

# Zadání semestrální práce KIV/UPG 2019/2020

Verze 1.0

Předmětem semestrální práce je interaktivní vizualizace toku vody v krajině.

Veškerá data pro vizualizaci, tj. výšková data krajiny a aktuální stav vody, dodá instance třídy `Simulator` knihovny, která je součástí výchozího projektu, který je k dispozici ke stažení z [https://gitlab.kiv.zcu.cz/UPG/WaterFlowSim\\_UPG\\_2020.git](https://gitlab.kiv.zcu.cz/UPG/WaterFlowSim_UPG_2020.git), tj. vlastní simulaci toku vody nebudete programovat.

Semestrální práce se skládá ze tří částí:

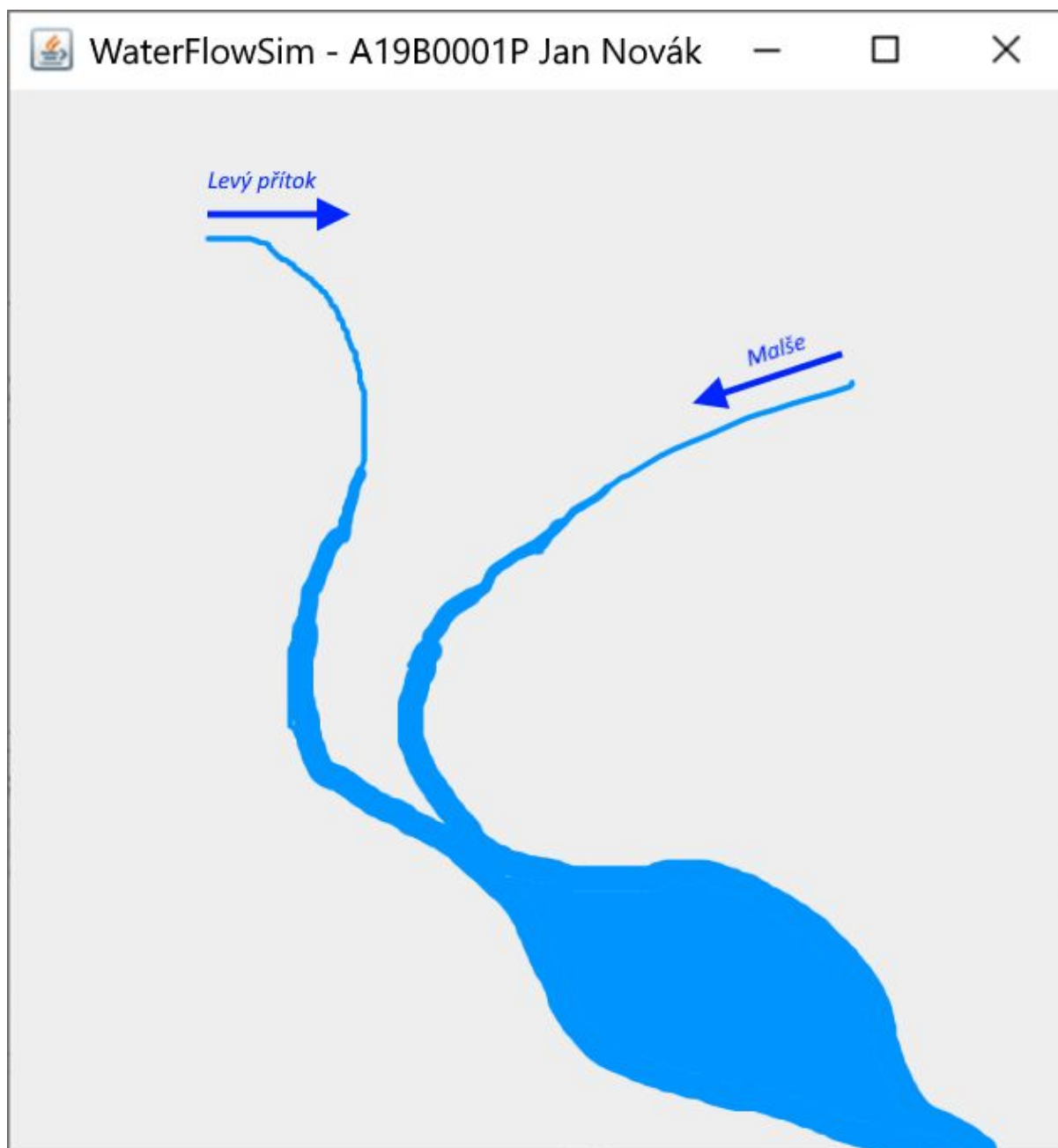
1. **Pasivní vizualizace.** Úkolem je zobrazit mapu vodstva a pravidelně ji aktualizovat. Tato část je povinná a její dokončení se bude kontrolovat při prvním odevzdání.
2. **Interaktivní vizualizace.** Úkolem je především umožnit (na vyžádání) vizualizaci hladiny vody v čase ve vybraném místě. Tato část je povinná a její dokončení se bude kontrolovat při druhém odevzdání.
3. **Volitelná rozšíření.** Tato část je volitelná a její dokončení se bude kontrolovat rovněž při druhém odevzdání. Všechna zvolená rozšíření musí být popsána v průvodní dokumentaci, jinak nebudou bodově ohodnocena.

