodézie a kartografie, 1958 (nebo images ve studijních materiálech v ISu)
- kolektiv autorů (1961): Podnebí ČSSR - Tabulky. HMÚ, Praha, 379 s (studijní materiály v ISu)
- Nosek, M. (1972): Metody v klimatologii. Academia, Praha, 434 s.
- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti ČSSR. Studia geografica, ČSAV, Brno, 73 s.
- Různé internetové zdroje a jiné ...

Zpracování tabulek, grafů a map

- MS Excel nebo Statistica x milimetrový papír
(maximálně pro klimagram)
- ArcGIS x pastelky

výhody ArcGIS: rychlost, modernost, pěknější výsledky
(+ stejně vás to jednou nemine☺)

Přístup přes vzdálenou plochu na ArcGIS 9.2 a ArcView 3.3
(návod na www.geogr.muni.cz – aktuality)

z počítače v rámci univerzity: programy – příslušenství – připojení
ke vzdálené ploše

z počítače „z domu“: pomocí VPN (více informací na
<https://vpn.muni.cz/>).

ArcGIS 9.2

- Shapefiley jednotlivých povodí ze zadání jsou ve studijních materiálech v ISu
- Pro svou skupinu povodí si každý vytvoří nový shp – hranice zadaného povodí (toolbox „**dissolve**“ – spojit povodí podle sloupce Shape)
- Hraniční povodí ČR – nutno oříznout jen plochu povodí na území ČR (toolbox „**clip**“), toolbox „clip“ použít i pro ořezání např. vrstvy toků nebo vrstvy stanic na své povodí
- Soubory „.img“ a grid reliéfu ořezávat na své povodí pomocí toolboxu „**extract by mask**“ (rastry se ořezávají jinak než vektorové shapefiley – shp) – je nutné mít v Tools – Extensions zaškrtnutou **extenzi Spatial Analyst**
- U mapy reliéfu je nutné změnit škálu z černobílé na škálu odpovídající barvám ve fyzickogeografických mapách
- Pro některé mapy je ve studijních materiálech nahraná i legenda (barevné členění legendy) – soubory xxx.lyr – nutno nahrát vrstvu i soubor lyr, který k ní náleží (stejným způsobem jako vrstvu)
- Mapy v gisu: nemusí být 1:1 000 000, ale všechny stejné měřítko (srovnatelnost), čitelné, s grafickým měřítkem!!! a legendou
- Legenda: pokud nejde vytvořit legenda v layoutu (images, ne shapefiles) – vložit příslušnou část legendy z jpg jako obrázek (co je v mapě, musí být v legendě a naopak – nevkládat celou stupnici!!!)

