

Demonstrace křivek v počítačové grafice

Projekt ITU, 2017Z

Číslo projektu: 9

Číslo a název týmu: 114 – Tým xsipos03

Autor: Marek Šipoš (xsipos03)

Další členové týmu: —

Abstrakt

Křivky jsou základním stavebním kamenem celého světa, ať už reálného, nebo toho virtuálního. Využívají se v mnoha oborech lidské činnosti, nejen v rámci počítačové grafiky a digitalizace všeobecně, ale také v oborech, které lidstvo provázejí mnohem delší dobu, například v kartografii. Desktopová aplikace pro demonstraci křivek v počítačové grafice (*zkráceně CUDEMO – curve demonstration*) slouží jako prostředník při snaze o pochopení základních typů křivek a způsobu, jakým jsou definovány. Aplikace jednotlivé křivky zobrazuje a poskytuje názornou demonstraci jejich parametrů, navíc obsahuje i základní teorii, takže je vhodná jak pro studenty a jejich samostudium, tak pro pedagogy, kteří ji mohou použít k doplnění či demonstraci probírané látky.

Průzkum kontextu použití

Aby bylo možno aplikaci vhodně realizovat, je třeba si uvědomit, komu je určena a jak ji bude dotyčný využívat. Smyslem této aplikace je předat znalosti, pokud možno poutavou a jednoduchou formou. Uživatel by nad ní neměl příliš přemýšlet a její použití by mělo být intuitivní. Aplikace CHCE sloužit pouze jako prostředník, který cílové znalosti uživateli předá, nikoliv jako bariéra, kterou uživatel musí před dosažením požadovaných znalostí překonat. Tato část proto shrnuje základní požadavky na aplikaci a ujasňuje, kdo aplikaci bude používat a jakým způsobem by ji měl používat.

Níže uvedené údaje jsou souhrnem informací, které autorovi poskytlo několik uživatelů cílové skupiny, a také informace, které přidal autor sám, protože i on je se v této cílové skupině nachází.


Cílová skupina + typické případy použití

Cílovou skupinu uživatelů je možné rozřadit do tří podskupin:

- Studenti, kteří se křivkami z nějakého důvodu chtějí nebo musejí zabývat, například v rámci studia na škole nebo jako studium před praktickým využitím křivek v projektu.
 - o Chce zjistit, jaké typy křivek existují a jak se chovají v závislosti na parametrech
 - o Chce si nechat znázornit, jak křivka vypadá a PROČ tak vypadá
 - o Rád by se naučil, jak křivky fungují, jak jsou definovány, dozvěděl se i teorii, která za tím stojí
- Pedagogové nebo školitelé, kteří chtějí předat znalosti o křivkách studentům, případně si sami chtějí informace zopakovat.
 - o Poutavou formou chtějí předvést funkčnost křivek
 - o Sami si chtějí zopakovat látku, kterou budou přednášet
 - o Hledají demonstrační pomůcku, která jim pomůže při přednášení
- Jiní uživatelé, kteří se chtějí seznámit s problematikou křivek, nebo se k aplikaci dostanou náhodou. I takoví uživatelé jsou v cílové skupině, aplikace by jim měla něco přinést i přesto, že je křivky třeba ne tak úplně zajímají.
 - o Rádi by si vyzkoušeli daný produkt, třeba že je zaujal, nebo se o něm nějakým způsobem doslechli.
 - o Chtějí zjistit, co to křivka je, jak vypadá, případně se rozhodnout, zda se jim vyplatí další studium z hlediska budoucího použití

Většina uživatelů bude tedy chtít hlavně získat nějaké znalosti, budou chtít si křivky vyzkoušet, zjistit, co jednotlivé parametry znamenají a čím je křivka určena a proč vypadá tak, jak vypadá.

Tomáš Obrazový



Student

Grafika

Přátelé

Praxe

Cíle

- Porozumění základním grafickým prvkům
- Dostudování školy, práce v oboru
- Tvorba projektu využívající nabyté znalosti

Obavy

- Nepochopím látku, budu muset opakovat studium
- Nabyté znalosti rychle zapomenou nebo je nedokážu využít v praxi

Bio

Studuji grafiku na vysoké škole, rád bych při studiu získal znalosti, které mi pomohou školu úspěšně vystudovat, a poté chci tyto znalosti využít v praxi. Nechci však u studijní stráviti celé mládí, chci se i bavit! Proto bych si rád studium nějak usnadnil, informací k naučení je mnoho a pokud existuje snadnější způsob, jak látku pochopit, rád bych ho využil.

Věk: 20
Zaměstnání: Student
Obor: Počítačová grafika, IT
Rodina: Svobodný
Bydliště: Brno, Česká republika

Osobnost

Introvert	Extrovert
Formální	Neformální
Znalost	Intuice
Studium	Zábava

Motivace ke studiu na VŠ

Dokončené VŠ, titul

Studentský život

Využití znalostí v praxi

Preferované zdroje informací

Knihy, skripta a jiné tištěné materiály

Webové stránky nebo jiné online zdroje

Přátelé, kolegové, zkušenosti jiných

Přednášky, školení

Informace získané praxí

Persona – Tomáš Obrazový

Prostředí použití

Produkt je primárně cílen na studenty a pedagogy, tudíž se předpokládá využití během přednášek, praktických cvičení a při samostudiu doma. Produkt by tedy měl být snadno použitelný, názorný a jeho prvky dobře viditelné i při projekci na větší vzdálenost:



Projekce na větší vzdálenost


Požadavky na produkt

CÍL UŽIVATELE: dozvědět se něco o křivkách, znázornit si je, výsledkem by mělo být jejich pochopení nebo alespoň revize dosavadních znalostí. K tomu by měla uživateli aplikace pomoci, aniž by ho od studia odradila.