## Část 1: pasivní vizualizace (až 10 bodů)

**Základní funkční požadavky (5 bodů):** Program bude možné spustit z příkazové řádky (dávkou `Run.cmd`) s volitelným celočíselným parametrem určujícím, který ze scénářů simulace (poskytnutých instancí třídy `Simulator` metodou `getScenarios`) má být spuštěn. Nebude-li parametr zadán, spustí se scénář 0. Program zobrazí leteckou mapu přehledně znázorňující místa zaplavená vodou, přičemž poblíž hlavních zdrojů vody zobrazí šipkou směr toku vody a dále název přítoku (dodá instance třídy `Simulator`). Vizualizace se bude pravidelně aktualizovat.

**Další požadavky:** Všechny elementy budou rozmístěny v okně tak, aby se maximálně využil jeho prostor, ale zároveň nedošlo ke zkreslení souřadnic v nějakém směru (tj. zobrazení zachovává poměr vzdáleností a úhly). Velikost okna musí být možné měnit a vizualizace se musí nové velikosti přizpůsobit. Název přítoku bude natočen ve směru toku vody. Součástí odevzdání bude dokumentace v předepsaném formátu.

Doporučená struktura řešení první části je naznačena v příloze 2. Možný výstup je znázorněn na následujícím obrázku:



## Část 2: interaktivní vizualizace (až 15 bodů)

**Základní funkční požadavky (7 bodů):** Program musí splňovat všechny funkční požadavky (nejen ty základní) z pasivní vizualizace. Dále bude disponovat následující funkcionalitou:

1. Výšková data krajiny jsou přehledně zobrazena barevnou mapou.
2. V okně s vizualizací budou ovládací prvky umožňující změnu rychlosti běhu simulace, tj. umožňující zpomalovat nebo zrychlovat simulaci oproti reálnému času (viz hodnotu parametru předávaného metodě `nextStep` třídy `Simulator`).
3. Po kliknutí na libovolný bod v krajině se zobrazí vizualizace výšky hladiny vody v závislosti na čase (od okamžiku spuštění simulace). Vizualizace musí mj. obsahovat popsané osy a musí být především správně.

4. Po vybrání obdélníkové oblasti v krajině se otevře okno s vizualizací průměrné výšky hladiny vody v této oblasti v závislosti na čase (od okamžiku spuštění simulace). Do výpočtu průměrné výšky hladiny v čase  $t$  se zahrnou pouze místa s nenulovou hladinou vody v čase  $t$ . Vizualizace musí mj. obsahovat popsané osy a musí být především správně.

**Další požadavky:** Vizualizace závislostí výšek hladin musí plně využívat velikost okna. Velikost okna musí být možné měnit a graf (resp. grafy) se musí velikosti okna správně přizpůsobit. Simulaci bude možné pozastavit (aniž by bylo nutno měnit nastavení rychlosti simulace). Součástí odevzdání bude dokumentace.

