

Uživatelská příručka  
pro studenta  
[teoriegrafu.cz](http://teoriegrafu.cz)

1	Úvod .....	3
1.1	Sekce aplikace.....	3
1.2	Přihlášení.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
2	Algoritmy.....	3
2.1	Přehled algoritmů .....	3
2.2	Editace algoritmu .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3	Grafy .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3.1	Přehled grafů.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3.2	Editace grafu .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
3.3	Možnosti úprav grafu.....	11
3.4	Základní úpravy .....	11
3.5	Manipulace s elementy grafu .....	11
3.6	Úprava názvu grafu a jeho přiřazení do ukázek a cvičení.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
4	Ukázky .....	14
4.1	Přehled ukázek.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
4.2	Editace ukázky.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
4.3	Vypisované seznamy.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
5	Cvičení .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
5.1	Přehled cvičení .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
5.2	Editace cvičení.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6	Testové otázky .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.1	Přehled testových otázek .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.2	Editace testové otázky.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.3	Vkládání variant odpovědí.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.4	Editace odpovědi v testu .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
7	Otevřené testové otázky.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
7.1	Přehled otevřených testových otázek....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
7.2	Editace otevřených testových otázek....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
8	Slovník.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

8.1	Přehled pojmů .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
8.2	Editace pojmu .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
9	Barvy .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
9.1	Přehled barev .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
9.2	Editace barvy .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
10	Uživatelé.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
10.1	Přehled uživatelů .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
10.2	Editace uživatele .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

# 1 Úvod

Aplikace [teoriegrafu.cz](http://teoriegrafu.cz) je výuková aplikace, primárně určená pro studenty Fakulty informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové. Tato uživatelská příručka obsahuje popis ovládání pro studenty.

## 1.1 Jednotlivé sekce aplikace

Aplikace [teoriegrafu.cz](http://teoriegrafu.cz) obsahuje následující tematicky oddělené sekce, jejichž ovládání bude nadále popsáno.

- Algoritmy
- Slovník
- Test
- Graf

Jednotlivé sekce jsou také v menu v horní liště.



Obrázek 1 horní lišta s menu

## 1.2 Úvodní stránka

Na titulní stránce je přehled algoritmů z oblasti teorie grafů, jejichž přiblížení aplikace nabízí. U každého je stručný popis. Jde také o odkaz, pomocí něž se lze na stránku algoritmu dostat. Jde zároveň o úvodní stránku sekce *Algoritmy*.

### Přehled algoritmů

<b>1. Artikulace</b> Najde artikulace v grafu.	<b>2. BFS</b> Algoritmus prohledávání grafu do šířky.	<b>3. Bipartita</b> Zjištění, jestli je graf bipartitní (neobsahuje kružnici liché délky).	<b>4. Borůvkův algoritmus</b> Nalezení minimální kostry grafu.
<b>5. Délka nejkratší cesty</b> Nalezení nejkratší cesty mezi dvěma vrcholy grafu.	<b>6. DFS</b> Algoritmus prohledávání grafu do hloubky.	<b>7. Dijkstrův algoritmus</b> Určení minimální cesty z vrcholu a do všech ostatních vrcholů grafu.	<b>8. Edmonds-Johnsonův</b> Procházení každé hrany grafu tam a zpátky právě jednou.

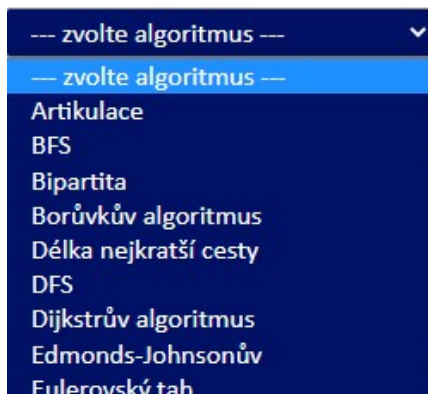
Obrázek 2 titulní stránka aplikace

Obrázek 3 – rozcestník administrace

## 2 Algoritmy

### 2.1 Přehled algoritmů

Jak již bylo uvedeno, je titulní stránka aplikace i úvodní stránkou sekce *Algoritmy*. Na ní je ale ještě rozbalovací menu pro rychlé přepínání mezi jednotlivými algoritmy bez nutnosti návratu na úvodní stránku. Toto rozbalovací menu zůstává viditelné na všech stránkách sekce.



