

# Ontologie - metodika tvorby



**9. 3. 2012**

**PŘEDMĚT: ORGANIZACE ZNALOSTÍ**

**PŘEDNÁŠEJÍCÍ: SILVIE KOŘÍNKOVÁ PRESOVÁ**

# Metodologie tvorby ontologií



- různé metodologie
- Základní pravidla při tvorbě ontologií (Noy, 2009)
  1. Neexistuje jediný správný model domény – vždy existuje více realizovatelných variant.
  2. Vývoj ontologií je opakující se proces.
  3. Pojmy v ontologii by se měly vztahovat k pojmům a vztahům v oblasti, k níž se ontologie váže.

# Výklad ontologie z hlediska tvorby ontologií



- Ontologie je formální, explicitní popis
  - **pojmu** v doméně - nazývají se **třídy** (někdy též pojmy)
  - **vlastností** každého pojmu popisující různé rysy a znaky pojmu - nazývají se **sloty** (někdy nazývány roles nebo properties)
  - **omezení slotů** - nazývají se **fasety** (někdy nazývány role restrictions, constraints)
- Ontologie spolu se souborem **instancí tříd** (**individuí**/jedinců) tvoří znalostní bázi (např. u expertních systémů) - 2 složky:
  - **TBOX** (Terminological Components): samotná ontologie - třídy a vlastnosti
  - **ABOX** (Assertional Components): instance tříd (Husáková, 2009)



- ukázky v editoru ontologií Protégé, verze 3.4 - **protégé-frames** – Vychází z modelu ontologie, která se skládá z množiny tříd hierarchicky uspořádaných, z množiny slotů asociovaných s třídami, z množiny instancí – individuálních případů pojmů. Slouží pro tvorbu znalostních systémů založených na rámcích (**rámcová schémata**).



- **editory ontologií** – Nástroje pro tvorbu a správu ontologií, obvykle používají některý z jazyků pro reprez. ontologií, některé umožňují export do jiných jazyků.
  - více viz Denny, 2002, 2004



- Třídy jsou středem zájmu většiny ontologií - popisují pojmy v doméně. Jsou hierarchicky organizovány do podtříd, které jsou specifitější než nadřazená třída.
  - Např. třída vín reprezentuje všechna vína. Lze vytvořit podtřídy - bílé v., červené v.
- Sloty popisují vlastnosti tříd a individuí.



- Třídy jsou středem zájmu většiny ontologií - popisují pojmy v doméně. Jsou hierarchicky organizovány do podtříd, které jsou specifitější než nadřazená třída.

- Např. třída vín reprezentuje všechna vína. Lze vytvořit podtřídy - bílé v., červené v.

- Sloty popisují vlastnosti tříd a individuí.

Např. Rulanské šedé výběr z hroznů 2000 (individuum, instance/výskyt třídy bílé víno) – suché, plné víno neutrální chuti, výrobce – Vinařství Hrbáč

- slot 1 obsah cukru → hodnota suché
- slot 2 plnost → hodnota plné víno
- slot 3 chuť → hodnota neutrální
- slot 4 výrobce → hodnota Vinařství Hrbáč



- **Individuum/jedinec** reprezentuje určitý objekt domény, který náleží určité třídě.
  - Jedná se o konkrétní výskyt - instanci třídy.
  - Jedinec přitom může patřit jedné nebo více třídám.
  - Je rozdíl mezi jedincem a instancí. Jedinec je instancí nějaké třídy.

(Husáková, 2009)



# Příklad metodologie (Noy, 2009)



## Základní kroky:

- Vymezení domény a rozsahu
- Zmapování existujících ontologií – převzetí stávající
- Vyjmenování důležitých termínů v ontologii
- Definování tříd a hierarchie
- Definování slotů/vlastností
- Definování faset/omezení slotů/vlastností
- Tvorba individuí

# Vymezení domény a rozsahu



- Jakou doménu bude ontologie pokrývat? (reprezentace jídla a vína)
- Jaký je účel ontologie? (navrhnout vhodné kombinace jídla a vína)
- Na jaké otázky se bude pomocí ontologie odpovídat?
  - tzv. **kompetenční otázky** – slouží též k určení rozsahu ontologie (Obsahuje ont. dost informací? Vyžadují odpovědi danou zvolenou specifičnost?)
    - Je Zweigeltrebe bílé nebo červené víno?
    - Jaké charakteristiky vína ovlivňují to, zda se hodí k dezertu?
    - Hodí se rulandské bílé k mořským rybám?
    - Je vhodnější k těstovinám bílé nebo červené víno?

