

## Semestrálna práca 2 – Aplikácia na spracovanie volebných výsledkov

Vytvorte aplikáciu, ktorá umožní spracovať výsledky z volieb prezidenta Slovenskej republiky, ktoré sa uskutočnili v marci 2019. Potrebne súbory sú dostupné na stránke štatistického úradu SR: <https://www.volbysr.sk/sk/download.html>. Pre jednoduchý popis funkcionality semestrálnej práce zavedieme tri termíny – **kritériá, filtre a výberové kritériá**.

### Kritérium

Kritérium predstavuje funkciu, ktorá preberie vstupný objekt  $\omega$  a vráti hodnotu niektorej jeho vlastnosti. Kritérium môžeme vo všeobecnosti popísať nasledovne:

$$K_{\Omega(\Pi)}^{NázovKritéria}(\omega) = \kappa$$

Nie vždy platí, že objekt  $\omega$  musí mať atribút, ktorý reprezentuje hodnotu kritéria a teda môžeme predpokladať, že  $\kappa = \omega.\text{atribút}$ . Niekedy sa môže jednať aj o metódu, ktorá niečo vypočíta a vráti požadovanú hodnotu  $\kappa = \omega.\text{metóda}([p, q, \dots])$ . V dolnom indexe kritéria preto môžu byť uvedené parametre  $\Pi = (p, q, \dots)$  potrebné na výpočet danej vlastnosti. Množinu parametrov budeme označovať  $\Pi$ . Príslušná definícia kritéria potom bude špecifikovať hodnoty a význam parametrov.

Kritérium je možné aplikovať na množinu  $\Omega$  prípustných objektov:  $\omega \in \Omega$ . Výsledný typ vlastnosti budeme označovať  $\tau$ . Pre jednoduchosť budeme kritériá po ich definícií v práci uvádzať iba pomenovaním  $K^{NázovKritéria}$ , ktoré budú odkazovať na plnú definíciu kritéria. V práci budú využité nasledujúce kritériá:

- I.  **$K^{Názov}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = \emptyset$   
 $\kappa = \omega.\text{názov}; \tau = \text{string}$
- II.  **$K^{PríslušnosťObce}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\};$   
 $\Pi = (\text{vyššíCelok} \in \{Okresy\} \cup \{Kraje\})$   
 $\kappa = \omega.\text{patríDoVyššiehoCelku}(\text{vyššíCelok}); \tau = \text{boolean}$
- III.  **$K^{Voliči}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = (\text{kolo} \in (1.\text{kolo}, 2.\text{kolo}))$   
 $\kappa = \omega.\text{početZapísanýchVoličovVKole}(\text{kolo}); \tau = \text{integer} \in \langle 0 | \infty \rangle$
- IV.  **$K^{VydanéObálky}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = (\text{kolo} \in (1.\text{kolo}, 2.\text{kolo}, \text{obe kolá}))$   
 $\kappa = \omega.\text{početVydanýchObálokVKole}(\text{kolo}); \tau = \text{integer} \in \langle 0 | \infty \rangle$
- V.  **$K^{Účasť}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = (\text{kolo} \in (1.\text{kolo}, 2.\text{kolo}))$   
 $\kappa = \omega.\text{účasťVoličovVKole}(\text{kolo}); \tau = \text{double} \in \langle 0 | 100 \rangle$
- VI.  **$K^{OdovzdanéObálky}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = (\text{kolo} \in (1.\text{kolo}, 2.\text{kolo}, \text{obe kolá}))$   
 $\kappa = \omega.\text{početOdovzdanýchObálokVKole}(\text{kolo}); \tau = \text{integer} \in \langle 0 | \infty \rangle$
- VII.  **$K^{HlasyOdovzdané}$ :**  
 $\Omega \subseteq \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}$   
 $\Pi = (\text{kandidát} \in \{Kandidáti\}; \text{kolo} \in (1.\text{kolo}, 2.\text{kolo}, \text{obe kolá}))$   
 $\kappa = \omega.\text{početOdovzdanýchHlasov}(\text{kandidát}, \text{kolo}); \tau = \text{integer} \in \langle 0 | \infty \rangle$