1) Obecná charakteristika

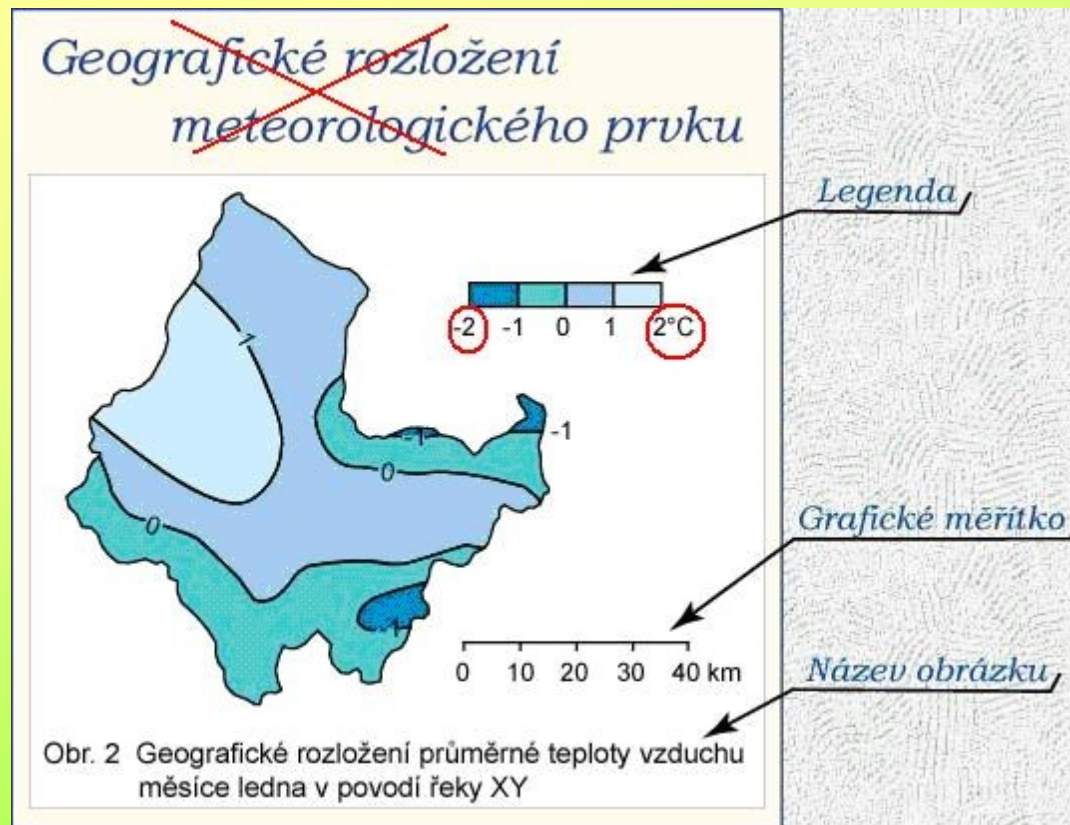
- a) Vymezení polohy studovaného území, říční síť, reliéf (*obrázek a stručný popis*)
- b) Charakteristika vybraného povodí – orografické, geomorfologické a hydrologické poměry (*slovně*)
- c) Mapa sítě klimatologických a srážkoměrných stanic vybraného povodí
(*2 mapy + slovní komentář rozložení*)

Pozn. Atlas ČSSR nebo shp vodní toky a grid reliéfu z ArcCR ve studijních materiálech

mapa stanic v mapovně u Radka Neužila nebo shp srážkoměrných a shp klimatologických stanic ve studijních materiálech

2) Teplotní poměry

a) Geografické rozložení průměrné roční teploty vzduchu v povodí
(1 obrázek + popis včetně odůvodnění rozložení)



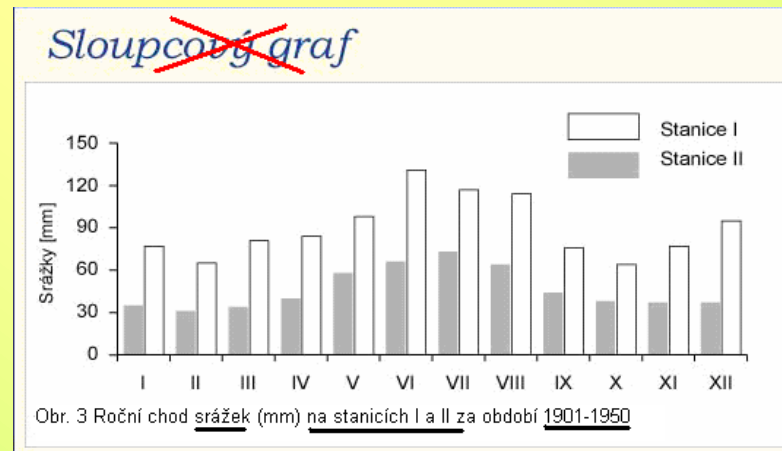
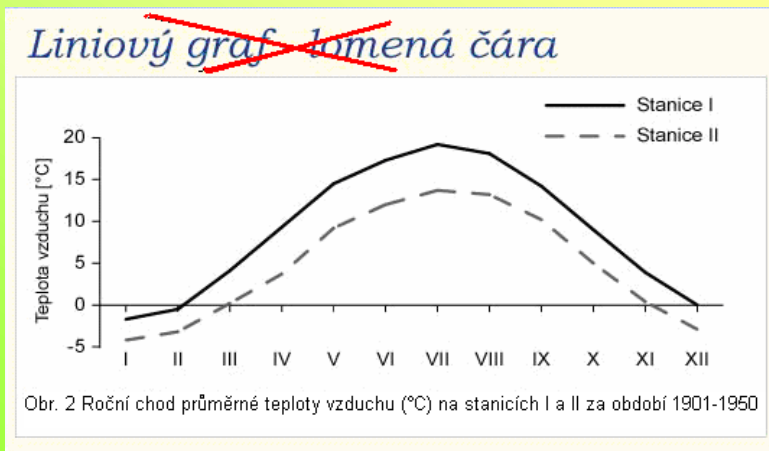
b) Roční chod teploty vzduchu pro nejvýše a nejniže ležící stanici v povodí (1 tabulka, 1 graf, slovní popis)

