Rudolf Rosa
rosa@ufal.mff.cuni.cz

Jak pracuje internetový vyhledávač

Univerzita Karlova
Matematicko-fyzikální fakulta
Ústav formální a aplikované lingvistiky

JDIM MFF UK, Praha, 1. 2. 2017

Jak najít informaci na stránce?

- hledám: *ptakopysk*
- projdu stránku
  od začátku do konce,
  hledám slovo „ptakopysk“

Jak najít informaci na internetu?

- hledám: *ptakopysk*
- projdu internet
  od začátku do konce,
  hledám slovo „ptakopysk“

Jak najít informaci na internetu?

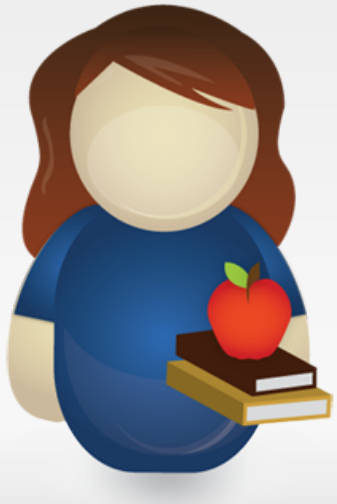
- hledám: *ptakopysk*
- projdu internet
  od začátku do konce,
  hledám slovo „ptakopysk“
- za 30 let mám výsledek 

Jak najít informaci v knize?

- hledám: *ptakopysk*
- projdu knihu
  od začátku do konce,
  hledám slovo „ptakopysk“

Jak najít informaci v knize?

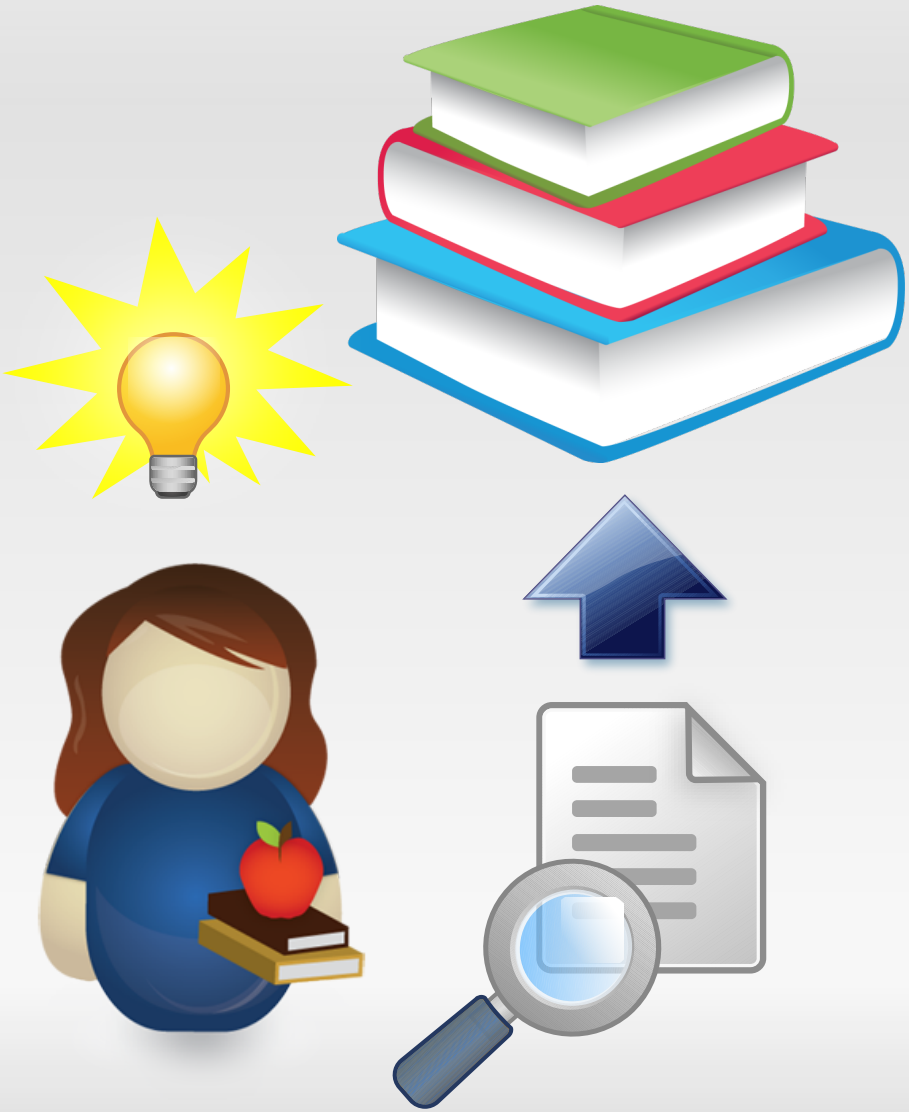
- hledám: *ptakopysk*
- projdu knihu
  od začátku do konce,
  hledám slovo „ptakopysk“
- za týden mám výsledek



Jak najít informaci v knize?

