

Meteority

Zadání

Vyčíslete a zdůvodněte jednotlivé rozdíly výskytů meteoritů napříč definovanými skupinami. Napište krátké pojednání a doprovodte ho vypracovanou statistikou, ať již v podobě grafů nebo jen tabulek.

Řešení

Meteority lze rozdělit do tří velkých skupin: 1. kamenné (chondrity a achondrity), 2. železné, 3. železo-kamenné, kde většina dopadnuvších meteoritů je z první skupiny (~93%). Počet dopadů železných a železo-kamenných tvoří ~6% respektive ~1% [Harvey a Cassidy (1989) Meteoritics, v. 24, pp. 9-14.] . Pro ověření jsme si stáhli data ze zadané stránky do Excelové tabulky. Pro další zpracování využíváme knihovnu Pandas (Python).

Grafy četností ukazují, že převážný počet meteoritů patří do skupin L* a H* tzn. mezi chondrity. Dále v menší míře achondrity (*Eucrites*, *Ureilites*). Zbylé četnosti dopadů patří do nízkých desítek (dohromady stovek).

Pracovní (přeložené) poznámky z doporučené knižní kapitoly jsou uvedeny na konci dokumentu.

Načteme potřebné knihovny

```
import pandas as pd
```

Načteme data z Excelového sešitu do datového rámce (`pandas.DataFrame`)

```
data = pd.read_excel("./Meteorites.xlsx")
```

Prohlédneme si pět prvních a posledních řádků

```
data.head(10)
```

		Name	Abbrev	Status	Fall	Year	\
0		Aydar **	NaN	Official	NaN	2017.0	
1	Elephant Moraine	14074 **	EET 14074	Official	NaN	2014.0	
2	Northwest Africa	12199 **	NWA 12199	Official	NaN	2018.0	
3	Northwest Africa	11739 **	NWA 11739	Official	NaN	2017.0	
4	Northwest Africa	11112 **	NWA 11112	Official	NaN	2016.0	
5	Northwest Africa	11558 **	NWA 11558	Official	NaN	2017.0	
6	Northwest Africa	11562 **	NWA 11562	Official	NaN	2017.0	
7	Northwest Africa	11575 **	NWA 11575	Official	NaN	2016.0	
8	Northwest Africa	11916 **	NWA 11916	Official	NaN	2014.0	
9	Northwest Africa	12217 **	NWA 12217	Official	NaN	2015.0	

Place	Type	Mass	MetBull	Antarctic	\
-------	------	------	---------	-----------	---

0	Morocco	Acapulcoite	533 g	107	NaN
1	Antarctica	Acapulcoite	14.4 g	107	KOREAMET
2	Western Sahara	Acapulcoite	499 g	107	NaN
3	(Northwest Africa)	Achondrite-prim	20 g	107	NaN
4	Morocco	Achondrite-ung	528 g	107	NaN
5	(Northwest Africa)	Achondrite-ung	3.92 g	107	NaN
6	(Northwest Africa)	Achondrite-ung	1361 g	107	NaN
7	Mali	Achondrite-ung	598 g	107	NaN
8	(Northwest Africa)	Achondrite-ung	10.4 g	107	NaN
9	(Northwest Africa)	Achondrite-ung	148 g	107	NaN

GoogleEarthMap Notes

0	NaN	NaN
1	NaN	NaN
2	NaN	NaN
3	NaN	NaN
4	NaN	NaN
5	NaN	NaN
6	NaN	NaN
7	NaN	NaN
8	NaN	NaN
9	NaN	NaN

data.tail(10)

	Name	Abbrev	Status	Fall	Year	\
2704	Northwest Africa 12198 **	NWA 12198	Official	NaN	2018.0	
2705	Northwest Africa 12237 **	NWA 12237	Official	NaN	2017.0	
2706	Northwest Africa 12271 **	NWA 12271	Official	NaN	2018.0	
2707	Northwest Africa 12321 **	NWA 12321	Official	NaN	2004.0	
2708	Ramlat as Sahmah 530 **	RaS 530	Official	NaN	2014.0	
2709	San Juan 100 **	SJ 100	Official	NaN	2018.0	
2710	Yamato 000614	Y-000614	Official	NaN	2000.0	
2711	Northwest Africa 11511 **	NWA 11511	Official	NaN	2017.0	
2712	Northwest Africa 11807 **	NWA 11807	Official	NaN	2018.0	
2713	Northwest Africa 11917 **	NWA 11917	Official	NaN	2012.0	