# Ukázka modulu Queries

The screenshot shows the Protégé 3.4 application window. The title bar reads "Vino Protégé 3.4 (file:IC:\Program%20Files\Protege\_3.4\Vino.pprj, Protégé Files (.pont and .pins))". The menu bar includes File, Edit, Project, Code, Window, Collaboration, Tools, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The main interface has several tabs: Classes, Slots, Forms, Instances, and Queries. The Queries tab is active, showing a query editor with the following content:

Query

Class	Slot	Class
bílá vína	jídlo	dezert

contains

More Fewer Clear  Match All  Match Any Find

Query Name  
Jaké rulandské si dát k dezertu? Add to Que...

Query Library

- ▲ Jaké červené se hodí k vepřovému masu?
- ▲ Jaké víno se hodí k rybě?
- ▲ Jaké rulandské si dát k dezertu?
- ▲ Jaké polosuché víno se hodí k drůbežímu masu?

Search Results (1)

- ◆ Rulandské šedé 2007 (Rulandské šedé)

# Zmapování existujících ontologií – převzetí stávající



- Proč převzít ontologii?
  - Šetří to úsilí.
  - Interakce s nástroji užívající jiné ontologie.
  - Vytvořená ontologie je již prověřená nějakou aplikací.
- Na vyjádření ontologie (ontologický jazyk) často nezáleží, protože tzv. knowledge-representation systems umí importovat a exportovat ontologie.

# Seznamy dostupných ontologií - příklady



- Ontolingua ontology library  
<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>
- DAML ontology library  
<http://www.daml.org/ontologies/>
- Protege Ontology Library  
[http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege\\_Ontology\\_Library](http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library)
- SchemaWeb <http://www.schemaweb.info/default.aspx>
- vyhledávací služby - Swoogle  
<http://swoogle.umbc.edu/> , OntoSelect  
<http://olp.dfki.de/ontoselect/> , Watson  
<http://watson.kmi.open.ac.uk/WatsonWUI/>

# Vyjmenování důležitých termínů v ontologii



- Vytvoření seznamu všech možných termínů.
- Zatím se neberou na vědomí vztahy mezi pojmy, role pojmů, např. zda půjde o třídu či slot.

## Pomocné otázky

- O jakých termínech/pojmech budeme něco tvrdit či je vysvětlovat?
- Jaké mají tyto termíny vlastnosti?
- Co chceme říci o těchto termínech?

# Definování tříd a hierarchie



- Krok nezávislý na způsobu tvorby hierarchie - nejprve **určení tříd** - tj. které termíny označují třídy.

Obecně lze říci - Roli tříd plní termíny označující nezávislé objekty spíše než termíny, které tyto objekty popisují.

např. **víno x cukernatost vína x jakost**

- Na množině termínů popisující třídy se vytvářejí hierarchické vztahy.
- Otázka, zda jde o třídu či individuum - instanci třídy (problematizováno dále).

# Definování tříd a hierarchie



- Uspořádání pojmů do tříd a tříd nižších řádů (podtříd), obvykle na základě hierarchického vztahu, nejčastěji generického (rod-druh). —————> tvorba taxonomie
- **třída** - Skupina klasifikovaných pojmů vzniklá na základě shodných charakteristik za účelem definování sémantických vztahů mezi nimi. (TDKIV)
  - příklad - třída všech vín, třída bílých vín
    - > Některá vína jsou bílá, ale všechna bílá vína jsou vína.



# Způsoby tvorby hierarchie



- **top-down** – Nejprve se definují nejobecnější pojmy a následně se specifikují.
- **bottom-up** – Definují se nejspecifičtější/nejužší pojmy, které se následně organizují do obecnějších/nadřazených tříd.
- **combination** – Vyberou se nejdůležitější pojmy a ty se následně generalizují či specifikují.

# Ukázka vytvořené hierarchie tříd

The screenshot displays the Protégé 3.4 software interface. The title bar indicates the project file is 'Vino.pprj'. The main window is divided into several panes:

- CLASS BROWSER:** Shows a class hierarchy for the project 'Vino'. The hierarchy starts with ':SYSTEM-CLASS' and includes:
  - Jídla
    - bezmasá jídla
    - masitá jídla
    - předkrmy
    - těstoviny
  - Vína
    - bílá vína
    - červená vína
      - Frankovka
      - Svatovavřínecké
      - Zweigeltrebe
- CLASS EDITOR:** Shows the details for the selected class '.Jídla'. The 'Name' field contains '.Jídla' and the 'Role' is set to 'Concrete'. Below this is a 'Template Slots' table with columns 'Name' and 'Ca...'.

