

Lekce 7 - Datové modelování v GIS

1. Cíle lekce.....	1
2. Modely prostorových dat.....	1
3. Datové modelování v GIS.....	2
4. Příklad – datový model digitální technické mapy.....	2
5. Zkušební otázky.....	10

1. Cíle lekce

- popsat způsob vytváření datových modelů v GIS

2. Modely prostorových dat

Datové modelování v GIS se neliší od modelování běžných IS. Datový model každého informačního systému obsahuje objekty (entitty) a relace mezi objekty (entitami)¹. Mezi relacemi je významná relace hierarchie (vyjadřuje nadtyp - podtyp objektu), tato relace je acyklická², nemusí to být strom (les). V datovém modelu GIS jsou vymezeny speciální - prostorové - objekty a speciální - prostorové - relace. Prostorové objekty a relace jsou pokud možno zobecňovány a standardizovány: architekt systému vybírá z předem stanovených tříd prostorových objektů a z předem stanovených tříd prostorových relací.

Prostorové objekty se dále dělí dále na dva základní podtypy

- geometrický objekt, který popisuje tvar objektu a lokalizaci objektu v prostoru - například souřadnicemi
- topologický objekt, který vchází do prostorové relace s jinými (topologickými) objekty

Neprostorové objekty se v GIS nazývají předmětné objekty. Všechny objekty a relace jsou v každém datovém modelu definovány svým výčtem. Například:

- I. prostorový objekt
 - A. prostorový topologický objekt
 1. třída bod
 2. třída graf
 - a) třída uzel
 - b) třída hrana
 3. třída hranice areálu
 4. třída areál
 - B. prostorový geometrický objekt
 1. třída vektorových dat
 - a) třída bod
 - b) třída lomená čára
 2. třída rastrových dat
 - a) třída pixel
 - b) třída řetěz pixelů
 - c) třída oblast pixelů

II. předmětný objekt

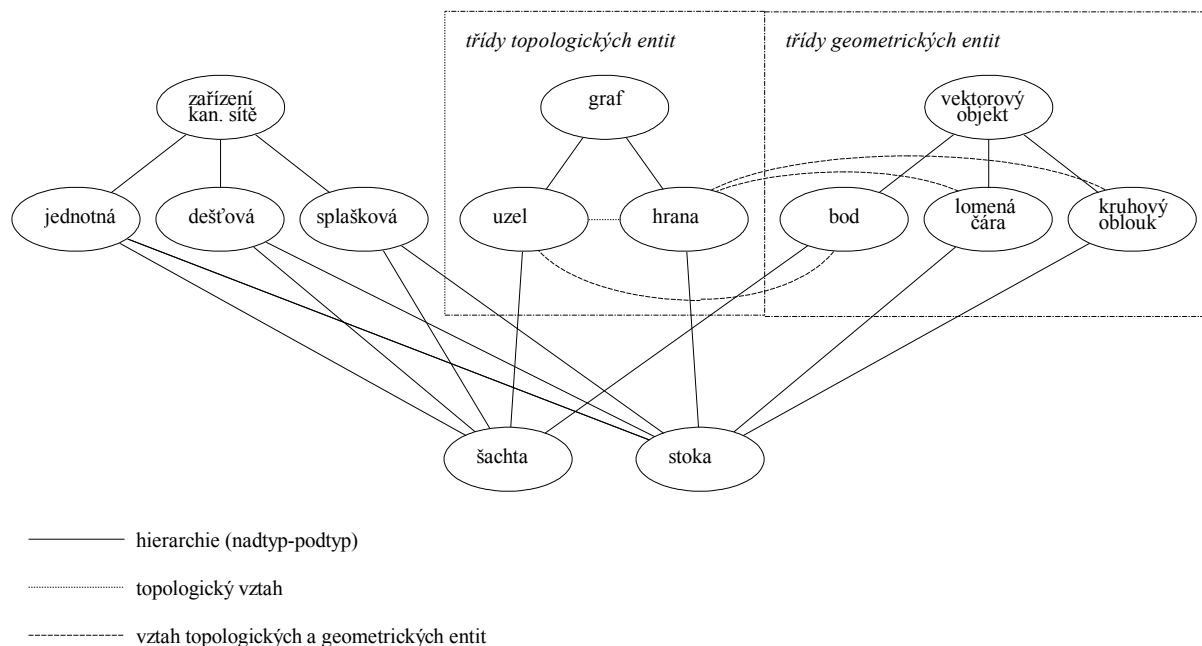
Příklady topologických relací:

- objekt typu hrana začíná v objektu typu uzel a končí v objektu typu uzel
- objekt typu prostorový objekt leží uvnitř objektu typu areál
- objekt typu hrana tvoří hranici mezi dvěma objekty typu areál
- objekt typu prostorový objekt leží {nalevo, napravo} od objektu typu hrana

Příklad hierarchie jednoduchého datového modelu:

¹ Omezíme se na binární relace na množině všech objektů obsažených v datovém modelu. Relace mezi objekty (entitami) mohou mít různé názvy v závislosti na použité metodice. Například v návrzích objektově orientovaných systémů se často nazývají asociace.