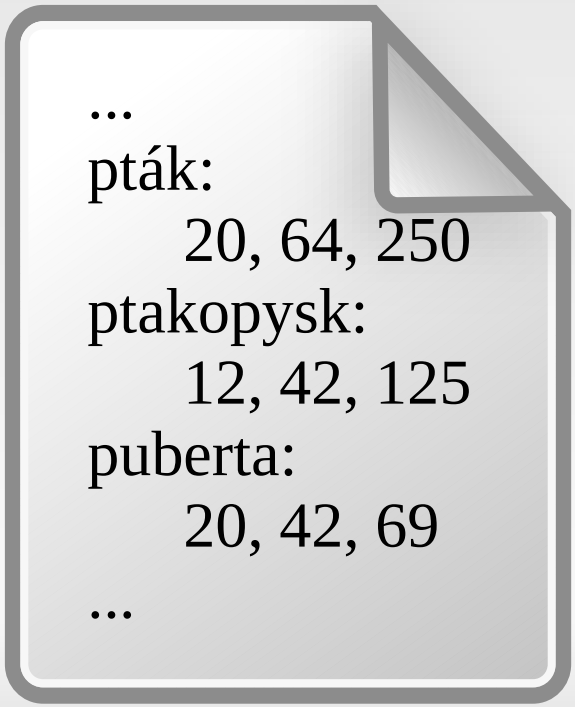
- hledám: *ptakopysk*
- kniha mívá obsah,
  nebo dokonce **rejstřík**!

...
pták:
20, 64, 250
ptakopysk:
12, 42, 125
puberta:
20, 42, 69
...



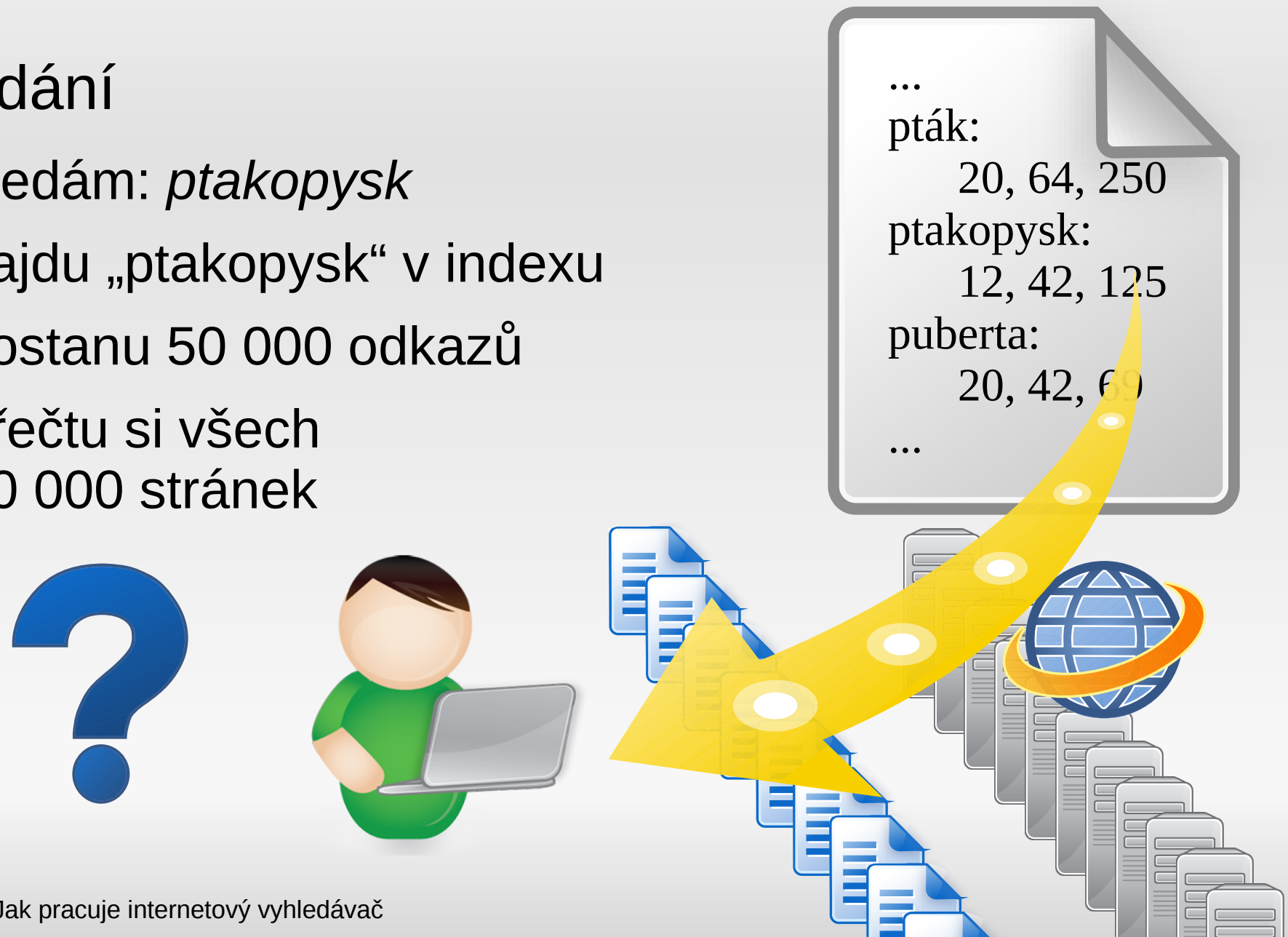
Jak najít informaci na internetu?