Name	Ca...
------	-------
- Superclasses:** Shows the superclass ':THING'.

# Definování slotů – vlastností tříd



- **sloty** – Vlastnosti tříd popisující různé rysy a znaky (vnitřní struktura pojmů) —→ popisují vlastnosti instancí třídy a vztahy mezi instancemi.
- Samotné třídy neposkytují dostatečný počet informací pro odpovědi (viz krok 2).
- Některé termíny v seznamu označují vlastnosti. Pro každou vlastnost ve vytvořeném seznamu se musí určit, jakou třídu popisuje.
  - třída VÍNA může mít následující sloty: vůně, plnost, cukernatost, barva, výrobce
  - třída VINAŘSTVÍ – sloty: lokace, produkce
- Slot by měl být připojen ke třídě nejvyšší úrovně.

# Seznam slotů podtřídy ČERVENÁ VÍNA

The screenshot shows the Protégé 3.4 interface with the 'CLASS EDITOR' tab active. The 'CLASS BROWSER' on the left shows a class hierarchy where 'červená vína' is selected under the 'Vína' class. The 'CLASS EDITOR' displays the 'Template Slots' table for the selected class.

**CLASS BROWSER**  
For Project: • Vína  
Class Hierarchy

- :THING
- ▶ • :SYSTEM-CLASS
- ▶ • Jídla
- Vinaři
- ▼ • Vína
  - ▶ • bílá vína
  - ▶ • červená vína

**CLASS EDITOR**  
For Class: • červená vína (instance of :STANDARD-CLASS)

Name: červená vína  
Role: Concrete

**Template Slots**

Name	Cardin...	Type	Other Facets
barva	single	Symbol	allowed-values={bílá,červená} value=če...
jakost	single	Symbol	allowed-values={stolní,jakostní-odrůdov...
jméno	single	String	
jídlo	multiple	Class with supercla...	
obsah cukru	single	Symbol	allowed-values={suché,polosuché,sladk...
obsah tříslovin	single	Symbol	allowed-values={vysoký,střední,nízký}
plnost	single	Symbol	allowed-values={plné,střední,lehké}
synonyma	multiple	String	
výrobce	multiple	Instance of Vinaři	inverse-slot=produkce
vůně	multiple	Symbol	allowed-values={jemná,plná,diskrétní,de...

Total Commander 7.04a - NOT REGISTERED

# Definování slotů – vlastností tříd



- typy vlastností
  - **vnitřní** – vůně, barva, plnost vína
  - **vnější** – cena, název vína
  - **části, pokud je objekt strukturován** – chody jídla
  - **vztahy k jiným objektům** – výrobce vína, produkce vinařství
- Podtřídy „dědí“ sloty/vlastnosti od nadřazené třídy, např. všechny sloty třídy VÍNA budou mít též podtřídy BÍLÁ VÍNA, ČERVENÁ VÍNA a jejich podtřídy.
- Lze přidat specifický slot podtřídě, např. třída ČERVENÁ VÍNA - slot trísloviny, dědí všechny její podtřídy.
- Je potřeba zajistit, aby každá třída, k níž je slot připojen opravdu danou vlastnost měla.

# Definování faset slotů



- Sloty mají různé fasety - omezení vlastností (property constraints) popisující **typy hodnot**, **množství hodnot** (**kardinalita** – kolik hodnot současně může instance nabývat) a **jiné rysy hodnot**, které může slot nabývat, např.

hodnoty slotu plnost – plná, střední, lehká

→ typ hodnoty – symbol

→ kardinalita - single (konkrétní víno může mít jednu hodnotu)

# Definování faset slotů – obvyklé fasety



- **kardinalita** – kolik hodnot může slot mít – single, multiple, minimum a maximum

např.