² Binární relace $r \subseteq M \times M$ je acyklická, pokud platí: je-li $n \geq 2$, $m_1, m_2, \dots, m_n \in M$, $(m_1, m_2), \dots, (m_{n-1}, m_n) \in M \times M$, pak $m_1 \neq m_n$.



3. Datové modelování v GIS

Datovým modelováním v GIS rozumíme vytváření datových modelů prostorových i popisných (předmětných) dat zobrazujících realitu. Cílem datového modelování je vytvoření takového datového modelu, který umožňuje realizovat funkce GIS očekávané uživatelem.

Datové modelování je součástí standardního postupu vytváření informačních systémů:

- analýza požadavků
- konceptuální návrh systému
- logický návrh systému
- fyzický návrh systému
- implementace a testování systému
- zkušební provoz systému
- rutinní provoz systému
- revize systému

Standardním postupem by tedy měl vzniknout konceptuální datový model navržený na základě analýzy požadavků, který je dále upraven do logického datového modelu (normalizací a dalšími postupy datového modelování) a ten pak do fyzického datového modelu podle reálného prostředí, ve kterém bude systém implementován.

4. Příklad – datový model digitální technické mapy

Principy návrhu

Určujícím vztahem mezi třídami (v intencích UML je objekt (=feature typ) chápán jako instance třídy), které reprezentují data digitální technické mapy (DTM), je hierarchický vztah dědičnosti. Tato relace je popsána ve formě diagramů abstraktních tříd. (Abstraktní třída je třída, která není přímo implementována. Zde slouží k dokumentaci struktury datového modelu DMP. Návrh implementace abstraktních tříd je předmětem návrhu systému.) Kromě dědičnosti jsou v diagramech zachyceny další vztahy mezi třídami *Body polohopisu*, *Spojení bodů polohopisu* a *Liniové a Bodové prvky polohopisu* a také asociace mezi zdrojovými a odvozenými třídami při odvozování ploch. Hierarchie definovaná relací dědičnosti je obecnější než stromová struktura, existují třídy (například třída plynovod), které mají dva předky (například třída inženýrská síť a třída autorizovaná inženýrská síť). Tato vlastnost systému umožňuje efektivní návrh a údržbu datového modelu bez nadbytečné redundance. Potomci přebírají všechny vlastnosti předků a navíc mohou některé vlastnosti rozšiřovat.

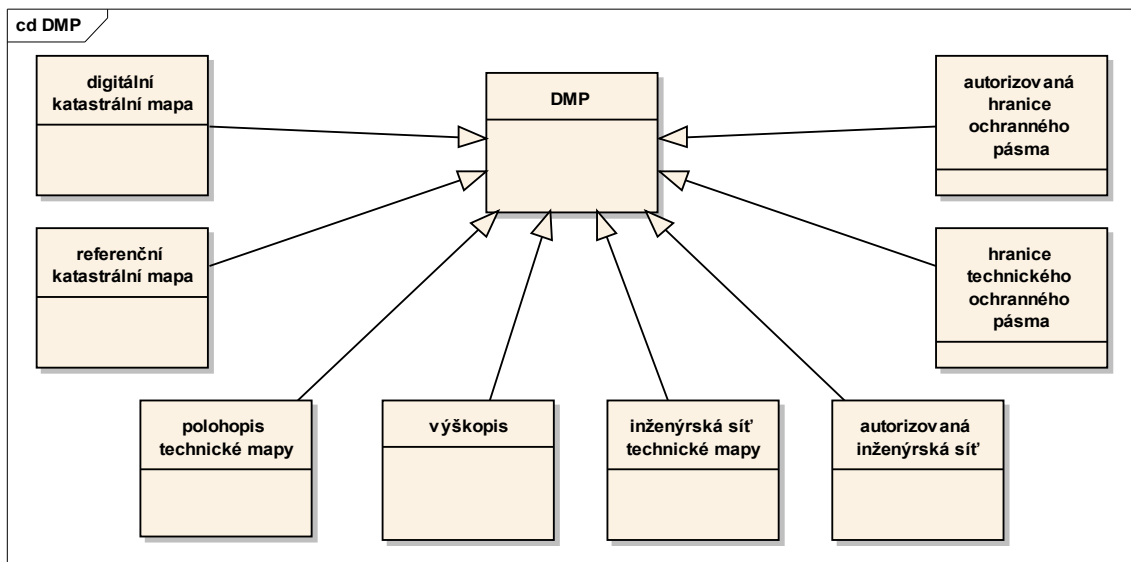
Dále v textu jsou uvedeny postupně příklady diagramů abstraktních tříd: ke každé třídě sada jejich přímých potomků. V diagramech jsou uvedeny vztahy dědičnosti a základní asociace bez kardinality,

kteře jsou v pŕipadě potřeby uvedeny v dalších diagramech. Ukázalo se, že pro potřeby konceptuálního návrhu stačí uvést diagram základní třídy DTM a jejích pŕímých potomků, u inženýrských sítí ještě diagramy potomků další hierarchické úrovně.