Nápověda: Pro implementaci je nutné si pro každý graf, který by uživatel mohl požadovat, shromažďovat data. Data stačí zaznamenávat při každém překreslení vizualizace, je však nutné si spolu s hodnotami zaznamenávat také čas simulace, ve kterém se příslušná hodnota vyskytla.

## Volitelná rozšíření (až 15 bodů)

### Graf průtoku (až 2 body)

Umožněte zobrazení grafu průtoku (v  $\text{m}^3/\text{s}$ ) v závislosti na čase od počátku simulace ve vybraném místě nebo vybrané obdélníkové oblasti.

### Grafy více veličin (až 2 body)

Umožněte ve vizualizaci grafů zobrazení více veličin s odlišnou jednotkou najednou (např. výška hladiny, průtok v daném místě / průměrná výška hladiny, celkový průtok v oblasti). Zajistěte správné vykreslení více svislých os.

### Práce s grafem, kde je mnoho hodnot (až 2 body)

Ošetřete případ kdy data pro graf zahrnují příliš velké množství hodnot (mnohem více než potenciální šířka grafu v pixelech). Zvolte vhodný způsob redukce datové sady (např. odstranění hodnot pořízených v blízkých časech).

### Výběr polygonální oblasti (až 4 body)

Vedle výběru obdélníkové oblasti umožněte uživateli také výběr obecné polygonální oblasti a upravte příslušným způsobem výpočty všech vizualizací pracujících s oblastmi.

### Zoom, pan (až 4 body)

Do okna s vizualizací přidejte prvky pro zvětšení vizualizace a umožněte posun zvětšené vizualizaci tažením myši (stisknuté pravé tlačítko).

### Dynamické polohování názvů přítoků (až 6 bodů)

Název vodního toku a šipku znázorňující směr toku umístěte tak, aby vše bylo viditelné i v případě, že se hlavní zdroj vody nachází zcela mimo obrazovku (v důsledku zoom nebo pan). Pokud šíře vodního toku při aktuálním zvětšení umožňuje umístění názvu přítoku (a

šipku) do jeho středu, učiňte tak. Platí pravidlo, že za soutokem se vodní tok jmenuje vždy podle delšího přítoku. Obrázky pro inspiraci:



Nápověda: Každé místo (bod) lze propojit s dalšími v jeho okolí a zkonstruovat tak graf. Prohledáváním tohoto grafu od místa s hlavním zdrojem vody (tj. od pramene) do šířky lze identifikovat jednotlivé části vodního toku a rovněž určit šířku koryta v dané vzdálenosti od zdroje.

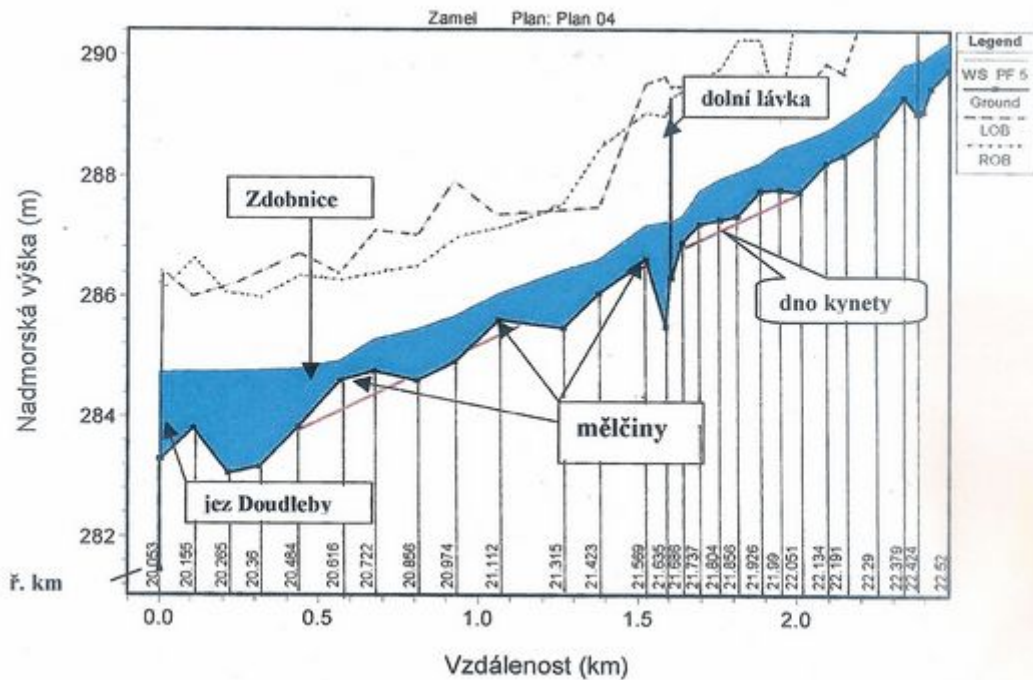
### Příčný profil řečiště (až 4 body)