- VIII.  $K^{Meno}$ :  
 $\Omega \subseteq \{Kandidáti\}$   
 $\Pi = \emptyset$   
 $\kappa = \omega.meno; \tau = string$
- IX.  $K^{HlasyZískané}$ :  
 $\Omega \subseteq \{Kandidáti\}$   
 $\Pi = (\text{územná jednotka} \in \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\},$   
 $kolo \in (1.kolo, 2.kolo, obe kolá))$   
 $\kappa = \omega.početZískanýchHlasov(\text{územná jednotka}, kolo); \tau = integer \in \langle 0|\infty \rangle$

### Filter

Niektoré funkcionality semestrálnej práce budú požadovať rôzne filtre. Filter spolupracuje s nejakým kritériom. Filter preberie vstup a vráti taký výstup, kde všetky objekty vstupu spĺňajú toto kritérium. Filtre je možné parametrizovať, pričom parametre filtra budú uvedené v dolnom indexe. V práci budú použité filtre podľa nasledujúcich definícií (typ  $\varphi$  má aspoň jeden povinný parameter  $\alpha$ , typ  $\Phi$  má dva povinné parametre  $\alpha$  a  $\beta$ ):

- $\varphi_{\alpha[p,q,\dots]}^{K[p,q,\dots]}(\Omega) = 0: \forall o \in \Omega: K(o) = \alpha$
- $\Phi_{\alpha,\beta[p,q,\dots]}^{K[p,q,\dots]}(\Omega) = 0: \forall o \in \Omega: K(o) \in \langle \alpha|\beta \rangle$

Kritérium určuje typ povinných parametrov daného filtra. Navyše, ak kritérium  $K$  požaduje parametre  $\Pi$ , tieto sa automaticky stanú parametrami príslušného filtra (za povinnými parametrami). Filter je možné aplikovať iba na množinu  $\Omega$  prípustných objektov kritéria  $K$ . Filtre je možné navzájom kombinovať pomocou množinových operácií (za predpokladu, že množiny  $\Omega$  oboch filtrov sú rovnaké). Pre jednoduchosť budeme filtre po ich definícií uvádzať iba pomenovaním  $F^{NázovFiltra}$ .

V práci budú ďalej použité nasledovné filtre (povinné parametre  $\alpha$  a  $\beta$  a parametre vyplývajúce z príslušného kritéria nie sú explicitne uvedené):

- I.  $F^{Názov}: \varphi^{K^{Názov}}$
- II.  $F^{Voliči}: \Phi^{K^{Voliči}}$
- III.  $F^{Účasť}: \Phi^{K^{Účasť}}$
- IV.  $F^{PríslušnosťObce}: \varphi^{K^{PríslušnosťObce}}$
- V.  $F^{Meno}: \varphi^{K^{Meno}}$

### Výberové kritérium

Výberové kritérium je špeciálny druh filtra, ktorý vráti najviac jeden prvok z množiny  $\Omega$ . Parametre výberového kritéria sú určené parametrami kritéria. Pre potreby práce budeme definovať nasledujúce druhy výberových kritérií:

- maximum:  $M^K(\Omega) = \omega: \forall o \in \Omega: K(\omega) \geq K(o)$
- minimum:  $\mu^K(\Omega) = \omega: \forall o \in \Omega: K(\omega) \leq K(o)$
- najmenší rozdiel:  $\delta_{\Pi_1, \Pi_2}^K(\Omega) = \omega: \forall o \in \Omega: |K_{\Pi_1}(\omega) - K_{\Pi_2}(\omega)| \leq |K_{\Pi_1}(o) - K_{\Pi_2}(o)|$

Výberové kritérium je vždy aplikované na kritérium  $K$ , od ktorého preberá prípadné povinné parametre a množinu  $\Omega$ , na ktoré je výberové kritérium aplikovateľné. Pri kritérií  $\delta$  je potrebné zadať dve sady parametrov  $\Pi_1$  a  $\Pi_2$ , ktoré určujú rozdiel v príslušnom kritériu.