Další odstavce textu obsahují podrobnějši popis základních nehierarchických vztahů v datovém modelu:

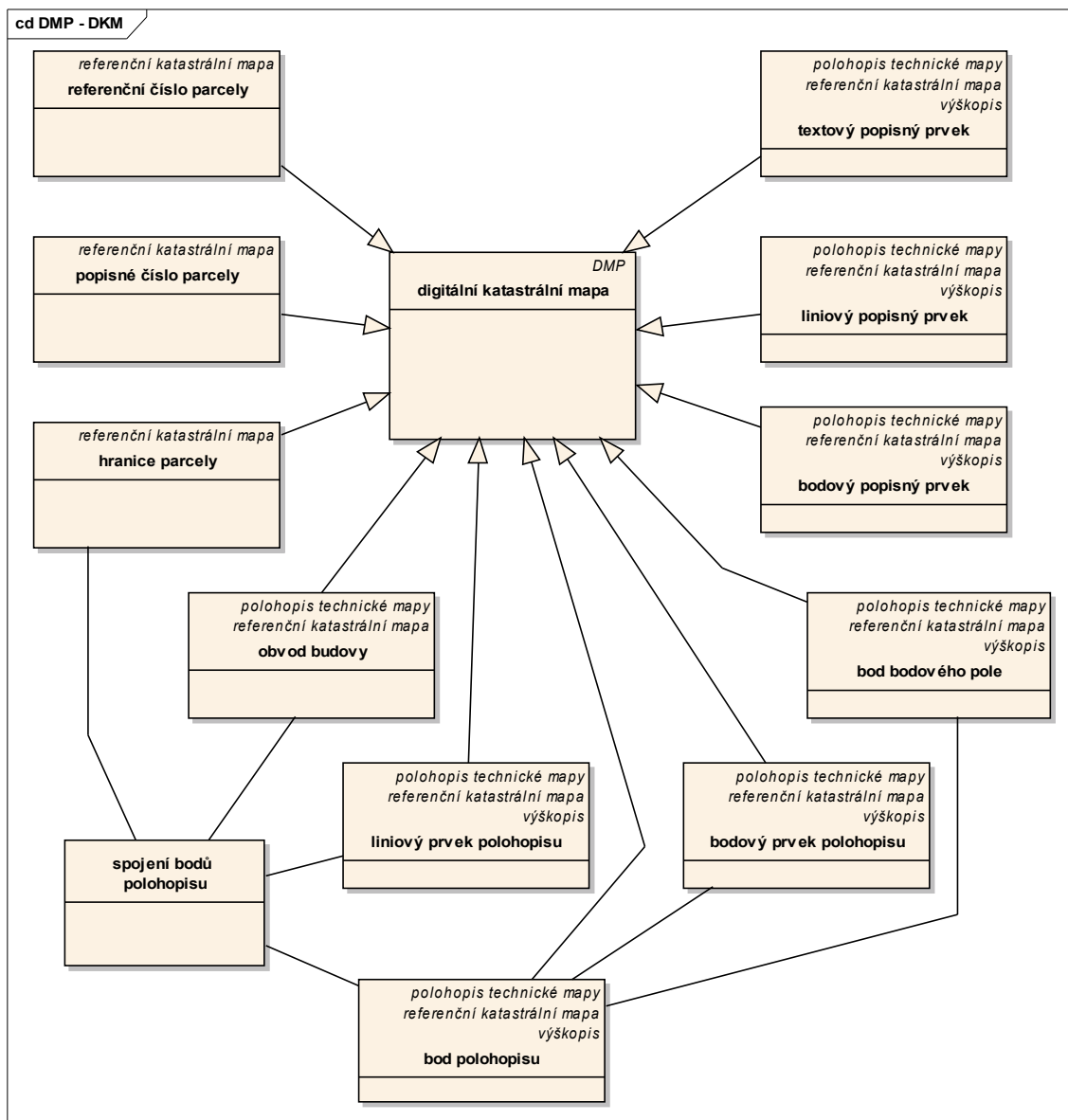
- vztah tříd bod polohopisu, spojení bodů polohopisu a liniový prvek polohopisu
- vztah tříd týkajících se odvozování ploch – obecný model ploch i jeho jednotlivé pŕípady v DTM