- víno má **jeden charakter jakosti** (buď hodnota stolní, či jakostní, nebo přívlastkové) - **single**, ale může být z **více typů hroznů (multiple)**
- vinaři vyrábějí různá vína - **produkce (multiple)**

# Definování faset slotů – obvyklé fasety



- **typ hodnoty**
  - **string** (řetězec znaků)
  - **number**
  - **boolean** (pravda/nepravda)
  - **enumerated/symbol** (seznam všech specifických možných hodnot) – obsah cukru – možné hodnoty – suché, polosuché, sladké
  - **instance** – umožňují definovat vztahy mezi instancemi/individui, musí být definovány třídy, ze kterých instance pocházejí, např. třída VINAŘI má slot/vlastnost produkce s hodnotou typu instance pocházejících ze třídy VÍNA



# Ukázka definice slotu

The screenshot displays the Protégé 3.4 software interface. The main window title is "Vino Protégé 3.4 (file:\C:\Program%20Files\Protege\_3.4\Vino.pprj, Protégé Files (.pont and .pins))". The menu bar includes File, Edit, Project, Code, Window, Collaboration, Tools, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The interface is divided into several panes:

- Classes:** A tabbed view showing a hierarchy of classes. The "Slots" tab is active, showing a list of slots: výrobce ↔ produkce, produkce ↔ výrobce, barva, cukernatost hroznů, jméno, obsah tříslovin, plnost, vůně (highlighted), :ANNOTATED-INSTA, :ANNOTATION-TEXT, and :ASSOCIATED-FACE.
- SLOT EDITOR:** The main area for defining a slot. It is titled "For Slot: vůně (instance of :STANDARD-SLOT)".
  - Name:** vůně
  - Value Type:** Symbol
  - Allowed Values:** jemná
  - Cardinality:**  required,  multiple. "at least" and "at most" fields are empty.
  - Minimum:** (empty field)
  - Maximum:** (empty field)
  - Inverse Slot:** (empty field)
  - Template Values:** (empty field)
  - Default Values:** (empty field)
  - Domain:** Vína
- Superslots:** A section at the bottom left, currently empty.

# Definování faset slotů



- **domain of the slot (doména)** - Třídy, se kterými je slot spojen nebo třídy, jejichž vlastnosti jsou popisovány.
  - doménou slotu výrobce je třída VÍNA, doménou slotu cukernatost je třída VÍNA
- **range of a slot (rozsah)** - Třídy obsahující prvky, které jsou pro daný slot hodnotou typu instance.
  - třída VINAŘSTVÍ je rozsahem slotu výrobce
  - Zweigeltrebe pozdní sběr barrique 2004 (instance třídy Vína) - Vinařství Hrbáč je hodnota slotu výrobce a současně instancí třídy Vinařství

# Ukázka definice slotu

The screenshot displays the Protégé 3.4 interface for defining a slot. The main window title is "Vino Protégé 3.4 (file: C:\Program%20Files\Protege\_3.4\Vino.pprj, Protégé Files (.pont and .pins))". The menu bar includes File, Edit, Project, Code, Window, Collaboration, Tools, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The main workspace is divided into several panes:

- Classes:** A list of classes including výrobce ↔ produkce, produkce ↔ výrobce, barva, cukernatost hroznů, jméno, obsah tříslovin, plnost, vůně, and several annotated instances.
- Slots:** The selected slot is "výrobce" (instance of :STANDARD-SLOT).
- Form:** The slot name is "výrobce". The value type is set to "Instance".
- Allowed Classes:** The class "Vinaři" is selected.
- Cardinality:** The slot is required and has a maximum cardinality of 1.
- Inverse Slot:** The slot "produkce" is selected as the inverse.
- Template Values:** The domain "Vina" is specified.

# Určení třídy pro rozsah a doménu slotu

- Volba nejobecnější třídy v dané hierarchii - ne vyjmenovávání podtříd.
  - Slot **produkce** se vztahuje k třídě **VINAŘSTVÍ**. Nabývá konkrétní hodnoty na úrovni instance (vinařství produkuje konkrétní víno) - ta spadá přímo pod třídu reprezentující jednotlivou odrůdu vína. Jako doména se však uvede třída Vína.