	Place	Type	Mass	MetBull	Antarctic	\
2704	Western Sahara	Ureilite	506 g	107	NaN	
2705	(Northwest Africa)	Ureilite	479 g	107	NaN	
2706	(Northwest Africa)	Ureilite	925 g	107	NaN	
2707	(Northwest Africa)	Ureilite	194 g	107	NaN	
2708	Al Wusta, Oman	Ureilite	30 g	107	NaN	
2709	Antofagasta, Chile	Ureilite	160.7 g	107	NaN	
2710	Antarctica	Ureilite	4.68 g	107	J26 NIPR	
2711	Algeria	Ureilite-an	527 g	107	NaN	
2712	(Northwest Africa)	Winonaite	172.5 g	107	NaN	

2713	(Northwest Africa)	Winonaite	304 g	107	NaN
------	--------------------	-----------	-------	-----	-----

GoogleEarthMap Notes

2704	NaN	NaN
2705	NaN	NaN
2706	NaN	NaN
2707	NaN	NaN
2708	NaN	NaN
2709	NaN	NaN
2710	NaN	NaN
2711	NaN	NaN
2712	NaN	NaN
2713	NaN	NaN

Zjistíme celkový počet řádků

```
data.shape[0]
```

2714

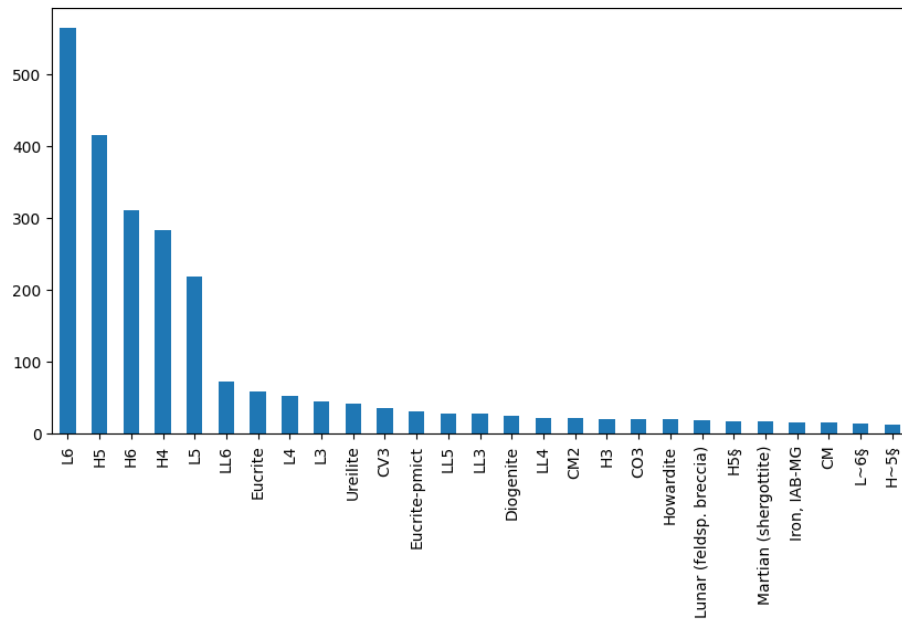
Spočteme a zobrazíme četnosti skupin

Spočteme a zobrazíme si četnosti dopadů jednotlivých skupin. Zobrazíme jen četnosti větší než 10, 30, 50 a 100 (v datech je záznamů s velmi málo výskyty).

```
data_gt_10 = data["Type"].sort_values().value_counts()[data['Type'].value_counts() > 10]
```

```
data_gt_10.plot(kind="bar", figsize=(10, 5))
```