Mezi důležité vlastnosti produktu proto patří: jednoduchost, názornost, intuitivnost ovládání, ale také jednoznačnost, sdílnost, dostatek informací, ale nikoliv jejich zbytečný nadbytek.

Návrh klíčových prvků UI

Aby aplikaci bylo možno dát dohromady, je zapotřebí promyslet jednotlivé klíčové prvky uživatelského rozhraní. Stěžejním prvkům rozhraní aplikace CUDEMO je věnována tato část. Návrh vychází hlavně z **účelu** daného prvku a ze **způsobu interakce** s uživatelem.

Pod každou částí se nachází malá poznámka označená ikonkou , ve které je uvedena určitá neurčitost nebo pochybnost související s konkrétním prvkem UI. Tyto záležitosti jsou předmětem *testování prototypu GUI* (viz níže).

Křivka má určitý **matematický zápis a parametry**, kterými je definována. V závislosti na typu křivky by ji měl program dle parametrů zobrazovat a případně i aktualizovat její matematický zápis. Cílem je, aby měl uživatel zápis k dispozici, ale snadno se **bez matematického zápisu obešel**.

- 💡 Je matematický zápis opravdu vhodný? Pokud ano, jakým způsobem jej vysvětlit uživateli jednoduchou formou?

Nejdůležitější částí programu je samotný **panel s křivkou** (plátno), měl by být tudíž největší a **nejvýraznější**, program je určen i k promítání, proto by se hodilo mít k dispozici **režim pro promítání**, který tento panel ještě více zvětší a křivku vykreslí tak, aby byla dobře viditelná, včetně jejích klíčových prvků (např. bodu ukotvení), které budou dobře viditelné a od křivky odlišitelné.

- 💡 Nebude vhodnější režim pro promítání úplně vynechat a u každé komponenty vytvořit možnost automatického skrytí k okraji obrazovky tak, aby na plátno zbylo, pokud možno, co nejvíce místa?

Parametry se nemusí vztahovat ke křivce samotné, ale spíše **k jejím prvkům**. Proto uživatel musí na první pohled vidět, které prvky může nějakým způsobem upravovat, čímž se také dozví, jak daný parametr křivku definuje a jak ji ovlivňuje změna parametrů prvku. Parametry by bylo ideální upravovat intuitivním způsobem, například **pomocí posuvníku**. Zadání hodnoty parametru zápisem by mělo být možné, ale ne nutné (může to být obtěžující, kliknout a pak psát... a pak parametr potvrdit).

- ❗ Nebude vhodnější po kliknutí na daný prvek zobrazit mini-panel přímo na plátně, do kterého se budou moci parametry zadat (úspora místa)?
- ❗ Jaký způsob zadávání parametrů je nejvhodnější? Posuvník? Číselná hodnota? Obojí? Nebo něco jiného?
- ❗ Měla by každá demonstrace obsahovat sadu předpřipravených šablon demonstrujících zásadní aspekty chování dané křivky (tzn. uživatel může, ale nemusí zadávat parametry, aby viděl, jak se křivka chová).

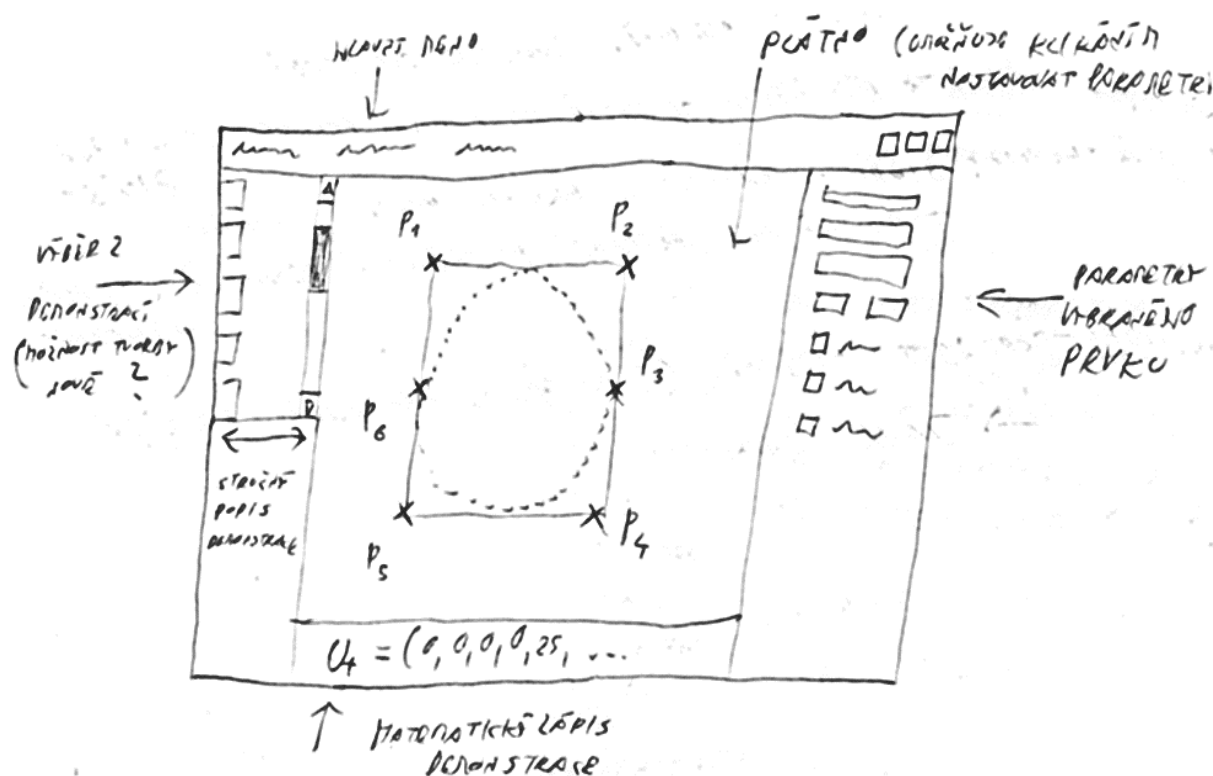
Uživatel může demonstrovat **různé typy křivek**, mezi nimi by mělo být snadné přepínat, aby se mohly jednotlivé křivky demonstrovat bez zbytečného zdržování (např. během přednášky). Předchozí nastavení křivek musí zůstat nezměněno... reset na výchozí hodnoty se může provést explicitním resetem.