Nejvýše a nejniže položená stanice v povodí - dvě stanice, na kterých byl měřen nebo pozorován určený meteorologický prvek (teplota, srážky, vítr) a rozdíl jejich nadmořské výšky je alespoň 200 m. Pokud není možné v území nalézt stanici odpovídající uvedeným podmínkám, použije se stanice z nejbližšího okolí povodí.

pozn.: nadmořskou výšku stanic uvádět v názvu tabulky nebo přímo do tabulky

Tab. 1 Roční chod průměrné teploty vzduchu (°C) na stanicích I a II za období 1901-1950

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
stanice I	-1,7	-0,5	4,1	9,3	14,5	17,3	19,2	18,1	14,2	9,0	3,9	0,0	9,0
stanice II	-4,2	-3,2	0,2	3,7	9,2	12,0	13,7	13,2	10,2	5,0	0,4	-2,9	4,8



teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, ...

srážky, počty dnů, sluneční svit, ...

c) Roční chod:

- průměrných měsíčních maxim a minim teploty vzduchu (tab. 6 a 7)
- absolutních maxim a minim teploty vzduchu (tab. 4 a 5) pro nejvýše a nejniže ležící stanici (tabulka, 4 grafy, slovní popis)

d) Roční chod průměrného počtu dnů:

- tropických ($\max. T \geq 30,0^{\circ}\text{C}$)
- letních ($\max. T \geq 25,0^{\circ}\text{C}$)
- mrazových ($\min. T \leq -0,1^{\circ}\text{C}$)
- ledových ($\max. T \leq -0,1^{\circ}\text{C}$)
- arktických ($\max. T \leq -10,0^{\circ}\text{C}$)

pro nejvýše a nejniže ležící stanici

(tabulka, 5 grafů, popis)

pozn.: u všech grafů stejné měřítko na ose y !!!

e) Stanovte začátek, konec a trvání průměrných denních teplot vzduchu $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ (malé vegetační období, tab. 12) a $\leq 0,0^{\circ}\text{C}$ (mrazové období) pro nejvýše a nejnižší ležící stanici. Vypočtete odpovídající teplotní sumy (suma součinů dnů v měsíci a průměrné měsíční teploty vzduchu).

• ***Výpočet teplotních sum - potřebné údaje:***

- začátek a konec charakteristické teploty vzduchu
- měsíční průměrná teplota vzduchu odpovídajících měsíců

Pozn. mrazové období je v Tabulkách podnebí jen 1926-1950 !!

Příklad:

začátek - 12.V. konec - 8.IX. trvání - 120 dní

Tab. 2 Měsíční průměrná teplota vzduchu...

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
stanice I	...	14,5	17,3	19,2	18,1	14,2	...
stanice II	...	9,3	11,7	13,1	13,9	11,4	...

- pro VI, VII, VIII počítáme se všemi dny v měsíci
- pro V a IX jen s dny od data nástupu do data konce období (včetně dne nástupu a konce období)

$$\Sigma T = 20 \cdot 9,3 + 30 \cdot 11,7 + 31 \cdot 13,1 + 31 \cdot 13,9 + 8 \cdot 11,4 = \underline{\underline{1465,2^{\circ}\text{C}}}$$

- tabulka, výpočty, slovní shrnutí

3) Srážkové poměry

a) Geografické rozložení průměrných úhrnů srážek roku a letního půlroku (IV - IX) v povodí (2 obrázky, popis)

b) Roční chod srážek pro nejvýše a nejniže ležící stanici (1 tabulka, 1 graf, popis). Výpočet procentuálních podílů jednotlivých ročních období na srážkovém úhrnu celého roku (1 tabulka, popis).

Tab. 3 Úhrn srážek za jednotlivá roční období...

Období	Úhrn srážek [mm]	Podíl na ročním úhrnu [%]
Jaro (III - V)		
Léto (VI - VIII)		
Podzim (IX - XI)		
Zima (XII - II)		

Pozn.