Po kliknutí na místo, kde se nachází voda se zobrazí v samostatném okně vizualizace výškový profil krajiny s aktuálním stavem vody, který je v rovině kolmé na směr toku ve vybraném místě. Inspirovat se lze zde:



### Podélný profil řečiště (až 6 bodů)

Po kliknutí na hlavní zdroj vody se v hlavním okně zvýrazní střed příslušného vodního toku (od zdroje až po výtok) a v samostatném okně zobrazí profil krajiny podél této středové křivky, a to včetně zobrazení aktuálního stavu vody. Pro inspiraci:



Nápověda: lze řešit obdobně jako dynamické polohování popisků.

## Vrstevnice (až 6 bodů)

Zobrazte vrstevnice včetně jejich textových popisků (na vhodných místech).

## Tisk mapy a grafů (až 2 body)

Umožněte tisk mapy i grafů na tiskárně připojené k počítači.

## Export bitmapy ve zvolené velikosti (až 2 body)

Umožněte export vizualizace sítě v bitmapovém formátu v libovolném zvoleném rozlišení.

## Export do SVG (až 2 body)

Umožněte export vizualizace mapy ve vektorovém formátu SVG a ověřte funkčnost zobrazením výsledku v nějakém editoru vektorové grafiky.

## Export do X3D (až 4 body)

Umožněte 3D pohled na krajinu prostřednictvím exportu do formátu X3D a ověřte funkčnost zobrazením výsledku ve standardním prohlížeči (např. s využitím X3DOM).

## Základní editace terénu (až 6 bodů)

Přidejte nástroje pro WYSIWYG editaci terénu (zvýšení nebo snížení výšky).

## Záplavová hra (až 10 bodů)

Rozšiřte program o hru pro jednoho hráče. Úkolem hráče je stavbou předdefinovaných zábran / výkopů limitovaného počtu zajistit, aby domeček nebyl po určitý čas (od začátku simulace) zasažen vodou.

### **Vizualizace ve VR (8 bodů)**

Vytvořte vizualizaci podporující zobrazení na nějaké platformě virtuální reality (HTC Vive, Oculus Rift atp., podrobnosti dodá cvičící na vyžádání).

### **Vlastní rozšíření**

Za libovolné vlastní rozšíření je možné získat další bodové hodnocení, předem je však nutné podrobně probrat charakter rozšíření se cvičícím a dohodnout počet bodů.

## Příloha 1: získání informací pro vizualizaci

Veškeré informace o stavu vodních toků poskytuje třída `Simulator`. Tato třída je implementována v JAR balíčku `WaterFlowSim`, který je součástí výchozího projektu pro vypracování semestrální práce, který je k dispozici na stránkách courseware. Součástí výchozího projektu je rovněž dokumentace API rozhraní `WaterFlowSim` a program demonstrující použití `WaterFlowSim`.

Třída `Simulator` umožňuje získat předdefinované simulační scénáře (viz metodu `getScenarios`), některý z nich vytvořit a spustit prostřednictvím metody `runScenario` (jejich počet lze zjistit také pomocí metody `getScenarios`), a poté provádět simulaci ve spuštěném scénáři metodou `nextStep`, která posune simulační čas o libovolný čas v sekundách.