- ❗ Budou jednotlivé demonstrace realizovány jako oddělené projekty? Nebo se po spuštění aplikace otevrou všechny demonstrace, které jsou k dispozici, s možností přepínání mezi demonstracemi pomocí karet v horní části aplikace?

Aplikace by měla obsahovat i **jednoduchou nabídku** s nastavením, s informacemi o programu, případnou náповědou nebo teorií, případně s odkazy na ni. Tento účel splní klasická nabídka **jako vodorovný proužek nahoře**. Uživatelé jsou na tento typ nabídky zvyklí a vědí, jak ho používat.

- ❗ Je o teoretické pozadí vůbec zájem? Internet je plný zdrojů, nebudou vhodnější odkazy?
- ❗ Není navrhovaná nabídka již zastaralá? Nebude jednodušší nějaké tlačítko, které otevře okno s nastavením k danému programu? Je zapotřebí vytvářet nějaká nastavení platná pro každou demonstraci zvlášť?

Počáteční prototyp GUI



Počáteční prototyp GUI (zdroj – cvičení ITU)

Testování prototypu GUI

V rámci přípravných prací před implementací byl realizován průzkum za účelem zjištění vhodnosti jednotlivých ovládacích prvků a rozložení aplikace.

Byl kladen důraz na oddělení jednotlivých prvků aplikace tak, aby je bylo možno zakomponovat do celkového rozložení, jak bylo naplánováno v předchozí části. Průzkum byl realizován pomocí dotazového formuláře, který je dostupný na adrese: <https://goo.gl/forms/yVvqiE1jRTj5xOPw2>

Testování pomocí formuláře bylo realizováno na cílové skupině – studentech VŠ, kteří výukou křivek již prošli nebo je teprve čeká. Během období testování se podařilo nasbírat 13 validních odpovědí, výsledky jsou přehledně uvedeny v Příloze 1.

Hlavní body průzkumu zahrnovaly:

1. *Množství teorie* – zda je vůbec vhodné uvádět teorii, jestli nestačí např. odkazy, zda je vhodný matematický vzoreček pro danou křivku s nastavenými parametry a pokud ano, jak podrobně má být matematický vzoreček vysvětlen.
2. *Okno s parametry* – zda je pro parametry vhodnější mít vyhrazený panel, nebo je lepší udělat parametry stylem „floating box“ přímo u vybraného prvku, dále způsob zadávání parametrů a vhodnost předpřipravených sad s hodnotami parametrů.
3. *Práce s panely* – zda mají být panely fixní nebo je možné je automaticky skrývat ke kraji obrazovky, případně zda je vhodný režim pro promítání.
4. *Demonstrace* – zda se mají ukládat jako „projekty“ do souborů (vhodnost pozdější realizace vlastních demonstrací) nebo zda mají být napevno zakomponovány do aplikace a přístupné pomocí karet, případně kombinace mezi oběma přístupy.
5. *Hlavní nabídka* – jaký způsob realizace hlavní nabídky je nejvhodnější (proužek, panel, tlačítko a následné okno) a co by měla obsahovat.

Výsledky testování a jejich dopad na GUI

V této části jsou shrnuty výsledky průzkumu. Úplné výsledky jsou k dispozici v *příloze 1*. Bylo shromážděno 13 validních odpovědí, všechny pocházely od studentů.

Teorie

Žádný z respondentů si v aplikaci nepřeje teorii. Nejspíše je to dáno tím, že se většina respondentů přiklání k názoru, že praktická ukázka je pro pochopení látky důležitější. Někteří respondenti uvedli, že by si přáli mít alespoň stručné informace o tom, na co se právě dívají. Každá demonstrace proto bude mít svůj vlastní popis, jehož účelem bude stručný popis demonstrované křivky.

Matematický popis téměř všichni respondenti zavrhlí. V aplikaci tedy tento panel nebude zahrnut.

Parametry křivky

Většina respondentů vyjádřila zájem o to, mít možnost zadávat parametry kombinovanou formou (myší nebo přímým zápisem). Názor na to, zda mají být parametry uvedeny v samostatném panelu nebo ve „floating“ okně u daného prvku, byl rozporuplný. Evidentně jsou vhodné obě možnosti. Bude implementován princip plovoucího okna u vybraného prvku, a to ze dvou důvodů:

1. Dráha myši od prvku k parametrům bude kratší, okno se zobrazí vždy u vybraného prvku
2. Bude o jeden panel méně, tudíž zůstane větší prostor pro plátno

Všichni respondenti dále uvedli, že přednastavené hodnoty parametrů jsou dobrý nápad, který může doplňovat možnost ručního zadání parametrů. A aplikaci tudíž bude tento systém implementován a ke každé „šabloně“ parametrů bude vždy uveden i stručný popis, co daná sada parametrů demonstruje.