**- Nejvýše a nejniže ležící stanice v povodí
- Nadmořská výška stanic**

c) Roční chod průměrného počtu srážkových dnů s úhrny $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm a $\geq 10,0$ mm pro nejvýše a nejniže ležící stanici (tabulka, 3 grafy, popis)

pozn.: u všech grafů stejné měřítko na ose y !!!

d) Vypočtete průměrný roční úhrn srážek v povodí použitím následujících metod:

- u všech metod uvádět použité vzorce (+ vysvětlivky, jednotky)

- *Prostý aritmetický průměr*
- *Vážený aritmetický průměr*
- *Metoda čtverců (obrázek)*
- *Metoda polygonů (obrázek, tabulka)*
- *Metoda izohyet (obrázek, tabulka)*

Prostý aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Vážený aritmetický průměr (váhy - nadmořská výška)

$$\bar{x}_v = \frac{\sum x_i \cdot m_i}{\sum m_i}$$

- pro obě metody je třeba vypsát seznam všech srážkoměrných stanic v povodí, jejich nadmořskou výšku a roční úhrn srážek (tabulka)

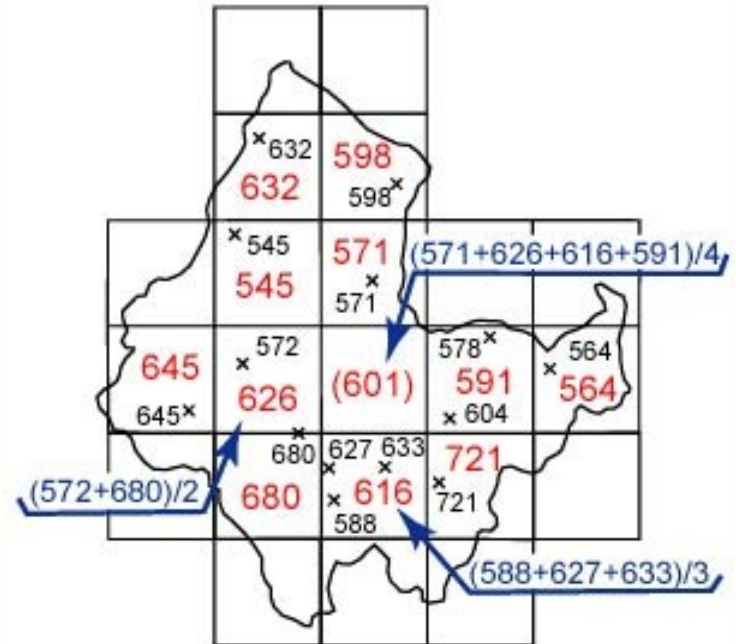
Metoda čtverců

- zakreslit všechny srážkoměrné stanice do povodí
- pokrýt území povodí čtvercovou sítí o velikosti pole 1x1 cm (viz obrázek)

Postup výpočtu:

- jestliže je více stanic ve čtverci, hodnota odpovídající čtverci se vypočítá pomocí aritmetického průměru
- pokud ve čtverci není žádná stanice, získá se hodnota interpolací sousedních čtverců
- leží-li stanice na hranici, její úhrn srážek se započítá v obou čtvercích
- do výpočtu se zahrnují pouze čtverce alespoň z poloviny zasahující do povodí (odhad)
- průměrné úhrny srážek se vypisují do středu čtverců, interpolace do závorek

Metoda čtverců



$$x = \frac{\sum x_i}{n}$$

- x ... průměrný roční úhrn srážek v povodí [mm]
 x_i ... průměrné úhrny srážek jednotlivých čtverců [mm]
 n ... počet čtverců

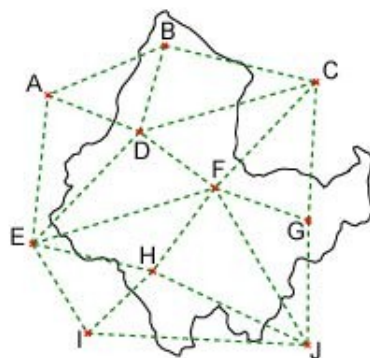
Metoda polygonů (milimetrový papír)