Krajina je definována  $W \times H$  nadmořských výšek zadaných v metrech. Body, v nichž je výška uvedena, tvoří pravidelnou obdélníkovou mřížku. Rozestup „sloupců“ je  $\Delta_x$  metrů, rozestup „řádek“ je  $\Delta_y$  metrů, krajina začíná na pozici  $S_x$  a  $S_y$  (odpovídá pozici bodu s indexem 0), Příslušná data poskytnou metody `getDimension` ( $W;H$ ), `getDelta` ( $\Delta_x;\Delta_y$ ) `getStart` ( $S_x;S_y$ ) a `getData`. Pro každý bod je rovněž uvedena aktuální výška hladiny vody (v metrech) - viz metodu `getWaterLevel` třídy `Cell` a také výška dna (metodou `getTerrainLevel` třídy `Cell`). Pro každý bod poskytuje simulátor na vyžádání rovněž vektor rychlosti proudění vody v tomto bodě - viz metodu `getGradient`.

## Příloha 2: doporučená struktura řešení první části

Pro implementaci je vhodné použít následující strukturu programu:

```
void drawWaterFlowState(Graphics2D g)
```

Metoda vykreslí aktuální stav toku vody v krajině, poskytnutý simulátorem, prostřednictvím níže popsaných metod `drawTerrain` a `drawWaterLayer`.

```
void drawTerrain(Graphics2D g)
```

Při prvním odevzdání bude tělo metody prázdné. Metodu využijete při závěrečném odevzdávání pro vykreslení barevné výškové mapy a případně také vrstevnic.

```
void drawWaterLayer(Graphics2D g)
```

Metoda vykreslí (přes již vykreslený terén) rastrový obrázek, ve kterém každý pixel odpovídá jednomu bodu krajiny, přičemž barva a hlavně průhlednost pixelů s vodou je odlišná oproti pixelům, kde voda není (metoda `isDry` v nich vrací `false`). Obrázek bude roztažen tak, aby nedošlo ke zkreslení v nějakém směru. Pro tento účel bude využito informací z metody `computeModel2WindowTransformation`. Metoda dále zavolá `drawWaterSources` pro vykreslení hlavních vodních zdrojů.

```
void drawWaterSources(Graphics2D g)
```

Metoda prostřednictvím metody `drawWaterFlowLabel` vykreslí všechny vodní zdroje v krajině, poskytnuté metodou simulátoru `getWaterSources` (potřebná data poskytnou metody `getIndex` a `getName` třídy `WaterSourceUpdater` a `getGradient` třídy `Simulator`).

```
void drawWaterFlowLabel(Point2D position, Vector2D dirFlow, String name, Graphics2D g)
```

Metoda vykreslí na zadané pozici (v pixelech v souřadném systému okna) šipku ve směru `dirFlow` znázorňující směr toku vody a dále název vodního toku (`name`).

```
void computeModelDimensions()
```

Metoda stanoví minimální a maximální souřadnice v metrech ve směru X a Y a uloží je do stavových proměnných.

```
void computeModel2WindowTransformation(int width, int height)
```

Metoda inicializuje stavové proměnné používané pro přepočítání souřadnic modelu (v metrech) na souřadnice okna (v pixelech). Metoda určí vhodnou změnu měřítka a posun ve směru X a Y tak, aby bylo zaručeno, že se veškeré souřadnice modelu (v min-max boxu vypočteného v metodě `computeModelDimensions`) transformují do okna o rozměrech `width`, `height`, a to včetně „přesahů“ grafických reprezentací elementů umístěných na extrémních souřadnicích (např. popisek pro vodní zdroj na pozici 0, 0).

```
Point2D model2window(Point2D m)
```

Metoda převede souřadnice modelu na souřadnice okna s využitím hodnot stavových proměnných určených v metodě `computeModel2WindowTransformation`.

Kromě těchto metod bude nutné v metodě `paint(...)` zajistit volání metod `computeModel2WindowTransformation` a `drawWaterFlowState`, a v metodě `main` programu zajistit vytvoření smyčky zajišťující pravidelnou aktualizaci spuštěného scénáře (`nextStep`) a pravidelné překreslování okna v intervalu 100 ms.