### 2.2 Menu algoritmu

Pro každý algoritmus je v aplikaci nabídka nástrojů, která umožňuje se s ním podrobně seznámit. V této nabídce je:

- obecné,
- ukázka,
- video,
- cvičení,
- vyřešit,
- test



Obrázek 4 menu pro algoritmus

Následně budou jednotlivé položky z nabídky probrány.

### 2.3 Obecné

V části *Obecné* jsou textové informace o algoritmu a stručné vysvětlení jeho principů. Také jsou tu odkazy na další zdroje.

**BFS – popis algoritmu****Anglický název**

Breadth-first Search

**K čemu algoritmus slouží?**

Prohledání vrcholů grafu, popř. nalezení konkrétní hodnoty vrcholu.

**Časová složitost**»  $O(|V| + |E|)$  – každá hrana i vrchol jsou procházeny pouze jednou**Vstup**» souvislý graf  $G(V,E)$ **Iniciaizace**

» libovolný vrchol vložený do fronty FIFO

Obrázek 5 textový popis algoritmu

## 2.4 Ukázka

Pro algoritmy byly vytvořeny *Ukázky* jejich činnosti. Ty jsou v nabídce vpravo nahoře na úrovni názvu algoritmu a jejich počet se může pro každý algoritmus lišit.

BFS – ukázka

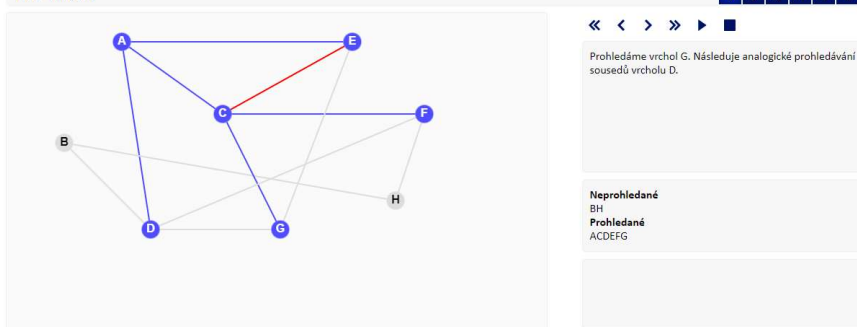
1 2 3 4 5 6

Obrázek 6 lišta s nabídkou ukázek vpravo

Po volbě ukázky se v levé části stránky vykreslí graf a v pravé části ovládací prvky a informační sektory.

BFS – ukázka

1 2 3 4 5 6



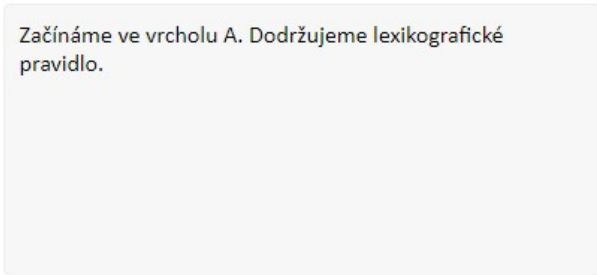
Obrázek 7 ukázka průchodu algoritmu

### Ovládací prvky ukázky algoritmu

- ◀◀ skok na začátek algoritmu
- ◀ posun o jeden krok zpět (lze udělat klávesou šipky vlevo)
- ▶ posun o jeden krok vpřed (lze udělat klávesou šipky vpravo)
- ▶▶ Skok na konec algoritmu

- ▶ spuštění běhu algoritmu
- || pauza běhu algoritmu
- ukončení běhu algoritmu

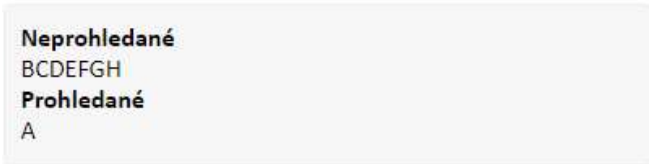
Pomocí ovládacích prvků lze manipulovat s během algoritmu, opakovaně ho spouštět, zastavovat, krokovat a podobně. Ke každému kroku je uveden relevantní komentář v horním informačním sektoru.