- vybrat minimálně 8 stanic i mimo území (rovnoměrné rozmístění)
- spojit stanice úsečkami, aby vznikla trojúhelníková síť (tak, aby uvnitř kružnice trojúhelníku opsané neležel žádný další bod)
- vztyčit kolmice ve středech spojnic mezi stanicemi → polygony (min. 8)
- ke každému polygonu vztáhnout úhrn srážek příslušné stanice ve středu polygonu
- změřit plochu polygonu zasahující do daného území (planimetrováním nebo čtverečkovou metodou)
- výpočet pomocí váženého průměru (váhy - plocha polygonů)

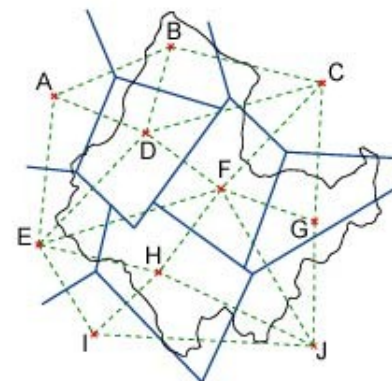
Tab. 4 Údaje pro výpočet průměrného ročního úhrnu srážek metodou polygonů

Stanice	Roční úhrn srážek - r_i	Plocha polygonu - p_i	Součin r_i a p_i
A			
B			
C			

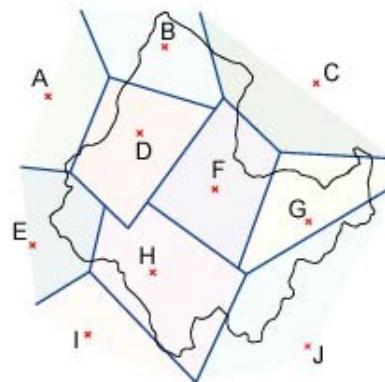
Postup konstrukce sítě polygonů



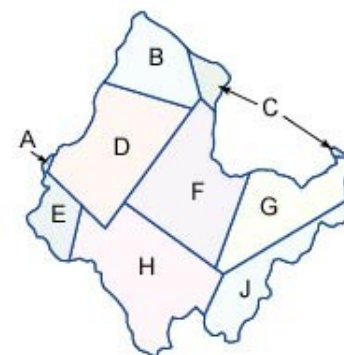
1) Trojúhelníková síť



2) Vztyčení kolmic ve středech stran trojúhelníků



3) Síť polygonů



4) K ploše výsledného polygonu se vztahuje odpovídající úhrn srážek dané meteorologické stanice

$$x = \frac{\sum r_i \cdot p_i}{\sum p_i}$$

x ... průměrný roční úhrn srážek v povodí [mm]
 r_i ... průměrné roční úhrn srážek stanice ve středu polygonu [mm]
 p_i ... plocha polygonu [km²]

Metoda izohyet /možnost výpočtu v ArcGISu – popsat postup do textu!

- při výpočtu se vychází z mapy izohyet (mapa geografického rozložení průměrného ročního úhrnu srážek), Atlas podnebí ČSSR

- změřit plochu mezi izohyetami (planimetrováním nebo čtver. metodou)
- výpočet váženým průměrem (váha - plochy mezi izohyetami)