Panely

Odpovědi na otázku, jak pracovat s parametry, aby bylo zajištěno dostatek prostoru pro plátno, byly různorodé. Dva respondenti vyjádřili zájem o režim pro promítání, ostatní by panely buď skrývali, zprůhledňovali nebo umožnili měnit jejich velikost. Jeden respondent do kolonky *Jiné* uvedl, že by si přál, aby bylo chování panelů konfigurovatelné.

V aplikaci bude tedy proveden značný kompromis, který by měl vyhovět všem požadavkům a aplikaci zpřehlednit (viz níže v celkovém shrnutí s konečným návrhem GUI).

Demonstrace

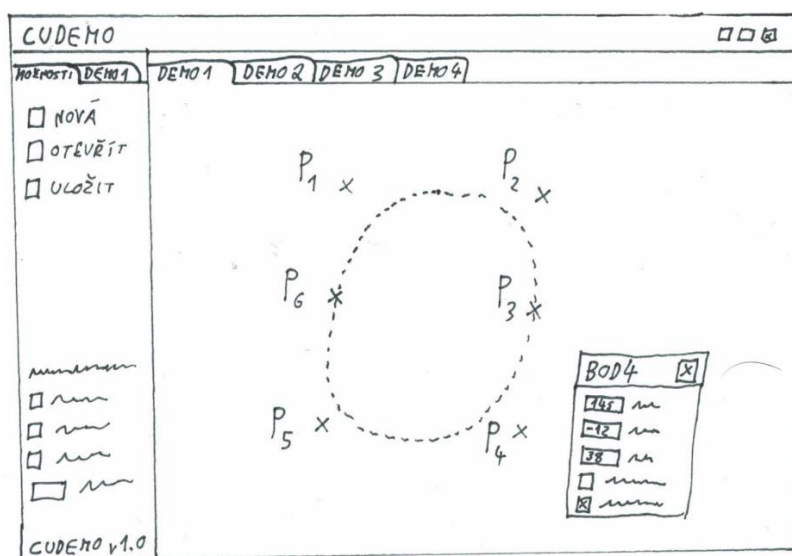
Většina uživatelů uvedla, že je vhodnější demonstrace řešit jako samostatné soubory, které se po načtení otevřou jako záložky, mezi kterými je možné přepínat. Většina uživatelů také vyjádřila zájem o tvorbu vlastních demonstrací. To ovšem není úkolem této aplikace. Bude dostupná určitá sada předpřipravených demonstrací. Proto bude každý soubor obsahovat ČÍSLO DEMONSTRACE, která se má otevřením souboru otevřít (jedná se o předpřipravené demonstrace) a také se do souboru budou ukládat nastavení a nastavené parametry demonstrace. Otevřené soubory s demonstracemi se budou chovat jako záložky.

Hlavní nabídka

Respondenti se v otázce, jak řešit hlavní nabídku, rozdělili do dvou táborů. Jedni ji chtějí řešit jako proužek, druzí jako tlačítko otevírající nové okno. Nastavení dané demonstrace by pak v hlavní nabídce být nemělo, spíše ve vlastním panelu. Uživatelé by si rádi nastavovali hlavně způsob vykreslení křivky.

Shrnutí plánovaného GUI na základě testování

Na základě provedeného průzkumu byl připraven konečný návrh aplikace:



Konečný návrh GUI

Jednotlivé demonstrace budou fungovat jako soubory obsahující ID jedné z dostupných demonstrací aplikace a uložená nastavení a parametry. Otevřené demonstrace budou zobrazeny jako karty a bude se mezi nimi dát přepínat.

Nastavení parametrů bude realizováno v plovoucích oknech, která se zobrazí po výběru daného prvku na plátně aplikace. Prvky, které lze vybrat, budou zvýrazněny jinou barvou.

Hlavní panel aplikace bude přeměněn do levého fixního panelu obsahujícím dvě karty:

1. Možnosti – zde budou k dispozici veškerá nastavení a tlačítka pro ovládání aplikace.
2. Karta demonstrace – zde bude zobrazen popis demonstrace a případná nastavení a šablony parametrů.

Protože aplikace nebude obsahovat žádné jiné panely, režim pro promítání nebude implementován. Plátno je dostatečně velké a dobře viditelné.

Implementace

Výběr technologií

Cílem práce je vytvořit multiplatformní desktopovou aplikaci. K tomuto účelu existuje spousta knihoven a nástrojů pro různé jazyky.

Aplikace byla vytvořena za použití knihovny **JavaFX** [2], což je knihovna uživatelského rozhraní pro Javu umožňující tvorbu multiplatformních desktopových aplikací. Mezi její přednosti patří moderní API, široká uživatelská základna a podpora spousty platforem.

Statické prvky uživatelského rozhraní byly vytvořeny pomocí nástroje **Gluon Scene Builder** [3], což je vylepšená verze standardního Scene Builderu pro Javu FX, která řeší některé chyby a přináší podporu nejnovější verze Java FX 8. Dynamické části pak byly psány přímo.

Parsování JSON souboru bylo realizováno prostřednictvím knihovny JSON Simple [4].

Samotný vývoj probíhal v IDE od JetBrains **IntelliJ IDEA** [5].