1. příprava
   - uložím si internet na disk (jen text)
   - udělám si pro něj „rejstřík“ (*index*)
   - „číslo stránky“: URL odkaz na stránku
   - abecední uspořádání → rychlejší hledání



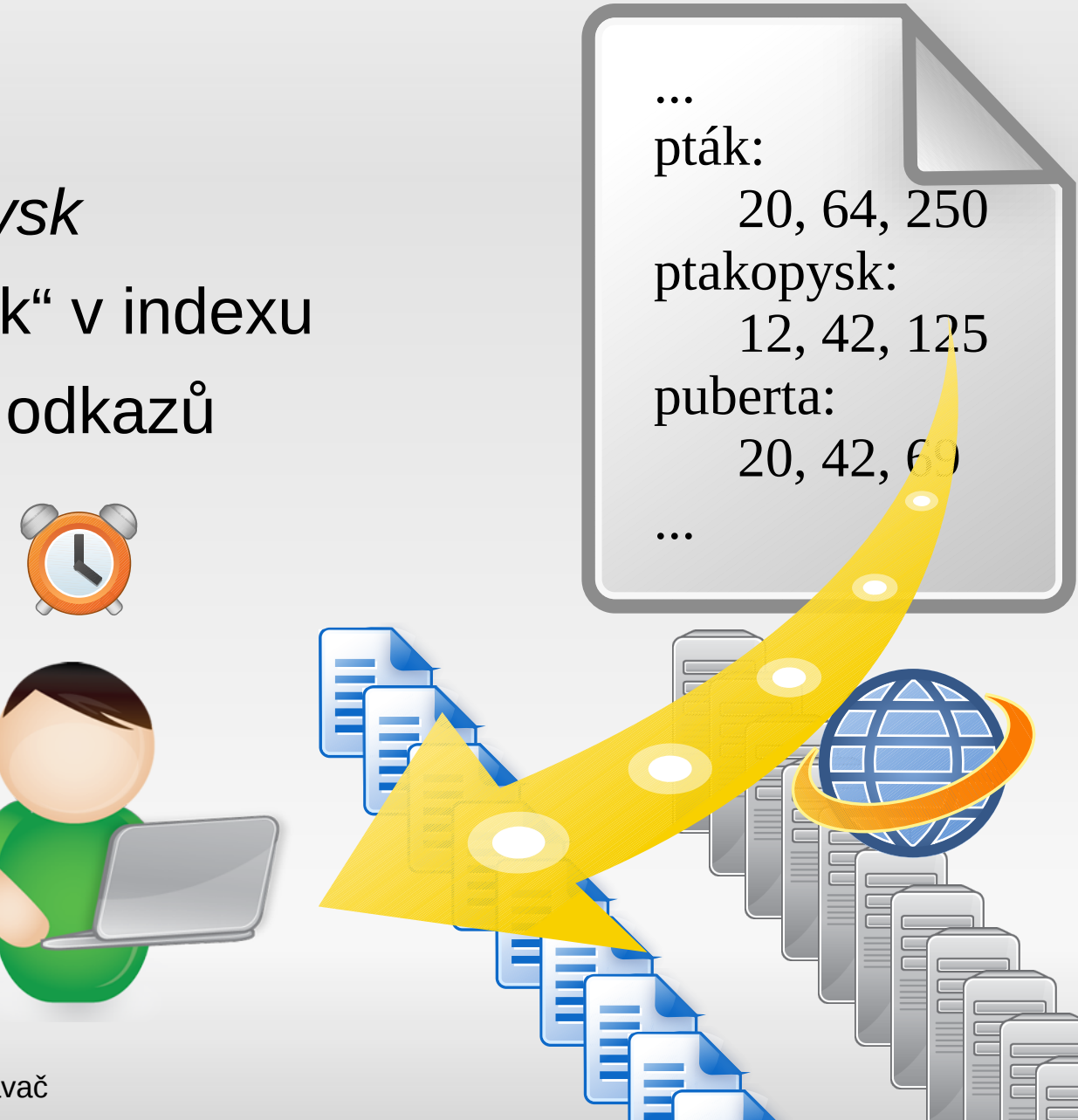
Jak najít informaci na internetu?

2. hledání
   - hledám: *ptakopysk*
   - najdu „ptakopysk“ v indexu
   - dostanu 50 000 odkazů
   - přečtu si všech 50 000 stránek



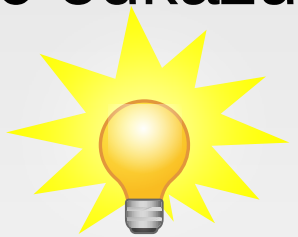
Jak najít informaci na internetu?

