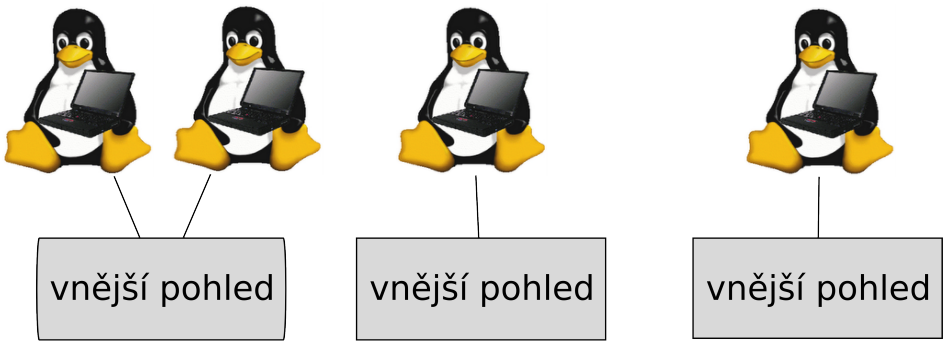
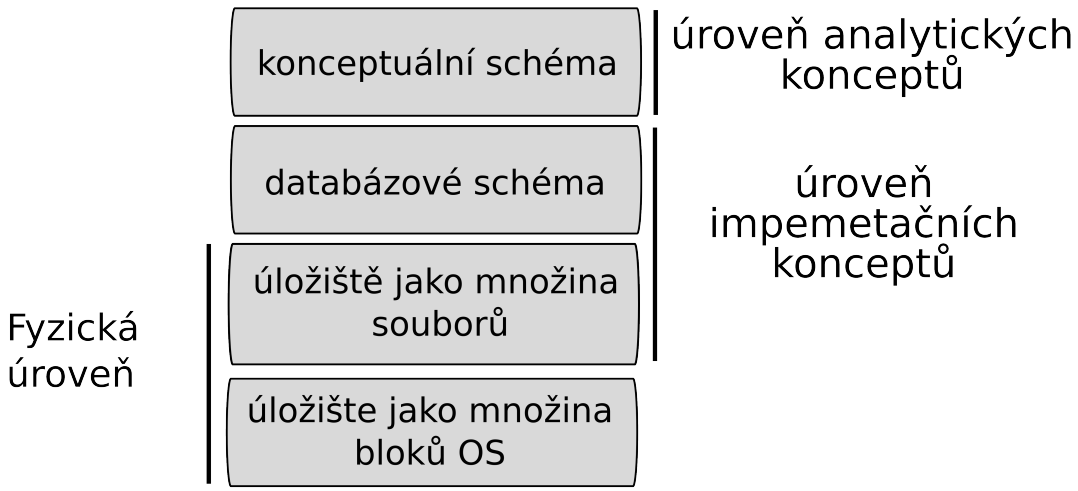
# Databázové modely – stručný přehled na začátek

- 3 úrovně pohledu na data
- integritní omezení
- konceptuální a logický model ? souvislost s SI
- konceptuální modelování (ER, UML Class Diagram)
- logické (databázové) modely (popis, příklad)
  - síťový
  - hierarchický
  - relační
  - objektový
  - XML



# Různé úrovně pohledu na data



# Konceptuální, logická, fyzická úroveň

- Konceptuální
  - Zabývá se modelováním reality.
  - Snaží se nebýt ovlivněna budoucími prostředky řešení. Používá se grafická notace (obvykle ER model nebo UML Class Diagram), případně další IO.
- Logická (databázová)
  - Vztahuje se ke konkrétnímu databázovému modelu a používá jeho konstrukční dotazovací a manipulační prostředky (relační objektová, síťová, hierarchická, XML, ...).
- Fyzická
  - Jde o fyzické uložení dat (sekvenční soubor, indexy, clustery, ...). Uživatelé (programátoři aplikací, příležitostní uživatelé) je od ní odstínen logickou vrstvou SŘBD.