Back-end

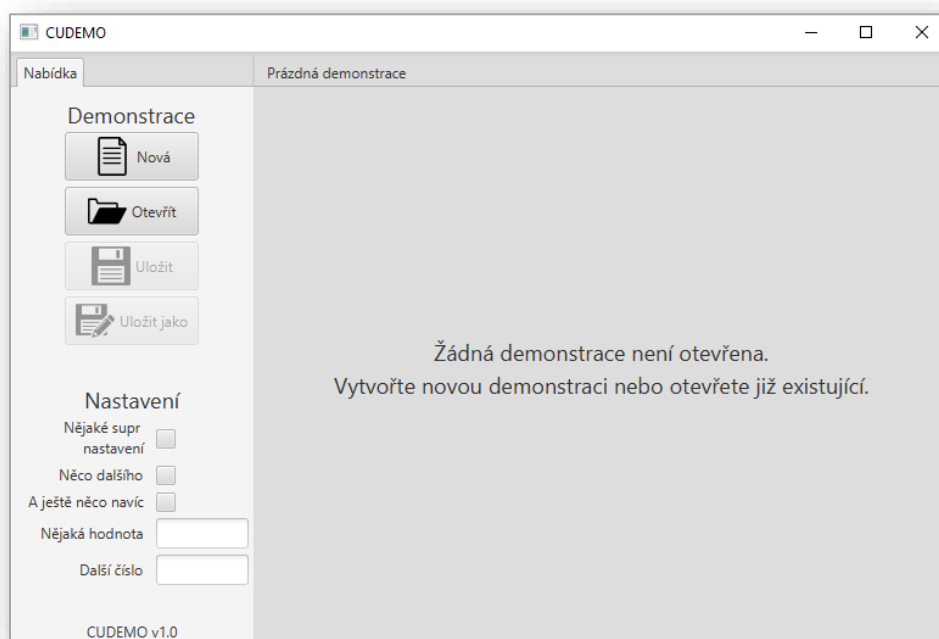
Aplikace zahrnuje následující funkčnost:

- Demonstrace představují logické celky obsahující prvky, které představují řídicí body pro křivky.
- Načítání a ukládání otevřených demonstrací do souboru typu JSON
- Možnost vytvářet nové demonstrace za použití předpřipravených šablon pro jednotlivé typy křivek
- Připravené rozhraní pro správu možností celé aplikace nebo otevřených demonstrací zvlášť

Aplikace NENÍ schopna zobrazovat křivky, z časových důvodů nebyla tato funkcionality implementována. Nebyla nalezena žádná odpovídající knihovna schopná zobrazovat všechny požadované typy křivek, takovou knihovnu by bylo potřeba vyrobit a implementace vykreslování křivek různých parametrů a s různými řídicími prvky by přesahovala rozsah práce. Práce byla zaměřena na UI.

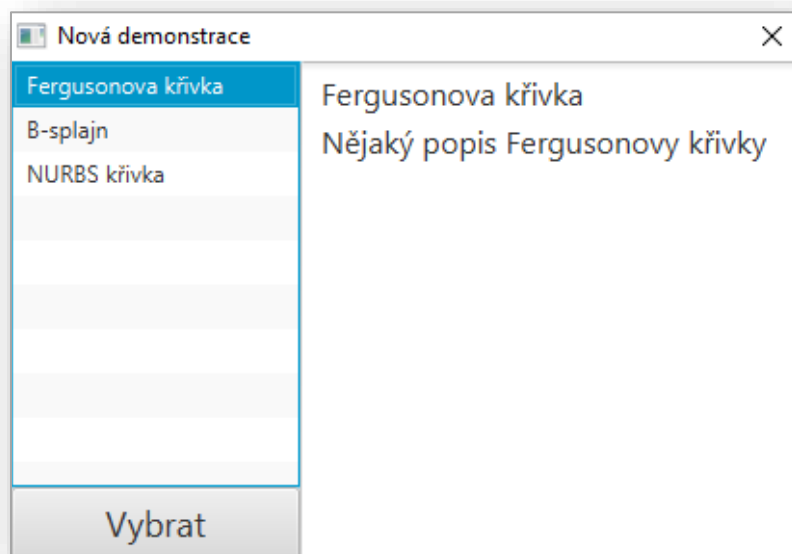
Front-end

Výsledné rozhraní aplikace vypadá následovně:

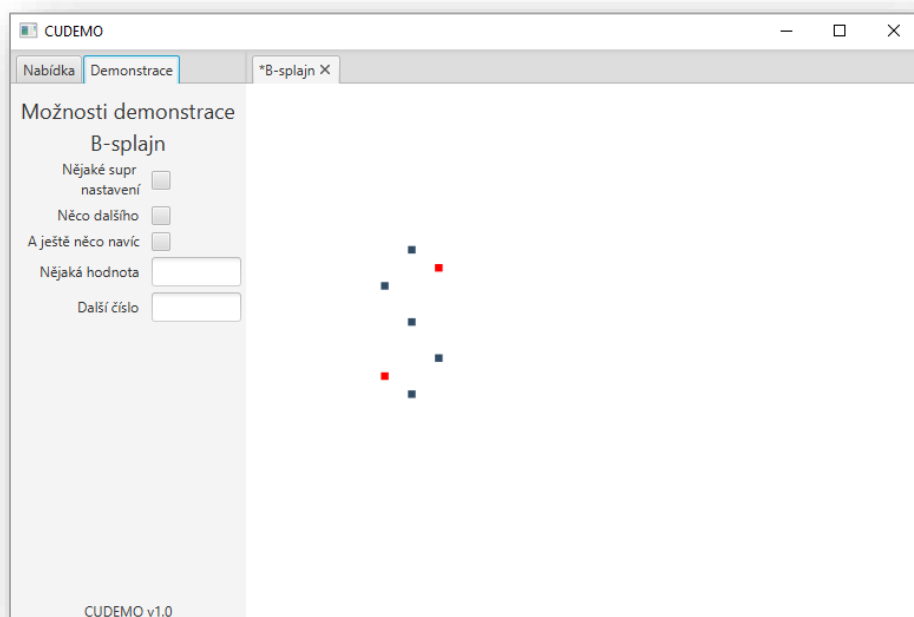


Aplikace je multiplatformní a její hlavní okno je možno rozšiřovat nebo zmenšovat dle libosti, obsah se přizpůsobí. To se týká také plátna, které své prvky dynamicky posunuje a zvětšuje / zmenšuje podle velikosti okna. Okno aplikace je rozděleno do dvou svislých částí – vlevo se nacházejí prvky pro ovládání aplikace, možnosti aplikace a možnosti otevřené demonstrace, vpravo se pak nachází prostor pro otevřené demonstrace (každá obsahuje své plátno). Oblast „plátna“ pro křivky má nejvyšší prioritu co se týče využití plochy okna, proto je aplikace vhodná jak pro osobní použití, tak pro promítání.

Nová demonstrace se vytváří kliknutím na tlačítko Nová nebo pomocí klávesové zkratky CTRL + N. Otevře se následující okno:



Výběrem typu demonstrace a kliknutím na tlačítko Vybrat se na nové kartě otevře nově vytvořená demonstrace ve výchozím nastavení.



Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit aplikaci, která umožňuje demonstrovat různé typy křivek a jejich chování. To se podařilo splnit do té míry, že je implementováno rozhraní, které je připraveno na doimplementování samotného vykreslování křivek a řídicích prvků.

Vykreslování křivek jako takové bude vyžadovat hlubší znalost matematického chování křivek, vzhledem k faktu, že každý typ křivky se chová odlišně a specificky vůči svým klíčovým prvkům (např. různé váhované body, tečné body apod.).

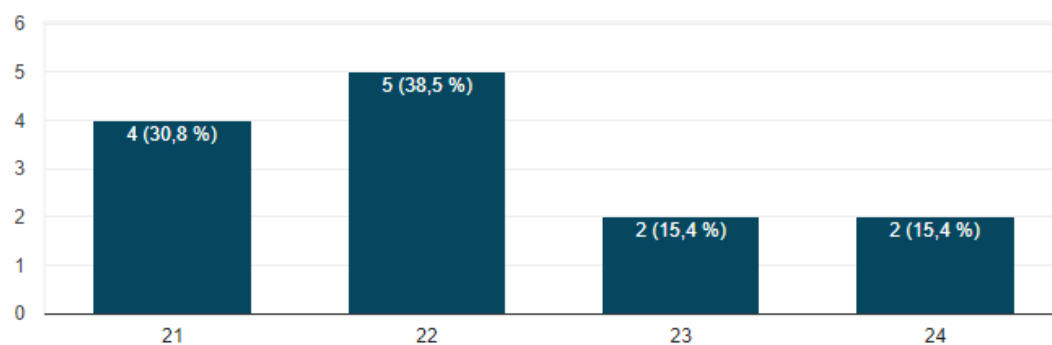
Aplikace byla navržena tak, aby byla pokud možno co nejsnáze ovladatelná a dala se použít při výuce (typicky při promítání). Tento účel se podařilo splnit.

Přílohy

Příloha č. 1 – Výsledky dotazníkového formuláře

Kolik ti je let?

13 odpovědí



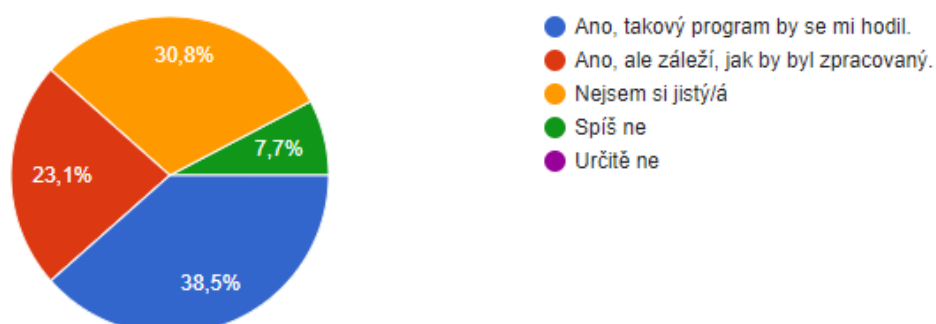
Učil(a) ses během studia něco o křivkách?

13 odpovědí



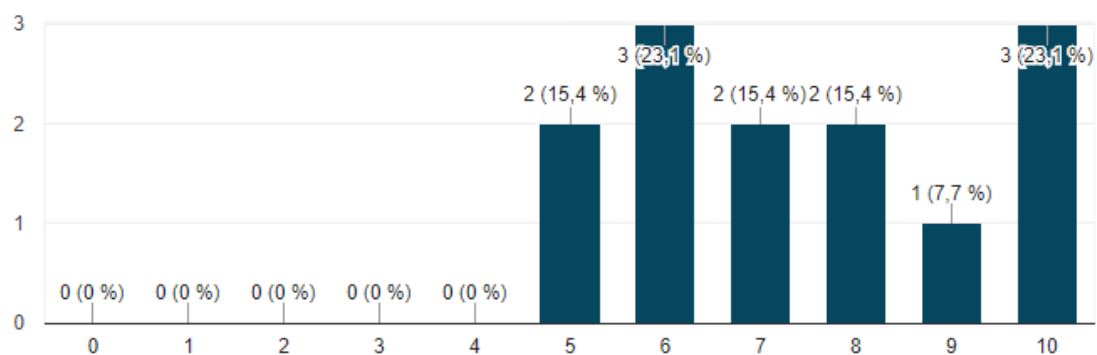
Pomohl by ti program sloužící k demonstraci křivek a toho, jak vlastně fungují?