V práci budú ďalej použité nasledovné výberové kritériá (parametre vyplývajúce z príslušného kritéria nie sú explicitne uvedené):

- I.  $V^{NajviacHlasov}: M^{K^{HlasyZískané}}$
- II.  $V^{NajmenejHlasov}: \mu^{K^{HlasyZískané}}$

### III. $\nu$ Najstabilnejšie výsledky: $\delta K^{HlasyZísané}$

$\Pi_1 = (\text{územná jednotka} \in \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\},$   
 $\text{kolo} = 1. \text{kolo})$

$\Pi_2 = (\text{územná jednotka} \in \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\},$   
 $\text{kolo} = 2. \text{kolo})$

### Požadovaná funkcionálna seštrálna práca

Ak nebude uvedené inak, vždy umožníte používateľovi zadať všetky parametre kritérií, filtrov a výberových kritérií. Pri triedení vždy vypíšte aj hodnotu príslušného kritéria. V jednotlivých funkcionálnych vždy berte do úvahy iba tú množinu  $\Omega$ , ktorá je danou funkcionálnou dotknutá. Ak sa úloha odvoláva na možnosť výberu z viacerých územných jednotiek, aplikácia umožní vybrať typ (obec, okres, kraj) a ďalej funkcionálna pracuje s týmto typom územných jednotiek.

#### 1. Vypísanie informácií o obciach

Vypíšte informácie o obciach podľa filtra:

a)  $F^{Názov}$

b)  $F^{Voliči}$

c)  $F^{Účasť}$

O obciach, sa vypíšu nasledujúce údaje:

- Hodnoty kritéria  $K^{Názov}$  pre obec a pre všetky vyššie jednotky, do ktorých patrí.
- Pre obe kolá sa pre obce vpíšu hodnoty kritérií  $K^{Voliči}$ ,  $K^{VydanéObálky}$ ,  $K^{Účasť}$ ,  $K^{OdovzdanéObálky}$  a hodnota kritéria  $K^{PlatnéHlasy}$  pre všetkých kandidátov dokopy.

#### 2. Zoradenie obcí

Zoradte vzostupne aj zostupne všetky obce podľa nasledujúcich kritérií:

a)  $K^{Názov}$

b)  $K^{Voliči}$

c)  $K^{Účasť}$

Vypíšte názov obce a hodnotu príslušného kritéria.

#### 3. Vypísanie informácií o územných jednotkách

Vypíšte informácie o územných jednotkách<sup>1</sup> podľa filtrov:

a)  $F^{Názov}$

b)  $F^{Voliči}$

c)  $F^{Účasť}$

O územných jednotkách, sa vypíšu nasledujúce údaje:

- Hodnoty kritéria  $K^{Názov}$  pre územnú jednotku a pre všetky vyššie jednotky, do ktorých patrí.
- Pre obe kolá sa pre územnú jednotku vypíšu hodnoty kritérií  $K^{Voliči}$ ,  $K^{VydanéObálky}$ ,  $K^{Účasť}$ ,  $K^{OdovzdanéObálky}$  a hodnota kritéria  $K^{PlatnéHlasy}$  pre všetkých kandidátov dokopy.

#### 4. Zoradenie územných jednotiek spĺňajúcich daný filter

Zoradte vzostupne aj zostupne všetky obce<sup>2</sup>, ktoré spĺňajú filter  $F^{Účasť} \cap F^{PríslušnosťObce}$ , podľa nasledujúcich kritérií:

a)  $K^{Názov}$

b)  $K^{Voliči}$

c)  $K^{Účasť}$

Vypíšte názov obce a hodnotu kritéria.

<sup>1</sup> Funkcionálnu bodu 1 je možné implementovať priamo tu.

<sup>2</sup> Funkcionálnu bodu 2 je možné implementovať priamo tu.