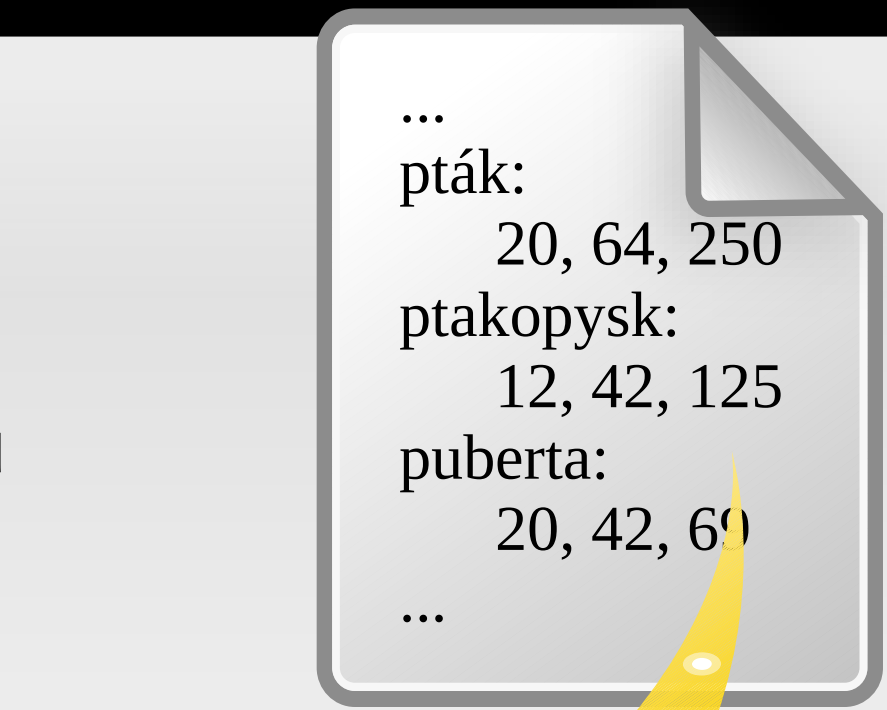
2. hledání
   - hledám: *ptakopysk*
   - najdu „ptakopysk“ v indexu
   - dostanu 50 000 odkazů
   - přečtu si všech 50 000 stránek

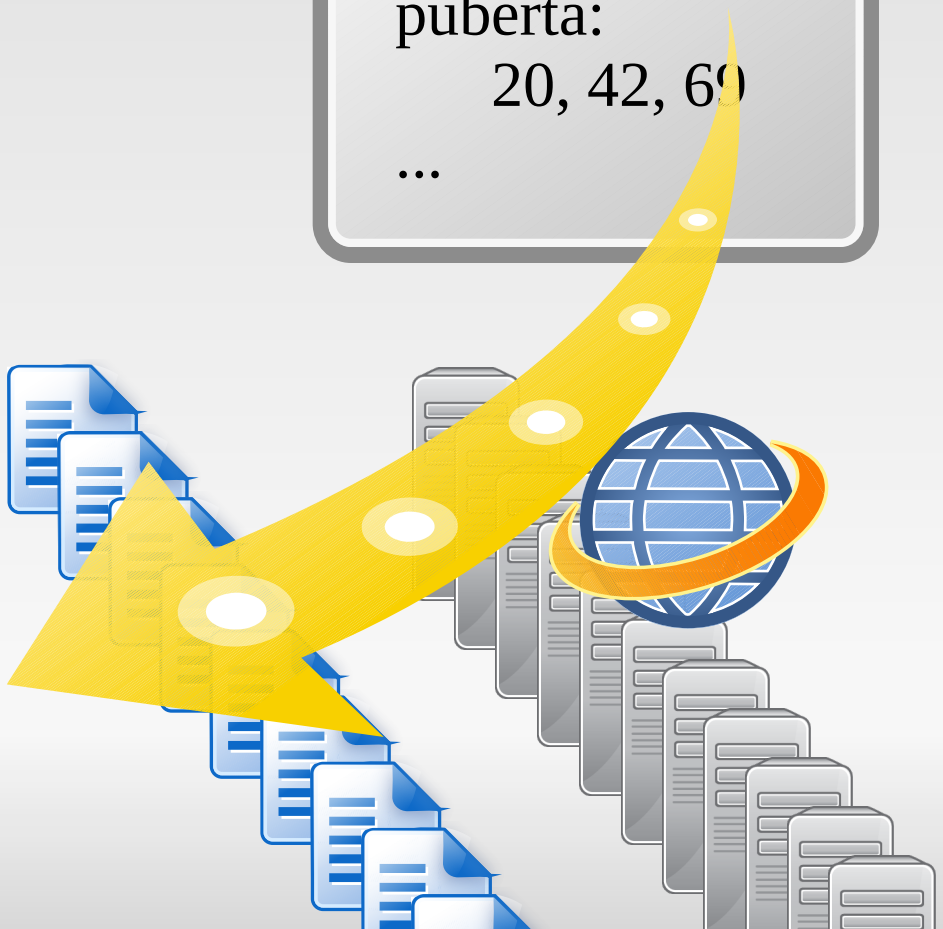


Jak najít informaci na internetu?

2. hledání
   - hledám: *ptakopysk*
   - najdu „ptakopysk“ v indexu
   - dostanu 50 000 odkazů
   - přečtu si jen 5 prvních!
   - ale které z těch 50 000 jsou první?