# Integritní omezení (IO)

- IO jsou tvrzení vymezující konkretnost DB.
- Definují se na konceptuálni úrovni, promítají se do úrovně logické.
- Na databázové (logické) úrovni se definují pomocí JDD (DDL). Někdy DDL není dost silný, proto další prostředky (triggery, uložené procedury), nebo až na úrovni aplikace.
- DDL prostředky datových modelů jsou různě silné (realční objektová, sítová, hierarchická, XML, ...)
- Příklady IO (Uvažujeme půjčovnu filmů, která půjčuje filmy do kin.):
  - Kino je jednoznačně určené názvem.
  - Film si lze v půjčovne rezervovat jen tehdy, jsou-li všechny jeho kopie vypůjčeny
  - Zákazník si může vypůjčit nejvýše 6 filmů (kopií)
  - Vypůjčující si osoba musí být v seznamu zákazníků půjčovny.

# Konceptuální modelování databází

- V polovině 70. let 20. století.
- Nejdůležitější přínosy:
  - společné chápání objektů aplikace uživateli a projektanty,
  - integrace různých uživatelských pohledů,
  - výsledek je vstupem pro realizaci databáze,
  - slouží jako dokumentace.
- Důsledky vypuštění konceptuální úrovně :
  - Příliš nízká úroveň pohledu na data:
    $\Rightarrow$ obtížná komunikace se zadavatelem (zákazníkem),
    $\Rightarrow$ neumožní realizaci větší databáze.
  - V rozsáhlejší databázi je velmi těžké se zorientovat.

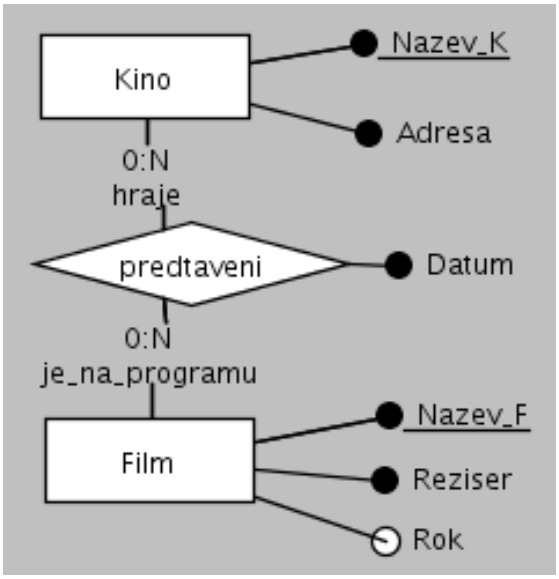


# Konceptuální modelování

- E-R diagramy (1976)
  - de facto standart (pro relační databáze)
  - chenova notace
  - binární ER (Oracle)
  - mnoho dalších ...

Konstrukty ER:

- entitní množiny (entity)
  - atributy entit
- vztahové typy (vztahy)
  - účast ve vztahu
  - atributy vztahů
- integritní omezení
  - identifikátory
  - násobnost účasti (kardinalita a parcialita vztahu)



# UML Class Diagram

- součást UML
  ⇒ implementace v mnoha návrhových nástrojích,
  ⇒ včetně automatických generátorů databázového modelu (DDL),
  ⇒ Enterprise Architekt, UML Star, Rational Rose, ....
- UML (a Class Diagram) je objektově orientovaná notace
  ⇒ výhodné pro objektově orientovanou implementaci
  ⇒ většina (současných) databází je však relační (resp. OR)
  ⇒ pro návrh databáze se často nevyužívají všechny výrazové prostředky (jednodušší Class Diagram má přímočarý překlad do zvoleného JDD na databázové úrovni, převod složitějších konstrukcí nemusí být jednoznačný nebo úplný a může působit problémy, viz například ISA hierarchie v dalších přednáškách).