Hierarchie tříd DTM



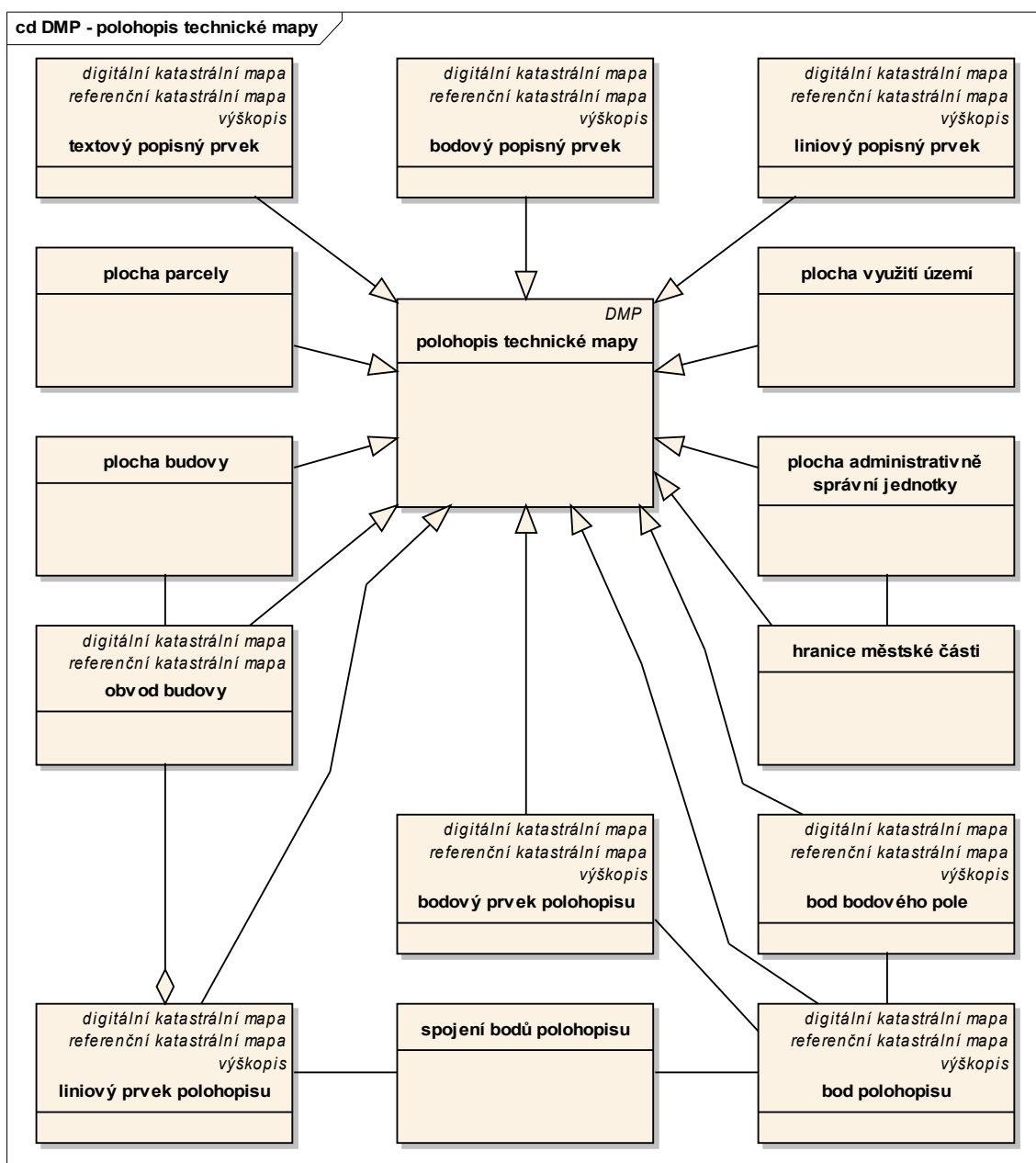
Základní třídou je třída nazvaná *DTM* – *Digitální technická mapa*. Jejími pŕímými potomky jsou základní kategorie datového modelu vymezené pŕedmětně (svým obsahem). V dalších částech jsou uvedeny pŕíklady diagramů pŕímých potomků třídy DTM.