Začínáme ve vrcholu A. Dodržujeme lexikografické pravidlo.

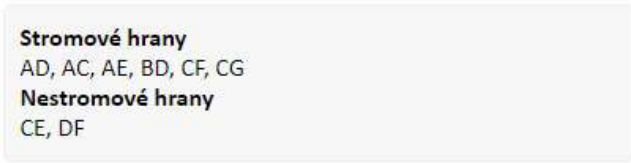
Obrázek 8 informačním sektor s komentářem

Další dva informační sektory jsou určeny k výpisu relevantních vrcholů a hran. Je tak možné sledovat změny, které nastanou v průběhu chodu algoritmu.



**Neprohledané**  
BCDEFGH  
**Prohledané**  
A

Obrázek 9 informační sektor s přehledem vrcholů



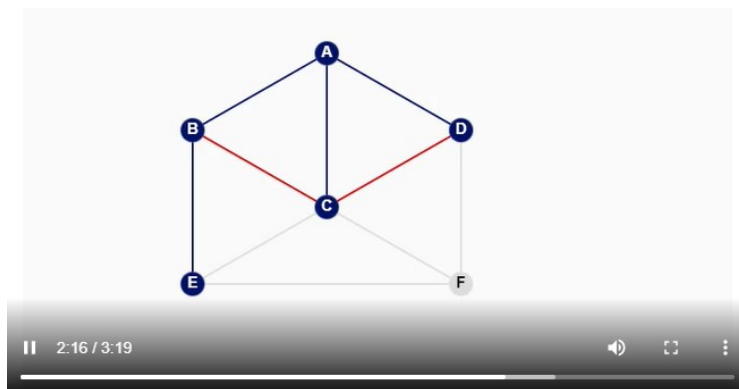
**Stromové hrany**  
AD, AC, AE, BD, CF, CG  
**Nestromové hrany**  
CE, DF

Obrázek 10 informační sektor s přehledem hran

Díky ukázkám lze podrobně a opakovaně sledovat průběh nabízených algoritmů.

## 2.5 Video

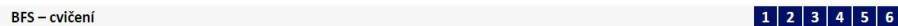
Video je další formou, jak pochopit princip algoritmu. Na nabízených videoukázkách je kromě samotného průběhu algoritmu i podrobný komentář, který vše vysvětluje. Video je možné ovládat běžně známými ovládacími prvky.



Obrázek 11 videoukázka algoritmu

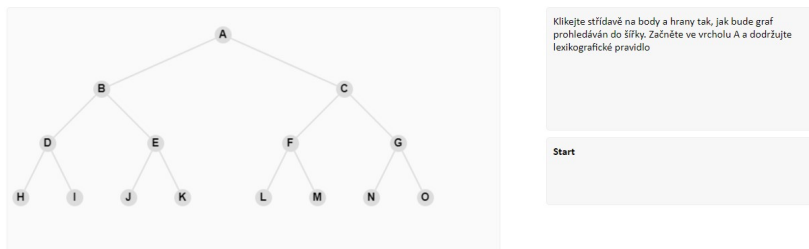
## 2.6 Cvičení

Svoje znalosti je možné si interaktivní formou vyzkoušet v sekci *Cvičení*. Podobně jako v ukázkách je jejich nabídka na úrovni názvu algoritmu napravo.



Obrázek 12 lišta s nabídkou cvičení vpravo

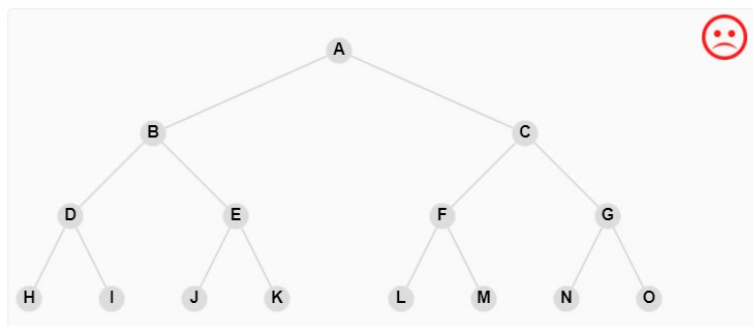
Po výběru konkrétního cvičení je v levé části vykreslen graf a v pravé části jsou uvedeny instrukce.