Tab. 5 Údaje pro výpočet průměrného ročního úhrnu srážek metodou izohyet

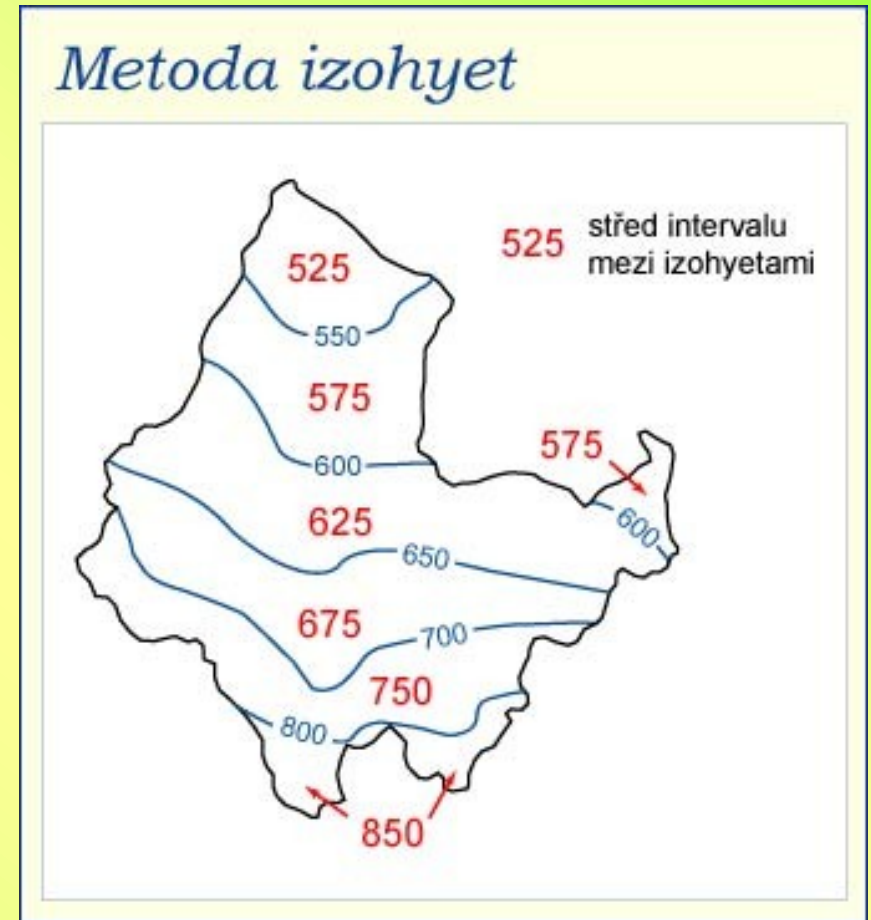
x_i [mm]	p_i	$x_i \cdot p_i$
střed intervalů izohyet	plocha mezi izohyetami	součin x_i a p_i

$$x = \frac{\sum x_i \cdot p_i}{\sum p_i}$$

x ... průměrný roční úhrn srážek v povodí [mm]

x_i ... střed intervalu izohyet [mm]

p_i ... plocha mezi izohyetami [km²]



Porovnání průměrných ročních úhrnů srážek vypočtených jednotlivými metodami (1 tabulka, slovní shrnutí výsledků)

Pozn. metoda izohyet je považována za nejpřesnější, proto se výsledky ostatních metod vyjadřují vzhledem k výsledku této metody

Tab. 6 Tabulka pro porovnání výsledků výpočtu průměrného ročního úhrnu srážek

Metoda	Průměrný roční úhrn srážek [mm]	[%]
prostý aritmetický průměr		
vážený aritmetický průměr		
metoda čtverců		
metoda polygonů		
metoda izohyet		100,0

U všech vzorců v kapitole 3d: vzorec + dosazení hodnot + vysvětlivky symbolů

e) Geografické rozložení průměrného počtu dnů se sněhovou pokrývkou v povodí (1 obrázek, slovní popis)

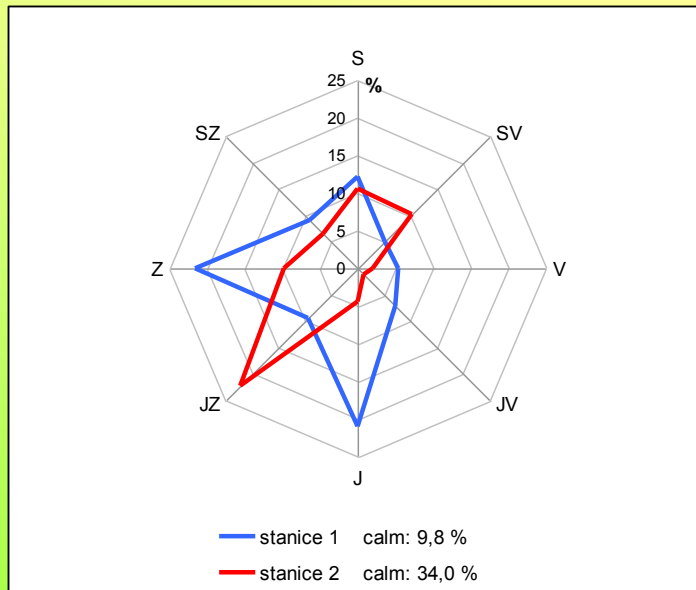
4) Větrné poměry

a) Frekvenční rozložení směrů větru v zimě, v létě a v roce pro nejvýše a nejnižše ležící stanici (3 větrné růžice, 3 tabulky, slovní popis)