Třída Digitální katastrální mapa



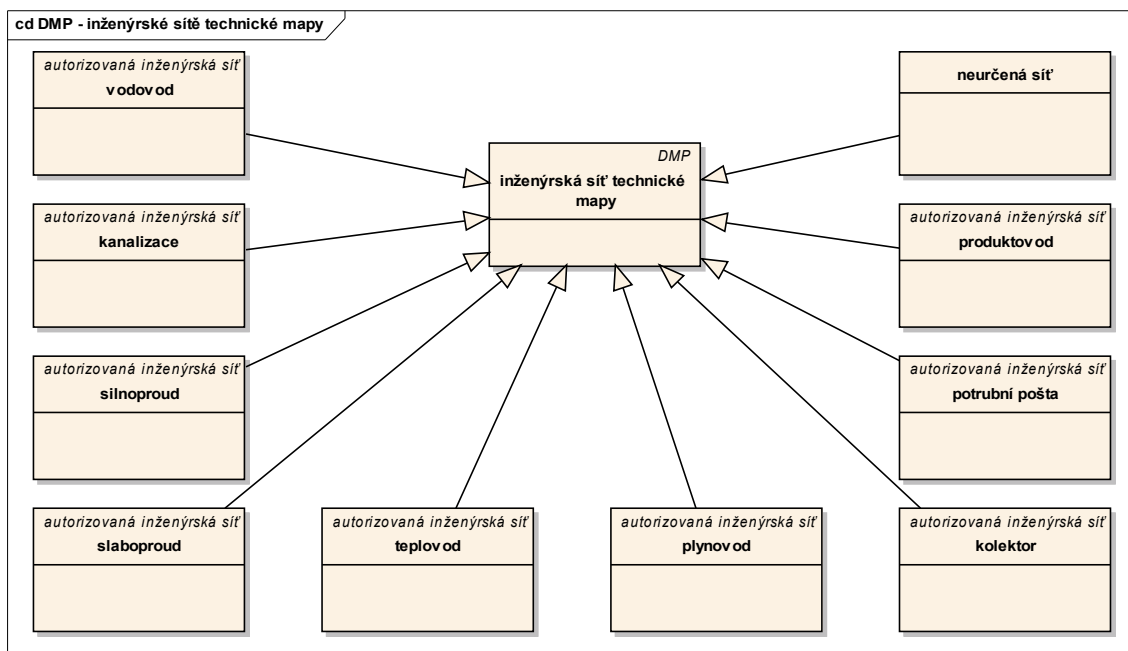
Třídy *Digitální katastrální mapa* a *Referenční katastrální mapa* obsahují stejné potomky – třídy popisných textových, bodových a liniových prvků a třídy liniových a bodových polohopisných prvků asociovaných buď přímo, nebo přes asociační třídu *Spojení bodů polohopisu* s třídou *Bod polohopisu* (tyto asociace jsou podrobněji vysvětleny v kapitole 2.3.3). Ze tříd polohopisných resp. popisných prvků jsou vyčleněny třídy *Referenční číslo parcely*, *Popisné číslo parcely*, *Hranice parcely* a *Obvod budovy*, které slouží k definici topologických vztahů při odvozování ploch.

Třída polohopis technické mapy



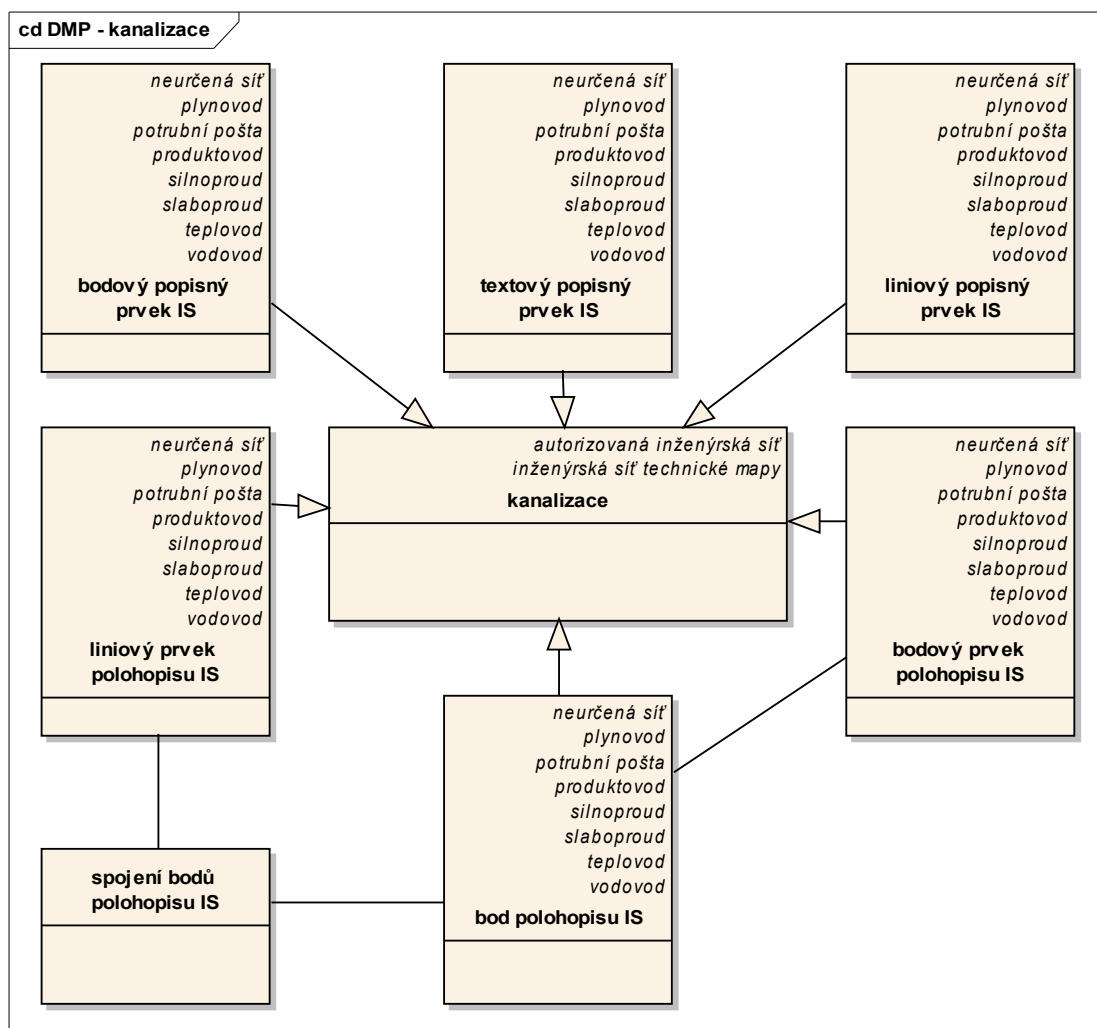
Do třídy *Polohopis technické mapy* jsou zařazeny potomci *Plocha parcely*, *Plocha budovy*, *Plocha využití území* a *Plocha administrativně správní jednotky*, tedy třídy, které budou obsahovat odvozené plošné útvary.