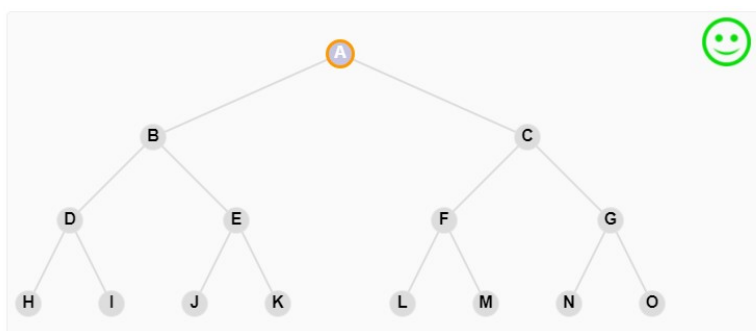
Obrázek 13 cvičení algoritmu

Úkolem je klikat podle instrukcí na elementy grafu v duchu průběhu algoritmu. Aplikace adekvátně reaguje buď zeleným smilečkem nebo červeným šklebíkem podle toho, jestli byla ace správná nebo došlo k chybě. To je doprovázeno akustickým signálem.





Obrázek 14 reakce na chybnou akci



Obrázek 15 reakce na správnou akci

Při správné akci (a tedy postupu v algoritmu) je navíc v informačním sektoru zobrazeno, k jaké akci došlo.

**1. krok**  
Přidán vrchol A

Obrázek 16 popis správné akce při cvičení

Při správném průběhu celým algoritmem je úspěšné vyřešení cvičení oznámeno akustickým signálem a také výpisem slova „Hotovo“.

**29. krok**  
Přidán vrchol O  
**Hotovo**

Obrázek 17 úspěšné zakončení cvičení

## 2.7 Vyřešit

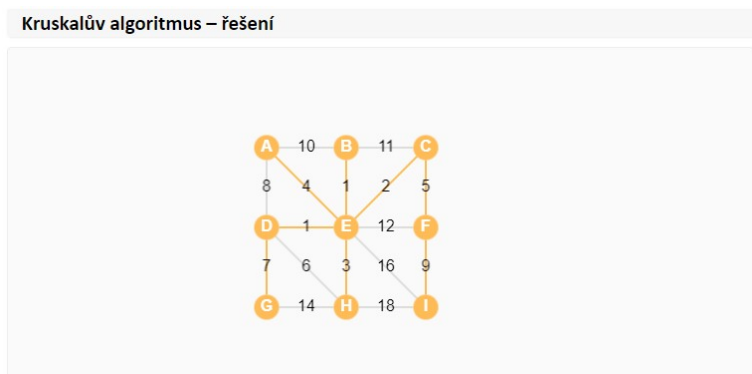
V sekci nazvané *Vyřešit* je možné spustit algoritmus grafu, který zadá uživatel. To je možné udělat v sekci *Graf*, viz dále. Pokud graf nebyl zadán, je zobrazen odkaz na sekci *Graf*, kde je to možné udělat.

### BFS – řešení

Graf pro vyřešení můžete [zadat zde](#) nebo ho načíst ze souboru.

Obrázek 18 odkaz na stránku se zadáním grafu

Pokud je graf zadán, je možná si na něm příslušný algoritmus vyzkoušet. Algoritmus je možná spouštět, zastavovat i krokovat.



Obrázek 19 Kruskalův algoritmus na vlastním grafu

V pravém informačním sektoru se postupně vypisují informace tak, jak algoritmus probíhá.