Řazení výsledků vyhledávání

- nestačí jen najít výsledky:
  ještě je potřeba je seřadit od nejlepších!

Řazení výsledků vyhledávání

- nestačí jen najít výsledky:
  ještě je potřeba je seřadit od nejlepších!
- relevance vzhledem k hledání
  - frekvence hledaného slova, významnost umístění hledaného slova (nadpis)...

Řazení výsledků vyhledávání

- nestačí jen najít výsledky:
  ještě je potřeba je seřadit od nejlepších!
- relevance vzhledem k hledání
  - frekvence hledaného slova, významnost umístění hledaného slova (nadpis)...

Pepův
supr ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk jéééé!!!

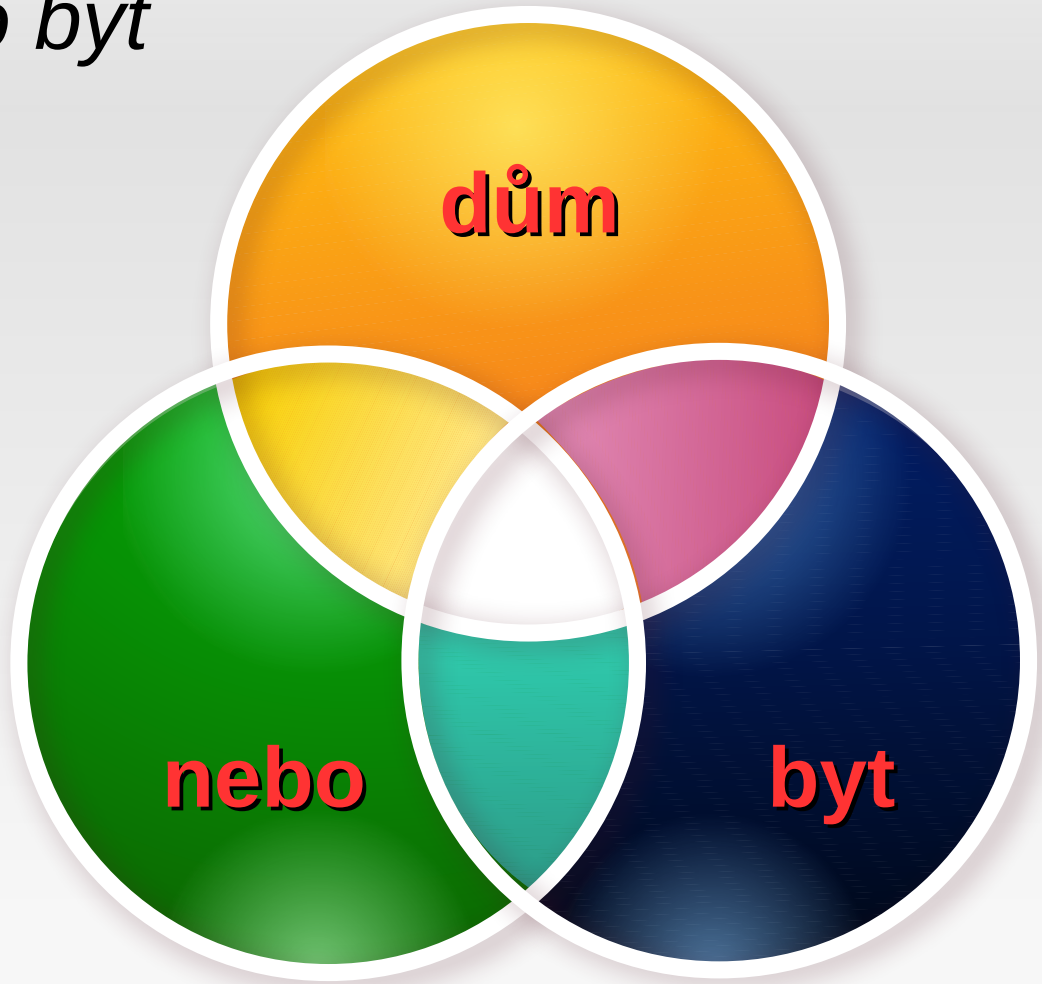
Řazení výsledků vyhledávání

- nestačí jen najít výsledky:
  ještě je potřeba je seřadit od nejlepších!
- relevance vzhledem k hledání
  - frekvence hledaného slova, významnost umístění hledaného slova (nadpis)...
- obecná kvalita stránky
  - kvalita obsahu, oblíbenost, aktuálnost, důvěryhodnost, bezpečnost...

Pepův
supr ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk ptakopysk
ptakopysk jéééé!!!