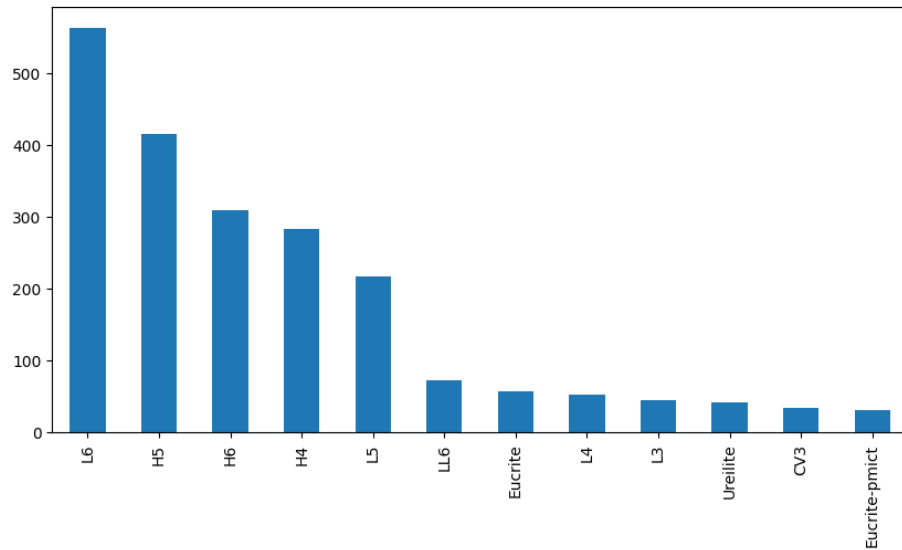
```
<AxesSubplot: >
```



```
data_gt_30 = data["Type"].sort_values().value_counts()[data['Type'].value_counts() > 30]
```

```
data_gt_30.plot(kind="bar", figsize=(10, 5))
```

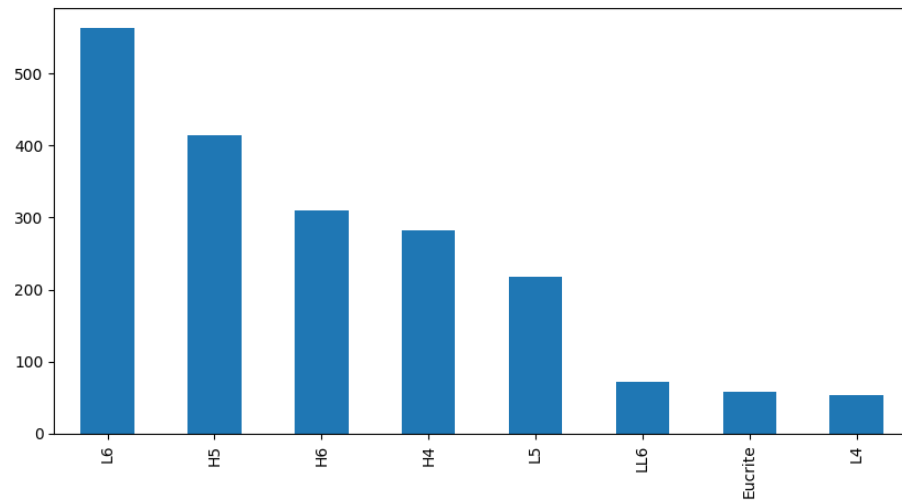
```
<AxesSubplot: >
```



```
data_gt_50 = data["Type"].sort_values().value_counts()[data['Type'].value_counts() > 50]
```

```
data_gt_50.plot(kind="bar", figsize=(10, 5))
```