1. Přidaná hrana DE (váha: 1)
2. Přidaná hrana BE (váha: 1)
3. Přidaná hrana CE (váha: 2)
4. Přidaná hrana HE (váha: 3)
5. Přidaná hrana AE (váha: 4)
6. Přidaná hrana CF (váha: 5)
7. Přidaná hrana DG (váha: 7)
8. Přidaná hrana FI (váha: 9)

Obrázek 20 vypsané údaje v informačním sektoru

## 2.8 Test

Pokud existují testové otázky vztahující se k příslušnému algoritmu, lze je spustit jako test. Každé otázka má různý počet možných odpovědí, ale vždy jen jedna je správná. Úspěšnost odpovědí je v průběhu testu názorně vykreslována a vyjádřena v procentech.

4. Výsledkem prohledávání grafu do šířky je...

- a) Kostra grafu
- b) Fronta FIFO
- c) Fronta LIFO
- d) Nic z uvedeného

» Vyhodnocení »

75 %

Obrázek 21 testová otázka vztahující se ke konkrétnímu algoritmu

### 3 Slovník

V sekci *Slovník* jsou uvedeny termíny z teorie grafů a grafových algoritmů. Má hlavně informační charakter.

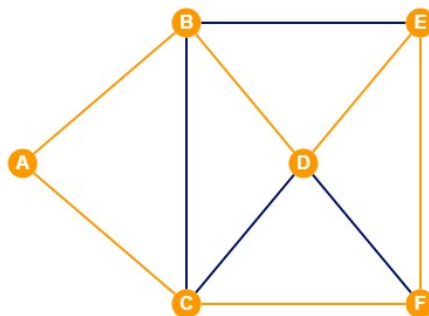
- |  |  |
|--|--|
| » <a href="#">artikulace</a>                 | » <a href="#">komponenta souvislosti</a> |
| » <a href="#">barevnost grafu</a>            | » <a href="#">koncový vrchol</a>         |
| » <a href="#">bipartitní graf</a>            | » <a href="#">kořenový strom</a>         |
| » <a href="#">cesta</a>                      | » <a href="#">kostra grafu</a>           |
| » <a href="#">doplňěk (komplement) grafu</a> | » <a href="#">kružnice</a>               |
| » <a href="#">eulerovský graf</a>            | » <a href="#">les</a>                    |

Obrázek 22 přehled pojmů ve slovníku

Každý pojem je stručně vysvětlen, a umožňuje-li to charakter pojmu, vyobrazen na obrázku.

#### kružnice

**Kružnice** je uzavřená cesta (tj. cesta, která začíná a končí ve stejném vrcholu).



Kružnice ABDEFCA

Obrázek 23 vysvětlení pojmu "kružnice"

Pokud jsou k pojmu přiřazeny otázky, lze pomocí testu znalost pojmu ověřit. Odkaz na test je vpravo, na úrovni nadpisu.

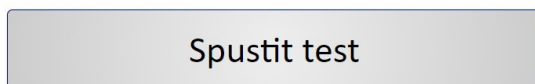
[kružnice](#)

TEST DEFINICE

Obrázek 24 odkaz na test

## 4 Test

Sekce *Test* je určena pro ověřování znalostí grafových algoritmů i pojmů. Princip jejího fungování je stejný jako u otázek k algoritmu nebo pojmu, viz kapitola 2.8. K zodpovězení jsou ale připraveny všechny otázky napříč celým tématem.



Obrázek 25 spuštění testu

Otázky mají různý počet možností, správná je ale jen jedna. Pořadí otázek je náhodné a uživatel je průběžně informován o své úspěšnosti.

7. Stupeň vrcholu, který je artikulací je...

- a) maximálně 1
- b) minimálně 1
- c) maximálně 2
- d) minimálně 2

» Další »