Víceslovné dotazy

- hledám: *dům nebo byt*
- průnik výsledků pro jednotlivá slova



Víceslovné dotazy

- hledám: *dům nebo byt*
- dobré výsledky:
  - ***Dům nebo byt***
  - ***Byt nebo dům***
  - ***Dům***, ***nebo*** *raději* ***byt****?*
  - *Chcete* ***dům****?* ***Nebo*** *se pro vás hodí spíše* ***byt****?*
  - *…*

Víceslovné dotazy

- hledám: *dům nebo byt*
- špatný výsledek:
  - 1x dům, 1x byt, 6x nebo

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

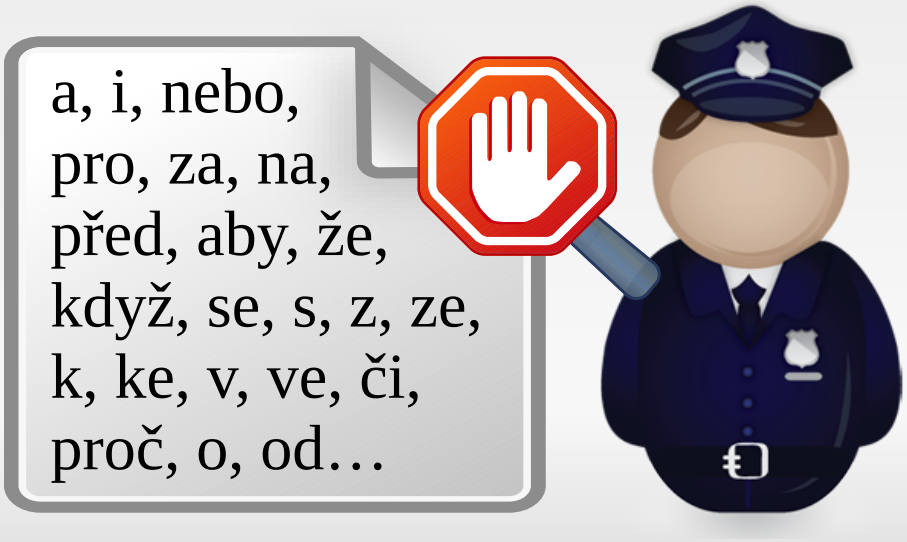
- hledám: *dům nebo byt*
- špatný výsledek:
  - 1x dům, 1x byt, 6x nebo
- ne všechna slova jsou si rovna

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

- hledám: *dům nebo byt*
- špatný výsledek:
  - 1x dům, 1x byt, 6x nebo
- běžná slova **nedůležitá**
  - stoplist: *dům ~~nebo~~ byt*



Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

- hledám: *dům nebo byt*
- špatný výsledek:
  - 1x dům, 1x byt, 6x nebo
- běžná slova **míň** důležitá
- důležitost slova
  - počet výskytů na stránce
    - čím víc, tím **líp**
  - počet výskytů v databázi
    - čím víc, tím **hůř**

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

- důležitost slova
  - počet výskytů na stránce
    - čím víc, tím **líp**
    - TF = počet výskytů
  - počet výskytů v databázi
    - čím víc, tím **hůř**
    - IDF = 1/počet výskytů

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

- důležitost slova
  - počet výskytů na stránce

  - čím víc, tím **líp**
  - TF = počet výskytů

term frequency

- počet výskytů v databázi
  - čím víc, tím **hůř**
  - IDF = 1/počet výskytů

inverse document frequency

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Víceslovné dotazy

- důležitost slova
  - počet výskytů na stránce

    - čím víc, tím **líp**
    - TF = počet výskytů

term frequency

  - počet výskytů v databázi
    - čím víc, tím **hůř**
    - IDF = 1/počet výskytů

inverse document frequency

  - TF.IDF skóre slova:

$$TF \cdot IDF = \frac{počet\ výskytů\ na\ stránce}{počet\ výskytů\ v\ databázi}$$

Petr nebo Pavel?

Nevím, jestli si vybrat Petra nebo Pavla. Pavel nemá tak pěkný **dům nebo** auto jako Petr, ale to je snad jedno, **nebo** ne? A líbí se mi, jak se na mě Pavel dívá **nebo** jak mě hladí. Ale vadí mi, když pije **nebo** kouří. A moc si neuklízí svůj **byt**, ale to vlastně Petr taky ne... **Nebo** že bych si nechala oba...?

Řazení pro víceslovné dotazy

Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

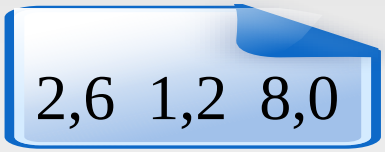
Řazení pro víceslovné dotazy

Malý dům, velký dům. dům, dům, malý či velký.

Velký dům. Malý, malý, velmi malý. Malý dům.

	malý	velký	dům
TF	2	2	4
DF	80	180	50
IDF	0,013	0,006	0,020
TF.IDFx100	**2,6**	**1,2**	**8,0**

Řazení pro víceslovné dotazy



	malý	velký	dům
TF	4	1	2
DF	80	180	50
IDF	0,013	0,006	0,020
TF.IDFx100	**5,2**	**0,6**	**4,0**

Řazení pro víceslovné dotazy

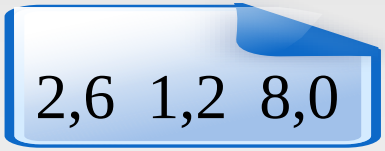
Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

2,6 1,2 8,0

Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

5,2 0,6 4,0

Řazení pro víceslovné dotazy



Řazení pro víceslovné dotazy

u =
(1,0; 1,0; 2,0)

Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

v =
(2,6; 1,2; 8,0)

Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

w =
(5,2; 0,6; 4,0)