Třída Inženýrská síť technické mapy



Třídy *Inženýrská síť technické mapy* a *Autorizovaná inženýrská síť* jsou třídy obsahující neautorizovaná a autorizovaná data o inženýrských sítích. Mají shodné potomky, které obsahují data o jednotlivých typech sítí. Tento model je navržen i s ohledem na předpokládaný další vývoj DTM, při které očekáváme přímou datovou komunikaci se správci sítí.

Třída Kanalizace

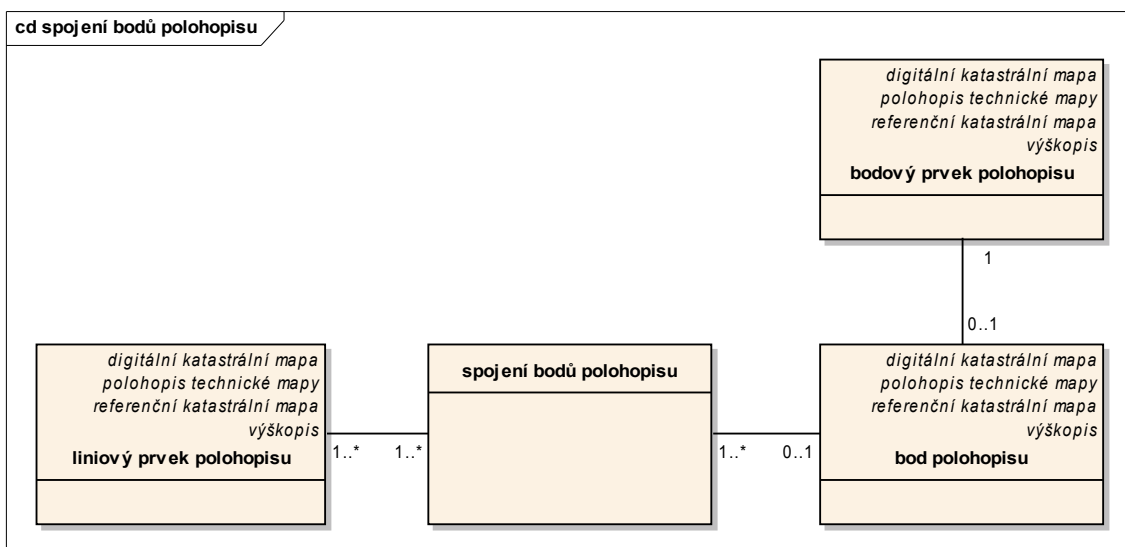


Základní třídou pro zobrazení polohopisných prvků třídy *Kanalizace* je třída *Bod polohopisu IS*, která je asociována přímo s třídou *Bodový prvek polohopisu IS* a nepřímo přes asociační třídu *Spojení bodů polohopisu* s třídou *Liniový prvek polohopisu*. Třída *Kanalizace* je dále předkem tříd popisných prvků (*Bodový popisný prvek IS*, *Liniový popisný prvek IS*, *Textový popisný prvek IS*).

Stejně potomky a stejnou strukturu mají i další třídy inženýrských sítí, jejichž diagramy už neuvádíme.