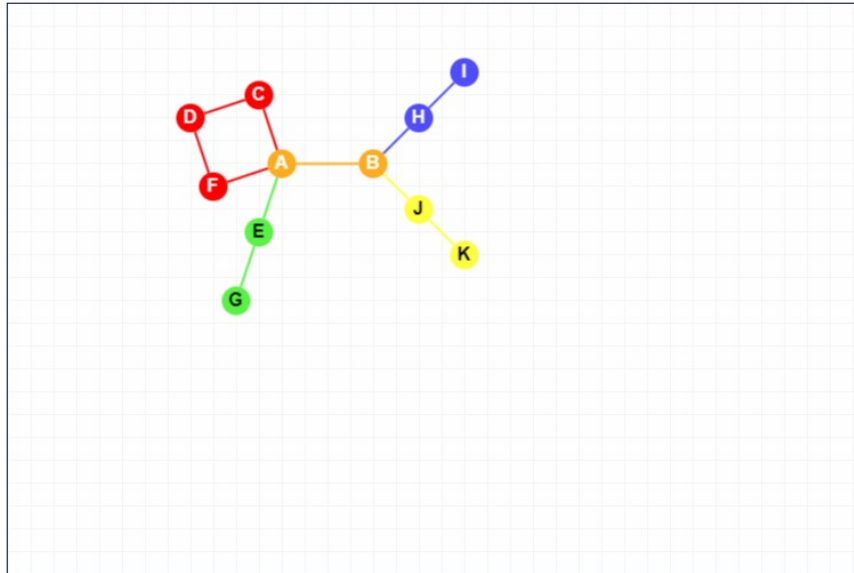
Obrázek 26 průběh testu

Po skončení testu je vypsáno vyhodnocení – počet i procento správných odpovědí.

## 5 Graf

V sekci *Graf* je možné vložit a upravovat vlastní graf, hlavně za účelem zkoušení algoritmů. Je možná graf také ukládat do souboru a zpětně ho ze souboru načíst.

Stránka sekce *Graf* je rozdělena na dvě části. V levé je vizualizace, vpravo ovládací prvky. Pro lepší umístění jednotlivých vrcholů je graf podložen mřížkou.



Obrázek 27 – vizualizace grafu při editaci

V pravé části jsou ovládací prvky grafu.

### Nastavení grafu

🌐
📱
🖨
⬆

Žádná akce
Přidat vrcholy
Odebrat vrcholy
Přidat hrany
Odebrat hrany

0123456789

🗑
💾
⬇

**Vlastnosti grafu**

- »  orientovaný
- »  ohodnocený
- »  popis vrcholů

**Ohodnocení hran**

AB  DE  BE  AD  CF  EF   
 CB

**Popis vrcholů**





**Vlastnosti**

- » Vrcholů: 6
- » Hran: 7
- » Souvislost: ano
- » Komponent: 1

Obrázek 28 ovládací prvky grafu

## 5.1 Možnosti úprav grafu

Úpravy a manipulace s grafe jsou možné v několika oblastech, které charakterizují následující ovládací prvky.

-  základní úpravy – vkládání, mazání a přesuny vrcholů a hran, nastavení barev, editace označení
-  matice sousednosti
-  přímé odkazy na jednotlivé algoritmy
-  načtení grafu ze souboru

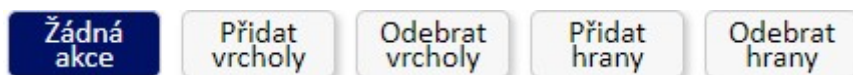
## 5.2 Základní úpravy

V této části lze editovat základní vlastnosti grafu.

- Přidávat vrcholy,
- odebírat vrcholy,
- přidávat hrany
- odebírat hrany,
- přemísťovat vrcholy,
- přepínat orientaci grafu,
- přepínat ohodnocení hran a popis vrcholů,
- měnit ohodnocení hran a vrcholů popis vrcholů.

## 5.3 Manipulace s elementy grafu

Veškerou manipulaci s grafem lze provádět přepnutím do příslušného módu:



Obrázek 29 – nastavení manipulace s vrcholy a hranami

### 5.3.1 Přidávání vrcholů

Vrchol lze přidat kliknutím na libovolné místo v grafu. Při tvorbě grafu je vhodné nejdříve přidat všechny vrcholy a následně k nim doplnit hrany.

### 5.3.2 Odebrání vrcholů

Vrchol je možné smazat kliknutím na něj. Kromě vrcholu jsou odebrány i všechny jeho incidenční hrany.

### 5.3.3 Přidání hrany

Hranu lze přidat postupným kliknutím na její počáteční a koncový vrchol. I pokud graf není orientovaný, je každá hrana uložena jako orientovaná (jen není orientace zobrazena).