### 5. Vypísanie výsledkov kandidáta v územnej jednotke

Vypíšte hodnoty kritérií  $K^{ZapísaníVoliči}$  a  $K^{VydanéObálky}$  a hodnotu kritéria  $K^{HlasyOdvzdané}$  pre tých kandidátov, ktorí spĺňajú filter  $F^{Meno}$ , pre územné jednotky podľa zadanej kombinácie filtrov  $F^{Názov}$ ,  $F^{Voliči}$  a  $F^{Účasť}$ . Okrem mena kandidáta a hodnoty kritéria vypíšte aj názov územnej jednotky.

### 6. Zoradenie kandidátov podľa výsledkov v územných jednotkách

Zoradte vzostupne aj zostupne všetkých kandidátov, ktorí spĺňajú filter  $F^{Meno}$  podľa ich sumárnej hodnoty kritéria  $K^{HlasyZísané}$  vo všetkých územných jednotkách, ktoré spĺňajú zadanú kombináciu filtrov  $F^{Názov}$ ,  $F^{Voliči}$ ,  $F^{Účasť}$ . Okrem mena kandidáta a hodnoty kritéria vypíšte aj názov územnej jednotky.

### 7. Vypísanie výberových kritérií

Vypíšte hodnoty výberových kritérií  $V^{NajviacHlasov}$ ,  $V^{NajmenejHlasov}$  a  $V^{NajstabilnejšieVýsledky}$  pre územné jednotky podľa zadanej kombinácie filtrov  $F^{Názov}$ ,  $F^{Voliči}$  a  $F^{Účasť}$ . Okrem mena kandidáta a hodnoty výberového kritéria vypíšte aj názov územnej jednotky.

### 8. Zoradenie fiktívnych koalícií

Umožnite používateľsky definovať koalície ako podmnožinu kandidátov:  $koalícia \subseteq Kandidáti$  a množinu koalícií  $\{Koalície\}$ . Definujme potom kritérium  $K^{HlasyZísanéKoalíciou}$  ako súčet všetkých hlasov kandidátov v koalícii:

$$\Omega \subseteq \{Koalície\}$$

$$\Pi = (\text{územná jednotka} \in \{Obce\} \cup \{Okresy\} \cup \{Kraje\}, \\ \text{kolo} \in (1. \text{ kolo}, 2. \text{ kolo}, \text{ obe kolá}))$$

$$\kappa = \sum_{kandidát \in \Omega} \text{kandidát.početZísanýchHlasov}(\text{územná jednotka}, \text{kolo}); \tau = \text{integer} \in \langle 0 | \infty \rangle$$

Zoradte vzostupne aj zostupne všetky územné jednotky, ktoré spĺňajú zadanú kombináciu filtrov  $F^{Názov}$ ,  $F^{Voliči}$  a  $F^{Účasť}$ , podľa kritéria  $K^{HlasyZísanéKoalíciou}$ . Vypíšte členov koalície a hodnotu kritéria.

## Dokumentácia

K semestrálnej práci vypracujte dokumentáciu, ktorá obsahuje:

- návrh Vašej aplikácie (rozbor použitia údajových štruktúr a ich vhodnosť z pohľadu výpočtovej zložitosti),
- popis implementácie Vami použitých údajových štruktúr,
- popis výpočtu každého vyhľadávacieho, resp. triediaceho kritéria,
- zložitosti všetkých operácií zo zoznamu 1. – 8., ktoré ste implementovali, **vrátane načítavania dát** – je nutné uviesť skutočnú zložitosť, ktorá vyplýva z použitia údajových štruktúr v rámci konkrétnej operácie; napr. ak máte v informačnom systéme obce v sekvenčne utriedenej tabuľke, ktorej kľúč je názov obce a dáta sú v zmysle úlohy 1, tak do dokumentácie napíšete, že „operácia 1a (vyhľadanie obce na základe jej vypísanie údajov o obci) má zložitosť  $O(\log_2 N)$ , kde  $N$  je počet obcí, pretože najskôr je potrebné vyhľadať obec podľa názvu ( $\log_2 N$  operácií), a potom vypísať „k“ údajov ( $k \cdot O(1)$ )“.
- diagram tried,
- používateľskú príručku.