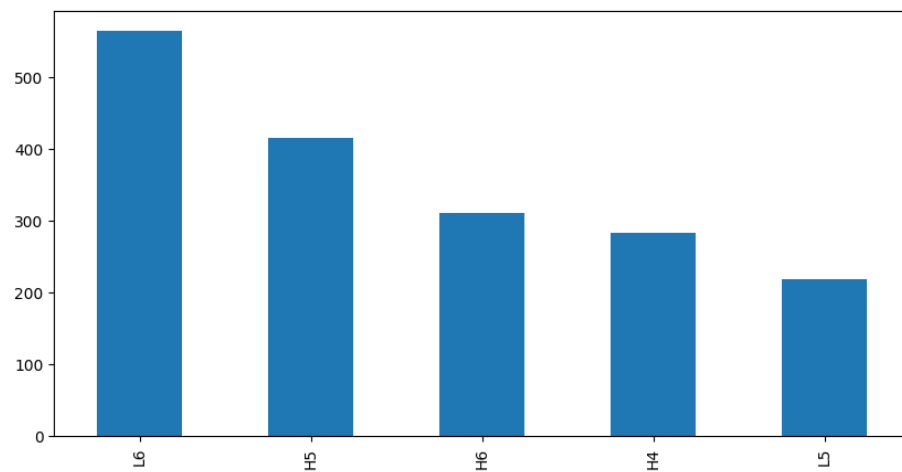
```
<AxesSubplot: >
```



```
data_gt_100 = data["Type"].sort_values().value_counts()[data['Type'].value_counts() > 100]
```

```
data_gt_100.plot(kind="bar", figsize=(10, 5))
```

```
<AxesSubplot: >
```



Poznámky (pracovní)

Pravděpodobně se každá skupina vytvořila v samostatném prostředí se specifickou hloubkou vzniku, gravitačním polem, věkem, začáteční a končící teplotou a rychlostí ochlazování. Velikost mateřských těles

se mohla měnit v důsledku velkých faktorů, kdy některé možná byly centrálními jádry 100 km těles, jiné s vyšší rychlostí ochlazování, možná tvořily metrové hrozny v horním plášti toho stejného nebo jiného rodového tělesa.

- Je docela zajímavé, že chondrity jsou převážně dost homogenní a lze je poměrně dobře klasifikovat. Není zde žádný nezařazený a méně než jedno procento anomálních vzorků. U železných meteoritů je to, co se týče klasifikace poněkud složitější.
- Chondrity obsahují milimetrové částčky křemitých střepů, chondruly, 19 – 35% železa (volné nickeliferous iron nebo vázené na troilit a silikáty).
- „Tento „systém“ má pouze poskytnout obraz o chemických vztazích mezi podskupinami, a nikoli naznačit genezi. V současné době neexistuje dostatek důkazů, které by umožňovaly jasné závěry ohledně vzniku různých skupin meteoritů. „
- Pro karbonátové chondrity je předvídáno větší množství skupin a podskupin.
- Ve většině chondritů jsou hlavními minerály olivín, ortopyroxen, albitický živec, troilit, calc. pyroxen a kovové nikl-železo (Kamacite, taenit a jejich plessitní srůsty). Kamacit z enstatitových chondritů je pozoruhodný vysokým obsahem křemíku (14% hmotnosti), což je kompozice, která se jinde vyskytuje jen v některých enst. achondritech a několika železných meteoritech (např. Tucson a Horse Creek). U karbonových chondritů se vyskytuje magnetit, epsomit (síran hořečnatý), pyrrhotit, dolomit a další minerály, často s „Křišťálovou“ vodou?, ale zajímavé jsou zejména organické sloučeniny.
- Dále poměrně detailní informace ohledně rozdílů jednotlivých skupin. (Je třeba to klasifikovat co chceme vysvětlovat, aby z toho bylo KRÁTKÉ pojednání.
- Pro vznik chondritů byly navrženy dvě zásadní hypotézy: Jedna hypotéza naznačuje, že chondrulity jsou primární objekty, které kondenzovaly z relativně pomalu se ochlazující plyné mlhoviny solárního složení a pak se aglomerovaly za vytvoření mateřských těles meteoritu. Druhá hypotéza naznačuje, že chondrulity jsou druhotné objekty vytvořené z již existujících pevných látek procesy, jako je vulkanismus (Tschermak, 1875), šoková metamorfóza (Fredriksson, 1963), távení primitivního prachu (Wood, 1963) nebo vznik elektrickými výboji primitivního oblaku prachu (Whipple, 1966).
- Po stanovení výše uvedených tříd zůstává řada železitých meteoritů, které jsou dostatečně anomální, aby vyžadovaly individuální klasifikaci, jako jedinečné exempláře. Někdy se zdá, že dvě nebo více tvoří dvojice nebo trojice, ale obecně vzato anomální železité meteority zahrnují meteority, které jsou strukturálně i chemicky snadno rozpoznatelné. Zdá se, že jde o