### 5.3.4 Odebrání hrany

Kliknutím na příslušnou hranu ji lze odebrat.

### 5.3.5 Přemístění vrcholů

Vrcholy lze kdykoliv libovolně po grafu přemístit pomocí myši při nastavení módu „Žádná akce“. Spolu s vrcholem jsou přesunuty i incidenční hrany. Dalším následným kliknutím na vrchol je tento zarovnán do mřížky.

### 5.3.6 Přepínání orientace grafu

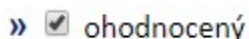
Vzhledem k tomu, že jsou hrany ukládány jako orientované, je možné snadným přepnutím checkboxu změnit orientaci grafu.



Obrázek 30 – nastavení orientace grafu

### 5.3.7 Přepínání hodnocení grafu

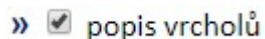
Graf je vždy ukládán jako ohodnocený, hodnocení hran ale mohou být skryta. Zda je graf ohodnocený lze snadno přepnout pomocí checkboxu:



Obrázek 31 – nastavení ohodnocení grafu

### 5.3.8 Přepínání popisu vrcholů

Pomocí checkboxu lze také snadno přepínat, zda je viditelný popis vrcholů.



Obrázek 32 – nastavení popisu vrcholů

### 5.3.9 Změna ohodnocení hran

Pokud je nastaveno, že je graf ohodnocený, je možné jednotlivým hranám přiřadit celočíselné ohodnocení.

**Ohodnocení hran**

AB	1	BC	5	CD	13	EF	15
FG	7	GH	10	IJ	6	JK	12
KL	3	AE	2	EI	8	BF	20
FJ	16	CG	14	GK	11	DH	9
HL	4						

Obrázek 33 – vložení hodnocení hran

### 5.3.10 Změna popisu vrcholů

Pokud je nastaveno, že je jsou viditelné popisy vrcholů, je možné tyto popisy měnit jednoduchým přepsáním na textovou nebo číselnou hodnotu.



Obrázek 34 změna popisu vrcholů grafu

### 5.3.11 Informace o vlastnostech grafu

Kromě toho jsou zde zobrazeny informace o grafu, konkrétně počet vrcholů, počet hran, souvislost grafu a počet komponent.




**Vlastnosti**

- » Vrcholů: 12
- » Hran: 17
- » Souvislost: ano
- » Komponent: 1

Obrázek 35 – vlastnosti grafu

Všechny nastavené vlastnosti je nutné uložit kliknutím na ikonu diskety v pravé horní části okna.

V této části jsou také ovládací prvky pro manipulaci s grafem:

-  smazání grafu
-  uložení grafu
-  stažení grafu do souboru (musí být uložen)

## 5.4 Matice sousednosti

Ve druhé části je viditelná matice sousednosti grafu, která je generovaná z aktuálně uložené podoby grafu.



	A	B	C	D	E
A	0	5	0	3	8
B	0	0	1	2	0
C	0	0	0	7	0
D	0	0	0	0	0
E	0	4	0	5	0

Obrázek 36 – matice sousednosti

## 5.5 Odkazy

V třetí části je přehled odkazů na příslušné sekce algoritmů, kde lze na graf aplikovat některý z algoritmů.

### Algoritmy

[Artikulace](#)  
[BFS](#)  
[Bipartita](#)  
[Borůvkův algoritmus](#)  
[Délka nejkratší cesty](#)  
[DFS](#)  
[Dijkstrův algoritmus](#)  
[Edmonds-Johnsonův](#)  
[Eulerovský tah](#)  
[Jarníkův algoritmus](#)  
[Kruskalův algoritmus](#)  
[Most](#)  
[Počet komponent](#)  
[Souvislost grafu](#)  
[Tarryho algoritmus](#)  
[Trémauxův algoritmus](#)  
[Vrchol na kružnici](#)  
[Vrcholy v komponentě](#)

Obrázek 37 odkazy na algoritmy

## 5.6 Načtení grafu ze souboru

Čtvrtá část umožňuje načíst graf ze souboru, kam byl předtím uložen.

Graf:

Soubor nevybrán

Obrázek 38 načtení grafu ze souboru