Aplikácia musí byť naprogramovaná v **jazyku s manuálnou správou pamäte (t. j. bez garbage collector-u)** a musí obsahovať intuitívne používateľské rozhranie (konzola alebo grafické rozhranie),

pomocou ktorého bude možné otestovať požadované funkcionality. Po ukončení behu aplikácie musí byť pamäť **preukázateľne čistá** (nevznikli „memory leak-y“).

#### Bodovanie semestrálnej práce

Počet bodov za semestrálnu prácu	Požadovaná funkcionality
5	1.
10	1. – 2.
20	1. – 4.
40	1. – 8.
+5	grafické rozhranie (podmienené aspoň funkcionalitou 1)

Študent získa bodové hodnotenie podľa úrovne, na ktorú SP vypracuje. Pre získanie bodového hodnotenia danej úrovne musí SP implementovať **plnú funkčnosť všetkých úrovní pod ňou**. Čiastková funkčnosť práce na danej úrovni je potom hodnotená čiastkovo. Funkčnosť danej úrovne môžete splniť na 100%, nemusí však dostať automaticky 100% bodov za danú úroveň. Body môžu byť strhnuté napr. za nevhodné použitie údajovej štruktúry (pokiaľ nebude v dokumentácii vhodné zdôvodnenie) alebo za nesprávny algoritmus. Pre získanie bodov za semestrálnu prácu ju musí vedieť študent obhájiť! Počas obhajoby môže byť študent vyzvaný na úpravu, resp. doplnenie zdrojového kódu.

Ak nebude halda po ukončení Vašej aplikácie preukázateľne **čistá**, budú celkové body získané za semestrálnu prácu **zrazené na polovicu**.

Ak nebude **dokumentácia** obsahovať všetky náležitosti požadované v zadaní semestrálnej práce (dbajte hlavne na popis zložitostí operácií!), budú celkové body získané za semestrálnu prácu (znížené o prípadnú záťaž za nečistú haldu) **zrazené na polovicu**.

#### Poznámky k vypracovaniu semestrálnej práce

Dbajte na správne použitie údajových štruktúr a algoritmov. Údajové štruktúry musia byť Vami naprogramované, správne objektovo navrhnuté, univerzálne, a efektívne implementované z pohľadu výpočtovej zložitosti. Pre vypracovanie semestrálnej práce **nemôžete využiť existujúce knižnice obsahujúce údajové štruktúry**. Použiť v rozumnej miere môžete aj prebraté zdrojové kódy z dostupnej literatúry (aj z internetu), musíte však vedieť vysvetliť, ako fungujú, resp. aké je ich využitie vo Vašej aplikácii (napr. knižnice pre načítavanie .csv súborov, knižnice na grafické rozhranie, atp.). Pokiaľ nebudete vedieť vysvetliť použitie kódu prebratého z literatúry, úloha, v ktorej sa prevzaté kódy používajú, sa bude hodnotiť ako nesplnená (teda aj úroveň, do ktorej úloha patrí, bude neúplná).

Používajte algoritmy, ktoré sú najvhodnejšie pre konkrétne uplatnenie a spĺňajú nasledujúce požiadavky:

- Horná asymptotická zložitosť algoritmov pre vyhľadanie musí byť menšia ako  $O(N)$ .
- Horná asymptotická zložitosť algoritmov pre zoradenie musí byť menšia ako  $O(N^2)$ .

**V kóde používajte namiesto číselných konštánt symbolické.**

**Pracujte každý samostatne! Ak bude počas obhajoby zistené plagiátorstvo (vrátane údajových štruktúr), bude študent vylúčený z predmetu a bude podaný podnet na disciplinárnu komisiu vo veci plagiátorstva.**