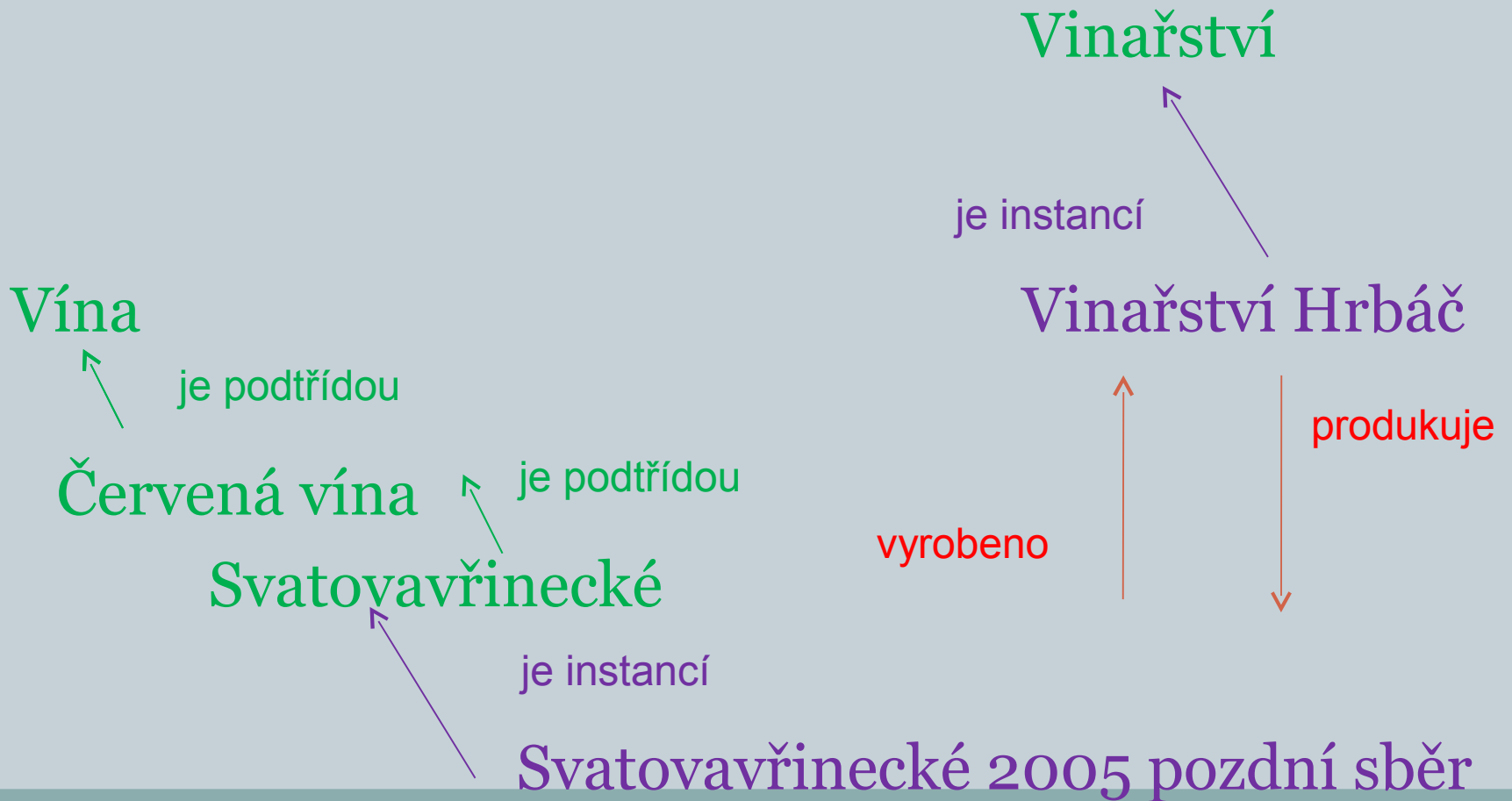
vína

červená vína

Svatovavřinecké - **Svatovavřinecké 2005**

**pozdní sběr** - instance a současně hodnota slotu

**produkce** - pro daný slot je třída VÍNA rozsahem a doménou třída VINAŘSTVÍ.



# Tvorba individuí



- definování individua vyžaduje:
  - výběr třídy
  - tvorbu individuální instance
  - vyplnění hodnot slotů

# Ukázka definice instance pro třídu Víno

The screenshot displays the Protégé 3.4 interface for editing an instance of the class 'Zweigeltrebe'. The main window is titled 'Vino Protégé 3.4' and shows a menu bar (File, Edit, Project, Code, Window, Collaboration, Tools, Help) and a toolbar. The 'Instances' tab is active, showing the 'INSTANCE EDITOR' for the instance 'Zweigeltrebe pozdní sběr 2006'. The editor contains several property fields:

- Name:** Zweigeltrebe pozdní sběr 2006
- Vůně:** švestky
- Výrobce:** Vinařství Hrbáč
- Barva:** červená
- Jakost:** pozdní-sběr
- Obsah Cukru:** suché
- Obsah Tříslovi:** nízký
- Plnost:** plné
- Jídlo:** rybí maso, těstoviny

The 'INSTANCE BROWSER' on the left shows the class 'Zweigeltrebe' and its instances: 'Zweigeltrebe pozdní sběr 2006' and 'Zweigeltrebe pozdní sběr barr'. The 'Types' panel at the bottom left shows the class 'Zweigeltrebe'.