Pozn. Nejvýše a nejnižše ležící stanice v povodí; nadmořská výška stanic

Tab. 7 Tabulka pro frekvenční rozložení směrů větru (hodnoty jsou uvedené v %)

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm
stanice I	2,5	3,2	14,7	8,9	5,2	3,8	7,1	1,8	30,7
stanice II	2,8	14,8	6,3	5,1	4,3	2,8	4,8	1,3	21,9



Pozn. Do obrázku nezapomeňte uvést i calm (bezvětrí)

Obr. 7 Frekvenční rozložení směrů větru

b) Výpočet převládajících směrů větru a jejich frekvence pro zimu, léto a rok pro nejvýše a nejniže ležící stanici (*obecný postup výpočtu, jeden vzorový výpočet, tabulka s výsledky, shrnutí*) - podle Nosek (1972)
Pozn. zvolte početní metodu

Tab. 8 Tabulka pro výsledky výpočtu převládajících směrů větru a jejich frekvence

		I. převládající směr	II. převládající směr
Rok	stanice I	směr + frekvence	směr + frekvence
	stanice II		
Léto	stanice I		<i>pokud ho lze určit</i>
	stanice II		
Zima	stanice I		
	stanice II		

6) Klimatické oblasti

- Srovnání klimatických oblastí ve Vašem studovaném povodí podle:
 - **klasifikace Atlasu podnebí (1958)**
 - **klasifikace Quitta (1971)**

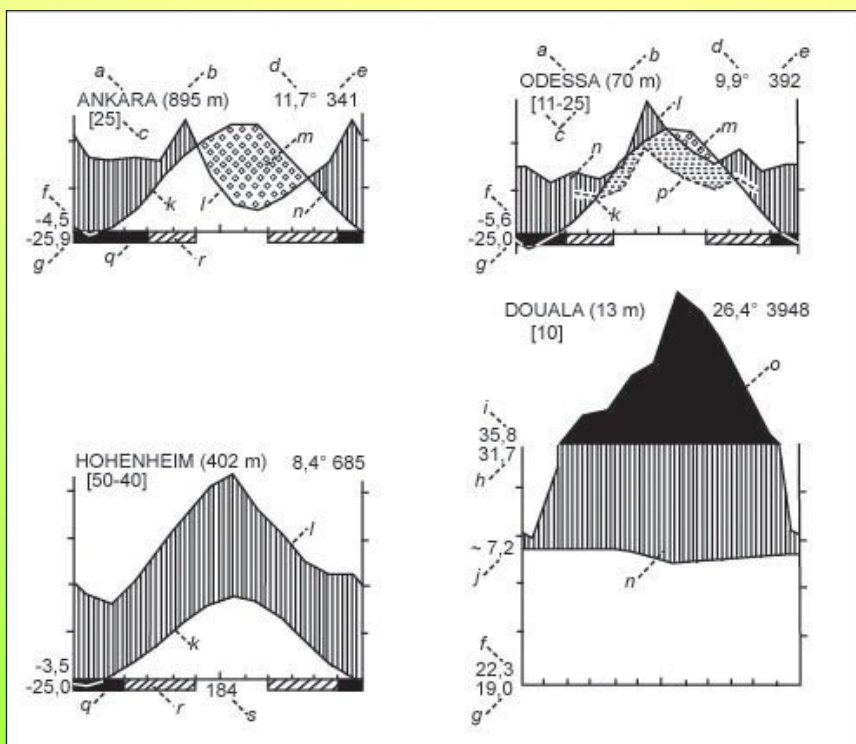
Pozn. **2 obrázky** – *pozor stejné měřítko*;

slovní popis – *rozepsat přístupy jednotlivých autorů, v čem se klasifikace liší, jaké klimatické oblasti jsou zastoupeny v povodí, atd.*

Quitt – v mapovně příručka – popis klim. oblastí

7) Klimagram

- Sestrojte klimagram zadané stanice v povodí (1 obrázek, slovní popis)



Tab. 9 Vysvětlení symbolů (pozn. Tabulky podnebí)