bodové vzorky různých, velmi malých „populací“. N'Goureyima, Barranca Blanca, Zacatecas, Santa Rosa, Tucson a Nový Baltimore jsou dobrými příklady. Anomální meteority jsou často relativně jemnozrnné. Velikost prvotního taenitového krystalu byla řádově 1-3 cm místo obvyklé velikosti deset cm až metr. Řezy skrz např. Tucson, Mundrabilla, Santa Rosa a N'Goureyima jasně ukazují polykrystalické pole velikých krystalů, často s hojným množstvím křemičitanů nebo troilitu v hranicích zrn.

- Celkově můžeme říct, že se vyskytuje méně strukturálně anomálních meteoritů než chemicky anomálních meteoritů. Mnoho chemicky anomálních meteoritů může být zařazených do skupin oktahedritu a ataxitu.
- Meteority nejsou brekciované, ale jsou to polykrystalické agregáty feritových a austenitových zrn, které narostli do jejich aktuální velikosti (solid state) difuzí.
- Existuje mnoho železitých meteoritů, které po rozřezání mohou být složeny z několika krystalů taenitu, což z nich dělá anomálii. Ale většina je normálním členem skupiny. Jsou klasifikované podle šířky pásma, ale předpona „polykrystalický“ naznačuje, že zkoumané vzorky byly složeny z několika krystalů taenitu. Pokud tato předpona není uvedena, předpokládá se, že příslušné meteority jsou nebo při austenitických teplotách byly, jednotlivé krystaly taenitu větší jako stopa.
- U jednotlivých meteoritech je uvedený kvalifikační údaj o množství a povaze inkluzí (silikáty, grafit, troilit) a o stavu rekrystalizace, jestli se považuje za charakteristický pro konkrétní meteorit. Zatím co v každé třídě nebo skupině může nastat rekrystalizace a jiné znaky kosmického přehřátí, zdá se, že křemičitany jsou ve významných množstvích omezené na hrubé oktaedrity skupiny I a na několik anomálních železitých meteoritů.
- Strukturní klasifikační schéma, jak je rozvinuté výše, se jen mírně liší od klasických. Je záměrně vyvinuté tak, aby zůstal čistě popisným systémem založeným na morfologických znacích, které se dají lehce pozorovat okem nebo lupou. Neměl by se tento systém používat na studie geneze. Pokud se toto schéma použije s chemickým systémem, poskytuje kompletní „manuál“ pro železné meteority.
- Chemická klasifikace železných meteoritů – V chemickém klasifikačním systému, který původně navrhli Goldberg et al. (1951), prvky nikl a galium byly vybrány na vytvoření nového klasifikačního schéma důležitého pro genezi (šlo o pokus seskupit všechny železné meteority podobného složení a pravděpodobně podobného původu). Později byly zahrnuté další parametry, nejdříve galium (Lovering et al. 1957) a potom iridium (Wasson a Kimberlin 1967). Přesné stanovení Ni, Ga, Ge a Ir spolu s mikroskopii s nízkým výkonem umožnily Wassonovi definovat 12 nebo 13 skupin chemicky příbuzných meteoritů. V 4rozměrném kompozičním prostoru (Ni, Ga, Ge, Ir) tvoří skupiny velmi kompaktní dobře definované shluky. Shluky mají omezený rozsah koncentrace všech prvků v porovnání

s rozsahem, který vykazuje všechny železné meteority: vykazuje hladké variace v koncentraci jednoho prvku, kde jsou vyneseny proti koncentraci jiného prvku a členové vykazují podobné struktury (Wasson a Kimberlin 1967).

- Dále popis tabulek a grafů, kde je popis, jak se dá struktura a chemismus použít na jasné odlišení skupin meteoritů.