# Individium nebo třída?



- Rozhodnutí se odvíjí od konkrétní aplikace ontologie.
- Jednotlivá individua jsou nejspecifičtější pojmy reprezentované ve znalostní bázi.
  - ? individuum Rulandské šedé či Rulandské šedé výběr z hroznů 2000 košer (Vinařství Chrámce)?  
(kombinace s jídlem ovlivňují vlastnosti jednotlivých ročníků, nejen odrůda)
  - třídy - abstraktnější, nemění se tak často - stabilní
  - individua - dynamický charakter, konkrétnější
- Jestliže se dají pojmy hierarchizovat  
→ třídy



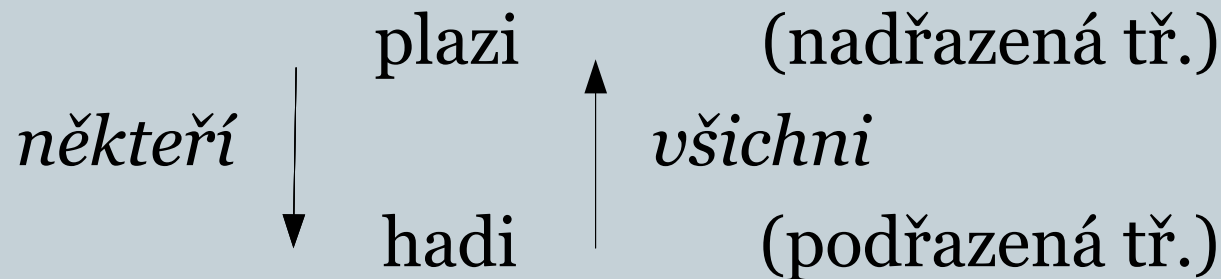


- Tvorba hierarchie a definování vlastností pojmů jsou spolu úzce spojené.
  - V praxi se oba kroky střídají – definuje se několik pojmů v hierarchii a následně se popíší vlastnosti těchto pojmů atd.
- Výchozí verze ontologie – prochází **hodnocením** a **laděním** – prozkoušení v dané aplikaci, užití metod řešení problému, konzultace s experty.
  - Může nastat revize původní verze.

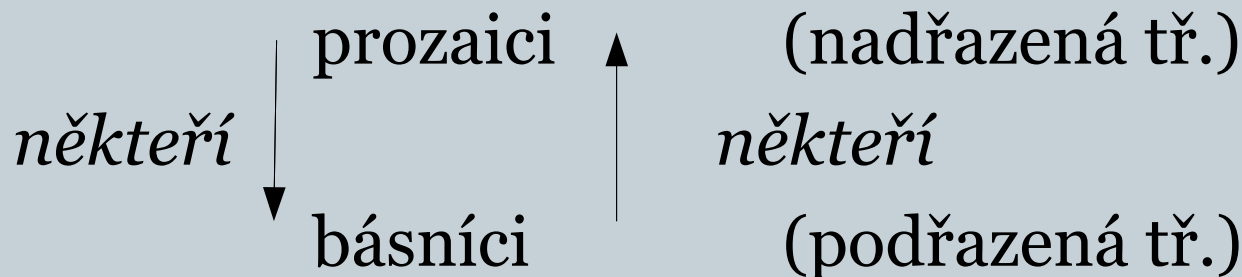
# Definice tříd a hierarchie - vybrané problémy



- Kontrola vztahu - nadřazenosti ↔ podřazenosti
- generický (rodo-druhový) vztah



správné  
určení vztahu



chybné určení  
vztahu

# Definice tříd a hierarchie - vybrané problémy



- **Udržování hierarchie** - Souvisí s rozvojem dané domény a změnami v pojmovém systému.
- **Třídy a jejich označení** - Třídy reprezentují pojmy a ne termíny, ty označují dané pojmy.
  - Označení třídy se může měnit v souvislosti se zvolenou terminologií. (Rulandské bílé x Burgundské bílé)
  - Synonyma - Systémy umožňují vytvořit seznam synonym, pokud ne - uvedení v dokumentaci ke třídě.