Asociace Spojení bodů polohopisu

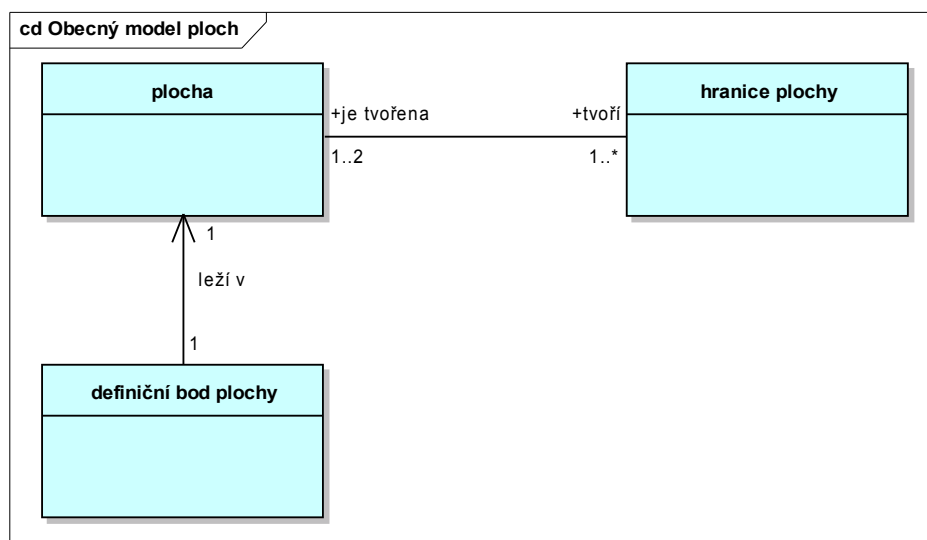
Vztahy mezi třídami *Bod polohopisu*, *Spojení bodů polohopisu*, *Liniový prvek polohopisu* a *Bodový prvek polohopisu* je znázorněn na následujícím diagramu (vztah mezi obdobně pojmenovanými třídami v podtřídách modelujících inženýrské sítě je shodný).



Bod polohopisu je třída, která obsahuje body, jež jsou geodeticky zaměřené nebo jinak pořízené s definovanou přesností a v definovaných podmínkách. Všechny polohopisné (bodové i liniové) prvky mapy a jejich vrcholy leží na těchto bodech. Bod polohopisu může vytvářet více liniových prvků a liniový prvek je tvořen alespoň dvěma body polohopisu. Tuto asociaci reprezentuje třída *Spojení bodů polohopisu*.

Obecný model ploch

Vztahy mezi třídami, které se podílejí na generování ploch, je znázorněn následujícím diagramem.



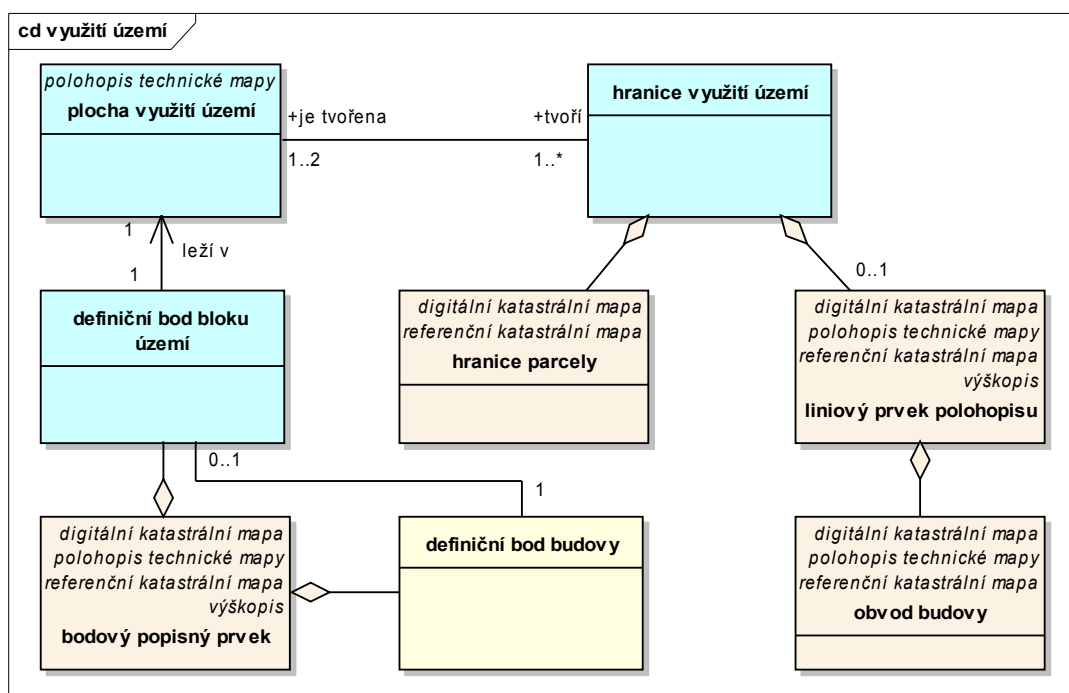
Třída *Hranice plochy* obsahuje liniové prvky, které tvoří topologicky čistou kresbu (bez duplicit, volných konců a křížení uvnitř linií). Tvoří areálový graf (diagraf rovinného grafu). Každá hranice plochy se podílí na tvorbě jedné nebo dvou ploch (jedné plochy tehdy, jed-li o plochu na hranici zájmového území). Třída *Plocha* má vnitřní strukturu, která není v diagramu uvedena. Skládá se z jednoho nebo několika uzavřených polygonů. Pokud je plocha souvislá, jeden polygon tvoří vnější