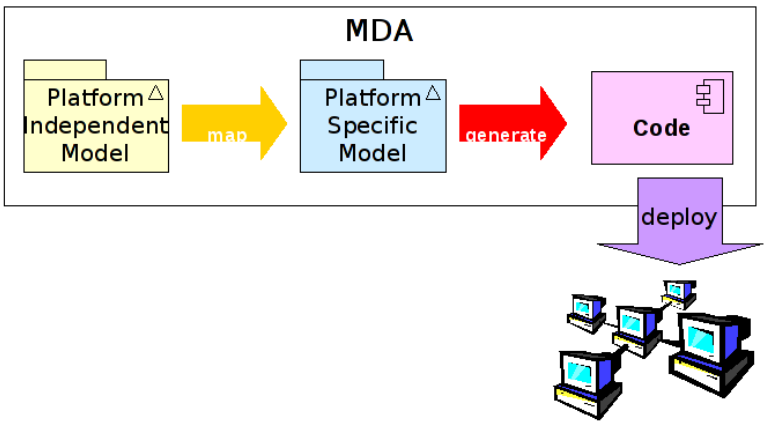
# Databázové modelování v kontextu SI

1.4

zühlke

## UML future?

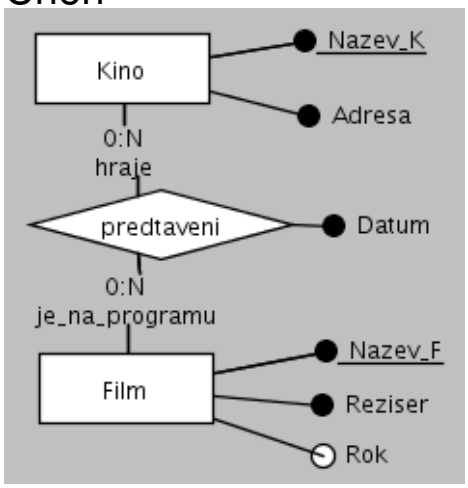
- The future of development of UML will be increasingly affected by Model Driven Architecture (MDA)