# Definice tříd a hierarchie - vybrané problémy



## Souřadné třídy (tj. stejné úrovně)

- Musí být na stejné úrovni obecnosti.
  - např. třída BÍLÁ VÍNA vers. RULANDSKÉ BÍLÉ (**vztah nadřazenosti - podřazenosti**), třída BÍLÁ VÍNA, ČERVENÁ VÍNA (**souřadné třídy**)
  - Výjimka - základní třídy (tj. nejvyšší úrovně) - reprezentují základní kategorie domény.

# Počet souřadných tříd



Pokud pouze 1 přímá podtřída - může být modelování dané oblasti neúplné či nepřesné.

Ryzlink

Ryzlink rýnský

Veltlínské zelené

Sauvignon

Sylvánské zelené

Ryzlink rýnský

Veltlínské zelené

Sauvignon

Sylvánské zelené

# Počet souřadných tříd



Pokud více jak deset podtříd - je vhodné vytvořit obecnější třídu.

Zweigeltrebe

Frankovka

Svatovavřinecké

Rulandské bílé

Ryzlink rýnský

Ryzlink vlašský

Veltlínské zelené

Sauvignon

Sylvánské zelené

Neronet

bílá vína

Rulandské bílé

Ryzlink rýnský

Ryzlink vlašský

Veltlínské zelené

Sauvignon

Sylvánské zelené

červená vína

Zweigeltrebe ....

# Třída nebo slot?



Určitá vlastnost/vztah - klasifikační kritérium či slot?

- Barva vína, zralost/jakost vína, - klasifikační kritérium/princip dělení či sloty?
  - Závislost na důležitosti pojmu v dané doméně, tematickém rozsahu a zaměření dané ontologie.
  - Jestliže pojmy s různými hodnotami vlastností jsou omezeními pro jiné sloty v různých třídách - potom uvedeny jako třídy, např. odlišné kombinace bílého a červeného vína s jídlem, barva vína ovlivňuje jiné vlastnosti vína.
  - Na základě odlišnosti lze odvodit rodo-druhový vztah - tvorba třídy.

# Tři klíčové aspekty adekvátnosti ontologického obsahu



(Svátek, 2007, s. 15)

- **Přesnost:** Obsah ontologie by měl co nejméně odpovídat situacím v reálném světě.
- **Srozumitelnost:** Ontologie by měla být co nejlépe srozumitelná lidem, kteří se na jejím vývoji nepodíleli.
- **Způsobnost k odvozování:** Nad ontologií by mělo být možné netriviálně strojově odvozovat. Proto je třeba využít možností formálního aparátu jazyka.



# Povinná literatura



- Svátek, V., Vacura, M. 2007. **Ontologické inženýrství** [online]. In DATAKON 2007, Brno, 20.-23. 10. 2007, 32 s. [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW:  
<http://nb.vse.cz/~svatek/dkono7final.pdf>
- Svátek, V. 2002. **Ontologie a WWW** [online]. In DATAKON 2002, Brno, 19.-22. 10. 2002, 35 s. Dostupné z WWW:  
<http://nb.vse.cz/~svatek/onto-www.pdf>

# Doporučená literatura



- Denny, M. 2004. **Ontology Tools Survey, Revisited** [online]. July 14, 2004 [cit. 2009-03-27]. Dostupné z WWW: <http://www.xml.com/pub/a/2004/07/14/onto.html>
- Denny, M. 2002. **Ontology Building : A Survey of Editing Tools** [online]. November 06, 2002 [cit. 2009-03-27]. Dostupné z WWW: <http://www.xml.com/pub/a/2002/11/06/ontologies.html>
- Husáková, M. 2009. **Znalostní technologie I.** [online]. Datum poslední aktualizace: 27. 10. 2009 [cit. 2011-01-27]. Dostupné z WWW: [http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1\\_index.html](http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1_index.html)

# Doporučená literatura



- Noy, N. F., McGuinness, D. L. 2009. *Ontology Development 101 : A Guide to Creating Your First Ontology* [online]. [cit. 2009-03-27]. Dostupné z WWW: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/>