hranici plochy, případné další vnitřní hranice - díry v ploše. Pokud plocha souvislá není, je polygonů, tvořících vnější hranici plochy, více.

Uvnitř plochy leží právě jeden bodový nebo textový prvek – definiční bod plochy - (centroid). Ten slouží k jednoznačné identifikaci vytvořeného plošného útvaru. V následujících diagramech jsou třídy, které se podílejí na generování ploch, vybarveny shodnou barvou jako v obecném modelu.

Plošné objekty budou generovány ze svých hranic automaticky při zplatnění změnového řízení, které se týká zdrojových objektů ploch, nebo na vyžádání uživatelem. Charakteristika plochy (typ plochy, identifikace plochy) bude odvozována z definičního bodu plochy. Integritu mezi třídami *Plocha*, *Hranice plochy* a *Definiční bod plochy* bude zajišťovat systém. Objekty třídy *Plocha* budou persistentní. Geometrii ploch jako odvozených objektů nebude možné modifikovat přímo, při změně je nutné modifikovat zdrojové objekty.

Plochy využití území



Třidu *Hranice ploch využití území* tvoří vybrané liniové polohopisné prvky a hranice parcel. Obsah třídy *Definiční bod plochy* je tvořen určitými typy bodových popisných prvků, mezi ně patří definiční body budov.

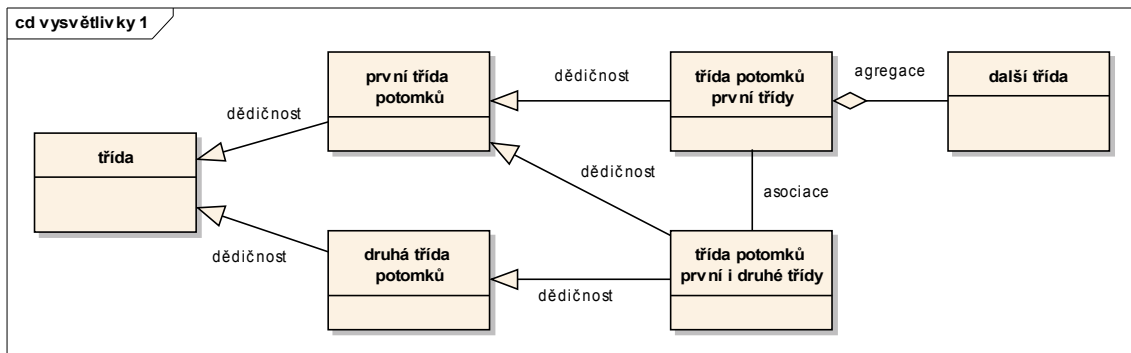
Další asociace mezi objekty

Pro modelování závislostí mezi objekty DTM jsou použity další typy vztahů, které jsou definovány pomocí datového modelu a udržovány systémem. Týkají se především vztahů liniových a bodových objektů.

- Prostorový vztah bod na linii. Jedná se o prostorový vztah, kde závislý bodový objekt leží na nadřazeném liniovém objektu – na některém z jeho vrcholů.
- Prostorový vztah linie na linii. Jedná se o prostorový vztah, kde závislý liniový objekt leží na nadřazeném liniovém objektu – objekty mají některé určitou sekvenci vrcholů shodnou.

Kromě prostorových vztahů mohou být objekty asociovány pomocí hodnot popisných atributů.

Vysvětlivky k diagramům



Pokud je kosočtverec u linie znázorňující agregaci vyplněn, jedná se o podobný, ale silnější vztah – kompozici.

Diagramy jsou vytvořeny nástrojem Enterprise Architect, verze 6.1.

5. Zkušební otázky

1. Popiš rozdíly mezi konceptuálním, logickým a fyzickým datovým modelem.
2. Jaké jsou zvláštnosti datového modelu GIS proti datovým modelům jiných IS?
3. Popiš kroky návrhu datového modelu v GIS.

Připomínky a dotazy k obsahu lekce posílej, prosím, na adresu:

Rudolf Richter, richter@fi.muni.cz