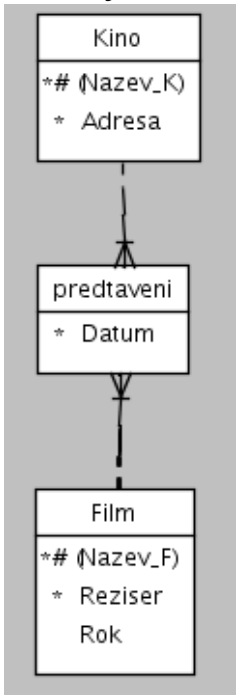

© Clear View Training 2005 v2 15

# Nástroje – ER modelář

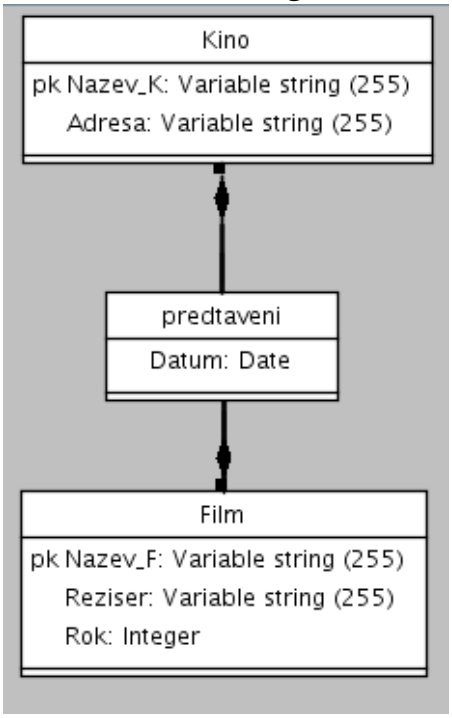
Chen




Binary




UML Class Diagram






# Logické (databázové) modely

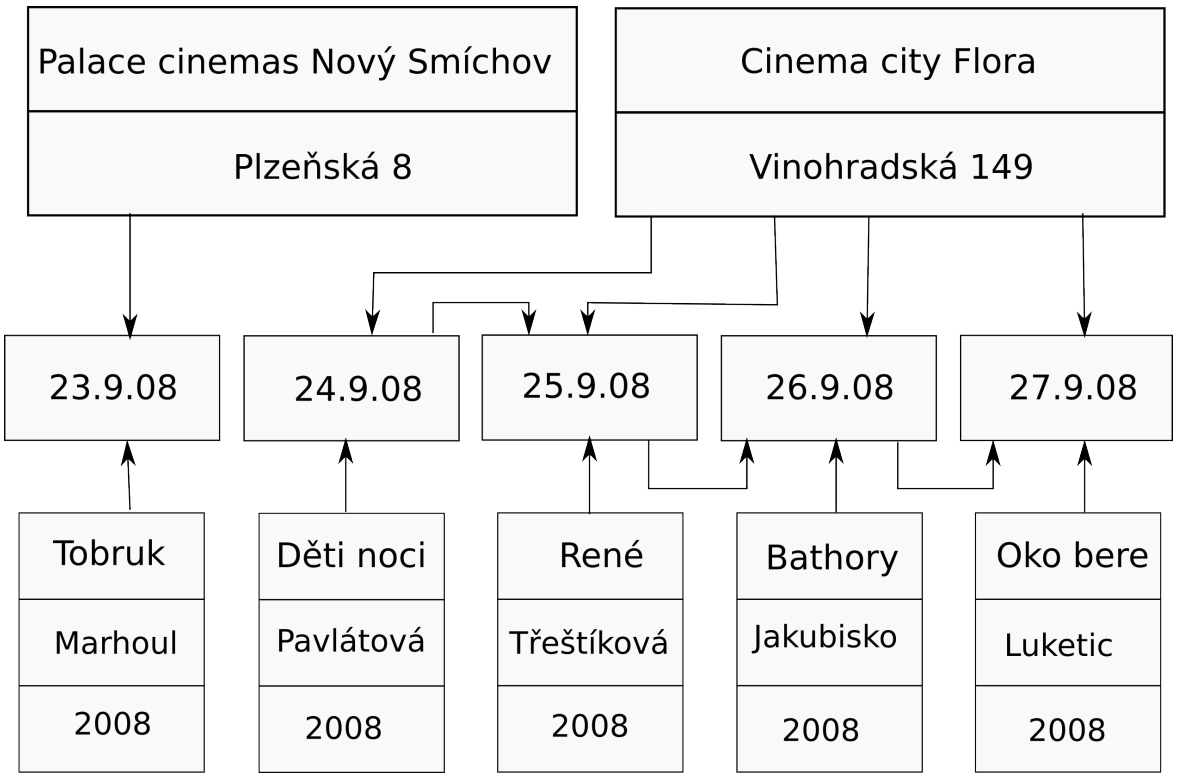
- **síťový** - 60. léta 20. století
- **hierarchický** - konec 60.let; lze chápat jako specializaci síťového modelu
- **relační** – 70.leta
- **objektový** - 80.léta; lze chápat jako rozšíření síťového modelu
- **objektově-ralační** - 90-léta; komerčne úspěšný kříženec relačního a objektového modelu; podpora ve standartech sql (SQL99, SQL2003)
- **XML** - konec 90 let, mnoho prvků hierarchicko modelu; aplikační doména?; zpracování XML dat také proniká do standardu SQL

# Logické (databázové) modely

- Volba databázového modelu určuje prostředky pro vytváření struktury databáze (DDL) a prostředky pro tvorbu aplikací (DML, dotazovací jazyk, TCL, DCL)
- Příklady:
  - relační model - SQL
  - Objektový model - OQL
  - XML model - Xpath, XQuery



# Síťový model – příklad – schéma výskytů



# Sítový model – datové typy

- datový typ **Record** (záznam), který se podobá pascalskému datovému typu *File of record*
- datový typ **Set** (C-množina); dvojice různých datových typů **Record**, který se podobá datovému typu *Seznam*)

Poznámka:

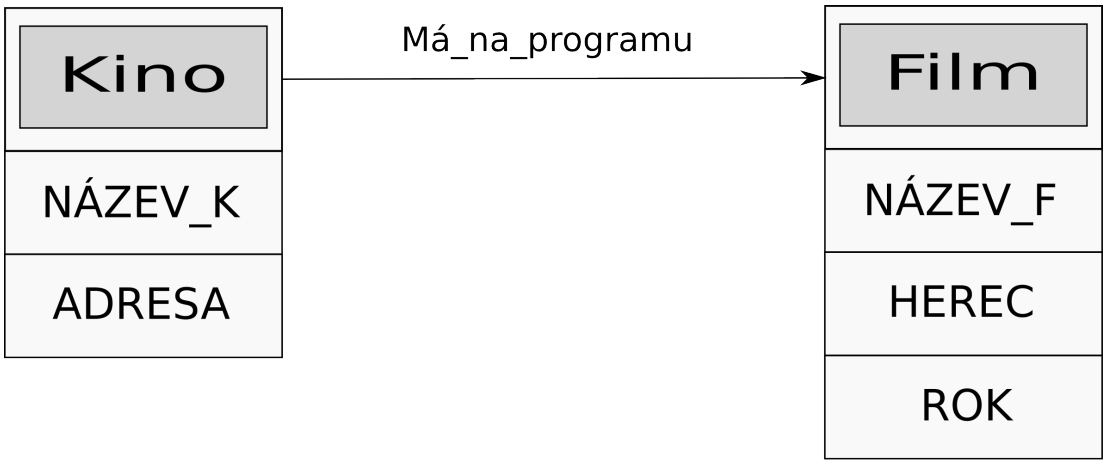
- Snadná konverze mezi ER a síťovým modelem:
  - Každému entitnímu typu odpovídá jeden typ **Record**
  - Každému vztahovému typu 1:N odpovídá jeden typ **Set**