Vektorový model

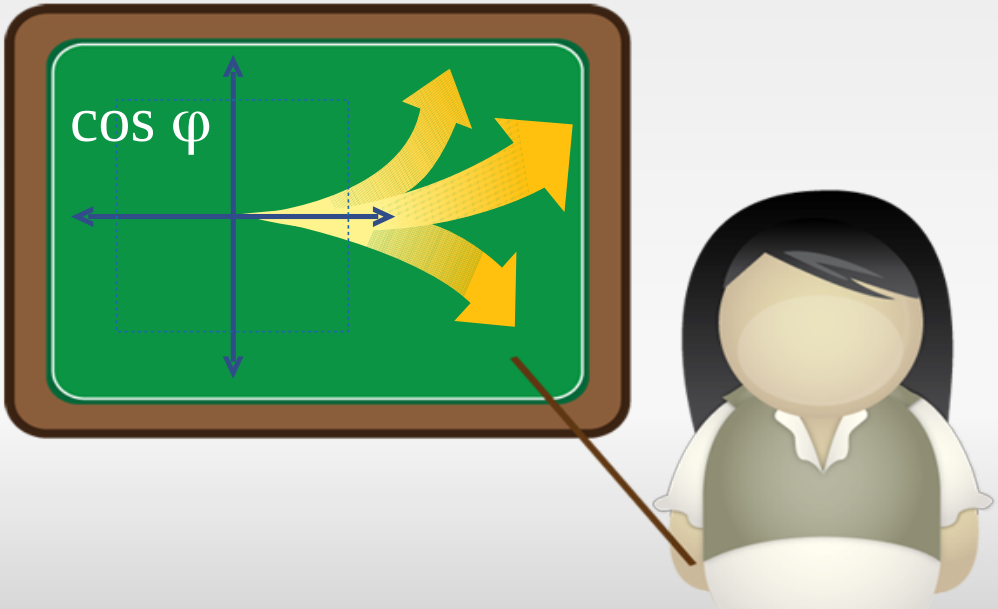
Malý dům, velký dům. dům, dům, malý či velký.

Velký dům. Malý, malý, velmi malý. Malý dům.

u = (1,0; 1,0; 2,0)

v = (2,6; 1,2; 8,0)

w = (5,2; 0,6; 4,0)



Vektorový model

u =
(1,0; 1,0; 2,0)

Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

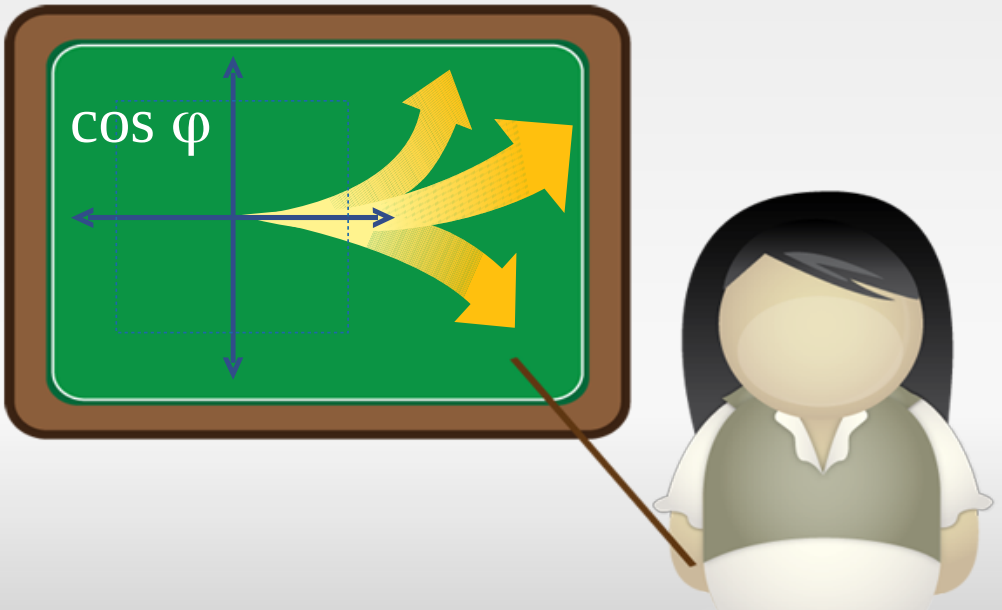
v =
(2,6; 1,2; 8,0)

Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

w =
(5,2; 0,6; 4,0)

$$\cos\varphi(u,v)=\frac{u\cdot v}{|u|\cdot|v|}$$

$$\cos\varphi(u,w)=\frac{u\cdot w}{|u|\cdot|w|}$$



Vektorový model

u =
(1,0; 1,0; 2,0)

Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

v =
(2,6; 1,2; 8,0)

Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

w =
(5,2; 0,6; 4,0)

$$\cos\varphi(u,v)=\frac{u\cdot v}{|u|\cdot|v|}=\frac{2{,}6+1{,}2+16{,}0}{2{,}4\cdot 8{,}6}=\frac{19{,}8}{20{,}6}=\underline{\mathbf{0{,}96}}$$

$$\cos\varphi(u,w)=\frac{u\cdot w}{|u|\cdot|w|}=\frac{5{,}2+0{,}6+8{,}0}{2{,}4\cdot 6{,}6}=\frac{13{,}8}{15{,}8}=\underline{\mathbf{0{,}87}}$$