13 odpovědí



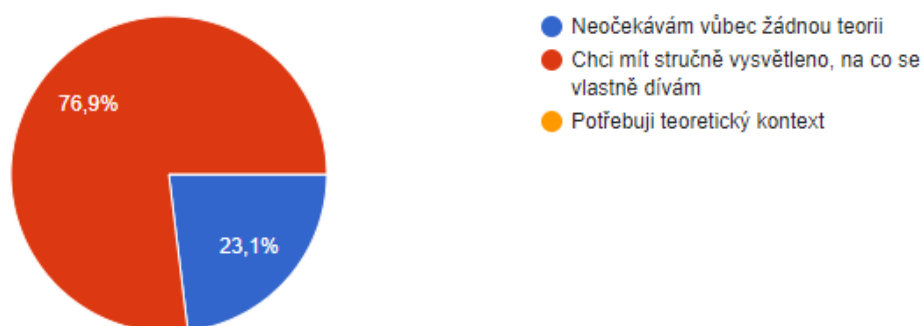
Co je při pochopení látky důležitější? 0 = teorie, 10 = praktické použití

13 odpovědí



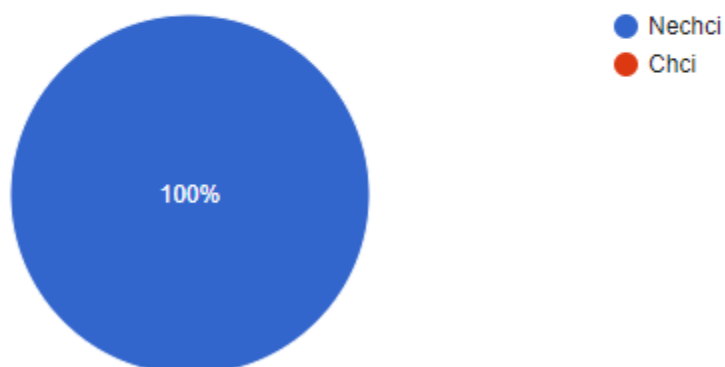
V aplikaci pro demonstrace křivek:

13 odpovědí



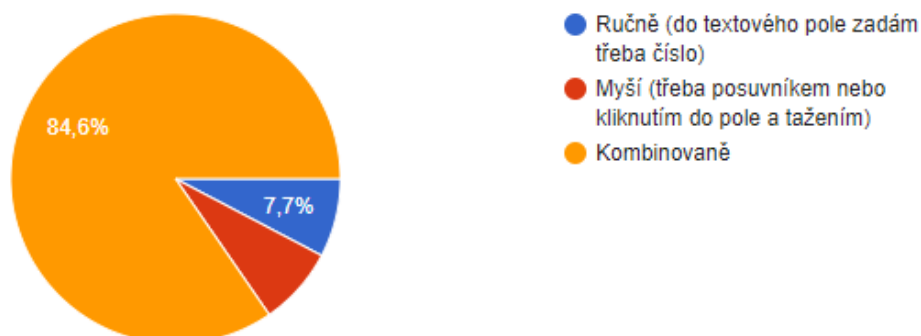
Matematický popis

13 odpovědí



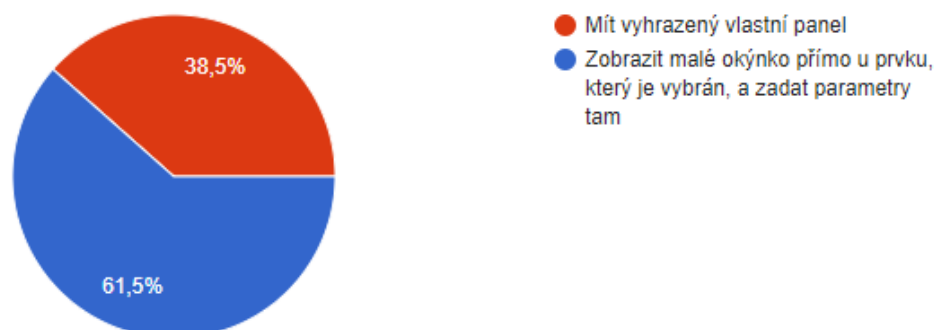
Jaký způsob zadávání parametrů je nejpohodlnější?

13 odpovědí



Pro parametry je lepší

13 odpovědí



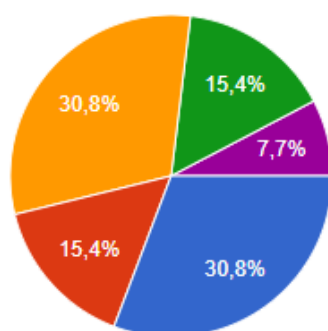
Myslíš, že by bylo vhodné mít ke každé demonstraci (typu křivky) předpřipravené „šablony“, které by nastavily parametry všech prvků na určité hodnoty?

13 odpovědí



Jak zajistit, aby panely nezabíraly místo plátnu?

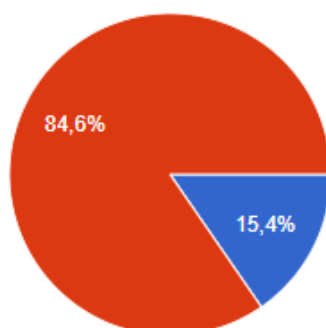
13 odpovědí



- Automaticky se bude skrývat ke kraji obrazovky
- Bude mít nastavitelnou šířku a výšku (zobrazí se případný posuvník)
- Když se s panelem nepracuje, začne být částečně průhledný
- Nijak, nechat je fixní a vytvořit režim pro promítání, ve kterém se zobrazí jen plátno
- Chování panelu v nastavení

Demonstrace...