# Sítový model – operace

- vytvoř **nový** záznam daného typu, **zruš** záznam, **změn záznam**
- **zařaď** členský záznam do c-množiny daného **vlastníka**
- **vyřaď** daný **člen** z c-množiny
- najdi první **člen** v c-množině daného vlastníka
- najdi **následovníka** v c-množině daného vlastníka
- najdi **vlastníka** daného člena c-množiny

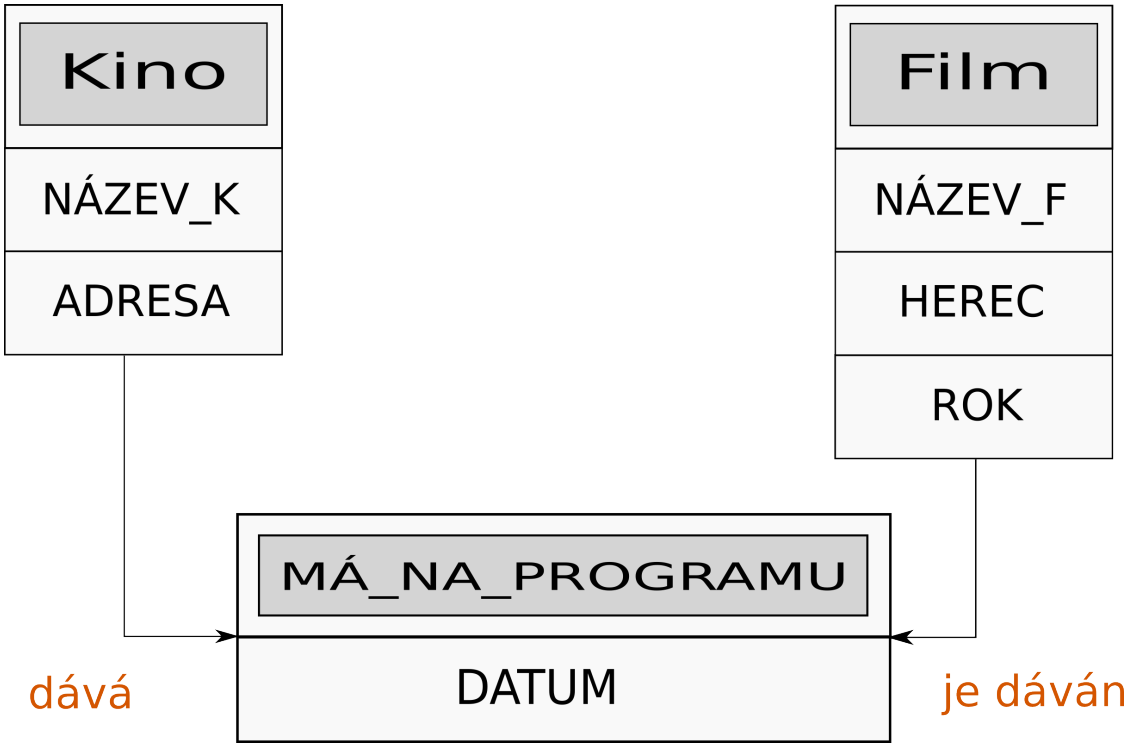
# Síťový model – Bachmanův diagram – návrh 1




typ Záznam typ SET (C-množina) typ Záznam



# Síťový model – Bachmanův diagram – návrh 2




Blíže realitě než předchozí návrh.