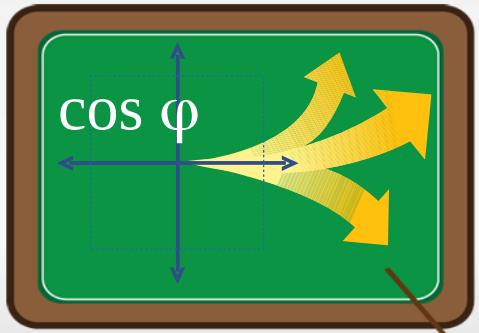
Vektorový model

Malý
dům,
velký dům.
dům, dům,
malý či velký.

0,96

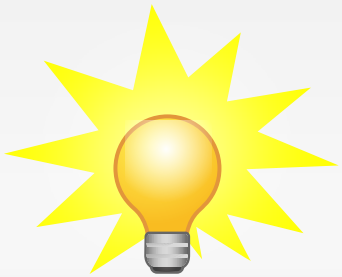
Velký
dům.
Malý, malý,
velmi malý.
Malý dům.

0,87



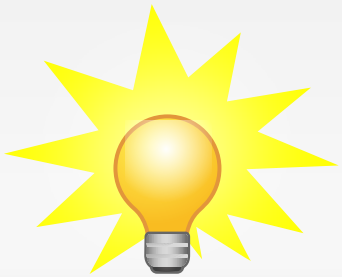
Rozšířené hledání

- skloňování
  - *dům → dům, domu, domem, domy, domům...*
  - nebo naopak v dokumentech: *domu, domy... → dům*
    - *Rádi bychom bydleli ve velkém domě →*
      rád by bydlet v velký dům



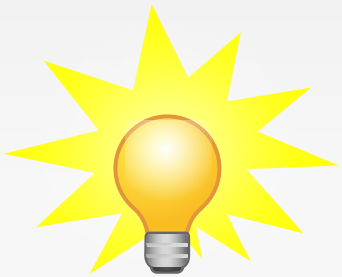
Rozšířené hledání

- skloňování
  - *dům → dům, domu, domem, domy, domům...*
  - nebo naopak v dokumentech: *domu, domy... → dům*
    - *Rádi bychom bydleli ve velkém domě →*
      rád by bydlet v velký dům
- synonyma
  - *dům → dům, domek...*
  - *přinutit → přinutit, donutit, přimět...*



Rozšířené hledání

- skloňování
  - *dům → dům, domu, domem, domy, domům...*
  - nebo naopak v dokumentech: *domu, domy... → dům*
    - *Rádi bychom bydleli ve velkém domě →*
      rád by bydlet v velký dům
- synonyma
  - *dům → dům, domek...*
  - *přinutit → přinutit, donutit, přimět...*
- oprava překlepů
  - *nlejpší yvská šloa → nejlepší vysoká škola*



Pojmenované entity

- rozlišení vlastní jméno/obecné slovo
  - hledám: *miroslav donutil*
    -  *miroslav **donutil** již nehraje v národním divadle*
    -  *miroslav **přinutil** řidiče zastavit*

Pojmenované entity

- rozlišení vlastní jméno/obecné slovo
  - hledám: *miroslav donutil*
    -  *miroslav **donutil** již nehraje v národním divadle*
    -  *miroslav **přinutil** řidiče zastavit*
  - hledám: *dny nato*
    -  *dny **nato** se konají v ostravě*
    -  *den **nato** se rozešli*

Pojmenované entity

- rozlišení vlastní jméno/obecné slovo
  - hledám: *miroslav donutil*
    - 😊 *miroslav **donutil** již nehraje v národním divadle*
    - 😟 *miroslav **přinutil** řidiče zastavit*
  - hledám: *dny nato*
    - 😊 *dny **nato** se konají v ostravě*
    - 😟 *den **nato** se rozešli*
  - hledám: *ministr chovanec*
    - 😊 *vyjádření ministra milana **chovance***
    - 😟 *ministr navštívil **chovance** v ústavu*

Shrnutí

- příprava databáze
  - sbírka dokumentů, sestavení indexu
- hledání slova/více slov
  - hledání v indexu, průnik výsledků
  - skloňování, synonyma, pojmenované entity...
- řazení výsledků
  - frekvence v dokumentu / frekvence v celé databázi
  - umístění (nadpis)
  - kvalita dokumentu, aktuálnost, důvěryhodnost...

Děkuji za pozornost

Univerzita Karlova
Matematicko-fyzikální fakulta
Ústav formální a aplikované lingvistiky

Počítačové zpracování přirozeného jazyka

překlad z angličtiny do češtiny *ovládání počítače hlasem*

větný rozbor *určování slovních druhů*

vyhledávání v textech *textový popis obrázku*

Studium počítačové lingvistiky na Matyfzu

- **Bc.**: Obecná informatika, zaměření Matematická lingvistika
- **Mgr.**, **PhD**: Informatika, obor Matematická lingvistika

http://ufal.mff.cuni.cz/ http://ufal.cz/rudolf-rosa/