Oz n.	Charakteristika	Tab .
a	název stanice	
b	nadmořská výška	
c	počet let pozorování	
d	průměrná roční teplota	1
e	průměrný roční úhrn srážek	52
f	průměrná denní minimální teplota nejchladnějšího měsíce	10
g	absolutní teplotní minimum	5
h	průměrná denní maximální teplota nejteplejšího měsíce	9
i	absolutní teplotní maximum	4
j	průměrná denní teplotní amplituda	11
k	průměrná křivka ročního chodu teploty	1
l	průměrná křivka ročního chodu srážek (měřítko na osách v poměru: 10 C odpovídá 20 mm)	52
m	vyprahlé období s absolutním deficitem srážek (vytečkovaná plocha)	
n	humidní část roku (svislá šrafa)	
o	průměrné měsíční úhrny srážek přesahující 100 mm (redukovat srážkové měřítko 1:10) (černá plocha)	
p	křivka ročního úhrnu srážek snižená v poměru 10 C odpovídá 30 mm (přerušovaná linie; vyšrafování vymezuje suché období)	
q	měsíce s průměrnou minimální teplotou < 0 C	10
r	měsíce s absolutní minimální teplotou < 0 C	5
s	průměrné trvání denních teplotních průměrů > 0 C	12

Klimagram – grafické znázornění ročního chodu 2 klimatických prvků na 1 diagramu

Charakteristiky m, n vycházejí z eventuálního křížení křivek k, l; křížení křivek k, p vymezuje suché období
Pozn. 0°C odpovídá 0,0 mm, hodnoty vynášet do středu!!!

Shrnutí:

- Potřebná data – viz Tabulky podnebí (mapovna, skeny)
- Mapky – Atlas ČSSR, Atlas podnebí ČSR, Atlas podnebí Česka, jiné zdroje (**stejně měřítko – 1:1 000 000; v případě map v GISu nemusí být 1:1 000 000, ale musí být u všech map stejné měřítko**)
- Každá kapitola (bod) bude obsahovat tabulku, resp. obrázek či graf a slovní zhodnocení

Pokyny pro zpracování:

- cvičení se vypracovává na listy o formátu A4 a odevzdává se elektronicky do studijních materiálů
- prvním listem je titulní stránka se jménem studenta a názvem celé práce; dále následuje obsah, poslední strana – použitá literatura, pozn. strany číslovat
- text, tabulky a grafy zpracovat na počítači (*pouze klimagram lze vypracovat na milimetrový papír*), mapky a obrázky lze nalepit (pomocí lepidla), dbát na úpravu práce!
- psát ve třetí osobě nebo v pasivu
- tabulky, grafy, mapky a nákresy řadit do textu (číslovat – zvlášť tabulky a zvlášť grafy a mapy)
- každá tabulka, graf a obrázek musí mít přesný název (3 základní informace: co (vč. jednotek), kde a kdy); v názvu a textu nepoužívat slova tabulka, obrázek, graf, mapa
- u všech obrázků musí být **grafické měřítko a legenda** (netýká se nákresů k výpočtům úhrnu srážek)
- čísla v tabulkách a popisy os grafů musí mít stejný počet desetinných míst
- do jednoho grafu vynášet vždy jen jednu charakteristiku pro obě stanice, používat liniové grafy (lomená čára) pro spojité veličiny a sloupcové grafy pro veličiny nespojitě
- symboly ve vzorcích výpočtů musí být vysvětleny
- výpočty zaokrouhlovat na 1 desetinné místo

Každý vybrat (ze svého povodí) 2 klimatologické stanice (nejvýše a nejnižše ležící) pro teplotní charakteristiku povodí, 2 pro větrnou charakteristiku povodí a 2 srážkoměrné stanice.

⇒ každý má 2-6 stanic (pokud mají 2 studenti stejné povodí, musí mít jiné stanice)

do zítřka poslat mailem!!!!

U každé vybrané stanice pro teplotní/větrné/srážkové charakteristiky povodí zkontrolovat, že pro ni existují data pro teplotu/vítr/srážky (tabulky pro teplotu 1, 4-7, 12-18, tabulky pro vítr 31, 34, 37) pro klimatologické stanice a tabulky 52, 56, 57, 58 pro srážkoměrné stanice) – Tabulky podnebí ČSSR.