# Síťový model, příklad navigace

**Dotaz:** Vypiš program kina Blaník.

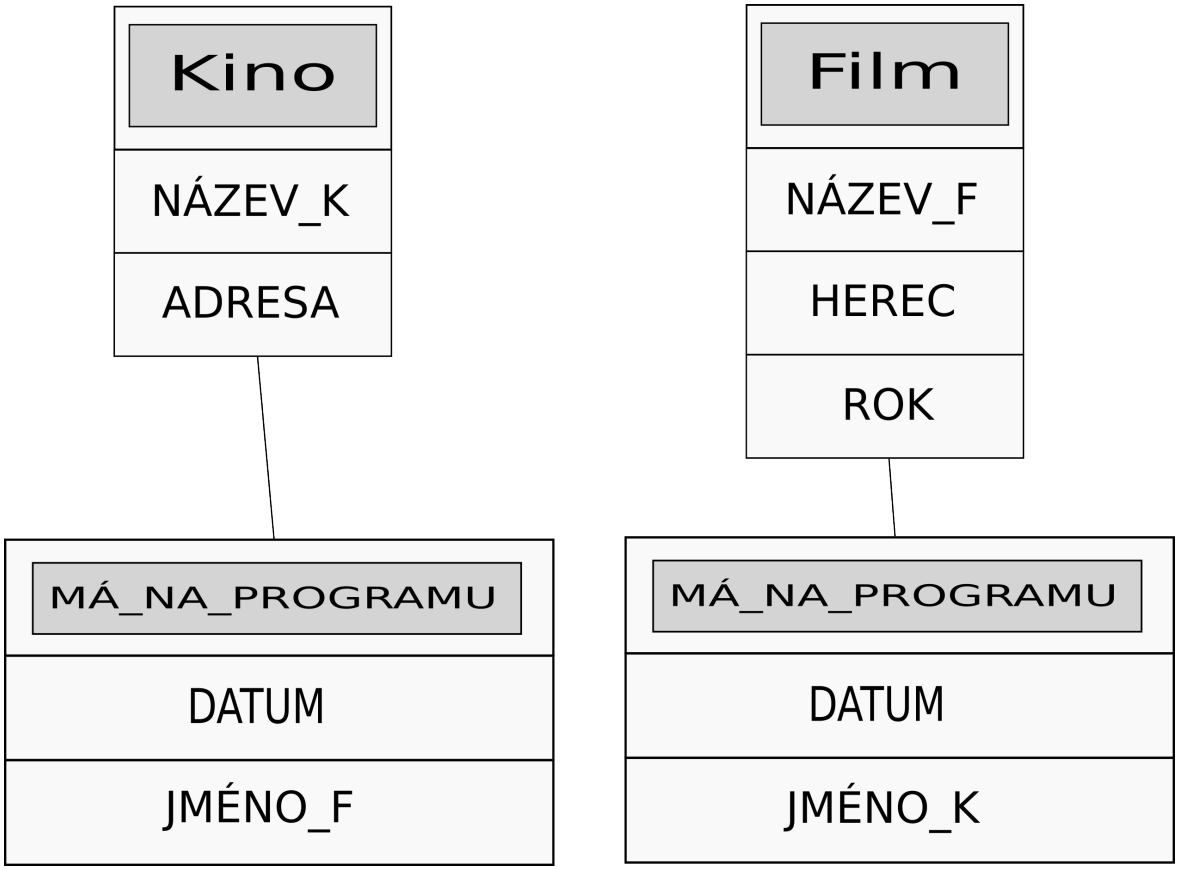
```
Begin
   Najdi KINO záznam (NAZEV='Blaník');
   Get KINO;
   Najdi prvního člena v  MÁ_NA_PROGRAMU;
   While Not EOF MÁ_NA_PROGRAMU Do
       Get MÁ_NA_PROGRAMU into A;
       Print (A.Datum);
       Najdi vlastníka k A ve FILM;
       Get FILM into B;
       Print (B.Nazev);
       Najdi následovníka v MA_NA_PROGRAMU;
  End;
End;
```



# Hierarchický model

- specializace modelu síťového
- síťový = orientovaný graf, hierarchický = strom
- omezené použití (nevhodné pro náš příklad!)
- vhodné pro modelování typu část/celek
- aplikace – evidence součástek v projektu Apolo

# Hierarchický model – příklad






# Relační model – charakteristika

- Jediný konstrukt – relace
  - schéma relace: jméno relace, jména atributů, specifikace domén atributů
  - prvky domén jsou atomické hodnoty (1.normální forma)
  - formální zápis R(A1:D1,...,An:Dn)
  - příklad: `KINO(NAZEV_K:CHAR(15), ADRESA:CHAR(25))`
- Integritní ozemení: primární klíč, cizí klíč

# Relační model – příklad – schéma

**KINO**(NAZEV_K, ADRESA)
**FILM**(JMENO_F, HEREC, ROK)
**MA_NA_PROGRAMU**(NAZEV_K, JMENO_F, DATUM)
Integritní omezení:

- primární klíče:
  - NAZEV_K
  - JMENO_F
  - {NAZEV_K, JMENO_F}
- cizí klíče
  - MA_NA_PROGRAMU.NAZEV_K
  - MA_NA_PROGRAMU.JMENO_F

**IO relace MA_NA_PROGRAMU jsou příliš silná. Proč?**

Nelze aby jedno kino hrálo jeden film víckrát (v jiný den a/nebo čas).