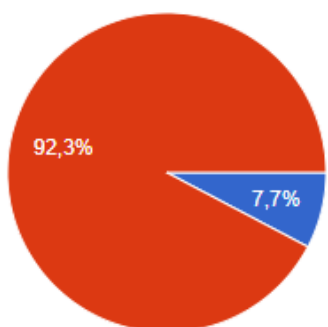
13 odpovědí



- ... by měly být „napevno“ zakomponovány do aplikace, např. 5 různých dostupných
- ... by měla být jako soubor, který si otevřu a pracuji s ním.

Způsob přepínání mezi demonstracemi

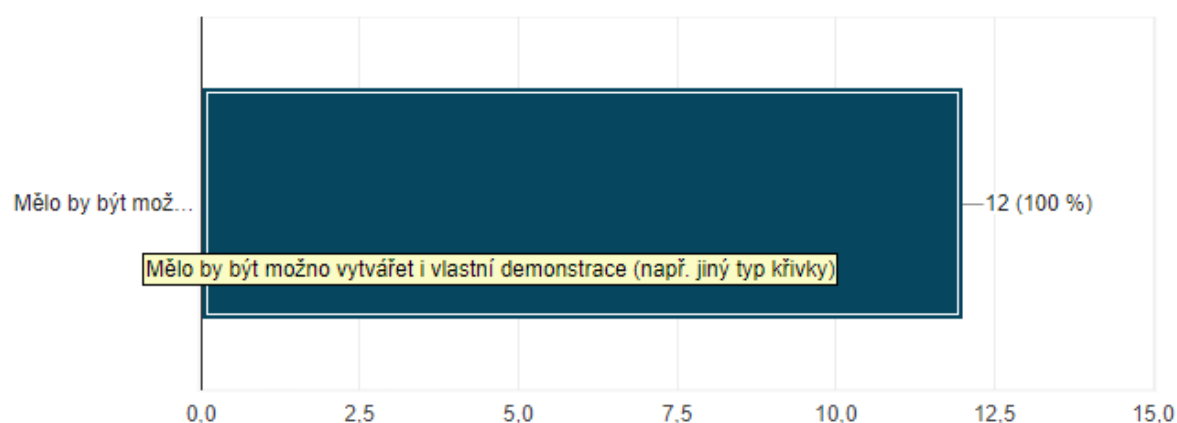
13 odpovědí



- Otevřu jednu konkrétní a s ní pracuji.
- Otevřu jich více a přepínám mezi nimi pomocí záložek.

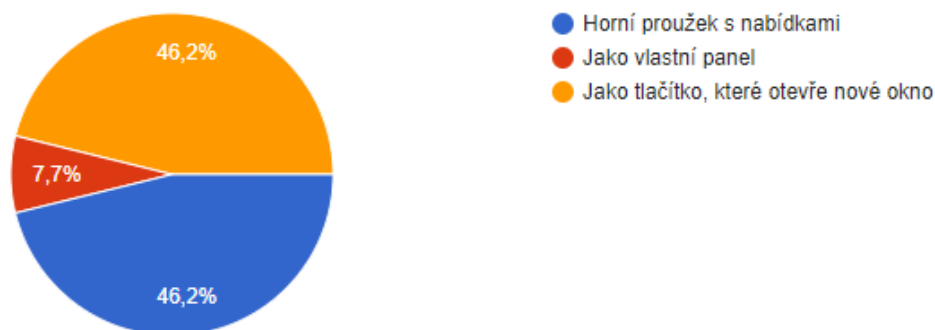
Vlastní demonstrace (nebude součástí tohoto programu)

12 odpovědí



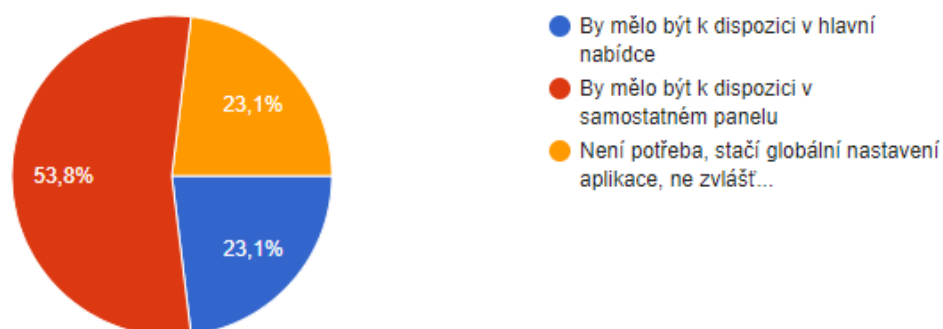
Jak realizovat hlavní nabídku?

13 odpovědí



Nastavení dané demonstrace (např. způsob vykreslení křivky)

13 odpovědí



Studijní zdroje a odkazy

Předmět Tvorba uživatelských rozhraní na FIT VUT

[1] <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/index.php?id=12203>

JavaFX dokumentace

[2] <https://docs.oracle.com/javase/8/javafx/api/toc.htm>

Gluon Scene Builder

[3] <http://gluonhq.com/products/scene-builder/>

JSON Simple

[4] <https://github.com/fangyidong/json-simple>

IntelliJ IDEA

[5] <https://www.jetbrains.com/idea/>

Další online zdroje:

[6] <https://stackoverflow.com/>