# Relační model – příklad – data

**KINO**

| NÁZEV_K | ADRESA |
|---|---|
| Blaník | Václ. n. 4 |
| Vesna | Olšiny 3 |
| Mír | Strašnická 3 |
| Domovina | V dvorcích 7 |

**FILM**

| JMENO_F | HEREC | ROK |
|---|---|---|
| Černí baroni | Vetchý | 1994 |
| Černí baroni | Landovský | 1994 |
| Top gun | Cruise | 1986 |
| Top gun | McGillis | 1986 |
| Kmotr | Brando | 1972 |
| Nováček | Brando | 1990 |
| Vzorec | Brando | 1980 |

**MA_NA_PROGRAMU**

| NÁZEV_K | JMENO_F | DATUM |
|---|---|---|
| Blaník | Tog gun | 29.3. 1994 |
| Blaník | Kmotr | 8.3. 1994 |
| Mír | Nováček | 10.3. 1994 |
| Mír | Top gun | 9.3. 1994 |
| Mír | Kmotr | 8.3. 1994 |

# Relační model – operace

- **vytvoř novou relaci** (tabulku)
- **přidej novou n-tici** (řádek) do dané relace (tabulky)
- **vymaž n-tice** (řádky) zadaných vlastností
- ve vybraných **n-ticích** (řádcích) zadané relace (tabulky) **změn hodnoty** zadaných prvků (polí)
- vytvoř **novou relaci** (tabulku) ze zadané relace:
  - výberem n-tic (řádků) zadaných vlastností – selekce
  - výberem zadaných atributů (sloupců) – projekce
- vytvoř **novou relaci** (tabulku) ze zadaných relací (tabulek) pomocí **množinových operací** sjednocení, průnik,rozdíl, kartézský součin
- vytvoř **novou relaci** (tabulku) ze zadaných relací pomocí operace spojení



# Relační model – dotazování – příklad

**Dotaz**: Vypiš program kina Blaník.

- relační algebra

```
(KINO (NAZEV_K = 'Blaník') *
MA_NA_PROGRAMU  * FILM) [jmeno_f, datum]
```

- SQL

```
Select Jmeno_F, Datum
From KINO K JOIN MA_NA_PROGRAMU MNP
          ON (K.NAZEV_K= 'Blaník'
              and K.NAZEV_K= MNP.NAZEV_K)
          JOIN FILM USING (Jmeno_F);
```

# Objektový model – charakteristika

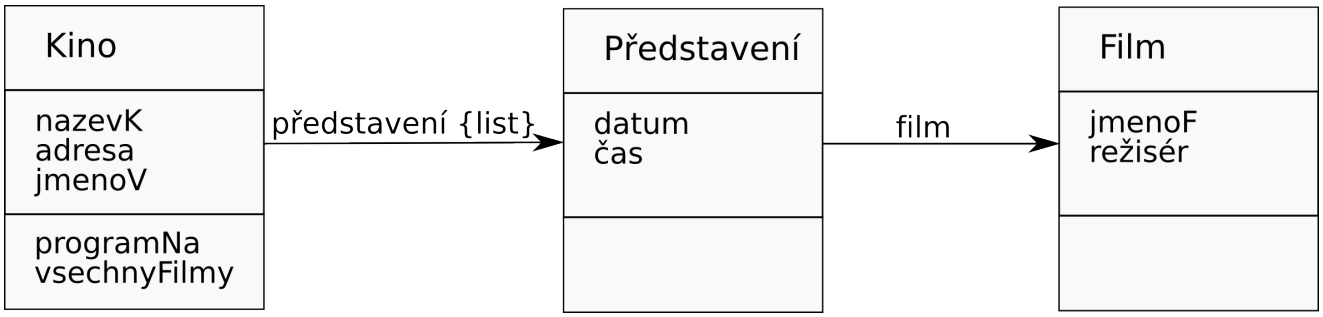
- **Objekty** = data + metody. Mezi objekty existuje skládání, dědění, závislost, klasifikace podle tříd, ... Strukturované informace není třeba rozdělovat jako v RDM.
- **Protokol** objektu je dán množinou **přístupných zpráv** (ne atributů jako v RMD).
- Jedna množnima (objektů) může s využitím **polymorfismu** obsahovat objekty s různou strukturou dat i metod.
- Je rozdíl mezi **množinou** objektů a **třídou**.
- **Identita objektu** je dána nejen vnitřními, ale i vnějšími vazbami. Klíče jsou interní záležitostí.



# Objektový model – konstrukty

- základní konstrukt – **objekt**
  - generován jako instance dané třídy (která nese infomace o jménech atributů, specifikaci domén atributů, názvech metod, ...)
  - má stav (hodnoty atributů)
- množinové konstrukce - **kolekce**:
  - set, bag, list, array, dictionary, ...
- množinové operace
  - so:, select:, collect:, detect:, inject:, reject:, intersect:, union:, ...

# Objektový model – příklad




Metody objektu Kino:

```
programNa: datum
  ^predstaveni select: [:p | p datum = datum]

vsechnyFilmy
  ^(predstaveni collect: [:p | p film]) asSet
```



# XML model – chrakteristika

- Podobá se hierarchickému – XML dokument je obvykle chápán jako strom; DOM API pro přístup.
- Aplikační doména?
- Datový model : elementy, atributy, PCDATA, zachovává pořadí (document oder). Někdy je bohatší.
- Silné a standardizované dotazovací jazyky (XPath,XQuery)
- Mnoho implementací a mnoho věcí stále ve vývoji (indexování, zamykání, ...)

# XML model – příklad schématu – DTD

```
<!ELEMENT program (kino*)>
<!ELEMENT kino (nazev_k,  adresa, hraje*)>
<!ELEMENT hraje (film, datum)>
<!ELEMENT film (nazev_f, herec, rok)>
<!ELEMENT nazev_k (#PCDATA)>
<!ELEMENT adresa (#PCDATA)>
<!ELEMENT datum (#PCDATA)>
<!ELEMENT nazev_f (#PCDATA)>
<!ELEMENT herec (#PCDATA)>
<!ELEMENT rok (#PCDATA)>
```

## Poznámka

Toto schéma bude jistě obsahovat množství opakujících se hodnot. Zřejmě by bylo nevhodné i pro DML operace (aktualizační anomálie). Naopak by bylo vhodné pro přímé vygenerování reportu (html, pdf, ...) s programem jednotlivých kin.



# XML model – příklad – data

```
<program>
  <kino>
    <nazev_k> MAT </nazev_k>
    <adresa> Karlovo nám. 18, Praha 2 </adresa>
    <hraje>
      <film>
        <nazev_f> Forest Gump </nazev_f>
        <herec> Tom Hanks </herec>  <rok> 1998 </rok>
      </film>
      <datum> 3.1. 2007 </datum>
      <film>
        <nazev_f> Vratné láhve </nazev_f>
        <herec> Zdeněk Svěrák </herec>  <rok> 2006 </rok>
      </film>
      <datum> 17. 5. 2007 </datum>
    </hraje>
  </kino>
  <kino> ... </kino>
  ...
</program>
```

# XML model – příklad – XPath

- Názvy kin v databázi :
  - `/program/kino/nazev_k`
- Všichni herci:
  - `//herec`
- Kina, která mají na programu aspoň 2 filmy:
  - `//kino[count(./hraje/film)>2]/nazev_k`
- Filmy, které hrají v kině Blaník:
  - `//kino[nazev_k="Blanik"]//nazev_f`



# XML model – příklad – XQuery

**Dotaz:** Názvy filmů se seznamem kin, kde se hrají

```
let $kina :=
    "file:///home/valenta/vyuka/dbs/2007/kina.xml"
return element obraceny_vypis {
     for $film in distinct (doc ($kina)//nazev_f)
     return element film {$film/text(),
        element se_hraje_v {doc ($kina)//kino
         [hraje/film/nazev_f = $film/text()]/nazev_k}
     }
   }
```

*Jedná se vlastně o inverzní výpis databáze.*

# Shrnutí

V tomto předmětu se budeme dále věnovat **relačnímu databázovému modelu.**

- Je však dobré si uvědomit, že:
  - Relační model není jediný, ze kterého si můžeme vybírat.
  - Pro určitý typ aplikace nebo aplikační doménu můžeme výběrem vhodného DB modelu mnoho ušetřit.
  - Volbu DB modelu je třeba dobře uvážit a zdůvodnit.